

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

**A IMPORTÂNCIA DA RECUPERAÇÃO EM ESFORÇOS DE
CARACTERÍSTICAS LÁCTICAS**

Estudo comparativo de diferentes métodos de recuperação em
especialistas de 400 metros planos de ambos os géneros

Mónica Isabel Pessoa Cortesão
Coimbra, 2005

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

**A IMPORTÂNCIA DA RECUPERAÇÃO EM ESFORÇOS DE
CARACTERÍSTICAS LÁCTICAS**

Estudo comparativo de diferentes métodos de recuperação em
especialistas de 400 metros planos de ambos os géneros

Monografia de Licenciatura realizada
no âmbito da Fisiologia do Exercício/
Vias Energéticas

Ano Lectivo 2004/2005

COORDENADOR
Prof. Doutor Fontes Ribeiro

ORIENTADOR
Mestre Amândio Santos

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração, incentivo e amizade prestados por várias pessoas às quais gostaria de expressar o meu sincero agradecimento.

Ao Prof. Doutor Fontes Ribeiro, por todo o conhecimento transmitido ao longo do curso.

Ao Mestre Amândio Santos, pela orientação e ensinamentos prestados ao longo deste seminário.

Aos atletas, pela disponibilidade prestada e pelo empenhamento na execução dos testes, sem eles este trabalho não seria possível!

Aos treinadores que gentilmente autorizaram os seus atletas a participar neste estudo. Espero que este trabalho vos seja útil!

À Dr. Fátima Rosado, pela disponibilidade demonstrada ao longo de toda a recolha de dados.

Aos Professores Silvério e Sónia Fernandes, por toda a ajuda prestada bem como pelo fornecimento bibliográfico.

Ao Fisioterapeuta João, por toda a disponibilidade e empenho prestados no decurso do trabalho.

À Associação Distrital de Atletismo de Coimbra pelo fornecimento quer bibliográfico quer material, necessário para a realização deste estudo.

A todos os amigos que me ajudaram na realização deste estudo, pela ajuda prestada, por toda a força e apoio nas horas do desespero...

À minha família, pela compreensão e apoio dado ao longo do curso e principalmente neste ano árduo.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

A recuperação é um processo de particular importância em eventos onde um atleta tem que competir em mais do que uma ocasião, durante uma competição no mesmo dia. Desta forma, apresenta também um papel fundamental na *performance* posterior.

O principal objectivo deste estudo, foi comparar o efeito de três tipos de recuperação: Recuperação Passiva, Recuperação Activa e Recuperação Activa mais Massagem (Recuperação Combinada) na remoção do lactato sanguíneo após uma prova de 300 metros, em atletas especialistas na corrida de 400 metros planos.

Treze atletas treinados e especialistas na corrida de 400 metros planos (8 do género masculino e 5 do género feminino), submeteram-se à realização de três tipos de testes diferentes, sendo cada uma composta por uma simulação de duas competições de 300 metros com 90 minutos de recuperação entre cada uma. O espaço que mediou, entre a primeira e a última sessão de testes, teve uma duração máxima de quatro semanas.

Assim, os sujeitos realizaram recuperação passiva, recuperação activa e recuperação combinada, no primeiro, segundo e terceiro dias de testes respectivamente.

Na realização das três sessões de testes foi recolhida uma amostra de sangue a cada atleta, após o primeiro aquecimento, aos três, vinte, quarenta e sessenta minutos após a primeira prova, após o segundo aquecimento e três minutos após a segunda prova, para determinar a concentração de lactato sanguíneo.

A análise estatística foi realizada através do teste T de Student e *Coefficiente de Correlação Produto-Momento de Pearson*, considerando um nível de significância de 0,05 para ambos os testes.

Verificou-se que a Recuperação Activa e Combinada removem significativamente mais ácido láctico sanguíneo do que a Recuperação Passiva até aos 20 minutos e até aos 40 minutos após o esforço. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre sujeitos masculinos e femininos quer na produção quer na remoção do lactato sanguíneo. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os sujeitos de ambos os géneros, para os vários métodos de recuperação. Não se constataram melhorias estatisticamente

significativas na *performance* em nenhum dos tipos de recuperação. A massagem não trouxe quaisquer benefícios em termos de remoção do lactato sanguíneo comparativamente com a Recuperação Activa.

Concluimos então que neste estudo a Recuperação Activa foi o método mais eficaz em termos de remoção do ácido láctico sanguíneo.

Palavras-chave: ATLETISMO, 400 METROS PLANOS, RECUPERAÇÃO, ÁCIDO-LÁCTICO

ABSTRACT

Recovery is a process of specific importance in events where an athlete has to compete in more than one occasion, during a competition in the same day. This way, it also plays a fundamental role in the subsequent performance.

The main aim of this study was to compare the role of three different types of recovery: Passive Recovery, Active Recovery and Active Recovery plus Massage (Combined Recovery) in the removal of blood lactate after a 300 meter run in athletes specialized in 400 meter flat trial.

Thirteen trained athletes specialized in the 400 meter flat trial (8 male and 5 female) were submitted to three types of different tests, each one composed of a simulation of two 300 meter competition runs with 90 minutes recovery time in between each. The time gap between the first and the last test sessions had the maximum length of four weeks.

Thus the subjects carried out passive recovery, active recovery and combined recovery, respectively, at the first, second and third day of testing.

During the three test sessions a blood sample was taken from each athlete after the first warm up and three, twenty and sixty minutes after the first run, as well as after the second warm up and three minutes after the second run to determine the concentration of blood lactate.

The statistical analysis was carried out by the T Student test and Pearson's Coefficient of *Product-Moment Correlation*, considering for both tests a level of significance of 0,05.

It was verified that Active and Combined Recovery remove significantly more lactate from the blood than Passive Recovery up to 20 and 40 minutes after the effort. There were no statistically meaningful differences between male and female subjects either in the production or the removal of blood lactate. There weren't statistically significant differences between the subjects of both genders for the different methods of recovery either. There was no ascertainment of statistically significant improvements in performance with any of the types of recovery. Massage had no benefits in removing the blood lactate compared to Active Recovery.

We may conclude that in this study Active Recovery was the most effective method to remove blood lactate.

Key words: ATHLETICS, 400 METERS FLAT, RECOVERY, LACTATE

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
OBJECTIVO DO ESTUDO	2
PERTINÊNCIA DO ESTUDO	3
REVISÃO DA LITERATURA	5
1. VIAS ENERGÉTICAS	5
1.1 VIA ANAERÓBICA ALÁCTICA	6
1.2 VIA ANAERÓBIA LÁCTICA	7
1.3 VIA AERÓBIA	9
1.4 INTERACÇÃO E CONTRIBUIÇÃO DAS VIAS ENERGÉTICAS NAS DIFERENTES ESPECIALIDADES DO ATLETISMO	9
2. FORNECIMENTO ANAERÓBIO DE ENERGIA, ÁCIDO LÁCTICO E EXERCÍCIO FÍSICO	10
3. CONCEITO E CAUSAS DA FADIGA MUSCULAR	14
3.1. FADIGA DE ORIGEM PERIFÉRICA	15
3.2. FADIGA DE ORIGEM CENTRAL	17
3.3. O PROCESSO DA FADIGA E A CORRIDA DE 400 METROS PLANOS	18
4. CORRIDA DE 400 METROS PLANOS	20
4.1. CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA CORRIDA DE 400 METROS PLANOS	20
4.2. CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA DA CORRIDA DE 400METROS PLANOS	22
5. RECUPERAÇÃO	24
5.1. RECUPERAÇÃO PASSIVA	27
5.2. RECUPERAÇÃO ACTIVA	28
5.3 RECUPERAÇÃO ATRAVÉS DO PROCESSO DA MASSAGEM	29
METODOLOGIA	33
1. AMOSTRA	33
1.1. CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DA AMOSTRA	33
1.2. CONSTITUIÇÃO E CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA	33
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35

2.1. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	35
2.1.1 Massa Corporal	36
2.1.2. Estatura	36
2.1.3. Altura Sentado	36
2.1.4. Pregas de adiposidade cutânea	37
2.1.5. Percentagem de gordura	38
2.2. PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE RECUPERAÇÃO	38
2.2.1- Primeiro Teste- Recuperação Passiva	39
2.2.2. Segundo Teste- Recuperação Activa	40
2.2.3. Terceiro Teste- Recuperação Combinada	40
2.2.4. Equipamento necessário ao processo da massagem	41
2.2.5. Protocolo dos três métodos de recuperação e para os dois aquecimentos	41
2.2.6. Análise da concentração de lactato sanguíneo	42
3. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	43
3.1. ESTATÍSTICA DESCRITIVA	43
3.2. ESTATÍSTICA INFERENCIAL	43
<u>APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</u>	45
1. RESULTADOS OBTIDOS NOS TESTES	45
1.1. COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DAS DUAS PROVAS NOS TRÊS DIAS DE TESTES	45
1.2. RELAÇÃO ENTRE OS DOIS AQUECIMENTOS E AS DUAS PROVAS NOS DIFERENTES DIAS DE TESTES	50
1.3. CONCENTRAÇÃO DE LACTATO AO LONGO DE TODO O PROCESSO	52
1.4. COMPARAÇÃO DO EFEITO DOS TRÊS MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO NA REMOÇÃO DE LACTATO SANGUÍNEO DURANTE A FASE DE RECUPERAÇÃO	58
1.5. COMPARAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO DE LACTATO E O EFEITO DOS TRÊS MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO NA REMOÇÃO DE LACTATO SANGUÍNEO DURANTE A FASE DE RECUPERAÇÃO	63
<u>CONCLUSÕES E SUGESTÕES</u>	65
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Hidrólise da molécula de ATP (adaptado de McArdle. <i>et al.</i> , 1998)	5
Figura 2: Formação de ácido láctico <i>et al.</i> , 1998)	8
Figura 3: Representação esquemática de todos os procedimentos nos três dias de testes.....	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Representação da relação entre os valores médios da concentração de testes.....	52
Gráfico 2: Representação da relação entre os valores médios da concentração de lactato (mmol/L) ao longo de todo o processo em sujeitos do género masculino.....	54

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Contribuição dos sistemas energéticos nas diferentes especialidades do atletismo (Adaptado Carnes, 2000).	10
Quadro 2: Concentrações máximas de lactato sanguíneo após uma prova ou teste de 400 metros, realizados a intensidades de esforço máximas.	13
Quadro 3: Tempos parciais de cada 200 metros na final de 400 metros masculinos do campeonato do Mundo de Sevilha (Adaptado Abrantes, 2005).	21
Quadro 4: Factores determinantes da RDC (adaptado de Miguel, 2001).	23
Quadro 5: Valor percentual atribuído à contribuição do sistema anaeróbio na prova de 400 metros segundo diversos autores (adaptado McArdle <i>et al.</i> 1998; Janssen <i>et al.</i> , 2001, e Barbosa, 2001).	24
Quadro 6: Tempos de recuperação mínimos e máximos sugeridos após exercícios exaustivos (Adaptado Horta, 1995)	26
Quadro 7: Valores das variáveis antropométricas dos sujeitos da nossa amostra. ...	34
Quadro 8: Valores médios e desvios padrão da idade, tempo de prática da modalidade, competições realizadas durante uma época, frequência semanal de treino e duração das sessões de treino.	34
Quadro 9: Recorde Pessoal dos sujeitos na prova de 400 metros planos.	35
Quadro 10: Protocolo para os diferentes tipos de recuperaçã.	41
Quadro 11: Protocolos para o aquecimento para as provas 1 e 2.	42

Quadro 12: Resultados obtidos pelos atletas do género masculino.	45
Quadro 13: Diferenças entre os resultados das provas 1 e 2 nos sujeitos masculinos (n=8). Comparação através do teste T de <i>Student</i> para amostras relacionadas.	46
Quadro 14: Resultados obtidos pelos atletas do género feminino.	47
Quadro 15: Diferenças entre os resultados da prova 1 e da prova 2. Comparação através do teste T de <i>Student</i> para amostras relacionadas.	48
Quadro 16: Comparação entre os resultados das provas (segundos) e as concentrações de ácido láctica no sangue (mmol/l).	49
Quadro 17: Comparação entre os dois géneros em relação aos resultados finais das duas provas. Teste T de <i>Student</i> para amostras independentes.	49
Quadro 18: Comparação entre as concentrações médias de lactato sanguíneo acumulado durante a fase de preparação para a prova, e tempo de realização das provas 1 e 2 nos diferentes tipos de recuperação.	50
Quadro 19: Relação entre a concentração de lactato sanguíneo (mmol/l) acumulado no aquecimento 1 e 2. Comparação através do teste T de <i>Student</i> para amostras relacionadas.	51
Quadro 20: Média da concentração de lactato sanguíneo 3 minutos após as duas provas, nos sujeitos femininos. Comparação através do teste T de <i>Student</i> para amostras relacionadas.	53
Quadro 21: Média da concentração de lactato sanguíneo 3 minutos após as duas provas, nos sujeitos masculinos. Comparação através do teste T de <i>Student</i> para amostras relacionadas.	56

Quadro 22: Média da concentração de lactato sanguíneo 3 minutos após as duas provas, nos sujeitos masculinos. Comparação através do teste T de <i>Student</i> para amostras relacionadas.	57
Quadro 23: Remoção de lactato sanguíneo durante os vários intervalos, ao longo de todo o processo de recuperação.	58
Quadro 24: Comparação entre o efeito dos três métodos de recuperação na remoção do lactato sanguíneo. Comparação através do teste T <i>Student</i> para amostras relacionadas.	60
Quadro 25: Correlação entre o efeito dos três métodos de recuperação na remoção do lactato sanguíneo.	61
Quadro 26: Comparação entre géneros na remoção do ácido láctico sanguíneo. Comparação através do teste T <i>Student</i> para amostras independentes.	63
Quadro 27: Comparação entre os diferentes intervalos de recuperação do lactato sanguíneo (mmol/l) nos três tipos de recuperação. Comparação através do teste T <i>Student</i> para amostras relacionadas.	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Carta a Solicitar a Participação dos Atletas no Estudo

Anexo 2: Termo de Consentimento

Anexo 3: Ficha de Identificação Biográfica

Anexo 4: Carta de Solicitação da Pista de Aveiro

LISTA DE ABREVIATURAS

- (**ATP**) - Adenosina Trifosfato
- (**CP**) - Fosfato de Creatina
- (**ADP**) - Adenosina Difosfato
- (**Pi**) – Ião Fosfato
- (**m**) - Metros
- (**RP**) - Recuperação Passiva
- (**RA**) - Recuperação Activa
- (**RC**) - Recuperação Combinada
- (**FC**) - Frequência Cardíaca
- (**bpm**) - Batimentos por minuto
- (**Σ**) - Somatório
- (**IMC**) - Índice de Massa Corporal
- (**n**) - Número de Indivíduos
- (**sign.**) - Significância
- (**[Lactato]**) - Concentração de Lactato Sanguíneo
- (**Aquec.**) - Aquecimento
- (**VO_{2máx}**) - Consumo Máximo de Oxigénio

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

O atletismo é uma modalidade desportiva que pode ser caracterizada por dois aspectos fundamentais, a forma decisiva como as capacidades físicas influenciam a *performance* competitiva dos atletas e a objectividade e rigor dos resultados, que se medem ao centímetro e ao centésimo de segundo (Abrantes, 2005^a).

Nesta modalidade, os atletas competem principalmente contra si próprios, numa tentativa de superarem os seus limites, e mais do que vencer os adversários, o principal objectivo é a superação dos seus recordes pessoais. Daí a enorme importância dada ao desenvolvimento das capacidades físicas, através da avaliação e controlo rigoroso da evolução dessas capacidades ao longo de toda a época e carreira dos atletas.

Sendo a prova de 400 metros uma corrida, na qual, o rendimento está muito dependente da capacidade de cada atleta em produzir e remover o ácido láctico (Costa, 1996; Colaço & Santos, 2002), na problemática desportiva actual, com um aumento cada vez maior das cargas de treino, a recuperação ocupa um papel fundamental, (Horta, 1995).

Tendo em atenção os mecanismos indutores da fadiga (Grenn, 1987), a distância de 400 metros planos, é das provas mais exigentes. O aparecimento da fadiga, nesta distância deve-se, preferencialmente, ao aumento da acidose muscular (Colaço, 2001), limitando assim o metabolismo glicolítico, principal responsável pelo fornecimento de energia nesta prova (Costill, 1992; Maglisco, 1993).

Muita atenção tem sido atribuída aos possíveis mecanismos que controlam a produção e a remoção do lactato (Villar & Denadai, 1998). Geralmente é aceite que a Recuperação Activa é mais eficiente que a Recuperação Passiva no processo da recuperação (Monedero & Bonne, 2000), estando esta ideia baseada no facto da Recuperação Activa ser mais eficaz na remoção do lactato sanguíneo acumulado durante o exercício (Sayryo *et al.*, 2003; Dupont *et al.*, 2004; Spierer *et al.*, 2004).

Um outro método actualmente, utilizado nas diferentes actividades desportivas para facilitar o processo da recuperação, são as massagens desportivas (Gupta *et al.* 1995; Monedero & Bonne, 2000). Contudo, os estudos científicos sobre

os resultados positivos da massagem nas alterações fisiológicas provenientes do processo da recuperação são limitados (Monedero & Bonne, 2000).

Objectivos do Estudo

Foram definidos os seguintes objectivos:

- Comparar o efeito de três tipos de recuperação, Recuperação Passiva, Recuperação Activa e Recuperação Activa mais Massagem (Recuperação Combinada) na remoção do lactato sanguíneo após um esforço que envolva uma grande acumulação de ácido láctico no sangue.
- Analisar as diferenças existentes entre a Recuperação Activa e a Recuperação Passiva na remoção do ácido láctico sanguíneo.
- Efectuar uma comparação entre atletas femininos e atletas masculinos no processo da recuperação.

Pertinência do Estudo

Actualmente o Atletismo é uma modalidade implementada a nível mundial. Os estudos realizados nesta área são inúmeros, tendo sempre em vista a evolução dos métodos de ensino-aprendizagem e de treino. A prova de 400 metros planos, pelas características que lhe são atribuídas, é frequentemente caracterizada como sendo a prova mais exigente do Atletismo (Colaço, 2002).

Atendendo a que neste tipo de provas, os músculos utilizam principalmente as reservas locais de energia (ATP e glicogéneo muscular), pode ser considerada como uma especialidade onde em termos fisiológicos é fundamental a potência láctica (Abrantes, 2005^b).

Tendo em conta as exigências acima referidas, esta modalidade necessita de estudos específicos para tentar compreender as suas repercussões a nível fisiológico e biomecânico, entre outros, para assim, melhorar os métodos de treino, visando sempre a evolução das *performances*. O processo da recuperação apresenta aqui um papel fundamental.

Contudo, a nível do atletismo, é possível verificar que nem todos os atletas se lembram da sua importância. Muitas vezes, os atletas, ou porque o treino se prolongou ou por a desvalorizarem, abdicam da recuperação no final do treino, ou mesmo da competição, sem pensar nas consequências que tal poderá vir a provocar.

Como é possível constatar nos mais diversos estudos, a recuperação tem sido alvo de muitos estudiosos (Weltman *et al.*, 1979; Choi *et al.*, 1994; Falk *et al.*, 1995; Gupta *et al.*, 1996; Ahmaidi *et al.*, 1996; Monedero *et al.*, 2000; Fairchil *et al.*, 2002; Fairchild *et al.*, 2003; Sayryo *et al.*, 2003; Dupont *et al.*, 2004; Spierer *et al.*, 2004; e, Lattier *et al.*, 2004). No entanto, a nível do atletismo, quanto nos foi possível pesquisar, não existe nenhum trabalho direccionado para esta problemática da recuperação no Atletismo, pelo que julgamos ser importante realizá-lo.

Deste modo, com este estudo pretender-se-à estudar a variação do ácido láctico sanguíneo, ao longo de todo o processo de recuperação de uma prova de 300 metros.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

1. Vias Energéticas

Todo o músculo necessita de energia para trabalhar, o que implica que qualquer exercício requer o fornecimento de energia. O plano de um programa ótimo de treino apenas é possível quando os princípios do fornecimento de energia são bem entendidos (Janssen, 2001).

