

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA ANAERÓBIA EM JOGADORES DE FUTEBOL

Gabriel Barbero Gagliardi¹
João Fernando Laurito Gagliardi²

RESUMO

O objetivo deste artigo foi fazer uma revisão dos testes de determinação de potência anaeróbia (PAN) e suas aplicações em atletas de futebol profissional. A manifestação da PAN depende, basicamente, da relação hiperbólica entre força e velocidade. Valores ótimos de potência são atingidos para um ponto ótimo da relação força-velocidade, geralmente encontrada numa faixa intermediária entre a zona de desenvolvimento da força máxima e a da velocidade máxima. Um fato importante envolvendo a obtenção da PAN é que as principais variáveis empregadas para prover essas informações de PAN, como o Salto Vertical (*Sargent Jump*), o teste de Escada (Margaria), os testes *All-out* (*Wingate*) e o teste Isocinético (menos utilizados para esse fim), foram validados por constructo teórico, assumindo que o maior pico de potência mecânica ou o menor tempo para alcance do pico de potência mecânica estão associados à maior potência do sistema anaeróbio. Esta pesquisa baseia-se em uma revisão, em que são apresentados tais métodos de determinação de potência anaeróbia, seguidos de estudos relacionados, realizados nos últimos 10 anos em atletas da modalidade, principalmente no Brasil. Além das estratégias mencionadas, alguns testes menos tradicionais têm sido sugeridos para a avaliação do metabolismo anaeróbio. São eles: o Maximal Anaerobic Running Test (MART); a Corrida 5 x 30 metros; e o Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST). Estes testes têm como vantagem a proximidade com o futebol e a facilidade de aplicação, necessitando de aparato tecnológico de mais baixo custo. Atualmente, o RAST tem sido a estratégia preferida dos pesquisadores para estimativa da PAN, provavelmente por sua praticidade tanto em relação a forma de

Recebido para publicação em 01/2015 e aprovado em 08/2015.

¹Universidade Federal de Viçosa (aluno de pós-graduação).

²Centro Universitário FIEO.

aplicação, tempo gasto e proximidade com a realidade da modalidade, quanto à possibilidade de se ter também indicativo da capacidade aeróbia e do índice de fadiga, parâmetros importantes na prescrição de treinamento. Contudo, é vital que os profissionais que fazem uso dessa estratégia tenham cuidados quanto à precisão da medida e qualidade do piso, para não terem seus resultados distorcidos.

Palavras-chave: Futebol, avaliação, potencia aeróbica.

INTRODUÇÃO

O metabolismo aeróbio teve, ao longo do tempo, maior interesse científico devido à maior capacidade de fornecimento de energia para a contração muscular. No futebol, entretanto, um importante elemento que diferencia o nível de competitividade entre jogadores é a intensidade com que se pratica. O sucesso no desempenho em tarefas curtas, geralmente ≤ 3 minutos, ou em *sprints* em eventos de longa duração é, em grande parte, dependente do metabolismo anaeróbio, que responde entre 55% e 70% da energia necessária para realizar esforços máximos de 30 a 45 segundos de duração (YAMAMOTO; KANEHISA, 1995).

Dois aspectos do sistema anaeróbio são quantificados: a potência anaeróbia (PAN) e a capacidade anaeróbia (CAN). Enquanto a potência pode ser interpretada como a velocidade máxima de fornecimento de energia pelas vias anaeróbias, a capacidade representa o total de energia que essa via metabólica pode fornecer. Assim, enquanto o desempenho numa prova curta de velocidade é dependente, principalmente, da potência anaeróbia, ou seja, do quão rápido o sistema anaeróbio consegue prover energia, a manutenção de sucessivos *sprints* ao longo de um evento de duração prolongada, como no futebol, é dependente da capacidade anaeróbia ou do total de energia provida pelo metabolismo anaeróbio. Do ponto de vista metabólico, a potência é determinada, predominantemente, pela atividade do metabolismo alático (ATP-CP), enquanto a capacidade é determinada pela atividade do metabolismo láctico (degradação de glicogênio com produção de lactato). Contudo, uma vez que nem a potência é determinada exclusivamente pelo metabolismo alático, nem a capacidade somente pelo metabolismo láctico, a distinção entre eles não é totalmente possível (MATSUSHIGUE et al., 2003).

A manifestação da PAN depende, basicamente, da relação hiperbólica entre força e velocidade. Valores ótimos de potência são atingidos para um ponto ótimo da relação força-velocidade, geralmente encontrada numa faixa intermediária entre a zona de desenvolvimento da força máxima e a da velocidade máxima. Um fato importante envolvendo a obtenção da PAN é que as principais variáveis utilizadas para prover essas informações são mecânicas, e não metabólicas. Parte dos diferentes testes usados para obtenção de parâmetros de PAN, como o Salto Vertical, o teste de Escada, os testes *All-out* e o teste Isocinético, foram validados por constructo teórico, assumindo que o maior pico de potência mecânica ou o menor tempo para alcance do pico de potência mecânica estão associados à maior potência do sistema anaeróbio.

