

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

THIAGO GOMES DA SILVA

**ACÚMULO DE LACTATO E PERFORMANCE EM CORRIDAS DE DEZ
QUILÔMETROS.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2011

THIAGO GOMES DA SILVA

**ACÚMULO DE LACTATO E PERFORMANCE EM CORRIDAS DE DEZ
QUILÔMETROS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação Física, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Ciro Romelio Rodriguez Añez

CURITIBA

2011

	<p>Ministério da Educação Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Curitiba Gerência de Ensino DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE EDUCAÇÃO FÍSICA-DAEFI</p>	
---	---	---

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia

Acúmulo de lactato e performance em corridas de dez quilômetros

por

Thiago Gomes da Silva

Está monografia foi apresentada às _____ do dia ____/____/____

Como requisito parcial para a obtenção do título de **Bacharel em Educação Física**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi avaliado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação a banca considerou o trabalho _____

(aprovado, aprovado com restrições, ou reprovado)

Prof^a. Dr^a. Maressa Priscila Krause Mocellin
UTFPR

Prof. Ms. João Edgoberto Siqueira
UTFPR

Prof. Dr. Ciro Romélio Rodriguez Añez
UTFPR
(orientador)

Visto da Coordenação:

Prof. Dalton Arnoldo Nascimento

À minha família e aos meus amigos (Tríade +2),
por que sem eles eu teria me formado, mas não
seria tão divertido.

RESUMO

SILVA, Thiago Gomes. Acúmulo de lactato e performance em corridas de dez quilômetros. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

O objetivo desse estudo foi analisar a relação entre o acúmulo de lactato e a intensidade de corrida em provas de 10 quilômetros. Participaram do estudo 12 corredores do Circuito de Corridas de Rua selecionados por convite e voluntariedade. Os participantes, todos do sexo masculino, tinham idade de $24,6 \pm 3,3$ anos, massa corporal de $70,3 \pm 8,4$ quilos, estatura de $1,72 \pm 0,07$ metros e percentual de gordura de $15,7 \pm 5,3$ por cento. Os participantes foram avaliados durante uma das provas de 10 quilômetros do circuito. O lactato sanguíneo foi coletado antes da prova, em repouso, e imediatamente após a corrida. Os indivíduos foram categorizados em três grupos de acordo com o tempo de prova da seguinte maneira: G1 (tempo abaixo de 40 minutos), G2 (entre 40 e 50 minutos) e G3 (acima de 50). Valores maiores de acúmulo de lactato foram observados entre os que realizaram as provas em menor tempo. A relação entre o acúmulo de lactato e a velocidade / tempo da corrida foi de $r=0,83$. Esta alta correlação explica 68,89% da variação de uma variável na outra, o que indica que o acúmulo de lactato está relacionado com a velocidade com que se corre a prova. Observando-se os valores de VO_2 de corrida com os valores de VO_2 máximo estimado, pode-se observar que os que acumularam mais lactato foram os que realizaram a prova numa intensidade percentual mais elevada e que aparentemente são os melhor condicionados. Conclui-se que o maior acúmulo de lactato parece estar relacionado com a intensidade com que se realiza a prova mais do que com o próprio nível de condicionamento físico expresso em valores de VO_2 . A capacidade de suportar maior acúmulo de lactato pode estar relacionada com a maior capacidade dos indivíduos em metabolizar o lactato que está sendo produzido durante a realização de exercícios de alta intensidade.

Palavras-chave: Lactato. Condicionamento Físico. Limiar Anaeróbio. Corrida.

ABSTRACT

Silva Thiago Gomes. Lactate accumulation and performance in races of ten kilometers. Federal Technological University of Paraná, Curitiba, 2011.

The objective of this study was to analyze the relationship between lactate accumulation and intensity of running 10 km in tests. 12 runners participated in the study of street racing circuit selected by invitation and willingness. The participants, all male, were aged 24.6 ± 3.3 years, body mass 70.3 ± 8.4 kg, height of 1.72 ± 0.07 meters and fat percentage of 15.7 ± 5.3 percent. Participants were evaluated for evidence of a 10 km circuit. Blood lactate was collected before the test, at rest and immediately after the race. Subjects were categorized into three groups according to the time of trial as follows: G1 (time below 40 minutes), G2 (40 to 50 minutes) and G3 (above 50). Higher values of lactate accumulation was observed among those who performed the tests in less time. The relationship between lactate accumulation and the speed / time of the race was $r = 0.83$. This high correlation explains 68.89% of the variation of one variable on another indicating that the accumulation of lactate is related to the speed with which we run the test. Observing the values of VO₂ race with the values estimated VO₂ max, one can observe that those who accumulated more lactate were those who underwent the test at an intensity higher percentage and apparently are the best conditioned. It is concluded that the greater accumulation of lactate appears to be related to the intensity with which he takes an exam than on your level of fitness expressed in VO₂. The ability to support greater accumulation of lactate may be related to the greater ability of individuals to metabolize the lactate that is produced during the exercises are high intensity.

Keywords: Lactate. Physical Training. Anaerobic Threshold. Race.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Participantes.....	28
Quadro 2 - Grupos.....	28
Quadro 3 - Acúmulo de lactato	29
Quadro 4 - Média dos valores nos grupos.....	30
Quadro 5 - Gráfico - Concentração de lactato (mmol/l) x tempo de prova.....	31
Quadro 6 - Intensidade.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS

Kg	quilograma
m	metros
VO ₂ máx	consumo máximo de oxigênio
VO ₂	volume de oxigênio consumido por minuto
L	litros
Km	quilômetros
Min	minutos
ml	mililitros
Bpm	batimentos por minuto
Prod.	produção
mmol	milimoles

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Justificativa.....	11
1.2	Problema ou Hipótese.....	11
1.3	Objetivos.....	11
1.3.1	Objetivos (s) geral (is)	11
1.3.2	Objetivo (s) Específico (s).....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	Atletismo e as corridas de fundo (10km).....	13
2.2	Exigências fisiológicas das corridas de 10 km.....	13
2.3	Lactato.....	14
2.4	Limiar láctico e vo2 máximo.....	15
2.5	Testes de aptidão física.....	17
2.6	Treinamento da modalidade.....	18
2.7	Adaptações ao treinamento aeróbio.....	20
2.8	Overtraining.....	21
2.9	Steady - State.....	21
2.10	Efeitos fisiológicos pós-corrida.....	22
2.11	Papel do glicogênio nas corridas de fundo.....	22
2.12	Fatores que afetam o desempenho.....	23
2.13	Composição corporal e desempenho.....	24
3	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	25
3.1	Tipo de Estudo.....	25
3.2	Participantes.....	25
3.2.1	Critérios de inclusão e exclusão.....	26
3.3	Instrumentos e procedimentos.....	26
3.3.1	Instrumentos.....	26
3.3.2	Procedimentos.....	27
3.4	Riscos e Benefícios.....	28
3.5	Análise e discussão dos resultados.....	28
4	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS.....	31
	ANEXOS.....	35

INTRODUÇÃO

Acreditava-se que a fadiga nos atletas, durante as competições, estava relacionada ao acúmulo do lactato nos músculos, atualmente estudos demonstram que a formação de íons de hidrogênio em excesso e o acúmulo desses íons torna o músculo ácido. O aumento dessa acidez muscular ocasiona a fadiga junto a outros determinantes, como a depleção das reservas de glicogênio e eletrólitos. O lactato pode ser utilizado como substrato sendo fonte de energia para os músculos esqueléticos e o coração. Quando removido do sangue pode ser convertido em piruvato, que é transformado em acetil-CoA, que por sua vez ao entrar no ciclo de Krebs ajuda no metabolismo oxidativo (SCOTT; HOWLEY, 2004). Myers e Ashley (1997) preconizam que grandes concentrações de H^+ inferior ao Ph do sangue influenciam negativamente a contração muscular.