Esta energia encontra-se armazenada no músculo e em outros tecidos orgânicos associada com algumas substâncias químicas: adenosina trifosfato (ATP), fosfocreatina (CP), hidratos de carbono, gordura e proteínas (Costill, 1992; Maglische, 1993, citado em Ferreira, 1995). No entanto, a única fonte de energia química que o organismo consegue utilizar no processo de contracção muscular provem do ATP, sendo as restantes fontes de energia utilizadas na sua síntese (Ferreira, 1995). Assim, a energia para toda a actividade física, seja ela de natureza aeróbia ou anaeróbia, provém da conversão de fosfatos de alta energia, adenosina trifosfato (ATP), em fosfatos de menor energia, adenosina difosfato (ADP). Por sua vez, tal como podemos observar na figura 1, o ADP é utilizado para fornecer energia para a contracção muscular (Carnes, 2000).

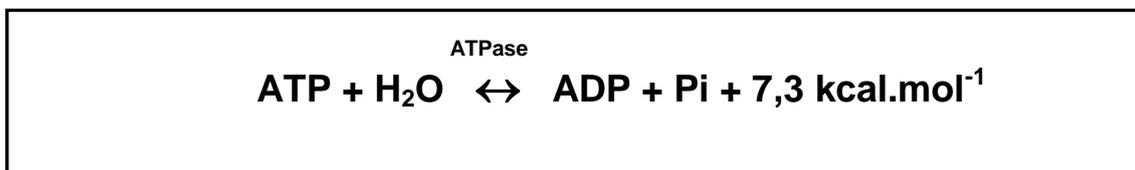


Figura 1: Hidrólise da molécula de ATP (adaptado de McArdle et al., 1998)

Uma vez que durante a hidrólise do ATP é libertada uma considerável quantidade de energia, este é considerado um fosfato de alta energia e, portanto, o composto de energia mais importante.

A quantidade total de ATP no organismo é limitada a aproximadamente 80 a 100g, pelo que é necessário continuamente sintetizar o composto através de reacções várias (McArdle *et al.*, 1998). Segundo o mesmo autor, quando estas reacções ocorrem sem oxigénio, designa-se de metabolismo anaeróbio, quando ocorrem na presença de oxigénio, designa-se por metabolismo aeróbio.

Desde o início do exercício físico diversas enzimas começam a degradar cada uma daquelas substâncias para que assim possam ser utilizadas na ressíntese do ATP. Cada uma das fontes energéticas tem capacidade de reciclar ATP com uma determinada velocidade, a qual dependerá do número de passos e processos que antecedam a libertação de energia (Maglische, 1993, citado em Ferreira, 1995).

A intensidade e a duração do exercício determinam qual o sistema energético utilizado (Janssen, 2001). Deste modo, e de acordo com Wilmore & Costill, 1994; McArdle *et al.*, 1998, podemos considerar que as células produzem ATP através de três sistemas metabólicos:

1. Sistema do ATP-CP / Via Anaeróbia Aláctica;
2. Sistema Glicolítico/ Via Anaeróbia Láctica;
3. Sistema da Fosforilação Oxidativa/ Via Aeróbia.

1.1. Via Anaeróbia Aláctica

O Sistema ATP- CP também denominado de via anaeróbia aláctica ou via dos fosfagénios constitui o sistema energético mais simples e imediato de ressíntese de ATP, realizada através da energia fornecida pela fosfocreatina (CP) existente nos músculos estriados e que pode durar até cerca de 13 segundos, sem se verificar qualquer produção de ácido láctico (Powers & Howley, 1997).

Em situações de esforço máximo, a CP é a fonte de energia mais rápida para a ressíntese do ATP muscular. Contudo, a quantidade de CP que pode ser armazenada no músculo é muito pequena, assegurando a continuidade do processo de contracção muscular apenas durante os primeiros momentos desde o início da actividade (Costill, 1992; Madlisch, 1993, citado em Ferreira, 1995).

As provas de curta duração e alta intensidade, como a corrida de 100 metros planos, os saltos e os lançamentos, no Atletismo, exigem um fornecimento imediato

e rápido de energia. Essa energia é proporcionada quase exclusivamente pelos fosfatos de alta energia, ATP e CP, armazenados dentro dos músculos específicos, que por sua vez são activados durante o exercício (McArdle *et al.*, 1998).

A molécula de CP é semelhante à molécula de ATP pelo facto de uma grande quantidade de energia livre ser liberada quando é desfeita a ligação entre as moléculas de creatina e de fosfato. Levando-se em conta que a CP produz mais energia livre durante a hidrólise do que o ATP, a hidrólise de CP acciona a fosforilação do ADP. Se existir energia suficiente, a creatina (C) e o fosfato (P) podem ser unidos para formar novamente CP. O mesmo acontece para o ATP (Wilmore & Costill, 1994; McArdle *et al.*, 1998; Janssen *et al.*, 2001).

1.2. Via Anaeróbia Láctica

A segunda via metabólica capaz de produzir rapidamente ATP, na ausência do oxigénio, é designada de via glicolítica. Neste processo, o glicogénio armazenado no músculo é desdobrado em glicose, que será então utilizada sob a forma de energia (Faustino, 2004).

A glicose ($C_6H_{12}O_6$) provém da digestão dos hidratos de carbono e do glicogénio armazenado no fígado e representa cerca de 99% do total de açúcares presentes no sangue (Wilmore & Costill, 1994).

O glicogénio é sintetizado a partir da glicose, através de um processo designado de glicogénese. Seguidamente, é armazenado no fígado ou nos músculos até que seja novamente necessário. Sempre que necessário, este glicogénio pode funcionar como fonte de glicose para a obtenção de energia a partir de um processo designado por glicogenólise (Wilmore & Costill, 1994; Guyton *et al.*, 1997; McArdle *et al.*, 1998).

A glicólise é um processo que envolve a desintegração rápida de uma molécula de glicose ou de glicogénio, ao longo de 10 etapas (fermentação) em duas moléculas de ácido pirúvico. Porque estas reacções ocorrem na ausência do oxigénio,

são denominadas de anaeróbias. A este conjunto de reacções químicas dá-se o nome de glicólise (McArdle *et al.*, 1998).

O ácido pirúvico resultante da glicólise, pode ter dois destinos, consoante a presença ou não de oxigénio. Na ausência de oxigénio, o NAD^+ é continuamente libertado, à medida que os pares de hidrogénio excessivos se combinam com o piruvato, numa reacção reversível catalizada pela enzima Desidrogenase Láctica (LDH), formando-se assim o ácido láctico (figura 2).

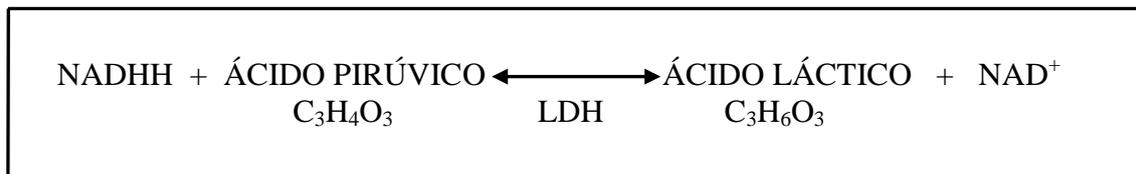


Figura 2: Formação de ácido láctico

Segundo Guyton *et al.* (1997), a formação de ácido láctico durante a glicólise anaeróbia, permite a libertação de energia anaeróbia adicional. De facto, após a formação de ácido láctico, este difunde-se rapidamente no sangue, permitindo que a glicólise prossiga por mais tempo do que seria possível se o ácido pirúvico e o hidrogénio não fossem removidos do meio da reacção. Assim, na ausência de oxigénio, a glicólise pode fornecer ao organismo quantidades consideráveis de ATP.

Quando a pessoa começa novamente a respirar oxigénio, os átomos de H^+ ligados e que se acumulam são captados pelo NAD^+ e acabam por ser oxidados resultando numa diminuição das suas concentrações (McArdle *et al.*, 1998).

Em consequência, a reacção química para a formação do ácido láctico sofre reversão imediata e o ácido láctico é transformado em ácido pirúvico. Este, por sua vez, é oxidado para fornecer mais energia às células (Guyton *et al.*, 1998).

1.3. Via Aeróbia

A via oxidativa é descrita como sendo um processo mais complexo, mais lento e de maior capacidade de formação de ATP das três vias energéticas, envolvendo o oxigénio nas suas reacções metabólicas (Almeida, 2004). Porque o oxigénio é usado, este é um processo aeróbio.

As reacções aeróbias proporcionam um importante estágio final para a transferência de energia, particularmente se a duração do exercício vigoroso for superior a alguns minutos (McArdle *et al.*, 1998).

Em actividades com uma duração superior a dois minutos (na modalidade do Atletismo, em provas com distâncias superiores a 800 metros), a via aeróbia é o sistema predominante no fornecimento de energia (Carnes, 2000).

A produção oxidativa de ATP recorre à oxidação de nutrientes nas mitocôndrias para fornecer energia, pelo que, substâncias derivadas dos hidratos de carbono, lípidos e proteínas, terminam por se combinar com o oxigénio para libertar grandes quantidades de energia, utilizada na produção de ATP (Guyton *et al.*, 1998).

Tal como acontece com as gorduras, também as proteínas são capazes de fornecer energia para a ressíntese de ATP durante a realização de actividade física (Brooks, 1987). No entanto, à semelhança do que se verifica com o metabolismo das gorduras, a libertação da energia a partir das proteínas é também muito lenta. Aliás, o metabolismo das proteínas é o mais lento e menos económico de todos os métodos de ressíntese do ATP (Maglischo, 1993, citado em Ferreira, 1995).

1.4. Interação e Contribuição das Vias Energéticas nas Diferentes Especialidades do Atletismo

O Atletismo é uma modalidade muito complexa composta por especialidades completamente diferentes umas das outras. Assim, também as necessidades energéticas que cada uma requer podem ser muito diferentes. No quadro 1 podemos observar a contribuição energética para as diferentes especialidades.

Quadro1: Contribuição dos sistemas energéticos nas diferentes especialidades do Atletismo (Adaptado Carnes, 2000).

Sistema Energético	Fonte de Fadiga	Especialidade
ATP- CP (Anaeróbio Aláctico)	Depleção das fontes de ATP e CP.	Provas de Curta duração: Velocidade, lançamentos e saltos.
Anaeróbio Láctico (Glicólise Anaeróbia)	Ácido Láctico	Provas com uma duração entre 30 segundos e 2 minutos: 400 e 800 metros
Aeróbio (Metabolismo Oxidativo)	Depleção do oxigénio	Corridas com uma duração acima dos 2 minutos: -Acima dos 800 metros

Em síntese, podemos referir que, no exercício exaustivo com uma duração até 2 minutos a energia anaeróbia é mais importante do que a aeróbia. Em exercícios que ultrapassem esta duração, o sistema aeróbio torna-se, gradualmente, mais dominante (Nummela & Rusko, 1995).

2. Fornecimento Anaeróbio, Ácido Láctico e Exercício Físico

O exercício muscular intenso resulta no aumento da produção de lactato pelos músculos activos, resultando na acumulação de lactato no músculo e no sangue (Karlsson, s.d., citado em Falk *et al.*, 1995).

O lactato é um metabolito dinâmico que, quer em repouso quer em exercício moderado, é produzido e removido em quantidades semelhantes, tornando a sua concentração sanguínea estável nas referidas circunstâncias.

No entanto, quando a intensidade do exercício ultrapassa os 60 a 75% do $VO_{2máx}$ deixa de haver um ritmo estável de metabolismo aeróbio, a formação de ácido láctico no músculo ultrapassa a sua velocidade de remoção e acumula-se o lactato no sangue. À medida que a intensidade do exercício aumenta, o nível de lactato sobe bruscamente e a pessoa entra de imediato em exaustão (McArdle *et al.*, 1998). Este aumento pode contribuir para a diminuição da capacidade de suportar uma determinada carga de exercício (Ascensão & Santos, 2000).

A acumulação do ácido láctico, em muitos casos, relaciona-se com a diminuição da capacidade de gerar força e a diminuição do pH muscular é muitas vezes considerada a principal causa da fadiga ao nível do músculo (Sahlin, 1992).

Os mecanismos precisos de fadiga durante o exercício anaeróbio são pouco claros. Porém, o nível sanguíneo do lactato constitui uma indicação objectiva do vigor relativo do exercício e pode reflectir também na adequação do processo da recuperação (McArdle *et al.*, 1998).

O valor máximo de lactato tem vindo a ser aceite como a medição da quantidade de energia que é formada pelo sistema anaeróbio. Deste modo, a utilização do lactato máximo obtido após esforços de intensidade máxima tem sido uma das formas de obter dados referentes à capacidade anaeróbia máxima dos atletas avaliados (Colaço, 2000).

Por outro lado, a remoção do lactato sanguíneo após o exercício é essencial para o processo da recuperação e para o sucesso da performance num exercício posterior, particularmente quando o exercício é repetido a elevada intensidade (Falk *et al.*, 1995; Ahmaidi *et al.*, 1996).

A controvérsia sobre o caminho dominante da remoção do lactato desde o músculo humano após o exercício intenso continua por esclarecer (Choi *et al.*, 1994). Uma vez que a performance pode ser influenciada negativamente pelas altas concentrações de lactato, existe uma preocupação em entender os factores que podem influenciar a velocidade de remoção deste metabolito, principalmente após a realização de exercícios de alta intensidade (Villar & Denadai, 1998).

Segundo Brooks (1991), após o exercício intenso o lactato espalha-se rapidamente pelos tecidos. Durante e a seguir ao exercício intenso, o lactato pode servir como fonte de energia nas células imediatamente adjacentes. Também se pode difundir dos músculos activos para a circulação sanguínea e, a partir desta, para locais onde a sua concentração é mais baixa e onde é utilizado como fonte de energia ou como substrato para síntese de glicogénio.

O mesmo autor refere ainda que os vários sítios envolvidos no metabolismo do lactato durante o repouso e durante o exercício moderado a intenso são: o fígado, o coração e os músculos esqueléticos.

Powers & Howley (1997), referem que grande parte do ácido láctico é oxidado após o exercício (cerca de 70%), sendo convertido em ácido pirúvico e, posteriormente utilizado como substrato pelo coração e músculos esqueléticos. Os restantes 30% de ácido láctico, são reconvertidos em glicose (20%) e em aminoácidos (10%).

Para Hermansen *et al.* (1977), citados em Choi *et al.* (1994), havendo muitos destinos possíveis para o lactato no período pós-exercício, os caminhos que têm sido propostos com maior clareza são, desde o músculo:

1. oxidação para o dióxido de carbono e para a água;
2. despejado para a corrente sanguínea onde é levado para o fígado e convertido em glicose;
3. reconversão em glicogénio.

Em consequência, alterações na actividade metabólica e na circulação sanguínea em qualquer um destes locais pode influenciar a frequência de utilização do lactato, afectando assim a remoção de lactato.

Segundo Wilmore & Costill (2001), o restabelecimento das concentrações normais de repouso do lactato sanguíneo e muscular após um período de exercício exaustivo é um processo relativamente lento, exigindo normalmente entre uma a duas horas e, de preferência, exercício contínuo de baixa intensidade.

De acordo com Medbø *et al.* (1990), a prestação em diversas competições do Atletismo só é conseguida através de uma grande contribuição do metabolismo glicolítico, de forma a se poder recorrer a uma fonte energética de grande potência. Deste modo, a capacidade de rendimento dos atletas não está apenas dependente de reservas energéticas e mecanismos de compensação metabólica, mas também da capacidade do atleta em produzir e tolerar grandes concentrações de lactato.

A disciplina de velocidade no Atletismo (com maior ênfase na distância de 400 metros planos) e as provas de meio fundo curto têm uma grande dependência do sistema energético anaeróbio láctico, responsável por fornecer as quantidades energéticas necessárias à obtenção de bons resultados nestas distâncias. Se por um lado, o treino desta capacidade é difícil para o atleta devido à agressão provocada pelos aumentos de acidez e o aparecimento de diversos metabolitos, a sua planificação assume-se para o treinador como uma tarefa difícil (Colaço, 2001).

Numa prova de 400 metros planos, a relação entre a velocidade da corrida e as concentrações máximas de lactato sanguíneo formadas no final da prova têm sido alvo de interesse por parte de alguns autores (Barbosa, 2001).

Quando o trabalho em distâncias de velocidade aumenta, é activado o sistema de lactato e a velocidade vai diminuindo. Os níveis de lactato mais elevados ocorrem

nas corridas de 400 metros e 800 metros, onde se verifica uma concentração máxima de ácido láctico no sangue (Janssen, 2001).

A avaliação dos níveis de lactato sanguíneo permite-nos, deste modo, obter alguns importantes indicadores de rendimento, bem como da capacidade de recuperação de cada atleta. Assim, a utilização do lactato sanguíneo, além da enorme aplicabilidade que tem tido como indicador da capacidade de prestação aeróbia, tem vindo também a ser utilizado na avaliação anaeróbia láctica, dada a riqueza de informações que permite obter sobre o trabalho muscular efectuado (Barbosa, 2001)

No estudo realizado pelo mesmo autor, para avaliação da prestação anaeróbia em corredores de 400 metros, no qual 13 atletas especialistas em corridas de velocidade do Atletismo (100, 200, 400 metros e 400 metros barreiras) realizaram um teste de duas velocidades (duas provas de 300m, com 25 minutos de intervalo, a primeira a 80% e a segunda à velocidade muito próxima da máxima, 95%) e uma competição de 400 metros. No final de cada prova, os autores registaram uma concentração de lactato média de $15,90 \text{ mmol}^{-1}$ e de $16,79 \text{ mmol}^{-1}$, na prova de 300m (à velocidade próxima da máxima) e na competição de 400 metros, respectivamente.

No quadro 2 podemos observar valores de concentração de lactato sanguíneo encontrados por alguns autores nos seus estudos.

Quadro 2: Concentrações máximas de lactato sanguíneo após uma prova ou teste de 400 metros, realizados a intensidades de esforço máximas.

Autor	Lactato Máximo (mmol/l)	n	Amostra
Nummela & Rusko (1995)	$16,6 \pm 2,6$	8	Corredores de 400 metros (49.5 ± 6.0)
	$13,8 \pm 2,1$	6	Corredores de resistência (49.4 ± 5.3)
Lacour et al. (1990), citado em Bret et al (2003)	20,1	-	-
Barbosa et al. (2001)	$16,79 \pm 1,92$	13	Velocistas (51.54 ± 1.43)
Abrantes (2005)	> 16	-	-

No entanto, de acordo com Miguel (2001), se considerarmos que as marcas numa prova de 400 metros planos poderão oscilar entre os 44 segundos e os 65 segundos (elite mundial masculina e atletas femininos de nível regional), facilmente se poderá deduzir que uma duração tão ampla poderá corresponder a solicitações ligeiramente diferentes.

3. Conceito e Causas da Fadiga Muscular

De acordo com Raposo (2000) compreender a fadiga do atleta é o primeiro passo para o treinador encontrar a melhor estratégia de recuperação.

Existem muitos factores que contribuem para o aparecimento da fadiga muscular. Brooks & Fahey (1984) enumeram os factores que, no seu entender, poderão condicionar o aparecimento da fadiga muscular. Neles incluíram a temperatura, o grau de humidade e a pressão parcial de oxigénio atmosférico, o nível de treino, o tipo de alimentação, a ingestão medicamentosa e a condição psíquica.

Contudo, parece que o factor mais importante será a intensidade com que se realiza qualquer exercício físico (Vollestad & Sejersted, 1988). Quanto mais intenso for o esforço, tanto mais rapidamente será a incapacidade de o manter (Duarte & Soares, 1991).

Na literatura podemos encontrar diversas definições da fadiga muscular. Segundo Lattier *et al.* (2003), a fadiga muscular pode ser caracterizada pela redução da força muscular voluntária máxima. De acordo com Ascensão *et al.* (2003) a fadiga surge como sendo a incapacidade do músculo esquelético em gerar elevados níveis de força muscular ou manter esses níveis ao longo do tempo. Farinatti & Monteiro (1992) definem a fadiga como sendo a incapacidade de se manter uma determinada intensidade de exercício.

