

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA
MESTRADO EM BIOCINÉTICA



**“DESEMPENHO AERÓBIO E ANAERÓBIO EM
JOGADORES DE FUTEBOL: COMPARAÇÃO ENTRE
JUVENIS E PROFISSIONAIS”**

SAMUEL TRINDADE SIMPLICIO FILHO

JUNHO - 2012

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA
MESTRADO EM BIOCINÉTICA



**“DESEMPENHO AERÓBIO E ANAERÓBIO EM
JOGADORES DE FUTEBOL: COMPARAÇÃO ENTRE
JUVENIS E PROFISSIONAIS”**

Dissertação elaborada sob a orientação
do Professor Doutor Carlos Alberto
Fontes Ribeiro na Faculdade de
Ciências do Desporto e Educação
Física da Universidade de Coimbra,
com vista à obtenção do grau de Mestre
em Biocinética

SAMUEL TRINDADE SIMPLICIO FILHO

JUNHO - 2012

Dedico este trabalho à família: Samuel (Meu Pai), Ana
Lúcia (Minha Mãe), Élide (Minha Irmã), Sebastião
(Meu avô -in memoriam) pelo apoio incólume,
dedicação, carinho e por tudo que representam...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pelas oportunidades concedidas e pessoas que colocou em minha vida;

Em especial ao orientador, Prof. Dr. Carlos Alberto Fontes Ribeiro, que acreditou no trabalho, criando as oportunidades que auxiliaram para o crescimento pessoal e profissional, estando sempre disposto a ajudar. Minha gratidão, admiração e respeito. (Univerdade de Coimbra);

Ao Prof^o Dr. Pedro Balikian Junior, professor de sempre, pela parceria, amizade e contribuição nas primeiras idéias, por mostrar a importância da conciliação da ciência e paz interior (Unesp, Brasil)

À Universidade de Coimbra, em especial a Faculdade de Ciência do Desporto e Educação Física, pela singular experiência acadêmica e de vida que me concedeu, ao me receber como aluno no programa de mestrado;

À Prof^a Dra. Paula Tavares, pelos auxílios, compreensão e seriedade demonstrados frente à coordenação do programa de Mestrado em Biocinética da FCDEF. (Universidade de Coimbra);

Ao amigo e acadêmico de sempre, que além de auxiliar nas mais diversas discussões, compartilhou dos bons e maus momentos, soube ouvir lamentações e reclamações, e incentivou sempre a prosseguir, de incomensurável preciosidade Eduardo Z. Campos...meu muito obrigado;

A Lucas Bogaz, grande amigo, que acreditou e contribuiu para o meu crescimento pessoal e profissional. Minha gratidão.

Às estrelas desse estudo, os atletas que se dispuseram a participar do desenvolvimento desta investigação, pela colaboração, paciência e momentos de descontração.

À Clara Suemi, presença sempre marcante nos momentos de dificuldade e pela colaboração na realização dessa tarefa;

Ao Prof^o Dr. Marcelo Papoti pela dedicação profissional, espírito de companherismo e colaboração na conclusão do trabalho (UNESP-Brasil);

À esses que edificaram que “[...] Grande parte da vitalidade de uma amizade reside no respeito pelas diferenças, não apenas em desfrutar das semelhanças [...]”. Aos diferentes de antes: Diego, Alex, Leone, Tiago, Danilo e Fergol. E aos diferentes acadêmicos: José Evaristo, Denise Bueno, Camila Buonani, Jamile, Mariana Bonfin, Romulo, Faissal e Iara. Aos diferentes de agora, Felipe, Saulo e Marcelo Guimarães. Aos diferentes de Portugal: Denis Moretto, Bruno Caxa, Guilherme, Andréa, Renato, Paulo, Ari, Laura, Sarah, Camila, Paulinha, Luciano, Murilo, Raul e Bia.

Epígrafe

*Sei, também, quanto é preciso, pá
Navegar, navegar
(Chico Buarque)*

RESUMO

COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO AERÓBIO E ANAERÓBIO ENTRE JOGADORES DE FUTEBOL JUVENIS E PROFISSIONAIS

Objetivo: Comparar as respostas de variáveis fisiológicas aeróbias e anaeróbias em jogadores de futebol profissionais e juvenis.

Procedimento metodológico: A amostra foi constituída por 34 jogadores de futebol (21 profissionais - G_{PROF} e 13 da categoria juvenil - G_{JUV}). Os atletas foram submetidos aos testes seguintes: consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), saltos verticais (*squat jump* [SJ] e *countermovement jump* [CMJ]) e teste de Wingate (TW), e o teste de corrida máxima (TC_{máx}) de 30 e 60 m. No teste de VO_{2max} , foi determinada a potência aeróbia máxima, no TW determinou-se o pico de potência (PP), potência média (PM) e índice de fadiga (IF). Após os testes de VO_{2max} e de TW foram coletados 25 μ l de sangue para a determinação da concentração pico de lactato sanguíneo ($[LAC_{VO_2}]$ e $[LAC_{wing}]$, respectivamente). No TC_{máx} determinou-se a velocidade média (V_{med}) e máxima (V_{max}). Para a determinação da potência aeróbia os atletas realizaram um esforço contínuo e progressivo até exaustão com intensidade inicial de 8 $km \cdot h^{-1}$ e incremento de 1 $km \cdot h^{-1}$ a cada minuto. A comparação dos resultados foi realizada pelo teste de Mann-Whitney. Utilizou-se $p < 0,05$.

Resultados: Foram encontradas diferenças significantes entre SJ, CMJ, PP, PM e IF entre os dois grupos, e entre a concentração de lactato após o TW. O VO_{2max} foi diferente entre o grupo profissional e juvenil, porém a LAC_{VO_2} não foi diferente entre os grupos.

Conclusões: Apesar do G_{PROF} apresentar maior VO_{2max} , desempenho no TW e capacidade de saltos em relação ao G_{JUV} , não foram capazes de transferir a maior potência muscular de membro inferior para as corridas de velocidades.

Palavras chave: Futebol. Salto vertical. Teste de Wingate. Teste de velocidade.

ABSTRACT

COMPARATION OF AEROBIC AND ANAEROBIC PERFORMANCE BETWEEN PROFESSIONAL AND UNDER-17 SOCCER PLAYERS

The objective of the study was to compare aerobic and anaerobic physiological variables in professional and under-18 soccer players. The sample was 34 male soccer players (21 professional - G_{PROF} and 13 under-18- G_{JUV}). The athletes were submitted to the tests: maximal oxygen consumption ($\text{VO}_{2\text{max}}$), vertical jumps (squat jump [SJ] and countermovement jump [CMJ]) and Wingate test (TW) were made, and 30 and 60 meters sprint test ($\text{TC}_{\text{máx}}$) on field. On $\text{VO}_{2\text{max}}$, the maximal aerobic power was accessed, and on TW, peak power (PP) mean power (PM) and fatigue indice (IF) were approached. After both tests, 25 μl blood sample were collected to peak lactate concentration after the $\text{VO}_{2\text{max}}$ and TW (LAC_{MAX} e [lac], respectively). Mean velocity (V_{med}) and maximal velocity (V_{max}) were accessed on $\text{TC}_{\text{máx}}$. For aerobic power, the subjects were submitted to a continuous and progressive effort till exhaustion, with initial intensity of $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ and $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ increase per minute. To compare the results, Mann-Whitney test was used. Was used $p < 0,05$. Statistical differences were found between SJ, CMJ, PP, PM and IF between the groups, and the lactate concentration after the TW. The $\text{VO}_{2\text{max}}$ was significantly different among professional and under-18 group, nevertheless LAC_{MAX} was similar. Hereby we concluded that G_{PROF} have higher $\text{VO}_{2\text{max}}$, performance on TW and jump capacity compared with G_{JUV} , but couldn't transfer higher muscular lower limb power to sprint running.

Keywords: Soccer. Vertical Jump. Wingate Test. Sprint Test.

ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1** – Valores de significância (p) do teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis analisadas em jogadores profissionais (GPROF) e da categoria juvenil (GJUV).....52
- Tabela 2** – Valores médios \pm desvios padrão da idade (anos), massa corporal (MC) (Kg), estatura (cm) e percentual de gordura (%G) para o grupo profissional, G_{PROF} e grupo juvenil, G_{JUV}.....53
- Tabela 3** – Valores de mediana e variação interquartil (VI) da altura máxima atingida (cm) no *countermovement Jump* (CMJ) e no *Squat Jump* (SJ) e Índice de Força Reativa (IFR) para o grupo profissional, G_{PROF} e grupo juvenil, G_{JUV}.....54
- Tabela 4** – Valores de mediana e variação interquartil (VI) referentes à potência pico (PP), potência média (PM) e índice de fadiga (IF) determinados em teste de Wingate, para o grupo profissional, G_{PROF} e grupo juvenil, G_{JUV}.....55
- Tabela 5** – Valores de mediana e variação interquartil (VI) da velocidade máxima e média da corrida de 30 metros (V_{max30} e V_{med30}) e da velocidade máxima e média da corrida de 60 metros (V_{max60} e V_{med60}) do grupo profissional, G_{PROF} e juvenil, G_{JUV}.....55
- Tabela 6** – Valores de mediana e variação interquartil (VI) para as variáveis de Consumo de Oxigênio (VO_{2max}), velocidade que alcançado (vVO_{2max}) e concentração de lactato ([LAC_{MAX}]) após teste para o grupo profissional, G_{PROF} e juvenil, G_{JUV}.....56

Tabela 7 – Comparação entre o desempenho nos testes aeróbios e anaeróbios de campo e laboratórios entre o G_{PROF} e G_{JUV} . VO_2max (consumo máximo de oxigênio) $v\text{VO}_2\text{max}$ (velocidade correspondente ao VO_2max), , LAC_{MAX} (concentração de lactato após o teste progressivo).....56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- %G** – Percentual de Gordura Corporal
- [lac]** – Concentração de Lactato
- Acetil CoA** – Acetil Coenzima A
- ADP** – Adenosina difosfato
- ATP** – Adenosina trifosfato
- CAE** – Ciclo Alongamento Encurtamento
- CP** – Creatina Fosfato
- CMJ** – *Countermovement Jump*
- DC** – Densidade Corporal
- DP** – Desvio Padrão
- EST** – Estatura (cm)
- FADH** – flavina adenina dinucleotídeo
- FC** – Frequência Cardíaca
- Fcmáx** – Frequência Cardíaca Máxima
- IF** – Índice de Fadiga
- IFR** – Índice de Força Reativa
- G_{PROF}** – Grupo de atletas profissionais
- G_{JUV}** – Grupo de atletas juvenis
- LDH** – Enzima Lactato desidrogenase
- MC** – Massa Corporal
- MCM** – Massa Corporal Magra
- mmol/Kg** – massa molecular em miligramas por quilo
- mmol·l⁻¹** – massa molecular em miligramas por litro
- NADH** – nicotinamida adenina dinucleotídeo
- NaF** – Fluoreto de Sódio
- PFK** – Enzima fosfofrutoquinase
- Pi** – Fosfato inorgânico
- PM** – Potência Média
- PP** – Potência Pico
- SJ** – *Squat Jump*
- TW** – Teste de Wingate

Vmax – Velocidade máxima

Vmé – Velocidade média

VO₂max - Consumo máximo de oxigênio

vVO₂max – Velocidade correspondente ao Consumo Máximo de Oxigênio

LAN - Limiar Anaeróbio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. JUSTIFICATIVA	16
3. OBJETIVOS	18
3.1. OBJETIVO GERAL	19
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. REVISÃO DE LITERATURA	20
4.1. CONTRAÇÃO MUSCULAR E BIOENERGÉTICA.....	21
4.2. AÇÕES DE JOGO E DEMANDA ENERGÉTICA	26
4.3. CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DO JOGADOR DE FUTEBOL.....	31
4.4. POTÊNCIA ANAERÓBIA E SALTOS VERTICAIS.....	32
4.5. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO ANAERÓBIA	36
4.5.1. TESTE DE WINGATE	36
4.5.2. TESTE DE SALTOS VERTICAIS.....	39
4.5.2.1. TIPOS DE SALTOS USADOS NAS PESQUISAS COM IMPULSÃO VERTICAL.....	39
4.5.2.2. O CICLO DE ALONGAMENTO E ENCURTAMENTO (CAE).....	40
5. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	43
5.1. AMOSTRA.....	44
5.2. PROTOCOLO EXPERIMENTAL.....	44
5.2.1. ANTROPOMETRIA	45
5.2.2. ESTATURA	45
5.2.3. MASSA CORPORAL.....	45
5.2.4. DOBRAS CUTÂNEAS.....	46
5.2.5. PERCENTUAL DE GORDURA	46
5.3. AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AERÓBIA	47
5.4. AVALIAÇÃO DA APTIDÃO ANAERÓBIA.....	48
5.4.1. AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS NEUROMUSCULARES	48
5.4.1.1. SALTOS VERTICAIS	48
5.4.1.2. CORRIDAS MÁXIMAS	49
5.5. ANÁLISE LACTACIDÊMICA	49
5.6. TRATAMENTO ESTATÍSTICO	50
6. RESULTADOS	51
6.1. IDADE, MASSA CORPORAL, ESTATURA E PERCENTUAL DE GORDURA	53

6.2. DESEMPENHO E COMPARAÇÃO EM TESTES FÍSICOS	54
7. DISCUSSÃO	57
8.CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS.....	66

1.INTRODUÇÃO

O futebol é um desporto extremamente popular e, segundo Santos¹, uma modalidade desportiva que permite que equipas de níveis inferiores (técnicos e táticos) superem equipas de maior padrão¹. As diferenças entre equipas e categorias podem ser determinadas através da mensuração do nível de acerto dos fundamentos durante o jogo, como precisão nos passes, recepção, finalização, e orientação tática². O volume e a velocidade dos movimentos e ações do jogo apresentam relação direta com a resposta de variáveis fisiológicas determinadas em avaliações realizadas em laboratório ou campo³. Mohr et al⁴, constataram que atletas de elite internacional realizavam maior número de corridas de alta intensidade quando comparados com atletas de padrão inferior.

