

1. INTRODUÇÃO

A escolha da estratégia de prova visando o sucesso do atleta tem sido identificada como um fator importante para o desempenho em inúmeras modalidades esportivas, tais como ciclismo, patinação de velocidade, canoagem e corrida (FOSTER, SNYDER, THOMPSON, GREEN, FOLEY & SCHRAGER, 1993; DE KONNNG, BOBBERT & FOSTER, 1999; MATTERN, KENEFICK, KERTZER & QUINN, 2001). No atletismo, sobretudo nas competições de longa duração, ou seja, tempo de prova acima de 10 minutos, o efeito da regulação da velocidade ou estratégia de corrida pode ser determinante para o sucesso do desempenho (ALBERTUS, TUCKER, GIBSON, LAMBERT & NOAKES, 2005; TUCKER, 2009).

Um dos fatores mais importantes que permite o estabelecimento de uma estratégia adequada é o conhecimento do ponto final da prova a ser cumprida (COQUART & GARCIN, 2008). Além disso, o ritmo adotado no trecho inicial pelos atletas tem como objetivo obter uma boa posição no grupo e pode determinar a estratégia ideal (TUCKER; LAMBERT & NOAKES, 2006; TUCKER & NOAKES, 2009). No entanto, estudos que investigaram estratégias de ritmo são limitados e centraram sua análise, por muitos anos, em eventos esportivos com uma duração máxima de cinco minutos.

ROBINSON, ROBINSON, MOUNTJOY e BULLARD (1958) investigaram as estratégias adotadas em uma corrida de 1.200m e descobriram que um começo lento, com uma posterior finalização rápida, em geral produziam os melhores desempenhos. Por outro lado, LEGER e FERGUNSON (1974) também controlaram os primeiros 1.200m em uma corrida de uma milha e não encontraram diferenças significantes entre qualquer estratégia adotada, seja a formada por um ritmo de início rápido seguido de desaceleração gradual, ou mesmo uma composta por um ritmo relativamente mais lento seguido de finalização rápida.

Posteriormente, FOSTER, SCHRAGER, SNYDER e THOMPSON (1994) acompanharam patinadores de velocidade de alto nível de desempenho e descobriram que, durante a prova de 1.500m para homens, o atleta que adotou a estratégia de início mais rápido, obteve o melhor resultado na competição. Dado que essas investigações estudaram somente eventos esportivos com duração inferior a

cinco minutos, ainda não era compreendido se estes resultados seriam encontrados em eventos mais longos.

MATTERN, KENEFICK, KERTZER e QUINN (2001) investigaram as estratégias de ritmo em eventos com duração superior a dez minutos. Neste estudo os autores descobriram que um esforço moderado empregado na fase inicial de uma prova de ciclismo, resultava na melhor estratégia e consequentemente no melhor desempenho. Além disso, os autores relataram que, os atletas que adotaram uma estratégia de início rápido relacionada com uma carga mais intensa de trabalho, produziram maior concentração de lactato sanguíneo que permaneceu elevada durante toda tarefa e isso estaria associado com fadiga precoce e menor produção de força muscular, e como consequência resultaram em piores desempenhos.

Os diferentes resultados apresentados pelos trabalhos anteriores, no que diz respeito ao sucesso da regulação da velocidade nos trechos iniciais de provas esportivas, bem como o desempenho de atletas são distintos. Além disso, a duração das tarefas e as modalidades esportivas analisadas são bastante heterogêneas. Em que medida, no entanto, os dados dos trabalhos apresentados, possam dizer respeito à corrida com duração aproximada de treze minutos, como nos resultados obtidos por corredores de 5.000m de alto nível de desempenho, ainda não foi determinado com clareza.

Nesta prova do atletismo, muitos são os fatores que interferem no desempenho dos atletas, entre alguns marcadores fisiológicos preditores incluem-se a intensidade relativa à velocidade correspondente ao consumo máximo de oxigênio ($vVO_{2\text{máx}}$), o tempo de exaustão na $vVO_{2\text{máx}}$ (T_{lim}) e o limiar anaeróbio (LAn) (DENADAI, ORTIZ & MELLO, 2004; MCLAUGHLIN, HOWLEY, BASSET, THOMPSON & FITZHUGH, 2010; SOUZA, VIEIRA, BALDI, GUGLIELMO, LUCAS & DENADAI, 2011).

A percepção subjetiva de esforço (PSE) apresentada por BORG (1982) tem sido amplamente empregada na avaliação do desempenho de corredores (GARCIN, MILLE-HAMARD & BILLAT, 2004; SEILER & SJURSEN, 2004). Ela é resultante de complexas interações entre as respostas metabólicas, cognitivas e contextuais passadas e atuais, que determinam o ritmo a ser empregado em determinada tarefa.

Evidências têm sugerido que os ajustes de potência muscular e PSE sofrem influência de um modelo de programação denominado teleantecipação, assim é provável que o desempenho de corredores não dependa apenas do potencial metabólico, mas, sobretudo da elaboração da estratégia adotada, visando o melhor rendimento (JONES & WHIPP, 2002; TUCKER, 2009; NOAKES; TUCKER & NOAKES, 2009).

Como apresentado anteriormente, a observação nas mudanças de regulação da velocidade durante a competição levou muitos pesquisadores a analisar o *pacing* durante eventos esportivos como um componente estratégico importante na avaliação do desempenho. Alguns trabalhos estudaram este componente da estratégia de prova em diferentes modelos de análise, tais como: os efeitos das informações da distância sobre marcadores de desempenho e PSE (ALBERTUS, TUCKER, GIBSON, LAMBERT & NOAKES, 2005; FAULKNER, ARNOLD & ESTON, 2010); as mudanças na regulação da velocidade de corrida entre os recordistas mundiais (TUCKER, LAMBERT & NOAKES, 2006; NOAKES, LAMBERT & HAUMANN, 2008); os ajustes temporais de frequência cardíaca (FC) e de PSE (BERTUZZI, NAKAMURA, ROSSI, KISS & FRANCHINI, 2006; FAULKNER, PARFITT & ESTON, 2008); a influência do nível de desempenho e as relações com variáveis fisiológicas (LIMA-SILVA, BERTUZZI, PIRES, BARROS, GAGLIARDI, HAMMOND, KISS & BISHOP, 2010); o efeito da presença de um segundo corredor sobre o *pacing* e o comportamento da FC e da PSE (BATH, TURNER, BOSCH, TUCKER, LAMBERT, THOMPSON & GIBSON, 2011) e o impacto de diferentes estratégias de corrida no desempenho de 5-km (GOSZTYLA, EDWARDS, QUINN & KENEFICK, 2006).

Uma vez que poucas pesquisas foram realizadas sobre a análise da estratégia na prova de 5.000m com grupo de atletas bem treinados, o presente estudo pretende buscar evidências que determinem a existência de possíveis diferenças nos parâmetros fisiológicos, perceptuais e mecânicos que possam explicar o desempenho de corredores. Especialmente analisar a influência da regulação da velocidade no primeiro trecho de uma prova esportiva sobre a estratégia de corrida e seu impacto no desempenho.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Examinar a influência de variáveis fisiológicas, perceptuais e mecânicas nas diferentes estratégias de corrida e no desempenho de atletas.

2.2 Específicos

1. Classificar a estratégia de corrida através do desempenho em teste simulado de 5.000m em pista de atletismo;
2. Analisar as diferenças entre as médias de frequência cardíaca (FC), percepção subjetiva de esforço (PSE) e velocidades de corrida identificadas por trechos do teste simulado de 5.000m em pista de atletismo;
3. Identificar a velocidade de corrida associado ao limiar anaeróbio ($vLAn$), a velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio ($vVO_{2\max}$) e o pico de velocidade em esteira (PVE);
4. Verificar o grau de associação entre as variáveis obtidas em teste escalonado máximo ($vLAn$, $vVO_{2\max}$ e PVE) com as velocidades de corrida sustentadas em trechos do teste simulado de 5.000m em pista de atletismo.

3. JUSTIFICATIVA

O desempenho esportivo é o resultado de uma condição global que comprehende aspectos técnicos e táticos da modalidade, como também aspectos de saúde, fisiológicos, biomecânicos, cognitivos, psicológicos, genéticos e ambientais (KISS, 2003). Nesta condição, destaca-se a importância do treinamento para obtenção do melhor rendimento, incluindo-se o destaque para os aspectos táticos.

A corrida de 5.000m apresenta um componente estratégico importante a ser observado no que diz respeito ao ritmo adotado. A relação da estratégia de corrida com variáveis fisiológicas, perceptuais e mecânicas pode explicar as diferenças no desempenho de atletas.

No cotidiano de treinamento e no controle das sessões de treino, a FC apresenta-se como uma importante ferramenta através do uso de monitores cardíacos, devido à precisão de medidas, grande capacidade de armazenar informações e funções práticas (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003). A PSE é uma variável psicofísica que reflete como o sujeito percebe a intensidade da tarefa, ela é resultante de complexas interações entre as respostas metabólicas, cognitivas e contextuais passadas e atuais, que determinam o ritmo a ser empregado (BORG, 2000). A sua tomada é simples, desde que haja padronização por parte do avaliador e entendimento por parte do avaliado (NAKAMURA; MOREIRA & AOKI, 2010).

O pico de velocidade em esteira (PVE) é uma variável de desempenho que integra potência aeróbia máxima, velocidade de corrida associada ao $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($v\text{VO}_{2\text{máx}}$) e economia de corrida, sendo capaz de explicar a variabilidade de desempenho entre atletas (NOAKES; MYBURG & SCHALL, 1990; STRATTON, O'BRIEN, HARVEY, BLITVICH, McNICOL, JANISSEN, PATON & KNEZ, 2009). A velocidade de corrida associada ao limiar anaeróbio ($v\text{LAn}$) e a $v\text{VO}_{2\text{máx}}$ são variáveis preditoras do desempenho na corrida de 5.000m (SOUZA, VIEIRA, BALDI, GUGLIELMO, LUCAS & DENADAI, 2011). Dessa maneira torna-se interessante examinar as relações dessas variáveis com as diferentes estratégias de corrida e o desempenho de atletas especialistas na prova de 5.000m.

4. HIPÓTESE

Tem-se a hipótese de ocorrência de diferença no desempenho de atletas pela adoção de distintas estratégias de corrida que possam ser explicadas por parâmetros fisiológicos, perceptuais e mecânicos medidos em teste laboratorial e prova simulada de corrida em pista.

5. DELIMITAÇÃO

Este estudo delimitou-se a obter evidências de utilização de parâmetros fisiológicos, perceptuais e mecânicos pela relação com as diferentes estratégias de corrida adotadas por atletas em testes de desempenho.

Participaram voluntariamente do estudo corredores do gênero masculino, com idade igual ou superior a 21 (vinte e um) anos e pelo menos 3 (três) anos de prática esportiva na modalidade analisada. Todos devidamente registrados na Confederação Brasileira de Atletismo (CBAt) no ano de 2011.

As coletas de dados foram realizadas em duas situações experimentais, em campo, ou seja, na pista de atletismo e em laboratório, isto é, em esteira ergométrica.

6. REVISÃO DA LITERATURA

6.1 Corrida de 5.000m

Com origem na Antiguidade, a primeira referência de uma corrida de endurance, vem da décima quinta Olimpíada em 720 a.C. A prova era denominada *dolichos* e inspirava-se nas proezas dos mensageiros militares denominados *dromokerykes ou hemerodromoi*, que transportavam mensagens e instruções por grandes distâncias, principalmente em tempos de guerras. Todavia, não era um evento dos mais populares entre a civilização grega (MATTHIENSEN, 2007).

Dirigida pela International Association of Athletics Federations (IAAF), as provas de fundo no Atletismo compreendem as corridas de 5.000m, 10.000m e a maratona (42.195m). Especialmente, a corrida de 5.000m é realizada em pista oficial de quatrocentos metros, nela os atletas não estão balizados, ou seja, não são obrigados a correr em uma raia previamente determinada à largada, e a mesma é realizada em pé, sem o uso de blocos de partida. Oficialmente os corredores devem obedecer a dois comandos dados pelos juízes de prova: “aos seus lugares” e o respectivo sinal sonoro de partida, em seguida completam um percurso de doze voltas e meia na pista, totalizando a distância oficial da prova (MATTHIENSEN, 2007).

As competições internacionais mais importantes que abrigam a corrida de 5.000m destacam-se os Jogos Olímpicos e as etapas do Mundial de Atletismo da IAAF, incluindo a Diamond League e regionalmente os Jogos Pan-americanos. No território brasileiro o troféu Brasil de Atletismo merece destaque (MATTHIENSEN, 2007; IAAF, 2011).

A partir de meados do século 19, as corridas de fundo gozavam de grande interesse popular, e assim surgiu o primeiro tempo da prova de 5.000m registrado em 1º de novembro de 1897, ou seja, 16:34.60 (dezesseis minutos, trinta e quatro segundos e sessenta centésimos), obtido pelo gaulês George Touquet-Daunis (CBAt, 2011). Já na era da IAAF, temos a marca de 14:36.60 (quatorze minutos, trinta e seis segundos e sessenta centésimos), obtida pelo finlandês Johannes Kolehmainen em Estocolmo, em 10 de julho de 1912, na final da quinta Olimpíada da Era Moderna, após uma disputa empolgante com o francês Jean Bouin, que acabou superado nos metros finais, chegando em seguida por apenas um décimo de segundo (MATTHIENSEN, 2007; CBAt, 2011). De acordo com a Confederação Brasileira de Atletismo (2011), o primeiro recorde reconhecido no Brasil foi do atleta Francisco P. Amaral, vencedor do 1º Campeonato Brasileiro em 1925, com o tempo de 16:52.90 (dezesseis minutos, cinquenta e dois segundos e nove centésimos).

Segundo a IAAF (2011) o recorde olímpico na corrida de 5.000m é do etíope Kenenisa Bekele com o tempo de 12:57.82 (doze minutos, cinquenta e sete segundos e oitenta e dois centésimos) obtido na Olimpíada de 2008 na China. O mesmo atleta detém o recorde mundial da prova com o tempo de 12:37.35 (doze minutos, trinta e sete segundos e trinta e cinco centésimos) obtido na Holanda em 2004. A melhor marca no ano de 2011 é do britânico Mohamed Farah com o tempo de 12:53.11 (doze minutos, cinquenta e três segundos e onze centésimos) obtido em Mônaco numa das etapas da Mundial de Atletismo. Em relação aos Jogos Pan-americanos o americano Ed Moran é o dono da melhor marca com o tempo de 13:25.60 (treze minutos, vinte e cinco segundos e sessenta centésimos) obtido no Rio de Janeiro em 2007. Em termos continentais, a melhor marca entre atletas sul-americanos na corrida de 5.000m, é do brasileiro Marilson dos Santos com o tempo de 13:19.43 (treze minutos, dezenove segundos e quarenta e três centésimos) em 2006 numa das etapas do Mundial na Alemanha (IAAF, 2011).

6.1.1 Avaliações Específicas

Avaliações morfológicas, fisiológicas e metabólicas periódicas são de suma importância para prescrição e controle do treinamento (KISS, 2003). Em relação às variáveis morfológicas, a estatura, a massa corporal absoluta e relativa, o índice de massa corporal, o comprimento dos membros inferiores e o comprimento do tendão calcâneo podem ser determinantes para o desempenho de corredores de *endurance* (LUCIA, ESTEVE-LANAO, OLIVÁN, GÓMEZ-GALLEGO, SAN JUAN, SANTIAGO, PÉREZ, CHAMORRO-VINA & FOSTER, 2006; RAICHLEN, ARMSTRONG & LIEBERMAN, 2011).

O sucesso alcançado nos últimos anos em competições internacionais por atletas etíopes e quenianos levaram alguns pesquisadores a comparar suas características. LUCIA, ESTEVE-LANAO, OLIVÁN, GÓMEZ-GALLEGO, SAN JUAN, SANTIAGO, PÉREZ, CHAMORRO-VINA e FOSTER (2006) documentaram as principais características morfológicas de corredores de *endurance* da elite negra do leste africano e dos homólogos da elite branca espanhola. Os autores encontraram diferenças nos parâmetros morfológicos, onde o índice de massa corporal (IMC) ($18,9 \pm 1,5 \text{ kg.m}^2$) e circunferência máxima da panturrilha ($30,9 \pm 1,5 \text{ cm}$) foi menor entre os eritreus do que entre os espanhóis ($20,5 \pm 1,7 \text{ kg.m}^2$) e ($33,9 \pm 2,0 \text{ cm}$) apresentando diferenças significantes ($p < 0,05$ e $p < 0,01$) respectivamente. O comprimento das pernas foi maior entre os africanos que os europeus ($44,1 \pm 3,0 \text{ cm}$ contra $40,6 \pm 2,7 \text{ cm}$) apresentando diferença significante ($p < 0,05$). Recentemente RAICHLEN, ARMSTRONG & LIEBERMAN (2011) evidenciaram a relação do comprimento do tendão calcâneo e a economia de corrida, identificando implicações importantes no desempenho de *endurance*.

As atividades que constituem o programa de treinamento de atletas têm por objetivo gerar adaptações específicas ao esporte para melhora do desempenho. Segundo KISS (2003) as avaliações de variáveis fisiológicas e metabólicas são realizadas rotineiramente entre atletas, e vários são os métodos utilizados para se verificar a condição física. Entre os métodos de avaliação do treinamento aeróbico, um dos mais conhecidos é a coleta de amostra sanguínea para identificação dos limiares

de lactato (LL) através de coletas do lóbulo da orelha, da veia braquial ou mesmo da polpa digital (POMPEU, 2006).

De acordo com os valores de concentração sanguínea de lactato encontrados durante os testes, é possível identificar os LL e assim estimar a capacidade aeróbia e o aumento da participação do metabolismo anaeróbio no fornecimento energético durante o exercício (KISS, 2003). Outro método encontrado na literatura utilizado como estimativa é o limiar de catecolaminas, que consiste na determinação do ponto de inflexão da epinefrina (limiar de epinefrina) proposto por MAZZEO e MARSHAL (1989) e posteriormente corroborado por PODOLIN, MUNGER e MAZZEO (1991).

Muitos trabalhos foram desenvolvidos através de metodologias não invasivas, entre os métodos mais citados na literatura temos: a análise de troca gasosas (WASSERMANN & MCILROY, 1964) utilizada para identificar e determinar o limiar ventilatório (LV); o ponto de deflexão da FC (PDFC) proposto por CONCONI, FERRARI, ZIGLIO, DROGHETTI e CODECA (1982) que se baseia em diferenças no comportamento da FC durante teste de exercício progressivo; a análise da concentração da amilase salivar (CALVO, CHICHARRO, BANDRÉS, LÚCIA, PÉREZ, ÁLVAREZ, MOJARES, VAQUERO & LEGIDO, 1997) e a percepção subjetiva de esforço (WELTMAN, 1995). Segundo WELTMAN (1995), a PSE é um bom parâmetro para detecção da intensidade de exercício, além de possuir forte associação com a FC e com a concentração de lactato sanguíneo.

Tradicionalmente, um alto valor de consumo máximo de oxigênio é aceito como pré-requisito básico para o sucesso em modalidades de *endurance*. O consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{max}}$) possui alta correlação com o desempenho de corrida em grupos heterogêneos de atletas (COSTILL, THOMASON & ROBERT 1973). Contudo, outros estudos encontraram baixas e moderadas correlações entre desempenho de corrida e $\text{VO}_{2\text{max}}$ em grupos relativamente homogêneos (POWERS, DODD, DEASON, BYRD & McKNIGHT, 1983; MORGAN, MARTIN & KRAHENBUHL, 1991).

Estudos posteriores identificaram a intensidade associada ao consumo máximo de oxigênio ($\text{IVO}_{2\text{max}}$) como uma variável representativa da interação entre economia de corrida (EC) e $\text{VO}_{2\text{máx}}$, explicando a variabilidade de desempenho entre atletas. MORGAN, MARTIN e KRAHENBUHL, (1991) estudaram um grupo de

corredores fundistas masculinos e NOAKES, MYBURG e SCHALL (1990) analisaram grupos de corredores maratonistas e ultramaratonistas masculinos, e demonstraram que a $\dot{V}O_{2\text{max}}$ representada pelo pico de velocidade alcançado em teste incremental, poderia explicar grande parte da variância entre corredores.

BILLAT, LEPRETRE, HEUGAS, LAURENCE, SALIM e KORALSZTEIN (2003) compararam atletas de *endurance* da elite queniana ($n=20$), sendo 13 (treze) homens e 7 (sete) mulheres divididos em grupos de alta velocidade de treinamento (HST) e baixa velocidade de treinamento (LST), tendo como critério o treinamento na velocidade igual ou superior a velocidade associada ao consumo máximo de oxigênio ($vVO_{2\text{máx}}$). O tempo no teste de desempenho foi inversamente correlacionado com a $vVO_{2\text{máx}}$ para ambos os gêneros. Corredores masculinos tiveram maior $VO_{2\text{máx}}$, menor fração de utilização da $vVO_{2\text{máx}}$ no limiar de lactato e menor custo energético de corrida, porém não foi significantemente diferente quando comparados às corredoras quenianas. Os autores concluíram que a $vVO_{2\text{máx}}$ foi o principal fator que explicou a variação do desempenho, tanto em homens quanto em mulheres, e que o treinamento de alta intensidade contribui para valores mais elevados de $VO_{2\text{máx}}$ entre os homens.

LUCIA, ESTEVE-LANAO, OLIVÁN, GÓMEZ-GALLEGOS, SAN JUAN, SANTIAGO, PÉREZ, CHAMORRO-VINA e FOSTER (2006) documentaram as principais características fisiológicas de corredores de *endurance* da elite negra do leste africano e dos homólogos da elite branca espanhola. Neste estudo os autores não encontraram diferenças em relação ao $VO_{2\text{máx}}$ que não diferiu significantemente entre os atletas eritreus e espanhóis ($73,8 \text{ ml.kg.min}^{-1}$ contra $77,8 \text{ ml.kg.min}^{-1}$) respectivamente, porém o custo de oxigênio para a velocidade de 21 km.h^{-1} , foi menor entre os africanos ($65,9 \pm 6,8 \text{ ml.kg.min}^{-1}$) em comparação aos europeus ($74,8 \pm 5,0 \text{ ml.kg.min}^{-1}$) apresentando diferenças significantes ($p < 0,01$). Dados dos autores sugerem que a excelente EC dos eritreus está associada, pelo menos parcialmente, com as variáveis antropométricas (IMC e circunferência da panturrilha) analisadas no estudo, e sugerem que a EC parece ser o denominador comum para o sucesso de corredores negros do leste africano.