As concentrações normais em repouso variam entre 1 a 2 mmol/L (milimoles por litro de sangue), sendo que dosagens entre 2 e 4 mmol/L supõe se estar no limiar de transição aeróbio-anaeróbio. A concentração de 4 mmol/L é conhecida como OBLA (*onset of blood lactate accumulation*), ponto significativo de acumulação do ácido láctico no sangue (MOREIRA, 2005). O início de acumulação de lactato sanguíneo, OBLA, é definido como a intensidade do exercício em que é atingido o valor de 4 mmol/l durante um teste de exercício incremental (SJODIN et al., 1981). Mesmo com a concentração fixa de ácido láctico estar perto de 4 mmol/l, no estudo de Stegmann (1981) encontrou-se uma variação de 1,5 a 7 mmol/l (DENADAI, 2004). Segundo MOREIRA (2005) a velocidade do melhor desempenho corresponde à concentração de 4mmol/l de ácido láctico em uma de corrida.

Muitos pesquisadores consideram o limiar de lactato (LL) um bom indicador do potencial de um atleta para o exercício de *endurance*. O LL é definido como o ponto no qual o lactato sérico começa a acumular além da concentração de repouso durante o exercício de intensidade crescente (COSTILL; WILMORE, 2001). O LL pode ser associado a uma determinada porcentagem do $VO_{2MÁX}$, sendo um bom parâmetro para determinar o *pace* do atleta em provas longas, como a corrida de 10 km. Para indivíduos não treinados, exercitar-se a uma frequência cardíaca entre 50% a 60% do VO_{2MAX} já é o suficiente para que o lactato comece a se acumular no sangue, diferente de pessoas treinadas em *endurance* onde o acúmulo se da a partir de 70% a 80% do VO_{2MAX} (COSTILL; WILMORE, 2001).

Para esclarecer se o acúmulo de lactato está relacionado com a intensidade de corrida, verificar-se-á o acúmulo deste durante provas de 10 km em corredores com diferentes níveis

de condicionamento físico, tempos de prova e com a percentagem de VO₂máx estimada em que foram realizadas essas provas.

No presente estudo será visto qual a diferença do lactato medido inicialmente e ao final do teste em atletas, assim como, a relação entre as porcentagens de intensidades da corrida, baseando-se no VO₂máx, com o acúmulo do lactato no sangue para corredores de 10 quilômetros de diferentes níveis de condicionamento físico.

1.1 JUSTIFICATIVA

Geralmente o maior acúmulo de ácido láctico acontece em exercícios de menor duração e maior intensidade (Foss, 2010) o que pressupõe que corredores melhor condicionados, em provas de 10 km, acumulariam ao final da competição uma maior quantidade de lactato quando comparado a corredores menos condicionados. Porém o que se pode verificar é que habitualmente nessas provas ocorrem mais casos de fadiga muscular entre as pessoas menos treinadas.

1.2 PROBLEMA OU HIPÓTESE

Qual a relação entre o acúmulo de lactato e a intensidade de corrida em provas de 10 quilômetros?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a relação entre o acúmulo de lactato a intensidade de corrida em provas de 10 quilômetros.

1.3.2 Objetivo (s) Específico (s)

- Registrar os tempos durante prova dos corredores
- Mensurar a concentração de lactato no início e no final das provas de 10 km.
- Verificar a associação entre os tempos de prova com o acúmulo de lactato

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O ATLETISMO E AS CORRIDAS DE FUNDO (10KM)

O atletismo é uma das modalidades mais antiga do mundo. Arquivos mostram que os gregos praticavam esportes como corridas, lançamento de objetos e salto em altura em meados do século XIV. Esses esportes eram praticados em encontros casuais, que mais a frente originou os Jogos Olímpicos. No atletismo são disputadas as provas de corrida, lançamento e salto. Na corrida é onde acontece a disputa do homem mais rápido do mundo, nos 100 metros rasos. A maioria das provas de atletismo, com exceção a maratona, são disputadas em estádio. As provas de corridas são divididas em provas rasas (100m, 200m e 400m), de meio fundo (800m, 1500m e três mil metros) e de fundo (5 mil metros, 10 mil metros e 42,195km). Há também as corridas com barreiras colocadas no percurso, além da marcha atlética e dos revezamentos. A pista contém oito raias, cada uma com um metro e 25 centímetros de largura. No formato oval, a pista tem 400 metros de comprimento (WEBRUN, 2010).

As corridas de 10 quilômetros são classificadas, quanto ao esforço fisiológico, de resistência aeróbia (FERNANDES, 2003). Correr uma prova de 10 km exige um bom equilíbrio dinâmico, onde a fisiologia, a biomecânica, nutrição e a bioquímica dão todo o suporte para que isso ocorra de maneira eficaz (Machado, 2011). São provas de fundo que exigem equilíbrio, coordenação e eficácia dos movimentos que regem a corrida. É uma ação total do corpo numa junção entre o ângulo do corpo, o movimento dos braços, colocação dos pés e movimentação das pernas. Todas essas partes devem ser realizadas com eficácia para uma melhor *performance* do atleta (FERNANDES, 2003). Para Machado (2011) são provas que se classificam por serem 80% aeróbias e 20 % anaeróbias.

2.2 EXIGÊNCIAS FISIOLÓGICAS DAS CORRIDAS DE 10 KM

De acordo com o estudo de Carvalho, Filho e Novaes (2005), quanto mais longa for a corrida, maior deverá ser a dependência do atleta em relação ao VO_{2max} para uma melhor *performance*, além de uma maior participação do limiar aeróbio. Para a eficácia do consumo de VO_2 , as integrações dos sistemas cardiovascular, pulmonar e muscular são

necessárias, havendo um controle pelo sistema nervoso central (Machado, 2011). Os estudos mostraram um resultado médio, para corredores de resistência, de 70,4 ml.kg.min, sendo de acordo com Wilmore e Costill (2001), um valor dentro dos padrões para atletas de resistência preconizados entre 60 e 85 ml.kg.min. Vários fatores determinam o VO_2 máx., podendo ser genéticos, influência do sexo e da idade, além da periodização do atleta no decorrer do treinamento (MACHADO, 2011).

Estudos mostram que a velocidade média de uma maratona está pouco abaixo do estado de máxima fase estável de lactato (MLSS), período em que se pode manter por um tempo sem que haja uma acumulação contínua de lactato sanguíneo. O ritmo de trabalho abaixo ou acima disto determinará baixas ou altas intensidades para a corrida (BILLAT e colaboradores, 2003). Em exercícios acima de 30 minutos o débito cardíaco é constante, enquanto a FC aumenta e o volume sistólico diminui. Quanto maior a exigência de oxigênio durante o exercício haverá um aumento do retorno venoso e em consequência disso a elevação da pressão arterial (MACHADO, 2011).

2.3 LACTATO

Durante o exercício, há uma produção de ácido láctico pelos músculos esqueléticos, que através do sangue é transportado para o fígado. Dentro do fígado pelo processo da gliconeogênese o lactato é convertido em glicose. Essa glicose retorna novamente aos músculos, pelo sangue, para ser utilizado como substrato energético. Esse processo é denominado Ciclo de Cori. Como consequência desse ciclo há uma elevação do débito de oxigênio. Outras evidências levam a crer que o lactato pós-exercício é oxidado, ou seja, convertido em ácido pirúvico e utilizado como substrato pelos músculos esqueléticos e coração. (POWERS; HOWLEY, 2004). Perto de 75% do ácido láctico são removidos com a oxidação, sendo no Ciclo de Cori cerca de 10 a 15% desse lactato convertido em glicose (DENADAI, 1995).

Para Gomes (2010), o atleta se encontra na zona anaeróbia-glicolítica com os batimentos que variam entre 180 e 200 sendo que a produção de lactato fica entre 10 a 20 mmol/l com o consumo de oxigênio a 80% do VO_2 máx. Na remoção do lactato após um exercício, é visto que acontece com mais rapidez quando praticado um exercício leve após um grande esforço do que uma recuperação em repouso total. Considera-se que a intensidade ideal do exercício para gerar a retirada mais rápida do lactato seja de cerca de 30-40% do

VO₂máx. (POWERS; HOWLEY, 2004). Segundo Gomes (2010) essa zona de recuperação está entre 40 e 70% do VO₂máx com bpm em torno de 140 e lactato 2 mmol/l. Estudos mostram que em indivíduos treinados há uma maior depuração do lactato, sendo atribuída principalmente a oxidação no músculo em atividade e gliconeogênese no fígado (BILLAT e colaboradores, 2003).