Segundo Stolen et al³ 70 a 80% das ações do jogo são predominantemente aeróbias o que justifica que futebolistas apresentem consumo máximo de oxigênio (VO₂max) elevado. Por se tratar de um desporto intermitente, com movimentos de alta intensidade e curta intervalos de duração distintos⁵, o metabolismo aeróbio é requisitado no aumento da taxa de recuperação e na conservação da produção de trabalho^{6,7}.

Entretanto, apesar de apresentar um menor valor percentual durante o jogo, as ações decisivas como chutes, cabeceios, corridas curtas máximas e desarmes ocorrem por movimentos rápidos, extremamente dependentes do metabolismo anaeróbio láctico e alático⁵. Assim, o esclarecimento do comportamento dessas variáveis através de avaliações objetivas é essencial para evolução do desporto.

O teste de Wingate (TW) foi eficaz ao demonstrar correlações significantes com corridas máximas de curta e média duração^{8,9}, mesmo que a especificidade do movimento do teste não seja acíclica como a do futebol. No que se refere à avaliação de potência muscular de membros inferiores, os saltos verticais são amplamente utilizados^{10,11}. No estudo de Smirniotou et al¹⁰ o desempenho no *countermovement jump* (CMJ) e *squat jump* (SJ) correlacionou significativamente com corridas máximas, justificando a utilização de saltos verticais como avaliação da potência muscular.

Comparações do desempenho de diferentes categorias ainda são conflitantes, principalmente no desempenho de potências anaeróbias, sendo

encontradas diferenças significantes entre diferentes categorias (sub 13, sub 15 e sub 17) no teste de Wingate¹² e em não profissionais e juvenis¹³.

Sabe-se que o calendário ocupado das equipas profissionais limita o número de sessões de treinamento destinado a ganhos de aptidão física durante a temporada¹⁴. No calendário brasileiro as equipas juvenis possuem maior tempo de preparação comparado com atletas profissional, permitindo uma periodização mais adequada, o que justificaria melhor aptidão aeróbia (VO_2max), anaeróbia (TW) e neuromuscular (SJ, CMJ e corridas máximas). Dessa forma, as diferenças dessas variáveis fisiológicas e neuromuscular no final de um período preparatório de treinamento de duas categorias (profissional e juvenil) ainda é limitada.

Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar as respostas de variáveis fisiológicas aeróbias e anaeróbias entre jogadores de futebol pertencente às categorias juvenis e profissionais no final do período preparatório.

2. JUSTIFICATIVA

Apesar da alta popularidade do futebol no Brasil, tal desporto carece de suporte científico nas metodologias aplicadas ao treinamento dos atletas. O trabalho de detecção e formação de atletas das categorias de base, e até de atletas profissionais, nas equipas brasileiras é predominantemente baseado em métodos empíricos e subjetivos de treinamento, empregando poucos tratamentos fidedignos para avaliação de variáveis fisiológicas, táticas e técnicas de desempenho.

Esse grande distanciamento entre comissões técnicas e pesquisadores se traduz em um importante fator limitante para melhoramento do desempenho. Desse modo, evidencia-se a necessidade de identificar métodos que possam ter uma melhor utilização para avaliar, prescrever e predizer o desempenho de futebolistas.

Com isso, tal investigação espera gerar dados que possam servir como referência no auxílio aos profissionais envolvidos no treinamento diário, como também contribuir com resultados para futuras pesquisas comparativas dentro da modalidade.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar e comparar valores de potência aeróbia, aptidão anaeróbia láctica e alática, assim como aspectos neuromusculares em futebolistas pertencentes às categorias profissional e juvenil.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Especificamente foram avaliados e comparados entre os jogadores pertencentes as categorias profissional e juvenil os seguintes parâmetros:

Potência aeróbia através da mensuração do Consumo Máximo de Oxigênio ($VO_2\text{max}$) e intensidade correspondente ao $VO_2\text{max}$ ($vVO_2\text{max}$);

Aptidão anaeróbia obtida em teste de Wingate (potência e capacidade anaeróbia láctica e alática) e;

Desempenho neuromuscular em testes de saltos verticais (SJ – Squat Jump e CMJ – Countermovement Jump).

4. REVISÃO DE LITERATURA

Sendo praticado na forma amadora e profissional, por mais 200 milhões de pessoas em cerca de 190 países, o futebol a muito é considerado um fenómeno mundial. Na forma amadora o desporto é praticado com diversas finalidades tais como: atividade física, lazer, manutenção ou aperfeiçoamento da aptidão física relacionada à saúde, socialização e competição. O futebol profissional já conquistou um vasto espaço nos meios de comunicação, quer seja rádio, jornal, televisão ou internet. Atrai milhões de espectadores aos estádios de todo o mundo, e enquanto espetáculo está em constante evolução. A evolução do espetáculo “futebol” está relacionada às mudanças na regra, ao desenvolvimento dos sistemas de jogo, da tática de posicionamento e da condição física, que iniciou um processo de destaque dentro do contexto do jogo. Com isso a condição física tornou-se objetivo de várias pesquisas científicas, principalmente em países como Inglaterra, Dinamarca, Suécia, Alemanha, entre outros¹⁵ (Nunes, 2004). Conforme DiSalvo; Pigozzi¹⁶ afirmam, o condicionamento físico exerce um importante papel nos resultados competitivos. Destacando assim que um bom condicionamento físico é um componente essencial para se atingir uma posição de destaque no futebol. Isso é explicado pelo constante progresso da exigência fisiológica da atividade competitiva, onde notasse nos últimos anos um aumento das distâncias percorridas durante uma partida, assim como as velocidades dos deslocamentos, evidenciando a necessidade de uma aptidão física compatível as exigências do jogo.

Deste modo é imprescindível, para se alcançar o alto nível, que as equipas apoiem-se nas descobertas que a ciência oferece cada vez em maior número e qualidade. Assim, o futebol também está suscetível a esse apelo científico, que é uma ajuda muito importante para os profissionais ligados a esse desporto¹⁷.

4.1. CONTRAÇÃO MUSCULAR E BIOENERGÉTICA

Energia pode ser definida como a habilidade ou capacidade em desempenhar trabalho. Na natureza existem diferentes formas de energia:

mecânica, química, eletromagnética, térmica e nuclear. No sistema biológico a conversão de energia química em mecânica é necessária para muitas funções, incluindo o movimento¹⁸. A taxa de conversão da energia química armazenada em mecânica será determinada pela intensidade do movimento empregado.

A determinação das respostas metabólicas do exercício e treinamento é baseada no entendimento da produção de energia em sistemas biológicos. De acordo com Conley¹⁸, a eficiência e produtividade de um programa de treinamento podem ser designadas através da compreensão de como a energia é produzida em diferentes tipos de exercícios. A maior produção de energia durante a atividade física é localizada nos músculos ativos.

O fenômeno de excitação e contração representa uma rápida comunicação entre o estímulo elétrico no sarcolema e a liberação de cálcio no retículo sarcoplasmático. A sequência de eventos no acoplamento excitação contração no músculo esquelético envolve:

- Iniciação e propagação de um potencial de ação ao longo da membrana plasmática;
- Propagação do potencial ao longo do sistema de túbulos transversos (túbulo T);
- Detecção das mudanças do potencial de membrana por parte dos receptores de dihidropiridinas;
- Transmissão do sinal aos receptores de rianodina do retículo sarcoplasmático,
- Liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático e aumento transitório do cálcio no citoplasma;
- Recaptura do cálcio para o retículo sarcoplasmático.

Como citado anteriormente os eventos elétricos desencadearão dezenas de modificações bioquímicas na célula muscular que proporcionará o deslizamento dos filamentos de actina e miosina (teoria do filamento deslizante). Segundo Fox¹⁹, em repouso o filamento de miosina permanece “descarregado”, apesar de conter uma molécula de adenosina trifosfato (ATP), todavia, pelo bloqueio realizado pelo filamento de tropomiosina, a cabeça da

miosina não é capaz de se ligar ao sítio ativo da actina. Ao acontecer os eventos citados acima, a liberação de cálcio libera o sítio ativo da actina, proporcionando a formação do complexo actomiosina. A formação do complexo ativa um componente enzimático denominado *miosina ATPase*, tal enzima desintegra o ATP em adenosina difosfato (ADP) e fosfato inorgânico (Pi), além de liberar grandes quantidades de energia.

A energia liberada permite a translocação da ponte cruzada para um novo ângulo, de forma que o filamento de actina que está preso à miosina se dirija em direção ao centro do sarcômero. Para o desligamento da actomiosina é necessária a inserção de uma nova molécula de ATP na ponte cruzada da miosina. Ao cessar o impulso nervoso, os íons cálcio são retirados do sarcoplasma por meio de bombas que utilizam ATP, além de existir uma diminuição da atividade da enzima *miosina ATPase*, impossibilitando a formação do complexo actomiosina.

É importante ressaltar que em todos os processos de contração muscular a adenosina trifosfato se faz presente. Segundo Greenhaff e Timmons²⁰, ATP é o único combustível disponível para manutenção da homeostase e função contrátil do músculo esquelético. O exercício aumenta rapidamente a demanda energética, todavia o estoque de ATP no músculo é limitado ($\approx 24\text{mmol/kg}$ de músculo seco), assim, um aumento equivalente na taxa de ressíntese deve acontecer para a continuidade do exercício.

Três sistemas energéticos para ressíntese de ATP existem no nosso organismo:

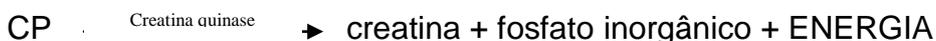
- Sistema ATP-CP: processo anaeróbio
- Glicólise: utilização da glicose para degradação aeróbia ou anaeróbia
- Sistema oxidativo: processo aeróbio

Sistema ATP-CP

O fornecimento de energia para ressíntese de ATP por meio desse sistema acontece em atividades de alta intensidade e curta duração (treinamento contra-resistido, *sprints*, saltos e etc). A creatina fosfato (CP) contém energia suficiente para restaurar uma molécula de ATP. Intermediada pela enzima creatina quinase, a CP é degradada em uma molécula de creatina,

fosfato inorgânico e energia (reação 1). Esse último será utilizado para, junto com uma molécula de ADP e outro fosfato inorgânico, restaurar o ATP.

Reação 1:



A controle do sistema ATP-CP é realizado primeiramente pela enzima creatina quinase. Um aumento na concentração de ADP e Pi estimula a ação da enzima, enquanto que altas quantidades de ATP inibi a enzima. Em caso de exercícios de alta intensidade a ação da enzima permanece constante, caso o exercício seja interrompido ou a intensidade diminua a ponto de outros sistemas serem capaz de fornecer energia para ressíntese, a ação da enzima é inibida.

Sistema Glicolítico

O outro sistema de liberação de energia ocorre através da degradação da glicose. A glicose representa aproximadamente 99% de todos os açucares circulantes no sangue.

Antes da glicose ser utilizada para gerar energia, ela deve ser transformada em glicose-6-fosfato. Essa conversão exige uma molécula de ATP. A glicólise em última instância produz ácido pirúvico, esse processo não necessita de oxigênio, porém o uso deste determina o destino do ácido pirúvico formado pela glicólise. Esse sistema não produz grandes quantidades de ATP, apesar dessa limitação, as ações combinadas do sistema ATP-CP e glicolítico sustentam a ressíntese de ATP durante os minutos iniciais de um exercício de alta intensidade.

Pela falta de oxigênio no meio intracelular, o ácido pirúvico é transformado em ácido láctico. Esse processo é intermediado pela enzima lactato desidrogenase (LDH). O aumento da concentração de lactato ([lac]) inibi a degradação do glicogênio, uma vez que a acidez compromete a função de enzimas glicolíticas. Além disso, a acidez reduz a capacidade de ligação do cálcio das fibras e, por essa razão, ele pode impedir a contração muscular.