Alguns autores associam o desempenho superior de corredores africanos com a diminuição das concentrações plasmáticas de lactato em intensidades submáximas

de esforço. HARLEY, KOHN, GIBSON, NOAKES e COLLINS (2009) analisaram o conteúdo dos transportadores de lactato (isoformas MCT1 e MCT4) nos músculos esqueléticos de corredores da etnia branca e da etnia negra. Embora os corredores negros apresentassem concentrações inferiores de lactato plasmático após exercício máximo ($8,8 \pm 2,0$ contra $12,3 \pm 2,7 \text{ mmol.L}^{-1}$; $p < 0,05$) e uma tendência a ser menor na velocidade de corrida a 16 km.h^{-1} ($2,4 \pm 0,7$ contra $3,8 \pm 2,4 \text{ mmol.L}^{-1}$; $p = 0,07$) do que os corredores brancos, os autores não encontraram diferenças significantes entre os transportadores MCT1 e MCT4 para ambos os grupos de corredores. O conteúdo do MCT4 correlacionou significantemente com o desempenho ($r = -0,74$; $p < 0,01$) e com o pico de velocidade identificado na esteira ($r = 0,88$; $p < 0,001$), mas isso não aconteceu com o transportador MCT1. Embora o conteúdo dos transportadores encontrou-se homogeneizado, os autores sugerem mais investigações para explicar as menores concentrações de lactato no plasma de corredores negros.

Pesquisadores sugerem que a isoforma MCT1 esteja presente em maior quantidade nas fibras musculares de contração lenta, ao passo que a isoforma MCT4 esteja em maior quantidade nas fibras musculares de contração rápida, em relação às suas respectivas localizações, é provável que o MCT1 e o MCT4 estejam preferencialmente na membrana mitocondrial e no sarcolema, respectivamente (DUBOUCHAUD, BUTTERFIELD, WOLFEL, BERGMAN & BROOKS, 2000), e o possível mecanismo fisiológico do MCT1 esteja relacionado ao influxo de lactato para metabolização e o papel do MCT4 esteja relacionado ao efluxo de lactato, concomitantemente a remoção de íons de hidrogênio intracelulares (FROLINI, DIAS, PRESTES, BAGANHA, CEREJA, GOMES & CAVAGLIERI, 2008).

POMPEU, FLEGNER, SANTOS e GOMES (1997) propuseram um protocolo de intensidades escalonadas em campo objetivando a predição do desempenho de corrida de 5.000m. Para essa finalidade corredores de média e longa distância ($n = 28$) foram submetidos a testes de laboratório (esteira ergométrica) e de campo (pista de atletismo) com velocidades progressivas de corrida. As velocidades e as frequências cardíacas nas duas situações de testes foram comparadas nas concentrações fixas de lactato sanguíneo de 2, 4 e 8 mmol.L^{-1} . Correlações significantes ($r = 0,72$ a $0,90$) foram observadas entre as condições testadas para as

três concentrações fixas de lactato ($p < 0,05$). A velocidade de corrida na concentração de 4 mmol.L⁻¹ na condição campo apresentou forte correlação com o desempenho ($r = 0,90$; $p < 0,001$). Baseado nestes resultados foi concluído que referências originadas do protocolo de campo foram as melhores preditoras do desempenho na corrida de 5.000m.

DENADAI, ORTIZ e MELLO (2004) analisaram os efeitos da duração da prova esportiva e a validade do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, da velocidade associada ao consumo máximo de oxigênio ($v\text{VO}_{2\text{máx}}$), do tempo de exaustão na $v\text{VO}_{2\text{máx}}$ (T_{lim}), da EC e do LAn para previsão do desempenho de atletas de *endurance*, incluindo corredores de 5.000m. As velocidades associadas ao $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($18,7 \pm 0,8 \text{ km.h}^{-1}$) e as velocidades associadas ao LAn ($17,3 \pm 0,9 \text{ km.h}^{-1}$) foram significantemente diferentes ($p < 0,05$), e a regressão múltipla revelou que a velocidade associada ao LAn foi a melhor preditora do desempenho de 5.000m, explicando 50% da variação. Pôde-se concluir que a validade dos índices fisiológicos para a previsão do desempenho aeróbico de atletas de *endurance* é dependente da distância da prova analisada.

Um recente trabalho conduzido por STRATTON, O'BRIEN, HARVEY, BLITVICH, McNICOL, JANISSEN, PATON e KNEZ (2009) também investigaram os determinantes fisiológicos do desempenho de corrida de 5.000m em esteira ergométrica. Os resultados demonstraram que o pico de velocidade (PV) foi a melhor variável preditora do desempenho nos sujeitos analisados. A análise de regressão mostrou que a velocidade de corrida no limiar de lactato e o PV foram responsáveis pela maior parte ($> 50\%$) da variância encontrada no estudo.

Posterior trabalho de STOA, STOREN, ENOKSEN e INGJER (2010) investigaram a correlação entre utilização fracionária de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (% $\text{VO}_{2\text{máx}}$), velocidade e tempo de corrida nos 5.000m entre atletas de elite. Os resultados não encontraram correlação entre % $\text{VO}_{2\text{máx}}$ e desempenho, corroborando com estudos anteriores ao concluir que o treinamento visando aumentar o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ parece ser de pouca ou nenhuma importância para competições esportivas com duração de aproximadamente 15 (quinze) minutos, como nas encontradas entre atletas de bom nível de desempenho nesta modalidade do atletismo.

MCLAUGHLIN, HOWLEY, BASSET JR, THOMPSON e FITZHUGH (2010) compararam variáveis fisiológicas clássicas relacionadas ao desempenho de

endurance ($\text{VO}_{2\text{máx}}$, $\text{vVO}_{2\text{máx}}$, EC e PV) como variáveis preditoras. Os autores concluíram que entre indivíduos bem treinados de uma amostra heterogênea em relação ao consumo máximo de oxigênio, a $\text{vVO}_{2\text{máx}}$ é a melhor preditora de desempenho, pois integra tanto potência aeróbia máxima e economia de corrida. E o PV está ligado às mesmas variáveis fisiológicas que determinaram a $\text{vVO}_{2\text{máx}}$.

Recentemente SOUZA, VIEIRA, BALDI, GUGLIELMO, LUCAS e DENADAI (2011) analisaram em diferentes distâncias de corrida a validade do consumo máximo de oxigênio, velocidade associada ao $\text{VO}_{2\text{máx}}$, tempo de exaustão na $\text{vVO}_{2\text{máx}}$ (T_{lim}), limiar anaeróbio (LAn), economia de corrida (EC) e força explosiva (FE) para predizer o desempenho de corredores de *endurance* moderadamente treinados. Os resultados para a corrida de 5.000m demonstraram que o T_{lim} , a $\text{vVO}_{2\text{máx}}$ e o LAn responderam por 88% da variação do desempenho ($p < 0,05$).

6.2 Estratégia de Corrida

A observação de mudanças no padrão de velocidade durante a competição levou a um interesse pela análise da estratégia de ritmo durante as competições atléticas (FOSTER, SCHRAGER, SNYDER & THOMPSON, 1994; TUCKER, 2009). A regulação da velocidade empregada nas atividades cíclicas é um dos componentes mais importantes para o desempenho em eventos cujo objetivo do atleta seja percorrer uma dada distância no menor tempo possível (FOSTER, SNYDER, THOMPSON, GREEN, FOLEY & SCHRAGER, 1993).

ROBINSON, ROBINSON, MOUNTJOY e BULLARD (1958) conduziram um pioneiro experimento em que três atletas bem treinados foram solicitados a correr 1.200m (mil e duzentos metros) usando três diferentes estratégias de ritmo: um início rápido, um início lento e um ritmo constante. Os resultados mostraram que os atletas que iniciaram a prova em ritmo mais rápido ou mais lento tiveram os piores desempenhos, diferente do atleta que adotou um ritmo constante e obteve o melhor tempo da prova.

FOSTER, SCHRAGER, SNYDER e THOMPSON (1994) revisaram a utilização da estratégia de ritmo e desempenho atlético em diversas modalidades cíclicas contínuas. O desempenho de atletas nas corridas de *endurance* é influenciado pela

escolha da estratégia utilizada no início, mas, sobretudo na parte intermediária das provas. Principalmente isso é notado quando as diferentes estratégias são adotadas nas corridas de 1.500m, 5.000m, 10.000m e na maratona.

Há vários tipos de estratégia de ritmo identificados na literatura: *negative pacing*, “*all-out*” *pacing*, *positive pacing*, *even pacing*, *parabolic-shaped pacing* e *variable pacing*. A classificação depende da duração e do tipo do evento esportivo, e das consequências como a desaceleração e queda da potência dos movimentos (FOSTER, DE KONING, HETTINGA, LAMPEN & DODGE, 2004; TUCKER, LAMBERT & NOAKES, 2006; ABBISS & LAURSEN, 2008).

Especula-se que a estratégia de prova é organizada de uma forma antecipatória, concebida não só para melhorar o desempenho, mas também para evitar excessivamente grandes distúrbios homeostáticos durante o exercício. Há também alguma concordância de que os diferentes elementos da resposta fisiológica ao exercício estão envolvidos nesta regulação (TUCKER & NOAKES, 2009).

Em um modelo proposto recentemente, TUCKER (2009) sugeriu que as mudanças no estado homeostático, refletida pela PSE momentânea, permitem a alteração da estratégia de ritmo sob a forma de antecipação, através de respostas fisiológicas baseadas em expectativas do pré-exercício e também de estímulos captados por diferentes sensores periféricos.

Tem sido demonstrado que a PSE aumenta proporcionalmente em função da distância do evento a ser concluído (NOAKES, 2004; JOSEPH, JOHNSON, BATTISTA, WROGHT & DODGE, 2008), ou seja, possui característica linear quando plotada contra o percentual da tarefa (tempo ou distância). Juntos, esses dados sugerem que o atleta está continuamente comparando como se sente em qualquer momento de uma competição com a forma como ele esperava sentir naquele momento. Supostamente, se a PSE é maior do que o esperado para um determinado trecho da tarefa, então a potência (velocidade de corrida, por exemplo) irá diminuir, e se a PSE é menor do que o esperado, então a potência irá aumentar. O processo de controle através da PSE aparentemente ocorre de forma contínua ao longo de uma tarefa, e certamente, leva em conta a distância restante a ser percorrida, bem como o seu valor momentâneo (GIBSON, LAMBERT, RAUCH, TUCKER & BADEN, 2006; TUCKER, 2009).

Os níveis críticos de desequilíbrio homeostático podem variar de acordo com a duração de uma corrida. Por exemplo, distúrbios relacionados à queda do pH em uma corrida com duração de até 2 minutos; o aumento da temperatura corporal em uma corrida de até 120 minutos ou a disponibilidade de carboidratos e lipídeos para oxidação em uma competição de até 180 minutos de duração. Todos esses fatores se apresentam no ponto final de uma competição através de redução progressiva da produção e do fornecimento energético (HETTINGA, DE KONING, BROERSEN, VAN GEFFEN & FOSTER, 2006; JONES, WILKERSON, DIMENNA, FULFORD & POOLE, 2007).

Da mesma forma, como a distância restante se torna suficientemente pequena, o atleta pode optar por utilizar suas reservas energéticas restantes em uma rápida finalização independente do nível de perturbação homeostática. Efetivamente o sujeito deve sempre calcular o risco, pois o perigo de um colapso pode ser eminente, onde o ritmo certo deva ser mantido durante a parte inicial ou parte intermediária de um evento competitivo aliado à capacidade de atingir sua meta planejada (DE KONING, FOSTER, BAKKUM, KLOPPENBURG, THIEL, JOSEPH, COHEN & PORCARI, 2011).

Em um nível conceitual, pode-se supor que um atleta realizando uma tarefa com o início rápido comparado a outro que adota uma estratégia de corrida de ritmo estável, o primeiro terá, muito provavelmente, valores mais elevados de PSE durante toda a corrida (RAUCH, GIBSON, LAMBERT & NOAKES, 2005; ESTEVE-LANAO, LUCIA, DE KONING & FOSTER, 2008; DUGAS, 2010).

Isso resultará em um risco maior de colapso catastrófico, em comparação com o julgamento passado. Este perigo pode ser visto como algo que pode ser prejudicial aos sistemas fisiológicos. No entanto, esse perigo deve também ser entendido a partir da perspectiva dos valores restantes do evento ou tarefa a ser concluída. Consequentemente, uma medida que possa estimar o produto da PSE momentânea pela fração da distância remanescente, denominado índice de risco foi proposta para avaliar esse quadro (DE KONING, FOSTER, BAKKUM, KLOPPENBURG, THIEL, JOSEPH, COHEN & PORCARI, 2011).

TUCKER, LAMBERT e NOAKES (2006) analisaram as estratégias empregadas por atletas masculinos nos recordes mundiais, incluindo a corrida de

5.000m, no período de 1920 a 2004. As análises de desempenho dos eventos mostraram que os primeiros quilômetros e o quilômetro final foram显著mente mais rápidos ($p < 0,05$) do que os intervalos intermediários executados em ritmo constante, seguido por uma finalização rápida.

Uma análise dos 32 recordes mundiais em corrida de *endurance* foi publicada por NOAKES, LAMBERT e HAUMANN (2008), seus resultados demonstraram que em 90% das provas analisadas, as voltas mais lentas eram a 2^a (34%) e a 3^a (56%). Em apenas dois registros (6%) a última volta foi a mais lenta e os tempos médios para a 2^a e 3^a voltas foram, ambas, significantemente mais lentas ($p < 0,05$) do que os tempos da primeira ou da última volta. Mas não houve diferença significante entre a primeira e a última volta. Foi observado que os recordistas executam a última volta de suas corridas em ritmo mais rápido do que a 2^a e 3^a voltas.

A presença da finalização rápida sugere que a estratégia é regulada pela expectativa e não puramente pelo resultado de um desenvolvimento de fadiga periférica. Os autores especulam que isso devia ocorrer devido à manutenção de uma reserva durante a parte intermediária da corrida, nesses eventos a estratégia de ritmo seria regulada por um complexo sistema que equilibra a demanda energética para um ótimo desempenho com a necessidade de manter a homeostase durante o exercício (TUCKER, LAMBERT & NOAKES, 2006).

Esta conclusão é sustentada por um trabalho de LAMBERT, GIBSON e NOAKES (2005) que propõem um modelo baseado na hipótese da fadiga como sendo resultado de uma complexa interação de múltiplos sinais fisiológicos periféricos e centrais. Neste modelo, todas as alterações periféricas encontradas nos sistemas fisiológicos, como depleção de substratos ou acúmulos de metabólitos, são sinalizadores aferentes que modulam os processos de controle de forma integrativa.

Recentemente, TUCKER e NOAKES (2009) publicaram trabalho de revisão sobre a regulação da estratégia. Esse fenômeno permanece pouco compreendido, pois, segundo os autores, grande parte da fisiologia clássica tem especulado os fatores fisiológicos centrais como limitantes do desempenho em exercício. Quando o exercício é individualizado e o ritmo da tarefa é livre pela variação das respostas a estímulos externos (ambientais) e internos (fisiológicos), então um complexo sistema

é responsável por alterações na intensidade, possivelmente através da ativação de unidades motoras e atividade contrátil da musculatura esquelética envolvida.

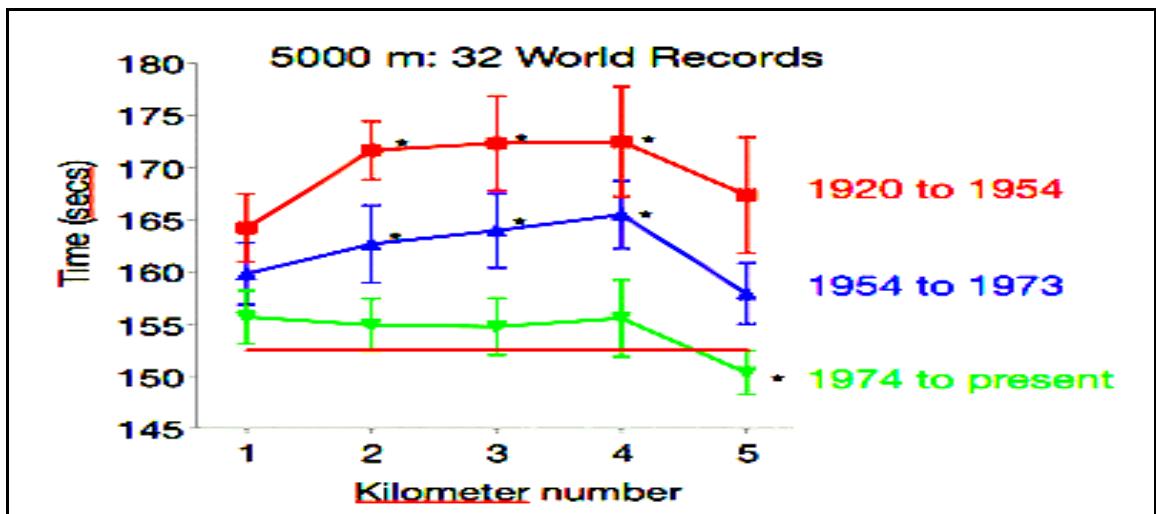


FIGURA 1 – Representação gráfica dos 32 últimos recordes mundiais obtidos na corrida de 5.000m TUCKER, LAMBERT & NOAKES (2006)

Alguns autores investigaram a influência do tipo de informação sobre a distância a ser percorrida e a estratégia utilizada em tarefas contínuas. ALBERTUS, TUCKER, GIBSON, LAMBERT e NOAKES (2005) analisaram os efeitos das informações incorretas da distância (percorrida ou remanescente) sobre a estratégia adotada e o desempenho no ciclismo. As informações eram dadas a cada trecho do simulado esportivo, os resultados não mostraram diferenças significantes nos tempos de desempenho e as estratégias não foram alteradas tal como sugerido nos perfis de saída. A pontuação para a PSE foi semelhante para todos os ensaios, porém a FC média variou显著mente entre os tratamentos ($p < 0,05$). Os resultados sugerem que o desempenho não foi alterado pela informação incorreta da distância, apoiados pela hipótese de existência de uma estratégia definida antes do início do exercício, que segundo os autores, essa estratégia seria suficientemente robusta para não ser alterada durante a tarefa.

Posterior estudo de FAULKNER, ARNOLD e ESTON (2010) também avaliaram o efeito do tipo de informação sobre distância (distância exata, distância inexata e

sem informação) sobre o desempenho, marcadores fisiológicos, perceptuais e sobre as estratégias utilizadas durante a corrida de 6-km na esteira. Os resultados mostraram que o fornecimento de informação exata ou inexata não modificou a classificação da PSE. No entanto, os tempos de conclusão foram显著mente mais altos no exercício sem informação ($p < 0,001$). A frequência cardíaca, o consumo máximo de oxigênio e a velocidade de corrida, todas aumentaram significantemente durante as três condições ($p < 0,001$) demonstrando que o desempenho, as respostas fisiológicas e perceptuais são afetadas pelo tipo de informação fornecida. No entanto, os autores observaram que os indivíduos se exercitaram em uma intensidade menor quando não possuíam informação da distância.

BERTUZZI, NAKAMURA, ROSSI, KISS e FRANCHINI (2006) investigaram a estratégia de corrida e os ajustes temporais de PSE e de FC durante simulado de corrida de 10-km, mensurados nas parciais de 400m (quatrocentos metros). Os dados mostraram que a velocidade de corrida diminuiu na 19^a e 20^a parciais ($p < 0,05$). A FC aumentou significantemente na 7^a e 10^a voltas ($p < 0,05$) e posteriormente estabilizou-se, ao passo que a PSE aumentou significantemente até a 13^a volta ($p < 0,05$). Segundo os autores, esses dados sugerem que a regulação da velocidade, a PSE e a FC possuem ajustes temporais distintos durante as provas. Possivelmente, a estratégia seja estabelecida antes da competição e possua um aspecto poupadour para uma possível finalização rápida, corroborando com os resultados de ALBERTUS, TUCKER, GIBSON, LAMBERT e NOAKES (2005). Esse efeito parece ser determinado principalmente até a metade da prova pela modulação da PSE, que é resultante de um processo de retroalimentação metabólico, contextual e cognitivo.

FAULKNER, PARFITT e ESTON (2008) verificaram os ajustes temporais da FC, PSE e estratégia de ritmo em corridas de diferentes distâncias (11-km e 21-km). A PSE foi analisada por regressão e plotada contra o percentual do tempo para completar as provas. Embora a taxa de aumento da PSE fosse maior na corrida de 11-km, não houve diferenças significantes entre as distâncias analisadas. A regulação da velocidade e a resposta de FC variaram entre as condições, dessa maneira esse estudo apresentou elementos capazes de demonstrar que a resposta

de PSE pode apresentar distintas características temporais. Os resultados forneceram evidências que relacionam PSE e proporção do tempo de exercício remanescente.

Outros autores estudaram a influência do nível de desempenho de corredores sobre o *pacing* em simulado esportivo. LIMA-SILVA, BERTUZZI, PIRES, BARROS, GAGLIARDI, HAMMOND, KISS e BISHOP (2010) analisaram o efeito dos níveis de desempenho de corredores sobre a estratégia de corrida em simulado de 10-km e suas relações com variáveis fisiológicas. Os autores verificaram que o pico de velocidade obtido em esteira, a economia de corrida e o acúmulo de lactato sanguíneo na velocidade de 15 km.h⁻¹ apresentaram diferenças significantes ($p < 0,05$) e foram correlacionadas com o início, meio e final do simulado de corrida analisados em trechos de 400m (quatrocentos metros). Os resultados demonstraram que os corredores de alto desempenho e baixo desempenho adotam diferentes estratégias durante a corrida, além disso, parece que os principais determinantes que explicariam a estratégia incluem o PV, LL e a EC.

Há uma escassez de trabalhos que analisem, especificamente, a estratégia de corrida em prova de 5.000m. GOSZTYLA, EDWARDS, QUINN e KENEFICK (2006) avaliaram corredoras de *endurance* ($n=11$) moderadamente treinadas, através da análise da estratégia de prova em simulado de corrida de 5-km. O objetivo foi determinar a melhor estratégia adotada nos primeiros 1.63-km, para tanto ensaios preliminares identificaram a velocidade média de corrida para cada trecho analisado. Os ritmos das corridas foram manipulados em 3 (três) ensaios: execução em ritmo constante (*even pacing*), 3% e 6% mais rápidos que a velocidade média dos ensaios experimentais. Continuamente foram medidas a ventilação pulmonar (VE), o consumo de oxigênio (VO₂), razão de trocas respiratórias (R) e frequência cardíaca (FC). Os ensaios das três estratégias de corrida utilizadas, não mostraram diferenças significantes, e apresentaram tempos de $21:11 \pm 29$ segundos; $20:52 \pm 36$ segundos; $20:39 \pm 29$ segundos respectivamente.