Neste contexto, a fadiga é um mecanismo de protecção contra possíveis efeitos deletérios da integridade da fibra muscular, devido à diminuição da disponibilidade de substratos energéticos ao músculo activo durante o exercício físico. Por outro lado, as suas manifestações têm sido associadas ao declínio da força muscular gerada durante e após exercícios máximos e sub máximos, à incapacidade de manter uma determinada intensidade do exercício no tempo, à diminuição da velocidade de contracção e ao aumento do tempo de relaxamento muscular (Ascensão *et al.*, 2003).

Normalmente, a fadiga surge após sessões de exercício intenso de treino ou competição, que ultrapassam as capacidades de um atleta para suportar a carga desse mesmo treino ou competição, podendo originar lesões musculares, nomeadamente rupturas do tecido conjuntivo (Raposo, 2000). Estas lesões são muito frequentes no atletismo, sobretudo, em atletas velocistas.

Neste sentido, a fadiga é uma manifestação aguda marcada por sinais bem definidos relacionados com a diminuição da capacidade funcional para trabalho físico. Não a devemos confundir com estados gerais de stress e cansaço que podem ter causas tanto fisiológicas quanto neurológicas ou funcionais (Farinatti & Monteiro, 1992).

As causas sugeridas para a fadiga são múltiplas e podem ter origem em diversos locais, sendo geralmente centrais (provenientes do sistema nervoso central) e periféricas (inseridas nos nervos dos músculos). Assim, o fenómeno da fadiga, pode surgir não só através de alterações periféricas ao nível do músculo, mas também porque o sistema nervoso central falha na condução adequada dos motoneurónios (Lattier *et al.*, 2003).

3.1. Fadiga de Origem Periférica

A fadiga muscular pode resultar de alterações de homeostasia no próprio músculo esquelético, ou seja, do decréscimo da força contráctil independentemente da velocidade de condução do impulso neural, sendo habitualmente designada de fadiga com origem predominantemente periférica (Ascensão *et al.*, 2003).

Sob uma perspectiva periférica, os elementos da fadiga são aqueles ocorrentes do momento em que o potencial de acção chega à placa motora. As causas centrais incluem deficiências na condução do estímulo nervoso pela medula e o recrutamento dos motoneurónios.

Segundo Ferreira (1995), as causas da fadiga a nível periférico devem-se às alterações metabólicas e iónicas que ocorrem na fibra muscular durante a realização de esforços físicos.

Sabemos que existem múltiplas causas de fadiga muscular dependendo do local onde se originam (Green, 1987; Vollestad & Sejersted, 1988). Dentro das causas periféricas da fadiga (Duarte & Soares, 1991), há a salientar a falência isolada das várias ATPases ou de membrana (Kushmerick, 1983, citado por Ferreira, 1995), o que pode ser consequência dos processos bioquímicos e dos diferentes tipos de recrutamento das unidades motoras que ocorrem durante o processo de contracção muscular. Uma das consequências a nível bioquímico é a diminuição intra-celular por acumulação de metabolitos como por exemplo, o ácido láctico (Costill, 1992).

Baseando-nos em Ascensão *et al.* (2003), passamos a citar algumas das causas sugeridas para a fadiga muscular:

- As alterações do pH, da temperatura e do fluxo sanguíneo;
- A acumulação de produtos do metabolismo celular, particularmente dos resultados da hidrólise do ATP (ADP, AMP, IMP, Pi, amónia);
- A perda da homeostasia do ião Ca^{2+} , o papel da cinética de alguns iões nos meios intra e extra-celulares nomeadamente, o K^+ , Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} ;
- O stress oxidativo.

De acordo com Wilmore & Costill (2001), McArdle *et al.* (1998), a produção de ácido láctico no músculo esquelético, medido na forma de concentração de ácido láctico na corrente sanguínea é considerado um importante indutor da fadiga muscular, possivelmente por contribuir com a produção de cerca de 85% do H^+ muscular durante o exercício.

Durante o exercício de alta intensidade vários metabolismos, incluindo o H^+ e o Pi, são acumulados no músculo induzindo a fadiga muscular e, conseqüente diminuição da performance (Lattier *et al.*, 2004).

Tal como acontece com o lactato, também a concentração de amónia sanguínea se relaciona com os níveis da fadiga muscular (Banister *et al.*, 1985; Banister & Cameron, 1990; Brouns *et al.*, 1990; Hageloch *et al.*, 1990; Wagenmakers, 1992). Atendendo a que as concentrações de amónia no sangue também podem ser identificadas com o recrutamento preferencial das unidades motores tipo II, o conhecimento que retiramos do comportamento das concentrações de amónia sanguínea ajudam-nos a completar a informação que nos advém do conhecimento da lactatémia (Ferreira, 1995).

Assim, será de esperar que as concentrações de amónia se alterem com o decorrer de uma prova de 400 metros. Provavelmente, observar-se-á um aumento dessas concentrações que se correlacionará com a diminuição da velocidade da corrida devido ao aparecimento da fadiga muscular e ao recrutamento preferencial de determinado tipo de fibras musculares (Ferreira, 1995).

Geralmente, a fadiga muscular manifesta-se pelo declínio em parâmetros relativos à actividade, tais como a diminuição da força máxima de um determinado movimento, a redução dos valores máximos de força isométrica, o aparecimento de

tremor muscular e a diminuição dos níveis submáximos de força e/ou velocidade do movimento (Farinatti & Monteiro, 1992). Neste sentido, as alterações metabólicas que acompanham directamente a fadiga, afectam o mecanismo contráctil e activam aferências que podem induzir a uma diminuição da força. Durante o exercício intenso a concentração intracelular de iões potássio ($[K^+]$) diminui, enquanto que a ($[K^+]$) extracelular aumenta. Estes grandes e rápidos fluxos de K^+ podem contribuir para a fadiga muscular (Lattier *et al.*, 2003).

Adicionalmente, importa salientar que a fadiga muscular depende do tipo, duração e intensidade do exercício, do nível de treino do sujeito, da forma como é elicitada a contracção da tipologia das fibras musculares recrutadas, da capacidade física do indivíduo e de outros factores como alimentação, sono, condições ambientais e motivação (Farinatti & Monteiro, 1992).

3.2. Fadiga de Origem Central

A fadiga de origem central é o resultado de alterações do *input* neural que chega ao músculo, traduzida por uma redução progressiva da velocidade e frequência de condução do impulso voluntário aos motoneurónios durante o exercício e pode ser traduzida numa falha voluntária ou involuntária na condução do impulso que promove uma redução do número de unidades motoras activas e uma diminuição da frequência de disparo dos motoneurónios (Ascensão *et al.*, 2003).

O estudo das causas centrais da fadiga implica uma análise a nível da fibra muscular, uma vez que os músculos são compostos por diferentes tipos de fibras musculares, diferentes na sua estrutura ou no seu padrão de activação (Farinatti & Monteiro, 1992).

De acordo com Raposo (2000), são locais de possível aparecimento de fadiga central:

- As alterações das excitações neurais, provocando uma diminuição da frequência de activação muscular, podendo ocorrer ao nível do neurónio ou do moto-neurónio;
- Insuficiência na transmissão do potencial de acção na área pós-sináptica envolvendo a produção, a libertação e a (re) captação do neurotransmissor;

- Factores psicológicos, com particular destaque para os que envolvem a motivação para o cumprimento das tarefas de treino e de competição.

Apesar do interesse de mais de um século por parte dos investigadores, os agentes definitivos indutores da fadiga encontram-se ainda por identificar. No entanto, a fadiga não se deve a uma única causa. Está ligada a um espectro de eventos que contribuem para o seu desenvolvimento com vários graus de influência, dependendo da natureza da tarefa realizada (Ascensão *et al.*, 2003).

A duração e a intensidade do trabalho, a forma em que é elicitada a contracção, o tipo de fibra recrutada, a capacidade física do indivíduo e outros factores como alimentação, condições ambientais e motivação combinam-se de forma a levar um ou mais elementos envolvidos a um ponto em que acabam por limitar o desempenho (Farinatti & Monteiro, 1992).

3.3. O Processo da Fadiga e a Corrida de 400 Metros Planos

De acordo com Fernández- Castanyz (2003), citado em Faustino (2004), em exercícios de intensidades acima dos 90% do $VO_{2máx}$, a maior parte da energia obtém-se predominantemente pela via aneróbia, com a consequente acumulação de metabolitos (lactato, fósforo inorgânico, ADP, IMP, protões e amoníaco).

Assim, outro dos factores, habitualmente discutido como possível agente de fadiga, é a acidose metabólica induzida pelo exercício, com especial destaque para a resultante do exercício de curta duração e de alta intensidade, onde prevalece a energia fornecida pela glicólise.

Neste sentido, a maioria dos efeitos do ácido láctico no desenvolvimento da fadiga muscular, resultam no aumento da concentração de iões H^+ e consequente diminuição do pH, decorrente da rápida dissociação do ácido láctico (Farinatti & Monteiro, 1992).

De acordo com Fairchild *et al.* (2002), tem sido argumentado que a rápida remoção de lactato e H^+ após exercício de alta intensidade é crucial para a subsequente recuperação da capacidade de trabalho físico, particularmente sob condições que envolvam sessões múltiplas consecutivas de actividade física de alta intensidade.

Neste tipo de exercício, devido à influência que a diminuição do pH tem na fadiga, existe uma quebra nos níveis de força após cerca de 30 segundos de máxima actividade (Farinatti & Monteiro, 1992).

Sendo a corrida de 400 metros uma prova onde a prestação dos atletas só é possível através de uma grande contribuição do metabolismo glicolítico (Colaço & Santos, 2002), o aparecimento da fadiga nesta distância deve-se preferencialmente ao aumento da acidose muscular, limitando assim o metabolismo energético (Costill, 1992).

Deste modo a capacidade do rendimento dos atletas não está apenas dependente de reservas energéticas e mecanismos de compensações metabólicas, mas também da capacidade de cada atleta em produzir e tolerar grandes concentrações de lactato (Colaço & Santos, 2002). Este facto faz incidir sobre a fadiga, provocada pela concentração de ácido láctico, os problemas relacionados com o rendimento nesta corrida (Costa, 1996).

Ao mesmo tempo, esta capacidade de tolerância da acidose muscular permite ao atleta retardar o processo da fadiga (Colaço & Santos, 2002).

Por outro lado, de acordo com Faustino (2004), o tipo de fibra predominante constitui um factor limitativo do rendimento em determinados tipos de esforços. A estrutura e composição de cada sujeito podem facilitar a manifestação antes e depois dos agentes causadores da fadiga. Neste sentido, a produção de lactato será maior num indivíduo com uma maior proporção de fibras rápidas em conjunto com uma maior velocidade de depleção do glicogénio.

De facto, no músculo esquelético são identificados e classificados dois tipos distintos de fibras, através das suas características contrácteis e metabólicas, as fibras de contracção rápida ou fibras do tipo I e as fibras de contracção lenta, também designadas por fibras do tipo II. As fibras de contracção rápida dependem essencialmente do sistema glicolítico a curto prazo para fornecimento de energia. Por outro lado, as fibras de contracção lenta geram energia para a ressíntese do ATP predominantemente através do sistema aeróbio para fornecimento de energia (McArdle *et al.*, 1998).

Pavavolainen *et al.*, (1995), citados em Barbosa (2001), suportados em vários estudos, referem que os velocistas, em relação a atletas corredores de 800 e 1500 metros, apresentam maior percentagem de fibras rápidas. Logo, possuem um grande

potencial glicolítico, evidenciando maiores concentrações de lactato no final de esforços máximos e estão mais susceptíveis à fadiga.

4. Corrida de 400 Metros Planos

4.1. Caracterização da Corrida de 400 Metros Planos

A prova de 400 metros planos está integrada dentro das corridas de velocidade que compõem o programa Olímpico e é considerada como sendo a corrida de velocidade mais longa do Atletismo (Miguel, 2001).

Nos dias de hoje, um atleta de classe mundial em 400 metros planos é um sprinter de velocidade elevada, adicionada a uma boa capacidade de resistência (Bowerman & Freeman, 1991).

Por se tratar de uma corrida executada a uma velocidade muito próxima da máxima, um atleta com boas prestações nas corridas de 100m e 200m pode obter bons níveis de prestação nesta distância (Barbosa, 2001).

Neste sentido, a velocidade apresenta-se como uma capacidade determinante no resultado desta prova (a velocidade máxima de competição corresponde a 90% da capacidade individual máxima locomotora). Logo, um atleta que não possua um nível de velocidade máxima bastante elevado, por muito resistente que seja, o seu resultado final estará sempre condicionado (Miguel, 2001).

Também não podemos deixar de ter em conta que o nível de velocidade máxima, nesta competição, é muito determinado pela velocidade a que são realizados os primeiros 200m (Barbosa, 2001). Por se tratar de um esforço intenso e de certa forma prolongado, um bom atleta de 400 metros é aquele que, sendo rápido, melhor consegue dosear o seu esforço ao longo de toda a prova, para que as suas perdas não sejam demasiado acentuadas na parte final da corrida (Abrantes, 2005).

De facto, um quatrocentista de elevado nível tem a velocidade de um corredor de elite em 200 metros, mas tem que ter força para continuar a corrida, combinada com a habilidade para relaxar a uma velocidade próxima da máxima (Bowerman &

Freeman, 1991). Não é por acaso que o detentor do record mundial nos 400 metros é também o recordista dos 200 metros (Michael Johnson).

Fazendo uma análise ao quadro 3, torna-se evidente os primeiros 200 metros se realizam com maiores níveis de velocidade que os segundos.

Quadro 3: Tempos parciais de cada 200 metros na final de 400 metros masculinos do campeonato do Mundo de Sevilha (Adaptado Abrantes, 2005).

Atleta	0-200metros	200-400metros	Tempo Final	Perdas nos 2º 200metros
Johnson	21,22	21,96	43,18	0,74
Parrela	21,13	23,16	44,29	2,03
Cardeans	21,19	23,12	44,31	1,93
Young	21,33	23,03	44,36	1,70
Pettigrew	21,19	23,35	44,54	2,16
Richardson	21,28	23,37	44,65	2,09
Haughton	21,22	23,85	45,07	2,63
Baulch	21,29	23,89	45,18	2,60

De acordo com Abrantes (2005), normalmente o atleta que ganha é o que regista menos perdas no final da corrida. De facto, se verificarmos no quadro 3, a prova de Michael Johnson (record mundial), verificamos que até aos 200 metros nada o distingue dos seus adversários. A diferença encontra-se nos 200 metros finais, onde Johnson perde apenas 0,74 segundo em relação à primeira parte da corrida enquanto que a média dos seus adversários é de 2,16 segundos.

Miguel (2001) defende que apesar da velocidade ser determinante no resultado final desta prova, esta tem pouco a ver com as provas de 100 e de 200 metros. Pela duração que encerra apresenta algumas características muito diferentes destas duas provas, nomeadamente no que se refere à capacidade física de resistência e às ligações que esta estabelece com as capacidades, força e velocidade.

Vittori (1991), citado em Miguel (2001) identifica como requisitos fundamentais para a corrida de 400m:

- *Velocidade*: onde se distingue a fase de aceleração e a velocidade máxima;
- *Força*: qualidade necessária para adquirir e manter a velocidade. A força máxima dinâmica e principalmente a força elástico-explosiva são as manifestações que

determinam a fase de aceleração. Por sua vez, as expressões de força que influenciam a fase máxima velocidade de corrida são força elástico-explosiva e elástico-explosiva-reflexa.

- *Resistência*: qualidade necessária para que se possa continuar o esforço apesar da instalação da fadiga. Depende fundamentalmente do sistema energético anaeróbio láctico, dada a intensidade e brevidade do esforço.

- *Gestão do esforço*: o atleta deverá seleccionar uma óptima combinação entre frequência e amplitude de passada por forma a adquirir velocidade de um modo mais económico possível que lhe possibilite manter o seu ritmo de corrida.

4.2. Caracterização Energética da Corrida de 400 Metros Planos

Sendo os 400m uma competição de esforço muito próximo do máximo e com uma duração que pode ir de 43,18 segundos (record mundial masculino) até mais de 60 segundos (consoante o nível de atletas femininos), é um evento onde a energia que é fornecida provém maioritariamente do sistema anaeróbio.

Como tal, o rendimento desportivo em corredores de 400 metros está dependente, entre outros factores, dos seus níveis de prestação anaeróbia (Barbosa, 2001).

Atendendo às suas características de elevada dependência do metabolismo glicolítico e um tempo de duração das competições que obriga os atletas a suportar elevadas concentrações de ácido láctico, durante um elevado período de tempo, a prova de 400m é frequentemente considerada como a mais exigente do Atletismo (Colaço *et al.*, 2002).

A energia necessária deriva maioritariamente da quebra de compostos de fosfatos de alta energia fornecida pelos sistemas do ATP-CP e do ácido láctico (Guthrie, 1995).

Segundo Barbosa (2001), o metabolismo anaeróbio láctico, em esforços maximais, é estimulado, aproximadamente, aos 40 metros de corrida (5-6 segundos). Neste sentido, ambos os sistemas energéticos (ATP-CP e ácido láctico) assumem simultaneamente uma intervenção nesta fase, através de uma alteração progressiva do sistema aláctico para láctico.

De acordo com o mesmo autor, a fase da diminuição da velocidade inicia-se pouco depois de se alcançar a máxima velocidade possível de se atingir neste tipo de prova. A partir dos 300m esta diminuição da velocidade de corrida é bem evidente, em consequência, entre outros factores, da acidose muscular. Aqui o metabolismo anaeróbio láctico torna-se preponderante, pois permite manter uma velocidade elevada, se bem que inferior à inicial, durante um período de tempo relativamente elevado.

Miguel (2001) resumiu como factores fisiológicos decisivos para a corrida de 400m a Capacidade Anaeróbia Aláctica, Potência Anaeróbia Láctica e a Capacidade Anaeróbia Láctica. Esta última assume maior importância nas mulheres ou em atletas de menor qualificação, uma vez que a maior duração da prova exige que, apesar da contínua produção de lactato se consiga atrasar a hiperacidez.

Nos 400m o desenvolvimento da resistência anaeróbia láctica acentua-se, relativamente aos 100 e 200metros, mas não podemos esquecer que tratando-se de uma corrida de velocidade, a marca final estará sempre condicionada pelos níveis de velocidade a que o atleta é capaz de percorrer cada 200 metros (Barbosa, 2001).

De acordo com Miguel (2001) e Abrantes (2005), a corrida de 400 metros planos, atendendo às suas características já referenciadas anteriormente, pode ser considerada como sendo de Resistência de Curta Duração (RCD). Segundo o autor, as provas de RCD têm uma duração entre os 30 segundos e os 2 minutos, a uma intensidade de carga máxima, e têm como via energética predominante a via anaeróbia. No quadro 4 podemos observar os factores determinantes da especialidade de RCD.

Quadro 4: Factores determinantes da RDC (adaptado de Miguel, 2001).

Sistema Energético	Factores
Anaeróbio	Capacidade de dispor de muita energia/unidade de tempo (dependente dos depósitos de fosfatos e da actividade das enzimas glicólise anaeróbia. Capacidade de produzir lactato (Potência Láctica) Capacidade de <i>tamponamento</i> (atrasar a hiperacidez) Melhoria de tolerância à acidez.
Aeróbio	Capacidade aeróbia (Regulação da produção/ eliminação de lactato; melhoria da eliminação de substratos e resíduos metabólicos)

Não nos podemos esquecer que o sistema aeróbio tem alguma influência na capacidade de economizar reservas energéticas ao longo da competição de 400 metros, permitindo aos atletas uma melhor economia do seu esforço (Barbosa, 2001).

Atletas que corram 400m necessitam não só de uma elevada capacidade anaeróbia, como também de uma elevada capacidade aeróbia. Eles têm que treinar a capacidade de tolerância à grande acidez que se instala nos seus músculos ao longo da corrida, com um acompanhamento da fadiga (Janssen, 2001).

De acordo com Spencer & Gatin (2001), em provas de 400 metros, a transição do fornecimento de energia predominantemente anaeróbio, para predominantemente aeróbio ocorre entre os 15 e os 30 segundos.

Por outro lado, Hirvonen *et al.* (1987), citados em Nummela & Rusko (1995), sugerem que no final de uma corrida de 400 metros, o trabalho da glicólise é retardado devido à diminuição da acumulação de sangue e lactato muscular. Os mesmos autores mostraram ainda que as fontes de ATP e de CP diminuem mais no final de uma prova de 400 metros do que a meio da corrida.