O objetivo deste artigo foi fazer uma revisão dos testes de determinação de potência anaeróbia e suas aplicações em atletas de futebol profissional.

METODOLOGIA

Esta pesquisa baseia-se em uma revisão, em que são apresentados os métodos de determinação de potência anaeróbia, seguidos de estudos relacionados, realizados nos últimos 10 anos em atletas da modalidade, principalmente no Brasil. Procurou-se levantar algumas limitações das técnicas empregadas a fim de permitir melhor entendimento sobre as mesmas.

Os testes para avaliação anaeróbia são indicativos de “potência” e “capacidade”. A dificuldade está em analisar a dinâmica complexa desses componentes. Um importante fator que recai sobre esses conceitos são os efeitos da eficiência mecânica (EM), razão entre trabalho mecânico realizado e o total de energia despendida para o trabalho. Para que seja possível supor uma relação entre potência e capacidade anaeróbia e a potência mecânica produzida, deve-se assumir também que fatores que interferem na EM estejam controlados, como a massa corporal total, distribuição da massa corporal, variações nas proporções corporais entre músculo e tendões, variações na orientação e comprimento de fibras e a técnica de execução do movimento; entretanto, na maioria das vezes, esses fatores não são

controlados, ou sequer conhecidos, durante os testes para avaliação anaeróbia (MATSUSHIGUE et al., 2003).

A seguir são apresentados os testes de potência anaeróbia propostos pela literatura. A escolha de um protocolo para o futebol dependeria basicamente do quão próximo se possa reproduzir situações similares a essa modalidade, porém nem sempre é possível fazê-lo.

Testes de estimativa da PAN

Salto Vertical (Sargent Jump): Em sua forma original, proposta por D.A. Sargent (1924), este teste fornece um indicativo de trabalho mecânico, uma vez que se considerava apenas o deslocamento vertical. Para que a potência possa ser estimada, é necessário calcular o trabalho realizado e estimar o tempo de voo. Diferentes equações foram propostas considerando-se o trabalho realizado antes da fase de voo, como, por exemplo, o movimento realizado por braços e pernas, e a estimativa da fase de impulso (VANDEVALLE et al., 1987). Com o uso da plataforma de força, tornou-se possível a medida da potência instantânea durante o salto vertical. Como a aceleração do centro de massa é igual à força externa aplicada ao corpo, dividida pela massa corporal, a potência instantânea é obtida pela integração da curva aceleração-tempo (VANDEWALLE et al., 1987). Para que os resultados deste teste possam ser comparados entre sujeitos, deve haver correção dos valores obtidos pela massa corporal do sujeito, da seguinte forma: $DVC = 2,21 \times \text{peso do sujeito (kg)} \times [\text{deslocamento vertical (m)}]^{1/2}$, em que DVC é a distância de salto corrigida pela massa corporal. A aplicação deste teste permite ainda algumas variações, como a saída em posição estática (com agachamento prévio) e a saída com auxílio de ações musculares contramovimento, utilizando a energia elástica dos membros inferiores, ou ainda a saída com o auxílio apenas dos membros superiores. Dessa forma, numa comparação direta entre dois sujeitos com diferentes massas corporais, porém com igual deslocamento vertical, o sujeito com maior massa realizará maior trabalho mecânico.

Dal Pupo et al. (2010) investigaram a potência de membros inferiores em 20 jogadores da categoria sub 20 antes e depois de uma sequência de corridas de velocidade e relacionaram o desempenho deles com o nível de potência muscular, obtido a partir de variação do

Sargent Jump, quando se mensurou a altura média de três saltos consecutivos, realizados antes e 1,5 minuto após a sequência de corridas, quando se fez também coleta de lactato sanguíneo. Essa sequência de corridas baseava-se no protocolo do RAST, que também é indicativo de potência anaeróbia. Esses autores concluíram, contrariando hipótese inicial, que não houve redução significativa de potência muscular após a realização das corridas. Verificaram também, como esperado, correlação significativa e inversa entre altura média no salto e tempo no primeiro *sprint*, uma vez que ambos são indicativos de potência anaeróbia. Neste estudo, os testes foram realizados com cuidados metodológicos importantes, como a utilização de plataforma de força e fotocélulas elétricas para análise do tempo de deslocamento nos *sprints*.