A intensidade de exercício expressa em %VO_{2máx}, %VO_{2máx} acima do LL, VE e a razão de trocas respiratórias no primeiro trecho analisado (1.63-km) não foi diferente para nenhum dos ensaios manipulados. Baseados nesses resultados os autores sugerem que os atletas podem iniciar a primeira parte da prova em ritmos de

3% a 6% mais rápidos que a velocidade média afetando positivamente seus desempenhos na corrida de 5.000m.

Recentemente BATH, TURNER, BOSCH, TUCKER, LAMBERT, THOMPSON e GIBSON (2011) examinaram o desempenho de atletas masculinos ($n=11$), a estratégia de ritmo e a percepção subjetiva de esforço durante um simulado de 5.000m com e sem a presença de um segundo corredor. Durante os testes, o segundo sujeito correu de modo a se obter três ensaios distintos: correndo a frente, atrás ou ao lado do sujeito principal, dessa maneira as estratégias foram classificadas em ritmo rápido (*Fast Paced Trial*), ritmo lento (*Slow Paced Trial*) e ritmo equalizado (*Equal Paced Trial*) respectivamente. Foram analisados os tempos de desempenho, a FC, a PSE e a avaliação subjetiva do efeito da presença do segundo corredor durante cada tipo de ensaio.

Os resultados não mostraram diferenças significantes nos tempos de desempenho, FC e PSE entre qualquer um dos ensaios. A velocidade de corrida diminuiu do 1º para o 4º quilômetro analisado, aumentando no quilômetro final. Após conclusão de todos os ensaios, nove dos onze corredores, julgaram ser mais fácil completar o simulado de 5.000m com a presença de outro corredor, em comparação a correr sozinho. Os autores consideraram que, enquanto alguns atletas julgaram aumentar seus desempenhos com a presença de outro sujeito, suas estratégias de ritmo, velocidade de corrida, FC e PSE não foram significantemente alteradas. Estes dados indicam que, a estratégia subconsciente adotada pelos atletas, é forte o suficiente para não se modificar pela presença de um segundo corredor.

6.3 Frequência Cardíaca

Sabe-se que a corrida de 5.000m possui duração superior a 12 minutos, a transferência de energia durante essa tarefa é concebida prioritariamente pelo sistema oxidativo (GASTIN, 2001). Além disso, acredita-se que, independente da condição física dos indivíduos, a frequência cardíaca (FC) é a principal variável responsável pela elevação do débito cardíaco nas intensidades entre 60% e 70% do consumo máximo de oxigênio (TANAKA, YOSHIMURA, SUMIDA, MITSUZONO, TANAKA & KINISH, 1986). Logo, os resultados de alguns estudos apontaram para a

possibilidade de utilização do monitoramento da FC para representar a demanda fisiológica em tarefas predominantemente aeróbias (ACHTEN & JEUNKENDRUP, 2003).

A aplicação da FC como referência de intensidade de exercício é sustentada pela relação existente entre esta variável fisiológica e o gasto de energia em cargas de trabalho, identificada, indiretamente, pela medida de consumo de oxigênio (OLIVEIRA, 2004). Vários modelos teóricos, derivados da relação entre intensidades de exercício e FC, estão baseados na idéia de que esta associação é linear (ASTRAND & SALTIN, 1961). Como o modelo linear permite uma análise satisfatória em várias situações, não houve muito investimento em outras abordagens para estudar o comportamento da FC com o incremento das cargas de exercício. Contudo, ao observarem-se os resultados de alguns trabalhos (LIMA, 1997; OLIVEIRA, 2004), pode-se verificar que, em diversas situações, não é evidente que a relação entre FC e a intensidade do exercício físico seja linear.

Em menores cargas de trabalho, desde o repouso até cerca de 130 bpm, a FC parece aumentar proporcionalmente menos que os incrementos da intensidade, apresentando um comportamento mais curvilíneo que linear (LIMA, 1997). O tempo necessário para o ajuste da FC à carga está entre 15 e 30 segundos, com pequenos incrementos de carga (VACHON, BASSET & CLARKE, 1999). Por outro lado, em cargas maiores, próximas da frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$), foi verificada uma tendência progressiva de estabilização dos valores de FC. A transição de um aumento linear ou quase linear da FC em cargas intermediárias a um incremento não linear em cargas maiores foi definida como a intensidade do ponto de deflexão da FC (PDFC) (CONCONI, FERRARI, ZIGLIO, DROGHETTI & CODECA, 1982). Em um ajuste sigmoide, existe uma área de saturação superior da FC; o PDFC é a intensidade discriminadora do início da tendência.

Ao determinarem o PDFC, os autores que o propuseram, sugeriram que este ponto seria indicador do LAn, podendo ainda ser um método indireto e não invasivo para sua determinação. De acordo com VACHON, BASSET e CLARKE (1999), este LAn refere-se à velocidade correspondente ao ponto de quebra da linearidade de aumento da [La]. Embora de utilização prática para determinação indireta deste limiar, este método ainda apresenta-se controverso e criticado, tendo em vista que o

PDFC como variável fisiológica parece não ser encontrado em todos os sujeitos, e sim, em sujeitos possuidores de maior espessura da parede do miocárdio tais como atletas de *endurance* (RIBEIRO, FIELDING, HUGHES, BLACK, BOCHESE & KNUTTGEN, 1985; LUCIA, CARVAJAL, BORAITA, SERRATOSA, HOYOS & CHICHARRO, 1999).

A partir das análises dos diversos domínios de intensidade de exercício, LIMA (1997) e OLIVEIRA (2004) sugerem que o comportamento da FC em testes progressivos responda melhor ao ajuste sigmoide do que ao linear. Em uma curva sigmoide, entretanto, existe ainda uma transição entre dois momentos curvilineares, cuja identificação pode ser complementar, para análises do controle cardíaco durante o exercício físico. De acordo com OLIVEIRA (2004), a determinação pelo PDFC torna-se uma variável frequentemente indicada na avaliação e prescrição do treinamento de atletas, sobretudo de tarefas cíclicas e contínuas. E os resultados de alguns estudos apontaram para a possibilidade de utilização do monitoramento da FC para representar a demanda fisiológica em tarefas predominantemente aeróbias (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003; ABAD, 2006; NASCIMENTO, 2010).

Através de um estudo longitudinal conduzido por HOYOS, PÉREZ e CHICHARRO (2000) os autores avaliaram a estabilidade de valores de frequência cardíaca (FC). Objetivando encontrar a zona-alvo de FC correspondente a marcadores de desempenho em treze ciclistas de estrada profissionais, todos com elevados níveis de $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($\approx 75,0 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), durante uma temporada completa. Após teste de esforço progressivo máximo em cicloergômetro, os valores estáveis e absolutos de FC correspondente aos marcadores de desempenho foram encontrados para o planejamento do treinamento. A FC no limiar de lactato (LL) – 154 ± 3 , 152 ± 3 e $154 \pm 2 \text{ bpm}$; FC no primeiro limiar ventilatório (LV₁) – 155 ± 3 , 156 ± 3 e $159 \pm 3 \text{ bpm}$; FC no segundo limiar ventilatório (LV₂) – 178 ± 2 , 173 ± 3 e $176 \pm 2 \text{ bpm}$ durante o período de transição, pré-competitivo e período competitivo respectivamente. Os autores concluíram que uma única sessão de teste laboratorial no início da temporada seja suficiente para adequação de prescrição de cargas de treinamento baseados em dados de FC em ciclistas como em atletas de *endurance*, e isto simplificaria o calendário de testes.

6.4 Lactato sanguíneo

Por muitos anos, o consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$) foi considerado a variável padrão e discriminadora da aptidão física entre atletas de *endurance* (OLIVEIRA, 1995). Com o aumento da intensidade de exercício, alteram-se as exigências impostas aos sistemas de fornecimento de energia aeróbia e anaeróbia. Neste sentido, o $\text{VO}_{2\text{máx}}$, como capacidade máxima de absorção, transporte e utilização periférica de oxigênio por unidade de tempo, parece ser o limite superior da possibilidade de transformação de energia através do metabolismo oxidativo, sendo um indicador fisiológico da potência aeróbia máxima (KISS, REGAZZINI, REGAZZINI & PIRES, 2006).

O $\text{VO}_{2\text{máx}}$ embora seja um índice capaz de refletir a potência aeróbia máxima e ser um pré-requisito para o rendimento superior de corredores, parece não explicar o desempenho. Tendo em vista que, entre atletas de alto nível de condicionamento aeróbio, esta variável fisiológica não sofre modificações significativas com o treinamento e não é uma variável discriminadora do desempenho (POWERS, DODD, DEASON, BYRD & MCKNIGHT, 1983; NOAKES, MYBURG & SCHALL, 1990; MORGAN, MARTIN & KRAHENBUHL, 1991; BILLAT, 1996; LUCIA, ESTEVE-LANA, OLIVÁN, GÓMEZ-GALLEGO, SAN JUAN, SANTIAGO, PÉREZ, CHAMORRO-VINA & FOSTER, 2006; STRATTON, O'BRIEN, HARVEY, BLITVICH, MCNICOL, JANISSEN, PATON & KNEZ, 2009; STOA, STOREN, ENOKSEN & INGJER, 2010; MCLAUGHLIN, HOWLEY, BASSET JR, THOMPSON & FITZHUGH, 2010).

Diante dessas evidências, houve necessidade de se procurar outros parâmetros que traduzissem, com maior sensibilidade, as variações da capacidade de utilização do sistema aeróbio e suas adaptações induzidas pelo treinamento. O aumento das concentrações intramusculares de lactato apresenta um comportamento exponencial em função do consumo de oxigênio, enquanto o efluxo do lactato muscular se comporta de forma linear decorrente da carga de trabalho até uma dada intensidade. Isso sugere que exista um ponto ótimo entre produção e a liberação do lactato muscular (KISS, REGAZZINI, REGAZZINI & PIRES, 2006). Os mesmos autores apresentaram uma consideração já bem estabelecida e que está

relacionada ao acúmulo muscular e sanguíneo de lactato, diretamente associado à redução do desempenho físico, justificando sua importância como marcador metabólico.

Desta maneira, a concentração de lactato sanguíneo [La] em intensidades de esforço submáximo apresenta-se como indicador metabólico para modalidades esportivas onde a capacidade aeróbica é determinante. Por sua característica e exigências fisiológicas, a corrida de 5.000m solicita dos atletas potência aeróbica, mas também é dependente da capacidade aeróbica (DENADAI, ORTIZ & MELLO, 2004; DENADAI & GRECO, 2005; SOUZA, VIEIRA, BALDI, GUGLIELMO, LUCAS & DENADAI, 2011).

É reconhecido que a melhor variável a ser mensurada na determinação da capacidade aeróbica refere-se ao momento de transição metabólica (HECK, MADER, HESS, MUKE MULLER & HOLLMANN, 1985). Ao analisar as [La], é possível identificar duas zonas de transição fisiológica, comumente denominada limiares de lactato, contudo isso é dependente da metodologia e terminologia adotada (DENADAI, 1996). Teoricamente, estes pontos representam estados de equilíbrio da [La] durante exercício e importante na detecção do nível de capacidade aeróbica (BILLAT, 1996; SIMÕES, CAMPBELL, KOKUBUN, DENADAI & BALDISSERA, 1996).

Assim, diversos métodos foram propostos para a determinação tanto prática (MADER, HECK & HOLLMANN, 1976; FARREL, WILMORE, COYLE, BILLING & COSTILL, 1979; KINDERMANN, SIMON & KEUL, 1979; SJODIN & JACOBS, 1981; HECK, MADER, HESS, MUKE, MULLER & HOLLMANN, 1985), quanto objetiva da capacidade aeróbica (STEGMANN, KINDERMANN & SHNABEL, 1981; BEAVER, WASSERMANN & WHIPP, 1986). Contudo, muitos deles apresentaram certas ressalvas metodológicas, que os limitaram, mas as principais justificativas para sua utilização referem-se às modificações nas características do acúmulo do lactato sanguíneo após treinamento físico (MAASSEN & BUSSE, 1989).

Diversos estudos já demonstraram que, durante teste incremental, indivíduos com melhor condicionamento aeróbico conseguem manter, durante um período prolongado, valores mais baixos de [La], adiando o início do aumento progressivo desta variável metabólica (FARREL, WILMORE, COYLE, BILLING & COSTILL, 1979;

MADER, 1991; BILLAT, 1996). Este comportamento parece estar associado, nestes sujeitos, à maior capacidade dos sistemas de tamponamento sanguíneo, melhor remoção e ou menor taxa de produção do lactato durante o exercício (MACRAE, DENNIS, BOSCH & NOAKES, 1992; MONODERO & DONNE, 2000; MONODERO & DONNE, 2000; GREEN, HALESTRAP & MOCKET, 2002; HARLEY, KOHN, GIBSON, NOAKES & COLLINS, 2009).

Faz interessante destacar que a [La] é tempo-dependente e, portanto, estágios de curta duração (< 3 minutos) em testes de intensidades progressivas, resultam em um aparecimento atrasado de lactato no sangue. Consequentemente, podem superestimar os valores das intensidades de exercício referentes aos limiares, principalmente quando se adotam valores fixos para sua determinação (RIBEIRO, YANG, ADAMS, KUCA & KNUTTEN, 1986; DENADAI, 1996).

De acordo com FAUDE, KINDERMANN e MEYER (2009), durante os últimos 50 anos, a curva de lactato sanguíneo e os limiares de lactato (LL) tornaram-se importante no diagnóstico do desempenho de *endurance*, e um intenso debate surgiu baseado principalmente na terminologia, nos conceitos de LL e sua validade na avaliação da capacidade aeróbia. A transição do metabolismo aeróbio para a predominância do metabolismo anaeróbio pode servir como base para uma avaliação individual, bem como para prescrição de intensidades de treinamento de *endurance*. Basicamente, este modelo consiste em dois pontos típicos de interrupção da curva da [La] durante teste incremental: 1) a intensidade de exercício correspondente à elevação da [La] acima dos níveis basais e 2) a maior intensidade de exercício correspondente ao equilíbrio entre produção de lactato e sua remoção, também denominado máximo estado estável de lactato sanguíneo.

A partir desta análise, os LL são considerados bons marcadores, principalmente quando há correlação com simulados de desempenho de *endurance* (BISHOP, JENKINS, MCENIERY & CAREY, 2000). A Tabela 1 demonstra de forma resumida alguns estudos que demonstraram a correlação da intensidade da carga (velocidade de corrida e ou consumo de oxigênio), expressada em limiares de lactato, com o desempenho de corrida em diferentes distâncias.

FAUDE, KINDERMANN e MEYER (2009) revisaram um total de 25 diferentes conceitos de LL que foram divididos em três categorias. Aqueles que utilizam

concentrações fixas de lactato sanguíneo durante teste incremental para avaliação e diagnóstico (categoria 1); outros que visam detectar o primeiro aumento da [La] acima dos níveis basais (categoria 2) e por fim os que objetivam detectar o máximo estado estável de lactato sanguíneo ou mudança abrupta na inclinação da curva de lactato sanguíneo (categoria 3). Essa revisão também apresentou 32 estudos que avaliaram a relação dos LL com o desempenho em simulado de provas de *endurance*; e a grande maioria desses estudos relatou existir forte correlação linear.

Analizando a [La] durante testes de esforço progressivo, observa-se um comportamento estável no início até um ponto onde ocorre um aumento, conhecido como o primeiro ponto de inflexão da curva de lactato sanguíneo, o qual foi denominado Limiar de Lactato (LL). É considerado o ponto onde inicia o acúmulo de lactato sanguíneo durante exercício de intensidades progressivas (WILMORE & COSTILL, 1994).

No decorrer dos anos, este primeiro ponto de inflexão da curva de lactato sanguíneo assumiu várias denominações, levando a uma diversidade de terminologias. FARREL, WILMORE, COYLE, BILLING e COSTILL (1979) propuseram um limiar de concentração fixa de 2 mmol.L^{-1} de lactato para representá-lo, denominando-o como o início do acúmulo do lactato plasmático ou OPLA (*Onset of Plasma Lactate Accumulation*). KINDERMANN, SIMON e KEUL (1979) o chamaram de Limiar Aeróbio (LAe).

WASSERMAN e MCILROY (1964) utilizaram de método não invasivo, através de parâmetros ventilatórios e concluíram que era possível estimar um importante ponto de transição metabólica denominado Limiar Anaeróbio (LAn). MADER, LIESEN, HECK, PHILLIPPI e ROST (1976) definiram o mesmo ponto como limiar aeróbio-anaeróbio. Posteriormente, HOLLMANN (1985) introduziu o conceito de início do metabolismo anaeróbio e término do metabolismo aeróbio.

À medida que a intensidade de exercício é aumentada em teste de esforço progressivo, é possível detectar um segundo ponto de inflexão da curva de lactato sanguíneo. KINDERMANN, SIMON e KEUL (1979) chamaram de Limiar Anaeróbio. SJODIN e JACOBS (1981) propuseram um limiar de concentração fixa de 4 mmol.L^{-1} de lactato sanguíneo para sua identificação, introduzindo o termo início do acúmulo do lactato sanguíneo ou OBLA (*Onset of Blood Lactate Accumulation*).

TABELA 1 – Coeficientes de correlação entre limiares de lactato e desempenho de corrida em diferentes distâncias

Desempenho entre 5km – 16km

Autores	Conceito de limiar	Variáveis		
		LT_{fix}	velocidade	VO₂
Roecker et al. (1988)			0,88	0,90
Roecker et al. (1988)			0,91	0,92
Fay et al. (1989)			0,91	0,92
Fay et al. (1989)			0,93	0,83
Fay et al. (1989)			0,91	0,88
Fay et al. (1989)			0,84	0,93
Fay et al. (1989)			0,91	0,86
Fay et al. (1989)			0,94	0,84
Nicholson et al. (2001)			0,83	0,81
Jones & Doust (1998)			0,81	0,82
Tokmakids et al. (1998)			0,95	0,74
Tokmakids et al. (1998)			0,94	0,84
	Mediana		0,91 (0,81-0,97)	0,89 (0,74-0,93)
LT_{Aer}	velocidade	VO₂		
Roecker et al. (1988)			0,89	
Roecker et al. (1988)			0,91	
Nicholson et al. (2001)			0,84	
Farrel et al. (1979)			0,83	
Farrel et al. (1979)			0,79	
Tanaka et al. (1984)			0,69	
Tanaka et al. (1984)			0,92	
Tanaka et al. (1984)			0,79	
Tanaka et al. (1984)			0,76	
Tanaka et al. (1984)			0,77	
Jones & Doust (1998)			0,81	
Tokmakids et al. (1998)			0,82	
Tokmakids et al. (1998)			0,88	
Tokmakids et al. (1998)			0,66	

Tabela 1 – Continuação

Tokmakids et al. (1998)	0,85	0,52
Tokmakids et al. (1998)	0,84	0,81
Tokmakids et al. (1998)	0,83	0,69
	Mediana	0,84 (0,73-0,97)
	LT_{An}	velocidade
Roecker et al. (1988)	0,91	0,83
Roecker et al. (1988)	0,92	0,70
Nicholson et al. (2001)	0,86	0,81
Jones & Doust (1998)	0,83	0,66
Tokmakids et al. (1998)	0,93	0,45
Tokmakids et al. (1998)	0,91	0,45
Tokmakids et al. (1998)	0,94	0,84
Stratton et al. (2009)	0,76	0,83
Stratton et al. (2009)	0,73	0,79
	Mediana	0,91 (0,83-0,94)
		0,76 (0,66-0,83)

LT_{fix} (limiar de lactato de concentração fixa); LT_{Aer} (limiar aeróbio); LT_{An} (limiar anaeróbio); v (velocidade); VO₂ (consumo de oxigênio).

STEGMANN, KINDERMANN e SCHNABEL (1981) propuseram o termo Limiar Anaeróbio Individual ou IAT (*Individual Anaerobic Threshold*). Metodologia proposta por URHAUSEN, COEN, WEILER e KINDERMANN (1993) sugeriram que o IAT poderia ser significativamente mais adequado que os valores prefixados de 2 mmol.L⁻¹ e 4 mmol.L⁻¹.

TEGTBUR, BUSSE e BRAUMANN (1993) propuseram um novo método que denominaram de lactato mínimo (Lac_{min}), que objetiva estimar a intensidade de exercício correspondente ao equilíbrio entre produção e remoção de lactato. A metodologia consiste em aplicar esforços de alta intensidade (corridas) estimulando uma rápida elevação da [La], intercalada por uma pausa de 8 minutos, seguido por teste de intensidades progressivas.

A concentração fixa de lactato sanguíneo de 4 mmol.L⁻¹ é um dos métodos mais utilizados e reportados como referência, e tem sua utilização justificada por corresponder ao máximo estado estável, refletindo um equilíbrio dinâmico entre a

produção e a remoção de lactato sanguíneo (HECK, MADER, HESS, MUKE, MULLER & HOLLMANN, 1985).

YOSHIDA (1984) aplicou protocolos incrementais em cicloergômetro com diferentes estágios com duração de 1 e de 4 minutos, também utilizou o critério fixo de 4 mmol.L^{-1} para determinação do segundo limiar de lactato. O autor observou que a intensidade de esforço se apresentou significantemente maior nos estágios com menor duração. A duração dos estágios, entretanto, não interferiu na identificação do limiar quando expresso em valores de consumo de oxigênio.

Posteriormente COEN, URHAUSEN & KINDERMANN (2001), confirmaram que o critério de 4 mmol.L^{-1} é sensível às modificações na duração e amplitude do estágio em testes de esforço progressivo.

A investigação sobre as razões causais do acúmulo de lactato durante esforço submáximo, de uma zona metabólica a partir da qual a [La] não pode mais ser mantida em equilíbrio e também a intensidade de máximo estado estável de lactato (MEEL), têm sido pontos de grande interesse para especialistas em exercício físico (DENADAI & GRECO, 2005). Metodologias alternativas para a predição do MEEL e LAn foram apresentadas em testes laboratoriais e em campo (OLIVEIRA, GAGLIARDI & KISS, 1994; OLIVEIRA, 1995; POMPEU, FLEGNER, SANTOS & GOMES, 1997; NICHOLSON & SLEIVERT, 2001; OLIVEIRA, 2004; POMPEU, 2006; PIRES, KISS & OLIVEIRA, 2006).

Em pouco tempo, a utilização do conceito de LAn associado a intensidades de exercício se generalizou (SVEDAHL & MACINTOSH, 2003), através de seu uso por parte de pesquisadores, como também treinadores, que verificaram e enxergaram a sua aplicabilidade prática no cotidiano do treinamento. Ainda que, em algumas situações, a medida do LAn tornou-se inacessível, haja vista o alto custo, necessidade de técnicos especializados e material sofisticado (DENADAI, 1996; OLIVEIRA, 2004).