No quadro 5 podemos observar a contribuição do sistema energético durante uma prova de 400 metros planos.

Quadro 5: Valor percentual atribuído à contribuição do sistema anaeróbio na prova de 400 metros segundo diversos autores (adaptado McArdle *et al.*, 1998, Janssen *et al.*, 2001, e Barbosa, 2001).

Autores	Via Anaeróbia	Via Aeróbia	n	Amostra
Lacour <i>et al.</i> (1990)	36%	64%	4	Especialistas de 400 metros
Weyand <i>et al.</i> (1993)	63%	37%	9	Velocistas
Gatin <i>et al.</i> (1996)	54%	46%	4	Corredores de Sub-elite
Spencer <i>et al.</i> (1996)	72%	28%	-	Velocistas
Foss & Keteyian (1998)	82%	18%	-	-
McArdle <i>et al.</i> (1998)	75%	85%	-	-
Hill (1999)	68%	32%	6	Especialistas Universitários de 400 metros
Spencer & Gatin (2001)	57%	43%		Corredores de 400 metros

5. Recuperação

Na problemática desportiva actual, com um aumento cada vez maior das cargas de treino, a recuperação ocupa um papel fundamental, tendo que ser cuidadosamente planeada e facilitada pelos mais diversos meios (Horta, 1995).

A recuperação de um atleta após um exercício máximo de competição, ou mesmo de treino, tem vindo cada vez mais a ser estudada. Muitos atletas e treinadores têm vindo a interessar-se cada vez mais sobre o melhor caminho para uma recuperação rápida e eficaz, após o exercício de alta intensidade.

De facto, após o exercício físico, os processos corporais não retomam imediatamente os níveis de repouso. Depois de um exercício relativamente leve de curta duração, a recuperação é rápida e costuma passar despercebida. Por outro lado, se a actividade for particularmente *stressante*, como por exemplo, uma competição de 400 metros, ou se a duração da prova é prolongada durante um exercício aeróbio de elevada intensidade, poderá ser necessário um período de tempo considerável para o metabolismo retornar ao nível de repouso (McArdle *et al.*, 1998).

De acordo com os mesmos autores, a variação na recuperação após um exercício leve, moderado ou extenuante, é determinada por possíveis processos metabólicos e fisiológicos que resultam de cada nível de esforço.

Segundo Manso (1999), citado em Luís (2003), a recuperação consiste num processo básico de regeneração celular que tem lugar após as modificações sofridas pela prática da actividade física intensa.

O primeiro passo para uma boa recuperação é saber quais as causas e quais os mecanismos que originaram a fadiga e só depois poderemos verificar quais os meios reabilitadores que poderemos utilizar para o tipo de fadiga em causa (Horta, 1995).

O processo de recuperação é de particular importância em eventos onde um atleta possa ter que competir em mais do que uma ocasião, durante uma competição num mesmo dia (Monedero *et al.*, 2000), situação essa que ocorre muito frequentemente no Atletismo, quer a nível nacional, quer mundial.

Geralmente, em competições que impliquem grandes concentrações de ácido láctico, como é o caso da competição de 400 metros planos, é aceite que a remoção de ácido láctico dos músculos e do sangue é fundamental para a recuperação e para a continuação bem sucedida de exercício subsequente. O processo de recuperação é visto como sendo de particular importância em eventos de Atletismo, Natação, Ciclismo e outros eventos onde os atletas têm de competir em mais do que uma ocasião num mesmo dia (Lattier *et al.*, 2003).

Segundo Luís (2003), o processo da recuperação possui uma série de funções entre as quais se destacam:

- Normalização das funções;

- Restauração dos níveis energéticos com um período de supercompensação dos mesmos;
- Normalização do equilíbrio homeostático;
- Funções de reconstrução, particularmente das estruturas do sistema enzimático.

As diversas medidas para recuperação podem ser classificadas em activas e passivas (Weineck, 1999). Nas últimas décadas, os investigadores têm estudado o fenómeno da recuperação, nomeadamente, fazendo comparações entre a RA, o descanso e outros fenómenos de RP; efeito da RA na performance; influência da recuperação em algumas variáveis fisiológicas como o lactato e a FC; efeitos da recuperação de substratos energéticos; duração e intensidade da recuperação (Luís, 2003).

Como podemos verificar no quadro 5, durante a recuperação de um exercício exaustivo, a remoção de ácido láctico pode durar entre 30 minutos a 1 hora, se a recuperação for acompanhada de exercício ligeiro. Por outro lado, se apenas se efectuar repouso, a remoção do ácido láctico pode durar o dobro do tempo, ou seja, entre 1 hora a 2 horas. Por outro lado, Manso *et al.* (1996) referem que a remoção do ácido láctico pode levar entre 30 minutos a 90 minutos, até que este atinja os seus níveis normais

Quadro 6: Tempos de recuperação mínimos e máximos sugeridos após exercícios exaustivos (Adaptado Horta, 1995).

Processo de Recuperação	Tempo de Recuperação Sugerido	
	mínimo	máximo
Restauração das reservas de ATP e FC	2 min	5 min
Pagamento do componente aláctico do débito de O ₂	3 min	5 min
Ressíntese do glicogénio muscular	10 h ⁽¹⁾ 5 h ⁽²⁾	46 h 24 h
Reposição do glicogénio hepático	?	12-24 h
Remoção do ácido láctico do sangue e dos músculos	30 min ⁽³⁾ 1 h ⁽⁴⁾	1 h 2 h
Pagamento do componente láctico do débito de O ₂	30 min	1 h
Restauração das reservas de O ₂	10-15 seg	1 min

⁽¹⁾ Após exercício contínuo

⁽²⁾ Após exercício intermitente

⁽³⁾ Recuperação com exercício

⁽⁴⁾ Recuperação com repouso

5.1. Recuperação Passiva

A quase totalidade dos meios da RP é caracterizada pelo carácter individual de cada atleta, sendo a sua opção e terapia da responsabilidade da equipa multidisciplinar de apoio ao treinador e em particular ao médico da equipa (Raposo, 2000).

De acordo com o mesmo autor, são meios conhecidos para a RP:

- uma adequada nutrição;
- a massagem, hidromassagem e automassagem;
- os banhos especiais;
- a farmacologia;
- o sono;
- a psicoterapia;
- a hidroterapia;
- a sauna;

Os aspectos relacionados com a dieta alimentar têm um papel fundamental na recuperação dos esforços realizados, quer em treinos quer nas competições, sobretudo quando o tempo de recuperação entre dois esforços intensos é curto (Luís, 2003).

Segundo Horta (1995), a incorporação de glicose nas reservas de glicogénio muscular é mais rápida e intensa entre a primeira e segunda horas após o exercício intenso, pelo que, nos primeiros 30 e 40 minutos devemos beber água mineral alcalina com glicose, frutose, sacarose, ou mel diluídos em concentrações baixas e, depois, dentro da primeira e segunda hora após o treino, ingerir uma refeição rica em glúcidos. Neste contexto, outro factor importante para a recuperação após a realização de exercício intenso é a ressíntese do glicogénio muscular (Luís, 2003).

Choi *et al.* (1994) e Fairchild *et al.* (2003) realizaram estudos para comparar os efeitos da RA e RP na ressíntese do glicogénio muscular após exercício de alta intensidade no cicloergómetro, em indivíduos não treinados. Nos estudos efectuados, foi demonstrado que a ressíntese do glicogénio muscular é maior durante a RP do que na RA. No entanto, a concentração de lactato sanguíneo diminui mais rapidamente com RA do que com a RP.

Segundo Fairchild *et al.* (2003) uma possível explicação para o maior aumento do glicogénio durante a RP é que o lactato, com uma porção restante de glicogénio muscular, foi oxidado para fornecer energia para a RA. Por outro lado, como durante a RP, o lactato não foi preciso como energia, pode por isso contribuir para a ressíntese de glicogénio.

5.2. Recuperação Activa

A RA tem sido considerada como sendo uma maneira eficiente na promoção da recuperação da fadiga muscular (Saiyro *et al.*, 2003).

De acordo com Fairchild *et al.* (2002) uma maneira para acelerar a remoção de lactato e H^+ consiste na exercitação a intensidade moderada durante a recuperação do exercício de alta intensidade- recuperação activa. Tem sido documentado que o lactato e o H^+ regressam mais rapidamente aos níveis basais quando exercitados a intensidade moderada durante o processo de recuperação do exercício intenso. Esta rápida remoção de lactato é, em parte, explicada na base de que a recuperação activa facilita o aumento da oxidação do lactato através da exercitação muscular.

Após uma competição ou um treino intenso, o esforço físico deverá terminar de forma gradual com um trabalho muscular activo durante cerca de 10 minutos. São os 10 minutos de corrida lenta que são utilizados após uma corrida de Atletismo, quer se trate de um prova de velocidade ou de fundo (Horta, 1995).

Vários autores (Weltman *et al.*, 1979; Choi *et al.*, 1994; Falk *et al.*, 1995; Gupta *et al.*, 1996; Ahmaidi *et al.*, 1996; Monedero *et al.*, 2000; Fairchil *et al.*, 2002; Fairchild *et al.*, 2003; Sayryo *et al.*, 2003; Dupont *et al.*, 2004; Spierer *et al.*, 2004; e, Lattier *et al.*, 2004) realizaram estudos sobre o processo da recuperação tendo eles chegado à conclusão de que a concentração de lactato sanguíneo diminui mais rapidamente com RA do que com RP. Assim:

- a maior diminuição de lactato resulta na produção de uma maior potência durante o protocolo de RA (Ahmaidi *et al.*, 1996);
- com a RP, o tempo até à exaustão é mais longo do que com a RA, no entanto, a desoxigenação é mais lenta com uma RP do que com RA (Dupont *et al.*, 2004);
- o maior tempo de exaustão obtido no exercício intermitente com RP quando comparado com o exercício intermitente com RA, pode ser provocado por um

requerimento de energia mais baixo e por uma reposição mais rápida de oxigénio durante os intervalos de RP (*idem*);

- a RA produz uma melhor performance no exercício (Weltman *et al.*, 1979);
- uma possível explicação para a grande concentração de ácido láctico, após exercício intenso, na RA é que durante esta, grande parte do sangue muscular circula aumentando a translocação do ácido láctico do músculo para o sangue (Spierer *et al.*, 2004);
- a RA também afecta o padrão de mudança do pH no sangue, com diminuição do pH sanguíneo após exercício intenso, sendo seguido por um regresso rápido aos níveis pré-exercício, em resposta à RA (Sairyo *et al.*, 2003);
- a RA surge associada a uma frequência metabólica elevada, a uma maior produção cardíaca e a um aumento da circulação sanguínea, conseqüente aumento da frequência de transporte e utilização do lactato, particularmente, pelo coração e pelos músculos esqueléticos (Fairchil *et al.*, 2002).
- a temperatura ambiente não afecta directamente a concentração de lactato no sangue, durante RA ou RP (Falk *et al.*, 1995).

No entanto, num estudo realizado por Lattier *et al.* (2004), os autores constataram que a RA apenas pode ser benéfica se o exercício posterior for realizado a uma intensidade supra-máxima. Caso contrário, se for realizado à mesma ou a uma intensidade menor relativamente ao anterior, não se observaram quaisquer benefícios neste tipo de recuperação.

5.3. Recuperação Através do Processo da Massagem

Um outro meio de recuperação, geralmente utilizado em várias modalidades desportivas, é o processo das massagens desportivas. No entanto, estudos sobre a utilização da massagem para obter mudanças fisiológicas positivas, sob o ponto de vista da recuperação, ainda são muito limitados (Monedero & Donne, 2000).

A massagem está baseada na existência de relações reflexas entre os órgãos internos e determinadas secções da pele, dos músculos, do tecido conjuntivo, etc.. É definida como sendo uma manipulação dos tecidos moles com finalidades terapêuticas, higiénicas e desportivas e, quando aplicada durante um tempo

prolongado, melhora a circulação sanguínea, relaxa o músculo, estimula os processos de reabilitação e aumenta a capacidade de trabalho (Manso *et al.* 1996)

As respostas fisiológicas que Wakim (1960), citado em Gupta *et al.* (1996), tem atribuído à massagem têm sido o aumento da circulação central, o aumento da permeabilidade celular e o efeito de alívio que tem a nível dos nervos periféricos e centrais. A massagem de recuperação tem como principais finalidades, a eliminação das substâncias do metabolismo que sobraram e a diminuição do tónus muscular e vegetativo.

Por outro lado, Grosser *et al.* (1989) defendem que a massagem de recuperação após exercício intenso tem como principais finalidades a eliminação de substâncias que sobraram do metabolismo, a diminuição do tónus muscular e do câmbio vegetativo.

A massagem exerce não só acção directa, de efeitos locais, como também acção indirecta, ou fisiológica, sobre todo o organismo (Nogueira, s/d).

Para Horta (1995) é evidente que a massagem tem um papel muito importante na recuperação de um exercício intenso, desde que prescrita com rigor científico e executada por técnicos qualificados. Contudo, não é igual para todas as situações, tem diversas técnicas de execução conforme o objectivo a atingir e tem mesmo, algumas contra- indicações.

De acordo com o mesmo autor, após o final de uma competição, o atleta deverá fazer um ligeiro trabalho muscular activo (corrida) e, logo de seguida, terá indicação a realização de massagens das massas musculares mais solicitadas.

Nogueira (s/d) e Manso *et al.* (1996) apresentam como manobras de massagem os deslizamentos superficiais e profundos, amassamentos, a percussão e as vibrações.

Por outro lado, Horta (1995) refere que na massagem de recuperação desportiva podem ser utilizadas deslizamentos superficiais e profundos executados de uma forma lenta e suave, pois só assim terão um efeito miorelaxante, os *deslizamentos superficiais centríptos*, as “*petrissages*” lentas e suaves, a “*foulage*” “*e as técnicas de drenagem*”. Estas técnicas facilitam igualmente a drenagem linfática e venosa e, assim, a eliminação de determinados metabolitos energéticos como o ácido láctico.

No nosso estudo utilizaremos as manobras do deslizamento, amassamento e da vibração. De acordo com Nogueira (s/d) e Manso *et al.* (1996) passamos a explicar como se desenrola o processo de cada uma destas manobras:

- **Afloramento ou deslizamento** serve de início e de *terminus* a todas as sessões de massagem. O deslizamento age sobre a pele e visa, principalmente, a circulação: com a palma da mão descrevem-se círculos sobre a região visada; os movimentos devem diminuir de intensidade do centro para as bordas da referida região; continua-se em cada segmento durante dois ou três minutos e, caso o paciente não experimente dor ou cansaço, poder-se-à prolongar o tempo de aplicação nas outras vezes em que ele se submeter a esta manobra.
- **Amassamento** é a manobra que actua sobre os músculos: toma-se certa porção do tecido entre os polegares apertando-o, como se estivesse a beliscar, vai-se repetindo essa manobra nas diferentes partes da região visada até que se atinja o centro. É necessário que nessa operação não se tenha as mãos em contracção tensa para que não cause dor no paciente. Neste caso, deve o massagista saber quais são os grupos musculares que devem ser tratados a fim de que não faça aplicações sobre outros cuja excitação será prejudicial.
- **Vibração** é a manobra que actua sobre as terminações nervosas, diminuindo a hiperexcitabilidade das mesmas: consiste em praticar com a extremidade dos dedos pequenos movimentos de tremor ou vibração no ponto de emergência do nervo visado (dores nevrálgicas). Pode ser realizada com os dedos das mãos do terapeuta ou ser auxiliada por aparelhagem, o que evita a fadiga do terapeuta especialmente em movimentos vivos. Em todos os membros e partes do corpo que estão situados sob o nível do coração, a massagem será efectuada em direcção ascendente, ou seja, para cima, de forma a seguir a direcção da corrente sanguínea.

Gupta *et al.* (1996) realizaram um estudo onde compararam a influência da RP, da RA e da massagem na eliminação de lactato, e no qual concluíram que a massagem não traz nenhuma vantagem extra no ganho da remoção de lactato, nas

diferentes partes do corpo, durante os primeiros cinco minutos, pois a remoção de lactato após o exercício foi mais rápida na RA. Por outro lado, não se verificaram diferenças significativas na remoção do Lactato quando comparando a RP com a Recuperação através de massagem durante 40 minutos.

Monedero *et al.* (2000) estudaram o efeito de quatro tipos de intervenção para a recuperação (RP, RA; Recuperação através de massagem; Recuperação Combinada- RA acompanhada de massagem), após exercício máximo, na remoção de lactato e subsequente performance. Com este estudo, os autores provaram que a intervenção mais eficiente para manter uma boa performance num exercício de máxima intensidade não era nem a recuperação activa nem a massagem, mas a combinação destes dois métodos. Estes autores explicaram as suas conclusões através da remoção de lactato sanguíneo durante a recuperação activa associada a uma expectativa de uma maior restauração de glicogénio intra-muscular durante a parte da massagem.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

1. Amostra

1.1. Critérios de Selecção da Amostra

Tendo presente o objectivo do estudo, a amostra é constituída por atletas especialistas 400 metros planos, de nível regional e nacional sendo que todos os sujeitos estão filiados na Federação Portuguesa de Atletismo e todos eles participam em campeonatos nacionais.

Ainda dentro do objectivo do estudo, a amostra é constituída por atletas de ambos os géneros.

1.2. Constituição e Caracterização da Amostra

A amostra é composta por 13 sujeitos (5 do género feminino e 8 do género masculino).

No quadro 7, estão representados os valores correspondentes às características antropométricas dos sujeitos da amostra.

Quadro 7: Valores das variáveis antropométricas dos sujeitos da nossa amostra.

Característica	Média	Desvio Padrão
Sujeitos do Género Masculino (n= 8)		
Idade (anos)	20,71	3,10
Massa Corporal (Kg)	66,89	4,74
IMC	21,43	0,91
Estatura (cm)	176,83	5,89
Altura sentado (cm)	87,34	6,81
Comprimento dos membros inferiores (cm)	89,49	5,88
Σ Pregas de gordura (mm)	39,83	10,18
Tricipital	6,20	2,67
Sub-escapular	6,97	0,90
Abdominal	5,65	1,30
Suprailíaca	6,49	2,26
Crural	8,69	3,27
Geminal	5,84	2,23
% Gordura Corporal	5,04	1,90
Sujeitos do Género Feminino (n=5)		
Idade (anos)	20,33	3,42
Massa Corporal (kg)	59,78	4,96
IMC	21,63	1,61
Estatura (cm)	166,16	4,97
Altura sentado (cm)	87,14	4,60
Comprimento dos membros inferiores (cm)	79,02	6,07
Σ Pregas de gordura (mm)	58,82	10,55
- Tricipital	10,52	3,73
- Sub-escapular	7,64	2,14
- Abdominal	6,72	1,33
- Suprailíaca	9,26	1,61
- Crural	15,68	1,98
- Geminal	9,00	2,06
% Gordura Corporal	10,94	1,23

O quadro 8 apresenta a caracterização biográfica dos atletas da nossa amostra:

Quadro 8: Valores médios e desvios padrões dos anos de modalidade, competições realizadas durante uma época, frequência semanal de treino e duração das sessões de treino.

Variáveis	Género Masculino (n=8)	Género Feminino (n=5)
Anos de prática da modalidade	7,63±3,38	7,80±2,17
N.º de competições ao longo de uma época	27,50±13,03	22,00±2,70
Frequência semanal de treino (dias)	6,25±2,31	5,40±0,89
Duração das sessões de treino (min)	103,75±15,06	100,80±17,70

No quadro 9, podemos observar os recordes pessoais de cada um dos atletas da amostra, na competição de 400 metros planos.

Quadro 9: Recorde Pessoal dos sujeitos na prova de 400 metros planos.

Atletas	Recorde Pessoal
Sujeitos do Género Masculino (n=8)	
A	50"28
B	51"76
C	52"30
D	50"61
E	50"70
F	50"98
G	53"69
H	51"98
Média	51,54
Desvio Padrão	1,06
Sujeitos do Género Feminino (n=5)	
I	60"13
J	57"88
K	58"63
L	62"52
M	60"41
Média	59,91
Desvio Padrão	1,79

2. Procedimentos Metodológicos

A recolha de dados decorreu entre os meses de Março e Abril. Todos os testes foram realizados numa pista de atletismo de 400 metros com piso sintético.