Os níveis de lactato, em resposta ao exercício, estão mais associados com o desempenho, e embora essa resposta ao exercício possa ser reproduzida em condições controladas, havendo uma maior facilidade para a amostra com maior precisão e avaliação de resultados, ainda sim pode ser influenciada pelas condições ambientais, local de coleta de sangue, fármacos, entre outros fatores (JACOBS, 1986). Níveis de lactato no sangue ajudam a determinar a intensidade do exercício de treinamento, porém o estado nutricional do atleta e o protocolo de exercício têm de ser controlados para intrepetação do efeito do treinamento em resposta ao perfil de lactato no sangue (BILLAT, 1996). Quando a produção de lactato é igual sua remoção, havendo um abastecimento energético pelo metabolismo aeróbio, denominamos assim o máximo estado estável de lactato (MEEL) (MACHADO, 2011). Tegbur et al. (1993) fala da máxima fase estável do lactato como a maior intensidade de exercício em que a concentração de lactato sanguíneo não aumenta além do transiente inicial durante o exercício de carga constante. Para Heck et al. (1985) a intensidade na MFEL representa um ponto de equilíbrio entre o transporte de lactato no sangue e sua remoção do mesmo. De um autor para o outro a sigla muda, porém não muda o sentido do contexto, como visto.

2.4 LIMIAR LÁTICO E VO₂ MÁXIMO

Para proporcionar uma resposta efetiva ao treinamento aeróbio se faz necessário a realização de exercícios um pouco acima do limiar de lactato, assim em consequência produzindo maiores benefícios ao atleta (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003). Em consequência ao treinamento de *endurance* há um aumento do limiar láctico, sendo um fator importante na evolução do desempenho de atletas. Com esse aumento permite-se que atletas melhorem o ritmo de corrida (COSTILL; WILMORE, 2001). Há testes de campo para a predição do limiar de lactato com o objetivo de determinar indiretamente o momento em que se inicia a concentração láctica de forma exponencial, sendo uma boa alternativa de controle de treino (MACHADO, 2011).

A maior parte da produção do ATP aproveitada como energia para a contração muscular em exercícios progressivos origina-se de fontes aeróbias. À medida que esses exercícios vão aumentando de intensidade, ocorre também um aumento dos níveis sanguíneos de ácido láctico. Esse aumento sistemático de lactato durante o exercício é chamado de limiar anaeróbico. Nesse ponto o crescimento de ácido láctico se torna exponencial vindo a levar o atleta a fadiga. Para indivíduos não treinados esse ponto geralmente é atingido entre 50 a 60% do VO₂máx e para atletas, entre 65 a 80% do VO₂máx. O limiar láctico possui importância na prescrição da intensidade do treinamento e aplicações práticas como o prognóstico do desempenho (POWERS; HOWLEY, 2004). O limiar anaeróbio, definido como a intensidade do exercício de consumo máximo de oxigênio a um nível estável de lactato máximo, é aceito como uma medida da resistência (BILLAT, 1996). Esse limiar representa a máxima fase estável do lactato (MEEL) sendo o ponto de equilíbrio entre a produção e remoção do lactato (BILLAT e colaboradores, 2003). A prescrição também poderá ser uma maneira de obter uma resposta mais homogênea na preparação de um indivíduo, de forma que será obtida definindo-se intensidade em função da FC máxima ou VO₂máx% (JACOBS, 1986). O limiar anaeróbio é a intensidade de exercício mais alta onde o consumo de oxigênio pode dar conta da demanda de energética do exercício. Essa intensidade é associada com a máxima fase estável do lactato (SVEDAHL; MACINTOSH, 2003).

O VO₂máx é uma medida importante para a mensuração da aptidão cardiorrespiratória e conseqüentemente a prescrição de exercícios. Pode ser estimada baseando-se na taxa de trabalho final alcançada num exame de esforço físico graduado. Também se pode estimar o VO₂máx a partir das respostas de frequência cardíaca ao treino submáximo por meio da extrapolação da relação com a frequência cardíaca máxima acertada à idade da pessoa (POWERS; HOWLEY, 2004). Para a medida do VO₂máx os testes podem ser diretos, por meio de analisador de gases respiratórios; indiretos, onde o consumo de O₂ é calculado através da FC, carga ou distância. Esses testes são classificados em Máximo, acima de 90% da FC máxima e Submáximo, entre 75% e 90% (Fernades Filho, 2003). Para Leite (2000), há seis itens que se consideram importantes a medida do VO₂máx: aceitação internacional como melhor parâmetro fisiológico, parâmetro metabólico, ergométrico, utilizado para prescrição de atividades físicas em idosos, sedentários, obesos, cardíacos, diabéticos, entre outros, usado também para quantificar efeitos físicos do treinamento no sistema cardiorrespiratório e usado em estudos epidemiológicos. Alguns critérios são usados para identificação do VO₂max, como FC a 90% da máxima prevista, concentração de lactato acima de 8 mmol/l e sinais de fadiga (MIDGLEY, McNAUGHTON, POLMAN,

MARCHANT, 2007). Treinamento, genética, idade e sexo são os principais fatores determinantes do VO₂máx (Machado, 2011). Para McArdle, Katch, Katch (2003) 93% das diferenças na capacidade aeróbia medidas pelo VO₂máx era em vista da hereditariedade. Já com relação a idade um dos maiores problemas em estudos realizados com crianças e adolescentes, uma vez que os testes de VO₂max são desenvolvidos em sua maioria para adultos, é a determinação de respostas, pois não se sabe ao certo se são desprovidas em função do crescimento ou do estímulo (DOIMO, MUTARELLI, KISS, 1998). Pollock, Wilmore (1993) mostram que a prática de atividades físicas de no mínimo três vezes semanal com duração de 30 minutos pode levar a um aumento de 20% no VO₂máx.

2.5 TESTES DE APTIDÃO FÍSICA

Os testes são importantes para a mensuração da aptidão física do atleta, assim como para a previsão do desempenho de resistência. Isso se faz necessário para a prescrição correta de treinamento respeitando a individualidade biológica de cada atleta. (Powers; Howley, 2004). Para Moreira (2005) a mensuração é um processo importante de se comparar um determinado valor com um padrão.

Antes da realização de um teste de esforço físico devem ser seguidos alguns processos padrões como a assinatura de um formulário de consentimento, a obtenção da pressão arterial e da frequência cardíaca de repouso e a realização de um ECG, que é utilizado para avaliar arritmias e isquemias miocárdicas. Sinais de queda de pressão com o aumento do exercício, por exemplo, são utilizados para a suspensão de testes de esforço físico graduado. Os testes de campo para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória utilizam atividades como caminhar, correr, entre outros que se têm um baixo custo para a aplicação. Nesse teste a motivação tem um papel importante, pois muitos testes exigem o máximo de esforço para obtenção do resultado. Para se estimar o VO₂máx, por exemplo, pode se utilizar testes de corridas máximos que se baseiam na relação linear entre a velocidade e o consumo de oxigênio da corrida. Alguns testes também utilizam de degraus, como o Canadian Home Fitness Test. Na seleção para um teste de esforço físico graduado deve se levar em consideração a população a ser testada, assim como a individualidade de cada pessoa. O indivíduo deve seguir corretamente as orientações e as condições ambientais necessitam ser controladas caso queira se estimar o VO₂máx com maior fidedignidade (POWERS; HOWLEY, 2004). Há testes de métodos indiretos, como o de Tanaka (1986) e Weltman

(1989), que determinam o momento em que acontece o início da concentração de lactato de forma exponencial. Outros testes aeróbios também podem dizer qual o VO₂máx do indivíduo como o de Cooper, de Balke, Rockport, Ribisi e Kachodorian, Ellestad, Bruce e Naughton (MACHADO, 2011).