Como exposto anteriormente, sabe-se que a corrida de 5.000m é uma modalidade do atletismo onde a prova possui duração entre 12 e 14 minutos para atletas de alto nível de desempenho (IAAF, 2011; CBAt, 2011). Tornou-se interessante identificar o poder de predição do desempenho pelo valor da velocidade de corrida associada ao LAn identificado por uma concentração fixa de $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$

(DENADAI, ORTIZ & MELLO, 2004; SOUZA, VIEIRA, BALDI, GUGLIELMO, LUCAS & DENADAI, 2011).

É igualmente importante destacar que os valores fixos de concentração de lactato sanguíneo de $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ e 4 mmol.L^{-1} foram determinados a partir de médias (HECK, MADER, HESS, MUKE, MULLER e HOLLMANN, 1985). E a realização de exercícios em intensidades correspondentes aos mesmos valores supracitados, pode representar o equilíbrio entre aparecimento e desaparecimento de lactato no sangue, podendo se equilibrar em concentrações idênticas, superiores ou inferiores a esses valores (HOLLMANN, 2001).

BORCH, INGER, LARSEN e TOMTEM (1993), estudando atletas de modalidades de *endurance*, propuseram que o valor de 3 mmol.L^{-1} devia ser utilizado como índice do MEEL em teste progressivo em esteira, justificando que o grupo estudado possuía melhor condicionamento aeróbio do que o estudado por HECK, MADER, HESS, MUKE, MULLER e HOLLMANN (1985).

Metodologias alternativas foram propostas para estimar a intensidade de esforço associada ao MEEL. HELD, KUMMER e MARTI (1997) apresentaram um nomograma construído a partir de dados de um grupo heterogêneo formado por 319 homens e montado a partir do comportamento típico da $[La]$, FC e PSE em teste progressivo em esteira. A partir do mesmo, a velocidade associada a uma concentração fixa de 4 mmol.L^{-1} (V4) pôde ser estimada. Em um grupo independente formado por 100 sujeitos, os valores de V4 medidos e aqueles valores preditos pelos nomogramas foram comparados. A predição foi melhor a partir de valores submáximos de $[La]$, quando comparados com a utilização da FC e da PSE.

SNYDER, WOULFE, WALSH, FOSTER e WOULFE (1994) estudaram corredores em testes laboratoriais, e verificaram a possibilidade de predizer as faixas de ocorrência do MEEL a partir da determinação de valores de $\%FC_{\text{máx}}$. Posteriormente os autores foram criticados (FOSTER, CROWE, HOLUM, SANDVIG, SCHRAGER, SNYDER & ZAJAKOWSKI, 1995) por não oferecerem referências sobre velocidades apropriadas de treinamento, algo que é comum na rotina de técnicos e atletas de diversas modalidades.

6.5 Percepção Subjetiva de Esforço

Durante um trabalho físico intenso com duração de alguns minutos, o coração, os pulmões e os músculos esqueléticos que estão em funcionamento são muito exigidos, dessa maneira a FC é uma medida comum da intensidade da tarefa. Contudo, BORG (2000) afirma que o próprio esforço percebido também pode proporcionar uma medida satisfatória do esforço físico e da intensidade do exercício. Ainda, segundo o autor, o termo esforço percebido refere-se, principalmente, ao trabalho muscular que envolve uma tensão relativamente grande sobre os sistemas musculoesquelético, cardiovascular e respiratório. Consequentemente, é um indicador importante do grau de esforço realizado em uma determinada atividade, comumente utilizada para determinar a PSE em testes ergométricos, treinamentos e reabilitação física.

Tradicionalmente, a PSE é entendida como a integração de sinais periféricos (músculos e articulações) e centrais (ventilação) que, interpretados pelo córtex sensorial, produzem a percepção geral ou local do empenho para a realização de uma determinada tarefa (BORG, 1982). Segundo este modelo, a PSE seria gerada a partir da interpretação de estímulos sensoriais, por meio de mecanismo de retroalimentação. A PSE é um campo parcialmente inserido na psicofísica, o campo científico que abrange a mensuração das percepções sensoriais. Seus principais subcampos envolvem detecção, identificação, discriminação e classificação progressiva, sendo este último muito utilizado (BORG, 2000).

BORG (2000) afirma que o conceito de percepção subjetiva de esforço foi introduzido ao final da década de 50, juntamente com métodos que possibilitaram medir o esforço percebido em geral, a fadiga localizada e a falta de ar. Desde então, foram realizados estudos científicos e aplicações clínicas relacionadas ao esporte, à reabilitação física e à ergonomia, uma vez que, de acordo com o mesmo autor, a PSE é uma variável alternativa que pode proporcionar uma medida satisfatória da carga interna a que o corpo está sendo submetido durante esforço físico.

O índice de PSE representa uma escala de pontos pela qual o avaliado informa a sensação de intensidade de trabalho que lhe está sendo imposta durante a realização do exercício físico. Trata-se de uma escala em que se inicia com o nível

mínimo e se termina com o nível máximo de cansaço (NEVES & SANTOS, 2003). Na escala de 15 pontos de Borg (Borg 15) a numeração da tabela vai de 6 a 20, onde cada número ímpar é verbalmente ancorado, o número 6 equivale a uma FC de aproximadamente 60 bpm, considerando um valor médio de repouso, ao passo que o número 20 refere-se à sensação máxima absoluta, a qual muitos indivíduos jamais experimentaram. Em 1985, Borg fez algumas alterações na escala, tendo mudado as âncoras verbais e deslocado a expressão do número 7 um pouco para cima, melhorando assim a linearidade dos níveis de esforço e a relação com a frequência cardíaca (BORG, 2000).

Recentemente MARCORA (2009) propôs que a PSE é independente da retroalimentação proveniente das informações aferentes musculares e cardiovasculares. Esse novo modelo preconiza que a percepção de esforço provém dos estímulos corolários aos impulsos motores, em forma de cópia eferente do córtex motor para o sensorial. Em outras palavras, a intensificação de impulsos motores para os músculos esqueléticos ativados no exercício e para os músculos respiratórios seria o principal responsável pelo aumento da PSE.

O modelo proposto por MARCORA (2009) é baseado no mecanismo de pré-alimentação. Outros fatores também podem modular o aumento da PSE em exercícios prolongados, como por exemplo, a plasticidade neural que é dependente da ativação (MARCORA, 2009). Vale ressaltar que o modelo de MARCORA (2009) apresenta forte suporte experimental (MARCORA, BOSIO & MORREE, 2008; MARCORA, 2009) e pode substituir o modelo tradicional de retroalimentação como paradigma da área. Sendo assim, a PSE medida após o período de exercício pode ser definida como a resposta psicofísica gerada e memorizada no sistema nervoso central, decorrente dos impulsos neurais eferentes provenientes do córtex motor.

Metodologias de fácil aplicação foram propostas para a quantificação da carga da sessão de treinamento. FOSTER, FLORHAUG, FRANKLIN, GOTTSCHALL, HROVATIN, PARKER, DOLESHAL e DODGE (2001) objetivaram quantificar a carga de treinamento através de metodologia baseada em um questionamento simples. Trinta minutos após o término da sessão de treino, o atleta deve responder a seguinte pergunta: “Como foi a sua sessão de treino?” A resposta ao questionamento é fornecida a partir da escala CR10 que requer procedimentos de ancoragem onde o

avaliador deve instruir o avaliado a escolher um descritor e depois um número de 0 a 10. O valor máximo (10) deve ser comparado ao maior esforço físico realizado pelo sujeito e o valor mínimo é a condição de repouso absoluto (0).

Essa medida deve refletir a avaliação global de toda a sessão de treino. O intervalo de trinta minutos é adotado para que atividades leves ou intensas realizadas ao final da sessão não dominem a avaliação. É comum que em alguns momentos da própria sessão de treino, a PSE seja diferente daquela reportada trinta minutos após o término do treino, pois a mesma representa o estresse agudo e momentâneo de um determinado exercício ou pausa. Recomenda-se que o intervalo não seja superior a trinta minutos, a fim de evitar o esquecimento e a atenuação da avaliação subjetiva da intensidade da sessão de treino (FOSTER, FLORHAUG, FRANKLIN, GOTTSCHALL, HROVATIN, PARKER, DOLESHAL & DODGE, 2001).

O cálculo da carga de treinamento, a partir do método da PSE da sessão, consiste na multiplicação do escore da PSE pela duração total da sessão expressa em minutos (incluindo o aquecimento, o resfriamento e as pausas entre os esforços, no caso do treinamento intermitente). O produto da PSE (intensidade) pela duração da sessão (volume) deve ser expresso em unidades arbitrárias (FOSTER, FLORHAUG, FRANKLIN, GOTTSCHALL, HROVATIN, PARKER, DOLESHAL & DODGE, 2001).

A grande maioria dos pesquisadores e profissionais do esporte aceita este modelo. Alguns pesquisadores atribuem grande importância a esta variável psicofísica na regulação do desempenho em provas de *endurance*, pois a PSE apresenta forte relação com outros indicadores de intensidade de exercício, como, por exemplo, o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca (TUCKER & NOAKES, 2009). Dessa forma, este método pode auxiliar na quantificação da carga de sessões de treino em modalidades esportivas onde haja predomínio do fornecimento de energia pelo metabolismo aeróbico, como por exemplo, nas corridas de *endurance*, através da relação da PSE com parâmetros fisiológicos durante o esforço físico (NAKAMURA, MOREIRA & AOKI, 2010).

Diversos métodos de quantificação de treinamento baseados nas respostas de frequência cardíaca, nas respostas ventilatórias e na concentração de lactato sanguíneo foram utilizados para validar o método da PSE (BANISTER, 1991;

EDWARDS, 1993; LUCIA, HOYOS, SANTALLA, EARNEST & CHICHARRO, 2003; SEILER & KJERLAND, 2006). Frequentemente, estes métodos, são adotados e muitas vezes válidos para avaliação e controle do treinamento em diversas modalidades esportivas (NAKAMURA, MOREIRA & AOKI, 2010).

De acordo com CHEN, FAN e MOE (2002) o uso da escala de Borg já foi validado em diversas atividades, como por exemplo, cicloergometria e caminhada, utilizando-se três medidas fisiológicas indicadoras de esforço físico: a FC, o %VO_{2máx} e a [La]. As maiores correlações, encontradas pelos autores neste trabalho, foram aquelas entre as escalas de PSE e as variáveis fisiológicas identificadas em sujeitos do gênero masculino, que foram solicitados a se exercitar em esforço máximo em tarefas como caminhar, correr e nadar; ou mesmo quando foi utilizada a escala de 15 pontos de Borg relacionadas com medidas de [La].

Alguns trabalhos encontraram forte associação entre os resultados quando comparados com testes diretos, inclusive abrangendo atletas (FRANCHINI, TAKITO, LIMA, HADDAD, KISS, REGAZZINI & BOHME, 1998; LAJOIE, LAURENCELLE, TRUDEAU, 2000). Outro estudo (MAHLER & ROSTAN, 1990), ainda apresentou uma forte correlação entre FC e a PSE medida pela escala de Borg de 15 pontos durante teste de Conconi na esteira, para determinação do limiar anaeróbio (LAn).

A PSE já foi utilizada para estimar os LL (NOBLE, BORG, JACOBS, CECI & KAISER, 1983; SNYDER, FOSTER & WOULFE, 1989; STEED, GAESSER & WELTMAN, 1994; STOUDEMIRE, WIDEMAN, PASS, McGINNES, GAESSER & WELTMAN, 1996). Os autores concluíram que a PSE é uma ferramenta válida para a prescrição de intensidades de treinamento correspondentes às concentrações fixas de lactato sanguíneo de 2 mmol.L⁻¹ e 3,5 mmol.L⁻¹, podendo, portanto ser uma metodologia alternativa e acessível para este fim.

A PSE, juntamente com os métodos baseados em respostas da FC e LL, também tem sido utilizada para quantificar a magnitude das cargas de treinamento de atletas de modalidades de *endurance* (ESTEVE-LANAO, SAN JUAN, EARNEST, FOSTER & LUCIA, 2005; SEILER & KJERLAND, 2006; ESTEVE-LANAO, FOSTER, SEILER & LUCIA, 2007) como, por exemplo, corredores de fundo e esquiadores *cross-country*. A partir destas medidas é possível determinar em quais zonas metabólicas de treinamento os atletas mais concentram seus esforços.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

7.1 Caracterização da Pesquisa

Esta é uma pesquisa descritiva, correlacional e com delineamento *Ex-post facto* (THOMAS & NELSON, 2002).

7.2 População e Amostra

A população considerada para este estudo foi de todos os corredores de 5.000m devidamente registrados na Confederação Brasileira de Atletismo (CBAt) no ano de 2011. A amostra foi intencional, não probabilística e heterogênea, composta de doze sujeitos ($n = 12$) voluntários, do gênero masculino, com idade na faixa-etária (21 a 35 anos), atletas especialistas em corridas, com bons resultados de competição, ou seja, tempos entre 14 e 17 minutos na prova de 5.000m.

Foram realizados contatos com dirigentes, técnicos e atletas de equipes de atletismo do Estado de São Paulo e, por indicação do técnico ou iniciativa do atleta em participar do estudo, os doze sujeitos foram selecionados. Todos estavam treinando sistematicamente e participando com regularidade de suas respectivas provas, com tempo mínimo de 3 (três) anos, sem apresentação de lesões musculares e ou articulares recentes.

Os atletas participantes do estudo tinham uma rotina de treinamento similar, com frequência entre seis e sete sessões de treinamento por semana em pista de atletismo e em vias públicas. A duração variava de 40 minutos a 180 minutos, com volume semanal que oscilava entre 80 quilômetros e 120 quilômetros. A maioria dos sujeitos desenvolvia, paralelamente, treinamento neuromuscular para aumento da potência muscular.

7.3 Procedimentos das Coletas

A aplicação do presente estudo foi realizada nas dependências do Laboratório de Determinantes Energéticos de Desempenho Esportivo (LaDESP) e na pista de

atletismo do Centro de Práticas Esportivas da Universidade de São Paulo (CEPEUSP). Uma rotina foi seguida para as coletas de dados que foram realizadas sempre em mesmo horário. Para os testes laboratoriais foi utilizado o período vespertino (entre 14h00min e 18h00min). Para os testes em campo o período matutino (entre 8h00min e 10h00min) em concordância com o horário de competição dos atletas.

Os procedimentos realizados em campo tiveram a temperatura ambiente, umidade relativa do ar, pressão barométrica e velocidade do vento fornecida pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. Isso determinou ou não a realização das coletas. Nos experimentos em campo a temperatura oscilou entre 23°C e 27°C e a umidade relativa do ar entre 55% e 60%. Na condição laboratorial a temperatura foi registrada em 25°C e umidade relativa do ar em 60%.

Antes de iniciar os testes foi aplicado um questionário contendo informações sobre a saúde, o nível de condicionamento físico, a especialidade, a fase de treinamento e grau de envolvimento em competições atléticas. Diagnóstico realizado por médico especialista não detectou qualquer patologia cardiológica, confirmado os resultados dos exames recentes apresentados pelos sujeitos.

Todos assinaram um termo de consentimento esclarecido concordando em participar do experimento (Processo nº 39/2011), previamente aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa envolvendo seres humanos da EEEFE da USP.

7.4 Testes de Desempenho

A realização dos testes aconteceu em duas visitas distintas ao LaDESP e ao CEPEUSP, e foram divididas de maneira que alguns sujeitos realizavam inicialmente teste simulado de corrida de 5.000m em pista de atletismo, seguido de um intervalo mínimo de 72 horas, para a realização do teste escalonado máximo em esteira ergométrica, ao passo que os demais sujeitos realizaram os testes em ordem inversa. O objetivo desta abordagem foi atenuar o efeito do teste sobre os achados do estudo.

Em ambas as visitas os sujeitos puderam realizar aquecimento prévio, sendo que na condição laboratorial o mesmo foi padronizado em 5 (cinco) minutos na esteira, com intensidade variável e auto selecionável entre 7 km.h^{-1} e 10 km.h^{-1} . Já na condição campo os sujeitos executaram o aquecimento de forma livre em conformidade à prática que utilizavam antes das provas esportivas. Também foram orientados a adotar a estratégia de ritmo que melhor conviesse para a execução do teste simulado de corrida de 5.000m em pista de atletismo, desde que perfizessem em menor tempo possível.

Antes da cada avaliação houve familiarização com os procedimentos utilizados nos testes de forma que todos os sujeitos receberam explicações padronizadas. A utilização da escala de 15 Pontos de Borg (Borg15) para medidas da PSE foi realizada de acordo com a metodologia proposta por BORG (2000).

Conforme metodologia utilizada por BERTUZZI, NAKAMURA, ROSSI, KISS e FRANCHINI (2006), as cópias dessa escala foram plastificadas e reduzidas a 10 cm de comprimento por 5 cm de largura, sendo posteriormente fixadas próximo ao punho do antebraço dominante dos sujeitos para facilitar a tomada durante os testes em campo. Já em laboratório uma escala foi colocada à frente do monitor do ergômetro para visualização e posteriormente foi reportada pelos sujeitos.

7.4.1 Teste de Corrida de 5.000m

O teste simulado de corrida de 5.000m em pista de atletismo foi realizado para avaliação do desempenho esportivo, análise da estratégia e registro das variáveis. O comportamento das variáveis fisiológicas, perceptuais e mecânicas durante a prova esportiva foi analisada em 5 (cinco) trechos de 1.000m (mil metros).

A FC foi medida e registrada a cada 5s por monitor cardíaco colocado junto ao punho dos sujeitos. Fita elástica ajustável foi colocada junto ao tórax para a transmissão telemétrica para o equipamento. A PSE foi registrada a cada trecho completado pelos sujeitos que a reportaram de acordo com padronização anterior.

As velocidades de corrida foram medidas por equipamento GPS que foi colocado junto ao calçado esportivo dos sujeitos e registradas em monitor portátil. A

taxa de aquisição foi definida a cada parcial de 200m durante todo o teste, para que pudéssemos determinar a média de cada trecho analisado durante a prova esportiva.

As coletas de amostra sanguínea para determinação do pico de concentração de lactato sanguíneo ($[La]_{\text{pico}}$) foram realizadas no 1º, 3º e 5º minutos posteriores ao teste de desempenho (KISS, 2003).

7.4.2 Teste Escalonado Máximo

O teste escalonado máximo em esteira ergométrica seguiu o protocolo de esforço progressivo adaptado de DENADAI, ORTIZ & MELLO (2004), com velocidade inicial de $12,0 \text{ km.h}^{-1}$, inclinação fixa a 1% e incrementos de $1,2 \text{ km.h}^{-1}$, formado por estágios com 3 (três) minutos de duração, até exaustão voluntária.

O consumo de oxigênio (VO_2), a produção de dióxido de carbono (VCO_2), a razão de trocas respiratórias (R) e a ventilação-minuto (VE) foram analisados e registrados respieração a respieração continuamente durante o teste, por meio de analisador de gases portátil. A FC foi medida constantemente por um cardiofrequencímetro durante todo o teste e ao término de cada estágio realizou-se a tomada da PSE.

Para a coleta da amostra sanguínea foram utilizados os 30 (trinta) segundos de interrupção entre os estágios, onde 25 μl de sangue arterializado foram coletados do lóbulo da orelha previamente higienizado.

O consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$) foi determinado a partir da obtenção de, pelo menos três dos seguintes critérios: i) exaustão do sujeito; ii) o aumento do VO_2 menor que $2,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ mediante o incremento da intensidade da tarefa; iii) a razão de trocas respiratórias maior que 1,10; iv) concentração de lactato sanguíneo após o teste maior que $8,0 \text{ mmol.L}^{-1}$; v) 90% da frequência cardíaca máxima predita pela idade (220 - idade) (HOWLEY; BASSET & WELCH, 1995).

A $\text{vVO}_{2\text{máx}}$ foi estabelecida como a menor intensidade expressa em velocidade de corrida em que o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ foi alcançado e mantido por 1 minuto. Se o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ fosse alcançado durante um estágio não sustentado por 1 minuto, a velocidade do estágio anterior foi assumida como a $\text{vVO}_{2\text{máx}}$ (BILLAT, FLECHET, PETIT, MURIAUX & KORALSZTEIN, 1999).

A velocidade de corrida mais alta alcançada durante o teste foi considerado o pico de velocidade em esteira (PVE). Quando os sujeitos não completavam o estágio, o PVE foi calculado a partir da equação proposta por KUIPERS, VERSTAPPEN, KEIZER, GEURTEN e VANKRANENBURG (1985).

A identificação da velocidade de corrida associada ao limiar anaeróbio (vLAn) foi realizado para cada sujeito pela associação da velocidade de corrida com a concentração fixa de lactato sanguíneo de $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$, através de interpolação linear (HECK, MADER, HESS, MUCKE, MULLER & HOLMANN, 1985).

7.5 Antropometria

As características antropométricas dos sujeitos foram identificadas através das medidas de massa corporal total e estatura, todas realizadas por um único avaliador experiente seguindo a padronização proposta por GORDON, CHUMLEA e ROCHE (1988). A composição corporal foi estimada por método indireto através da mensuração das dobras cutâneas: tricipital, subescapular e abdominal do hemicorpo direito dos sujeitos por três vezes em sistema de rodízio, de acordo com a padronização recomendada pela International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK), sendo adotados os valores das respectivas medianas para representá-las. Quando a diferença entre as três medidas foi maior que 10%, uma quarta mensuração foi realizada. A densidade corporal foi estimada pela equação de LOHMAN (1981), ao passo que o percentual de gordura foi estabelecido pela equação proposta por BROZEK (1961).

7.6 Instrumentos de Medida

Para a avaliação antropométrica, foi utilizada uma balança eletrônica (Toledo 2098/59, Toledo®, Brasil) com precisão de 0,1 kg, um estadiômetro de madeira e uma fita metálica antropométrica com precisão de 1 mm (Sanny®, Brasil). Além de compasso de dobras cutâneas (Harpenden®, Modelo RH15, Baty International, UK) com precisão de 0,2 mm.

A FC foi monitorada e registrada por equipamento portátil (Polar RS800CX, Polar® Electro, Finlândia), sendo os dados transferidos por comunicação infravermelha a um computador para posterior análise e ajustes através do programa Polar Precision Performance® (versão SW 3.0, Polar® Electro, Finlândia).