2.1. Medidas Antropométricas

As medidas antropométricas dos indivíduos da nossa amostra foram realizadas pelo mesmo examinador, com o mesmo material e segundo as prescrições técnicas descritas por Sobral & Silva (2001). No sentido de precaver incidências de variação diurna, tentou-se que todos os sujeitos fossem avaliados às mesmas horas. Porém, em alguns casos, por condicionalismo de horário e recursos, a avaliação teve lugar em horas diferentes, pelo que se admite interferências de erro de medida.

2.1.1. Massa corporal

Na medição desta variável foi utilizada uma balança digital portátil SECA, modelo 770. Os valores foram utilizados em quilogramas (kg), com aproximação às décimas.

Objectivo: determinar a massa corporal do sujeito.

Procedimentos: o atleta subirá para a balança, descalço e em calções, mantendo-se totalmente imóvel sobre a balança até que o valor estabilize. Registrar-se-á então o peso do atleta.

2.1.2. Estatura

A estatura foi medida com um estadiómetro portátil SECA, modelo 208.

Objectivo: determinar a estatura corporal.

Procedimentos: o atleta deve estar descalço, colocar-se junto à parede e em posição estática tendo como referência o plano de Frankfurt, segundo a técnica descrita por Ross & Marfell-Jones, (1991), citado em Sobral & Silva (2001).

2.1.3. Altura sentado

A altura sentado foi medida com um estadiómetro portátil SECA, modelo 208. É medida entre o vértex e o plano de referência do solo. Esta medida é expressa em centímetros (cm) com aproximação ao milímetro.

A combinação da medida da estatura e altura sentados permite calcular indirectamente o comprimento dos membros inferiores.

Objectivo: determinar a distância vértico-esquiática, também designada por comprimento do busto.

Procedimentos: o atleta encontra-se encostado à parede, sentado, e em posição estática.

2.1.4. Pregas de adiposidade cutânea

Segundo Sobral & Silva (2001) as pregas de gordura cutânea são medidas dos valores locais dos depósitos de gordura subcutânea, sendo geralmente utilizadas em formas de estimação antropométrica da composição corporal. É vulgar designá-las abreviadamente por “pregas” ou pelo termo inglês *skinfolds*.

Para a medição das pregas de gordura cutânea foi utilizado um adipómetro SlimGuide com uma escala de medição milimétrica. Os sujeitos foram medidos de pé, sem vestuário a cobrir o tronco, de acordo com a técnica de Ross & Marfell-Jones (1991), citado em Sobral & Silva (2001). O antropometrista, usando o polegar e o indicador em forma de pinça, destaca com firmeza a pele e a gordura subcutânea dos tecidos subjacentes. Colocam-se as pontas do adipómetro 2 cm ao lado dos dedos, e uma profundidade de 1 cm.

Prega tricipital

Prega vertical, medida na face posterior do braço direito, a meia distância entre os pontos *acromiale* e *radiale*.

Prega subscapular

Prega oblíqua dirigida para baixo e para dentro. Medida imediatamente abaixo do vértice inferior da omoplata direita.

Prega suprailíaca

Prega ligeiramente oblíqua, dirigida para baixo e para dentro. Medida acima da crista ilíaca sobre a linha midaxilar.

Prega abdominal

Prega vertical. Medida 5 cm para a esquerda do *omphalion*.

Prega crural

Prega vertical. Medida sobre a linha média da face anterior da coxa direita, a meia distância entre os pontos *tibiale* e *ilospinale*. O sujeito encontra-se sentado e com o joelho flectido a 90°.

Prega geminal

Prega vertical obtida com o sujeito sentado e o joelho flectido a 90°. Medida ao nível da maior circunferência da perna direita, na face interna.

2.1.5. Percentagem de gordura

A percentagem de gordura foi medida através da fórmula das 4 pregas (abdominal, supra-iliaca, tricipital, crural) de Araújo (2000):

Rapazes:

Percentagem de gordura corporal = $0,29288$ (soma das quatro pregas cutâneas) – $0,0005$ (soma das quatro pregas cutâneas)² + $0,15845$ (idade) – $5,76377$.

Raparigas:

Percentagem de gordura corporal = $0,29669$ (soma das quatro pregas cutâneas) – $0,00043$ (soma das quatro pregas cutâneas)² + $0,02963$ (idade) – $1,4072$.

2.2. Protocolos de Avaliação do Método de Recuperação

Foram realizados três testes de campo. Em cada um dos testes os atletas realizaram duas provas de 300 metros planos com um intervalo de 90 minutos.

A escolha da prova de 300 metros para realizar o nosso estudo deveu-se ao facto de na nossa amostra alguns atletas jovens, embora especialistas em 400 metros planos, o seu treino encontra-se mais direccionado para a primeira parte da corrida (primeiros 200 metros), enquanto que atletas mais velhos treinam mais a segunda parte da corrida. Sendo a corrida de 300 metros uma distância média, consegue adaptar-se melhor aos dois tipos de treino.

Por outro lado, vários estudos (Weyand *et al.*, 1994; Barbosa, 2001) suportam a ideia de que a corrida de 300 metros é um bom teste da capacidade anaeróbia em corredores de 400 metros planos, logo uma prova onde também existe uma elevada acumulação de ácido láctico no sangue.

Em todas as provas foi simulada a competição sendo que:

- Foi realizada partida de blocos;
- Os sujeitos efectuaram sempre as provas em séries de 2 ou 3 atletas (para elevar os níveis competitivos dos atletas);
- Foram utilizadas as vozes regulamentares de partida;
- Todos os atletas utilizaram sapatilhas específicas de competição.

A figura seguinte corresponde a uma representação esquemática de todo o processo, ao longo dos três dias de testes:

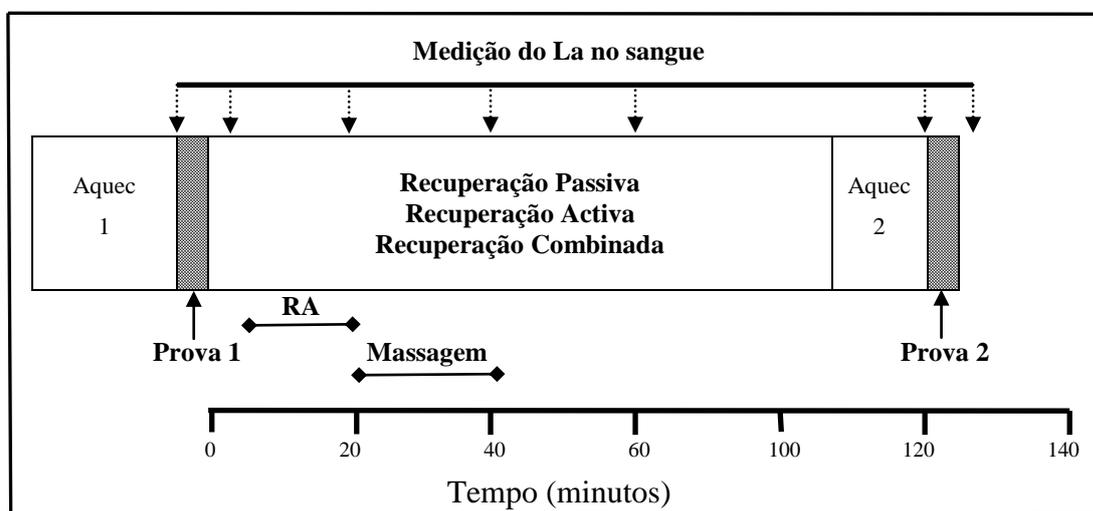


Figura 4: Representação esquemática de todos os procedimentos nos três dias de testes.

2.2.1. Primeiro Teste- Recuperação Passiva (RP)

Neste primeiro teste os sujeitos realizaram o seguinte procedimento:

- 45 minutos de aquecimento;
- Realização da primeira prova de 300 metros planos;
- Uma hora e trinta minutos de recuperação;
- 30 Minutos de aquecimento para a segunda prova, dentro da qual, os primeiros 5 minutos são utilizados para proceder à medição do lactato (quadro 10);
- Realização da segunda prova de 300 metros planos;

A concentração de ácido láctico, foi medida após o primeiro aquecimento, aos 3 minutos , 20 minutos, 40 minutos e 60 minutos, após a primeira prova, após o segundo aquecimento e, 3 minutos após a segunda prova.

2.2.2. Segundo Teste- Recuperação Activa (RA)

Cinco minutos após a prova, iniciou-se o processo de recuperação activa.

- 45 Minutos de aquecimento;
- Realização da primeira prova de 300 metros planos;
- Uma hora e trinta minutos de recuperação, dentro da qual, os primeiros 5 minutos são utilizados para proceder à medição do lactato e os 15 minutos seguintes são utilizados para a Recuperação Activa que engloba 10 minutos de corrida mais 5 minutos de alongamentos (quadro 10);
- 30 Minutos de aquecimento para a segunda prova;
- Realização da segunda prova de 300 metros planos;

A concentração de ácido láctico, foi medida após o primeiro aquecimento, aos 3 minutos, 20 minutos, 40 minutos e 60 minutos, após a primeira prova, após o segundo aquecimento e, 3 minutos após a segunda prova.

2.2.3. Terceiro Teste- Recuperação Combinada

O processo foi igual aos dias anteriores. No entanto, após a recuperação activa, entre os 20 minutos e os 40 minutos, os indivíduos foram sujeitos a uma sessão de massagem realizada por um fisioterapeuta especializado.

- 45 Minutos de aquecimento;
- Realização da primeira prova de 300 metros planos;
- Uma hora e trinta minutos de recuperação, dentro da qual, os primeiros 5 minutos são utilizados para proceder à medição do lactato, os 15 minutos seguintes são utilizados para a Recuperação Activa e ainda, são utilizados 10 minutos (no intervalo de tempo entre os 20 e os 40 minutos) para a realização da massagem (quadro 23);
- 30 minutos de aquecimento para a segunda prova;
- Realização da segunda prova de 300 metros planos;

2.2.4. Equipamento necessário ao processo da massagem:

- Uma Marquesa Portátil;
- Um Vibrador Modelo VITA- MED;
- Óleo de massagem neutro;

2.2.5. Protocolos para os Métodos de Recuperação e para os Aquecimentos

E quadro seguinte refere-se aos protocolos dos três tipos de recuperação:

Quadro 10: Protocolo para os diferentes tipos de recuperação

RECUPERAÇÃO PASSIVA
- Repouso absoluto. Os atletas permanecem sentados ou deitados até ao aquecimento para a segunda prova.
RECUPERAÇÃO ACTIVA
- 10 Minutos de corrida ligeira a uma velocidade de 5 km/min; - 5 Minutos de alongamentos específicos dos músculos solicitados.
RECUPERAÇÃO COMBINADA
- 10 Minutos de corrida ligeira a uma velocidade de 5 km/min; - 5 Minutos de alongamentos específicos dos músculos solicitados; - 10 Minutos de massagem efectuada aos músculos dos membros inferiores com principal incidência nos glúteos, recto anterior, recto interno, vasto interno e externo, adutores, gastrocnémio e solear. A massagem foi efectuada de acordo com Nogueira (s/d) e Manso <i>et al.</i> (1996), recorrendo às seguintes manobras: <ul style="list-style-type: none"> • Afloramento ou Deslizamento: serve de início e de terminus a todas as sessões de massagem. A mão desliza sobre a pele superficialmente sem perder o contacto, quase sem pressão. A direcção do movimento é centrípta para ajudar na circulação de retorno. • Amassamento: realizada consoante a dimensão da região em que se é aplicada, utilizando as falanges distais do polegar e do indicador ou com os restantes dedos e região tenar ou hipotenar. Consiste em espremer e torcer uma região após o levantar e comprimir repetidamente, sem magoar, alternando com relaxamento. O movimento não deve ser lento para não provocar um efeito sedativo. Não deve ser demasiado vivo para não provocar um efeito excitante. • Vibração: consiste numa série de movimentos vibratórios transmitidos aos tecidos com frequência e amplitudes variáveis. Pode ser realizada com os dedos e mãos do terapeuta ou ser auxiliada por aparelhagem, o que evita a fadiga do terapeuta, especialmente em movimentos vivos.
O processo da massagem inicia-se com 3 minutos de afloramento ou deslizamento, é procedido por 4 minutos de amassamento, 2 minutos de vibração e termina com 1 minuto de afloramento ou deslizamento.

No quadro 11 podemos observar os protocolos dos dois aquecimentos para as duas provas.

Quadro 11: Protocolos para o aquecimento para as provas 1 e 2.

AQUECIMENTO PARA A PRIMEIRA PROVA

- 12 minutos de corrida ligeira entre 130 e 140 bpm;
- 5 minutos de alongamentos dos músculos solicitados;
- 25 minutos de técnica de corrida:

Num espaço de 60m, realizar até meio os seguintes exercícios entrando posteriormente em corrida. A recuperação é realizada a passo;

- 2x Skinpping Médio;
- 2x Skipping Alto;
- 2x Skipping Atrás;
- 2x Tic Tac;
- 2x Passo Pélvico;

Num espaço de 80 m, realizar 4 progressões. A recuperação é realizada a passo;

Realizar duas partidas de blocos.

AQUECIMENTO PARA A SEGUNDA PROVA

- 6 minutos de corrida ligeira entre 130 e 140 bpm;
- 5 minutos de alongamentos dos músculos solicitados;
- 15 minutos de técnica de corrida:

Num espaço de 60m, realizar até meio os seguintes exercícios entrando posteriormente em corrida. A recuperação é realizada a passo;

- 2x Skipping Médio;
- 2x Skipping Atrás;
- 2x Tic Tac;
- 2x Passo Pélvico;

Num espaço de 80 m, realizar 2 progressões. A recuperação é realizada a passo;

Realizar uma partida de blocos.

2.2.6. Análise da Concentração de Lactato Sanguíneo

Equipamento

- Lactate Pro™;
- Tiras Medição do Lactate Pró;
- Tira de calibração;
- Lancetas Unistik® 2 Extra;
- Álcool;
- Algodão;

- Luvas;

Preparação do equipamento

- Calibragem do aparelho- deve-se realizar antes do teste, utilizando a tira de calibragem, por forma a sabermos se o aparelho está a funcionar correctamente.

Procedimentos para a recolha e análise das amostras de sangue:

- Abre-se, cuidadosamente, o pacote da tira de teste e coloca-se dentro do *Lactate Pró*;
- Segura-se na mão do atleta e desinfecta-se com álcool a extremidade do dedo polegar, secando-o de seguida com papel de modo a não existir suor aquando da picada;
- Imediatamente após a picada, pressiona-se o dedo até formar uma gota capaz de perfazer a quantidade suficiente para preencher o reservatório da tira;
- Em 60 segundos a concentração de lactato é avaliada e aparece no monitor do aparelho.

3. Procedimentos Estatísticos

3.1- Estatística Descritiva

Para a caracterização da amostra e das variáveis quantitativas estudadas através das provas de 300 metros planos, recorreu-se à análise estatística descritiva: média, como medida de tendência central; desvio-padrão, como medida de dispersão.

3.2- Estatística Inferencial

Quanto à estatística inferencial, para a comparação entre as variáveis dos três testes, recorreremos à estatística paramétrica, através da realização do teste *T de Student* para amostras relacionadas.

Para verificar as correlações entre as variáveis em estudo, utilizou-se o *coeficiente de correlação produto -momento de Pearson*.

Para os cálculos estatísticos utilizou-se o programa “SPSS 12.0- Statistic Program for Social Sciences”, e o Microsoft Excel 2000.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1. Resultados Obtidos nos Testes

1.1. Comparação Entre os Resultados das Duas Provas nos Três Dias de Testes

Os resultados máximos obtidos pelos atletas, durante os três processos de recuperação podem ser observados nos quadros 12 e 13, atletas do género masculino e feminino respectivamente.

Quadro 12: Resultados obtidos pelos atletas do género masculino.

Atletas (n=8)	RP		RA		RC	
	Prova 1	Prova 2	Prova 1	Prova 2	Prova 1	Prova 2
A	37"0	37"2	37"6	37"4	37"1	37"2
B	37"8	38"1	38"4	37"7	37"8	39"2
C	44"4	43"3	41"9	42"8	44"2	44"3
D	37"7	38"3	37"2	37"1	37"2	37"2
E	37"7	37"7	37"5	37"4	37"2	37"9
F	38"3	38"5	39"8	37"1	38"8	38"8
G	38"1	39"4	38"7	39"7	37"6	38"8
H	41"6	39"6	39"7	39"8	39"7	37"3
Méd.	39,08	39,01	38,85	38,59	38,70	38,84
Dp	2,56	1,91	1,57	2,05	2,40	2,35

De acordo com os resultados do quadro 12, podemos constatar que o melhor resultado foi alcançado pelo atleta A na primeira prova de 300 metros do primeiro dia de teste.

Comparando os resultados obtidos pela nossa amostra com o estudo de Barbosa (2001), verificamos que os nossos atletas apresentam uma média de resultados inferior à média de 37"60 alcançada pelos sujeitos da amostra do referido autor.

Em relação às médias atingidas pela totalidade dos atletas, a melhor média foi de 38,59 segundos, alcançada no dia da RA, na segunda prova. Por outro lado, quando comparamos as diferenças entre as duas provas nas três formas de recuperação, não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre a primeira e a segunda prova nos três dias de testes (quadro 13).

Quadro 13: Diferenças entre os resultados das provas 1 e 2 nos sujeitos masculinos (n=8). Comparação através do teste T de *Student* para amostras relacionadas.

Tipo de Recuperação	Prova1	Prova2	Significância
RP	39,08±2,56	39,01±1,91	0,868 (n.s.)
RA	38,85±1,57	38,59±2,05	0,569 (n.s.)
RC	38,70±2,40	38,84±2,35	0,749 (n.s.)

(n.s)- não existem diferenças estatisticamente significativas.

A justificação encontrada para este resultado pode ter a ver com o facto do espaço que mediou as várias realizações de testes ter sido muito longo (4 semanas), o que pode ter sido provocado pela alteração na carga de treino de cada atleta ao longo de todo o processo.

Por outro lado, os testes aplicados a uma grande parte da amostra foram realizados, numa fase de transição, ou seja, na passagem da época de Inverno para a época de Verão. Assim, se por um lado, no teste de RP, alguns atletas poderiam estar mais próximos do seu pico de forma, por se encontrarem perto do Período Competitivo da época de Inverno, por outro lado, com o passar do tempo os atletas foram-se afastando desse estado e, deste modo, foram perdendo a capacidade de remover e produzir ácido láctico no sangue.

No estudo de Monedero & Donne (2000), os autores investigaram os efeitos de diferentes intervenções de recuperação (RP, RA, recuperação através da massagem e RC), tendo chegado à conclusão que a RC é significativamente melhor que as intervenções de RP, RA ou massagem em termos de manutenção da *performance* no exercício subsequente. No nosso estudo não verificámos quaisquer melhorias com a RC.

Estes resultados sugerem-nos que, provavelmente, a concentração de lactato sanguíneo não será um factor muito determinante para a *performance* na segunda

prova, tendo em consideração o tempo que medeia entre as duas realizações. De acordo com Horta (1995) e Manso *et al.* (1996) a remoção do lactato sanguíneo pode levar entre 30 a 90 minutos. Atendendo ao intervalo que medeia as duas provas (os sujeitos tiveram 90 minutos de recuperação), facto este que possibilita que os atletas removam (em qualquer dos casos) lactato suficiente que lhes permita manter a *performance*.

Quadro 14: Resultados obtidos pelos atletas do género feminino.

Atletas (n=5)	RP		RA		RC	
	Prova 1	Prova 2	Prova 1	Prova 2	Prova 1	Prova 2
I	44"4	43"5	45"0	44"7	44"7	44"8
J	43"6	42"6	42"9	43"6	43"2	44"3
K	42"5	42"6	43"5	43"2	42"4	42"1
L	45"6	46"6	47"7	48"7	45"8	45"7
M	47"3	45"6	46"7	46"0	46"8	46"5
Méd.	44,68	44,18	45,16	45,24	44,58	44,68
Dp	1,85	1,83	2,04	2,22	1,81	1,67

Em relação aos sujeitos do género feminino, o melhor tempo foi conseguido pela atleta K (42,1 segundos) na segunda prova do terceiro dia de testes. Por outro lado, o tempo médio mais baixo ocorreu, igualmente, no terceiro dia de testes, durante a primeira prova.