Para se prever o desempenho de resistência são utilizados testes laboratoriais que incluem a mensuração do limiar láctico, potência crítica e velocidade máxima de corrida. Os parâmetros expostos dos resultados desses testes podem determinar o ritmo máximo de corrida mantido durante certa prova (POWERS; HOWLEY, 2004). Através do cansaço é que se adquire resistência (ACHOUR Jr., 2010).

2.6 TREINAMENTO DA MODALIDADE

No treinamento a estimulação das adaptações fisiológicas e funcionais que aprimoram a corrida é o principal objetivo. Para exercícios de longa duração devem-se levar em consideração alguns princípios: Princípio de Sobrecarga, Especificidade, Individualidade e Reversibilidade (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

A Sobrecarga se baseia em aplicar, na forma de exercício, uma sobrecarga para que se possa levar um retorno ao treinamento. Para que isso aconteça é necessário trabalhar em intensidades acima dos níveis normais, adequando intensidade com duração do treinamento junto à frequência, com enfoque no que se espera do exercício (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003). Segundo Tubino (2003), a sobrecarga acontece exatamente quando se produz a adaptação aos estímulos. Também é conhecida como princípio da progressão gradual, sendo fundamental para o processo evolutivo (TUBINO, 2003). De acordo com Powers e Howley, 2004, a Sobrecarga refere-se ao lembrete de que um tecido deve ser estimulado a um nível acima do normal para ocorrer o efeito desejado do treinamento.

A Especificidade diz respeito ao tipo de adaptação fisiológica sofrida, que dependerá da sobrecarga colocada durante o exercício (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003). Nesse princípio é indicado que para a evolução eficaz do atleta é necessário que o trabalho seja específico, pois, não há sessão de treinamento que desenvolva ao mesmo tempo e com igual eficácia todos os fatores decisivos do desempenho (TUBINO, 2003). A Especificidade menciona os tipos de adaptações ocorridos nos músculos resultantes do treinamento, pois, seus efeitos são específicos as fibras musculares envolvidas na atividade (POWERS; HOWLEY, 2004).

Na Individualidade é inesperado que todas as pessoas submetidas a um mesmo tipo de exercício por um mesmo período apresentem a mesma resposta. Muitos fatores colaboram para a variante individual na resposta ao treinamento, por exemplo, o nível de aptidão de um atleta (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003). Estudos mostram que o treinamento individual beneficia a performances desportivas e facilita os modelos de treinamento (TUBINO, 2003).

O Princípio da Reversibilidade leva em consideração a perda das adaptações fisiológicas e do desempenho causado pelo destreinamento. Os efeitos das respostas ao treinamento são reversíveis, por isso, atletas fora de temporada ainda mantém certo preparo físico para que evite o declínio acentuado de sua aptidão física (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Existem três métodos principais de treinamento aeróbio utilizados na corrida. Treinamento Intervalado, Fartlek e Contínuo (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2003). Para todos esses tipos de treinamento é necessário que haja um estímulo necessário para ativar os sistemas energéticos característicos que carecem de aperfeiçoamento.

O princípio do Treinamento Intervalado está em conseguir com que o atleta realize um treinamento de alta intensidade que normalmente não conseguiria se o realiza-se continuamente. Com os intervalos de repouso que se tem no meio das séries, a recuperação do atleta leva a um acúmulo menor de lactato sanguíneo durante o exercício evitando a fadiga antes do seu término (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003). Para Tubino, 2003, o Treinamento Intervalado ou “Interval-Training” envolve alternâncias entre esforço e contra-esforço.

O treinamento contínuo tem como característica a longa duração em intensidades que geralmente vão de 60 a 80% do VO₂máx. (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003). A colocação do treinamento contínuo tem um grande efeito no aumento da resistência aeróbia e da resistência muscular localizada. Esse tipo de treinamento também favorece a participação dos ácidos graxos como energia para um ritmo de prova específico (TUBINO, 2003).

O Fartlek tem como característica a variação de terreno e de velocidades durante o mesmo treino. Não há uma manipulação sistemática dos intervalos e é recomendada para condicionamento geral principalmente fora do período de competições (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

2.7 ADAPTAÇÕES AO TREINAMENTO AERÓBIO

Muitas são as adaptações aos estímulos do treinamento de *endurance*. Algumas adaptações são musculares e outras englobam o sistema de energia.

As primeiras alterações mais perceptíveis são as da potência aeróbia, onde há um aumento da capacidade de realizar o exercício submáximo de longa duração e a melhora do VO₂máx. Com o uso repetido das fibras musculares é estimulado alterações estruturais e funcionais como mudanças no tipo de fibra, suprimento capilar, conteúdo de mioglobina, função mitocondrial e nas enzimas oxidativas.

À medida que se aumenta a capacidade circulatória central com o treino de *endurance*, acontece uma ampliação da capacidade aeróbia total do organismo. Portanto esse tipo de treinamento também acarreta em adaptações cardiovasculares.

O coração sofre um aumento de tamanho em resposta a demanda do trabalho. O volume de ejeção apresenta um aumento global. A frequência cardíaca de repouso é menor com o resultado do treino e a frequência máxima em geral permanece estável. Em repouso ou durante o exercício submáximo o débito cardíaco não se altera muito podendo até sofrer uma leve diminuição. Contudo, há um aumento considerável nos níveis máximos de trabalho, resultantes principalmente do aumento do volume de ejeção máximo. O fluxo sanguíneo é aumentado pelo aumento da capilarização dos músculos treinados, pela redistribuição sanguínea mais efetiva e aumento do volume sanguíneo. A pressão arterial por sua vez diminui em repouso alterando-se muito pouco durante os exercícios. Há um aumento do volume sanguíneo e do volume de eritrócitos, assim como o aumento do volume plasmático.

Com o treinamento de *endurance* além dessas adaptações também há as adaptações respiratórias e metabólicas ao treinamento, como por exemplo, o aumento do limiar de lactato que está altamente relacionado com o ritmo de prova (COSTILL; WILMORE, 2001). Resultados do treinamento de *endurance* mostram adaptações do sistema cardiorrespiratório e neuromuscular permitindo uma maior regulação do metabolismo muscular e maior disposição de oxigênio para a mitôcondria. Essas adaptações permitem que os atletas se exercitem por mais tempo numa maior intensidade sendo dependente do VO₂máx, da economia do exercício, o limiar de lactato e da cinética do consumo de oxigênio (JONES; CARTER, 2000).

2.8 OVERTRAINING

Overtraining ou treinamento excessivo refere-se a um treinamento com intensidades e/ou volumes elevados sem necessidade. Com esse tipo de sobrecarga não ocorrerá melhora na “*performance*” do atleta e ainda poderá ocasionar uma fadiga crônica. A única maneira de continuar a evoluir com o treinamento, após a adaptação de estímulos constantes, é aumentar progressivamente o estresse. Quando essa teoria é extenuada, o treinamento pode-se tornar demasiado, forçando o organismo além de suas capacidades normais de adaptação (COSTILL; WILMORE, 2001).

Em esportes de rendimento caso não ocorra uma periodização de treinamento adequada, os atletas podem ter distúrbios neuroendócrinos, resultantes do desequilíbrio entre a quantidade de exercício e sua recuperação, portanto desenvolvendo o fenômeno conhecido como sobretreino ou *overtraining* (SILVA; SANTHIAGO; GOBATTO, 2006).

2.9 STEADY - STATE

É a condição de equilíbrio entre o consumo de oxigênio e as necessidades do organismo. Quando ocorre esse fenômeno o consumo de O₂ e a eliminação de CO₂ estão equilibradas. Sem considerar outras variáveis, teoricamente, nesse processo o indivíduo poderia continuar indefinidamente no esforço (TUBINO, 2003). Ao atingir o estado de equilíbrio em exercício, teoricamente o atleta poderia prosseguir por um tempo indeterminado até que se atinjam fatores limitantes importantes, como a perda de líquidos e depleção eletrolítica McARDLE, KATCH, KATCH (2003 apud MACHADO, 2011).

Há também a condição de *Stedy-State* do lactato na máxima fase estável de lactato (MLSS), sendo definida como a maior concentração de lactato sanguíneo e carga de trabalho que pode ser suportado ao longo do tempo sem um acúmulo progressivo de lactato sanguíneo (BILLAT e colaboradores, 2003).