Teste de Escada de Margaria

Sugerido em 1966, este teste prevê a utilização de uma escada com 9 a 11 degraus de 17,5 cm cada. Cada sujeito, localizado cerca de 2 m de distância do primeiro degrau, deve subir a escada a cada dois degraus, em velocidade máxima. Células fotoelétricas são posicionadas entre os degraus 2 e 3 e os degraus 8 e 9, para registro do tempo gasto para percorrer essa distância. A distância entre os degraus 2-3 e 8-9 é sugerida, baseada no tempo gasto até o alcance da velocidade máxima, em torno de 1,5-2,0 segundos, assim como no tempo de manutenção da velocidade máxima, em torno de 4-5 segundos. A PAN pode ser então estimada segundo a equação: $PAN (W) = [massa\ corporal\ (kg) \times 9,81\ m/s^2] \times [distância\ percorrida\ (m)] \times [tempo\ (s)]^{-1}$. Variações do teste de Margaria envolvem a subida de escada a cada três degraus e a aplicação de sobrecarga externa (MARGARIA-KALAMEN, 1968 apud VANDEWALLE et al., 1987). Provavelmente devido à baixa similaridade com a modalidade, não se encontraram artigos utilizando essa metodologia nos últimos 10 anos para estimativa da potência anaeróbia de atletas de futebol.

Testes de Cicloergômetro All-out

Os testes em cicloergômetro são sugeridos para a medida da PAN, porém também fornecem um indicativo da CAN. Estes testes

são caracterizados por esforços máximos de duração fixa, durante os quais a potência mecânica máxima deve ser atingida. Uma vez que a potência de pico deve ser obtida no ponto ótimo da relação força-velocidade, o ponto mais relevante para utilização desses protocolos é a identificação da carga ótima a ser aplicada à frenagem do equipamento, pois a velocidade empregada na pedalada durante estes testes é sempre máxima. O primeiro exemplo de testes dessa natureza é o protocolo de Quebec. Este método emprega um *sprint* de 10 ou 90 segundos, com carga equivalente a 0,09 ou 0,05 kgf/kg de peso corporal, respectivamente (MATSUSHIGUE et al., 2003). Após a manutenção da cadência do pedal em 80 rpm nos primeiros segundos de teste, o avaliador ajusta a carga de trabalho e o sujeito pedala durante 10 ou 90 segundos, com velocidade máxima. Por meio de um sistema de células fotoelétricas, é possível a contagem da frequência do pedal, permitindo o cálculo da potência mecânica máxima e do índice de fadiga, representado pelo percentual de declínio na potência gerada.

Hespanhol et al. (2008) constataram aumento na potência média e máxima em jogadores profissionais de futebol, com treinamento específico de corrida intermitente de alta intensidade (16 semanas), utilizando o teste de Quebec (10s). Vale lembrar que a especificidade do teste não corresponde a movimentos do futebol.

Outro protocolo *all-out* é o teste proposto por Maréchal et al. (1979). Com o objetivo de facilitar a escolha da carga ótima, eles sugeriram que diferentes cargas sejam aplicadas durante *sprints* de 5-7 segundos de duração. O maior valor de potência mecânica atingido durante estes *sprints* é adotado para representar a PAN (VANDEWALLE et al., 1987). Como este teste supõe uma função hiperbólica na relação força-velocidade, um número razoável de *sprints* deve ser aplicado para que o ponto ótimo dessa relação seja identificado. Isso pode fazer com que este método se torne dispendioso, visto que um intervalo razoável de recuperação deve ser observado entre os *sprints*. Talvez por esse motivo também não tenham sido encontrados artigos relacionados a essa metodologia aplicados à modalidade futebol nos últimos 10 anos.

Um dos testes mais tradicionais empregados para avaliação anaeróbia em cicloergômetro, por vezes utilizado para validação de novos testes anaeróbios, é o teste de Wingate. Neste teste, o sujeito deve pedalar em velocidade máxima durante 30 segundos, contra uma

resistência geralmente situada entre 7 e 10 kgf/kg de peso corporal (FRANCHINI, 2002). Como comentado, a escolha da sobrecarga a ser aplicada é um aspecto importante na obtenção dos índices fornecidos por este tipo de teste. Como observado nos outros testes *all-out*, a curva de potência mecânica no teste de Wingate tem comportamento em forma de “U” invertido, quando incrementos progressivos são feitos na sobrecarga utilizada. Dessa forma, a carga a ser aplicada deve ser escolhida de acordo com o nível de aptidão física, os membros utilizados no teste e o gênero do indivíduo, entre outros aspectos. A potência de pico, geralmente atingida entre 3 e 5 segundos de teste, é considerada um indicativo direto da capacidade do sistema ATP-CP em prover energia (FRANCHINI, 2002). A potência mecânica gerada nos 30 segundos de teste é denominada potência média, refletindo, provavelmente, a resistência localizada do grupo muscular ativado. Ela deve ser, teoricamente, dependente da capacidade dos sistemas ATP-CP e glicolítico em prover energia (FRANCHINI, 2002). Contudo, como ressaltado, é difícil distinguir o metabolismo do ATP-CP do metabolismo glicolítico (VANDEWALLE et al., 1987). Assume-se que a PAN seja fornecida pela potência mecânica de pico, enquanto a CAN, através da potência média. O teste de Wingate também fornece o índice de fadiga, calculado pelo percentual de decréscimo na potência gerada em relação à potência de pico atingida. Este índice informa a queda de desempenho durante o teste, sendo provável que a capacidade do sujeito em suportar altos níveis de acidose metabólica seja um fator determinante deste índice.