Relativamente às diferenças de resultados entre a primeira e a segunda prova nos três dias de testes, tal como se averiguou nos indivíduos do género masculino, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas (quadro 15). Atendendo a que elevadas concentrações de lactato sanguíneo têm influência de ruptura na *performance* (MacArdle *et al.*, 1998, Ascensão & Santos, 2000, Falk *et al.*, 1995, Ahmaidi *et al.*, 1996), os resultados mais uma vez apontam no sentido de o intervalo que medeia as duas provas ser suficiente para remover o lactato sanguíneo, sem ser necessário recorrer à RA ou à RC.

Quadro 15: Diferenças entre os resultados das provas 1 e 2 nos sujeitos femininos (n=5). Comparação através do teste T de *Student* para amostras relacionadas.

Tipo de Recuperação	Prova1	Prova2	Sign.
RP	44,68±1,85	44,18±1,83	0,349 (n.s.)
RA	45,16±2,04	45,24±2,22	0,818 (n.s.)
RC	44,58±1,81	44,68±1,67	0,721 (n.s.)

(n.s.)- não existem diferenças estatisticamente significativas.

Por outro lado, quando comparamos as concentrações máximas de lactato com o resultado obtido na corrida, verificamos que nem sempre os atletas com melhores resultados, apresentam níveis de lactato mais elevado. Estes resultados estão de acordo com os estudos de Hill *et al.* (1999), Housh *et al.* (1992), Ohkuwa *et al.* (1986) e Shaefer (1989), que demonstram uma fraca correlação entre as concentrações máximas de lactato sanguíneo e os resultados obtidos em esforços de grande intensidade, contudo não sabemos o tipo de exercício que os sujeitos das amostras dos referidos autores realizaram, pois um esforço de 100 metros é naturalmente diferente de um esforço de 400 metros, nem o tipo de amostra utilizada pelos autores, o que não está plenamente de acordo com o estudo de Jacobs *et al.* (1987), no qual os autores verificaram que com o treino anaeróbio característico deste tipo de atletas, estes adquirem uma maior capacidade de produzir ácido láctico no sangue.

No nosso estudo, como podemos verificar no quadro 16, de facto a melhor marca masculina corresponde à concentração de ácido láctico no sangue mais elevada, o que vai de acordo com Jacobs *et al.* (1987), contudo nas raparigas o mesmo já não se verifica.

O quadro 16 apresenta os resultados das provas e as respectivas concentrações de ácido láctico dos três melhores atletas de cada um dos géneros.

Atletas do Género Masculino	Atletas do Género Feminino
-----------------------------	----------------------------

		Atleta A	Atleta E	Atleta F	Atleta I	Atleta J	Atleta K
RP	P1 (seg.)	37''0	37''7	38''3	44''4	43''6	42''5
	[AL] (mmol/l)	18,6	17,0	14,4	12,7	13,7	15,6
	P2 (seg.)	37''2	37''7	38''5	43''5	42''6	42''6
	[AL] (mmol/l)	16,8	15,0	15,5	12,9	13,2	14,3
RA	P1 (seg.)	37''6	37''5	39''8	45''0	42''9	43''5
	[AL] (mmol/l)	14,9	14,8	13,6	14,3	14,2	13,4
	P2 (seg.)	37''4	37''4	37''1	44''7	43''6	43''2
	[AL] (mmol/l)	16,1	15,3	14,6	17,3	14,4	14,8
RC	P1 (seg.)	37''1	37''2	38''8	44''7	43''2	42''4
	[AL] (mmol/l)	16,2	15,6	13,8	14,6	14,6	15,6
	P2 (seg.)	37''2	37''9	38''8	44''8	44''3	42''1
	[AL] (mmol/l)	16,8	15,7	13,7	13,9	14,6	13,8

Quadro 16: Comparação entre os resultados das provas (segundos) e as concentrações de ácido láctico no sangue (mmol/l).

O quadro seguinte apresenta a comparação entre os resultados obtidos pelos sujeitos femininos com os alcançados pelos sujeitos masculinos.

Quadro17: Comparação entre os dois géneros em relação aos resultados finais das duas provas. Teste T de *Student* para amostras independentes.

Tipo Recuperação		Género Masculino (n=8)	Género Feminino (n=5)	Sign.
RP	Prova 1	39,08±2,56	44,68±1,85	0,001 (**)
	Prova 2	39,01±1,91	44,18±1,83	0,001 (**)
PA	Prova1	38,85±1,57	45,16±2,04	0,000 (**)
	Prova2	38,59±2,05	45,24±2,22	0,000 (**)
PC	Prova1	38,70±2,40	44,58±1,81	0,001 (**)
	Prova2	38,84±2,35	44,68±1,67	0,001 (**)

(**)- Existem diferenças estatisticamente significativas para $p < 0,01$.

Fazendo uma análise ao quadro 17, como era de esperar, em relação aos resultados obtidos, existem diferenças estatisticamente significativas entre os sujeitos do género masculino e as atletas do género feminino. Deste modo, atendendo ao facto de que as atletas femininas permanecem em exercício significativamente durante mais tempo que os atletas masculinos, as diferentes durações poderão, segundo Miguel (2001), corresponder a solicitações energéticas, ligeiramente diferentes.

1.2. Relação Entre os Dois Aquecimentos e as Duas Provas nos Diferentes Dias de Testes

Uma vez que a concentração de lactato sanguíneo com que os atletas iniciam as competições parece ter influência na *performance* (Falk *et al.*, 1995; Ahmaidi *et al.*, 1996; Colaço, 2000) é importante analisar a quantidade de lactato com que os atletas partiram para cada prova, e se a mesma, efectivamente, provoca influências no resultado final.

Os valores da concentração de lactato após o aquecimento e o tempo médio de prova que os sujeitos realizaram durante os três testes, podem ser observados no quadro 18:

Quadro 18: Comparação entre as concentrações médias de lactato sanguíneo acumulado durante o aquecimento para cada prova, e tempo de realização das provas 1 e 2 nos diferentes tipos de recuperação.

Género	n	Tipo Rec.	Aquec. 1 [Lactato] (mmol/l)	Tempo Prova 1 (seg.)	Aqueci. 2 [Lactato] (mmol/l)	Tempo Prova 2 (seg.)
Masc.	8	RP	4,19±1,03	39,08	3,89±1,21	39,01
		RA	3,23±1,45	38,85	3,63±1,29	38,59
		RC	3,43±1,55	38,70	3,21±0,95	38,84
Fem.	5	RP	3,68±1,12	44,68	4,90±2,12	44,18
		RA	3,80±1,19	45,16	2,82±1,08	45,24
		RC	3,34±0,93	44,58	3,56±1,58	44,68

Como podemos observar, a concentração de lactato sanguíneo máxima atingida pelos atletas masculinos foi de 4,19 ($\pm 1,03$) mmol/l e, ocorreu durante o teste da RA, após o primeiro aquecimento. Por outro lado, estes mesmos indivíduos atingiram a menor concentração de lactato 3,21 ($\pm 0,95$) mmol/l, durante o teste de RC, após o segundo aquecimento.

Já os sujeitos femininos acumularam um máximo de 4,90 ($\pm 2,12$) mmol/l após o segundo aquecimento, durante o teste da RP e, um mínimo de 2,82 ($\pm 1,08$) mmol/l durante o teste da RA, também após o segundo aquecimento.

Comparando as concentrações de lactato sanguíneo após o primeiro e segundo aquecimento, apenas em alguns casos se verifica um aumento de concentração láctica no sangue após o segundo aquecimento. Constatamos assim, um

aumento no teste com RA para os sujeitos masculinos, e, durante os testes de RA e RC para os indivíduos do género feminino.

Por outro lado, apesar de algumas diferenças, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas, nos sujeitos do género masculino entre as concentrações de lactato sanguíneo (quadro 19) acumuladas após o aquecimento 1 e o aquecimento 2.

Quadro 19: Relação entre a concentração de lactato sanguíneo (mmol/l) acumulado no aquecimento 1 e 2. Comparação através do teste T de *Student* para amostras relacionadas.

Tipo de Recuperação	Sujeitos do Género Masculino			Sujeitos do Género Feminino		
	Aquec. 1	Aqueci. 2	Sign.	Aquec. 1	Aqueci. 2	Sign.
RP	4,19±1,03	3,89±1,21	0,551 (<i>n.s.</i>)	3,68±1,12	4,90±2,12	0,113 (<i>n.s.</i>)
RA	3,23±1,45	3,63±1,29	0,678 (<i>n.s.</i>)	3,80±1,19	2,82±1,08	0,022*
RC	3,43±1,55	3,21±0,95	0,660 (<i>n.s.</i>)	3,34±0,93	3,56±1,58	0,771 (<i>n.s.</i>)

n.s.- não existem diferenças estatisticamente significativas

(*) $p < 0,05$ - existem diferenças estatisticamente significativas

Neste sentido, se analisarmos os resultados das provas, verificamos que no único momento em que a concentração de lactato teve aumento (após a segunda prova, durante o teste da RA), o resultado da segunda prova foi melhor que o da primeira, o que nos leva a supor que eventualmente os atletas não atingiram um nível de predisposição fisiológica suficientemente elevada para poder responder com a máxima eficácia ao esforço pedido durante as outras realizações.

Por outro lado, na segunda prova os atletas provavelmente, estariam melhor preparados, mais estimulados e com maior motivação, conseguindo deste modo obter melhores resultados. Esta melhor predisposição pode ser devida ao facto de os atletas já terem realizado a primeira prova. Apesar do intervalo que media as duas provas ser suficiente para poder baixar a concentração de lactato sanguíneo, Horta (1995) e Manso *et al.* (1996), este pode não ser suficiente para baixar a estimulação dos atletas. De facto, estes podem ter ficado mais motivados com a primeira prova.

Nos indivíduos do género feminino apenas foram encontradas diferenças altamente significativas entre as concentrações de lactato dos dois aquecimentos, no teste de recuperação activa (quadro 19). Porém, apesar de no segundo aquecimento a concentração de lactato ser estatisticamente mais baixa que no primeiro aquecimento,

e mesmo a concentração mais baixa encontrada em todos os dias de testes, foi onde os sujeitos obtiveram pior resultado no final da prova.

Deste modo, parece existir alguma ligação entre a concentração de lactato sanguíneo com que cada atleta parte para a prova, e os resultados obtidos nessa mesma prova. Contudo, outros factores, tais como, a especificidade com que se preparam para a competição, a predisposição em termos fisiológicos e psicológicos entre outros, poderão ter uma influência marcante no resultado final.

1.3- Concentração de lactato ao longo de todo o processo

No gráfico 1, apresentamos as três curvas de lactato (mmol/l), obtidas pelos sujeitos do género feminino, correspondentes à RP, à RA e à RC. Os valores da concentração de lactato sanguíneo (mmol/l) correspondem às medições após o aquecimento para a prova 1, aos 3 minutos, aos 20 minutos, 40 minutos e 60 minutos após a primeira prova, após a preparação para a prova 2 e, 3 minutos após a segunda prova.

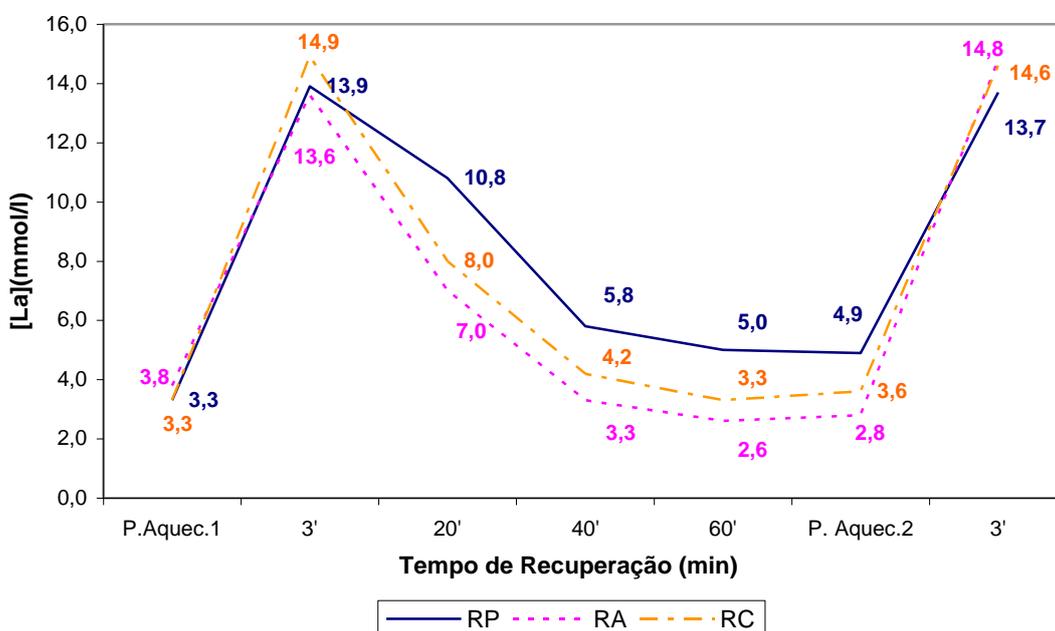


Gráfico 1: Representação da relação entre os valores médios da concentração de lactato (mmol/l) ao longo de todo o processo em sujeitos do género feminino.

Gupta *et al.* (1996), estudaram os efeitos de três tipos de recuperação (RP, RA, e recuperação com massagem), e, tal como verificámos no nosso estudo, também os autores constataram que, o valor mais elevado da concentração de lactato

no sangue, foi encontrado ao terceiro minuto, após o final do exercício, em todos os modos de recuperação.

Aos 20 minutos após a primeira prova, tanto no dia da RA como no dia da RC, os sujeitos apenas efectuaram RA (no dia da RC, os sujeitos foram submetidos à massagem, apenas depois da recuperação activa, entre os 20 minutos e 40 minutos). No entanto, como podemos observar no gráfico 1, a média das concentrações de lactato sanguíneo obtida no dia onde foi realizada RA (8,0 mmol/l) é diferente da média da concentração de lactato sanguíneo alcançada no dia da RC (7,0 mmol/l).

Esta diferença poderá significar que, como os testes foram realizados em diferentes dias, com o passar do tempo os atletas, provavelmente, foram adquirindo uma melhor capacidade de remover ácido láctico do sangue.

Por outro lado, comparando os valores da concentração de lactato aos 3 minutos após a primeira e a segunda prova (quadro 20), verificamos que esta apenas aumentou durante o teste da RA (1,2 mmol/l), sendo que tanto no dia de RA como da RC, as atletas diminuíram ligeiramente a concentração de lactato sanguíneo aos 3 minutos após a segunda prova, relativamente à primeira prova.

Quadro 20: Média da concentração de lactato sanguíneo 3 minutos após as duas provas, nos sujeitos femininos. Comparação através do teste T de *Student* para amostras relacionadas.

Recuperação	Concentração de lactato sanguíneo (mmol/l)		Sign.
	3 min após P1	3 min após P2	
RP	13,92±2,24	13,68±0,63	0,790 (<i>ns</i>)
RA	13,56±0,99	14,80±1,47	0,534 (<i>ns</i>)
RC	14,86±0,47	14,56±0,53	0,380 (<i>ns</i>)

(*n.s.*)- não existem diferenças estatisticamente significativas.

Como se verifica no quadro 20, as atletas da nossa amostra conseguiram aumentar a concentração de lactato do primeiro dia de testes (RP) para o último dia de testes (RC), estando de acordo com Jacobs *et al.* (1987). Como já foi referido anteriormente, os autores concluíram que com o treino anaeróbio característico deste tipo de atletas, estes adquirem uma maior capacidade de produzir ácido láctico no sangue. Provavelmente terá acontecido o mesmo com os nossos atletas.

De facto, uma vez que os testes com os diferentes métodos de recuperação foram realizados com um espaçamento de semanas, desde o teste da RP até ao teste

da RC. Sendo este um espaço de tempo muito grande, os atletas podem ter adquirido uma maior capacidade para acumular lactato no sangue, o que mais uma vez está de acordo com Jacobs *et al.* (1987).

Os resultados obtidos pelos indivíduos do género masculino, podem ser observados no gráfico 2:

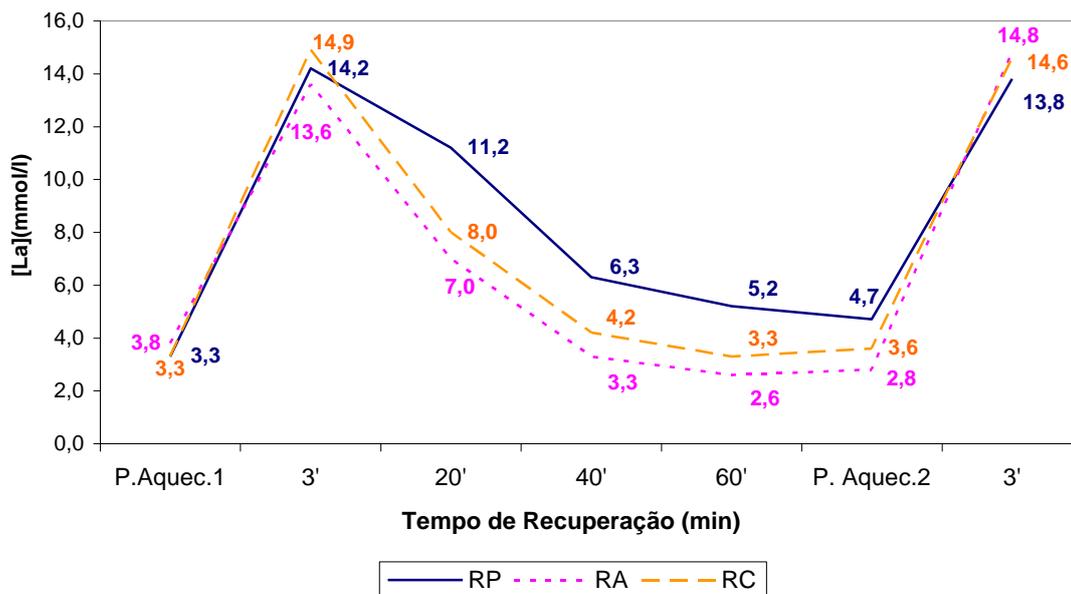


Gráfico 2: Representação da relação entre os valores médios da concentração de lactato (mmol/L) ao longo de todo o processo em sujeitos do género masculino.

Tal como verificámos nos sujeitos do género feminino, os atletas masculinos também apresentam uma maior concentração de lactato sanguíneo, aos 3 minutos após cada prova.

Por outro lado, como podemos observar no gráfico 2, é notória a semelhança entre a RA a RC. Tal como no estudo de Gupta *et al.* (1996), no nosso trabalho a remoção de lactato após a primeira prova parece ser mais rápida durante a RA. Tanto o método de RA como de RC parecem ser mais eficientes que a RP, na remoção de lactato sanguíneo após exercício físico.

À semelhança do estudo de Monedero & Bonne (2000), durante a RC, a massagem foi precedida pela RA, e tal como podemos observar no quadro 21, a

maior remoção de lactato sanguíneo ocorreu durante a fase da RA, o que nos leva a concluir que provavelmente não há grandes vantagens em realizar RC.

No nosso estudo, ao fim de 60 minutos de recuperação, a RA foi a mais eficaz na remoção do lactato sanguíneo, resultado que está de acordo com Choi *et al.* (1994).

Comparando as curvas dos sujeitos dos dois géneros, existe uma maior semelhança entre as curvas da concentração de lactato sanguíneo obtidas nos dias da RA e RC, nos indivíduos do género masculino, sendo que em algumas vezes, as curvas se sobrepõem uma à outra. Provavelmente, esta diferença de resultados poderá ser devida ao facto da amostra dos sujeitos masculinos ser maior que a amostra feminina.

Por outro lado, ao contrário dos indivíduos do género feminino, os sujeitos masculinos conseguiram aumentar, em todos os dias de testes, a concentração de lactato sanguíneo após a segunda prova, quando comparamos com os resultados obtidos após a primeira prova. Provavelmente esta diferença poderá ser devida às diferenças de treino existentes entre os dois géneros, maior experiência e maior nível competitivo por parte dos atletas masculinos.