O *Steady-State* pode ser também o ponto de adaptação do débito cardíaco, ventilação pulmonar e frequência cardíaca ASTRAND (1987 apud MACHADO, 2011). Estado de equilíbrio observado entre o 6º e o 8º minuto de exercício para um dado nível de esforço (LEITE, 2000).

2.10 EFEITOS FISIOLÓGICOS PÓS-CORRIDA

Após um exercício de longa duração, como corridas de fundo, várias mudanças fisiológicas ocorrem no corpo do atleta. Em pessoas treinadas, por exemplo, a frequência cardíaca de repouso tende a ser menor comparada aos indivíduos destreinados. Após a prova as concentrações de lactato são maiores, há um maior fluxo sanguíneo dentro dos músculos e para os treinados o volume sistólico do coração durante o repouso tende a ser maior do que para pessoas destreinadas (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

Correr provoca a melhora da circulação no coração e pulmões, prevenindo o praticante de ataques cardíacos, derrames, entre outros males (FIXX, 1977).

A capacidade de permanecer em um exercício submáximo prolongado depende da conservação da homeostasia durante ela. Com o treinamento de resistência é gerado uma transição mais rápida do repouso a uma ação metabólica estável, acarretando uma menor dependência dos estoques musculares e hepático de glicogênio (POWERS; HOWLEY, 2004).

2.11 PAPEL DO GLICOGÊNIO NAS CORRIDAS DE FUNDO

O Glicogênio é o carboidrato de armazenamento típico ao músculo e ao fígado. É formado a partir da glicogênese. Para um indivíduo em treinamento os carboidratos deveriam representar 60% a 70% das calorias consumidas diariamente. Principalmente durante exercícios de alta intensidade os carboidratos funcionam como combustível energético. A reposição diária se faz necessária para pessoas em treinamento mantendo assim os níveis de glicogênio satisfatórios para a realização de exercícios físicos (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003). Durante uma prova de fundo o glicogênio armazenado nos músculos fornecem a maior parte da energia consumida na transição do repouso para o exercício submáximo, sendo que o restante é fornecido pelo catabolismo das gorduras que são ativados pelos carboidratos e ainda uma pequena utilização de proteínas. Com o passar do tempo as reservas de glicogênio tornam-se baixas passando a glicose sanguínea a ser a maior fonte energética durante uma corrida longa (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

O glicogênio muscular é depletado na mesma intensidade, sendo a glicose ingerida ou não durante o desempenho prolongado. O consumo de glicose durante o exercício prolonga o desempenho ao munir os músculos com carboidratos quando o glicogênio muscular está sendo consumido (POWER; HOWLEY, 2004).

Para Maughan, Gleeson e Greenhaff (2000), especificamente nas fibras do tipo I, o consumo de carboidratos melhora a capacidade de resistência através da ajuda à produção oxidativa de ATP e, por essa ação, adia o desenvolvimento da perda de glicogênio nesse tipo de fibra.

2.12 FATORES QUE AFETAM O DESEMPENHO

Vários fatores podem interferir na resposta individual ao treinamento aeróbio. Entre esses fatores estão o nível de condicionamento e VO₂máx, a hereditariedade, idade, sexo, responsivos e não-responsivos, especificidade do treinamento e cross-training (COSTILL; WILMORE, 2001).

Muitos fatores fisiológicos ou morfológicos têm influenciado o desempenho de *endurance* como, a musculatura esquelética, economia de corrida, VO₂máx e o início de acumulação de lactato no sangue (TANAKA, 1990).

Com relação ao nível de condicionamento, quanto maior o tiver inicialmente menor será a evolução relativa ocasionada pelo mesmo programa de treino.

A hereditariedade é importante para determinar a capacidade aeróbia, pois, os níveis de consumo máximo de oxigênio estão sujeitos a limites genéticos.

A idade também influencia o VO₂máx, isso quer dizer que o declínio da aptidão física está ligado parcialmente a redução do nível de atividade pertinente à idade, porém não é uma tendência absoluta.

As peculiaridades do sexo estão ligadas a relação homens e mulheres saudáveis não-treinados, onde a diferença do VO₂máx está em torno de 25%, sendo as taxas dos homens maiores. Porém no que se diz respeito a atletas, essa diferença não é acentuada para indivíduos do sexo masculino e feminino.

Ao averiguar os efeitos do treinamento, nota-se que as diferenças individuais acarretam em mudanças nas respostas de cada um ao programa de treinamento. Mesmo com programas iguais, nem todos respondem do mesmo modo.

Quanto maior for a especificidade do programa de treinamento para um dado esporte, melhor será o desempenho nesse esporte, por isso deve-se dar muita importância a escolha do programa de treinamento mais apropriado.

O cross-training fazer referência ao treinamento de mais de um esporte ao mesmo tempo. Para esse tipo de treino é importante que se defina qual é a melhor divisão do

tempo para cada esporte melhorando o desempenho para todos (COSTILL; WILMORE, 2001).

2.13 COMPOSIÇÃO CORPORAL E DESEMPENHO

A composição corporal de um atleta influencia de maneira direta no seu desempenho. O exercício gera a permanência do tecido magro e queima a gordura corporal (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

Segundo Tritschler, 2003, o atleta que mantém um equilíbrio bom entre peso da massa magra corporal e peso de gordura são beneficiados em relação a indivíduos que não mantém esse equilíbrio. A porcentagem de gordura corporal ajustado com a excelência de desempenho varia, de acordo com o esporte, tanto para homens quanto para mulheres e entre eles (POWERS; HOWLEY, 2004).

De acordo com Sheldon (78) (1940 apud POWERS; HOWLEY, 2004, pág. 473) cada indivíduo possui certas características dos componentes da conformação corporal que seriam presentes na Endomorfia, Mesomorfia e Ectomorfia. Essas tipicidades estão presentes no conceito de Somatótipo que representa uma escala numérica apresentando o nível que o atleta se encontra para diferenciar da população comum, evidenciando a necessidade de uma predisposição natural para o excelente desempenho.

Para Heyward (2000), é aconselhável um nível de gordura relativamente baixo, para a melhora da *performance* física, em atletas de corrida. Geralmente pessoas fisicamente ativas são mais magras do que sedentários. Na relação entre homem e mulher, atletas do sexo feminino têm gordura corporal relativamente superior. Com o estabelecimento dos perfis fisiológicos, podem-se utilizar as informações da composição corporal para estimar o peso ideal do atleta (HEYWARD, 2000).

A composição corporal ideal muda de acordo com os diferentes esportes, contudo, geralmente quanto menos massa gorda, melhor será o desempenho do atleta. Isso quer dizer que nem sempre atletas grandes serão melhores. Isso irá depender do tipo de esporte praticado. No caso de praticantes de *endurance* quanto menos gordura melhor será o desempenho (COSTILL; WILMORE, 2001).

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 Tipo de estudo

Este estudo caracteriza-se como descritivo correlacional com delineamento transversal (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2007). Procura-se relacionar as variáveis tempo e acúmulo de lactato sem haver manipulação das mesmas pelo pesquisador.

3.2 Participantes

Os participantes deste estudo são Corredores do circuito de Corridas de Rua da Cidade de Curitiba, do sexo masculino, selecionados por convite e voluntariedade. Os sujeitos em número de 12 (quatro em cada grupo) foram convidados tendo como referência o tempo das suas duas últimas provas. Ainda, observou-se o histórico das competições dos atletas nos anos de 2010 e 2011.

3.2.1 Critérios de Inclusão

- Sexo masculino.
- Idades entre 20 e 30 anos.
- Realiza treinos no mínimo três vezes por semana.
- O participante deve ter participado de pelo menos dez provas entre os anos de 2010 e 2011.
- Assinar o termo de consentimento livre e esclarecido conforme a resolução 96/96 do CNS.