Para determinar e registrar as velocidades de corrida em pista de atletismo, foi utilizado um aparelho sensor GPS (Polar Modelo G3 W.I.N.D de 2.4 GHz, Polar® Electro, Finlândia). O tempo parcial de cada trecho e o tempo total foi registrado por cronômetro manual (CASIO, Modelo HS1000, Japão).

No teste escalonado máximo foi utilizada esteira ergométrica com absorção de impactos (Movement E750, Movement®, Brudden Brasil) e no teste simulado de 5.000m foi utilizada pista oficial de atletismo para corridas.

As amostras sanguíneas foram coletadas do lóbulo da orelha, previamente tratado com assepsia local e perfurado com o uso de material descartável, ou seja, lancetas (BM Lactate Roche®, Brasil). A primeira gota foi descartada, em seguida a amostra coletada em capilares heparinizados (Biocap, Brasil).

Posteriormente armazenadas em tubos plásticos (Eppendorf 3810X Standard, Eppendorf, Brasil) com adição de 50 µl de fluoreto de sódio, mantidas a uma temperatura próxima de 10°C. As concentrações sanguíneas de lactato foram determinadas por meio de um analisador automático de lactato (Yellow Springs® 1500, Ohio, USA), o qual foi calibrado a cada dez análises conforme recomendação do fabricante com solução padrão de 5,0 mmol.L⁻¹.

Máscaras de silicone (Hans Rudolph, Kansas, USA) com baixa resistência que mantém o nariz e a boca cobertos, foram utilizadas e seguidamente trocadas para cada novo sujeito avaliado. Para análise dos gases foi utilizado equipamento portátil (K4b², Cosmed, Itália), calibrado antecipadamente a cada coleta de dados de acordo com as especificações do fabricante.

Para isso foi utilizado gás de composição conhecida nas concentrações recomendadas (20,9% de O₂ e 5% de CO₂). A calibração do fluxo de ar foi realizada com uma seringa de 3 litros (Quinton Instruments, Seattle, WH). A calibragem do tempo de atraso para análise da amostra de ar expirada foi realizada de acordo com as especificações do fabricante (K4b² Instruction Manual).

7.7 Controle das Variáveis

Para o controle da mensuração das variáveis investigadas, sugeriu-se aos voluntários que não realizem atividades físicas extenuantes, ingerissem bebidas alcoólicas e cafeinadas pelo menos 48 horas antes de cada procedimento do estudo. Os sujeitos foram solicitados a dormir adequadamente na noite anterior e realizar a última refeição pelo menos duas horas antes dos testes sugeridos. Também foi recomendado aos participantes que comparecessem às avaliações sempre com o mesmo calçado e com as mesmas vestimentas.

7.8 Tratamento Estatístico

Os dados foram analisados através de pacotes estatísticos SPSS® (versão 18.0, SPSS Inc., Chicago, USA) e Minitab® (versão 15.1, Minitab Inc., USA). Antes da escolha dos testes, a distribuição dos dados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e pelo teste de Shapiro-Wilk. Não houve distribuição normal dos dados, isso implicou em utilização de análise não paramétrica. Posteriormente as variáveis deste estudo são apresentadas na forma de mediana, valores mínimos e valores máximos.

O coeficiente de correlação de Spearman (r_s) foi calculado para determinar as possíveis associações entre PVE, $vVO_{2\text{máx}}$ e $vLAn$, obtidas no teste escalonado máximo; como também as possíveis associações com os valores de $[La]_{\text{pico}}$, velocidade média de corrida e o tempo obtidos no teste de desempenho de 5.000m.

Posteriormente houve divisão dos grupos de estratégia de corrida, para tanto foram comparadas as medianas das velocidades de corrida do trecho inicial ($\Delta 20\%$) com a velocidade média da prova pelo teste de Mann-Whitney.

Separadamente foram realizadas comparações entre as medianas de FC, PSE e velocidade dentro de cada grupo de estratégia para medidas repetidas a Um Fator (trecho do teste de corrida) utilizando-se teste de Friedman e *post hoc* de Wilcoxon.

Os grupos de estratégia de corrida foram comparados entre si pelo teste de Mann-Whitney para cada trecho e sua respectiva variável (velocidade, FC e PSE). Para todas as análises, o nível de significância considerado foi menor que 5% ($p < 0,05$) (THOMAS & NELSON, 2002).

8. RESULTADOS

8.1 Amostra

De acordo com a estratégia de saída adotada, temos a divisão da amostra em dois grupos de atletas, baseada na relação da velocidade média de corrida nos primeiros 1.000m ($\Delta 20\%$) com a média da velocidade de corrida no teste simulado de 5.000m, conforme dados apresentados na Tabela 2.

Foram encontradas diferenças significantes ($p < 0,05$) entre a velocidade no trecho $\Delta 20\%$ e a velocidade média no teste de 5.000m, bem como entre a velocidade no trecho $\Delta 100\%$ e a velocidade média no teste de 5.000m.

As características morfológicas e o tempo de experiência com o atletismo dos sujeitos são apresentados na Tabela 3 (mediana, valor mínimo e valor máximo) de acordo com os grupos de estratégia. Não foram encontradas diferenças significantes em nenhuma das variáveis morfológicas e tempo de experiência.

TABELA 2 – Classificação da estratégia de corrida no teste de 5.000m

Parâmetros	Grupo de Saída Lenta			Grupo de Saída Rápida		
	(n = 6)			(n = 6)		
	Mediana	Mínimo	Máximo	Mediana	Mínimo	Máximo
Vel_{Δ20%} (km.h⁻¹)	16,9*	16,1	17,1	19,1*	18,2	19,6
Vel_{Δ100%} (km.h⁻¹)	19,1*	17,8	19,8	16,7*	15,5	19,8
Vel_{média} (km.h⁻¹)	18,7			17,4		

Vel_{Δ20%} (velocidade média de corrida nos primeiros 1.000m do teste de 5.000m); Vel_{Δ100%} (velocidade média de corrida nos últimos 1.000m do teste de 5.000m); Vel_{média} (velocidade média de corrida no teste de 5.000m);

*diferença em nível de $p < 0,05$

TABELA 3 - Características morfológicas e tempo de experiência

Parâmetros	Grupo de Saída Lenta (n = 6)			Grupo de Saída Rápida (n = 6)		
	Mediana	Mínimo	Máximo	Mediana	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	32	23	35	31	25	33
Peso (kg)	64,0	59,2	71,2	64,4	51,0	71,9
Estatura (cm)	172	163	188	169	158	178
IMC (kg.m⁻²)	21,3	18,3	24,1	22,3	20,4	24,6
ΣDC (mm)	35,6	18,2	59,9	34,0	17,3	58,6
%GC	6,8	3,8	11,1	6,5	3,7	10,9
tEXP. (anos)	7	4	9	7	3	8

IMC (índice de massa corporal); ΣDC (somatória das dobras cutâneas); %GC (percentual de gordura corporal); tEXP. (tempo de experiência na modalidade).

8.2 Teste Escalonado Máximo

Os resultados obtidos no teste escalonado máximo para avaliação do desempenho estão apresentados na Tabela 4 para cada grupo. Não foram encontradas diferenças significantes em nenhuma das variáveis fisiológicas medidas.

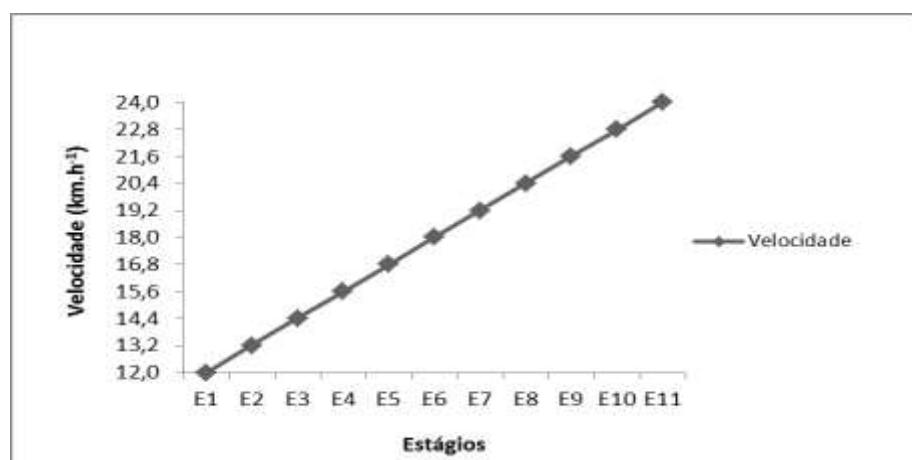


FIGURA 2 – Representação gráfica do teste escalonado máximo DENADAI, ORTIZ & MELLO (2004)

TABELA 4 - Valores obtidos no teste escalonado máximo

Parâmetros	Grupo de Saída Lenta (n = 6)			Grupo de Saída Rápida (n = 6)		
	Mediana	Mínimo	Máximo	Mediana	Mínimo	Máximo
VO_{2máx}	63,8	61,5	68,2	65,3	62,6	71,1
vVO_{2máx}	20,0	18,9	20,9	20,9	19,1	21,5
PVE	20,8	19,4	22,8	22,2	19,4	22,8
vLAn	18,2	17,6	18,6	17,7	16,8	18,3

VO_{2máx} (consumo máximo de oxigênio em ml.kg⁻¹.min⁻¹); vVO_{2máx} (velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em km.h⁻¹); PVE (pico de velocidade em esteira em km.h⁻¹); vLAn (velocidade de corrida associada ao limiar anaeróbio em km.h⁻¹).

8.3 Teste de Corrida de 5.000m

Para a análise das variáveis no teste de 5.000m, foram adotados 5 (cinco) trechos: Δ20%; Δ40%; Δ60%; Δ80% e Δ100%, conforme demonstrado na Tabela 5.

Os resultados para avaliação do desempenho dos grupos em teste de corrida de 5.000m são apresentados na Tabela 6.

Foi encontrada diferença significante ($p < 0,05$) no tempo para completar o teste de corrida de 5.000m entre o grupo de saída lenta e o grupo de saída rápida.

TABELA 5 - Trechos analisados no teste de corrida de 5.000m

Trechos	Δ20%	Δ40%	Δ60%	Δ80%	Δ100%
Distância	0-1000m	1001-2000m	2001-3000m	3001-4000m	4001-5000m

TABELA 6 – Valores obtidos no teste de corrida de 5.000m

Parâmetros	Grupo de Saída Lenta (n = 6)			Grupo de Saída Rápida (n = 6)		
	Mediana	Mínimo	Máximo	Mediana	Mínimo	Máximo
Vel_{média}	18,7	17,3	19,1	17,4	16,5	17,9
FC	185	165	194	186	169	198
PSE	12	7	20	12	8	18
[La]_{pico}	7,61	7,44	8,31	7,41	6,93	7,98
Tempo	992*	912	1000	1012*	977	1064

Vel_{média} (velocidade média de corrida no teste de 5.000m em km.h⁻¹); FC (frequência cardíaca em batimentos por minuto); PSE (percepção subjetiva de esforço em escala de pontos); [La]_{pico} (pico de concentração de lactato sanguíneo em mmol.L⁻¹); Tempo (execução do teste de corrida de 5.000m em segundos)

*diferença em nível de p < 0,05

TABELA 7 – Correlação entre variáveis preditoras de desempenho e velocidades de corrida do teste de 5.000m – Correlação de Spearman

Parâmetros	Vel_{Δ20%}	Vel_{Δ40%}	Vel_{Δ60%}	Vel_{Δ80%}	Vel_{Δ100%}
PVE	0,57*	0,42	0,10	0,11	0,14
vVO_{2máx}	0,55*	0,13	0,24	0,27	0,28
vLAn	0,54*	0,14	0,10	0,18	0,30

PVE (pico de velocidade em esteira em km.h⁻¹); vVO_{2máx} (velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em km.h⁻¹); vLAn (velocidade de corrida associada limiar anaeróbio em km.h⁻¹); Vel_{Δ20%} (velocidade de corrida no trecho Δ20% em km.h⁻¹); Vel_{Δ40%} (velocidade de corrida no trecho Δ40% em km.h⁻¹); Vel_{Δ60%} (velocidade de corrida no trecho Δ60% em km.h⁻¹); Vel_{Δ80%} (velocidade de corrida no trecho Δ80% em km.h⁻¹); Vel_{Δ100%} (velocidade de corrida no trecho Δ100% em km.h⁻¹)

*diferença em nível de p < 0,05

TABELA 8 – Correlação entre variáveis preditoras de desempenho e variáveis medidas no teste de corrida de 5.000m – Correlação de Spearman

Parâmetros	Tempo	Vel._{média}	[La]_{pico}
PVE	- 0,33	0,11	0,29
vVO_{2máx}	- 0,44	0,44	0,24
vLAn	- 0,27	0,50*	0,72

PVE (pico de velocidade em esteira em km.h^{-1}); vVO_{2máx} (velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em km.h^{-1}); vLAn (velocidade de corrida associada limiar anaeróbio em km.h^{-1}); Tempo (execução do teste de corrida de 5.000m em segundos); Vel._{média} (velocidade média de corrida no teste de 5.000m em km.h^{-1}); [La]_{pico} (pico de concentração de lactato sanguíneo em mmol.L^{-1});

*diferença em nível de $p < 0,05$

De acordo com a Tabela 7 foram encontradas associações entre PVE e $\text{Vel}_{\Delta 20\%}$ ($r_s = 0,57$; $p < 0,05$); entre vVO_{2máx} e $\text{Vel}_{\Delta 20\%}$ ($r_s = 0,55$; $p < 0,05$) e associação entre vLAn e $\text{Vel}_{\Delta 20\%}$ ($r_s = 0,54$; $p < 0,05$), indicando importantes relações entre variáveis preditoras de desempenho e regulação da velocidade no trecho inicial do teste de 5.000m.

Observando os dados da Tabela 8 encontramos associação entre vLAn e velocidade média de corrida no teste de 5.000m ($r_s = 0,50$; $p < 0,05$), vale lembrar que os melhores desempenhos foram encontrados no grupo de saída lenta, que por sua vez possui valor de vLAn mais alto que o grupo de saída rápida. Também se observou associação entre vLAn e [La]_{pico} ($r_s = 0,72$), porém sem diferença significante.

A Figura 3 demonstra a comparação entre a velocidade de corrida entre os grupos no trecho $\Delta 20\%$, observou-se diferença significante ($p < 0,05$), e o mesmo ocorreu quando comparada a velocidade de corrida entre os grupos no trecho $\Delta 100\%$. O comportamento da velocidade média de corrida do grupo de estratégia de saída lenta, quando comparado com o grupo de estratégia de saída rápida, nota-se que o primeiro grupo possui valores superiores na maioria dos trechos analisados no teste ($\Delta 40\%$, $\Delta 60\%$, $\Delta 80\%$ e $\Delta 100\%$). Exceto no primeiro trecho ($\Delta 20\%$) que os diferenciam em relação à estratégia de saída adotada.

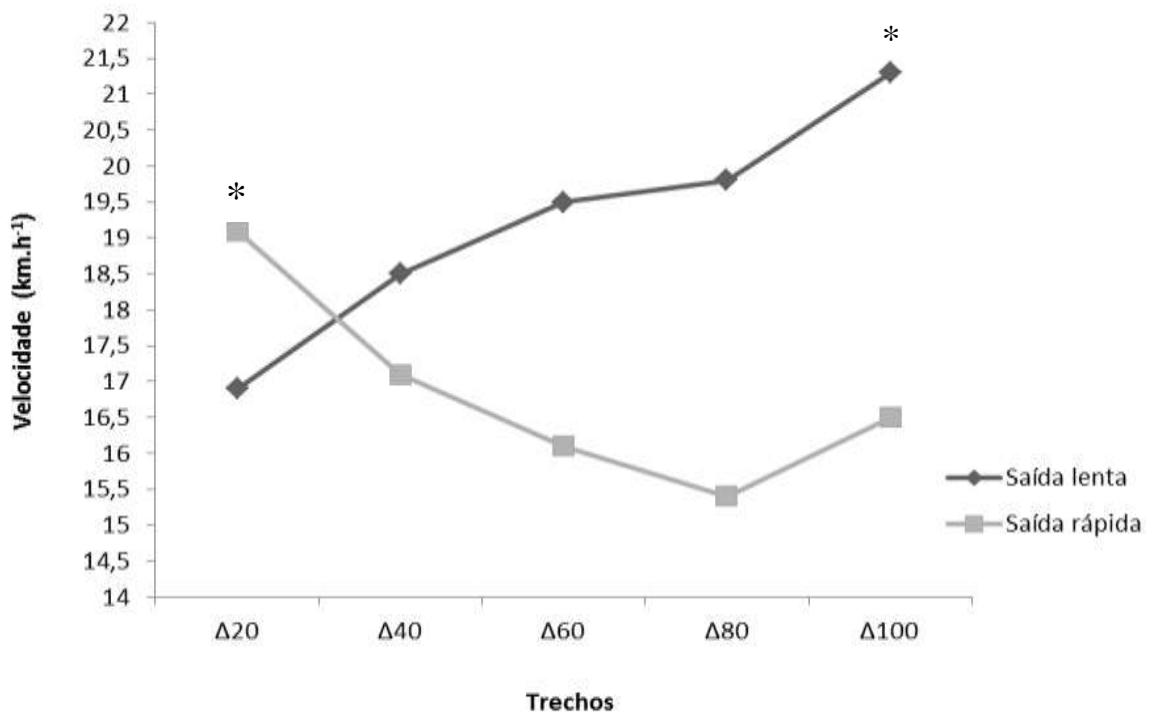


FIGURA 3 – Representação gráfica do comportamento da velocidade média de corrida em teste de 5.000m

* diferença em nível de $p < 0,05$

A Figura 4 representa graficamente o comportamento da FC em teste simulado de corrida de 5.000m em pista de atletismo de ambos os grupos de corredores. Quando comparados os valores de FC entre os grupos nos trechos $\Delta 60\%$, $\Delta 80\%$ e $\Delta 100\%$, observou-se diferença significante ($p < 0,05$).

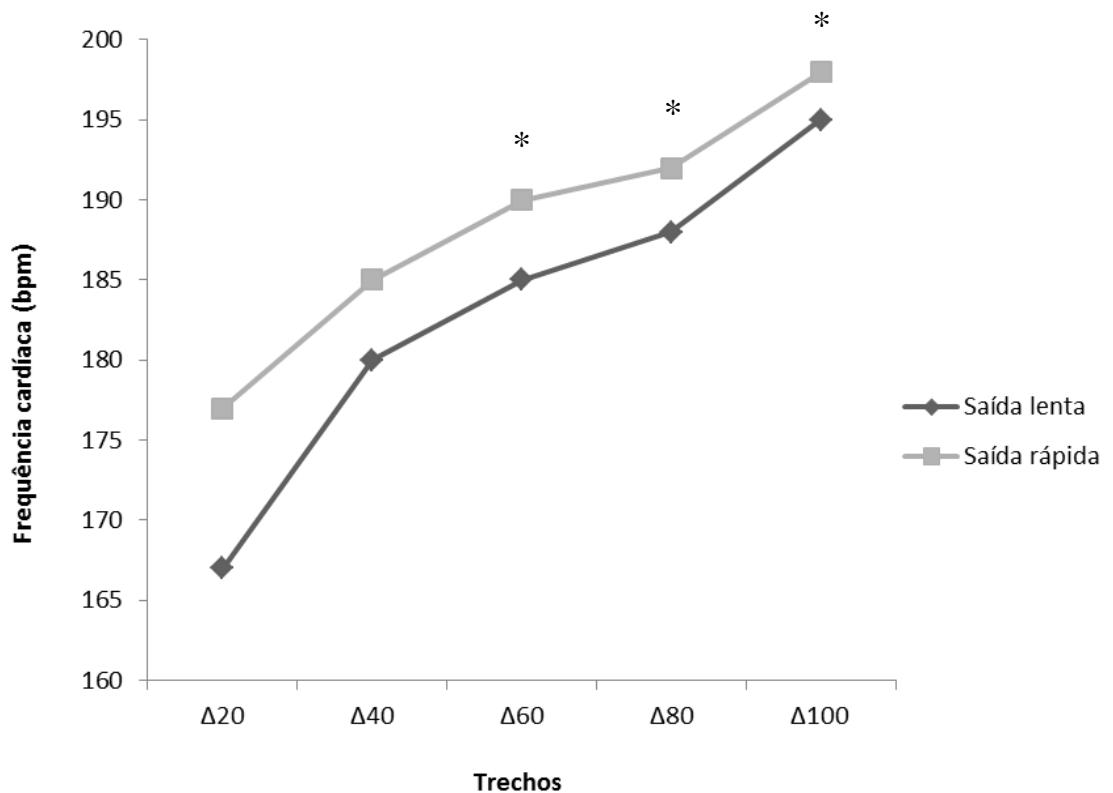


FIGURA 4 – Representação gráfica do comportamento da frequência cardíaca em teste de corrida de 5.000m

* diferença em nível de $p < 0,05$

Na Figura 5 observa-se o comportamento da PSE para ambos os grupos em teste simulado de corrida de 5.000m em pista de atletismo, não havendo diferença significante entre nenhum trecho comparado.