Comparando os valores de lactato atingidos no nosso estudo com outros estudos, os valores máximos de lactato sanguíneo alcançados pelos sujeitos da nossa amostra estudo são mais baixos que os referidos por outros autores para corredores de 400 metros. Ibanez *et al.* (1995), realizaram um estudo com 6 corredores especialistas de 400 metros planos, tendo encontrado numa repetição máxima de 300 metros uma média de concentrações máximas de 18,8 mmol/l ($\pm 1,8$). Também Barbosa (2001), num estudo com corredores especialistas em corrida de velocidade do atletismo (100, 200, 400 metros e 400 metros barreiras), encontrou uma média de concentrações máximas de lactato, 15,90 mmol-1 ($\pm 1,77$) superior ao valor médio de 14,7 mmol-1 ($\pm 2,02$) encontrado na nossa amostra.

Estes resultados podem significar que, provavelmente, a qualidade dos nossos atletas seja inferior ao das amostras dos autores referidos.

Quadro 21: Média da concentração de lactato sanguíneo 3 minutos após as duas provas, nos sujeitos masculinos. Comparação através do teste T de *Student* para amostras relacionadas.

Tipo de Recuperação	Concentração de lactato sanguíneo (mmol/l)		Sign.
	3 min após P1	3 min após P2	

RP	14,73±2,02	15,00±1,05	0,675 (<i>n.s</i>)
RA	14,10±0,77	14,5±1,02	0,256 (<i>n.s</i>)
RC	14,44±1,74	14,71±1,56	0,927 (<i>n.s</i>)

(*n.s*).- não existem diferenças estatisticamente significativas

O quadro seguinte refere-se à comparação entre as médias femininas e masculinas de concentração de ácido láctico acumulado no sangue ao longo de todo o processo.

Quadro 22: Média da concentração de lactato sanguíneo 3 minutos após as duas provas, nos sujeitos masculinos. Comparação através do teste T de *Student* para amostras relacionadas.

Tipo	Género	Género	Sign.
------	--------	--------	-------

Recuperação		Masculino (n=8)	Feminino (n=5)	
RP	Paq1	4,19±1,03	3,68±1,12	0,421 (<i>n.s.</i>)
	3'	14,73±2,02	13,92±2,24	0,516 (<i>n.s.</i>)
	20'	12,23±3,23	10,82±2,28	0,404 (<i>n.s.</i>)
	40'	6,64±2,71	5,80±2,35	0,743 (<i>n.s.</i>)
	60'	5,69±2,38	5,00±2,12	0,756 (<i>n.s.</i>)
	Paq2	3,89±1,21	4,90±2,12	0,298 (<i>n.s.</i>)
	3'	15,00±1,05	13,68±0,63	0,028 (*)
RA	Paq1	3,23±1,45	3,80±1,19	0,475 (<i>n.s.</i>)
	3'	14,10±0,77	13,56±0,99	0,294 (<i>n.s.</i>)
	20'	7,50±3,19	7,02±2,32	0,464 (<i>n.s.</i>)
	40'	4,29±1,83	3,30±1,71	0,864 (<i>n.s.</i>)
	60'	3,05±1,03	2,58±1,17	0,794 (<i>n.s.</i>)
	Paq2	3,63±1,29	1,82±1,08	0,500 (<i>n.s.</i>)
	3'	14,50±1,02	14,80±1,47	0,307 (<i>n.s.</i>)
RC	Paq1	3,43±1,55	3,34±0,93	0,916 (<i>n.s.</i>)
	3'	14,44±1,74	14,86±0,47	0,612 (<i>n.s.</i>)
	20'	7,89±2,70	7,96±1,97	0,952 (<i>n.s.</i>)
	40'	3,71±1,81	4,24±1,24	0,515 (<i>n.s.</i>)
	60'	3,09±1,69	3,32±1,04	0,419 (<i>n.s.</i>)
	Paq2	2,21±0,95	3,56±1,58	0,882 (<i>n.s.</i>)
	3'	14,71±1,56	14,56±0,63	0,958 (<i>n.s.</i>)

(*n.s.*)- não existem diferenças estatisticamente significativas

(*) $p < 0,05$ - existem diferenças estatisticamente significativas

Como podemos observar, apenas se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois géneros, 3 minutos após a segunda prova, no teste da RP, sendo que em todos os outros momentos não se verificaram quaisquer diferenças estatisticamente significativas.

De acordo com Miguel (2001), se considerarmos que os melhores especialistas mundiais apresentam tempos inferiores aos das mulheres, parece lógico esperar que para estas a capacidade de resistência se apresente com um nível de exigência relativa, ligeiramente superior, ao contrário dos homens para quem esta

menor solicitação é compensada com um direcionamento para as capacidades de força e velocidade.

Como tal, atendendo a que os sujeitos masculinos recorrem mais à potência anaeróbia láctica (devido ao facto de terem maior número de fibras musculares do tipo II e, portanto, maiores reservas energéticas) e os indivíduos femininos à capacidade anaeróbia láctica, seria de esperar que os atletas masculinos acumulassem uma maior concentração de ácido láctico sanguíneo. Contudo, no nosso estudo tal não se verificou.

1.4. Comparação do Efeito dos Três Métodos de Recuperação na Remoção de Lactato Sanguíneo Durante a Fase de Recuperação

Sendo o lactato, um importante indutor da fadiga (McArdle *et al.*, 1998, Barbosa, 2001) e a sua remoção essencial para o processo da recuperação após um esforço intenso (Falk *et al.*, 1995, Ahmaidi *et al.*, 1996, Colaço, 2000) é importante analisarmos a sua remoção ao longo dos três processos de recuperação.

Quadro 23: Remoção de lactato sanguíneo durante os vários intervalos, ao longo de todo o processo de recuperação.

Tempo de Recuperação (min)	Género	n	Rec. Passiva [Lactato] removido (mmol/l)	Rec. Activa [Lactato] removido (mmol/l)	Rec. Combinada [Lactato] removido (mmol/l)
3-20	Masc	8	2,50 ±4,35	6,60 ±2,95	6,65 ±2,02
	Fem	5	3,10 ±1,93	6,54 ±2,43	6,90 ±2,44
20-40	Masc	8	5,59± 3,37	3,21 ± 1,66	4,18 ± 1,16
	Fem	5	5,02± 0,71	3,72 ± 1,06	3,72 ± 0,93
40-60	Masc	8	0,95± 1,78	1,24 ± 1,16	0,63 ± 0,41
	Fem.	5	0,80 ± 1,50	0,72 ± 0,80	0,92 ± 0,61
3-40	Masc	8	8,09± 3,27	9,81± 1,90	10,73±1,89
	Fem	5	8,12±1,87	10,26±1,60	10,62±1,48
3-60	Masc	8	9,00±2,74	11,05±1,32	11,35±1,72
	Fem	5	8,92±1,91	10,98±1,19	11,54±1,55

Como podemos observar no quadro 23, ao fim dos 20 minutos, tanto em sujeitos do género masculino, como feminino, a RP foi o método de recuperação menos eficiente, havendo apenas uma remoção média de 2,50 (±4,35) mmol/l, nos atletas masculinos, e de 3,10 (±1,93) mmol/l nos sujeitos femininos. Já durante os métodos da RA e RC houve uma remoção de aproximadamente 7 mmol/l.

Por outro lado, até este momento a RC foi igual à RA, as ligeiras diferenças podem ser devido apenas por os testes terem sido realizados em dois dias diferentes, o que de certo modo pode ter afectado os resultados, pelas razões já referidas anteriormente.

Entre os 20 e os 40 minutos, verificou-se uma maior remoção de lactato durante a RP em comparação com os primeiros 20 minutos ($5,59 \pm 3,37$ mmol/l) nos sujeitos masculinos e ($5,02 \pm 0,71$ mmol/l) nas atletas femininas. No entanto, ao contrário da RP, na RA e RC verificou-se uma diminuição da remoção de lactato sanguíneo em ambos os géneros. Provavelmente, estes resultados devem-se ao facto de até aos 20 minutos, ao contrário da RA e da RC, no teste da RP os atletas conseguiram remover muito pouco lactato sanguíneo, pelo que a circulação sanguínea tinha uma elevada concentração de lactato pronto a ser removido. Provavelmente o que aconteceu foi que a RA e a RC como já tinham removido grande parte do lactato até aos 20 minutos, aos 40 minutos já não havia tanto lactato no sangue para remover.

É importante referir que no teste da RC, entre os 20 e os 40 minutos, foi aplicada a massagem e, não foram observadas diferenças estaticamente significativas entre a RA e a RC (quadro 24), mas sim, uma elevada correlação entre os dois tipos de recuperação (quadro 25). Neste sentido, se por um lado a remoção permanece muito semelhante à da RA nos sujeitos do género masculino, nos quais se verificou um aumento não significativo de 0,97 mmol/l da RA para a RC, por outro, nos indivíduos femininos a remoção foi exactamente igual nos dois métodos de recuperação (3,72 mmol/l). Deste modo, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas (quadro 24), pelo que não constatámos quaisquer benefícios da massagem, na remoção do lactato.

Entre os 40 e os 60 minutos, a remoção de lactato foi muito pequena nos três métodos de recuperação, quer para indivíduos do género masculino, quer para os sujeitos femininos, porque provavelmente, a maior concentração de lactato sanguíneo já foi removida.

De facto, à semelhança dos estudos consultados (Weltman *et al.*, 1979; Choi *et al.*, 1994; Falk *et al.*, 1995; Gupta *et al.*, 1996; Ahmaidi *et al.*, 1996; Monedero *et al.*, 2000; Fairchil *et al.*, 2002; Fairchild *et al.*, 2003; Sayryo *et al.*, 2003; Dupont *et al.*, 2004; Spierer *et al.*, 2004; e, Lattier *et al.*, 2004), no nosso estudo, a RA parece ser o método de recuperação mais eficaz na remoção de lactato sanguíneo.

Tal como podemos verificar no quadro 23, tanto no teste de RA como no teste da RC, a maior remoção de lactato ocorreu durante os primeiros 20 minutos. Este facto pode ser uma ajuda importante em termos de organização metodológica de treino.

Quadro 24: Comparação entre o efeito dos três métodos de recuperação na remoção do lactato sanguíneo. Comparação através do teste T *Student* para amostras relacionadas.

Intervalo de Recuperação (min)	Tipo de Rec.	Género Masculino (n= 8)	Género Feminino (n=5)
3-20	RP-RA	0,046 (*)	0,018 (*)
	RP-RC	0,014 (*)	0,010 (**)
	RA-RC	0,954 (n.s.)	0,738 (n.s.)
3-40	RP-RA	0,031 (*)	0,033 (*)
	RP-RC	0,015 (*)	0,003 (**)
	RA-RC	0,281 (n.s.)	0,699 (n.s.)
3-60	RP-RA	0,017 (*)	0,018 (*)
	RP-RC	0,009 (**)	0,033 (*)
	RA-RC	0,202 (n.s.)	0,600 (n.s.)
20-40	RP-RA	0,025 (*)	0,042 (*)
	RP-RC	0,049 (*)	0,062 (n.s.)
	RA-RC	0,035 (*)	0,275 (n.s.)
40-60	RP-RA	0,631 (n.s.)	0,944 (n.s.)
	RP-RC	0,605 (n.s.)	0,906 (n.s.)
	RA-RC	0,274 (n.s.)	0,339 (n.s.)

(n.s).- não existem diferenças estatisticamente significativas
 (*)- $p < 0,05$ - existem diferenças estatisticamente significativas
 (*)- $p < 0,01$ - existem diferenças estatisticamente altamente significativas

No quadro 24, como podemos verificar é notório que a RP, até aos 40 minutos, apresenta em quase todos os casos diferenças estatisticamente significativas em relação quer à RA quer à RC.

Por outro lado, entre os 40 e os 60 minutos não foram observadas quaisquer diferenças estatisticamente significativas, o que mais uma vez aponta no sentido de que provavelmente, nesta altura, a maioria do lactato sanguíneo já foi removida.

Quadro 25: Correlação entre o efeito dos três métodos de recuperação na remoção do lactato sanguíneo.

Intervalo de Recuperação (min)	Tipo de Rec.	Género Masculino (n=8)	Género Feminino (n=5)
3-20	RP-RA	0,061	0,526
	RP-RC	0,596	0,017
	RA-RC	0,812 (*)	0,769 (*)
3-40	RP-RA	0,577	0,034
	RP-RC	0,597	-0,674
	RA-RC	0,784 (*)	0,633
3-60	RP-RA	0,817(*)	0,338
	RP-RC	0,751(*)	-0,303
	RA-RC	0,954(**)	0,633
20-40	RP-RA	-0,608	0,302
	RP-RC	-0,473	0,145
	RA-RC	0,939(**)	0,950(**)
40-60	RP-RA	0,476	-0,865
	RP-RC	0,321	-0,674
	RA-RC	-0,418	0,865 (*)

(**)- Correlação é significativa para um nível 0,01.

(*)-Correlação é significativa para um nível 0,05.

Gupta *et al.* (1996) e Monnedero & Bonne (2000), também verificaram que a RA foi o processo mais eficaz na remoção do lactato sanguíneo, não havendo diferenças significativas entre a RP e a massagem. Durante os elementos da massagem, a remoção do lactato sanguíneo foi mais baixa e, durante a intervenção da massagem a frequência de remoção do lactato foi similar com a RP e significativamente mais baixa do que a RA e a RC. Por outro lado, tal como no nosso estudo, a maior remoção de lactato sanguíneo ocorreu durante a fase activa, pelo que os autores concluíram que efectivamente, a RA seria a mais eficaz na remoção do lactato sanguíneo.

No nosso estudo, apesar de durante a RC haver uma remoção de lactato sanguíneo ligeiramente maior que durante a RA, esta diferença não é estatisticamente significativa verificando-se quase sempre correlação estatisticamente significativa entre os dois tipos de recuperação. Tal como já foi referido anteriormente, durante a RA e a RC, a maior concentração de lactato sanguíneo ocorreu nos primeiros 20 minutos e, uma vez que até esta altura, no teste da RC os sujeitos apenas realizaram RA (o processo da massagem apenas foi aplicado entre os 20 e os 40 minutos),

também na RC a maior concentração de ácido láctico ocorreu durante a fase de RA, não se verificando quaisquer efeitos por parte da massagem. Assim, a RA parece ter sido a mais eficaz na remoção do lactato sanguíneo.

Atendendo a que o nosso estudo engloba a massagem com a RA, e não se verificaram diferenças significativas entre a RA e a RC, provavelmente quererá dizer que a massagem é um meio pouco eficaz em termos de remoção do lactato, indo ao encontro com os resultados constatados por Gupta *et al.* (1996) e Monnedero & Bonne (2000).

Estes resultados levam-nos a concluir que, em dias onde os atletas realizem duas competições com intervalos de hora e meia entre cada competição, não se verificam grandes diferenças quer seja realizada a RP, a RA ou a RC em termos da diminuição da concentração do lactato sanguíneo.

Contudo, como podemos observar no quadro 26, apenas no intervalo de tempo entre os 40 e os 60 minutos não se verificaram diferenças estatisticamente significativas, o que provavelmente quererá dizer que só em competições ou treinos com um intervalo até 40 minutos a recuperação, em termos de ácido láctico sanguíneo, é importante. Caso contrário o tipo de recuperação não terá grandes influências.

Neste sentido, também podemos observar que o tipo de recuperação que o atleta faz tem, sobretudo, efeito significativo em termos de treino e, não tanto em termos de competição, já que dificilmente existem competições com intervalos tão curtos.

Quadro 26: Comparação entre géneros na remoção do ácido láctico sanguíneo. Comparação através do teste T *Student* para amostras independentes.

Tempo de Recuperação (min)	n	RP [Lactato] removido (mmol/l)	Sign.	RA [Lactato] removido (mmol/l)	Sign.	RC [Lactato] removido (mmol/l)	Sign.
3-20	8	2,50 ±4,35	0,778 (n.s)	6,60 ±2,95 6,54 ±2,43	0,970 (n.s)	6,65 ±2,02 6,90 ±2,44	0,784 (n.s)
	5	3,10 ±1,93					
20-40	8	5,59± 3,37	0,722 (n.s)	3,21 ± 1,66 3,72 ± 1,06	0,752 (n.s)	4,18 ± 1,16 3,72 ± 0,93	0,921 (n.s)
	5	5,02± 0,71					
40-60	8	0,95± 1,78	0,883 (n.s)	1,24 ± 1,16 0,72 ± 0,80	0,925 (n.s)	0,63 ± 0,41 0,92 ± 0,61	0,840 (n.s)
	5	0,80 ± 1,50					
3-40	8	8,09± 3,27	0,984 (n.s)	9,81± 1,90 10,26±1,60	0,722 (n.s)	10,73±1,89 10,62±1,48	0,478 (n.s)
	5	8,12±1,87					
3-60	8	9,00±2,74	0,935 (n.s)	11,05±1,32 10,98±1,19	0,428 (n.s)	11,35±1,72 11,54±1,55	0,314 (n.s)
	5	8,92±1,91					

(n.s).- não existem diferenças estatisticamente significativas

1.5. Comparação entre a concentração de lactato e o efeito dos três métodos de recuperação na remoção de lactato sanguíneo durante a fase de recuperação

Quadro 27: Comparação entre os diferentes intervalos de recuperação do lactato sanguíneo (mmol/l) nos três tipos de recuperação. Comparação através do teste T *Student* para amostras relacionadas.

Tempo de Recuperação (minutos)	Género Masculino (n=8)		Género Feminino (n=5)	
	[Lactato] Removido (mmol/l)	Sign.	[Lactato] Removido (mmol/l)	Sign.
RP	3-20	2,50 ±4,35	3,10 ±1,93	0,133 (n.s)
	20-40	5,59± 3,37	5,02± 0,71	
	3-20 e 40-60	2,50 ±4,35	3,10 ±1,93	0,156 (n.s)
	20-40 e 40-60	0,95± 1,78	0,80 ± 1,50	
	3-20 e 20-40	5,59± 3,37	5,02± 0,71	0,009 (**)
	40-60	0,95± 1,78	0,80 ± 1,50	
RA	3-20 e 20-40	6,60 ±2,95	6,54 ±2,43	0,114 (n.s)
	3-20 e 40-60	3,21 ± 1,66	3,72 ± 1,06	
	20-40 e 40-60	6,60 ±2,95	6,54 ±2,43	0,013 (*)
	3-20 e 40-60	1,24 ± 1,16	0,72 ± 0,80	
	20-40 e 40-60	3,21 ± 1,66	6,54 ±2,43	0,001 (**)
	3-20 e 40-60	1,24 ± 1,16	0,72 ± 0,80	
RC	3-20 e 20-40	6,65 ±2,02	6,90 ±2,44	0,097 (n.s)
	20-40 e 40-60	4,18 ± 1,16	3,72 ± 0,93	
	3-20 e 40-60	6,65 ±2,02	6,90 ±2,44	0,010 (**)
	20-40 e 40-60	0,63 ± 0,41	0,92 ± 0,61	
	3-20 e 20-40	4,18 ± 1,16	3,72 ± 0,93	0,000 (**)
	40-60	0,63 ± 0,41	0,92 ± 0,61	

(n.s).- não existem diferenças estatisticamente significativas

(*)- $p < 0,05$ - existem diferenças estatisticamente significativas

(**)- $p < 0,01$ - existem diferenças estatisticamente altamente significativas

Tal como podemos constatar no quadro 27, no dia da RP quer nos indivíduos femininos quer nos sujeitos masculinos, apenas verificámos diferenças estatisticamente significativas entre os intervalos 20-40 minutos e 40-60 minutos, os intervalos de tempos onde os atletas conseguiram remover a maior e a menor concentração de lactato sanguíneo, respectivamente.

Por outro lado, no dia da RA averiguámos em ambos os géneros, diferenças estatisticamente significativas entre os intervalos 3-20 minutos e 40-60 minutos, e os intervalos 20-40 minutos e 40-60 minutos.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

1.1. Conclusões

A abrangência de um trabalho com estas características encaminha-nos para um conjunto de conclusões que podem ser alvo para novas reflexões e pesquisas. A possibilidade de se darem mais alguns passos no sentido de um melhor entendimento das questões relacionadas com a recuperação no Atletismo.