Contrariando resultados de outros trabalhos, Campeiz e Oliveira (2006), ao compararem diferentes categorias, através do Wingate, não encontraram diferenças estatisticamente significantes em atletas profissionais, juniores e juvenil competitivo ($Pot_{max\ juvenil} = 11,2 \pm 0,9 W.kg^{-1}$ x $Pot_{max\ juniores} = 11,2 \pm 1,0 W.kg^{-1}$ x $Pot_{max\ adulto} = 11,5 \pm 1,3 W.kg^{-1}$). Na verdade, os valores apresentados, embora não discutidos, sugerem semelhanças entre as categorias juvenil e juniores. Interessante também notar que os valores apresentados neste estudo são mais elevados que os de estudos anteriores que empregam a mesma metodologia.

Utilizando-se da mesma técnica de medida, Asano et al. (2009) compararam a potência anaeróbia em três categorias de base de um clube, avaliada em período competitivo ($Pot_{max\ sub13} = 7,2 \pm 1,2 W.kg^{-1}$ x

$Pot_{\max \text{ sub } 15} = 9,5 \pm 1,8 \text{ W.kg}^{-1}$ x $Pot_{\max \text{ sub } 17} = 9,8 \pm 0,8 \text{ W.kg}^{-1}$), encontrando diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) entre o sub 13 e os demais grupos, mostrando elevação dessa capacidade com o aumento da idade. Asano et al. (2013), em outro estudo visando verificar a existência de diferença entre categorias, também a partir do teste de Wingate, encontraram elevação da potência máxima em função do aumento da idade ($Pot_{\max \text{ sub } 15} = 9,0 \pm 1,5 \text{ W.kg}^{-1}$ x $Pot_{\max \text{ sub } 17} = 9,6 \pm 1,4 \text{ W.kg}^{-1}$ x $Pot_{\max \text{ sub } 20} = 9,9 \pm 1,3 \text{ W.kg}^{-1}$ x $Pot_{\max \text{ adulto}} = 9,8 \pm 1,3 \text{ W.kg}^{-1}$), atingindo a maturidade na categoria sub 20.

Ao comparar o desempenho entre jovens praticante federados de futebol e jovens não praticantes, Ferreira et al. (2013) encontraram diferenças estatisticamente significantes no desempenho anaeróbio relativo (potência máxima e potência média), obtidas a partir do teste de Wingate, com superioridade dos primeiros, sugerindo que a prática desportiva fosse a responsável por isso. Os valores apresentados para o grupo de futebolistas foram, respectivamente, de $9,83 \pm 0,68 \text{ W.kg}^{-1}$ e $6,99 \pm 0,61 \text{ W.kg}^{-1}$.

Teste Isocinético: Embora menos aplicados, os testes isocinéticos também são usados para obtenção da PAN, além de torque e trabalho. Estes testes também estão baseados na suposição de uma relação hiperbólica na curva força-velocidade. Testes isocinéticos são monoarticulares, e a estimativa da PAN por estes métodos requer que algumas condições sejam satisfeitas, como: 1) as unidades motoras recrutadas devem ser as mesmas para todas as forças e velocidades; 2) as forças e velocidades devem ser calculadas para os mesmos instantes, durante o movimento; 3) a velocidade deve ser constante durante o movimento, pois do contrário a inércia do equipamento e do segmento testado deve ser considerada; e 4) as forças e velocidades devem ser medidas no mesmo comprimento muscular e ângulo articular. Como esses detalhes são dificilmente satisfeitos em situações de teste, a sua validade é frequentemente questionada (VANDEWALLE et al., 1987). Entretanto, se satisfeitas as condições, confiáveis estimativas da PAN podem ser obtidas em testes isocinéticos.