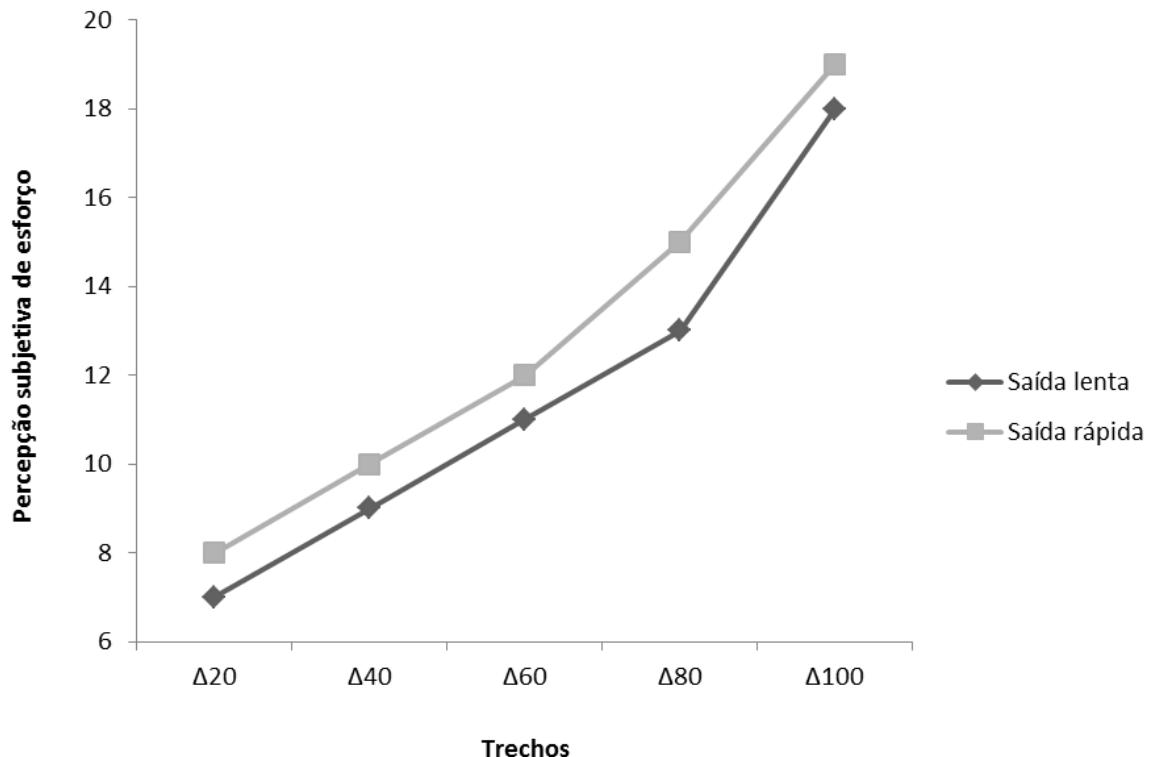


FIGURA 5 – Representação gráfica do comportamento da percepção subjetiva de esforço em teste de corrida de 5.000m

Para análise do *pacing* e do comportamento da FC e PSE durante o teste simulado de corrida de 5.000m, foram realizadas separadamente, comparações dentro de cada grupo de estratégia. De acordo com os dados, houve diferença significante ($p < 0,05$) entre todos os trechos analisados ($\Delta 20\%$, $\Delta 40\%$, $\Delta 60\%$, $\Delta 80\%$ e $\Delta 100\%$) para *pacing*, FC e PSE, tanto no grupo de saída lenta quanto no grupo de saída rápida, conforme demonstrado pelas análises em Anexo XII e XIII.

9. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

9.1 Nível de desempenho

A amostra do presente estudo apresentou valores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de $63,8 \text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; $\text{vVO}_{2\text{máx}}$ de $20,3 \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$; vLAn de $17,9 \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ e PVE de $21,3 \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$. O nível de desempenho da amostra do presente trabalho é representativo, apresentando tempo na corrida de 5.000m: 990; 912 e 1064 segundos (mediana, valor mínimo e valor máximo). Próximos dos valores encontrados no estudo de STOA, STOREN, ENOKSEN e INGJER (2010) que analisaram a correlação entre variáveis fisiológicas e o desempenho de corredores de elite, nesse trabalho a amostra apresentou tempo na corrida de 5.000m com valor de 906 ± 32 segundos (média ± desvio padrão).

Trabalho publicado por DENADAI, ORTIZ e MELLO (2004) avaliaram corredores bem treinados em provas de fundo do atletismo e encontraram tempo de desempenho na corrida de 5.000m com média de 1006 ± 54 segundos. SOUZA, VIEIRA, BALDI, GUGLIELMO, LUCAS e DENADAI (2011) analisaram variáveis fisiológicas e neuromusculares associados ao desempenho de endurance e os efeitos da distância da prova, incluindo a corrida de 5.000m. A amostra deste trabalho apresentou tempo de prova de 1094 ± 48 segundos (média ± desvio padrão) e coeficiente de variação de 4,4%.

No estudo de GOSZTYLA, EDWARDS, QUINN e KENEFICK (2006) a amostra apresentou um desempenho com média de 1229; 1212 e 1197 segundos para a estratégia sem alteração (*even pacing*), a estratégia 3% mais rápida (*3% faster pacing*) e a estratégia 6% mais rápida (*6% faster pacing*) respectivamente.

Para efeitos comparativos TUCKER, LAMBERT e NOAKES (2006) analisaram os recordes mundiais na corrida de 5.000m e observaram tempo de desempenho com média de 770, 782 e 755 segundos (mediana, valor mínimo e valor máximo).

A amostra do presente estudo apresentou $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de $63,8 \text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ e $65,3 \text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ no grupo de saída lenta e grupo de saída rápida respectivamente. Valores próximos ao encontrado no trabalho de DENADAI, ORTIZ e MELLO (2004) que avaliaram sujeitos bem treinados ($\text{VO}_{2\text{máx}}$ com média de $60,4 \pm 5,9 \text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)

e semelhantes ao estudo de STOA, STOREN, ENOKSEN e INGJER (2010) que avaliaram atletas de elite na corrida de 5.000m ($\text{VO}_{2\text{máx}}$ com média de $66,9 \pm 4,4 \text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Dados muito próximos também nos encontrados no estudo de MCLAUGHLIN, HOWLEY, BASSET, THOMPSON e FITZHUGH (2010) onde o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ apresentou valor com média de $60,2 \pm 5,4 \text{ ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e no estudo de SOUZA, VIEIRA, BALDI, GUGLIELMO, LUCAS e DENADAI (2011) onde o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ apresentando média de $64,2 \text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1} \pm 5,4$ e coeficiente de variação de 8,4%.

9.2 Estratégia de corrida

No presente trabalho, evidenciamos que existe diferença no desempenho entre os sujeitos que adotaram distintas estratégias de ritmo nos trechos analisados durante o teste simulado de corrida 5.000m em pista de atletismo. Comparando a estratégia de ritmo inicial, identificamos diferença significante ($p < 0,05$) entre a $\text{Vel}_{\Delta 20\%}$ do grupo de saída lenta ($16,9 \text{km}.\text{h}^{-1}$) e do grupo de saída rápida ($19,1 \text{km}.\text{h}^{-1}$). No trecho final a $\text{Vel}_{\Delta 100\%}$ do grupo de saída lenta ($19,1 \text{km}.\text{h}^{-1}$) e do grupo de saída rápida ($16,7 \text{km}.\text{h}^{-1}$) também apresentaram diferença significante ($p < 0,05$). Também foram encontradas diferenças significantes ($p < 0,05$) entre todos os trechos do teste simulado de 5.000m para a velocidade média de corrida, em cada grupo de estratégia analisado separadamente.

Ao contrário do observado em trabalho anterior (GOSZTYLA, EDWARDS, QUINN & KENEFICK, 2006), onde os autores sugerem que é possível iniciar o primeiro trecho em ritmos de 3% a 6% mais rápidos que a velocidade média da prova, melhorando assim o desempenho na corrida de 5.000m. Mas, o trabalho acima mencionado é um dos poucos a analisar o comportamento da estratégia inicial sobre o desempenho de corredores, porém ressaltamos que a amostra era composta por mulheres não atletas e o simulado de 5.000m foi analisado em trechos de 1,63-km.

Em nosso trabalho o grupo de estratégia de saída rápida executou o primeiro trecho ($\Delta 20\%$) 10% mais rápido que a velocidade média da prova, ainda assim seu tempo final foi mais alto (1012 segundos) quando comparado com o grupo de estratégia de saída lenta, que por sua vez executou o trecho inicial 10% mais lento

que a velocidade média da prova, porém obteve o melhor desempenho (992 segundos).

Como visto anteriormente, observa-se um comportamento da velocidade de corrida estatisticamente diferente ($p < 0,05$) entre os grupos analisados pela análise do trecho $\Delta 20\%$ onde o grupo de saída rápida apresenta valor mais alto ($19,1 \text{km.h}^{-1}$) quando comparado com o grupo de saída lenta ($16,9 \text{km.h}^{-1}$). Porém esse comportamento se inverte nos trechos subsequentes $\Delta 40\%$, $\Delta 60\%$, $\Delta 80\%$ e $\Delta 100\%$.

Baseado no trabalho de ABBISS e LAURSEN (2008), a classificação do comportamento estratégico de ambos os grupos se assemelha ao denominado *parabolic-shaped pacing*. Essa denominação leva em conta a distribuição da intensidade (velocidade de corrida) em relação à distância ou tempo remanescente. O grupo que adotou estratégia de saída lenta assemelha-se ao chamado *J-shaped pacing*, ao passo que o grupo que adotou a estratégia de saída rápida assemelha-se ao denominado *Reverse J-shaped pacing*.

BERTUZZI, NAKAMURA, ROSSI, KISS e FRANCHINI (2006) investigaram a estratégia de corrida durante a simulação de uma prova esportiva e verificaram que a velocidade de corrida diminuiu nas 19^a e 20^a parciais ($p < 0,05$), ou seja, próximo de 80% da distância total. De maneira semelhante, o grupo de corredores de saída rápida completou o primeiro trecho ($\Delta 20\%$), ou seja, a 1^a e a 2^a voltas do teste simulado de 5.000m na maior velocidade de todo o percurso ($19,1 \text{km.h}^{-1}$), mas posteriormente, os sujeitos reduziram expressivamente o ritmo nos trechos seguintes ($\Delta 40\%$, $\Delta 60\%$ e $\Delta 80\%$) chegando a um decréscimo de aproximadamente 13% no trecho final ($\Delta 100\%$). Apenas um dos sujeitos do grupo de saída rápida, aumentou expressivamente 17% sua velocidade de corrida no trecho final ($\Delta 100\%$) comparado ao trecho inicial ($\Delta 20\%$), mesmo apresentando um comportamento de decréscimo nos trechos intermediários ($\Delta 40\%$, $\Delta 60\%$ e $\Delta 80\%$). Podemos especular que esses atletas, adotaram uma estratégia de corrida baseada em uma redução acentuada da velocidade durante a parte intermediária da prova como um efeito poupadour, objetivando uma possível finalização rápida.

O comportamento estratégico do grupo de saída lenta pode ser explicado, supostamente através da manutenção de uma reserva (medidas não realizadas) durante a parte intermediária da corrida, ou seja, entre os trechos $\Delta 40\%$, $\Delta 60\%$ e

$\Delta 80\%$, observável pelos discretos aumentos nas velocidades de corrida ($18,1 \text{ km.h}^{-1}$; $18,3 \text{ km.h}^{-1}$ e $18,5 \text{ km.h}^{-1}$) respectivamente. Segundo alguns autores isso seria regulado por um complexo sistema que equilibra a demanda energética para um ótimo desempenho com a necessidade de manter a homeostase durante o exercício e assim finalizar a prova em ritmo mais rápido que a média da tarefa esportiva (LAMBERT, GIBSON & NOAKES, 2005; TUCKER, LAMBERT & NOAKES, 2006; TUCKER e NOAKES, 2009).

Possivelmente, a estratégia de corrida seja estabelecida antes da competição, de forma subconsciente, sendo forte o suficiente para não se modificar, além de possuir um aspecto poupadour durante a parte intermediária da prova esportiva para uma possível finalização rápida. Isto foi confirmado no estudo de BATH, TURNER, BOSCH, TUCKER, LAMBERT, THOMPSON e GIBSON (2011) que verificaram a influência da presença de um segundo corredor, nele os parâmetros avaliados, incluindo a velocidade média na corrida de 5.000m, não apresentaram diferença significante.

Fato observável em ambos os grupos, porém no grupo de saída rápida a finalização da prova esportiva não implicou em bom desempenho, pois houve decréscimo progressivo na velocidade de corrida, ainda que produzisse aumento no trecho final, isso não foi suficiente. De modo contrário, analisando a estratégia dos corredores do grupo de saída lenta, notamos um aumento progressivo da velocidade de corrida. Quando comparamos o trecho $\Delta 20\%$ com o trecho $\Delta 40\%$ observamos um aumento de aproximadamente 8%; entre o trecho $\Delta 20\%$ e o trecho $\Delta 60\%$ houve um aumento de aproximadamente 9%; e entre o trecho $\Delta 20\%$ e o trecho $\Delta 80\%$ ocorreu um aumento de 10%; por sua vez entre o trecho $\Delta 20\%$ e o trecho $\Delta 100\%$ os atletas aumentaram a velocidade em 12% no total.

9.3 Frequência cardíaca

Ao longo dos 5.000m, a FC teve aumento progressivo e apresentou diferença significante ($p < 0,05$) entre os grupos nos trechos $\Delta 60\%$, $\Delta 80\%$ e $\Delta 100\%$. Também foram encontradas diferenças significantes ($p < 0,05$) entre todos os trechos do teste simulado de 5.000m para a FC, em cada grupo de estratégia analisado

separadamente. Fato explicável pelo acúmulo sucessivo de esforço ao longo da prova ou pelo aumento da intensidade da tarefa (no caso do grupo de saída lenta).

O aumento mais significativo foi observado entre os trechos $\Delta 20\%$ e $\Delta 40\%$ no grupo de saída lenta (167 bpm para 180bpm), ou seja, uma elevação de 8%. Isso pode ser explicado pela estratégia de corrida adotada durante o início do teste ($\Delta 20\%$), pois em seguida os sujeitos incrementaram a intensidade da tarefa no trecho subsequente ($\Delta 40\%$). Posteriormente os aumentos foram mais discretos apresentando valores de 185, 188 e 195 para os trechos $\Delta 60\%$, $\Delta 80\%$ e $\Delta 100\%$ respectivamente, fato observável pelo aumento da intensidade de corrida.

De forma semelhante, isso ocorreu com o grupo de saída rápida, os sujeitos iniciaram o teste em velocidade mais alta e valores de FC também mais altos quando comparados com o grupo de saída lenta. Mesmo com o decréscimo de sua velocidade de corrida ($17,8 \text{ km.h}^{-1}$; $17,2 \text{ km.h}^{-1}$; $17,0 \text{ km.h}^{-1}$ e $16,7 \text{ km.h}^{-1}$) nos trechos subsequentes $\Delta 60\%$, $\Delta 80\%$ e $\Delta 100\%$, os sujeitos desse grupo mantiveram valores mais elevados de FC (185bpm; 190bpm; 192bpm e 198bpm) fato explicável pelo acúmulo progressivo do esforço.

Segundo ACHTEN e JEUKENDRUP (2003), a resposta de FC durante o exercício físico pode ser influenciada por diversos fatores extrínsecos, entre eles, a temperatura ambiental e o estado de hidratação dos indivíduos. Não obstante, a maior parte dos estudos reunidos por ACHTEN e JEUKENDRUP (2003) utilizou a temperatura ambiente acima de 35°C e a redução de aproximadamente 5% do peso corporal. Em nosso estudo, é provável que essas variáveis tenham exercido pouca influência na resposta da FC durante a simulação da prova, visto que, além dos indivíduos receberem instruções a não consumir alimentos e bebidas que pudessem induzir a taquicardia, hipohidratação, além do que os testes sempre foram executados em temperaturas abaixo de 35°C .

Esse pressuposto é reforçado pelos resultados do estudo de BOUDET, GARET, BEDU, ALBUISSON e CHAMOUX (2002), no qual não foi obtida correlação entre a resposta de FC e condições climáticas em competições de corridas de rua. De certa forma, esses achados podem indicar que, durante a corrida de 5.000m, por exemplo, o monitoramento da FC pode ser um índice fisiológico pouco sensível para o controle da intensidade do esforço nessas situações. Entretanto, os resultados

reunidos por TUCKER (2009) indicaram que os ajustes da PSE são mediados, também, pela FC e variáveis respiratórias. Torna-se importante analisar a relação da FC com a PSE para uma possível explicação das diferentes formas de regulação do esforço traduzida em estratégia de corrida adotada pelos sujeitos do presente estudo.

CARNAÚBA, SILVA-CAVALCANTE, SILVA, SIMÕES, ROZARIO, BERTUZZI, PIRES, OLIVEIRA e LIMA-SILVA (2011) avaliaram os efeitos da música sobre respostas perceptuais e o *pacing*. Os autores também monitoraram os sujeitos a cada trecho de 1.000m durante a corrida de 5-km, e encontraram um aumento significante da FC entre os trechos analisados ($p < 0,05$), porém não houve diferença significante entre as condições testadas.

Dados de FC do nosso estudo corroboram parcialmente com os achados do trabalho de CARNAÚBA, SILVA-CAVALCANTE, SILVA, SIMÕES, ROZARIO, BERTUZZI, PIRES, OLIVEIRA e LIMA-SILVA (2011) que identificaram diferença significante ($p < 0,05$) nos valores de FC nos quatro últimos trechos da corrida de 5-km. Já em nosso estudo, identificamos diferença significante ($p < 0,05$) nos valores de FC nos três últimos trechos do teste de corrida de 5.000m. É importante lembrar que a amostra de nosso estudo foi formada por atletas especialistas na modalidade e que possui um nível de desempenho superior apresentando tempo médio na prova de 991 segundos; já a do trabalho comparado, a amostra era composta por corredores recreacionais com tempo de prova de aproximadamente 1500 segundos.

Esse parâmetro fisiológico (FC) foi capaz de discriminar a carga imposta aos atletas, pelo menos nos trechos finais da prova esportiva, apresentando diferença significante ($p < 0,05$) quando os grupos avaliados foram comparados. Também foram encontradas diferenças significantes ($p < 0,05$) quando os trechos foram comparados dentro de cada grupo de estratégia. Além disso, no grupo de saída rápida, os valores de $FC_{\Delta 100\%}$ associaram-se com a velocidade de corrida em todos os trechos ($\Delta 20\%$; $\Delta 40\%$; $\Delta 60\%$; $\Delta 80\%$; e $\Delta 100\%$) analisados no teste ($r_s = 0,81$ a $0,89$; $p < 0,05$).

9.4 Percepção subjetiva de esforço

No presente estudo, a comparação entre os valores de PSE, em todos os trechos analisados, não apresentou diferença significante quando comparamos os grupos. Porém quando realizada a comparação entre os trechos do teste de corrida de 5.000m para valores de PSE, dentro de cada grupo separadamente, foi encontrada diferença significante ($p < 0,05$).

No entanto, no grupo de saída lenta a $PSE_{\Delta 20\%}$ apresentou correlação ($r_s = 0,83$ a $0,84$; $p < 0,05$) com a velocidade de corrida de todos os trechos do teste e também com a $PSE_{\Delta 40\%}$ ($r_s = 0,98$; $p < 0,001$). Isso pode explicar a mudança da estratégia de corrida, entre os trechos $\Delta 20\%$ e $\Delta 40\%$, onde ocorreu a primeira elevação da velocidade, e, supostamente em concordância com elevações nos valores de PSE e FC.

Muito provavelmente o aumento na escala da PSE esteja associado a um processo de interação sensorial dos ajustes fisiológicos oriundos da demanda metabólica imposta pelo esforço físico conforme evidências de ALBERTUS, TUCKER, GIBSON, LAMBERT, HAMPSON & NOAKES (2005). O mesmo acontecendo com a $PSE_{\Delta 40\%}$ que apresentou correlação com a velocidade de corrida de todos os trechos do teste ($r_s = 0,85$ a $0,86$; $p < 0,05$) no grupo de saída lenta.

Em relação ao grupo de saída rápida, a $PSE_{\Delta 20\%}$ apresentou correlação significante com a $FC_{\Delta 100\%}$ ($r_s = 0,89$; $p < 0,05$) e com a $PSE_{\Delta 40\%}$ ($r_s = 0,83$; $p < 0,05$). Podemos aceitar como uma das explicações, a relação direta existente entre FC e PSE pela representação da demanda fisiológica imposta ao grupo de saída rápida no início da prova esportiva, e seus valores aumentados durante toda a prova esportiva. Ainda que o grupo apresentou decréscimo progressivo na velocidade de corrida, isso pode ser explicado pelo esforço acumulado (volume) durante a tarefa.

NOBLE, BORG, JACOBS, CECI e KAISER (1983) observaram que a elevação da PSE é acompanhada pelos aumentos nas concentrações de lactato sanguíneo e muscular. Vale lembrar que o $[La]_{pico}$ não apresentou diferença significante entre os grupos.

Os resultados dos estudos reunidos por ROBERTSON (1982) indicou que os ajustes da PSE são mediados pela FC, ventilação pulmonar, razão de trocas

respiratórias e consumo de oxigênio. No entanto, ainda não são concordantes as informações a respeito dos principais estímulos fisiológicos (central e periférico) que determinam as alterações da PSE (MARCORA, 2009). No presente estudo, acreditamos que a resposta da PSE foi modulada pela interação dos fatores cognitivos e contextuais que compõem a sua avaliação por parte dos sujeitos, ainda que os mesmos tenham recebido explicações padronizadas e tiveram suas dúvidas esclarecidas quanto ao uso da escala de 15 pontos de Borg (Borg 15).

Estudos de FAULKNER, PARFITT e ESTON (2008) e DE KONING, FOSTER, BAKKUM, KLOPPENBURG, THIEL, JOSEPH, COHEN e PORCARI (2011), demonstraram que a escolha da distribuição da velocidade é baseada no aumento linear da percepção subjetiva de esforço (PSE), de modo a atingir a sensação de desgaste máximo somente no final da tarefa. Porém observamos em nosso estudo que, no trecho $\Delta 80\%$, o grupo de saída rápida já apresentava valores de PSE显著mente maiores ($p < 0,05$) quando comparado com os trechos anteriores.

Resultados de estudos de DE KONING, FOSTER, BAKKUM, KLOPPENBURG, THIEL, JOSEPH, COHEN e PORCARI (2011) evidenciaram o fato de que o mecanismo responsável pela regulação da velocidade de corrida utiliza, provavelmente, uma relação escalar entre a taxa de elevação da PSE e a distância da tarefa. O grupo de saída lenta apresentou valor significantemente menor ($p < 0,05$) de PSE no trecho $\Delta 40\%$ quando comparado com o grupo de saída rápida, ainda que sua velocidade de corrida fosse mantida mais elevada até o final do teste simulado. Provavelmente, os sujeitos do grupo de saída lenta percebam o esforço e regulam sua velocidade de corrida em função da distância de maneira distinta, haja vista que no trecho inicial os mesmos o executaram em intensidade significantemente menor ($p < 0,05$) que o grupo de saída rápida. Essa diferença encontrada nos ajustes temporais de PSE, entre os grupos avaliados, corroboram com os dados de BERTUZZI, NAKAMURA, ROSSI, KISS e FRANCHINI (2006)

Um ponto importante a se destacar relaciona-se ao fenômeno denominado teleantecipação proposto por LAMBERT, GIBSON e NOAKES (2005). Nele é desencadeada a intenção de se exercitar em esforço máximo para atingir uma meta estabelecida com distância fixa em menor tempo possível. Assim, pelas experiências passadas e a avaliação contextual (condições externas e condições internas), a

teleantecipação nortearia a taxa de aumento da PSE, o qual seria mantido em níveis toleráveis para que a distância de 5.000m pudesse ser completada em menor tempo possível, de forma que o final do simulado coincidisse com valores de PSE próximos ao máximo (18 e 19 pontos), o que de fato ocorreu em ambos os grupos analisados.

Segundo LAMBERT, GIBSON e NOAKES (2005), os indivíduos programam previamente a estratégia de corrida que será adotada, no intuito de prevenir o desenvolvimento prematuro da fadiga, o que levaria a dissociação temporal entre a PSE e velocidade de corrida, fato observável entre os grupos.

Além disso, GIBSON, LAMBERT, RAUCH, TUCKER e BADEN (2006), sugeriram que o processamento da PSE também é alterado por sinais cognitivos como, por exemplo, a lembrança de uma sessão de treinamento feita anteriormente e a motivação no momento da execução da tarefa. Em nosso trabalho tentamos controlar esses fatores pedindo aos sujeitos para não realizarem exercícios físicos nas 48h prévias a avaliação.

Sabemos que a competição em si para um atleta é um fator motivacional, porém durante os simulados de corrida do presente trabalho optamos por não inserir um segundo corredor baseado nos achados de BATH, TURNER, BOSCH, TUCKER, LAMBERT, THOMPSON e GIBSON (2011) que examinaram o desempenho de atletas pelo comportamento da estratégia de ritmo, da FC e da PSE durante um simulado de 5.000m com e sem a presença de um segundo corredor pela manipulação de três ensaios distintos de estratégias de ritmo (*Fast Paced Trial, Slow Paced Trial e Equal Paced Trial*). Os resultados não mostraram diferença significante na PSE entre qualquer um dos ensaios. Estes dados indicam que, a estratégia subconsciente adotada pelos atletas, é forte o suficiente para não se modificar pela presença de um segundo corredor.

Em nosso estudo, o comportamento da PSE não se apresentou como um parâmetro capaz de discriminar o desempenho dos grupos. Porém, encontramos importantes correlações entre PSE e regulação da velocidade de corrida, e entre PSE e FC, podendo explicar, parcialmente, as diferentes estratégias adotadas pelos sujeitos em função dos trechos analisados.

9.5 Velocidades de corrida

No presente estudo encontramos importantes relações entre variáveis medidas em teste laboratorial e o teste de desempenho de 5.000m, com o objetivo de tentar explicar as diferentes estratégias de corrida adotada pelos atletas avaliados.

O pico de velocidade em esteira (PVE) foi identificado com valores de $20,8\text{km.h}^{-1}$ no grupo de saída lenta e $22,2\text{km.h}^{-1}$ no grupo de saída rápida. Essa variável de potência mecânica apresentou correlações significantes com a $\text{vVO}_{2\text{máx}}$ ($r_s = 0,84$; $p < 0,05$) no grupo de saída lenta e ($r_s = 0,88$; $p < 0,05$) no grupo de saída rápida. Nossos achados encontraram correlação moderada entre PVE e a velocidade sustentada no trecho no trecho inicial $\Delta 20\%$ ($r_s = 0,57$; $p < 0,05$), isso pode colaborar para explicar a diferença na estratégia de saída adotada pelos atletas; a PVE apresentou valor mais elevado no grupo de saída rápida.

Trabalhos anteriores identificaram a importância do pico de velocidade (PV) como varável preditora do desempenho de endurance, sobretudo na corrida de 5.000m (STRATTON, O'BRIEN, HARVEY, BLITVICH, McNICOL, JANISSEN, PATON & KNEZ, 2009; STOA, STOREN, ENOKSEN & INGJER, 2010).

Em nosso estudo, o grupo de saída lenta apresentou valor de $\text{vVO}_{2\text{máx}}$ de $20,0\text{km.h}^{-1}$ e o grupo de saída rápida valor de $20,9\text{km.h}^{-1}$. Encontramos correlação entre $\text{vVO}_{2\text{máx}}$ e a velocidade média ($r_s = 0,44$), e também correlação moderada entre $\text{vVO}_{2\text{máx}}$ e a velocidade sustentada no trecho no trecho inicial $\Delta 20\%$ ($r_s = 0,55$; $p < 0,05$). LACOUR, PADILLA, BARTÉLÉMY e DORMOIS (1990) analisando o desempenho nos 5.000m encontraram correlação ($r = 0,86$) entre a $\text{vVO}_{2\text{máx}}$ e a velocidade média nesta distância. Adicionalmente, PAAVOLAINEN, HAKKINEN, HAMALAINEN, NUMELA e RUSKO (1999) encontraram correlação ($r = 0,63$) entre $\text{VO}_{2\text{max}}$ e desempenho na distância de 5.000m. TANAKA, MATSUURA, MATSUAKA, HIRAKOBA, KUMAGAI e SUN (1984) verificaram os efeitos do treinamento de endurance de nove meses de duração sobre a relação entre variáveis fisiológicas e o desempenho na corrida de 5.000m. Os autores verificaram que, dentre as variáveis correlacionadas, a $\text{vVO}_{2\text{max}}$ apresentou correlação significante antes do programa de treinamento ($r = -0,79$; $p < 0,05$), ao longo do treinamento ($r = -0,75$; $p < 0,05$) e após o treinamento ($r = -0,67$; $p < 0,05$).

DENADAI, ORTIZ e MELLO (2004) analisaram a prova de 5.000m e encontraram valor da $vVO_{2\text{máx}}$ com média de $18,7 \pm 0,8 \text{ km.h}^{-1}$, semelhante ao achado no estudo de SOUZA, VIEIRA, BALDI, GUGLIELMO, LUCAS e DENADAI (2011) com valor médio de $18,4 \pm 0,7 \text{ km.h}^{-1}$ e coeficiente de variação de 3,7%. Trabalho conduzido por MCLAUGHLIN, HOWLEY, BASSET, THOMPSON e FITZHUGH (2010) verificaram um valor médio de $18,1 \pm 2,1 \text{ km.h}^{-1}$ nessa variável, todos inferiores aos valores encontrados em nosso estudo.

Muitos trabalhos identificaram a importância da $vVO_{2\text{máx}}$ na avaliação de corredores de bom nível de desempenho (BILLAT, 2001; DENADAI, ORTIZ & MELLO, 2004; MCLAUGHLIN, HOWLEY, BASSET, THOMPSON & FITZHUGH, 2010; SOUZA, VIEIRA, BALDI, GUGLIELMO, LUCAS & DENADAI, 2011). No presente estudo analisamos a associação da $vVO_{2\text{máx}}$ com o desempenho nos trechos da corrida de 5.000m, e encontramos as seguintes correlações com o: $\Delta 40\%$ ($r_s = 0,13$); com o $\Delta 60\%$ ($r_s = 0,24$); com o $\Delta 80\%$ ($r_s = 0,27$) e com o $\Delta 100\%$ ($r_s = 0,28$) todos sem diferença significante, exceto com o trecho inicial $\Delta 20\%$ ($r_s = 0,55$; $p < 0,05$).

Revisão apresentada por FAUDE, KINDERMANN e MEYER (2009) pressupõe que, em competições como as corridas entre 5-km e 16-km, o desempenho dos sujeitos é determinado principalmente pela capacidade aeróbia (CAe), expressa em velocidade de corrida associada aos limiares de lactato sanguíneo e apresenta forte correlação com o desempenho nessas distâncias. Alguns autores, especulam que, possivelmente, a influência da CAe na estratégia de corrida, se deve ao fato de que as velocidades supralimiares induzem a elevação da produção de lactato, o qual estaria relacionado ao aumento da acidose celular e à fadiga muscular aguda, por consequência queda no desempenho (DENADAI & GRECO, 2005).

Nosso trabalho apresentou valores de velocidade de corrida associada ao limiar anaeróbico ($vLAN$) com valores de $18,2 \text{ km.h}^{-1}$ e $17,7 \text{ km.h}^{-1}$ para os grupos de saída lenta e saída rápida respectivamente. Estes valores estão abaixo dos valores encontrados no estudo de em estudos de BILLAT, LEPRETRE, HEUGAS, LAURENCE, SALIM e KORALSZTEIN (2003), que também usaram como referência a concentração fixa de $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ para a velocidade associada ao LAn . Os autores

identificaram, entre corredores de alto nível de desempenho em provas de endurance, velocidade de corrida no LAn com média de $20,2 \pm 0,4 \text{ km.h}^{-1}$.

Porém, nossos dados de vLAn, estão acima dos valores encontrados no trabalho de DENADAI, ORTIZ e MELLO (2004) que identificaram a velocidade de corrida associada ao LAn em atletas de 5.000m (média de $17,3 \pm 1,1 \text{ km.h}^{-1}$). E também acima do trabalho de SOUZA, VIEIRA, BALDI, GUGLIELMO, LUCAS e DENADAI (2011) onde os sujeitos apresentaram média de $14,9 \pm 0,7 \text{ km.h}^{-1}$.

No presente estudo analisamos a associação da vLAn com o desempenho nos trechos da corrida de 5.000m, e encontramos as seguintes correlações com o: Δ40% ($r_s = 0,14$), Δ60% ($r_s = 0,10$), Δ80% ($r_s = 0,18$) e Δ100% ($r_s = 0,30$) todos sem diferença significante, exceto no trecho inicial Δ20% ($r_s = 0,54$; $p < 0,05$). Trabalho de MC LAUGHLIN, HOWLEY, BASSET, THOMPSON e FITZHUGH (2010) encontraram a velocidade de corrida associada ao LAn (média de $15,9 \pm 1,7 \text{ km.h}^{-1}$), apresentando correlação significante com o desempenho de corrida de 16-km ($r = -0,88$; $p < 0,05$). TANAKA, MATSUURA, MATSUAKA, HIRAKOBA, KUMAGAI e SUN (1984) verificaram que a velocidade de corrida associada ao LAn apresentou as seguintes correlações ($r = -0,79$; $r = -0,81$ e $r = -0,83$) para os períodos antes, durante e após o treinamento aplicado em corredores de 5-km e 10-km.

A velocidade média de corrida sustentada durante os 5.000m foi de $18,7 \text{ km.h}^{-1}$ para o grupo de saída lenta e $17,4 \text{ km.h}^{-1}$ para o grupo de saída rápida; sendo superior à vLAn (103% e 101%) respectivamente aos grupos. No entanto, ficou abaixo da vVO_{2máx} (91% e 86%) e do PVE (85% e 82%) para o grupo de saída lenta e grupo de saída rápida respectivamente. Dados que se aproximam dos encontrados no trabalho de SOUZA, VIEIRA, BALDI, GUGLIELMO, LUCAS e DENADAI (2011), onde a velocidade mantida durante os 5.000m apresentou média de $16,5 \text{ km.h}^{-1}$, sendo superior à velocidade associada ao LAn (111%) e permaneceu abaixo da vVO_{2máx} (90%). No geral, entre os parâmetros mecânicos, o achado mais importante se deve às associações do PVE ($r_s = 0,57$; $p < 0,05$), da vVO_{2máx} ($r_s = 0,55$; $p < 0,05$) e da vLAn ($r_s = 0,54$; $p < 0,05$) com a velocidade do trecho inicial do teste de 5.000m.

9.6 Lactato sanguíneo

O pico de concentração de lactato sanguíneo apresentou valores de 7,61mmol.L⁻¹ e 7,41mmol.L⁻¹, para o grupo de saída lenta e grupo de saída rápida respectivamente. Abaixo do valor encontrado (9,7 mmol.L⁻¹) no estudo de CAPUTO, STELLA, MELLO e DENADAI (2003) que avaliou corredores especialistas em 5.000m de mesmo nível de desempenho. A amostra do presente estudo apresentou associação do [La]_{pico} com a vLAN ($r_s = 0,72$), porém sem diferença significante.

O grupo de saída rápida apresentou velocidade de corrida abaixo da vLAN em todos os trechos, exceto no trecho inicial do teste de 5.000m, e fraca correlação entre Vel_{Δ20%} e [La]_{pico} ($r_s = 0,17$). De modo contrário, o grupo de saída lenta apresentou velocidade de corrida acima da vLAN em todos os trechos do teste, exceto no trecho inicial, e forte correlação entre Vel_{Δ20%} e [La]_{pico} ($r_s = -0,96$).

Dessa forma, é provável que os corredores de saída rápida tenham ajustado constantemente a velocidade de forma inversa à da contribuição do sistema glicolítico. Em termos de produção de lactato sanguíneo o grupo de saída lenta mostrou uma [La]_{pico} de 7,61mmol.L⁻¹, apresentando forte correlação com o tempo no teste de corrida de 5.000m ($r_s = -0,89$; $p < 0,05$). Diferente do encontrado no grupo de saída rápida, que apresentou uma [La]_{pico} de 7,41mmol.L⁻¹ e fraca correlação com o tempo de desempenho e sem diferença significante ($r_s = -0,37$).

Essas correlações podem ser explicadas pelo percentual de utilização da vLAN durante a prova esportiva, apesar que, a média de utilização de ambos os grupos se aproximou de 100%. O grupo de saída rápida apresentou utilização de 109%; 102%; 99%; 97% e 95% e o grupo de saída lenta apresentou um comportamento de utilização da vLAN de 93%; 99%; 100%; 102% e 105% em concordância com as estratégias utilizadas nos trechos Δ20%; Δ40%; Δ60%; Δ80%; e Δ100% respectivamente.

10. CONCLUSÕES

Baseado nos resultados e nas limitações do presente estudo pôde-se concluir que:

- a) As variáveis identificadas em teste escalonado máximo (PVE, $vVO_{2\text{máx}}$ e $vLAN$) associaram-se com a velocidade de corrida no primeiro trecho do teste de 5.000m, sendo assim, explicam as diferentes estratégias de saída e consequentemente a regulação da velocidade durante a prova esportiva;
- b) A FC nos três últimos trechos do teste em pista caracterizou diferença quanto ao esforço físico, para o grupo de saída lenta uma relação com a intensidade e para o grupo de saída rápida uma relação com o volume da tarefa, visto por suas respectivas velocidades de corrida;
- c) A PSE no primeiro trecho apresentou correlação com a velocidade de corrida em todos os trechos do teste no grupo de saída lenta, e a mesma PSE demonstrou correlação no grupo de saída rápida com a FC do trecho final;
- d) Os valores de FC, PSE e velocidade de corrida apresentaram diferença significante entre todos os trechos do teste quando cada grupo foi analisado separadamente;
- e) Os parâmetros fisiológicos, perceptuais e mecânicos apresentaram evidências capazes de explicar as diferentes estratégias adotadas pelos atletas e o desempenho na corrida de 5.000m.

10.1 Sugestões para futuros estudos

Sugere-se a realização de estudo similar, ampliando o número de sujeitos da amostra, medidas do consumo de oxigênio em campo e sua relação com a estratégia de corrida durante o teste de 5.000m. Também, é interessante analisar, além das medidas verificadas nos testes propostos, variáveis como: força explosiva, diferença no tempo entre quando o atleta atinge a velocidade associada ao limiar anaeróbico e quando atinge o pico de velocidade em esteira; como também o tempo de exaustão na velocidade associada ao consumo máximo de oxigênio, todas com o objetivo de caracterizar o componente anaeróbico da modalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, C.C.C. "Pode os limiares da variabilidade da frequência cardíaca identificar os limiares metabólicos?". 2006. 88f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- ABBISS, C.R., LAURSEN, P.B. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. **Sports Medicine**. v.38, n.3, p.239–252, 2008.
- ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A.E. Heart rate monitoring: applications and limitations. **Sports Medicine**. v.33, n. 7, p.517-538, 2003.
- ALBERTUS, Y.; TUCKER, R.; GIBSON, A.C.; LAMBERT, E.V.; HAMPSON, D.B.; NOAKES, T.D. Effect of distance feedback on pacing strategy and perceived exertion during cycling. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.37, n.3, p.461-468, 2005.
- ASTRAND, P.O.; SALTIN, B. Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. **Journal of Applied Physiology**. v.16, p.977-981, 1961.
- BANISTER, E.W. **Modeling elite athletic performance**. In: Physiological testing of elite athletes. GREEN, H.; McDougall, J.; WENGER, H. Champaign: Human Kinetics, p. 403-424, 1991.
- BATH, D.; TURNER, L.A; BOSCH, TUCKER, R.; LAMBERT, E.V.; THOMPSON, K.G.; GIBSON, A. The effect of a second runner on pacing strategy and RPE during a running time trial. **International Journal of Physiological Performance**. 2011.
- BEAVER, W.L.; WASSERMANN, K.; WHIPP, B.J. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. **Journal of Applied Physiology**. v.60, n.6, p.2020-2027, 1986.
- BERTUZZI, R.C.M.; NAKAMURA, F.Y.; ROSSI, L.C.; KISS, M.A.P.D.M.; FRANCHINI,E. Independência temporal das respostas do esforço percebido e da frequência cardíaca em relação à velocidade de corrida na simulação de uma prova de 10km. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.12, n.4, p.179-183, 2006.
- BILLAT, V.L. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. **Sports Medicine**. v.22, n.3, p.57-175, 1996.
- BILLAT, V.L. Interval training for performance: a scientific and empirical practice special recommendations for middle and long-distance running. **Sports Medicine**. v.31, n.1 ,p. 13-31, 2001.

BILLAT, V.L.; FLECHET, B.; PETIT, B.; MURIAUX, G.; KORALSZTEIN, J.P. Interval training at $\text{VO}_{2\text{max}}$: effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.31, n.1, p.156-163, 1999.

BILLAT, V.; LEPRÉTRE, P.M; HEUGAS, A.M.; LAURENCE, M.H.; SALIM, D.; KORALSZTEIN, J.P. Training and bioenergetics characteristics in elite male and female Kenyan runners. **Medicine in Science and Sports and Exercise.** v.35, n.2, p.297-304, 2003.

BISHOP, D.; JENKINS, D.G.; MCENIERY, M.; CAREY, M.F. Relationship between plasma lactate parameters and muscle characteristics in female cyclists. **Medicine and Science in Sports Exercise.** v.32, n.6, p.1088-1093, 2000.

BORCH, K.W.; INGER, F.; LARSEN, S.; TOMTEM, S.E. Rate of accumulation of blood lactate during graded exercise as a predictor of anaerobic threshold. **Journal of Sports Science.** v.11, n.1, p.49-55, 1993.

BORG, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.14, n.5, p.377-381, 1982.

BORG, G.A. **Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido.** São Paulo: Manole, 2000.

BOUDET, G.; GARET, M.; BEDU, M.; ALBUISSON, E.; CHAMOUX, A. Median maximal heart rate for heart rate calibration in different conditions: laboratory, field and competition. **International Journal of Sports Medicine.** v.23, n.4, p. 290-297, 2002.

CALVO, F.; CHICHARRO, J.L.; BANDRÉS, F.; LUCIA, A.; PÉREZ, M.; ÁLVAREZ, J.; MOJARES, L.L.; VAQUERO, A.F.; LEGIDO, J.C. Anaerobic threshold determination with analysis of salivary amylase. **Canadian Journal of Applied Physiology.** v.22, n.6, p.553-561, 1997.

CAPUTO, F.; STELLA, S. G.; MELLO, M.T.; DENADAI, B.S. Índices de potência e capacidade aeróbia obtidos em cicloergômetro e esteira rolante: comparações entre corredores, ciclistas, triatletas e sedentários. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte.** v.9, n.4, p. 223-230, 2003.

CARNAÚBA, T.R.C.; SILVA-CAVALCANTE, M.D.; SILVA, J.P.L.; SIMÕES, A.G.M.; ROZARIO, A.P.C.; BERTUZZI, R.C.M.; PIRES, F.O.; OLIVEIRA, F.R.; LIMA-SILVA, A.E. Effects of music on perceptual responses and pacing strategy. **Brazilian Journal of Biomotricity.** v.5, n.3, p.210-220, 2011.

CHEN, M.J.; FAN, X.; MOE, S.T. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. **Journal of Sports Science.** v.20, n.11, p.873-899, 2002.

- COEN, B.; URHAUSEN, A.; KINDERMANN, W. Individual anaerobic threshold methodological aspects of its assessment in running. **International Journal of Sports Medicine.** v.22, n. 1, p.8-16, 2001.
- CONCONI, F.; FERRARI, M.; ZIGLIO, P.G.; DROGHETTI, P.; CODECA, L. Determination of anaerobic threshold by noninvasive field test in runners. **Journal of Applied Physiology.** v.5, n.4, p.869-873, 1982.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO. 2011.
- COQUART, J.B.J.; GARCIN, M. Knowledge of the endpoint: effect on perceptual values. **International Journal of Sports Medicine.** v.29, n.12, p. 976-979, 2008.
- COSTILL, D.L.; THOMASON, H.; ROBERT, E. Fractional utilization of aerobic capacity during distance running. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.5, n.4, p.248-252, 1973.
- DE KONING, J.J.; FOSTER, C.; BAKKUM, A.; KLOPPENBURG, S.; THIEL, C.; JOSEPH, T.; COHEN, J.; PORCARI, J.P. Regulation of pacing strategy during athletic competition. **Plos One.** v.6, n.1, p.E158-163, 2011.
- DENADAI, B.S. Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metodológicas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde.** v.1, n.2, p.74-88, 1996.
- DENADAI, B. S.; ORTIZ, M. J.; MELLO, M. T. Physiological indexes associated with aerobic performance in endurance runners: effects of race duration. **Brazilian Journal of Sports Medicine.** v.10, n. 5, p.405-407, 2004.
- DENADAI, B.S.; GRECO, C.C. **Prescrição do treinamento aeróbio:** teoria e prática. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.
- DUBOUCHAUD, H.; BUTTERFIELD, G.E.; WOLFEL, E.E; BERGMAN, B.C; BROOKS, G.A. Endurance training, expression, and physiology of LDH, MCT1 and MCT4 in human skeletal muscle. **American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism.** v.278, n.4, p.E571-579, 2000.
- DUGAS, J.P. How hot is too hot? Some considerations regarding temperature and performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance.** v. 5, n. 4, p.559-564, 2010.
- EDWARDS, S. **High performance training and racing.** In: The heart rate monitor book. EDWARDS, S. (ed.). Sacramento: Feet Press, p. 113-123, 1993.
- ESTEVE-LANAJO, J.; SAN JUAN, A.F.; EARNEST, C.P.; FOSTER, C.; LUCIA, A. How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v. 37, n. 3, p.496-504, 2005.

ESTEVE-LANAO, J.; FOSTER, C.; SEILER, S.; LUCIA, A. Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research.** v.21, n. 3, p.943-949, 2007.

ESTEVE-LANAO, J., LUCIA, A., DE KONING, J.J., FOSTER, C. How do humans control physiological strain during strenuous endurance exercise? **Plos One.** v.3, n.8, p.E2943, 2008.

FARREL, P.A.; WILMORE, J.H.; COYLE, E.F.; BILLING, J.E.; COSTILL, D.L. Plasma lactate accumulation and distance running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.11, n. 4, p.338-344, 1979.

FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate threshold concepts: how valid are they? **Sports Medicine.** v.36, n. 6, p.469-490, 2009.

FAULKNER, J.; PARFITT, G.; ESTON, R. The rating of perceived exertion during competitive running scales with time. **Psychophysiology.** v.45, n.6, p.977-985, 2008.

FAULKNER, J.; ARNOLD, T.; ESTON, R. Effect of accurate and inaccurate distance feedback on performance markers and pacing strategies during running. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.** v.21, n.6, p. E176-183, 2010.

FOSTER, C.; SNYDER, A.C.; THOMPSON, N.N.; GREEN, M.A.; SCHRAGER, M. Effect of pacing strategy on cycle time trial performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v. 25, n. 3, p.383-388, 1993.

FOSTER, C.; SCHRAGER, M.; SNYDER, A.C.; THOMPSON, N.N. Pacing strategy and athletic performance. **Sports Medicine.** v.17, n. 2, p.77-85, 1994.

FOSTER, C.; CROWE, M.P.; HOLUM, D.; SANDVIG, S.; SCHRAGER, M. SNYDER, A.C.; ZAJAKOWSKI, S. The bloodless lactate profile. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.27, n.6, p. 927-933, 1995.

FOSTER, C.; FLORHAUG, J.A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L.A.; PARKER, S.; DOLESHAL, P; DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research.** v.15, n.1, p.109-115, 2001.

FOSTER, C., DE KONING, J.J., HETTINGA, F., LAMPEN, J., DODGE, C. Effect of competitive distance on energy expenditure during simulated competition. **International Journal of Sports Medicine.** v.25, n. 3, p.198–204, 2004.

FROLINI, A.B.; DIAS, R.; PRESTES, J.; BAGANHA, R.J.; CEREJA, D.M.P; GOMES, L.P.R.; CAVAGLIERI, C.R. Exercício físico e regulação do lactato: papel dos

transportadores de monocarboxilato (proteínas MCT). **Revista de Educação Física/UEM.** v.19, n.3, p.453-463, 2008.

GARCIN, M.; MILLE-HAMARD, L.; BILLAT, V.L. Influence of aerobic fitness level on measured and estimated perceived exertion during exhausting runs. **International Journal Sports Medicine.** v.25, n. 4, p.270-277, 2004.

GASTIN, P.B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Medicine.** v.31, n.10, p.725-741, 2001.

GIBSON, A.C., LAMBERT, E.V., RAUCH, L.H.G.; TUCKER, R.; BADEN, D.A. The role information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. **Sports Medicine.** v.36, n.8, p.705-722, 2006.

GORDON, C.C.; CHUMLEA, W.C.; ROCHE, A.F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual.** Champaign: Human Kinetics; 1988.

GOSZTYLA, A.E.; EDWARDS, D.G.; QUINN, T.J.; KENEFICK, R.W. The impact of different pacing strategies on five-kilometer running time trial performance. **Journal of Strength and Conditioning Research.** v.20, n.4, p.882-886, 2006.

GREEN, H.; HALESTRAP, A.; MOCKETT, C. Increases in muscle MCT are associated with reductions in muscle lactate after a single exercise session in humans. **American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism.** v. 282, n.1, p.E154-160, 2002.

HARLEY, Y.X.; KOHN, T.A.; GIBSON, A.; NOAKES, T.D.; COLLINS, M. Skeletal muscle monocarboxylate transporter content is not different between black and white runners. **European Journal of Applied Physiology.** v.105, n. 4, p.623-632, 2009.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of 4 mmol/L lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine.** v.6, n.3, p.117-130, 1985.

HELD, T.; KUMMER, R.; MARTI, B. Heart rate, blood lactate concentration and subjective stress perception in maximal running: new normograms for assessment of endurance capacity. **Schweiz Medicine Wochenschr.** v.127, n.23, p.88-92, 1997.

HETTINGA, F.J.; DE KONING, J.J.; BROERSEN, F.T.; VAN GEFFEN, P.; FOSTER, C. Pacing strategy and occurrence of fatigue in 4000m cycling time trial. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.38, n. 8, p.1484-1491, 2006.

HOLLMANN, W. Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold up to 1966. **International Journal of Sports Medicine.** v.6, n.3, p.109-116, 1985.

_____. 42 years ago-development of the concepts of ventilator and lactate thresholds. **Sports Medicine.** v.31, n.5, p. 315-320, 2001.

HOWLEY, E.T.; BASSET, D.T.; WELCH, H.G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v. 27, n. 9, p.1292-1301, 1995.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. 2011.

JACOBS, I. Blood lactate: implications for training and sports performance. **Sports Medicine.** v.3, n.1, p.10-25, 1986.

JONES, A.M.; WHIPP, B.J. Bioenergetic constraint on tactical decision making in middle-distance running. **British Journal of Sports Medicine.** v.36, n.2, p.102-104, 2002.

JONES, A.M., WILKERSON, D.P., DIMENNA, F., FULFORD, J., POOLE, D.C. Muscle metabolic responses to exercise above the critical power assessed using 31P-MRS. **American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.** v.294, n.2, p.R585–593, 2007.

JOSEPH, T.; JOHNSON, B.; BATTISTA, R.A.; WRIGHT, G.; DODGE, C. Perception of fatigue during simulated competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.40, n.2, p.381–386, 2008.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of workload intensity during endurance training. **European Journal of Applied Physiology.** v.42, n.1, p.25-34, 1979.

KISS, M.A.P.D. **Esporte e exercício:** avaliação e prescrição. São Paulo: Roca, 2003.

KISS, M.A.P.D.; REGAZZINI, M.; REGAZZINI, V.M.; PIRES, F.O. Perfil metabólico e aptidão aeróbia. In: GHORAYEB, N.; DIOUGUARDI, G.S. **Tratado de cardiologia do exercício e do esporte.** São Paulo: Atheneu, p. 27-38, 2006.

KUIPERS, H.; VERSTAPPEN, F.T.J.; KEIZER, H.A., GEURTEN, P.; VANKRANENBURG, G. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiological correlates. **International Journal of Sports Medicine.** v.6, n.4, p.197–201, 1985.

LACOUR, J.R.; PADILLA, S.; BARTÉLÉMY, J.C.; DORMOIS, D. The energetics of middle distance running. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.** v.60, n.1, p. 38-43, 1990.

LAJOIE, C.; LAURENCELLE, L.; TRUDEAU, F. Physiological responses to cycling for 60 minutes at maximal lactate steady state. **Canadian Journal of Applied Physiology.** v.25, n.4, p.250-261, 2000.

LAMBERT, E.V.; GIBSON, A.C.; NOAKES, T.D. Complex system model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine.** v.39, n.1, p.52-62, 2005.

LEGER, L.A.; FERGUNSON, R.J. Effect of pacing on oxygen uptake and peak lactate for a mile run. **European Journal of Applied Physiology.** v.32, p.251-257, 1974.

LIMA, J.R.P. **Frequência cardíaca em cargas crescentes de trabalho: ajuste sigmoide, ponto de inflexão e limiar de variabilidade da frequência cardíaca.** São Paulo, 1997. 129 p. Tese (Doutorado). Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

LIMA-SILVA, A.E.; BERTUZZI, R.C.M.; PIRES, F.O.; BARROS, R.V.; GAGLIARDI, J.F.L.; HAMMOND, J.; KISS, M.A.P.D.K.; BISHOP, D. Effect of performance level on pacing strategy during a 10-km running race. **European Journal of Applied Physiology.** 108(5): v.108, n.5, p.1045-1053, 2010.

LOHMAN, T.G. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. **Human Biology.** v.53, n.2, p.181-225, 1981.

LUCIA, A.; CARVAJAL, A.; BORAITA, A.; SERRATOSA, L.; HOYOS, J.; CHICHARRO, J.L. Heart dimensions might influence the occurrence of heart rate deflection point in highly trained cyclists. **Brazilian Journal of Sports Medicine.** v.33, n.6, p.387-392, 1999.

LUCIA, A.; HOYOS, J.; PÉREZ, M.; CHICHARRO, J.L. Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.32, n. 10, p.1777-1782, 2000.

LUCIA, A.; ESTEVE-LANAO, J.; OLIVÁN, J.; GÓMEZ-GALLEGOS, F.; SAN JUAN, A.F.; SANTIAGO, C.; PÉREZ, M.; CHAMORRO-VINA, C.; FOSTER, C. Physiological characteristics of the best Eritrean runners-exceptional running economy. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism.** v.31, n.5, p.530-540, 2006.

MAASSEN, N.; BUSSE, M.W. The relationship between lactic acid and work load: a measure for endurance capacity or an indicator of carbohydrate deficiency? **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.** v.58, n.7, p.728-737, 1989.

MACRAE, H.S.H; DENNIS, S.C.; BOSCH, A.N.; NOAKES, T.D. Effects of training on lactate production and removal during progressive exercise in humans. **Journal of Applied Physiology.** v.72, n.5, p.1649-1656, 1992.

MADER, A. Evaluation of the endurance performance of marathon runners and theoretical analysis of tests results. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.** v.31, n.1, p.1-19, 1991.

MADER, A.; LISEN, H.; PHILIPPI, H.; ROST, R.; SCHURCH, P.; HOLMANN, W. Zur beurteilung der sportartspezifischen ausdauerleistungsfähigkeit in labor. **Sportarzt un sportmedizin.** v.5, p.109-112, 1976.

MADER, A.; HECK, H.; HOLLMANN, W. Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of post-exercise lactic concentration of ear capillary blood in middle-distance runners and swimmers. **Exercise Physiology,** Miami: Symposia Specialists, v.4, p. 187-199, 1976.

MAHLER, P.B.; ROSTAN, A. Perceived effort: correlation with the anaerobic threshold and usefulness in a training program. **Schweiz Z Sportmed.** v.38, n.4, p.187-191, 1990.

MARCORA, S.M. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart and lungs. **Journal of Applied Physiology.** v.106, n.6, p.2060-2062, 2009.

MARCORA, S.M.; BOSIO, A.; MORREE, H.M. Locomotor muscle fatigue increases cardiorespiratory responses and reduces performance during intense cycling exercise independently from metabolic stress. **American Journal of Physiology, Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.** v.294, n.3, p.874-883, 2008.

MATTERN, C.O.; KENEFICK, R.; KERTZER, R.; QUINN, T.J. Impact of starting strategy on cycling performance. **International Journal of Sports Medicine.** v.22, p.350-355, 2001.

MATTHIENSEN, S.Q. **Atletismo:** teoria e prática. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

MAZZEO, R.S.; MARSHALL, P. Influence of plasma catecholamines on the lactate threshold during graded exercise. **Journal of Applied Physiology.** v.67, n.4, p.1319-1322, 1989.

MCLAUGHLIN, J.E.; HOWLEY, E.T.; BASSET JR, D.R.; THOMPSON, D.L.; FITZHUGH, E.C. Test of the classical model for predicting endurance running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.42, n.5, p.991-997, 2010.

MONODERO, J.; DONNE, B. Effect of recovery interventions on lactate removal and subsequent performance. **International Journal os Sports Medicine.** v.21, n.8, p.593-597, 2000.

MORGAN, D.W.; MARTIN, P.E.; KRAHENBUHL, G.S. Variability in running economy and mechanisms among trained male runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.23, n.3, p.378-383, 1991.

NASCIMENTO, E.M.F. **Determinação das zonas de transição metabólica durante a corrida mediante os limiares de variabilidade da frequência cardíaca.** 2010. 101f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

NAKAMURA, F.Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M.S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva de esforço da sessão é um método confiável? **Revista da Educação Física/UEM.** v.21, n.1, p.1-11, 2010.

NEVES, C.E.B.; SANTOS, E.L. **Avaliação funcional.** Rio de Janeiro: Sprint, 2003.

NICHOLSON, R.M.; SLEIVERT, G.G. Indices of lactate threshold and their relationship with 10-km running velocity. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.33, n.2, p.339-342, 2001.

NOAKES, T.D. Linear relationship between the perception of effort and the duration of constant load exercise that remains. **Journal of Applied Physiology.** v.96, n.4, p.1571–1572, 2004.

NOAKES, T. D.; MYBURG, K. H.; SCHALL, R. Peak treadmill running velocity during the VO_{2max} test predicts running performance. **Journal of Sports Sciences.** v.8, n.1, p.35-45, 1990.

NOAKES, T.D.; LAMBERT, M.I.; HAUMANN, R. Which lap is the slowest? An Analysis of 32 world mile record performances. **British Journal of Sports Medicine.** v.43, n.10, p.760-764, 2008.

NOBLE, B.J; BORG, G.A.; JACOBS, I.; CECI, R.; KAISER, P. A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.15, n.6, p.523-528, 1983.

OLIVEIRA, F.R. **Predição da velocidade de referência de concentração de lactato de 4 mmol/L a partir da velocidade de frequência cardíaca de 170 bpm em pista.** Rio de Janeiro, 1995. Dissertação (Mestrado). Escola de educação Física e Desportos. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, F.R. **Predicción de los umbrales de lactato y ajustes de frecuencia cardiaca en el test de Léger-Boucher.** 2004. 204f. Tese (Doutorado em Atividade Física e Esporte) – Universidade do País Basco, San Sebastian, 2004.

OLIVEIRA, F.R.; GAGLIARDI, J.F.L.; KISS, M.A.P.D.M. Proposta de referências para a prescrição de treinamento aeróbio e anaeróbio para corredores de média e longa duração. **Revista Paulista de Educação Física.** v.8, n.2, p.68-76, 1994.

PAAVOLAINEN, L.M.; HAKKINEN, K.; HAMALAINEN, I.; NUMMELA, A.T.; RUSKO, H.K. Neuromuscular characteristics and muscle power as determinants of 5-km running performance. **Medicine and Science and Sports and Exercise.** v.31, n.1, p. 24-30, 1999.

PAAVOLAINEN, L.M.; HAKKINEN, K.; HAMALAINEN, I.; NUMMELA, A.T.; RUSKO H.K. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscular power. **Journal of Applied Physiology.** v. 86, n.5 , p. 1527-1533, 1999.

PIRES, F.O; LIMA-SILVA, A.E.; GAGLIARDI, J.F.L.; BARROS, R.V.; KISS, M.A.P.D.M. Caracterização da curva do lactato sanguíneo e aplicabilidade do modelo D_{max} durante protocolo progressivo em esteira rolante. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte.** v.12, n.2, p.71-75, 2006.

PIRES, F.O; KISS, M.A.P.D.; OLIVEIRA, F.R. Estimativa da velocidade do limiar de lactato de 3,5 mMol/L a partir de variáveis máximas e submáximas obtidas em teste incremental em esteira. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano.** v.8, n.1, p.58-63, 2006.

PIRES, F.O.; NOAKES, T.D.; LIMA-SILVA, A.E.; BERTUZZI, R.C.M.; UGRINOWITSCH, C.; LIRA, F.S.; KISS, M.A.P.D. Cardiopulmonary, blood metabolite and rating of perceived exertion responses to constant exercises performed at different intensities until exhaustion. **British Journal of Sports Medicine.** v.45, n.14, p.1119-1125, 2011.

PODOLIN, D.A.; MUNGER, P.A.; MAZZEO, R.S. Plasma catecholamine and lactate response graded exercise with varied glycogen conditions. **Journal of Applied Physiology.** v.71, n.4, p.1427-1433, 1991.

POMPEU, F. A. M. S. Limiar anaeróbio e desempenho em provas de endurance. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte.** v.20, S5, p. 205-209, 2006.

POMPEU, F. A. M. S.; FLEGNER, A. J.; SANTOS, M.N.; GOMES, P.S.C. Predição do desempenho na corrida de 5.000 m por meio de testes de laboratório e no campo para corredores de fundo. **Revista Paulista de Educação Física.** v.11, n.1, p.78-89, 1997.

POWERS, S. K.; DODD, S.; DEASON, R.; BYRD, R.; McKNIGHT, T. Ventilatory thresholds, running economy and distance running performance of trained athletes. **Research Quarterly for Exercise and Sport.** v.54, 179-182, 1983.

RAICHLEN, D.A.; ARMSTRONG, H.; LIEBERMAN, D.E. Calcaneus length determines running economy: implications for endurance running performance in modern humans and Neanderthals. **Journal of Human Evolution.** v.60, n.3, p.299-308, 2011.

RAUCH, H.G., GIBSON, A., LAMBERT, E.V., NOAKES, T.D. A signaling role for muscle glycogen in the regulation of pace during prolonged exercise. **British Journal of Sports Medicine.** v.39, n.1, p.34–38, 2005.

RIBEIRO, J.P.; FIELDING, R.; HUGHES, V.; BLACK, A.; BOCHESE, M.A.; KNUTTGEN, H.G. Heart rate break point may coincide with the anaerobic threshold and not the aerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine.** v.6, n4, p.220-224, 1985.

RIBEIRO, J.P.; YANG, J.; ADAMS, R.P.; KUCA, B.; KNUTTEN. Effect of different incremental exercise protocols on the determination of lactate and ventilator thresholds. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research.** v.19, n.1, p.109-117, 1986.

ROBERTSON, R.J. Central signals of perceived exertion during dynamic exercise. . **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.14, n.5, p.390-396, 1982.

ROBINSON, S.; ROBINSON, D.L.; MOUNTJOY, R.J.; BULLARD, R.W. Influence of fatigue on the efficiency of men during exhausting runs. **Journal of Applied Physiology.** v.12, n.2, p.197-201, 1958.

SEILER, K.S.; KJERLAND, G.O. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.** v.16, n.1, p.49-56, 2006.

SEILER, S.; SJURSEN, J.E. Effect of work duration on physiological and rating scale of perceived exertion responses during self-paced interval training. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.** v.14, n.5, p.318-325, 2004.

SEIP, R.L.; SNEAD, D.; PIERCE, E.F.; STEIN, P.; WELTMAN, A. Percentual responses and blood lactate concentration: effect of training state. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.23, n.1, p.80-87, 1991.

SIMÕES, H.G.; CAMPBELL, C.S.G.; KOKUBUN, E.; DENADAI, B.S.; BALDISSERA, V. Determination of maximal lactate steady state velocity coincidence with lower blood glucose. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.28, S68, 1996.

SIRI, W.E. Body composition from fluid space and density. In: BROZEK, J.; HENSCHEL, A. (ed.) **Techniques for measuring body composition.** Washington: National Academy of Sciences, 1961.

SNYDER, A.C.; FOSTER, C.; WOULFE, T.J. Prediction of maximal lactate steady-state. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.21, n.2, S22, 1989.

SNYDER, A.C.; WOULFE, T.J.; WALSH, R.; FOSTER, C.; WOULFE, T.J. A simplified approach to estimating the maximal lactate steady state. **International Journal of Sports Medicine.** v.15, n.1, p.27-31, 1994.

SOUZA, K.M.; VIEIRA, G.; BALDI, M.F.; GUGLIELMO, L.G.A.; LUCAS, R.D.; DENADAI, B.S. Variáveis fisiológicas e neuromusculares associadas com a performance aeróbia em corredores de endurance: efeitos da distância da prova. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte.** v.12, n.1, p.40-44, 2011.

STEED, J.; GAESSER, G.A.; WELTMAN, A. Rating of perceived exertion and blood lactate concentration during submaximal running. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.26, n.6, p.797-803, 1994.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHNABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine.** v.2, n.3, p.160-165, 1981.

STOA, E.M.; STOREN, O.; ENOKSEN, E.; INGJER, F. Percent utilization of $\text{VO}_{2\text{max}}$ at 5-km competition velocity does not determine time performance at 5-km among elite distance runners. **Journal of Strength Conditioning Research.** v.24, n.5, p.1340-1345, 2010.

STOUDEMIRE, N.M.; WIDEMAN, L.; PASS, K.A.; McGINNES, C.L.; GAESSER, G.A.; WELTMAN, A. The validity of regulation blood lactate concentration by ratings of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.28, n.4, p.490-495, 1996.

STRATTON, E.; O'BRIEN, B.J.; HARVEY, J.; BLITVICH, J.; McNICOL, A.J.; JANISSEN, D.; PATON, C.; KNEZ, W. Treadmill velocity best predicts 5000-m run performance. **International Journal of Sports Medicine.** v.30, n.1, p.40-45, 2009.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B.R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Canadian Journal of Applied Physiology.** v.28, n.2, p.299-323, 2003.

TANAKA, K.; MATSUURA, Y.; MATSUZAKA, A.; HIRAKOBA, K.; KUMAGAI, S.; SUN, S.O. A longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.16, n.3, p. 278-282, 1984.

TANAKA, K.; NAKAGAWA, T.; HAZAMA, T.; MATSURA, Y.; ASANO, K.; ISEKI, T. A prediction equation for indirect assessment of anaerobic threshold in male distance runners. **European Journal of Applied Physiology.** v.54, n.4, p.386-390, 1985.

TANAKA, K.; YOSHIMURA, T.; SUMIDA, S.; MITSUZONO, R.; TANAKA, S.; KINISH, Y. Transient responses in cardiac function below, at and above anaerobic threshold. **European Journal of Applied Physiology.** v.55, n.4, p.356-361, 1986.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M.W.; BRAUMANN, K.M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.25, n.5, p. 620-627, 1993.

THOMPSON, D.L.; WEST, K.A. A ratings of perceived exertion to determine intensity during outdoor running. **Canadian Journal of Applied Physiology.** v.23, n.1, p.56-65, 1998.

TUCKER, R. The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception based model for exercise performance. **British Journal of Sports Medicine.** v.43, n.6, p.392–400, 2009.

TUCKER, R.; LAMBERT, M.I.; NOAKES, T.D. An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. **International Journal of Sports Physiological Performance.** v.1, n.3, p.233-245, 2006.

TUCKER, R.; NOAKES, T.D. The physiological regulation of pacing strategy during exercise: a critical review. **British Journal of Sports Medicine.** v.43, n.6, E1, 2009.

URHAUSEN, A.; COEN, B.; WEILER, B.; KINDERMANN, W. Individual anaerobic threshold and maximum lactate steady state. **International Journal of Sports Medicine.** v.14, n.3, p.134-139, 1993.

VACHON, J.A.; BASSET JR., D.R.; CLARKE, S. Validity of the heart rate deflection point as a predictor of lactate threshold during running. **Journal of Applied Physiology.** v.87, n.1, p.452-459, 1999.

WASSERMAN, K.; MCILROY, M.B. Detecting the anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **American Journal of Cardiology.** v.14, p.844-52, 1964.

WELTMAN, A. **The blood lactate response to exercise.** Champaign: Human Kinetics, 1995.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Physiology of sport and exercise.** 2.ed. Champaign: Human Kinetics, 1994.

YOSHIDA, T. Effect of exercise duration during incremental exercise on the determination of anaerobic threshold and the onset of blood accumulation. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.** v.53, n.3, p.196-199, 1984.