Deste estudo surgiram as seguintes conclusões:

- A Recuperação Activa é o método mais rápida em termos de remoção do ácido láctico sanguíneo.
- Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os sujeitos de ambos os géneros, em todos os métodos de recuperação estudados.
- Não se verificaram melhorias estatisticamente significativas na *performance* em nenhum dos tipos de recuperação.
- A massagem não trouxe nenhum benefício na remoção do lactato sanguíneo.

1.2. Sugestões

Para futuras investigações nesta área sugere-se:

- Realizar um estudo com uma amostra maior.
- Realizar um estudo onde os testes sejam efectuados numa outra fase da época, (por exemplo: durante a fase da época de Verão);

- Realizar um estudo em que o tempo de recuperação que mede as duas provas, seja inferior, para que se verifiquem diferentes concentrações de lactato no início da segunda prova.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFIA

- Abrantes, João (2005)^a. Controlo do treino em atletismo- construção de uma tabela de testes para predição dos resultados competitivos nas provas de salto em comprimento e 100 metros, para atletas portugueses de ambos os sexos. *Revista Atletismo*, 38- 41.
- Abrantes, João (2005)^b. 400 Metros planos- estudo sobre os 8 finalistas do campeonato do Mundo de Sevilha na prova de 400 metros (a melhor prova de sempre nesta distância). *Revista Atletismo*, 279: 28- 31.
- Ahmaidi, Said, Granier, Pascale, Taoutaou, Marcier, Jacques, Dubouchaud, Hervé & Prefaut, Christian (1996). Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intensive exercise. *Medicin & Science in Sport & Exercise*, 28: 450-456.
- Almeida, Marta (2004). Influência da Fadiga Muscular na Eficácia de Lançamento em Jogadores Profissionais de Basquetebol. Monografia de Licenciatura. Coimbra: FCDEF-UC.
- Araújo, C. G. (2000). *Teste de Esforço e Prescrição do Exercício*. Manual do ACSM para Teste de Esforço e Prescrição do Exercício (5^a Ed). Rio de Janeiro: Revinter.
- Ascensão, A. & Santos, P. (2000). Determinação do estado de equilíbrio máximo de lactato sanguíneo em jovens corredores do sexo masculino. *Revista Portuguesa de Medicina Desportiva*, 18: 59-66.
- Ascensão, A., Magalhães, J., Oliveira, J., Duarte, J. & Soares, J. (2003). Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e

- mecanismos da fadiga de origem central e periférica. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 3 (1), 108-123.
- Banister, E. W. & Cameron, B. J. C. (1990). Exercise-induced hyperammonemia: peripheral and central effects. *International Journal of Sports Medicine* (Suppl 2), 11: S19 – S142.
 - Banister, E. W. & Rajendra, W., (1985). Ammonia as an indicator of exercise stress implications of recent findings to sport medicine. *Sports Medicine*, 2: 34 - 46.
 - Banister, E. W., Allen, M. E., Mekjavic, I. B., Singh, A. K., Legge, B. & Mutch, J. C. (1983). The time course of ammonia and lactate accumulation in blood during bicycle exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 51: 195 - 202.
 - Barbosa M., Colaço P., Rodrigues dos Santos, J.A. (2001). Avaliação da prestação anaeróbia em corredores de 400m. *Treino Total*, 4: 13-18.
 - Barbosa, Mário (2001). Avaliação da Prestação Anaeróbia em Corredores de 400 m. Monografia de Licenciatura. Porto: FEDEF-UP.
 - Bowerman, William, J. & Freeman, William, H. (1991). *High-Performance Training for Track and Field* (2nd ed). Illinois: Leisure Press.
 - Brooks, G. A. (1987). Aminoacid and protein metabolism during exercise and recovery. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 19: S150-S156.
 - Brooks, G. A. (1991). Current concepts in lactate exchange. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 23: 895- 906.
 - Brouns, F., Beckers, E., Wagemmakers, A. J.M. & Saris, W. H. M. (1990). Ammonia accumulation during highly intensive long-lasting cycling: individual observations. *International Journal of Sports Medicine*, 11: S78 – S84.

- Carnes, Jimmy (2000). Training the Energy Systems. *Track and Field Coaches Review*, 73: 18-20.
- Choi, Daihuyuk, Cole, Kevin, J., Goodpaster, Bret, H., Fink, William, J. & Costill, David, L. (1994). Effect of passive and active recovery on the resynthesis of muscle glycogen. *American College of Sports Medicine*, 26: 992- 996.
- Colaço, P. (2001). Métodos de avaliação da prestação anaeróbia. *Treino Total*, 1: 22-26.
- Colaço, P., Santos, P. & Rodrigues dos Santos, J. A. (2002). A utilização do teste de duas velocidades para avaliação da prestação anaeróbia em corredores de 400m e 800m. II Simpósio Internacional em Treinamento Desportivo. Universidade Federal da Paraíba.
- Costill, D. L. (1992). Lactate metabolism for swimming. In: D. Maclaren, T. Reilly e A. Lees (Eds). *Biomechanics and Medicine in Swimming, Swimming Science VI*. University Park Press, Cambridge, pp. 3-11.
- Duarte, J. A., Soares, J. M. C. (1991). Etiologia da fadiga muscular. *Revista Portuguesa de Medicina Desportiva (Separata)*, 9: 165- 174.
- Dupont, Grégory, Moalla, Wassim, Guinhouya, Comlavi, Ahmaidi, Said & Berthoin, Serge (2004). Passive versus Active Recovery during High- Intensity Intermittent Exercises. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36 (2), 302-307.
- Fairchild, Timothy, J., Armstrong, Alex, A., Rao, Arjun, Liu, Hawk, Lawrence, Steve & Fournier, Paul, A. (2002). Glycogen synthesis in muscle fibers during active recovery from intense exercise. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. 595- 601.

- Falk, B., Einbinder, M., Weinstein, Y., Epstein, S., Karni, Y., Yarom, Y. & Rotstein, A. (1995). Blood lactate concentration following exercise: effects of heat exposure and of active recovery in heat-acclimatized subjects. *International Journal of Sports Medicine*, 16: 7-12.
- Farinatti, Paulo. V. & Monteiro, Wallace, D. (1992). *Fisiologia e Avaliação Funcional*. Rio de Janeiro: Sprint.
- Faustino, Sara (2004). Avaliação da Performance Anaeróbia e Estado de Fadiga em Exercício de Curta Duração. Monografia de Licenciatura. Coimbra: FCDEF-UC.
- Ferreira, M. (1995). A Prova de 200 m Mariposa. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto.
- Gaesser, G. A. & Brooks, G. A. (1984). Metabolic Basis of Excess Post Exercise Oxygen Consumption. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 16: 29- 43.*
- Green, H. J. (1987). Neuromuscular aspects of fatigue. *Canadian Journal of Sports Science*, 12 (suppl.1): 7s – 19s.
- Grosser, Bruggemann & Zintl (1989). *Alto Rendimento Deportivo. Planificación y Desarrollo*. Barcelona: Ediciones Martinez Roca S. A..
- Gupta, S., Goswami, A., Sadhukhan, A. K. & Mathur, D. N. (1996). Comparative study of lactate removal in short term massage of extremities, active recovery and passive recovery period after supramaximal exercise sessions. *International Journal of Sports Medicin*, 17 (2): 106-110.
- Guthrie, Mark (1995). Training 400 meters runners. *Track and Field Coaches Review*, 95 (1): 24-27.
- Guyton, A. C. & Hall, J. E. (1998). *Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças* (6ª ed). Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.

- Hageloch, W., Schneider, S., Weicker, H. (1990). Blood ammonia determination in a specific field test as a method supporting talent selection in runners. *International Journal of Sports Medicine*. (Suppl 2), 11: S56 - S61.
- Horta, Luís (1995). *Prevenção de Lesões no Desporto*. Lisboa: Editorial Caminho.
- Ibanez J., Pullinen T., Gorostiaga E., Mero A. (1995). Blood lactate and ammonia in short-term anaerobic work following induced alkalosis. *Med. J. Sports Med. Phys. Fitness*, 35:187-193.
- Jacobs I., Esbjorsson M., Sylven C., Holm I. & Jansson E. (1987). Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 19 (4):368-374.
- Janssen, Peter, M. D. (2001). *Lactate Threshold Training- Running, Cycling, Multisport, Rowing, X-Country Skiing*. USA: Human Kinetics.
- Karlsson, J. (s.d.). Lactate and phosphagen concentrations in working muscle of man. *Acta Physiol Scand Suppl*, 358: 1970-1971.*
- Karp, Jason, R. (2000). Training the energy systems. *Track and Field Coaches Review*, 73: 18-20.
- Lattier, G., Millet, G.Y., Martin, A., Martin, V. (2003). Fatigue and recovery after high-intensity- part II: recovery interventions. *International Journal of Sports Medicine*, 25: 509-515.
- Lattier, G., Millet, G.Y., Martin, A., Martin, V. (2003). Fatigue and recovery after high-intensity- part I: neuromuscular fatigue. *International Journal of Sports Medicine*, 25: 450-456.

- Luís, Luís António Martins (2003). *Recuperação Após a Competição: o Exercício de Baixa Intensidade como Meio de Recuperação da Resistência em Futebolistas*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto.
- Maglischo, E. W. (1993). *Swimming Even Master*. Mayfield Publishing Company. Califórnia.*
- Manso, J. M. (1999). *Alto Rendimiento- La Adaptación y la Excelencia Deportiva*. Madrid: Gymnos Editorial Deportiva.*
- McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. (1998). *Fisiologia do Exercício, Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.
- Medbø, J. & Burgers, S. (1990). Effect of training on the anaerobic capacity. *Medicin & Science in Sport & Exercise*, 22: 501-507.
- Mercier, J., Mercier, B. & Prefaut, C. (1991). Blood lactate increase during the force-velocity exercise test. *International Journal of Sports Medicin*, 12: 17-20.
- Miguel, Paulo Paixão (2001). Planeamento do treino para corredores de 400m (1ª parte). *Treino Total*, 4: 19-24.
- Monedero J, Donne, B. (2000). Effect of recovery interventions on lactate removal and subsquente performance. *International Journal of Sports Medicin*, 21: 593-597.
- Nazário, Bruno (2003). *Caracterização da Resposta Fisiológica de uma Prova de Orientação de Distância Média em Atletas de Elite Nacional*. Monografia de Licenciatura. Coimbra: FCDEF-UC.
- Nogueira, Paulo (s/d). *Massagem e Pronto Socorro nos Esportes*. São Paulo: CIA Brasil Editora.

- Nummela, A. & Rusko, H. (1995). Time course of anaerobic and aerobic energy expenditure during short-term exhaustive running in athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 16: 522-527.
- Ohkuwa, T., Miyamura, M., Andou, Y., Utsuno, T. (1988). Sex differences in lactate and glycerol levels during maximal aerobic and anaerobic running. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 57(6): 119-126.
- Powers, S. & Howley, E. (1997). *Exercise Physiology, Theory and Application to Fitness and Performance (3rd ed)*. Madison: Brown & Benchmark Publishers.*
- Raposo, A. Vasconcelos (2000). *A Carga no Treino Desportivo*. Lisboa: Editorial Caminho.
- Rockwell, Michelle, S., Rankin, Janet, W. & Dixon, Helen (2003). Effects of muscle glycogen on performance of repeated sprints and mechanisms of fatigue. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13: 1-14.
- Sahlin, K. (1992). Metabolic aspects of fatigue in human skeletal muscle. In: P. Marconnet, P. V. Komi, B. Saltin, O.M. Sejersted (Eds). *Muscle Fatigue Mechanisms in Exercise and Training. Med Sport Sci*. Basel, Karger, 27: 120-139
- Sairyo, K., Iwanaga, K., Yoshida, N., Mishiro, T., Terai, T., Sasa, T. & Ikata, T. (2003). Effects of active recovery under a decreasing work load following intense muscular exercise on intramuscular energy metabolism. *International Journal of Sports Medicine*, 24: 179-182.
- Santos, Paulo, J. M. & Santos, José, A. R. (2002). *Investigação Aplicada em Atletismo. Um contributo da FCDEF-UP para o Desenvolvimento do Meio-Fundo e Fundo*. Porto. FCDEF-UP.
- Schafer (1989). Los elementos estructurales de la competición de 400 m y su compleja realización de entrenamiento. La preparación de Thomas Schoenlebe.

- Cuadernos de Atletismo Velocidade Alto Nível. Congresso E.A.C.A. Bad Blankenburg, 24: 81-94.
- Schafer (1998). Los elementos estructurales de la competición de 400 m y su compleja realización de entrenamiento. La preparación de Thomas Schoenlebe. Cuadernos de Atletismo Velocidade alto nível. Congresso E.A.C.A.Bad Blankenburg, 24: 81-94.
 - Sobral, F. & Silva, M. (2001). *Cineantropometria- Curso Básico*. Textos de apoio- FCDEF-UC.
 - Spencer, M. & Gastin, P. (2001). Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. *Medicin & Science in Sports & Exercise*, 33 (1): 157-162.
 - Spierer, D. K., Goldsmith, R., Baran, D. A., Hryniewicz, Katz, S. D. (2004). Effects of active vs. passive recovery on work performed during serial supramaximal exercise tests. *International Journal of Sports Medicin*, 25: 109-114.
 - Villar, Rodrigo & Denadai, Benedito, S. (1998). Efeitos da corrida em pista ou do DEEP Water Running na taxa de remoção do lactato sanguíneo durante a recuperação activa após exercícios de alta intensidade. *Motriz*, 4 (2): 98-103.
 - Vittori, C. (1991). The development and training of 400 meters runners. *New studies in Athletics*, 6 (1): 35-46.*
 - Vollestad, N. K.. Sejersted, O. M. (1988). Biochemical correlates of fatigue. *European Journal of Applied Physiology*, 57: 336-347.
 - Wagenmakers, A. J. M. (1992). Role of amino-acid and ammonia in mechanisms in exercise and training. In: P. Marconnet, P. V. Komi, B. Saltin & O. M.

Sejersted (Eds). *Muscle fatigue mechanisms in exercise and training*. *Medicine and Sport Science*, Basel, Karger, 34: 69- 86.

- Wakim K. G. (1983). Effect of hidromassage on changes in blood electrolytes and lactic acid levels and hematocrit value after maximal effort. *Acta Physiol Prolonica*, 34: 257-261.*

- Weineck, Jürgen (1999). *Treinamento Ideal. Instruções Técnicas Sobre o Desempenho Fisiológico, Incluindo Considerações Específicas de Treinamento Infantil e Juvenil (9ª edição)*. S. Paulo: Editora Manole.

- Wilmore, J. & Costill, D. (2000). *Fisiologia del Esfuerzo y del Deporte*. 3th Edition. Barcelona: Editorial Paidotribo.

*** Consultado indirectamente**

ANEXOS

Anexo 1:
Carta a Solicitar a Participação dos Atletas no Estudo

Estimado atleta,

O laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra tem vindo a realizar vários trabalhos no âmbito das vias energéticas, para os quais tem desenvolvido projectos de investigação com diferentes modalidades.

Vimos por este meio convidá-lo a integrar o referido projecto na modalidade de Atletismo, especialidade de 400 metros planos. Os dados recolhidos permitirão a optimização do processo de recuperação dos atletas portugueses aquando da realização de duas provas num mesmo dia.

Para a recolha dos dados foram solicitados atletas especialistas em competições de 400 metros planos- do sexo feminino e masculino. A referida recolha de dados será efectuada no Estádio Cidade de Coimbra e decorrerá em três fases:

Fase 1- duas provas de 300 metros planos, com 2 horas de intervalo entre cada uma, sem qualquer tipo de recuperação;

Fase 2- será realizada uma recuperação activa após a primeira prova;

Fase 3- será realizada uma recuperação activa acompanhada por massagem, para o processo de recuperação para a segunda prova.

A equipa de investigação é acompanhada pelo Prof. Doutor Carlos Alberto Fontes Ribeiro das Faculdades de Medicina e Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra (coordenador), pelo Mestre Amândio Manuel Cupido dos Santos (orientador), e pela discente, Mónica Isabel Pessoa Cortesão no último ano da Licenciatura em Ciências do Desporto e Educação Física.

Esperamos pela tua colaboração,

Sinceros cumprimentos.

Coimbra, 22 de Dezembro de 2004

O Orientador da Investigação,

Amândio Manuel Cupido dos Santos

Para mais informações contactar:

Mónica Cortesão (964245966)

Anexo 2:
Termo de Consentimento

Termo de Consentimento

O Laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, tem vindo a realizar vários trabalhos no âmbito das vias energéticas, para o qual tem desenvolvido projectos de investigação com diferentes modalidades.

O projecto a desenvolver relaciona-se com a recuperação após uma prova de 400 metros planos em atletismo, desenvolver-se-á na pista sintética de atletismo da Universidade de Aveiro (Testes de Campo).

A investigação tem como finalidade a optimização do processo de recuperação dos atletas portugueses aquando da realização de duas provas num mesmo dia.

Tive oportunidade de discutir os procedimentos com a equipa de investigação e percebo que me irá ser analisada a durante uma prova de 300 metros planos, através de métodos que não causam quaisquer danos físicos, bem como os níveis de lactato no sangue após o esforço, através de uma gota de sangue recolhida através de uma simples picada no dedo e com todos os cuidados que actualmente se aconselham.

Eu, _____,

Concordo em participar nas sessões descritas, cuja natureza me foi explicada de forma clara.

Percebo a natureza do meu envolvimento nas sessões e serei livre de desistir do projecto a qualquer momento.

Coimbra, ____ de _____ de 2005

Assinatura do Atleta

Anexo 3:
Ficha de Identificação Biográfica

Ficha de Identificação Biográfica

Nota Prévia:

Os dados do inquérito são para uso exclusivo desta investigação.

Nome: _____ Idade: _____

Escalão: _____ Clube: _____

Há quantos anos pratica atletismo? _____

Com que idade iniciou a prática da modalidade? _____

Que tipo de provas realiza? _____

Qual o seu recorde pessoal na prova de 400 m planos? _____

Semanalmente, quantas vezes treina? E qual a duração desses treinos?

Aproximadamente, por época, qual o número de competições que realiza? E esta época, quantas provas realizou? _____

Normalmente, na noite anterior ao dia da competição, quantas horas dorme? _____

Antes de uma competição, o que costuma fazer para o aquecimento? Isto é, quanto tempo dura o seu aquecimento, que exercícios realiza (quanto tempo de corrida, técnica, alongamentos,...)

E nos dias em que tem duas provas? Qual o aquecimento da primeira prova é igual ao da segunda prova? Se não, qual a diferença?

Após uma prova, o que faz para recuperar do esforço realizado? Ou seja, se efectua corrida ligeira, acompanhada ou não por alongamentos, se apenas efectua repouso...

Costuma ter um cuidado especial com a alimentação antes de uma competição? _____

Que tipo de alimentação costuma realizar?

E depois da competição?

OBRIGADA PELA SUA COLABORAÇÃO!

Anexo 4:
Carta de Solicitação da Pista de Aveiro

Exmo. Sr. Dr.

Hélder Castanheira,

O Laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra tem vindo a realizar vários trabalhos no âmbito das vias energéticas, para os quais tem desenvolvido projectos de investigação com diferentes modalidades.

O referido projecto na modalidade de Atletismo, tem por objectivo a optimização do processo de recuperação dos atletas portugueses aquando da realização de duas provas num mesmo dia.

A equipa de investigação é acompanhada pelo Prof. Doutor Carlos Alberto Fontes Ribeiro das Faculdades de Medicina e Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra (coordenador), pelo Mestre Amândio Manuel Cupido dos Santos (orientador), e pela discente Mónica Isabel Pessoa Cortesão no último ano da Licenciatura em Ciências do Desporto e Educação Física.

Para a concretização deste projecto, vimos por este meio, solicitar a utilização da pista sintética de atletismo da Universidade de Aveiro nos dias 12 e 19 de Março e, 2 de Abril do ano de 2005, entre as 14h e as 19h, e, nos dias 13 e 27 de Março e 3 de Abril entre as 9h e as 12h.

Não querendo abusar da vossa boa vontade, agradeceia que me concedesse autorização para poder utilizar o Gabinete médico, para a realização de massagem aos atletas.

Juntamente com esta carta irá a lista de atletas que irão participar neste estudo.

Sinceros Cumprimentos,

Coimbra, 05 de Março de 2005.

O Orientador da Investigação,

Amândio Manuel Cupido dos Santos