Sistema oxidativo

O sistema oxidativo é primeira fonte de ATP durante o repouso e atividades de baixa intensidade. A sua ação é dependente da presença de oxigênio na mitocôndria. Com a presença da molécula, o piruvato e os ácidos graxos livres serão degradados até acetil CoA (betaoxidação) e entrarão no *Ciclo de Krebs*. O ciclo é composto por uma série de reações que oxidam os substratos e produz 2 moléculas de ATP, porém a principal função do ciclo é a liberação de íons hidrogênios que serão captados e transportados por dois tipos de carregadores: nicotinamida adenina dinucleotídeo (NADH) e flavina adenina dinucleotídeo (FADH₂). Essas moléculas serão transportadas até a *Cadeia de Transporte de Elétrons* para serem usadas como fonte de produção do ATP.

4.2. AÇÕES DE JOGO E DEMANDA ENERGÉTICA

Apesar do tempo limite para o partida de futebol ser de 90 minutos, estudos conforme Kirkendall²¹ sugerem que a bola em jogo é de apenas 60 minutos. O tempo perdido é distribuído nas saídas de bola, lesões, nas faltas, atendimentos médicos e etc. Para Tumilty²² esse tempo pode variar de 52 a 76 minutos dependendo do país que está sendo analisado. O tempo de bola em jogo é também afetado, entre outros fatores ambientais, pelas condições climáticas, como calor, umidade e altitude, assim como pode ocorrer uma redução nas corridas de alta intensidade²¹.

Outro fator que contribuiu para alterações no tempo de bola em jogo ao longo dos anos foi às mudanças ocorridas nas regras, tais como:

- A impossibilidade de o guarda redes utilizar as mãos quando a bola é atrasada pelo seu companheiro de equipe;
- Tempo máximo de 6 (seis) segundos, onde o guarda redes mantém a bola em suas mãos;
- Acréscimo de tempo extra, devido a substituições e possíveis lesões;
- Maior número de bolas disponíveis (seis a oito bolas), espalhadas ao redor do campo sendo a mesma recolocada em jogo de forma muito mais rápida.

Para um melhor entendimento sobre o assunto é essencial entender dois fatores importantes na caracterização do esforço no jogo, são eles: o volume e a intensidade.

O volume tem sido caracterizado pela distância total percorrida (em metros) durante o jogo e pelo número de ações realizadas. A distância total percorrida em média num jogo de futebol é, em torno, de 10000m^{22,23}, podendo variar, por diferentes fatores, entre 8000 a 12000m²⁴. Ekblom²³, ao revisar estudos sobre a temática, informou que há variações entre as distâncias percorridas em diferentes países europeus disputando seus respectivos campeonatos. Por exemplo, jogadores suecos percorrem em média uma distância de 10000m, enquanto que os jogadores de uma equipa alemã da

segunda divisão nacional percorrem em média 9800m. Esses valores estão abaixo daquele registrado no estudo Withers et al²⁴ com futebolistas australianos profissionais que foi de 11527m, e semelhantes ao encontrado por Ananias et al²⁵ em futebolistas brasileiros profissionais que foi em média 10392m, com variação de 9166 a 11767m; e aos encontrados por Bangsbo, Norregaard, Thorse²⁶ em futebolistas dinamarqueses profissionais e semi-profissionais que foi de 10800m, com variação de 9490 a 12930m.

Ainda sobre variações na distância total percorrida num jogo de futebol, Soares²⁷, comenta que a distância total percorrida numa partida de futebol passou de cerca de 8500 metros na década de 70, para cerca de 11000m no início da década de 90. Para Reilly²⁸ essa tendência para o aumento da distância total percorrida ao longo dos anos revela, entre outros fatores, uma maior competitividade do jogo de futebol nos dias atuais. Por outro lado, Tumilty²² destacou que a média da distância total percorrida num jogo passado 20 anos manteve-se constante com valores em torno de 10000m. Essa tese se baseia no avanço do sistema de mensuração da distância total percorrida e a comparação de distância percorrida coletadas por diferentes métodos.

Em estudo com equipas que competiram na Copa América de Futebol de 1995 Rienzi et al²⁹, notaram que jogos internacionais, envolvendo equipes de diferentes países da América do Sul, a distância total percorrida era menor que os dados encontrados na literatura. Os autores observaram que os esquemas táticos, em tais jogos, exigiam uma maior posse de bola e que movimentos rápidos e decisivos fossem realizados somente nos momentos oportunos. Tais, restrições táticas reduzem a necessidade do jogador em realizar vários esforços tentando retomar a posse de bola e esta forma pode reduzir a distância total percorrida.

O volume individual de jogo varia de acordo com as posições em campo. No estudo realizado com futebolistas sulamericanos de elite, Rienzi et al²⁹ observou que os jogadores de meio campo (9826m) percorreram uma distância total significativamente maior que os avançados (7736m). E que a distância total percorrida pelos defensores foi de 8696m. Bangsbo, Norregaard, Thorso²⁶ relatam que os jogadores de meio-campo de seu estudo apresentaram uma média de distância percorrida (11400m) significativamente mais longa que aquela encontrada por defensores (10100m) e avançados (10500m). Baseado

nas informações obtidas nos escritos Bangsbo, Norregaard, Throso²⁶, sugere-se que o fato dos jogadores de meio-campo apresentarem valores de distância total percorrida maior que as outras posições esteja relacionado a grande distância percorrida com corridas de baixa intensidade.

Conforme relata Reilly³⁰ a aptidão aeróbia influencia o volume de jogo, pois a capacidade de sustentar altas taxas de trabalho durante 90 minutos é provável que seja determinada por fatores aeróbios. Esse autor cita alguns estudos que demonstram uma correlação significativa entre a aptidão aeróbia e a distância total percorrida.

Outra razão para ocorrerem variações na distância total percorrida é a fadiga³¹ definida como declínio do desempenho, apresentada do primeiro tempo para o segundo tempo de jogo. Alguns autores^{21,25,26} afirmam que mais da metade da distância total é percorrida no primeiro tempo. Em seus estudos com futebolistas dinamarqueses, Bangsbo, Norregaard, Thorso²⁶ relataram que houve uma queda de 5% da distância percorrida do segundo tempo em comparação ao primeiro tempo. A intensidade do esforço num jogo de futebol pode ser caracterizada pelo percentual da distância total percorrida em alta intensidade. Ekblom²³ chama atenção para o fato que a principal diferença entre as equipes de qualidade é a intensidade jogo. Ou seja, a principal diferença entre as equipes parece não estar na distância total percorrida pelos seus jogadores, mas no percentual dessa distância realizado a elevada intensidade.

Estudos anteriores^{26,32} verificaram que a quantidade de ações de alta intensidade no jogo é uma mensuração válida da performance física no futebol. Também foi observado que jogadores de maior nível apresentavam maior número de corridas em alta intensidade. Mais recentemente, Mohr et al⁴ corroboraram os achados prévios.

Os autores dividiram as ações motoras de acordo com a velocidade empregada: parados ($0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), andando ($6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), caminhada ($8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), corrida leve ($12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), corrida moderada ($15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), corrida intensa ($18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), *sprinting* ($30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) e corrida de costas ($10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Quando comparados com atletas de padrão inferior, futebolistas de alto nível permaneceram 19,5; 41,8 e 29,9% do tempo de jogo parados, andando e em corrida leve, os resultados foram semelhantes à atletas de padrão inferior. Segundo os autores,

atletas de classe internacional desempenharam mais ($p < 0,05$) corridas intensas e *sprinting* (8,7 vs 6,6% e 1,4 e 0,9%, respectivamente). Segundo os autores o número de ações motoras também diferiu entre as duas qualidades de atletas.

Segundo Mohr et al⁴, a performance física e a atividade de jogadores de elite são relacionadas com sua posição tática; defensores percorreram menor distância tanto no teste de Yo-Yo como nas corridas de alta intensidade durante a partida. Os laterais cobriram uma distância considerável em alta intensidade, todavia desempenharam menor quantidade de cabeceios. Em relação a distância percorrida em alta intensidade os avançados foram semelhantes aos laterais e meio campistas ($2,28 \pm 0,14$; $2,46 \pm 0,13$ e $2,23 \pm 0,15$, respectivamente) mas desempenharam mais *sprints* que os defensores e meio campistas⁴. Segundo os autores os avançados tiveram maior declínio na distância percorrida em *sprint* durante o final da partida, além do que, o desempenho no teste aeróbio (Yo-Yo) desses foi inferior ao dos laterais e meio campistas. Parece que os centro avantes de elite do futebol moderno necessitam de maior capacidade aeróbia para desempenhar ações de alta intensidade repetidamente.

Em relação ao desempenho em avaliações aeróbias, Balikian et al.³³ verificaram em um grupo de jogadores diferenças significantes no limiar anaeróbio de defensores e avançados comparados com laterais e meio campistas. Segundo os autores a diferenciação foi proporcionada pela sobrecarga de treinos táticos, técnicos e jogos, e não à um treino específico por posição ou função. Em relação ao consumo máximo de oxigênio (VO_2max), não foi encontrada diferença significativa entre as funções táticas. Segundo Klissouras³⁴ em indivíduos saudáveis mais de 90% da variabilidade do VO_2max é determinado geneticamente. Assim essa variável pode apresentar limitações na avaliação de diferenças de potência aeróbia em jogadores ou mesmo de adaptações relacionadas ao treinamento. Análises lactacidêmicas, como o limiar anaeróbio podem discriminar a capacidade de realização de trabalho. Alguns autores utilizam métodos indiretos de estimação da potência aeróbia, como o teste de Yo-Yo^{4,7}, e, Mohr et al.⁴ verificaram diferenças no desempenho entre as posições, todavia trata-se de uma avaliação específica. Em nosso laboratório verificamos não existir correlação significativa entre o

desempenho de teste específico de campo (yo-yo) e o teste de limiar anaeróbio ($r=0,02$; $p>0,05$) (dados a serem publicados). Assim, Balikian et al.³³ sugerem a utilização da análise do lactato sanguíneo como avaliação relacionada ao diagnóstico da capacidade de realização de trabalho aeróbio em atletas, bem como na verificação dos efeitos do treinamento sobre o metabolismo. Todavia o $VO_2\text{max}$ parece ter ação importante na recuperação de estímulos máximos e na remoção do lactato.

4.3. CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DO JOGADOR DE FUTEBOL.

Em relação as características antropométricas, Kirkendall²¹, sugere que o futebolista possui tamanho comum, porém tende a ser alto, forte e magro. O percentual de gordura corporal normalmente varia entre 8 e 12%^{21,35,36}. Em um breve levantamento na literatura brasileira e internacional observa-se que os valores médios de estatura, massa corporal e percentual de gordura de futebolistas são de: 177cm (EST) e 74,5kg (MC) para futebolistas sul-americanos²⁹; 180cm (EST), 78,6kg (MC) e 8,6% (%G) para futebolistas profissionais de equipe da primeira divisão espanhola³⁷; 178,8cm (EST) e 75,2kg (MC) para futebolistas profissionais de diferentes equipes da 1ª divisão portuguesa³⁸; 177cm (EST), 77,9kg (MC) e 11,2% (%G) para futebolistas profissionais ingleses³⁹; 178cm (EST) e 76,4kg (MC) para futebolistas profissionais da Seleção Nacional da Jamaica⁴⁰; 177,3cm (EST), 72,6kg (MC) e 9,8%(%G) para futebolista da Equipe Olímpica Canadense⁴¹; 176,3 cm (EST) e 74,5kg (MC) e 10,7% (%G) para futebolistas profissionais da Liga Americana de Futebol⁴²; 182,9cm (EST) e 77,5kg (MC) para futebolistas profissionais e semi-profissionais dinamarqueses²⁶.

Conforme dados referidos acima, percebe-se que a estatura dos jogadores de futebol varia de 176 cm a 186 cm. A massa corporal apresenta uma variação maior que estatura, mas observa-se que os jogadores europeus são mais pesados que os jogadores de outras nacionalidades. O percentual de gordura varia em torno, do já relatado pela literatura especializada, de 10%.

Kirkendall²¹ coloca que existem diferenças no tamanho corporal dos futebolistas por função em jogo quanto à massa corporal e estatura. Davis, Brewer, Atkin⁴³, em estudos com futebolistas profissionais ingleses, descreveram que os guarda redes são significativamente mais pesados que os defensores, meio-campistas e avançados, e possuem significativamente maior percentual de gordura que todos os jogadores de linha. Não existiu diferença estatisticamente significativa entre os jogadores de linha no percentual de gordura corporal (em media 10,5%). Os defensores e avançados foram significativamente mais pesados que os meio-campistas.

Bangsbo³² observou que, entre os futebolistas dinamarqueses, os defensores foram os mais altos (186,0 cm) e mais pesados (81,7kg) que os outros jogadores das diferentes posições. Em contrapartida, os centroavantes apresentaram menor estatura (179,7cm) que as outras posições e os meio-campistas a menor massa corporal (75,2kg) em relação às outras posições em campo.