Cometti et al. (2001) avaliaram a força muscular e potência anaeróbia em equipes de diferentes níveis técnicos (elite, subelite e amadores) do futebol francês. Através de equipamento isocinético, analisaram a força de extensores e flexores do joelho em velocidades angulares concêntricas de $60^\circ.\text{s}^{-1}$, $120^\circ.\text{s}^{-1}$, $180^\circ.\text{s}^{-1}$, $240^\circ.\text{s}^{-1}$ e $300^\circ.\text{s}^{-1}$

e velocidades excêntricas de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $120^{\circ} \cdot s^{-1}$, computando o pico de torque da melhor de três tentativas. Analisaram também a potência através dos testes de impulsão vertical, corridas de velocidade de 10 e 30 m e velocidade máxima da bola chutada. Concluíram, como esperado, que o pico de torque é estatisticamente superior em flexores ($p < 0,05$) nos atletas profissionais de elite, quando comparados a amadores, em praticamente todas as velocidades angulares (exceto $300^{\circ} \cdot s^{-1}$), e entre profissionais subelite e amadores, nas velocidades angulares de $120^{\circ} \cdot s^{-1}$, $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $240^{\circ} \cdot s^{-1}$. Nos testes de *sprint*, a velocidade dos jogadores é estatisticamente maior nos 10 primeiros metros, quando comparados com amadores, porém as diferenças entre os grupos aos 30 m não são estatisticamente significantes. No salto de impulsão vertical com saída parada e contramovimento, o grupo de amadores, surpreendendo os pesquisadores, obteve resultados maiores, com diferenças significativas quando comparados com atletas de subelite. Por último, no tocante à velocidade da bola, os grupos não mostraram diferenças estatisticamente significantes. Esses resultados geram dificuldades em estabelecer quais capacidades físicas e quais testes poderiam estar associados ao desempenho na modalidade.

Goulart et al. (2007) compararam o pico de torque, o trabalho muscular total, a potência máxima e o índice de fadiga isocinético dos músculos flexores e extensores do joelho de jogadores de futebol da categoria sub 20, através de avaliação isocinética, concluindo que os zagueiros apresentaram valores estatisticamente menores para potência máxima, pico de torque e trabalho muscular total, em comparação às outras posições, e maior índice de fadiga dos laterais quando comparado aos atacantes, demonstrando características diferentes entre as posições.

Métodos Alternativos de Avaliação Anaeróbia

Alguns testes menos tradicionais têm sido sugeridos para a avaliação do metabolismo anaeróbio, como o Maximal Anaerobic Running Test (MART), a corrida de 5 x 30 metros e o Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST). Esses testes têm como vantagem a proximidade com o futebol e a facilidade de aplicação, necessitando de aparato tecnológico de mais baixo custo.

O MART, ou teste de máxima corrida anaeróbia, prevê a execução de: a) três saltos máximos do tipo “contramovimento”,

realizados em plataforma de força, com medida do lactato sanguíneo pós-salto; b) corridas de 20 segundos, intercaladas com 100 segundos de pausa, as quais começam em alta velocidade, com incrementos de ~1,4 km/h, e prosseguem até o alcance da exaustão - há medida das concentrações de lactato de pico; e c) após intervalo de 2,5 a 5 minutos, outra sequência de três saltos é executada (MATSUSHIGUE et al., 2003). Dessa forma, enquanto a PAN pode ser obtida através da velocidade máxima atingida na esteira, ou através da altura dos saltos pré e pós-corrida, um indicativo da CAN poderia ser obtido pelas concentrações de lactato de pico, embora este método possua as limitações já destacadas. Um teste alternativo para obtenção da PAN e CAN é o teste de cinco corridas de 30 metros (MATSUSHIGUE et al., 2003). Cinco corridas máximas de 30 metros, com pausas passivas de um minuto, são executadas. As concentrações de lactato pós-esforço são determinadas. As suposições centrais deste teste são: menores concentrações de lactato após a primeira corrida indicam maior PAN, pois sugerem maior participação do sistema ATP-CP; e maiores concentrações de lactato ao final da quinta corrida indicam maior CAN. A limitação deste teste está na utilização do lactato como marcador do metabolismo anaeróbio (KISS, 2003). Contudo, essa limitação poderia ser contornada na medida em que velocidade de pico e trabalho sejam calculados.

O mais utilizado tem sido o RAST, ou teste de corridas de velocidade, que se baseia em seis tiros de 35 m, com intervalo de 10 s para recuperação. Proposto por Zacharogiann et al. (2004), considera apenas o tempo de execução de cada tiro para se fazer a estimativa de potência máxima, média e mínima. Menos preciso que os testes anteriores, constitui uma estratégia menos invasiva, embora alguns estudos façam coleta de lactato após o último tiro. O cálculo de potência é dado por: $Pot (w) = [Massa\ Corporal (kg)] \times [Distância (m)]^2 \times [Tempo (s)]^{-3}$, enquanto o Índice de Fadiga = $[Pot\ máxima (w) - Pot\ mínima (w)] \times 100 : [Pot\ máxima (w)]$. Em 2009, Braz e colaboradores sugeriram que este teste fizesse parte de uma bateria de testes de capacidades motoras em futebolistas, justificando a proximidade entre este e a realidade de jogos.

Braz et al. (2007) verificaram melhora estatisticamente significativa ($p < 0,001$) da potência anaeróbia máxima e média no período preparatório de seis semanas em 29 atletas de profissionais

de futebol de equipe de Minas Gerais ($Pot_{max\ PRE} = 9,26 \pm 0,84\ W.kg^{-1}$ x $Pot_{max\ POS} = 9,44 \pm 0,51\ W.kg^{-1}$; $Pot_{med\ PRE} = 7,53 \pm 0,52\ W.kg^{-1}$ x $Pot_{med\ POS} = 7,71 \pm 0,71\ W.kg^{-1}$). No entanto, aqui não foi descrito como o tempo foi mensurado (cronômetro manual vs célula fotoelétrica), o que poderia mascarar os resultados.

Spigolon et al. (2007) analisaram a potência anaeróbia em diferentes categorias, através do RAST, em 74 atletas de uma equipe do campeonato paulista. Encontraram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,01$) entre as categorias sub 15, sub 17 e sub 20 para potência máxima ($Pot_{max\ sub15} = 8,58 \pm 0,85\ W.kg^{-1}$ x $Pot_{max\ sub17} = 9,79 \pm 1,29\ W.kg^{-1}$ x $Pot_{max\ sub20} = 10,82 \pm 1,08\ W.kg^{-1}$ x $Pot_{max\ profissional} = 11,32 \pm 1,23\ W.kg^{-1}$) e potência média ($Pot_{med\ sub15} = 6,97 \pm 0,64\ W.kg^{-1}$ x $Pot_{med\ sub17} = 7,82 \pm 1,02\ W.kg^{-1}$ x $Pot_{med\ sub20} = 8,74 \pm 0,92\ W.kg^{-1}$ x $Pot_{med\ profissional} = 9,29 \pm 1,01\ W.kg^{-1}$), sugerindo que tal achado seja considerado na planificação dos treinamentos. Embora a diferença entre sub 20 e atletas profissionais não seja significativa, percebe-se também uma tendência de crescimento tanto na potência máxima quanto na potência média.

Alves et al. (2010) compararam variáveis anaeróbias entre profissionais (primeira divisão do campeonato mineiro) e juniores (campeonato regional de juniores) através do RAST, não encontrando diferenças estatisticamente significantes a não ser no índice de fadiga (maior no grupo de juniores).

Para Coledam et al. (2010), a potência anaeróbia avaliada a partir do RAST em 25 atletas profissionais de futebol (equipe de quarta divisão do campeonato paulista), antes e após o período competitivo (20 semanas), após pré-temporada (oito semanas), não apresentou diferença estatisticamente significativa ($Pot_{max\ PRE} = 10,7 \pm 0,95\ W.kg^{-1}$ x $Pot_{max\ POS} = 10,83 \pm 0,87\ W.kg^{-1}$). Apesar disso, os resultados permitiriam considerar tendência de melhora na Potência Máxima ($p=0,16$), o que não seria esperado, e tendência de piora no Índice de Fadiga ($p = 0,17$) ao final da competição. Como limitação, o tempo foi aferido a partir de cronômetro manual, o que compromete a precisão da medida.

Cetolin et al. (2013) compararam a potência anaeróbia em função da posição tática dos jogadores em equipes de 1ª e 2ª divisões do Estadual do Rio Grande do Sul ($Pot_{max\ laterais} = 11,59 \pm 1,8\ W.kg^{-1}$ x $Pot_{max\ atacantes} = 10,62 \pm 1,9\ W.kg^{-1}$ x $Pot_{max\ meio\ campistas} = 10,52 \pm 1,6$

$W.kg^{-1} \times Pot_{max\ zagueiros} = 10,09 \pm 1,7 W.kg^{-1} \times Pot_{max\ goleiros} = 9,76 \pm 1,8 W.kg^{-1}$). A análise estatística permitiu concluir que houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre laterais e meio-campistas, zagueiros e goleiros.

Já Kalva-Filho et al. (2013) analisaram diferentes condições de calçados (tênis e chuteira) e superfícies (pista e grama) na aplicação deste teste (RAST) em oito jogadores de futebol de categoria sub 17, com valores estatisticamente superiores na potência máxima e potência média na condição tênis-pista ($Pot_{max} = 11,7 \pm 1,2 W.kg^{-1} \times Pot_{med} = 9,6 \pm 0,8 W.kg^{-1}$), em comparação com a condição chuteira-grama ($Pot_{max} = 10,3 \pm 1,1 W.kg^{-1} \times Pot_{med} = 8,6 \pm 1,2 W.kg^{-1}$).

Alguns pesquisadores têm se utilizado de softwares para fazer a análise de distâncias percorridas, número e velocidade de *sprints* durante as partidas, o que de certa forma permite uma análise mais complexa do atleta, uma vez que considera todos os aspectos intervenientes relacionados à modalidade (fatores estes limitantes na aplicação de testes em laboratórios ou simulações). Trabalhos como os de Di Salvo et al. (2007, 2009, 2010) compararam a capacidade de realizar *sprints* em função das posições dos atletas da Liga Espanhola e Liga dos Campeões (2002/2003 e 2003/2004), da Liga Inglesa (2003/2004 a 2005/2006), Liga dos Campeões da Europa e na UEFA (2002 a 2006), concluindo que os armadores têm maior capacidade de manutenção de velocidade em *sprints* repetidos, sendo normalmente os zagueiros com menor capacidade para essa façanha, e que há queda de rendimento no segundo tempo. Esses achados reforçam a ideia da importância da potência e capacidade anaeróbia para jogadores de futebol, embora não consigam quantificá-la. Análises desse tipo são interessantes ao longo de um campeonato para verificar os momentos de queda de rendimento ou a manutenção de uma condição ótima de performance.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto, muitas são as estratégias para se chegar a valores de potência anaeróbia, e, dentro de cada método, variações metodológicas podem mascarar os valores mensurados. Os resultados das comparações entre posições de atletas, entre categorias de idade e níveis de equipes não são unânimes, dificultando em parte a criação de parâmetros de referência.

Atualmente o RAST tem sido a estratégia preferida dos pesquisadores, provavelmente por sua praticidade tanto em relação a forma de aplicação, tempo gasto e proximidade com a realidade da modalidade, quanto à possibilidade de se ter também indicativo da capacidade aeróbia e do índice de fadiga, parâmetros importantes na prescrição de treinamento. Entretanto, é vital que os profissionais que fazem uso dessa estratégia tenham cuidados quanto à precisão da medida e qualidade do piso, a fim de não terem seus resultados distorcidos.

METHODS OF ANAEROBIC POWER EVALUATION IN SOCCER PLAYERS

ABSTRACT

This article's aim was to review the anaerobic power (AP) determination tests and their applications in professional soccer players. The AP manifestation depends basically on the hyperbolic relation between force and speed. Great power values are achieved for the optimum point of the force-speed relation, usually found in a mid-range between the development zone of maximum force and maximum speed. An important fact involving obtaining the AP is that the main variables used to provide such AP information, as the Vertical Jump (Sargent Jump), the staircase test (Margaria), the All-out tests (Wingate) and Isokinetic test (less used for this purpose), were validated by theoretical construct, assuming that the largest mechanical power peak or the shortest time to reach the mechanical power peak are associated to the anaerobic system's higher power. This research is based on a review, in which are presented such methods of anaerobic power determination, followed by related studies performed in the last 10 years with this sport's athletes, especially in Brazil. Besides the strategies mentioned, some less traditional tests have been suggested for the anaerobic metabolism evaluation. They are: the Maximal Anaerobic Running Test (MART); the 5 x 30 meters Race; and the Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST). These tests have the advantage of closeness to soccer and are easy to be applied, requiring lower cost technological apparatus. Currently, the RAST has been the researchers' preferred strategy for AP estimation, probably by its practicality both for the application form, spent time and proximity to the sport reality, and for the possibility to be

also indicative of aerobic capacity and fatigue index, important parameters in training prescribing. However, it is vital that professionals who use this strategy be careful about the measure accuracy and the floor quality, to avoid having their results distorted.

Keywords: Soccer, evaluation, aerobic power.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.L.; MENDES, T.T.; COELHO, D.B.; SONCIN, R.; PEREIRA, E.R.; GARCIA, S.E. Análise das variáveis anaeróbias e antropométricas entre futebolistas profissionais e juniores. **Efdeportes** (Revista Digital), Buenos Aires, v.15, n.147, ago. 2010.

ASANO, R.Y.; BARTHOLOMEU NETO, J.; RIBEIRO, D.B.G.; BARBOSA, A.S.; SOUZA, M.A.F. Potência anaeróbia em jogadores jovens de futebol: comparação entre três categorias de base de um clube competitivo. **Brazilian Journal Biometry**, v.3, n.1, p. 76-82, 2009.

ASANO R.Y.; SALES, M.M.; MORAES, J.F.; COELHO, J.M.; BOTELHO NETO, W.; BARTHOLOMEU NETO, J.; CAMPELL C.S.; SIMÕES, H.G. Comparação da potência e capacidade anaeróbia em jogadores de diferentes categorias de futebol. **Motricidade**, v.9, n.1, p. 5-12, 2013.

BRAZ, T.V.; DOMINGOS, M.M.; FLAUSINO, N.H; FREITAS, W.Z.; MESSIAS, M.C.- Análise do desenvolvimento das capacidades físicas potência anaeróbica, potência aeróbica, velocidade e força explosiva durante período preparatório de 6 semanas em futebolistas profissionais. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, v. 6, n. 1, p. 61-66, 2007.

BRAZ, T.V.; SPIGOLON, L.M.P.; BORIN, J.P. Proposta de bateria de testes para monitoramento das capacidades motoras em futebolistas. **Revista da Educação Física**, Maringá, v. 20, n. 4, p. 569-75, 2009.

CAMPEIZ, J.M.; OLIVEIRA, P.R. Análise comparativa de variáveis antropométricas e anaeróbias de futebolistas profissionais, juniores e juvenis. **Movimento & Percepção**, Espírito Santo de Pinhal, SP, v.6, n.8, jan./jun. 2006.

CETOLIN, T.; FOZA, V.; SILVA, J.F.; GUGLIELMO, L.G.A.; SIQUEIRA, O.D.; CARDOSO, M.F.S.; CRESCENTE, L.A.B. Comparison of

anaerobic power between tactical positions in soccer players: a retrospective study. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desenvolvimento Humano**, v.15, n.4, p. 507-16, 2013.

COLEDAM, D.H.C.; SANTOS, D.; SANTOS, J.W. Avaliação da potência anaeróbia antes e após o período competitivo em atletas profissionais de futebol. **Conexões: revista da faculdade de Educação Física da UNICAMP**, Campinas, v.8, n.2, p. 93-102, mai./ago. 2010.

COMETTI, C.; MAFFIULETTI, N.A.; POUSSON, M.; CHATARD, J.C.; MAFFULLI, N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite e amateur french soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 22 n. 1, p. 45-51, 2001.

DAL PUPO, J.; ALMEIDA, C.M P.; DETANICO, D.; SILVA, J.F.; GUGLIELMO, L.G.A.; SANTOS, S.G. Potência muscular e capacidade de sprints repetidos em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desenvolvimento Humano**, v.12, n.4, p. 255-61, 2010.

DI SALVO, V.; BARON, R.; TSCHAN, H.; CALDERON MONTERO, F.J.; BACHL, N.; PIGOZZI, F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n.3, p. 222-7, 2007.

DI SALVO, V.; GREGSON, W.; ATKINSON, G.; TORDOFF, P.; DRUST, B. Analysis of high intensity activity in Premier League Soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 3, p. 205-12, 2009.

DI SALVO, V.; BARON, R.; GONZALES HARO, C.; GORMASZ, C.; PIGOZZI F.; BACHL, N. Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. **Journal Sports Science**, v. 28, n. 14, p. 1489-94, 2010.

FERREIRA, M.; NOITE, J.; FERNANDES, R.; FERNANDO, C.; BRITO, A.M.V. Desempenho anaeróbio em jovens praticantes federados de futebol. **Revista da UIIPS – Instituto Politécnico de Santarém – Repositório Científico**, Portugal, v. 1, n. 1, artigo 18, p. 287-99, 2013.

FRANCHINI, E. Teste anaeróbio de Wingate: conceitos e aplicação. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 1, n. 1, p. 11-27, 2002.

GOULART, L.F.; DIAS, R.M.R.; ALTIMARI, L.R. Força isocinética de jogadores de futebol categoria sub-20: comparação entre diferentes posições de jogo. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 9, n. 2, jun. 2007.

HESPANHOL, J.E.; ARRUDA, M.; PRATES, J.M.; MATHIAS, F.H. Desempenho intermitente em jovens futebolistas após um programa de treinamento da capacidade anaeróbia. **Movimento & Percepção**, Espírito Santo de Pinhal, SP, v. 9, n. 13, p. 111-22, jul./dez. 2008.

KALVA-FILHO, C.A.; LOURES, J.P.; FRANCO, V.H.; ZAGATTO, A.M.; PAPOTI, M. Comparação da potência anaeróbia mensurada pelo teste de RAST em diferentes condições de calçado e superfícies. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 2, p. 139-42, mar./abr. 2013.

MATSUSHIGUE, K.A.; FRANCHINI, E.; KISS, M.A.P.D.M. Potência e capacidade anaeróbias. In: KISS, M.A.P.D.M. **Esporte e exercício: avaliação e prescrição**. São Paulo: Roca, 2003.

SPIGOLON, L.M. P.; BORIN, J.P.; LEITE, G.S.; PADOVANI, C.R.P.; PADOVANI, C.R. Potência anaeróbia em atletas de futebol de campo: diferenças entre categorias. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, v. 6, n. 1, p. 421-428, 2007.

VANDEWALLE, H.; PERES, G.; MONOD, H. Standard anaerobic exercise tests. **Sports Medicine**, v. 4, p. 268-89, 1987.

YAMAMOTO, M.; KANEHISA, H. Dynamics of anaerobic and aerobic energy supplies during sustained high intensity exercise on cycle ergometer. **European Journal of Applied Physiology**, v.77, pag445-51, 1995.

ZACHAROGIANNIS, E.; PARADISIS, G.; TZIORTZIS, S. An evaluation of tests of anaerobic power and capacity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.36, n.5, S.116, 2004.

Endereço para correspondência:

Rua profa. Deolinda Lage, 25
29965-000 Itaunas - ES
E-mail: gagliardigabriel@hotmail.com