3.2.2 Critérios de Exclusão

- Se recusar a coleta de lactato após a prova
- Não completar ou não realizar a prova no dia da coleta

3.3 Instrumentos e procedimentos

3.3.1 Instrumentos

Para a coleta de dados serão utilizados os seguintes instrumentos:

- Compasso para medição das dobras cutâneas do tipo Lange
- Fita métrica
- Balança
- Analisador portátil de lactato – Accutrend Lactate (Roche)
- Luvas descartáveis
- Fitas para o analisador
- Frequencímetro cardíaco (Garmin Forerunner 305)

3.3.2 Procedimentos

No mês anterior a corrida os participantes foram contatados pessoalmente e obtida a confirmação da vontade em participar da pesquisa. Na semana anterior, foram realizadas as medidas antropométricas (massa corporal, estatura, perímetros e dobras cutâneas). Para a mensuração das dobras cutâneas utilizou-se um compasso do tipo Lange seguindo-se as recomendações de Guedes (2003). O percentual de gordura foi estimado pela equação de Jackson e Pollock 1985 citado por Trischeler (2000).

O lactato sanguíneo foi coletado no dia da prova por meio da punção do dedo indicador da mão direita com um aparelho lancetador da marca Softclic e obtida uma gota de sangue com tamanho suficiente para preencher o espaço da tira reativa do analisador de lactato “Accutrend lactate” da Roche. A coleta foi realizada em repouso antes da prova e imediatamente após.

A frequência cardíaca dos participantes foi monitorada durante toda a prova com um frequencímetro cardíaco da marca Garmin modelo Forerunner 305.

3.4 Riscos e benefícios

Foi informado ao atleta que o mesmo sofreria de desconfortos característicos dos que participam de corridas de rua a saber: frequência cardíaca elevada, sudorese excessiva, dores musculares localizadas e sensação de falta de ar.

Os atletas serão beneficiados com a clareza dos resultados obtidos, para fins de treinamento, tendo os como parâmetros para o seu atual estado de condicionamento físico.

3.5 Análise dos dados

Os dados foram digitados em planilha do programa Excel para Windows e analisados por meio da ferramenta análise de dados do mesmo software. Para caracterizar os participantes utilizou-se a estatística descritiva e para testar a associação entre o tempo da corrida e o cúmulo de lactato utilizou-se a “correlação de Spearman”. A interpretação da associação foi interpretada pelo valor de r e pela proporção explicada da variação r^2 adotando um nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.

No quadro 1 estão representadas as características descritivas dos participantes.

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Todos	
	Media	Variação	Media	Variação	Media	Variação	Media	Variação
Peso	64,7	60 - 70	69,0	59 - 83	77,2	73 - 85	70,3	59 - 85
Estat	170	163 - 176	169	165 - 175	179	170 - 191	172	163 - 191
% gord	11,0	9 - 15	14,5	14 - 15	22,7	19 - 25	15,7	7 - 25
Idade	25,2	20 - 28	23,2	21 - 26	25,2	22 - 28	24,6	20 - 29

Quadro 1 – participantes

A idade média dos participantes foi de $24,6 \pm 3,2$ anos, massa corporal de $70,3 \pm 8,4$ quilos, estatura de $1,72 \pm 0,07$ metros e percentual de gordura $15,7 \pm 5,3$ por cento. Todos os participantes eram experientes em provas de 10 km com pelo menos dois anos. Para comparar a intensidade da corrida com o VO_2 máximo dos participantes, estimou-se este parâmetro a partir da velocidade média em prova seguindo a equação proposta por Tokmakidis (1987 apud TRITSCHLER, 2003, p. 293), para distâncias dos 10 quilômetros. Os valores estimados de VO_2 máximo são representados no quadro 2.

Grupos	Acúmulo Lactato	FC inicial	FC média	FC máxima	Ritmo	Tempo Prova	Velocidade	VO2max
1	5,8	50	150	174	03:40	36:40:00	16,4	66,33
	6	58	153	176	03:46	37:40:00	15,92	64,99
	4,6	57	156	174	03:54	39:10:00	15,38	63,35
	3,6	65	165	190	03:57	39:35:00	15,18	62,74
2	4,5	68	160	173	04:07	41:15:00	14,57	60,88
	3,6	70	180	205	04:25	44:15:00	13,58	57,87
	4,2	74	165	175	04:32	45:10:00	13,23	56,8
	3	66	175	195	04:40	46:40:00	12,85	55,64
3	3,4	72	162	175	05:04	50:45:00	11,84	52,57
	4,1	75	167	178	05:12	52:00:00	11,53	51,62
	2,4	82	160	173	05:25	54:15:00	11,07	50,22
	2	80	167	180	05:30	55:00:00	10,90	49,71

Quadro 2 – Grupos

No quadro 3 estão apresentados os valores de lactato individuais assim como os valores médios para cada um dos grupos. O acúmulo de lactato para o grupo 1, considerando os valores iniciais e finais, foi de 5 mmol/L, para o grupo 3 foi de 3,8 mmol/L e para o grupo 3 foi de 3,2 mmol/L. Os indivíduos do grupo 1 (mais rápidos) apresentaram maior acúmulo de lactato sanguíneo, enquanto que os indivíduos do grupo 3 (mais lentos) apresentaram um acúmulo menor. Uma limitação no trabalho foram os valores de lactato medidos que, não são compatíveis com valores esperados em repouso, de acordo com Moreira (2005) variam entre 1 a 2 mmol/L. Porém, assumindo que o equipamento tenha provocado em erro constante foi considerado que o acúmulo seria o mesmo.

Indiv.	Acúmulo Inicial G1 (mmol/L)	Acúmulo Final G1 (mmol/L)	≠ de prod. G1	Acúmulo Inicial G2 (mmol/L)	Acúmulo Final G2 (mmol/L)	≠ de prod. G2	Acúmulo Inicial G3 (mmol/L)	Acúmulo Final G3 (mmol/L)	≠ de prod. G3
Indiv1	5,4	11,4	6	2,8	5,8	3	3,8	7,2	3,4
Indiv2	3,4	7	3,6	3,7	7,3	3,6	3,2	5,2	3
Indiv3	3,8	8,4	4,6	3,2	7,4	4,2	2,5	4,9	2,4
Indiv4	5,1	10,9	5,8	3,5	8	4,5	3	7,1	4,1
Média	4,4	9,4	5	3,3	7,1	3,8	3,1	6,1	3,2

Quadro 3 – Acúmulo de lactato

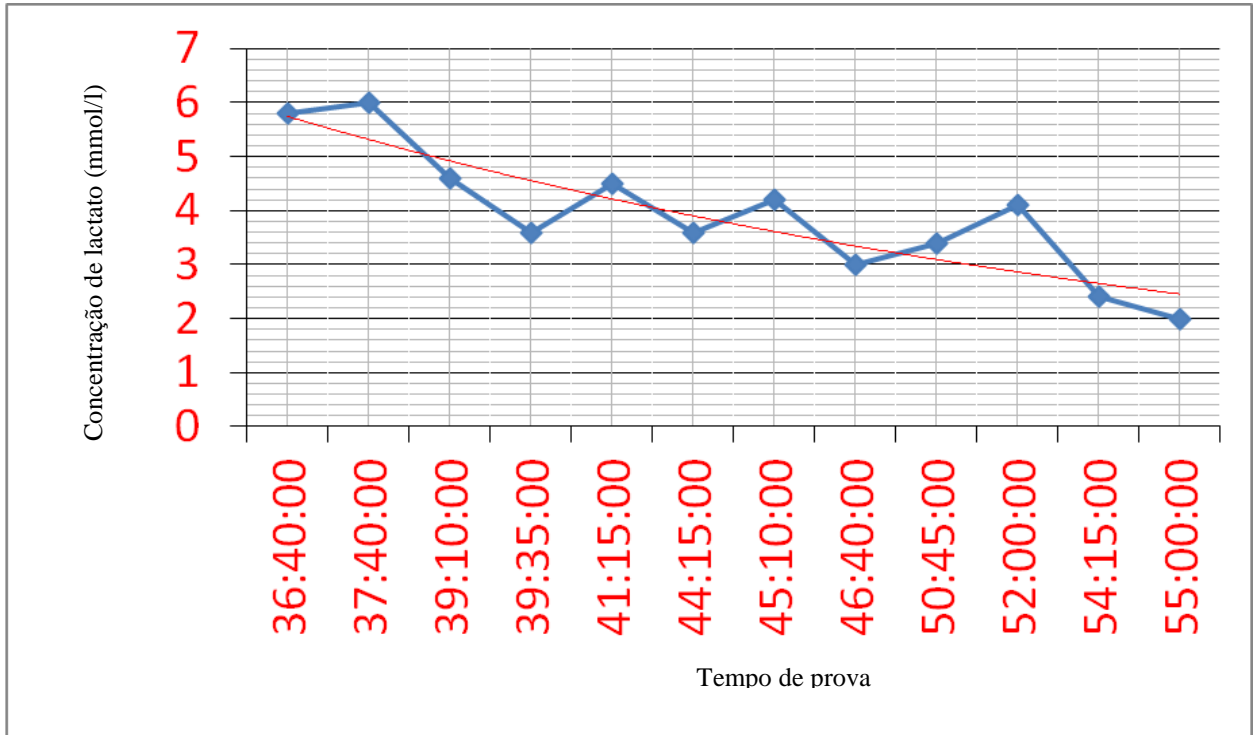
Na análise estatística a correlação entre o acúmulo de lactato e os valores de VO_2 máximo foi de $r=0,83$. Ou seja as variações entre o valor do VO_2 máximo (que depende da velocidade da corrida) explica 68,89% da variação na concentração do lactato. O ritmo médio do G1 foi de 3:49 min/km ou 38 minutos e 09 segundos nos 10 km, com FC média 156 bpm e VO_2 máximo aproximado de 62.1 ml.kg.min.⁻¹. O G2 com ritmo de 4:26 min/km ou 44:20 minutos, FC média 170 bpm e VO_2 máx de 52.4 ml.kg.min.⁻¹, e G3 com ritmo de 5:18 min/km ou 53 minutos, FC média de 164 bpm e VO_2 máx de 39.2 ml.kg.min.⁻¹.