Ao comparar as características antropométricas (massa corporal, estatura, percentual de gordura corporal, somatório de oito dobras cutâneas, somatório das dobras cutâneas localizadas na região do tronco e o somatório das dobras cutâneas localizadas na região dos membros) de futebolistas da primeira e da terceira divisão do campeonato brasileiro, Schwingel, Petroski, Velho⁴⁴ constataram que a diferença no desempenho das equipes não está relacionada diretamente às características antropométricas dos futebolistas. Os mesmos resultados foram encontrados em estudo realizado por Dunbar; Power⁴⁵, com futebolistas profissionais da primeira e terceira divisão da liga inglesa, e por Tíryakí et al⁴⁶, com futebolistas profissionais da primeira e terceira divisão nacional turca. Isso quer dizer que apesar das equipas apresentarem diferentes níveis de desempenho e representatividade no país, as características antropométricas foram similares e não discriminantes de nível de desempenho físico.

4.4. POTÊNCIA ANAERÓBIA E SALTOS VERTICAIS

Pelo futebol ser caracterizado por um desporto intermitente no qual a energia aeróbia é altamente exigida, com valores médios e máximos de frequência cardíaca em torno de 85% e 98% de valores máximos, respectivamente⁶. Cerca de 70% de todas as ações do jogo são realizadas em baixa intensidade⁴, dessa forma o metabolismo aeróbio predomina no sistema de fornecimento de energia durante o jogo³. Todavia as ações decisivas de uma partida são subsidiadas pelo metabolismo anaeróbio. No desempenho de *spints*, saltos, finalizações e marcações, o fornecimento de energia anaeróbia é

requisitado, e, a elevada potência e capacidade anaeróbia (lática e alática) determinará o sucesso nas ações de jogo em relação ao adversário.

É interessante observar que a concentração de lactato durante um jogo varia em relação ao padrão de jogadores. Stolen et al.³ demonstraram que jogadores de primeira divisão e de elite possuem concentrações de lactato superiores no primeiro e segundo tempo da partida do que atletas de padrão inferior. Contudo, é importante salientar que a concentração de lactato durante o jogo depende das ações motoras realizadas 5 minutos antes da coleta, sendo observada correlação significativa entre lactato sanguíneo e quantidade de ações antes da coleta³². O valor de lactato sanguíneo é muito utilizado para determinar intensidade de esforço, e o quanto o metabolismo anaeróbio lático foi requisitado durante a ação motora, contudo, o aumento da sua concentração induz a fadiga muscular, por aumento da acidez muscular, limitando a ação de enzimas extremamente necessárias para a glicólise e impedindo a ligação do cálcio na troponina para o processo de contração muscular⁴⁷. Assim a remoção desse metabólito é importante para recuperação entre os estímulos e retardo da fadiga. Assim, jogadores com maior $VO_2\text{max}$ podem ter menor concentração de lactato devido à uma maior recuperação durante esforços intermitentes de alta intensidade pois possuem maior resposta aeróbia, maior capacidade de remoção e aumento da regeneração de fosfocreatina^{48,49}. Durante a partida, ações dependentes do sistema anaeróbio alático são extremamente importantes no desempenho do jogo, principalmente de ações determinantes da partida como saltos, chutes, desarmes e corridas curtas. Potência e força de membro inferior, além da coordenação motora são aspectos essenciais para esses movimentos. A característica de fatores multifatoriais que determinam a performance de jogadores no futebol, assim como o fenômeno que explica como os diferentes fatores influenciam a performance são objetos de estudo dos pesquisadores da área⁵⁰. Esses, através de testes fisiológicos podem analisar esses fatores e, com essa informação, providenciar os perfis individuais de aspectos positivos e negativos da performance do atleta⁵¹.

Segundo Mujika et al.¹⁴ velocidade e potência são considerados variáveis preditoras do sucesso, principalmente corridas de 15 metros, saltos verticais e agilidade. O desempenho de corridas curtas é dependente da

habilidade de saída, máxima velocidade atingida e resistência dessa velocidade. A velocidade máxima é determinada por um menor tempo de contato dos pés no solo (maior efetividade na utilização do potencial elástico). Segundo Kale et al.⁵² a potência muscular é necessária para atingir uma elevada performance mecânica na saída e velocidade nas corridas curtas. A potência muscular, segundo os autores, é uma qualidade importante no desempenho de saltos e corridas máximas. Para eles a capacidade de saltos verticais é o principal indicador de habilidade de corrida. Segundo Hennessy and Kilty⁵³, os saltos verticais possuem ações motoras semelhantes à da corrida, pois os movimentos excêntricos e concêntricos realizados sequencialmente são comuns tanto na corrida como no salto. Ambos os movimentos utilizam o ciclo alongamento encurtamento (CAE), caracterizado por uma ação excêntrica seguida de uma contração concêntrica, sendo o CAE muito utilizada em diversas práticas motoras: saltos, caminhada, corrida e etc⁵⁴. Diversos estudos comprovam a relação existente entre o desempenho em salto vertical e em *sprints* máximos^{11,52,53}.

Saltos estáticos e com contra movimento (SJ e CMJ, respectivamente), são os mais utilizados na literatura para correlação com o desempenho em velocidade e, possuem maior aplicabilidade e menor interferência na estrutura semanal de treino dos atletas. Em um estudo de nosso laboratório (dados não publicados), SJ correlacionou negativamente com o tempo dos 10, 30 e 60 metros (-0,63; -0,66; -0,67; $p < 0,01$). Os resultados estão de acordo com estudo prévio⁵⁵ que encontrou correlação negativa entre esta modalidade de salto e os tempos nos 20, 50 e 100 metros. Estudos anteriores demonstram que o CMJ possui excelente associação com o desempenho em corridas de velocidade em amostras distintas: jogadores de futebol, rugby e educadores físicos^{5,10,11,55}. Correlações significantes entre CMJ com 10, 30 e 60 metros de corrida ($r = -0,61$; $-0,68$ e $-0,59$) foram encontradas em velocistas jovens²⁴. Hennessy e Kilty⁵³ verificaram que em mulheres velocistas o salto com contra movimento associou-se negativamente com o desempenho em 30 metros (-0,60). Smirniotou et al.¹⁰ encontraram correlações significantes, porém moderadas entre o desempenho em corrida de 30 metros e salto vertical (-0,68) em corredores de velocidade. No estudo do nosso laboratório (dados não publicados) as associações entre o CMJ e o desempenho em corridas de

velocidades foram significantes (-0,61; -0,73 e -0,74, 10, 30 e 60 metros respectivamente).

Smirniotou et al.¹⁰ relatam que a medida que aumenta a distância percorrida no teste diminui-se a associação com o SJ e CMJ. Assim, as modalidades de salto são variáveis mais preditivas das fases mais curtas de um *sprint* de 100 metros, o que destaca a importância do SJ e CMJ em ações nas quais o tempo de contato no solo é maior e a contração muscular é mais lenta. Em razão disto, Hennessy e Kilty⁵³ destacam que o CMJ caracteriza-se por ação motora de CAE longa (>250 milissegundos). Da mesma forma, Sleivert e Taingahue⁵⁶ relataram a importância da força de membro inferior avaliada através do SJ com carga na capacidade de aceleração de atletas.

4.5. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO ANAERÓBIA

4.5.1. TESTE DE WINGATE

A potência anaeróbia pode ser definida como o máximo de energia liberada por unidade de tempo por esse sistema, enquanto a capacidade anaeróbia pode ser definida como a quantidade total de energia disponível nesse sistema⁵⁷. Existem vários testes com o objetivo de avaliar a potência e a capacidade anaeróbias, dentre os quais o teste de Wingate é o mais utilizado.

O teste anaeróbio de Wingate foi desenvolvido durante a década de 1970 no Instituto Wingate, em Israel. Desde sua criação, o teste anaeróbio de Wingate tem sido utilizado em diversos trabalhos com os mais diferentes tipos de sujeitos. A elaboração desse teste surgiu da necessidade de obter-se mais informações sobre o desempenho anaeróbio, uma vez que em algumas atividades diárias e, principalmente, nas modalidades esportivas há a necessidade da realização de movimentos com grande potência, instantaneamente ou em poucos segundos^{7,58}

Atualmente, o teste é utilizado em vários laboratórios, a fim de avaliar a potência anaeróbia alática (teste 10") e láctica (teste 30"). O teste anaeróbio de Wingate tem duração de 30 segundos, durante a qual o avaliado deve pedalar o maior número possível de vezes contra uma resistência fixa, objetivando gerar a maior potência possível nesse período de tempo.

A potência gerada durante os 30 segundos é denominada potência média, e provavelmente reflete (ou estima) a resistência localizada do grupo muscular em exercício, utilizando energia principalmente das vias anaeróbias. A maior potência gerada em qualquer período do teste é denominada de potência de pico (unidade de medida) a qual fornece informação sobre o pico de potência mecânica que pode ser desenvolvido pelo grupo muscular que realiza o teste. Como a potência pico ocorre normalmente nos primeiros 5 segundos do teste, acredita-se que a energia para tal atividade provenha essencialmente do sistema ATP-CP, com alguma contribuição da glicólise. O

teste proporciona também o índice de fadiga, o qual é calculado conforme a Equação 1:

(Equação.1) Cálculo para determinação do Índice de fadiga em Teste de Wingate)

$$\text{Índice de Fadiga (\%)} = \frac{(\text{Potência de pico} - \text{Menor potência durante o teste}) \times 100}{\text{Potência de pico}}$$

O índice de fadiga informa a queda de desempenho durante o teste. A potência média e a potência pico podem ser expressas em relação à massa corporal ($W.kg^{-1}$), permitindo a comparação entre sujeitos de diferentes massas corporais, ou em valores absolutos (Watts)^{7,58}.

Existem programas específicos para o teste de Wingate, disponíveis no mercado, que fornecem automaticamente essas medidas. Além disso, o teste anaeróbio de Wingate pode ser realizado tanto na sua versão original para membros inferiores, quanto em uma forma adaptada para membros superiores^{59,60}. Em geral, a potência média desenvolvida por indivíduos saudáveis não atletas utilizando os membros superiores é cerca de 65% da gerada com os membros inferiores. Relação similar é observada com a potência de pico⁵⁸.

Como existe grande dificuldade em diferenciar a potência e a capacidade dos sistemas ATP-CP e glicolítico, tem sido sugeridas as denominações de potência anaeróbia e capacidade anaeróbia, sem suas subdivisões alática e láctica. Alguns autores sugerem que a potência pico no teste de Wingate seria um indicativo da potência anaeróbia, enquanto a potência média seria um indicativo da capacidade anaeróbia^{61,62}.

Esbjörnsson et al.⁶³ observaram que o desempenho no teste de Wingate estava diretamente relacionado à proporção de fibras de contração rápida e às propriedades metabólicas do músculo quadríceps femoral, como a atividade da enzima fosfofrutoquinase (PFK).

Esses dados suportam a proposição de que indivíduos com maior percentual de fibras de contração rápida apresentam maior desempenho em atividades anaeróbias. As mudanças nos substratos energéticos (ATP, CP,

glicogênio) e na concentração de lactato também têm sido utilizadas para demonstrar que o teste de Wingate é realizado com base em fontes anaeróbias⁵⁸.

4.5.2. TESTE DE SALTOS VERTICAIS

4.5.2.1. TIPOS DE SALTOS USADOS NAS PESQUISAS COM IMPULSÃO VERTICAL

Os principais tipos de saltos verticais utilizados nos trabalhos científicos são: O Squat Jump, o Counter Movement Jump . Segundo BARBANTI⁶⁴ o Squat Jump é um tipo de salto que parte da posição imóvel de meio agachamento, com uma forte e rápida extensão dos membros inferiores, tendo as mãos na cintura, o Counter Movement Jump é um tipo de salto no qual a força reativa é o efeito da força produzida por um “ciclo duplo” de trabalho muscular aquele do alongamento-encurtamento, o encurtamento ocorre após um contra-movimento, ou seja, um movimento contrário que produz o alongamento da musculatura que vai se encurtar.

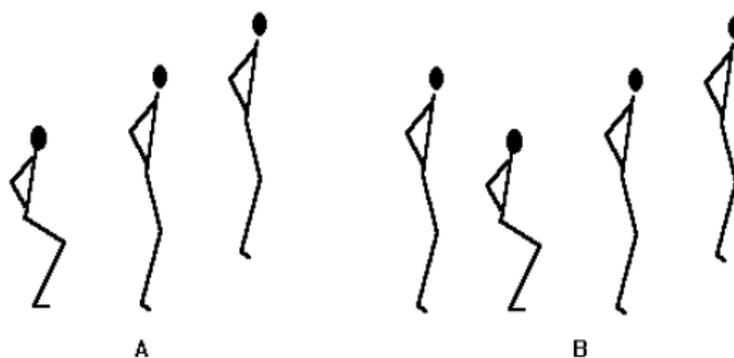


Figura 1. Representação esquemática de dois tipos de salto vertical: A = *Squat Jump*, e B = Salto Vertical com Contra-Movimento.

Considerando que a capacidade de salto é uma manifestação de força relacionada à velocidade veremos a seguir considerações de alguns autores a respeito de fatores intervenientes nesta capacidade: O componente vertical da curva de elevação da força depende principalmente de três fatores:

1. O número de unidades motoras envolvidas no início do movimento (coordenação intramuscular).
2. A velocidade de contração das fibras musculares ativadas. Assim como demonstram pesquisas bioquímicas, o grau de impulsão dinâmica inicial está em correlação com a porcentagem de fibras FT – ao contrário do desenvolvimento do máximo de força em que estão empenhadas tanto as fibras FT como as ST⁶⁵.
3. A força de contração das fibras musculares empenhadas, ou seja, a secção transversal do músculo.

4.5.2.2. O CICLO DE ALONGAMENTO E ENCURTAMENTO (CAE)

O CAE é utilizado em várias ações diárias como correr, andar, saltar, aproveitando a capacidade elástica inerente aos elementos elásticos em série. O potencial elástico dos músculos só pode ser utilizado quando há um alongamento muscular com concomitante geração de força.

Durante essas ações musculares há a produção de trabalho negativo, o qual tem parte de sua energia mecânica absorvida e armazenada na forma de energia potencial elástica nos elementos elásticos em série⁶⁶. Quando há a passagem da fase excêntrica para a concêntrica, rapidamente, os músculos podem utilizar esta energia aumentando a geração de força na fase posterior com um menor custo metabólico, Komi⁶⁷ citou que em duas atividades idênticas, onde uma utiliza o CAE, e a outra não, o consumo de oxigênio será menor naquela que o utilizar, assim como haverá uma menor atividade eletromiográfica se tiverem o mesmo “output” motor. Porém, se a passagem de uma fase para outra, for lenta, a energia potencial elástica será dissipada na forma de calor, não se convertendo em energia cinética.

O CAE está presente em todas as provas de corridas, saltos e lançamentos, o que nos permite dizer que o atletismo é uma modalidade essencialmente pliométrica. Como se sabe, a *eficiência mecânica* "normal" do

homem é de aproximadamente 25 %, ou seja, a cada 100 joules de energia química, 25 se convertem em energia mecânica (movimento), e os outros 75 em energia térmica (calor) - uma energia que não nos interessa em termos de desempenho. Quando o CAE é ativado, essa eficiência aumenta para perto de 50 %. Quando consideramos um único movimento explosivo, o CAE possibilita ainda uma maior produção de trabalho positivo (por exemplo, uma maior altura no salto vertical com contramovimento), ou uma maior potência na produção de um mesmo trabalho (por exemplo, em um salto vertical, gera valores semelhantes de forças contra o solo em um tempo menor, ou valores mais elevados dessas forças em um tempo igual).

Nos estudos realizados no contexto do futebol são comumente utilizados os testes isocinéticos e de salto vertical para monitorarem as manifestações da força muscular. Para a avaliação da força explosiva, usa-se o exercício de salto vertical, partindo da posição imóvel de meio agachamento (SJ), com uma forte e rápida extensão dos membros inferiores, tendo as mãos na cintura. Um desempenho máximo deve coincidir com um salto vertical o mais alto possível. Para Barbanti⁶⁸, o rendimento da força explosiva para um velocista, obtida por meio do salto vertical saindo da posição de meio agachamento, tem alta correlação com a aceleração da corrida nos primeiros 15 a 20 metros.

Ao examinar a relação entre a força isocinética e o desempenho em corridas de sprints em atletas, Dowson et al⁶⁹ declaram que um número significativo de relações é encontrado entre a corrida de sprint e os resultados da dinamometria isocinética para todos os sujeitos. Segundo os autores, a correlação mais forte existente é entre o pico de torque concêntrico da flexão e extensão do joelho e o tempo registrado na corrida de 30-35m. Quanto à relação é realizada entre a velocidade média e as várias medidas de torque investigadas, os coeficientes encontrados são levemente mais altos que aqueles encontrados quando foi feito uso do tempo registrado no percurso percorrido. As melhores correlações são encontradas entre os valores médios absolutos ($r=0,52$; $p<0.01$) e relativos ($r=0,59$; $p<0.01$), entre o pico de torque concêntrico da extensão do joelho e a aceleração de 15m. Os autores sugerem que a força o maior contribuidor para desempenho da velocidade em distâncias curtas e que esta relação apresenta maiores coeficientes quando o resultados

dos testes de corridas é expresso em velocidade no lugar do tempo registrado para percorrer determinada distância.

Em estudo realizado com 17 atletas do sexo feminino, Hennessy; Kilty⁵³ sugeriram que, teoricamente, um incremento efetivo de 1 cm no CMJ pode melhorar o desempenho no teste de corrida na distância de 300 metros em 0.5 segundo.

Em seus escritos sobre avaliação do desempenho físico no futebol Balsom⁷⁰ diz que existe relação significativa entre o teste de salto vertical com contramovimento e auxílio dos braços e os tempos registrados na corrida de 15m. Desta forma, a força explosiva que pode ser identificada nas modalidades de saltos verticais é um importante fator na aceleração.

5. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

5.1. AMOSTRA

Participaram do estudo 34 futebolistas pertencentes a um clube de futebol filiado a Federação Paulista de Futebol, 21 profissionais (G_{PROF}) que disputavam a segunda divisão do Campeonato Paulista e 13 jogadores da categoria juvenil (G_{JUV}). Após serem informados sobre a natureza e os procedimentos metodológicos envolvidos na investigação, os atletas ou os responsáveis, assinaram termo de consentimento, conforme aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa em experimentos humanos da Faculdade de Ciência e Tecnologia – UNESP, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho – Campus, Presidente Prudente SP – Brasil – processo n° 181/2007.

5.2. PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Todos os atletas encontravam-se no final da fase preparatória de treinamento de 8 semanas, sendo que ambas as categorias realizavam em média 9 sessões de treino semanais. G_{PROF} : subdivididas em sessões de treinamento com jogos simulados, visando uma preparação geral e específica para a competição; G_{JUV} : treinos com predomínio aeróbio, anaeróbio, bem como os treinos técnicos e pequenos jogos. Apenas o G_{PROF} foi submetido à treinamentos de força duas vezes por semana com carga à 70% de uma repetição máxima.

A priori os atletas foram submetidos a avaliações das mensurações antropométricas, como peso (kg), estatura (cm), e percentual de gordura (%). Após 48 horas os voluntários foram submetidos a quatro avaliações compostas de: aptidão aeróbia, aptidão anaeróbia e aptidão neuromuscular, separadas entre si por um período mínimo de 24 horas. Todos os atletas apresentavam familiarização aos procedimentos metodológicos envolvidos na investigação.

5.2.1. ANTROPOMETRIA

Foram coletados dados referentes à estatura (cm), massa corporal (Kg), pregas cutâneas (mm) e percentual de gordura (%G).

5.2.2. ESTATURA

Procedimento técnico: sujeito em pé em apnéia inspiratória, pés descalços e unidos, braços livres ao lado do tronco, com calcanhares, nádegas, parte superior das costas e região occipital encostadas na escala, a cabeça posicionada plano de Frankfurt e vestindo apenas o calção foram realizadas duas medidas anotadas em centímetros (cm), considerando a média das mesmas como o escore da medida. Cada mensuração somente foi realizada após a constatação do posicionamento correto do sujeito no instrumento, o cursor, em ângulo de 90° em relação à escala, tenha tocado o ponto mais alto cabeça e imediatamente ao final da inspiração máxima.

Materiais: Um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm e cursor antropométrico de madeira.

5.2.3. MASSA CORPORAL

Procedimento Técnico: sujeito em pé e descalço, vestindo apenas calção, parado no centro da plataforma da balança com um afastamento lateral dos pés na largura do quadril – distribuindo a massa corporal em ambos os pés – de frente para escala da balança, braços livre ao longo do tronco, cabeça firme e olhos direcionados diretamente para frente, foram realizadas duas medidas e anotadas em quilogramas (kg), considerando a média das mesmas como o escore da medida. O sujeito foi orientado para subir na plataforma

colocando um pé de cada vez e que permanecesse parado durante a realização da medida, no sentido de evitar oscilações na leitura do resultado.

Material: Balança Digital de precisão de 0,1kg.

5.2.4. DOBRAS CUTÂNEAS

Procedimento Técnico: a mensuração das dobras cutâneas foi realizada em quatro etapas: a) localização e demarcação do ponto anatômico; b) pinçamento da dobra com os dedos polegar e indicador, a um centímetro acima da demarcação; c) aplicação das bordas do compasso exatamente sobre o ponto marcado; d) efetuação da leitura do equipamento. A marcação do ponto anatômico da medida foi feita com lápis dermográfico de cor vermelha. As mensurações foram realizadas sempre no hemisfério direito. O compasso sempre foi mantido a 90° da superfície do local da dobra. As medidas foram confirmadas 2 segundos depois de se aplicar à pressão completa do compasso. Em cada dobra cutânea foram realizadas duas medidas não sucessivas, anotadas em milímetros (mm), considerando a média das mesmas como o escore da medida. Foram medidas as seguintes dobras: peitoral, axilar medial, tríceps, subescapular, supra-ilíaca, abdomen e coxa.

Materiais: Compasso Científico Lange, com precisão de 1 mm.

5.2.5. PERCENTUAL DE GORDURA

Foi estimado a Densidade Corporal (DC) por meio de equação preditiva proposta por Jackson e Pollock⁷¹. Posteriormente a DC foi convertida para Percentual de Gordura (%G) através da equação proposta por SIRI⁷², como demonstrado abaixo, nas equações 2 e 3 respectivamente:

Equação 2 - Jackson e Pollock⁷¹

$$DC=1,112-0,00043499(X1)+0,00000055(X1)^2-0,00028826(X4)$$

Onde:

DC= Densidade Corporal

X1= Σ 7DOC (peitoral + axilar medial + tríceps + subescapular + supra-ilíaca + abdome + coxa).

X2 = Idade em anos

Equação 3 – SIRI⁷²

$$\%GC=[(5,01/Dc)-4,57]x100$$

5.3. AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA AERÓBIA

Para a determinação do consumo máximo de oxigênio (VO_2max), os participantes realizaram um teste incremental com início a 10 km.h^{-1} , com acréscimo de 1 km.h^{-1} a cada 1 (um) minuto, com inclinação fixa de 1% até a exaustão. Previamente ao teste foi realizado um aquecimento de cinco minutos, com velocidade de 8 km.h^{-1} . Critérios padrão como, frequência cardíaca máxima atingida, prevista pela idade ($F_{cm\acute{a}x} = 220 - \text{idade}$); quociente respiratório $\geq 1,15$ e manutenção do consumo de oxigênio após aumento de intensidade foram utilizados para a certificação de intensidade máxima atingida. As variáveis cardiorrespiratórias foram mensuradas em intervalos de 30 segundos com a utilização de um analisador de gases ($VO2000^{\text{®}}$). A velocidade correspondente ao VO_2max (vVO_2max) foi a velocidade mínima em que o VO_2max foi alcançado. Caso o estágio não fosse completado pelo atleta, a velocidade do estágio anterior era assumida como a vVO_2max .

5.4. AVALIAÇÃO DA APTIDÃO ANAERÓBIA

Os atletas foram submetidos a um aquecimento de cinco minutos em ciclo ergômetro de frenagem mecânica, com carga de 150 watts (60 rpm e carga fixa de 2,5 Kp). No início do 2º e 4º minuto do aquecimento foram realizados dois esforços máximos de cinco segundos. Após dez minutos de recuperação passiva, os avaliados fizeram o teste propriamente dito, cujo trabalho foi um esforço máximo de 30 segundos com resistência equivalente a 8,3 % do peso corporal. O teste foi realizado em ciclo ergômetro, modelo Biotec 2100®, e os dados analisados através de programa computacional específico. (Wingate *Test-Cefise*®). A potência pico (PP) foi definida como a máxima potência atingida no teste, a potência média (PM) como a média das potências durante os 30 segundos e o índice de fadiga como a diferença percentual da PP e a menor potência atingida no teste.

5.4.1. AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS NEUROMUSCULARES

5.4.1.1. SALTOS VERTICAIS

Previamente aos saltos, os atletas realizaram um aquecimento padronizado de cinco minutos, com carga de 100 W, a 80 rpm, em bicicleta ergométrica seguidos de cinco saltos sobre a plataforma de salto.

Os futebolistas realizaram os saltos verticais *squat jump* (SJ) e o *countermovement jump* (CMJ), cada qual compreendendo três tentativas. Um período de 30 segundos separou um salto do outro, e de três minutos o SJ do CMJ. Os saltos foram executados com as mãos fixas aos quadris, sobre uma plataforma modelo Ergojump® acoplada a um computador (Jump test 1.1®, Lasa Informática), o melhor salto foi considerado para análise. No SJ os atletas partiram da posição de meio agachamento (Joelhos flexionados à 90°), no CMJ

os atletas realizaram movimento rápido descendente (articulação de joelho e quadril) seguido por um movimento ascendente.

A partir dos resultados obtidos nos dois modelos de saltos determinou-se o índice de força reativa (IFR), que consiste na diferença entre o CMJ e SJ (IFR= CMJ – SJ)¹⁰.

5.4.1.2. CORRIDAS MÁXIMAS

Após período de aquecimento composto de cinco minutos de corrida com dois esforços máximos de 15 metros no segundo e quarto minuto, os atletas executaram dois esforços máximos de 30 metros (1ª série) e de 60 metros (2ª série), respectivamente, partindo da posição em pé. Um período de seis minutos separou as corridas nas séries, e 15 minutos a 1ª da 2ª série. A partida para a corrida foi padronizada para todos os atletas, com os comandos, preparar para a corrida e subsequente estímulo sonoro emitido pelo equipamento de cronometragem. Para a coleta dos tempos, foram instaladas barreiras fotoelétricas (emissor e refletor de luz) de dez em dez metros, partindo do ponto de partida, até 60 metros do mesmo. Este sistema de cronometragem eletrônico foi ligado a um computador com software específico (Speed Test[®] – Cefise[®]), onde foram calculadas as variáveis cinemáticas para posterior análise: velocidade máxima (Vmax), velocidade média (Vmed).

5.5. ANÁLISE LACTACIDÊMICA

No 5º, 7º, 9º e 11º minuto após o TW e teste de aptidão aeróbia foram coletados 25 microlitros (μ l) de sangue do lóbulo da orelha para determinação da concentração pico de lactato ($[LAC_{wing}]$ e $[LAC_{VO_2}]$, respectivamente) através capilares heparinizados, armazenados em microtubos de polietileno com tampa, tipo ependorfs, com 50 μ l de NaF a 1%. A análise sanguínea foi

feita em um analisador eletroquímico YSL 1500-STAT[®], (Yellow Springs Co[®], EUA).

5.6. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

O conjunto de dados numéricos foi avaliado pelo teste *Kolmogorov-Smirnov* (K-S) visando analisar o seu possível enquadramento no modelo Gaussiano de distribuição. O teste K-S demonstrou que grande parte das variáveis, quando divididas nas duas categorias analisadas, não se enquadrava no modelo acima citado em ambas, ou seja, apresentavam distribuição não-paramétrica em ao menos uma das duas categorias. Assim, visando uniformizar a apresentação dos dados, a estatística descritiva para todas as variáveis foi composta por valores de mediana (indicador de tendência central) e variação interquartil – VI (diferença entre o percentil 75 e o percentil 25 [indicador de dispersão]). Posteriormente, o teste U de *Mann-Whitney* estabeleceu comparações entre os dois grupos de jogadores formados.

Para todo o tratamento estatístico foi adotado nível de significância (p) inferior a 5% ($p < 0,05$) e todas as análises foram efetuadas em um software estatístico específico.

6. RESULTADOS

A descrição dos resultados desta investigação é apresentada em duas três seções, na seguinte ordem: Na primeira seção são apresentados os resultados do teste de normalidade; Na segunda seção foi destacada a caracterização da amostra, dados referentes à idade, estatura, massa corporal e percentual de gordura; Na Terceira, o desempenho nos testes físico: Squat Jump (SJ), Countermovement Jump (CMJ) e Teste de Wingate (TW) assim como análise estatística dos dados.

6.1. ENQUADRAMENTO NO MODELO DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL

A Tabela 1 apresenta os valores do teste K-S e demonstra que grande parte das variáveis investigadas é de origem não-paramétrica ($p < 0,05$) em ao menos um dos dois grupos de jogadores analisados.

Tabela 1

Valores de significância (p) do teste de *Kolmogorov-Smirnov* para as variáveis analisadas em jogadores profissionais (G_{PROF}) e da categoria juvenil (G_{JUV}).

Variáveis	G_{JUV}	G_{PROF}
SJ	$p = 0,200^*$	$p = 0,005$
CMJ	$p = 0,200^*$	$p = 0,200^*$
PP	$p = 0,200^*$	$p = 0,200^*$
PM	$p = 0,200^*$	$p = 0,200^*$
IF	$p = 0,006$	$p = 0,200^*$
LAC_{wing}	$p = 0,032$	$p = 0,012$
Vmed30	$p = 0,200^*$	$p = 0,200^*$
Vmed60	$p = 0,049$	$p = 0,018$
Vmax30	$p = 0,200^*$	$p = 0,200^*$
Vmax60	$p = 0,030$	$p = 0,136$
VO_2Max	$p = 0,139$	$p = 0,061$
vVO_2	$p = 0,200^*$	$p = 0,054$
LAC_{MAX}	$p = 0,018$	$p = 0,049$

* necessário utilizar a correção de Lilifors

6.2. IDADE, MASSA CORPORAL, ESTATURA E PERCENTUAL DE GORDURA

Os valores médios e de desvio-padrão das variáveis antropométricas: idade, massa corporal, estatura e %G para ambos os grupos de atletas analisados estão organizados na Tabela 1. Embora os atletas profissionais tenham apresentado maiores valores de idade (21,8% superiores), MC (6,1% superiores), Estatura (3,3% superiores) e %G (8,2% superiores), não houve diferença estatisticamente significativa em nenhuma das comparações.

Tabela 2

Valores médios \pm desvios padrão da idade (anos), massa corporal (MC) (Kg), estatura (cm) e percentual de gordura (%G) para o grupo profissional, G_{PROF} e grupo juvenil, G_{JUV} .

	Idade (anos)	MC (kg)	Estatura (cm)	%G
G_{PROF}	22,1 \pm 8,3	76,1 \pm 9,8	179,0 \pm 7,0	12,2 \pm 3,7
G_{JUV}	17,3 \pm 6,0	71,5 \pm 8,3	173,2 \pm 12,3	11,2 \pm 3,3

6.3. DESEMPENHO E COMPARAÇÃO EM TESTES FÍSICOS

Os valores da altura máxima atingida (cm) no *countermovement Jump* (CMJ) e no *Squat Jump* (SJ) e Índice de Força Reativa (IFR) médios obtidos nos testes de saltos verticais estão discriminados na Tabela 2. No que se refere ao teste SJ, jogadores profissionais apresentaram valores 18,7% superiores do que os jogadores da categoria juvenil. O mesmo padrão foi observado para o teste CMJ, no qual houve diferença de 14,6% entre ambos os grupos, favorecendo os jogadores profissionais. Por outro lado, quando comparados aos profissionais, os jogadores da categoria juvenil apresentaram valores superiores para a variável IFR.

No Teste de Wingate, todas as variáveis apresentaram diferenças significantes entre o G_{PROF} e o G_{JUV} (Tabela 3). Todos os índices analisados foram superiores para os jogadores profissionais.

Tabela 3

Valores de mediana e variação interquartil (VI) da altura máxima atingida (cm) no *countermovement Jump* (CMJ) e no *Squat Jump* (SJ) e Índice de Força Reativa (IFR) para o grupo profissional, G_{PROF} e grupo juvenil, G_{JUV} .

	SJ Cm		CMJ Cm	
Grupos	G_{PROF}	G_{JUV}	G_{PROF}	G_{JUV}
Mediana	38,5	31,3	39,5	33,7
VI	4,4	6,3	4	6
P*	0,001		0,001	

*Teste U de Mann-Whitney na comparação entre o G_{PROF} e G_{JUV} .

No que se refere ao desempenho (V_{med} e V_{max}) nas corridas de 30 e de 60 metros, não foi encontrada diferença significativa entre as duas categorias (Tabela 4).

Tabela 4

Valores de mediana e variação interquartil (VI) referentes à potência pico (PP), potência média (PM) e índice de fadiga (IF) determinados em teste de Wingate, para o grupo profissional, G_{PROF} e grupo juvenil, G_{JUV} .

	PP Watts.kg ⁻¹ Mediana (VI)	PM Watts.kg ⁻¹ Mediana (VI)	IF % Mediana (VI)	[LAC_{wing}] Mediana (VI)
G_{PROF}	11,6 (1,1)	8,65 (0,96)	51,4 (6,9)	13 (3,7)
G_{JUV}	9,36 (1,5)	7,5 (0,8)	42,8 (5,4)	9,1 (3,7)
p*	0,001	0,001	0,001	0,001

*Teste U de Mann-Whitney na comparação entre o G_{PROF} e G_{JUV} .

O VO_{2max} e a vVO_{2max} mostraram-se estatisticamente superior para o G_{PROF} em relação ao G_{JUV} (12,1% e 5,2%, respectivamente), enquanto que a concentração de lactato após o teste progressivo não foi diferente entre os dois grupos (Tabela 5).

Tabela 5

Valores de mediana e variação interquartil (VI) da velocidade máxima e média da corrida de 30 metros (V_{max30} e V_{med30}) e da velocidade máxima e média da corrida de 60 metros (V_{max60} e V_{med60}) do grupo profissional, G_{PROF} e juvenil, G_{JUV} .

	Velocidade Média m/s		Velocidade Máxima m/s	
	V_{med30} Mediana (VI)	V_{med60} Mediana (VI)	V_{max30} Mediana (VI)	V_{max60} Mediana (VI)
G_{PROF}	7,1 (0,6)	8,01 (0,4)	8,4 (0,5)	8,9 (0,6)
G_{JUV}	7,1 (0,5)	7,98 (0,5)	8,4 (0,7)	8,8 (0,7)
p*	0,612	0,409	0,446	0,590

*Teste U de Mann-Whitney na comparação entre o G_{PROF} e G_{JUV} .

A comparação entre os dois grupos esta descrita na Tabela 6 para as variáveis de Consumo de Oxigênio (VO_2max), velocidade que alcançado (vVO_2max) e concentração de lactato ($[LAC_{MAX}]$) após o teste.

Tabela 6

Valores de mediana e variação interquartil (VI) para as variáveis de Consumo de Oxigênio (VO_2max), velocidade que alcançado (vVO_2max) e concentração de lactato ($[LAC_{MAX}]$) após teste para o grupo profissional, G_{PROF} e juvenil, G_{JUV} .

	VO_2max ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	vVO_2 km·h ⁻¹	$[LAC_{MAX}]$
	Mediana (VI)	Mediana (VI)	Mediana (VI)
G_{PROF}	59,3 (12,9)	19 (2)	9,4 (2)
G_{JUV}	52,1 (5,48)	18 (1)	9,8 (3)
p^*	0,005	0,001	0,125

*Teste U de Mann-Whitney na comparação entre o G_{PROF} e G_{JUV} .

A comparação entre o desempenho nos testes aeróbios e anaeróbios de campo e laboratórios entre os dois grupos (Tabela 7).

Tabela 7

Comparação entre o desempenho nos testes aeróbios e anaeróbios de campo e laboratórios entre o G_{PROF} e G_{JUV} . VO_2max (consumo máximo de oxigênio) vVO_2max (velocidade correspondente ao VO_2max), $[LAC_{MAX}]$ (concentração de lactato após o teste progressivo),

Variáveis	U	Nível de Significância
VO_2max	-4,02	0,0001
vVO_2	-2,85	0,005
$[LAC_{VO_2}]$	-1,54	0,125

* $p < 0,05$ em relação ao G_{PROF} e G_{JUV} .

7. DISCUSSÃO

O estudo objetivou comparar o desempenho em testes que são utilizados constantemente no meio esportivo como avaliação das capacidades físicas determinantes para o desempenho no futebol^{2,73}. Os principais achados do presente estudo foram as diferenças significantes encontradas entre os dois grupos no desempenho dos saltos verticais (SJ e CMJ), em todas as variáveis do TW (PP, PM, IF e $[LAC_{wing}]$), e tanto no VO_{2max} como na vVO_{2max} . A concentração de lactato após o teste progressivo não foi diferente entre os grupos.

O VO_{2max} é amplamente utilizado como avaliação da potência aeróbia, justificado pela alta demanda desse metabolismo durante o jogo, além de atletas com maior potência aeróbia executarem maior quantidade e qualidade de corridas curtas máximas durante um jogo de futebol⁴. Em estudo recente⁷, os autores verificaram que o desempenho no TW se associa negativamente com o menor tempo de uma corrida de 40 metros e com a soma dos tempos de seis corridas de 40 metros, evidenciando uma ligeira transferência das capacidades físicas do cicloergômetro (não específico) para tarefas específicas do futebol. Estudos^{5,10,74} demonstram associação entre o desempenho nos saltos verticais e performance em corridas máximas, sendo esses achados de grande importância para avaliação das características físicas e mecânicas de futebolistas profissionais e juvenis.

Em nosso estudo o consumo máximo de oxigênio do G_{PROF} ($60,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) foi semelhante aos achados na literatura: $60,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ em jogadores da liga Checa de futebol⁷⁵ e $58,9 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ em jogadores profissionais da Itália⁷⁶. Já o G_{JUV} ($51 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) obteve consumo de oxigênio menor do que o achado por McMillan et al⁷⁷ em jogadores jovens ($63,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$).

O VO_{2max} do G_{PROF} foi significativamente maior daqueles encontrados do G_{JUV} , o que representa maior suprimento de O_2 para o músculo ativo, que, segundo Hepple⁷⁸ é um dos fatores que limitam o consumo máximo de oxigênio. Tais modificações são decorrentes de adaptações específicas do treinamento como maior quantidade de mitocôndrias, maior capilarização e quantidade de hemoglobina. Contudo, Balikian et al³³, ressaltam que apesar das controvérsias, o consumo máximo de oxigênio parece ser limitado por fatores centrais ou cardiovasculares, como débito cardíaco e volume de ejeção,

sendo que, atletas mais bem treinados apresentam maior volume de ejeção⁷⁸, justificando maior VO_2max . Jogadores profissionais possuem maior volume e intensidade de treino que os jogadores juvenis apresentados no estudo, essa diferença pode ser um fator determinante no achado. Todavia, segundo Balikian et al³³, o limiar anaeróbio pode ser uma ferramenta mais sensível para diferenciar jogadores de diferentes categorias e até mesmo as adaptações específicas do treino, já que a utilização do consumo em valores relativos pode apresentar limitações.

Estudos demonstram a associação existente entre potência aeróbia e distância percorrida durante a partida, quantidade e qualidades das corridas máximas no jogo^{4,79}. Todavia indivíduos com elevado nível de treinamento aeróbio conseguem modificar o seu desempenho em corrida sem sofrer alterações significativas no VO_2max ⁸⁰. As melhoras no desempenho podem estar relacionadas com a vVO_2max , que, em provas de resistência apresenta associações moderadamente elevadas com a performance em provas de ciclismo e corrida⁸⁰. O presente estudo observou que tanto o VO_2max como a vVO_2max foram significativamente maiores no G_{PROF} . Assim, para jogadores de futebol parece que ambas as variáveis aeróbias possuem relação com nível de performance e estado de treinamento, e que a distinção entre atletas de alto nível pode ser feita tanto com o VO_2max ^{4,79}, ou mesmo com a vVO_2max , que ainda não foi associada com desempenho em campo.

O maior consumo de oxigênio e velocidade máxima no teste evidencia que, atletas mais aptos, recuperam com maior eficiência durante os intervalos de estímulos e desempenham intensidades superiores com menor fadiga. Que pode explicar os achados de Mohr et al⁴, no qual jogadores de nível internacional apresentam maior intensidade de corrida e número de corridas máximas comparado com atletas de padrão inferior. O que reforça o estudo de Meckel et al⁷, que reportaram a importância de um elevado consumo de oxigênio para menor redução de performance em corridas máximas intermitentes.

Provavelmente os maiores valores de VO_2max apresentados pelo G_{PROF} deve-se principalmente à adaptações centrais (débito cardíaco e volume de ejeção) decorrentes de maior volume de treinamento⁸⁵ que os profissionais são submetidos. A vVO_2max pode ser determinada como o índice

que melhor representa a relação entre VO₂max e economia de movimento⁸⁶. De acordo com Ziogas et al⁸⁷ a economia de movimento é útil para revelar possíveis diferenças físicas em equipes que possuem o mesmo VO₂max. Possivelmente, a maior vVO₂max para o G_{PROF} deve-se à adaptações periféricas decorrentes do treinamento⁸⁵. Ambos índices indicam que o maior volume e intensidade de treino para os profissionais favoreceu adaptações centrais e periféricas.

O desempenho do G_{PROF} no teste de Wingate foi semelhante ao encontrado por Campeiz e Oliveira⁸¹, para potência pico e média (11,4 e 11,5 W·kg⁻¹; e 8,70 e 8,90 W·kg⁻¹, respectivamente). Outro estudo avaliou a potência anaeróbia de jogadores juvenis de futebol, e constataram desempenho superior na PP atingida no teste (9,8 w·kg⁻¹ e 9,52 w·kg⁻¹), todavia os autores não relataram a potência média relativa¹². A comparação do desempenho no TW das diferentes categorias demonstrou diferença significativa ($p < 0,05$), contrariando os resultados do estudo de Campeiz e Oliveira⁸¹, esses, verificaram diferença na potência absoluta (média e pico), enquanto que relativamente à massa corporal nenhuma diferença foi encontrada.

Apesar de não apresentar movimento específico do futebol, o TW é muito utilizado como avaliação da potência anaeróbia, e apresenta correlação significativa com performance em corrida médias e curtas^{7,9}. O presente estudo observou diferenças significantes entre o G_{PROF} e G_{JUV} (tabela 2). Os resultados são semelhantes ao de Asano et al¹² que verificaram diferença na PP absoluta entre as três categorias (sub-13, sub-15 e sub-17), e uma diferença entre sub-13 e as duas outras categorias na PP relativa a massa corporal. Em relação à PM Asano et al¹², verificaram apenas a diferença da PM absoluta e verificaram que as três categorias diferem entre si. Tais achados, em conjunto com o do presente estudo revelam uma tendência à maior diferenciação entre as categorias na PP e PM (absoluta e relativa). A concentração de lactato do G_{JUV} foi significativamente inferior após o TW, demonstrando que a maior atividade glicolítica do G_{PROF} proporcionou tanto maiores valores de PP e PM como maior [LAC_{wing}]. Van Praagh e Doré⁸² afirmaram que a maior habilidade glicolítica está relacionada às alterações hormonais, já que a concentração de lactato após o exercício se associa com a concentração de testosterona em meninos. Contudo a concentração de lactato

foi elevada em ambos os grupos (tabela 2), todavia o G_{PROF} foi capaz de liberar energia anaerobiamente com maior eficiência. Além do aspecto maturacional provavelmente ser diferente entre os grupos, a carga de treino, e, conseqüentemente, maior quantidade de ações que sobrecarreguem o metabolismo anaeróbio láctico pode justificar a diferenciação na $[\text{LAC}_{\text{wing}}]$.

Devido à sua característica acíclica e intensa, o futebol é caracterizado como um esporte intermitente de alta intensidade, enquanto o TW caracteriza-se por um teste de 30 segundos contínuo, máximo e de movimentos não específicos do futebol⁸³. E, em esportes intermitentes a performance em um único esforço máximo não é o mais determinante e sim a capacidade de repetir movimentos intensos em ações subseqüentes, sendo sugerido testes intervalados para mensuração da capacidade anaeróbia⁸³. Zagatto et al.⁸⁴ verificaram correlação significativa entre o TW e teste de corrida intervalada, todavia apenas o teste de corrida se associou com corridas curtas e médias, evidenciando que a utilização de protocolo específico é indispensável para análise da potência anaeróbia de jogadores de futebol. Contudo, o protocolo intermitente avaliado por Zagatto et al.⁸⁴, apesar de ser específico e apresentar correlação com corridas curtas, ainda não foi associado com o padrão ouro de capacidade anaeróbia⁸⁸, necessitando de mais estudos sobre sua utilidade como índice anaeróbio.

O treinamento pliométrico utiliza do ciclo alongamento encurtamento (CAE), e tem-se demonstrado eficaz no aumento de força muscular e potência aumentando altura do salto vertical e diminuindo o tempo em testes de velocidade¹⁴. O G_{PROF} obteve melhor desempenho nas duas modalidades de salto (tabela 1), entretanto, não foi encontrada diferença significativa entre os grupos no desempenho nos testes de velocidade de 30 e 60 metros o que revela menor capacidade de utilização do ciclo alongamento encurtamento durante a corrida. A semelhança no desempenho de velocidade entre as categorias é reflexo do baixo desempenho em salto e, consecutivamente menor potência e força de membro inferior, que segundo Hennessy e Kilty⁵³ pode ser avaliada pela capacidade de salto vertical.

O CMJ de atletas de elite internacional foi de 56,4⁵, significativamente superior à do G_{PROF} do estudo, todavia, houve auxílios dos braços. O G_{JUV} também obteve valores de CMJ inferiores aos encontrados no estudo recente

de Thomaz et al⁷⁴ que verificaram que a capacidade de salto de atletas jovens foi 12,7% maior do que a do presente estudo.

Foi constatada diferença significativa entre os dois grupos no desempenho em salto vertical. Smirniotou et al¹⁰, evidenciaram em seu estudo que os dois componentes (SJ e CMJ) são potentes preditores de performance em corridas curtas máximas de 10, 30, 60 e 100 metros para velocistas. No presente estudo os atletas não conseguiram transferir a maior capacidade de salto para velocidades maiores, contudo tanto na velocidade média como máxima o G_{PROF} apresentou valores maiores. Wisloff et al⁴ verificaram a importância do salto vertical no desempenho de corridas curtas, os mesmos autores demonstraram que a força máxima (uma repetição máxima) também se associa com corridas curtas. Como o estudo não observou níveis de força muscular, a semelhança entre o desempenho de velocidade entre as categorias pode ser pelas curtas distâncias utilizadas no teste, nas quais pequenas alterações de velocidade podem apresentar diferença no desempenho, porém estatisticamente podem não ser relevantes. Pouca capacidade de aceleração e manutenção da velocidade foi revelada a partir do desempenho dos profissionais nas provas de velocidade e salto. Defeitos no treinamento, ausência de exercícios pliométricos e movimentos específicos do jogo podem influenciar o baixo desempenho nas provas¹⁴. Tais limitações podem ser decorrentes do fato que, segundo os achados de Smirniotou et al¹⁰, conforme existe um aumento da distância percorrida, a associação com os saltos verticais diminuem, pois, segundo os autores o CMJ se caracteriza por um CAE longo (>200ms), e corridas mais longas dependem do CAE curto (≤ 200 ms).

Apesar dos estudos que investigam as variáveis inerentes à prática do futebol^{4,5,7,76}, e também pesquisas sobre a influência de algumas capacidades em variáveis determinantes para o desempenho do futebol; ainda prevalece a prática empírica do treinamento advinda da experiência do treinador como jogador ou senso comum adquirido ao longo dos anos. A transformação da característica do esporte urge modificações nos métodos de treino tanto dos profissionais como juvenis, para que qualidades comuns aos jogadores sejam desenvolvidas nas categorias de bases dos clubes.

O estudo apresenta algumas limitações: não foi estimada a massa muscular total ou a do membro inferior, o que não justifica mais categoricamente afirmações sobre a potência e força de membro inferior dos atletas. O consumo de oxigênio corrigido para a massa muscular relativa poderia chegar a outras considerações a respeito da potência aeróbia dos atletas. O TW é muito criticado na literatura por ser uma ação contínua de 30 segundos, alguns autores aconselham a utilização de protocolos intermitentes com curtos intervalos de recuperação⁷. Além disso, as prováveis diferenças de volume e intensidade de treinamento em cada categoria não foram avaliadas.

Com isso concluímos que atletas profissionais possuem maior consumo de oxigênio, desempenho no teste anaeróbio de wingate e capacidade de saltos, porém não foram capazes de transferir maior força e potência nas corridas de velocidades.

8.CONCLUSÕES

Com a realização da presente investigação objetivou-se analisar e comparar o desempenho de jogadores profissionais e juvenis em testes de avaliação da potência aeróbia, aptidão anaeróbia e aspectos neuromusculares.

Desse modo, pode-se concluir que:

- Atletas profissionais apresentam maiores valores de consumo máximo de oxigênio e intensidade máxima correspondente ao VO_{2max} ;
- Potência anaeróbia láctica e aláctica, e, a estimativa da capacidade anaeróbia foi significativamente maior para jogadores profissionais;
- O desempenho em saltos verticais foram superiores para os atletas profissionais, enquanto que o valor de índice de força reativa foi maior para os juvenis;
- Apesar dos melhores valores de potência anaeróbia e desempenho em salto vertical (alta relação com força de membro inferior) pelos jogadores profissionais, os mesmos não foram capazes de desempenhar maior velocidade em corrida de 30 e 60 metros.

REFERÊNCIAS

1. Santos JAR (1999) Estudo comparativo, fisiológico, antropométrico e motor entre futebolistas de diferentes níveis competitivos. Rev Paul Ed Fís 13(2):146-59.
2. Godik MA (1996) Futebol - Preparação dos futebolistas de alto nível. Rio de Janeiro: Grupo Palestra
3. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U (2005) Physiology of Soccer. Sports Med 35(6): 501-536.
4. Mohr M, Krustup P, Bangsbo J (2003) Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. Journal of Sports Science 21: 519-528.
5. Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J (2004) Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. Br J Sports Med 38: 285-288.
6. Bangsbo J, Mohr M, Krustup P (2006) Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. J Sports Sci 24 (7): 665-674.
7. Meckel Y, Machnai O, Eliakim A (2009) Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. J Strength Cond Res 23 (1): 163-169.
8. Bar-or O (1987) The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity. Sports Med 4: 381- 394.
9. Denadai BS, Guglielmo LGA, Denadai MLD (1997). Validade do teste de wingate para avaliação da performance em corridas de 50 e 200 metros. Revista Motriz 3 (2): 89-94.

10. Smirniotou A, Katsikas C, Paradisis G, Argeitaki P, Zacharogiannis E, Tziortzis S (2008) Strength-power parameters as predictors of sprinting performance. *J Sports Med Phys Fitness* 48 (4): 447-454.
11. Cronin JB, Hansen KT (2005) Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res* 19 (2): 349-357.
12. Asano RY, Bartholomeu NJ, Ribeiro DBG, Barbosa AS, Sousa MAF (2009) Potência anaeróbia em jogadores jovens de futebol: comparação entre três categorias de base de um clube competitivo. *Brazilian Journal of Biomechanics* 3(1): 76-82.
13. Campeiz JM, Oliveira PR (2006) Análise comparativa de variáveis antropométricas e anaeróbias de futebolistas profissionais, juniores e juvenis. *Movimento & Percepção* 6 (8).
14. Mujika I, Santisteban J, Castagna C (2009) In-season effect of short-term sprint and power training programs on elite junior soccer players. *J Strength Cond Res* 23 (9): 2581-2587
15. Nunes CG (2004). Associação entre a força explosiva e a velocidade de deslocamento em futebolistas profissionais. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.
16. Di Salvo V, Pigozzi F (1998) Physical training of football players based on their positional rules in the team: effects on performance-related factors. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. v.38, p.294-297.
17. Cunha SA (2003), Análises Biomecânicas no Futebol. *Rev. Motriz*, Rio Claro, v.9, n.1, p. 25 - 30, jan./abr.

18. Conley M (2000) Bioenergetics of exercise and training. *In*: Beachle TR, Earle RW. Essential strength training and conditioning. Human Kinetics; 2^o ed: 73-90.
19. Mathews DK, Fox EL (1976). The physiological basis of physical education athletics. Saunders College, Philadelphia, 2^a edition.
20. Greenhaff PL, Timmons JA (1998) Interaction between aerobic and anaerobic metabolism during intense muscle contraction. *Exerc Sport Sci Rev*; 26: 1-30.
21. Kirkendall DT (2003). A Ciência do Exercício e dos Esportes. Porto Alegre: Artmed. 911p. p.804-813.
22. Tumilty D (1993) Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Medicine*. v.16, n.2, p.80-96.
23. Ekblom B (1986) Applied Physiology of Soccer. *Sports Medicine*. v.3, p.50-60.
24. Withers RT, Maricic Z, Wasilewski S, Kelly L (1982) Match analysis of Australian professional soccer players. *Journal of Human Movement Studies*. v.8, p.159- 176, 1982.
25. Ananias GEO, Kokubun E, Molina R, Silva PRS, Cordeiro JR (1998) Capacidade funcional, desempenho e solicitação metabólica em futebolistas profissionais durante situação real de jogo monitorado por análise cinematográfica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. v.4, n.3, p.87-95.
26. Bangsbo J, Norregaard L, THORSO F (1991) Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sports Science*. v.16, p.110-116.

27. Soares JMC (2000) Particularidades energético-funcionais do treino e da competição nos jogos desportivos: o exemplo do futebol. In: GARGANTA, Júlio (editor). Horizontes e órbitas no treino dos jogos desportivos. Porto: FCDEF/UP, 206p. p.37-49.
28. Reilly T, Secher N, Snell P, Williams C (1990). Physiology of Sports. London: E and FN Spon, p.371-425.
29. Rienzi E, Drust B, Reilly T, Carter JE, Martin A (2000) 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.
30. Reilly T (1994) Motion characteristics. In: Ekblom, B. Football (soccer). Oxford: Blackwell, 227p. p.31-42.
31. Reilly T (1997) Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. Journal of Sports Sciences. v.15, p.257-263.
32. Bangsbo J (1994) The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. Acta Physiol Scand Suppl; 619 :1-155.
33. Balikian P, Lourenção A, Ribeiro LFP, Festuccia WTL, Neiva CM (2002) Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. Rev Bras Med Esporte 8 (2): 32-36
34. Klissouras V. (1971) Heritability of adaptive variation. J Appl Physiol; 31(3): 338-44.

35. Schwinge A, Petroskil EL, Velho NM (1997) Análise morfológica de jogadores profissionais de futebol de campo. *Revista da APEF*. v.12, n.1, p.5-11.
36. Al-Hazzaa HM, Almuzaini KS, Al-Refade SA, SULAIMAN MA, Dafterdar MY, Al-Ghamedi A, Al-Khuraiji KN (2001) Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. v.41, p.54-61.
37. Casajús JA (2001) Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J. Sports. Med. Phys. Fitness*, 41: 463-9, 2001.
38. Magalhães J, Oliveira J, Ascensão A, Soares JMC (2001) Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. v.1, n.2, p.13-21.
39. Strudwick A, Reilly T, Doran D (2002) Anthropometric and fitness profiles of elite players in two football codes. *Journal of Sports Medicine Physical Fitness*. v.42, p.239-242.
40. SILVA et al 1999
41. Rhodes, EC, Mosher RE, McKenzie DC, Francks, IM, Potts JE, Wenger HA (1986) Physiological profiles of the Canadian Olympic soccer team. *Canadian Journal Applied Sport Science*. v.11, n.1, p.31-36.
42. Raven PB, Gettman LR, Pollock ML, Cooper KH (1976) A physiological evaluation of Professional soccer Players. *British Journal of Sports Medicine*. v.10, n.4, p.209-216.

43. Davis JA, Brewer J, Atkin D (1992) Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players. *Journal of Sports Sciences*. v.10, p.541-547.
44. Schwingel A, Petroski EL, Velho NM (1997) Análise morfológica de jogadores profissionais de futebol de campo. *Revista da APEF*. v.12, n.1, p.5-11.
45. Dunbar GMJ, Power K (1997) Fitness profiles of English professional and semiprofessional soccer players using a battery of field tests. In: Reilly T, Bangsbo J, Hughes M. *Science and Football III*. London: E and FN Spon, 339p. p.27-31.
46. Tiryaki G, Tungel F, Yamaner F, Agaoglu SA, Gumudad H, ACAR MF (1997) Comparison of the physiological characteristics of the first, second and third league Turkish soccer players. In: Reilly T, Bangsbo J, Hughes M. *Science and Football III*. London: E and FN Spon, 339p. p.32-36.
47. McArdle W (2003) *Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. Editora Guanabara Koogan 5ª edição.
48. Tomlin DL, Wenger HA (2001) The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity exercise. *Sports Med*; 31 (1): 1-11
49. MacRae HS-H, Dennis SC, Bosch AN (1992) Effects of training in lactate production and removal during progressive exercise *J Appl Physiol*; 72 (5): 1649-56.
50. Drust B, Atkinson G, Relly T. (2007) Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports Med*; 37(9): 783-805.

51. Svensson M, Drust B. (2005) Testing soccer players. *J Sports Science*; 23(6): 601-18.
52. Kale M, Asçi A, Baykak C, Açıkada C (2009) Relationships among jumping performances and sprint parameters during maximum speed phase in sprinters. *J Strength Cond Res*; 23(8): 2272-9.
53. Hennessy L, Kilty J (2001) Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *J Strength Cond Res*; 15(3): 326-331.
54. Ugrinowitsch C, Barbanti, VJ (1998) O ciclo de alongamento e encurtamento e a "performance" no salto vertical. *Revista Paulista de Educação Física*; 12(1): 85-95.
55. Berthoin S, Dupont G, Mary P, Gerbeaux M (2001) Predicting sprint kinematic parameters from anaerobic field tests in physical education students. *J Strength Cond Res*; 15(1): 75-80.
56. Sleivert G, Taingahue M (2004) The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *Eur J Appl Physiol*; 91(1): 46-52.
57. Franchini E (2002) Anaeróbio: conceito e aplicação. *Revista Mackenzie Educação Física e Esporte*, Vol. 1, Nº1.
58. Inbar O, Bar-or O, Skinner JS (1996) *The Wingate anaerobic test*. Champaign, IL. Human Kinetics.
59. Koutedakis Y, Sharp NCC (1986) A modified Wingate test for measuring anaerobic work of the upper body in junior rowers. *British Journal of Sports Medicine*, v. 20, n. 4, p. 153-156.

60. Horswill, CA, Miller JE, Scott JR, Smith CM, Welk G, Van Handel P (1992) Anaerobic and aerobic power in arms and legs of elite senior wrestlers. *International Journal of Sports Medicine*, v. 13, n. 8, p. 558-561.
61. Gastin PB (1994) Quantification of anaerobic capacity. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, v. 4, p. 91-112.
62. Vandewalle H, Péres G, Monoud H (1987) Standard anaerobic exercise tests. *Sports Medicine*, v. 4, p. 268-289.
63. Esbjornsson M, Sylvén C, Holm I, Jansson E (1993) Fast twitch fibres may predict anaerobic performance in both females and males. *International Journal of Sports Medicine*, v. 14, n. 5, p. 257-263.
64. Barbanti, VJ (1997) *Teoria e Prática do Treinamento Esportivo*. São Paulo: Edgar Blücher, 21.
65. Bosco C, Komi PV (1979) Potentiation of the mechanical behaviour of human skeletal muscle through prestretching. *Acta Physiologica Scandinavica*; 106: 467-472.
66. Farley CT (1997) Leg stiffness primarily depends on ankle stiffness during human hopping. *Journal of Biomechanics*. Volume 32, Issue 3, Pages 267-273.
67. Komi PV (1986) Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *Int J Sports Med*. Jun;7 Suppl 1:10-5.
68. Barbanti VJ (2002) Manifestações da força motora no esporte de rendimento. In. BARBANTI, AMDIO, BENTO & MARQUES (eds.). *Esporte e Atividade Física*. São Paulo: Ed. Manole, p 19-21.

69. Dowson MN, Nevill ME, Lakomy HK, Nevill AM, Hazeldine RJ, (1998) Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *J Sports Sci. Apr*; 16(3):257-65.
70. Balson V (1994) Handbook of sports medicine and science. Football (Soccer). 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
71. Jackson, AS, Pollock ML (1978) Generalized equations for predicting body density. *British Journal of Nutrition*. 40: 497-504.
72. Siri, WE (1961) Body composition from fluid spaces and density. In: Brozek J, Henschel A (Eds.) Techniques for measuring body composition. Washington: National Academy of Science. p.223- 44.
73. Meyer T, Foude O, Scharhag J, Urhausen A, Kindermann W (2004) Is lactic acidosis a cause of exercise induced hyperventilation at the respiratory compensation point? *Br J Sports Med* 38 (5): 622-625.
74. Thomas K, French D, Hayes PR (2009) The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *J Strength Cond Res* 23 (1): 332-335.
75. Bunc V, Heller J, Procházka L (1992) Physiological characteristics of elite Czechoslovak footballers. *J Sports Sci* 10: 149.
76. Faina M, Gallozzi C, Lupo S (1998) Definition of physiological profile of the soccer players. In: Reilly T, Lees A, Davids K et al., editors. Science and football. London: E&FN Spon, 158-163.
77. McMillan K, Helgerud J, MacDonald R, Hoff J (2005) Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med* 39 (5): 273-277.

78. Hepple RT (2000) Skeletal muscle: microcirculatory adaptation to metabolic demand. *Med Sci Sports Exerc* 32 (1): 117-123.
79. Hoff J, Helgerud J (2004) Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Med* 34 (3): 165-180.
80. Machado CEP, Caputo F, Denadai BS (2004) Intensidade de exercício correspondente ao VO_2 max durante o ciclismo: análise de diferentes critérios em indivíduos treinados. *Rev Bras Educ Fís Esp* 18 (4): 333-341.
81. Campeiz JM, Oliveira PR (2006) Análise comparativa de variáveis antropométricas e anaeróbias de futebolistas profissionais, juniores e juvenis. *Movimento & Percepção* 6 (8).
82. Van Praagh E, Doré E (2002) Short-term muscle Power during growth and maturation. *Sports Med* 32 (11): 701-728.
83. Aziz AR, Kong Chuan THE (2004) Correlation between tests of running repeated sprint ability and anaerobic capacity by wingate cycling in multi-sprint sports athletes. *Int J Appl Sports Sci* 16 (1): 14-22.
84. Zagatto AM, Beck WR, Gobatto CA (2009) Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. *J Strength Cond Res* 23 (6): 1820-1827.
85. Macpherson REK, Hazell TJ, Olver TD, Paterson DH, Lemon PWR (2011) Run sprint interval training improves aerobic performance but not maximal cardiac output. *Med Sci Sports Exer* 43 (1): 115-122.
86. Machado CEP, Caputo F, Denadai BS (2004) Intensidade de exercício correspondente ao VO_2 max durante o ciclismo: análise de diferentes

- critérios em indivíduos treinados. Rev Bras Educ Fis Esp 18 (4): 333-341.
87. Ziogas GG, Patras KN, Stergiou N, Georgoulis AD (2011) 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 25 (2): 414-419.
88. Kaminagakura AI, Zagatto AM, Redkva PE, Gomes EB, Loures JP, Kava-Filho CA, Franco VH, Papoti M (2012) Can running-based anaerobic sprint test be used to predict anaerobic capacity? JEPonline 15 (2): 90-99.