Os valores médios, por grupo, de variáveis como frequência cardíaca, velocidade de corrida, VO_2 de corrida, VO_2 máximo, intensidade em percentual do máximo além do acúmulo de lactato podem ser observados no quadro 4.

	G1		G2		G3	
	Média	Varição	Média	Varição	Média	variação
FC média	156	120 -180	170	160 - 180	164	160 – 167
Vel corrida	15,72	15,2 - 16,4	13,55	12,85 - 14,57	11,335	10,9 - 11,84
Vo2 de	55,89	54,13 - 58,05	48,71	46,36 - 52,08	41,31	39,86 - 42,97
Vo2 max	64,38	62,77 - 66,34	57,82	55,67 - 60,90	51,06	49,74 - 52,58
Intensidade	86,81	86,24 - 87,49	84,22	83,27 - 85,52	80,89	80,14 - 81,73
Acumulo	5	3,6 - 6	3,825	3 - 4,5	2,975	2 - 4,1

Quadro 4 – Média dos valores nos grupos

O quadro 5 e 6 apresentam que o acúmulo de lactato foi diretamente relacionado com a velocidade de corrida; corredores que competiram em intensidades mais altas obtiveram um maior acúmulo. Na idéia inicial do trabalho acreditava-se que um maior tempo em exposição ao exercício em provas de 10 km seria determinante para um maior acúmulo de lactato. Porém o estudo mostrou que o fator diretamente ligado a esse aumento é a intensidade do VO₂ máximo utilizada na corrida. Para Foss (2010), atletas melhor condicionados chegam a valores finais de lactato entre 14 e 16 mmol/l. Estudos mostram que após o exercício concentrações maiores de lactato serão encontradas se houver uma intensidade maior, contudo, também será influenciada pela duração do exercício, onde exercícios de baixa intensidade e menor duração terão menores concentrações de lactato (FOSS, 2010).



Quadro 5 - Concentração de lactato (mmol/l) x tempo de prova

Astrand (2006) reporta que atletas moderadamente bem-treinados após uma hora de corrida a 50% do VO_2 máximo conseguem manter o estado de equilíbrio, com a FC quase no mesmo nível que a 5 minutos de exercício. Foss (2010) observou que o limiar de lactato ocorria entre 3 e 5 mmol/l, para a maior parte dos atletas o que corresponde a um valor de VO_2 entre 50% e 90%, todavia o ritmo de exercício, intensidade é mais alto em indivíduos treinados do que destreinados ou menos treinados. Isso fica evidente na tabela abaixo sendo que os atletas mais velozes, do melhor grupo, que obtiveram um maior acúmulo de lactato correram numa maior intensidade.

Grupos	Velocidade Km/h	VO2 de corrida	Vo2max	% intensidade	Acúmulo Lactato
1	16,36	58,05	66,34	87,49	5,8
1	15,93	56,60	65,02	87,04	6
1	15,38	54,78	63,36	86,46	4,6
1	15,19	54,13	62,77	86,24	3,6
2	14,57	52,08	60,90	85,52	4,5
2	13,58	48,78	57,89	84,27	3,6
2	13,24	47,62	56,82	83,80	4,2
2	12,86	46,36	55,67	83,27	3
3	11,84	42,97	52,58	81,73	3,4
3	11,54	41,96	51,66	81,23	4,1
3	11,08	40,42	50,25	80,44	2,4
3	10,91	39,86	49,74	80,14	2

Quadro 6 – Intensidade

Ao comparar os valores observados nos corredores participantes deste estudo com os valores sugeridos por Foss (2010), podemos observar que os indivíduos melhor condicionados correram mais próximos de seus limiares anaeróbios, sem nenhuma declínio visível do ritmo de prova. Para atletas, um indicador de resistência em corridas é a capacidade de suportar acúmulos de lactato sem prejuízo na performance, ou seja o maior acúmulo de lactato sustentado antes de aumento exponencial (MYERS; ASHLEY, 1997). Isso mostra que a experiência de prova para esses atletas melhor condicionados fez uma grande diferença na dosagem da intensidade na hora do teste. Acredita-se que o maior número de pessoas que fadigam durante as provas, seria porque acumulam lactato exponencialmente, pela falta de condicionamento físico, pela falta de experiência ou pela má orientação dos técnicos. Mas o que se pode perceber neste estudo foi a falta de conhecimento da própria aptidão física dos atletas menos experientes que correram numa intensidade bem abaixo de seus limiares. Para poder sustentar um ritmo adequado de prova até o final, com receio de haver uma fadiga geral, os atletas necessitam conhecer bem suas capacidades para poder “administrar” as suas capacidades na corrida de 10 km. Portanto, nesta pesquisa foi observado que, além do acúmulo de lactato estar mais diretamente ligado a intensidade de prova, o fator decisivo para que esses atletas melhor condicionados não produzissem uma maior quantidade de lactato, sem que houvesse a “quebra” de prova, seria o fato de conhecerem melhor seus limiares

anaeróbios e com isso correr muito próximo dele, obtendo assim um melhor resultado com um maior acúmulo.

5 CONCLUSÃO

Neste estudo pode-se observar que corredores com maiores valores de VO_2 máximo tiveram maior acúmulo de lactato e menor tempo de prova quando comparados com os corredores do grupo intermediário e com os atletas do grupo de menor nível de condicionamento físico. Os atletas dos grupo 3 permaneceram em prova por mais de quinze minutos quando comparados com os corredores do grupo 1 e mesmo assim possuíam acúmulos de lactato muito menores. Isto mostra que o acúmulo de lactato relacionou-se com a intensidade do que com o tempo (maior) de prova. Partindo do pressuposto de que corredores mais rápidos são mais experientes, é possível pressupor que o nível elevado de lactato observado sem que aconteça a diminuição de ritmo, se deve a habilidade desses atletas a correrem mais próximos do seu limiar anaeróbio do que as pessoas dos outros grupos. Contudo, não fica comprovado que nessa distância corredores de maior VO_2 máximo acumulam maior quantidade de lactato, pois as intensidades de corrida no teste foram diferentes para os participantes.

Por fim conclui-se que o acúmulo de lactato está mais diretamente relacionado a intensidade de corrida do que os outros fatores analisados neste trabalho, porém não se pode afirmar se haveria a mesma diferença na médias de acúmulo de lactato caso os participantes competissem na mesma intensidade de corrida.

Recomenda-se que treinadores explorem cada vez mais alternativas, métodos de treino para a evolução de seu atleta.

REFERÊNCIAS

ACHOUR Jr., Abdallah. **Atividade Física Consciente na Saúde e nos esportes**. Londrina, PR: Sport Training, 2010.

ASTRAND, P. **Tratado de Fisiologia do Exercício**. 2ª ed. Rio de Janeiro RJ: Guanabara, 1987.

ASTRAND, P; RODAHL, K; DAHL, H. A; STROMME, S. B. **Tratado de Fisiologia do trabalho: Bases fisiológicas do exercício**. 4ª Ed. Porto Alegre RS: Artmed,2006.

BILLAT LV. **Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. Recommendations for long-distance running**. University of Paris, Créteil, France. Sports Medicine (Auckland, N.Z.) 1996.

BILLAT VL; SIRVENT P; PY G; KORALSZTEIN JP; MERCIER J. **The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science**. Paris, France, 2003.

CARVALHO, Edmilson de; NOVAES, Jefferson da Silva; FILHO, José Fernandez. **Corrida de Resistência**. Fitness e Performance Journal, Rio de Janeiro, Maio/Junho 2005.

COSTILL, David L.; WILMORE, Jack H. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. Barueri, SP: Manole, 2001.

DENADAI, B. S.; FIGUERA, T. R.; FAVARO, O. R. P.; GONÇALVES, M. **Effect of the Aerobic Capacity on the Validity of the Anaerobic Threshold for determination of the Maximal lactate Steady State in Cycling. Anaerobic threshold and Maximal Lactate Steady State**. Brazilian Journal of Medicine and Biological Research. Ribeirão Preto, 2004.

DENADAI, B. S. Limiar Anaeróbio: Considerações Fisiológicas e Metodológicas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. 1995.

DOIMO, L. A.; MUTARELLI, C.; KISS, M. A. P. D. M. **Ergometria em Crianças e Adolescentes.** Âmbito Medicina Desportiva. São Paulo SP: 1998.

FERNANDES FILHO, J. A **Prática da Avaliação Física: Teste, Medidas e Avaliação Física em Escolares, Atletas e Academias de ginástica.** Rio de Janeiro RJ: Shape, 2003.

FIXX, James F. **Guia Completo de Corrida.** Rio de Janeiro, RJ: Record, 1977.

FOSS, Merle L.; KETEVAN, Steven J. **Fox, Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte.** Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2010.

GOMES, Antônio Carlos. **Carga de treinamento nos Esportes.** Londrina PR, Sport Training, 2010.

GUEDES, Dartgnan Pinto; GUEDES, Joana E. R. Pinto. **Controle do Peso Corporal – Composição Corporal, Atividade Física e Nutrição.** Rio de Janeiro: Shape, 2003.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **Int. J. Sports Med.** 6: 117-130. 1985.

HEYWARD, Vivian H. **Avaliação da Composição Corporal Aplicada.** Barueri, SP: Manole, 2000.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. **Practical Assesment of Body Composition. Physician and Sportsmedicine,** 13(5): 76. 1985.

JACOBS I. **Blood lactate. Implications for training and sports performance.** Auckland N.Z., *Sports Med.* 1986.

JONES AM; CARTER H. **The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness.** Department of Exercise and Sport Science, Crewe and Alsager Faculty, The Manchester Metropolitan University, England. Sports Medicine (Auckland, N.Z.) 2000.

LEITE, Paulo F. **Fisiologia do Exercício, Ergometria e Condicionamento Físico**. São Paulo SP: Robe, 2000.

MACHADO, Alexandre F. **Corrida: Bases Científicas do Treinamento**. São Paulo SP, Brasil, Icone, 2011.

MACHADO, Alexandre F. **Bases Metodológicas da Preparação Física**. São Paulo SP, Brasil, Icone, 2011.

MAUGHAN, Ron; GLEESON, Michael; GREENHAFF, Paul L. **Bioquímica do Exercício e Treinamento**. Barueri, SP: Manole, 2000.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance**. 4th ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1996.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 5^a ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2003.

MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L. R.; POLMAN, R.; MARCHANT, D. **Criteria for Determination of Maximal Oxygen Uptake: A Brief Critique and Recommendations for future research**. Sports Med. 2007.

MOREIRA, Sérgio Bastos. **Ciência no Treinamento: Modelização Matemática da Performance**. Rio de Janeiro RJ, Shape, 2005.

MYERS, Jonathan; ASHLEY, Euan. **Dangerous Curves: A Perspective on Exercise, Lactate, and the Anaerobic Threshold**. Chest journal, 1997.

NATIONAL HEARTH, LUNG, AND BLOOD INSTITUTE: **Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults**. Washington, National Institutes of Health, 1998.

POWERS, Scott K.; HOWLEY, Edward T. **Fisiologia do Exercício - Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho - 5^a Ed**. Howl, 2006.

SILVA, S. R. Adelino; SANTHIAGO, Vanessa; GOBATTO, Cláudio A. **Compreendendo o overtraining no desporto: da definição ao tratamento.** Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Educação Física, Rio Claro, São Paulo, Brasil. Rev. Port. Cien. Desp. vol.6 no.2 Porto. Maio/2006.

SJODIN, B.; JACOBS, I.; KARLSSON, J. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. **Int. J. Sports Med.** 2: 23-26, 1981.

STEGMANN, H; KINDERMANN, W; SCHNABEL, A. **Lactate Kinetics and Individual Anaerobic threshold.** International Journal of Sports Medicine. Stuttgart, 1981.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B.R. Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. **Can. J. Appl. Physiol.** 28(2): 299-323. © Canadian Society for Exercise Physiology, 2003.

TANAKA K. **The Annals of Physiological Anthropology = Seiri Jinruigaku Kenkyukai Kaishi.** Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, Ibaraki, Japan. 1990.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M.W.; BRAUMANN, K.M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.** 25: 620-627. (1993).

THOMAS Jerry R.; NELSON, Jack K.; SILVERMAN, Stephen J. **Métodos de Pesquisa Em Atividade Física.** Porto Alegre: Artmed, 2007.

TRITSCHLER, Kathleen. **Medida e Avaliação em Educação Física e Esportes – de Barrow & McGree.** Barueri, SP: Manole, 2003.

TUBINO, Manoel José Gomes; MOREIRA, Sérgio Bastos. **Metodologia Científica do Treinamento Desportivo. 13ª Ed.** Rio de Janeiro, Shape, 2003.

WEBRUN. Disponível em: (<http://www.webrun.com.br/home/conteudo/noticias/index/id/6083>). Acesso em: 11/06/2010.

ANEXO - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****MODELO**

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada “Análise da relação entre a concentração de lactato, o nível de condicionamento físico e os tempos de prova em corredores de 10 quilômetros”, sob a responsabilidade do pesquisador Thiago Gomes da Silva e o professor Dr. Ciro Romelio Rodriguez Añez.

Nesta pesquisa busca-se entender qual a relação entre a produção de lactato e o tempo de prova de um corredor de longa distância.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador antes a qualquer teste na semana que antecede a corrida.

Na sua participação você será submetido a testes antropométricos e duas coletas de lactato sanguíneo que serão relacionados com seu tempo de prova.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar na pesquisa.

Os riscos consistem em desconforto cardiorespiratório durante a corrida com a elevação da frequência cardíaca. Todo o material utilizado para a coleta do lactato sanguíneo será descartável, com o manuseio feito com luvas também descartáveis, para que se evite o risco da contaminação. Os benefícios serão a clareza dos resultados obtidos, para fins de treinamento, tendo os como parâmetros para o seu atual estado de condicionamento físico.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Thiago Gomes da Silva, TEL.: 41 96208491 – UNIVERSIDADE TÉCNOLÓGICA FEDERAL DO PR., AV. Sete de Setembro, 3165. Rebouças – Curitiba PR. TEL.: 41-33104545 CEP.: 80230-901.

Curitiba, de de 2011

Assinatura dos pesquisadores

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa