



UNIVERSIDADE D
COIMBRA



Carlos Filipe Leite Costa

AVALIAÇÃO E CONTROLO DE TREINO NO ATLETISMO

LABORATÓRIO *VERSUS* TERRENO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TREINO DESPORTIVO PARA CRIANÇAS E JOVENS,
ORIENTADA PELO PROFESSOR DOUTOR AMÂNDIO MANUEL CUPIDO SANTOS E
COORIENTADA PELA PROFESSORA DOUTORA BEATRIZ BRANQUINHO GOMES
APRESENTADA À FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA DA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Janeiro de 2019



FCDEF FACULDADE DE CIÊNCIAS DO
DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

AVALIAÇÃO E CONTROLO DE TREINO NO ATLETISMO

LABORATÓRIO *VERSUS* TERRENO

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, com vista à obtenção do grau de mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens, na área científica de Ciências do Desporto, na especialidade de Treino Desportivo.

Orientador: Professor Doutor Amândio Manuel Cupido Santos

Coorientadora: Professora Doutora Beatriz Branquinho Gomes

Carlos Filipe Leite Costa

Janeiro, 2019

Costa, C. (2018). Avaliação e Controlo de Treino no Atletismo – Laboratório *Versus* Terreno. Dissertação de Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal

Agradecimentos

À Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra e à Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI) por proporcionarem as condições necessárias à realização da presente dissertação.

Percorrer esta maratona só foi possível com o apoio, foco, fé, força de várias pessoas.

Ao professor Doutor Amândio Manuel Cupido Santos e à professora Doutora Beatriz Branquinho Gomes, por todo o apoio, por me terem proporcionado uma aprendizagem constante, a todos os níveis ao longo deste ano e por me terem dado a possibilidade de concretizar esta dissertação.

Ao André Nunes, por todo o conhecimento transmitido e por me esclarecer nos momentos de angústia.

Ao João Pontes e à Patrícia Diogo, por me acompanharem ao longo desta maratona.

À minha família em especial aos meus pais e ao meu irmão pelo apoio incondicional e por toda a paciência ao longo deste percurso.

Resumo

Nos dias de hoje com a crescente competitividade existente no atletismo a avaliação e controlo no treino são determinantes para alcançar níveis de excelência no rendimento desportivo. Longe vão os dias em que a preparação sem qualquer orientação científica ou a utilização apenas das sensações subjetivas permitiam orientar a preparação desportiva. Este estudo teve como principal objetivo perceber o comportamento de variáveis fisiológicas em situações laboratoriais e no contexto real, sendo para isso avaliado e quantificado as respostas fisiológicas num protocolo de determinação do limiar anaeróbio na pista de atletismo e no tapete rolante com diferentes inclinações (0 % e 1%).

Para isso recorreu-se a uma amostra de 24 atletas do género masculino, com médias \pm desvio padrão de $32,37 \pm 9,24$ anos, $7 \pm 6,03$ anos de experiência na modalidade, $1,74 \pm 0,55$ m de estatura , $65,66 \pm 5,92$ kg de massa corporal, $10,29 \pm 3,85$ % de percentagem de massa gorda. Todos os atletas são federados, tendo sido feito a adaptação a diferentes condições de realização de teste (terreno, tapete rolante a 0% e 1% de inclinação). O protocolo utilizado nas diferentes situações de investigação foi um protocolo progressivo por patamares com intervalo de recuperação de 60 segundos sendo as velocidades de teste 12,13,14,15,16,17 km/h ao longo de 1200 metros e 18,19 km/h ao longo de 1600 metros. Nos testes de terreno o ritmo era imposto por uma bicicleta com um velocímetro devidamente calibrado com o perímetro e pressão exata da roda. Os testes de laboratório foram realizados numa câmara térmica, em que a velocidade de cada patamar reproduzia a velocidade realizada no exterior. A câmara térmica permitiu simular a temperatura de realização do teste no exterior.

Entre as diferentes condições de realização não se verificaram diferenças significativas em termos de concentração de lactato para as diferentes velocidades testadas. Quando comparados os valores de frequência cardíaca, para as diferentes velocidades de corrida testadas (12 a 18 km/h), encontraram-se diferenças significativas nas velocidades 12,13,14, e 15 km/h, entre as situações terreno e 0% de inclinação e 1% e 0% de inclinação, sendo que não existiram diferenças significativas entre o terreno e 1% de inclinação no tapete rolante para qualquer uma das velocidades testadas.

Relativamente as velocidades médias de corrida nas concentrações de 2 mmol/L e 4 mmol/L de lactato sanguíneo não se verificaram diferenças estatisticamente significativas. No estudo da relação entre as concentrações de lactato sanguíneo em cada um dos patamares do protocolo utilizado nas diferentes condições de realização do teste (terreno, tapete rolante a 0% e a 1% de inclinação) verificou-se que os valores da correlação entre o terreno e o tapete rolante a 1% de inclinação tem valores significativos em todos os patamares enquanto entre o terreno e os 0% de inclinação essa correlação só é significativa a partir dos 14 km/h, constatamos ainda que os valores da correlação são ligeiramente superiores na relação terreno e 1% de inclinação em todos os patamares. Na concentração de lactato de 4 mmol/L, pode verificar-se uma forte correlação entre todas as situações (isto é, quando analisado terreno com tapete rolante a 0% e 1% de inclinação e quando analisadas as duas inclinações).

Os resultados do presente estudo vão de encontro a estudos anteriores que também reportam frequência cardíaca mais elevada no terreno quando comparada com a corrida no tapete rolante a 0% de inclinação, sendo o terreno semelhante à situação com 1% de inclinação, sugerindo que 1% de inclinação no tapete rolante permite simular a situação de terreno melhor do que a corrida a 0% de inclinação. No entanto, relativamente à variável concentração de lactato, quando comparadas as 3 condições de realização, não se encontraram diferenças significativas para as diferentes velocidades testadas, incluindo a velocidade de corrida nas duas concentrações analisadas, 2 e 4 mmol/L.

Palavras chave: tapete rolante, inclinação, terreno, controlo de treino

Abstract

Nowadays with the increasing competitiveness in athletics, the evaluation and control in the training are determinant to reach levels of excellence in the sport performance. Gone are the days when the preparation without any scientific guidance or the use of only the subjective feelings allowed to guide the preparation sports. The main objective of this study was to understand the behavior of physiological variables in laboratory situations and in the real context. For this purpose, the physiological responses were evaluated in a protocol for the determination of the anaerobic threshold in the athletics track and in the treadmill with different inclinations (0% and 1%).

A sample of 24 male athletes was used, with a mean \pm standard deviation of 32.37 ± 9.24 years, 7 ± 6.03 years of experience in the modality, 1.74 ± 0.55 m stature, 65.66 ± 5.92 kg body weight, $10.29 \pm 3.85\%$ fat mass percentage. All athletes are federated, adapting to different test conditions (terrain, treadmill at 0% and 1% slope). The protocol used in the different research situations was a progressive protocol with levels with recovery interval of 60 seconds being the test speeds 12,13,14,15,16,17 km / h over 1,200 meters and 18,19 km / h over 1600 meters. In the field tests the pace was imposed by a bicycle with a speedometer properly calibrated with the perimeter and exact pressure of the wheel. The laboratory tests were performed in a thermal chamber, in which the speed of each landing reproduced the velocity held outside. The thermal chamber allowed to simulate the test temperature outside.

Among the different performance conditions there were no significant differences in terms of lactate concentration for the different velocities tested. When comparing the heart rate values for the different running speeds tested (12 to 18 km / h), significant differences were found in speeds 12, 13, 14 and 15 km / h between ground situations and 0% of inclination and 1% and 0% of slope, and there were no significant differences between the terrain and 1% inclination on the treadmill for any of the speeds tested.

Concerning the average running speeds at concentrations of 2 mmol / L and 4 mmol / L blood lactate, there were no statistically significant differences. In the study of

the relationship between blood lactate concentrations at each of the levels of the protocol used in the different test conditions (terrain, treadmill at 0% and 1% inclination), it was verified that the values of the correlation between the terrain and treadmill at 1% inclination has significant values at all levels, whereas between the ground and 0% inclination this correlation is only significant from 14 km / h, we also found that the values of the correlation are slightly higher in the terrain ratio and 1% slope in all levels. In the lactate concentration of 4 mmol / L, a strong correlation can be verified between all the situations (that is, when analyzing terrain with treadmill at 0% and 1% of slope and when analyzing the two inclinations).

The results of the present study are in agreement with previous studies that also report higher heart rate in the field when compared to running on the treadmill at 0% incline, with the terrain being similar to the 1% incline situation, suggesting that 1% on the treadmill allows you to simulate the terrain situation better than running at 0% incline. However, in relation to the lactate concentration variable, when comparing the three performance conditions, no significant differences were found for the different velocities tested, including running velocity at the two concentrations analyzed, 2 and 4 mmol / L.

Keywords: treadmill, slope, terrain, control training

ÍNDICE

<i>Agradecimentos</i>	<i>i</i>
<i>Resumo</i>	<i>ii</i>
<i>Abstract</i>	<i>iv</i>
<i>Capítulo I – Introdução</i>	<i>1</i>
1.1 Enquadramento e pertinência do estudo.....	2
1.2 Objetivos do Estudo	3
1.3 Estrutura do Estudo.....	4
<i>Capítulo II – Revisão da Literatura</i>	<i>5</i>
2.1 Importância do Lactato Sanguíneo	6
2.2 Conceitos base sobre Lactato Sanguíneo	7
2.3 Limiar de Lactato e início do Lactato Sanguíneo.....	8
2.4 Acumulação de Lactato	8
2.5 Categorias de Limiar de Lactato no Sangue.....	9
2.5.1 Concentrações Fixas de Lactato no Sangue	9
2.5.2 Limiar Individual de Lactato	10
2.5.3 Avaliação do Estado de Equilíbrio Máximo de Lactato	10
2.6 Ergómetro.....	11
2.6.1 Tapete Rolante.....	11
2.7 Protocolos Intermitentes de Carga Progressiva Máximas.....	12
2.7.1 Duração do patamar.....	12
2.7.2 Intervalo de descanso.....	13
2.7.3 Número de patamares.....	13
2.7.4 Frequência cardíaca.....	13
<i>Capítulo III – Metodologia</i>	<i>14</i>
3.1 Critérios de seleção da Amostra	15
3.2 Desenho Metodológico	15
3.3 Avaliação Antropométrica	16
3.3.1 Estatura.....	16
3.3.2 Massa Corporal	17
3.4 Avaliação da composição corporal.....	17
3.4.1 Medição de Pregas Adiposas	17
3.5 Concentração de Lactato	18
3.6 Determinação das concentrações de lactato sanguíneo às 2 e 4 mmol/L.....	19
3.7 Procedimento de calibração do Tapete Rolante.....	19

3.8 Estudo da velocidade do tapete rolante avaliada a 120Hz.....	20
3.9 Descrição dos Protocolos de Avaliação	22
3.9.1 No terreno	22
3.9.2 No Laboratório	23
3.10 Análise estatística.....	24
<i>Capítulo IV – Resultados</i>	25
4.1 Caracterização dos atletas	26
4.2 Determinação da velocidade média de corrida nas concentrações de lactato sanguíneo às 2 e 4 mmol/L.....	27
4.3 Análise da frequência cardíaca nas diferentes condições de realização.....	29
4.4 Análise das concentrações de lactato sanguíneo nas diferentes velocidades de corrida	32
4.5 Análise das correlações entre as várias situações da variável frequência cardíaca.....	34
4.6 Análise da correlação entre as concentrações de lactato sanguíneo nas diferentes velocidades.....	35
4.7 Análise da correlação da velocidade média de corrida nas concentrações de lactato sanguíneo às 2 e 4 mmol/L.....	36
<i>Capítulo V – Discussão</i>	37
<i>Capítulo VI – Conclusão</i>	40
<i>Bibliografia</i>	42
<i>Apêndices</i>	51
Apêndice 1 – Documento de consentimento informado.....	52
Apêndice 2 – Comparação de 30, 60 e 120 Hertz para a determinação da velocidade adequada do tapete rolante comparativamente com o terreno	54
Apêndice 3 – Tempo por patamar reproduzido na pista	55

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Acurácia da variável velocidade (km/h) do tapete rolante a uma resolução de 120Hz tendo por base a velocidade do mostrador.	21
Tabela 2. Exemplo de tempo de avaliação teste terreno.	23
Tabela 3. Unidades de medida, média e desvio padrão dos índices avaliados para a caracterização de cada atleta	26
Tabela 4. Média e desvio padrão das velocidades do limiar anaeróbio nas concentrações de 2mmol/L e 4mmol/L nas diferentes condições de realização (terreno , 0% e 1% de inclinação)	27
Tabela 5. Comparação da velocidade no limiar nas concentrações de 2mmol/L nas diferentes condições de realização de teste (terreno vs 0%; terreno vs 1 %; 0 % vs 1%).....	27
Tabela 6. Comparação da velocidade no limiar nas concentrações de 4mmol/L nas diferentes condições de realização de teste (terreno vs 0%; terreno vs 1 %; 0 % vs 1%).....	28
Tabela 7. Média e desvio padrão da frequência cardíaca e dos valores de velocidade considerados no estudo para cada uma das condições de realização.....	29
Tabela 8. Comparação da frequência cardíaca para cada uma das velocidades consideradas no estudo nas diferentes condições de realização	29
Tabela 9. Média e desvio padrão da concentração de lactato referente a cada uma das velocidades do estudo nas diferentes condições de realização	32
Tabela 10. Comparação da concentração de lactato sanguíneo para cada uma das velocidades consideradas no estudo nas diferentes condições de realização	32
Tabela 11 . Correlação da frequência cardíaca por patamares de velocidade nas diferentes condições de realização.....	34
Tabela 12. Correlação das concentrações de lactato sanguíneo nos diversos patamares de velocidade nas diferentes condições de realização	35
Tabela 13. Correlação das velocidades correspondentes à concentração 2 mmol e 4mmol de lactato sanguíneo nas diferentes condições de realização	36
Tabela 14. Tabela de ritmos para os testes de terreno	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Exemplo de determinação 2 mmol/L e 4 mmol/L.....	19
Figura 2. Linha orientadora para contagem de número de repetições de frames.....	20
Figura 3. Resolução usada no Kinovea (120 Hz)	21
Figura 4. Comparação dos diferentes Hz para as velocidades de tapete rolante e terreno	54

Lista de Abreviaturas

0% – tapete rolante a inclinação de 0%
1% – tapete rolante a inclinação de 1%
bar – unidade de pressão igual à atmosfera
bpm – batimentos por minuto
FC – Frequência cardíaca
Hz – Hertz
Kg – quilograma
km/h – quilómetro por hora
“LT – lactate Threshold”
m – metro
mc – massa corporal
“MLSS – Maximal Lactate Steady State”
mmol/L – milimoles por litro
M35 – atletas com idade compreendida entre os 35 e os 39 anos
M40 – atletas com idade compreendida entre os 40 e os 44 anos
M45 – atletas com idade compreendida entre os 45 e os 49 anos
“OBLA – onset of blood lactate accumulation”
r – coeficiente de correlação linear de Pearson
R² – Coeficiente de determinação para regressão linear
sig – valor de significância estatística
sub 23 – atletas com idade inferior ou igual a 23 anos
T – terreno
µl – microlitro de sangue
VO_{2max} – Consumo máximo de oxigénio
vs – *Versus*

Capítulo I – Introdução

Neste capítulo introdutório apresentamos, de uma forma sucinta, a literatura inerente à avaliação e controlo do treino de atletismo em laboratório *versus* terreno.

1.1 Enquadramento e pertinência do estudo

Na modalidade desportiva de Atletismo os atletas competem não só com os adversários mas também contra si próprios, no intuito de superação pessoal ao baterem os seus recordes, ultrapassando assim as suas barreiras psicomotoras. Para isso revela-se fundamental uma correta planificação e avaliação e controlo do treino por parte do treinador (Schomolinsky 1982).

O treinador e respetivos atletas são os elementos basilares no processo de interação que possibilita alcançar o sucesso nas competições (Rodrigues 2010). O sucesso só é alcançado se o treinador e atleta formarem uma verdadeira equipa em sintonia e harmonia; de outro modo o sucesso não será atingido. Assim, o treinador desempenha um papel fundamental em todo o planeamento de metodologias de treino, necessitando, para tal, de competências próprias e de um vasto conhecimento técnico de modo a poder desenvolver metodologias de preparação de treino dos atletas, envolvendo detalhes técnicos adequados à obtenção da melhor performance do atleta (Raposo 2002).

A principal opressão dos treinadores de meio fundo e fundo ao longo dos anos era a inexistência de um instrumento válido para num determinado momento da época analisar os volumes e as intensidades de treino do atleta, de modo a quantificar a eficácia do plano de treino e respetivo efeitos pretendidos (Santos 1995). O controlo do plano de treino é um processo que permite ao treinador compreender e avaliar as alterações emocionais, intelectuais e principalmente funcionais do atleta (Castelo *et al.* 2000).

A avaliação do treino consiste em verificar a progressão do atleta ao longo de um período temporal, tendo por base o momento inicial de avaliação do atleta e recorrendo a um planeamento específico para atingir esses objetivos, comparando esses mesmos (previamente definidos) com os resultados que a atividade imposta pelo treinador produziu (Raposo 2002).

Especificamente no atletismo, a avaliação de treino é feita a cada ciclo de quatro a seis semanas e o controlo é baseado na análise de frequência cardíaca e na produção de lactato (testes fisiológicos).

Nos últimos anos, verificou-se um aumento exponencial no interesse (tanto de treinadores como de atletas) pela realização de testes fisiológicos com o intuito de acompanhar a esperada progressão da performance e consequente melhoria do rendimento do atleta (Jones e Doust 1996). Assim, os testes fisiológicos permitem a execução de alterações no plano de treino, prevendo a capacidade e o desempenho de cada atleta e auxiliando na prescrição e/ou a orientação de programas e conteúdos no plano de treino específico para cada atleta (Mooses *et al.* 2015). O domínio destas variáveis oferece rigor no treino de acordo com os objetivos de treino, de modo a dominar os pressupostos da avaliação e controlo de treino do atleta.

Os conceitos de limiar aeróbio e anaeróbio devem ser elucidados. Diferentes termos têm sido empregues por distintos autores para descrever o conceito de limiar aeróbio (Wasserman *et al.* 1973). O limiar anaeróbio foi definido por (Wasserman *et al.* 1973), como "*aquela intensidade da carga de trabalho em que a taxa de produção de ácido láctico elimina sua taxa de remoção*". O limiar anaeróbio corresponde a um aumento significativo da concentração de lactato sanguíneo proveniente de uma resposta a um estímulo de exercício (Mader e Heck 1986).

1.2 Objetivos do Estudo

Este estudo tem como principal objetivo perceber o comportamento de variáveis fisiológicas em situações laboratoriais e no contexto real, sendo para isso avaliado e quantificado o limiar anaeróbio dos atletas na pista e no tapete rolante. Este estudo baseia-se na necessidade de responder às seguintes questões: Correr à mesma velocidade na pista e no tapete rolante origina a mesma resposta fisiológica em termos de produção de lactato? Haverá relação entre correr no terreno vs correr no tapete rolante a 0% de inclinação, ou vs correr na passadeira a 1% de inclinação?

1.3 Estrutura do Estudo

O presente manuscrito encontra-se dividido em oito capítulos. Relativamente ao primeiro capítulo apresentado, contextualiza-se a pertinência do estudo e evidencia-se os objetivos pretendidos, ao qual se designou de introdução. O segundo capítulo incide sobre a revisão da literatura, apresentando alguns dos conceitos gerais considerados mais importantes tendo em consideração a literatura pertinente ao tema. No terceiro capítulo encontra-se a metodologia utilizada que tem por principal objetivo descrever de forma detalhada o estudo implementado pelo autor, de forma a atingir os objetivos propostos. No quarto capítulo encontram-se os resultados obtidos e devidamente descritos com uma sumária interpretação de gráficos e tabelas. No quinto capítulo, a discussão, em que há a interpretação detalhada de todos os resultados, tentando responder a todas as questões que surgiram previa e durante a realização deste estudo, tendo o especial cuidado de efetuar todas as comparações possíveis com os resultados obtidos na bibliografia pertinente a este tema. No capítulo sexto, conclusão, evidencia como a designação e infere, as principais conclusões obtidas no presente estudo.

Capítulo II – Revisão da Literatura

A presente revisão foi efetuada, primeiramente, com intuito de descrever os conceitos relacionados com as definições base das variáveis relacionadas com o limiar anaeróbio e sua determinação. Posteriormente são abordados diversos conceitos relacionados com o tema do estudo, por forma a dar uma melhor linha condutora de todo o trabalho realizado.

2.1 Importância do Lactato Sanguíneo

O teor de lactato do sangue é um parâmetro de grande importância. Este conteúdo é medido em milimoles de lactato por litro de sangue. Em repouso, pessoas saudáveis possuem aproximadamente entre 1 e 2 mmol/L, sendo que a prática de exercício físico regular diminui esse valor. Consequente, a concentração de lactato no sangue representa o equilíbrio entre a taxa de produção e a taxa de eliminação (Bourdon 2013).

Durante exercícios leves a moderados, a energia necessária para os músculos está dependente da disponibilidade adequada de oxigénio. À medida que a intensidade do exercício aumenta, os músculos são incapazes de manter o equilíbrio entre a produção de energia e a indagação de energia por meio do metabolismo aeróbio. É nestes gastos energéticos, a partir dos quais ocorre acumulação de lactato na corrente sanguínea (Janssen 2001).

No ponto exato em que o metabolismo aeróbio é incapaz de satisfazer as necessidades energéticas do indivíduo, a fonte energética do músculo dependerá do metabolismo anaeróbico para o suprimento de energia e é denominado como o início da acumulação de lactato no sangue, em inglês *onset of blood lactate accumulation (OBLA)*. Conhecido também pela denominação de limiar anaeróbico, ou limiar de lactato (Farrell et al. 1979), é tipicamente relatado como uma percentagem do volume de consumo oxigénio máximo (VO_{2max}).

O padrão do limiar de lactato é diferente para os indivíduos treinados e não treinados, sendo a única diferença a percentagem de (VO_{2max}) na qual ocorre o limiar de lactato. O limiar de lactato é treinável e é frequentemente reconhecido como um indicador do desempenho de resistência, sendo habitualmente usado na prescrição do exercício, no qual a intensidade do exercício é definida pelo limiar de lactato de uma

pessoa ou ligeiramente acima dela. Sendo continuamente ajustado à medida que o indivíduo treina e se torna mais apto (Monteiro 2014).

2.2 Conceitos base sobre Lactato Sanguíneo

A medição da resposta do lactato sanguíneo ao exercício físico em conjunto com a frequência cardíaca, o consumo de oxigénio (VO_{2max}) e a intensidade de treino são indicadores importantes e fazem parte da avaliação fisiológica do desempenho do atleta (Daniels *et al.* 1978; Coyle *et al.* 1986).

Existem três motivos primordiais para a escolha destes parâmetros: (i) são indicadores na adaptação ao treino, (ii) correlacionam-se com o desempenho da resistência, e (iii) indicam qual o estímulo ideal para o treino (Sjödín *et al.* 1982; Yoshida *et al.* 1982; Weltman *et al.* 1992; Bishop *et al.* 1998).

De acordo com vários autores, existem pelo menos dois limiares na resposta do lactato sanguíneo ao exercício (Kindermann *et al.* 1979; Wasserman 1984 ; Heck *et al.* 1985; Faude *et al.* 2009).

O primeiro limiar está relacionado com a intensidade do exercício, onde surge o aumento sustentado do lactato sanguíneo acima dos níveis de repouso (Beaver *et al.* 1985), sinónimo de que o atleta está a trabalhar numa área de regime confortável. O segundo limiar está associado a um rápido aumento na concentração de lactato no sangue. Este ponto representa a mudança do metabolismo energético oxidativo parcialmente anaeróbio durante o exercício e refere-se ao limite superior da concentração de lactato no sangue indicando um equilíbrio entre a produção e eliminação de lactato (Heck *et al.* 1985; Beneke 1995; Harnish *et al.* 2001). No entanto, deve ser realçado que alguns autores contestam os estudos e sugestões referidas acima, afirmando que não existem pontos de quebras e/ou limiares nas respostas ventilatórias e metabólicas ao exercício incremental (Hagan e Smith 1984; Hughson *et al.* 1987; Cheng *et al.* 1992).

2.3 Limiar de Lactato e início do Lactato Sanguíneo

De acordo com alguns autores (Davis *et al.* 1979; Kindermann *et al.* 1979), à medida que a intensidade do exercício aumenta existem pontos de quebra específicos que indicam a acumulação de lactato na corrente sanguínea. A intensidade relativa com que se inicia a acumulação de lactato no sangue é denominada limiar de lactato (LT) (Yoshida 1984).

O limiar anaeróbio está relacionado com a dependência crescente de mecanismos anaeróbios à medida que aumenta a intensidade do exercício. O limiar anaeróbio geralmente começa com 50% a 60% do VO_{2max} em indivíduos não treinados e em cerca de 70% a 80% em indivíduos treinados (Cerretelli *et al.* 1975; Farrell *et al.* 1979).

O segundo ponto de inflexão, denominado de início da acumulação de lactato no sangue, ocorre quando a concentração de lactato sanguíneo é próxima a 4mmol/L (Hill *et al.* 1924; Sjödín e Jacobs 1981; Tanaka *et al.* 1983) sendo as células musculares responsáveis pelo metabolismo anaeróbio e produção de lactato, denominadas de fibras do tipo II.

Independentemente do mecanismo, a mudança na LT ou no *OBLA* permite que o atleta atue em percentagens mais altas de VO_{2max} sem produção ou acumulação de lactato no sangue (Brooks *et al.* 2005; Davis *et al.* 1979) Além disso, o desempenho de resistência pode variar muito de indivíduo para indivíduo, mesmo quando os valores de VO_{2max} são iguais. A resistência do atleta, especialmente em elevadas percentagens de VO_{2max} , pode estar mais relacionada à produção de lactato, do que à remoção da utilização de glicogénio e/ou economia de corrida do que ao VO_{2max} .

2.4 Acumulação de Lactato

Jones e Ehrsour (1982) afirmam que a resposta do lactato ao exercício dá informações válidas e relevantes. Para tal requer uma descrição precisa da intensidade e duração, bem como cálculos e técnicas cuidadosamente definidas.

Segundo Bourdon (2013) as acumulações de lactato no sangue durante protocolos incrementais têm sido frequentemente usadas para avaliar os efeitos do treino, ajustando as intensidades de treino e assim prever o desempenho.

Habitualmente executado através da determinação dos pontos de deflexão ou limiares de lactato sanguíneo *versus* curva de intensidade.

As razões para a crescente popularidade do uso de avaliações de lactato sanguíneo são: (i) o poder preditivo e avaliativo associado à resposta do lactato ao exercício, (ii) o desenvolvimento de analisadores de lactato automáticos que oferecem rapidez e precisão, (iii) a confiabilidade na padronização, (iv) o aumento dos níveis de formação académica em *coaching* e para tal é necessária compreensão de tais métodos modernos de treino (Bourdon 2013) . Contudo, a controvérsia persiste no que respeita ao conceito, fenómeno e utilização de métodos que estudem e analisem a acumulação de lactato no sangue.

2.5 Categorias de Limiar de Lactato no Sangue

Na nomenclatura desportiva, são empregues inúmeros conceitos e definições na descrição de limiares de lactato sanguíneo. Contudo Bourdon (2013) classifica-os somente em três categorias: (i) concentrações fixas de lactato no sangue, (ii) limiares de lactato anaeróbio individuais, (iii) avaliações máximas do estado de equilíbrio de lactato.

2.5.1 Concentrações Fixas de Lactato no Sangue

As concentrações fixas de lactato sanguíneo sofreram alterações ao longo do tempo. Os valores mais usados são de 2 mmol/L (Kindermann *et al.* 1979), 3 mmol/L (Borch *et al.* 1993) e o 4 mmol/L (Heck *et al.* 1985; Mader e Heck, 1986; Foster *et al.* 1993; Foxdal *et al.* 1994; Bishop *et al.* 1998). O valor de 4 mmol/L é o mais prevalente na literatura sobre este tema, mantendo-se actual até presente. Neste parâmetro, o objetivo foi de avaliar a resposta ao exercício de modo incremental. A intensidade real associada às concentrações fixas de lactato no sangue é determinada por interpolação a partir de parcelas visuais de intensidade de exercício.

2.5.2 Limiar Individual de Lactato

De acordo com Stegmann *et al.* (1981) as concentrações de lactato sanguíneo no estado de equilíbrio podem variar muito entre os indivíduos. Deste modo, foi proposto o conceito de individualização nas determinações do limiar de lactato no sangue (Bourdon 2013). Segundo o mesmo autor, o cálculo do limiar de lactato no sangue pode ser obtido através de transformações logarítmicas, taxas de acumulação de metabólitos, métodos tangenciais e avaliações subjetivas para determinar o 1º limiar anaeróbio individualizado (LT1)¹ (Coyle *et al.* 1984; Beaver *et al.* 1985; Newell *et al.* 2007) e intensidades do 2º limiar anaeróbio (LT2) (Stegmann *et al.* 1981; Tegtbur *et al.* 1993).

2.5.3 Avaliação do Estado de Equilíbrio Máximo de Lactato

O *MLSS* (*Maximal Lactate Steady State*) define a intensidade do exercício que pode ser mantida ao longo do tempo sem acúmulo contínuo de lactato no sangue (Heck *et al.* 1985; Beneke 1995; Faude *et al.* 2009).

MLSS sugere uma intensidade de exercício acima da qual a taxa de glicólise anaeróbia excede a taxa de utilização de piruvato mitocondrial, causando o aparecimento de lactato (Heck *et al.* 1985; Mader e Heck 1986; Beneke 2003; Billat *et al.* 2003).

O exercício acima do *MLSS* está associado a um aumento constante da ventilação pulmonar e $VO_{2\ max}$ (Gaesser e Poole 1988) e é inequivocamente mal tolerado pelos atletas após longos períodos de tempo (Billat *et al.* 2003; Gaesser e Poole, 1988). Consequentemente, considera-se que o *MLSS* pode ser discriminador qualitativamente entre intensidades de exercício sustentáveis, em que o trabalho contínuo é limitado pela energia armazenada e as intensidades de exercício têm que ser concluídas devido a uma perturbação da homeostasia celular através da acumulação de produtos metabólicos fatigantes (Beneke 2003).

O *MLSS* é considerado a melhor variável na quantificação da capacidade de resistência do atleta (Jones e Carter 2000), representando uma medida quantitativa do

¹ LT1 refere-se à menor intensidade adjudicada com capacidade em incrementar os níveis de lactato no sangue em. LT2 corresponde à intensidade que impõe um rápido aumento de lactato no sangue.

comportamento relacionado com o exercício da concentração de lactato sanguíneo (Beneke *et al.* 2001).

2.6 Ergómetro

Um ergómetro é um dispositivo de exercício que permitir medir e controlar a intensidade do exercício realizado (Oliveira 2006). Quando as respostas fisiológicas ao exercício são avaliadas em laboratório, o esforço físico do atleta deve ser controlado para fornecer um ritmo constante e preciso do exercício, habitualmente realizado através do uso de um ergómetro.

2.6.1 Tapete Rolante

O tapete rolante é uma esteira rolante que utiliza como estímulo funcional a caminhada, marcha e/ou corrida, atividades base da grande maioria das modalidades desportivas e também da maioria das ações motoras diárias (Oliveira 2006). Assim sendo, de acordo com o autor, inicialmente, só os membros inferiores são solicitados, porém, no decorrer do exercício e no aumento da intensidade, os membros superiores acabam, também, por ser utilizados. Como tal, o tapete rolante apresenta-se como uma mais valia, sendo um aparelho integrado num micro-ambiente, no qual as variáveis velocidade e inclinação podem ser manipuladas, de modo a que diversos testes possam ser elaborados e repetidos (Schache *et al.* 2001).

O tapete rolante é frequentemente utilizado para avaliar o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}) e para determinar limiares aeróbios e anaeróbios por meio de trocas gasosas durante testes incrementais (Mooses *et al.* 2015). Este ergómetro (tapete rolante) permite a captura de um maior número de ciclos de marcha/corrída, garantindo a obtenção da cinemática contínua do movimento (Fellin *et al.* 2010). Embora este processo seja vantajoso, deve realçar-se que o tapete rolante altera a mecânica dos movimentos em comparação com o movimento que o atleta faz sobre o solo (Brand e Crowninshield 1981).

A corrida em tapete rolante é caracterizada como uma corrida económica, quando comparada à corrida no exterior nas mesmas condições, nomeadamente em velocidade análoga (Jones e Doust 1996; Saunders *et al.* 2004). A habituação de corrida

em tapete rolante pode influenciar de forma significativa as diferenças na economia de corrida no exterior (Lavcanskae *et al.* 2005).

De acordo com os autores Jones e Doust (1996), existem diferenças significativas entre a corrida em tapete rolante e a corrida no exterior que devem ser salientadas (Jones e Doust 1996). A corrida no exterior, necessita de um maior dispêndio energético causado pela resistência do ar, ao passo que no tapete rolante, o trabalho é atenuado em parte por fatores mecânicos e climáticos. No estudo realizado pelos referidos autores afim de tornar mais equilibrado o esforço entre as duas formas de corrida, introduziram uma inclinação de 1%, promovendo um maior dispêndio de energia (Jones e Doust 1996). Para compensar a falta de resistência do ar e outros fatores, alguns investigadores empregam ligeiras inclinações no tapete rolante, como por exemplos 1% (Heck *et al.* 1985).

Apesar da corrida em tapete rolante diferir categoricamente da corrida em pista, a corrida em tapete informa-nos sobre a economia do atleta e a variância da mesma ao longo do tempo (Saunders *et al.* 2004), sendo facilmente monitorizada.

2.7 Protocolos Intermitentes de Carga Progressiva Máximas

2.7.1 Duração do patamar

A duração do patamar é um dos fatores que influênciam negativamente a curva de resposta do exercício de lactato sanguíneo.

Na literatura parece não existir uma uniformidade de conceitos entre autores. Alguns estudos demonstram que quanto maior é a duração do patamar, menor são os valores de LT2 (Mader *et al.* 1976; Heck *et al.* 1985; Bentley *et al.* 2001; Bentley *et al.* 2007). Logo, para se atingir concentrações de lactato sanguíneo no estado de equilíbrio, o período de exercício deverá ser de pelo menos 3 a 5 min, permitindo assim uma determinação precisa da LT2 (Stegmann *et al.* 1981; Heck *et al.* 1985; Foxdal *et al.* 1994). Conseqüentemente, de modo a obter dados mais precisos para as prescrições de intensidades de treino, deverá ser usado no protocolo do teste um tempo de patamar de 5 minutos (Foxdal *et al.* 1996; Oyono-Enguelle *et al.* 1990).

2.7.2 Intervalo de descanso

O intervalo de descanso e o momento da recolha de sangue ente patamares pode afetar a determinação dos limiares de lactato sanguíneo (Mader *et al.* 1976). Porém, não há consenso quanto ao tempo de intervalo de tempo mínimo a aguardar até efetuar a recolha de amostras, pelo que esta deve ocorrer imediatamente após o final de cada patamar (Monteiro 2014). Deste modo, qualquer intervalo entre os momentos de exercício deve ser mantido e padronizado, sendo o tempo de um minuto o máximo de tempo para recolha (Bourdon 2013).

2.7.3 Número de patamares

Após variados desenvolvimentos em estudos matemáticos (que não desenvolvemos aqui por não serem alvo de estudo; podendo ser consultados em Australian Institute of Sport, (1995) conclui-se que as manipulações requerem um número mínimo de incrementos que pode variar entre 5 e 7 patamares (Mader *et al.* 1976) para serem consideradas suficientes para a adequada representatividade dos dados obtidos.

2.7.4 Frequência cardíaca

A monitorização da frequência cardíaca ao longo dos anos tornou-se um método popular para medir a intensidade do exercício (Borresen e Lambert 2009). A frequência cardíaca pode ser utilizada para perceber a resposta do atleta à carga de treino, monitorizando as alterações na sua condição física (Maglischo 2003). Trata-se de um mecanismo simples de medição que permite perceber os parâmetros cardiovasculares referentes ao processo de treino (Wilmore e Costill 2010). Contudo, neste trabalho não foram objetos de estudo.

Capítulo III – Metodología

No presente capítulo apresentaremos a amostra e respetiva caracterização dos procedimentos e técnicas de análises de dados utilizadas.

3.1 Critérios de seleção da Amostra

Como critérios de inclusão, considerámos indivíduos do sexo masculino, com número mínimo de 3 treinos por semana, obrigatoriedade de no mínimo possuir 3 anos de prática contínua de atletismo e pertencentes a um de 5 escalões (sub 23, sénior e veteranos M35, M40 e M45). A todos os elementos do estudo foi entregue em papel um consentimento informado (esclarecido e livre) e mediante a aceitação de participação no estudo, o mesmo foi assinado de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo.

3.2 Desenho Metodológico

Neste estudo procedeu-se à utilização de um desenho metodológico com os seguintes procedimentos:

- Escolha dos atletas atendendo aos critérios de seleção da amostra acima mencionados.
- Todos os atletas utilizaram equipamento confortável, tendo sido recomendado a utilização do mesmo equipamento que habitualmente utilizam nas diferentes condições de realização de testes.
- Habituação ao tapete rolante para que a curva de aprendizagem não afete os resultados.
- Recolha de variáveis antropométricas estatura e massa corporal e avaliação de composição corporal, sendo efetuada por um único profissional da área com o claro intuito de reduzir (ao máximo) o viés de inter-observador.
- Os testes de terreno foram efetuados numa pista sintética de 400 metros.
- Os Teste laboratoriais foram realizados numa câmara térmica num tapete rolante HP cosmos com dois ensaios um a 0% de inclinação e outro a 1% de inclinação.
- Em todos os ensaios foi realizado o mesmo protocolo, máximo progressivo por patamares com intervalo de 1 minuto entre patamares (10 – 12 – 13 – 14 – 15 –

16 – 17 – 18 – 19 – 20 km/h) O início do protocolo foi escolhido atendendo à condição física prévia de cada sujeito. Quanto ao patamar final de cada sujeito, era estabelecido pelo próprio ao mostrar incapacidade de manter o ritmo imposto pela bicicleta.

3.3 Avaliação Antropométrica

A avaliação antropométrica foi realizada no primeiro dia de testes no Estádio Municipal Cidade de Coimbra e a variável analisada foi a massa corporal. No laboratório da Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI), foi quantificada a estatura.

3.3.1 Estatura

A determinação da estatura foi efetuada com os participantes relaxados, na posição anatómica de referência, com recurso a um estadiómetro (Harpeden[®], Modelo 98,603 Holtain Limited, UK) com os pés descalços e calcanhares juntos, a zona torácica e a nuca encostados ao estadiómetro. Para a determinação da estatura a placa de madeira presente foi deslocada para baixo até tocar no vértex da cabeça. A leitura foi efetuada no mostrador, onde o resultado foi expresso em metros (m) com duas casa decimais.

3.3.2 Massa Corporal

A massa corporal foi quantificada com uma balança digital portátil (Seca[®], Modelo 770, Germany, 2003). O participante permaneceu imóvel em cima da balança, descalço, com o mínimo de roupa possível, na posição anatómica de referência e a olhar em frente. Os valores finais apresentados pela balança são expressos em quilogramas (kg).

3.4 Avaliação da composição corporal

A avaliação da composição corporal foi medida no Estádio Municipal Cidade de Coimbra, tendo por objetivo avaliar-se a variável massa gorda. Na determinação da percentagem de massa gorda foi utilizada a equação das sete pregas dos autores (Jackson e Pollock 1978), atendendo que esta fórmula é específica para sujeitos do sexo masculino que sejam atletas com idades compreendidas entre 18 e 61 anos e como tal aplicável à amostra do estudo.

$$\text{Densidade corporal} = 1,112 - 0,00043400 (\text{soma das sete pregas}) + 0,00000055 (\text{soma das sete pregas})^2 - 0,00028826 (\text{idade})$$

3.4.1 Medição de Pregas Adiposas

Para realizar as medições pedimos aos atletas que se encontrassem relaxados. As pregas de adiposidade medidas, conforme o (ACSM 2010) foram:

- Prega Peitoral – Prega diagonal, medida a meia distância entre a axila e o mamilo.
- Prega tricipital – Prega vertical, medida na face posterior do braço direito a meia distância na linha entre o acrómio e o olecrâneo.
- Prega subescapular – Prega oblíqua, medida na região posterior do tronco abaixo do vértice inferior da omoplata.

- Prega média Axilar – Prega vertical medida na linha entre a axila e a crista ilíaca.
- Prega abdominal - prega vertical, medida 2 centímetros do lado esquerdo do umbigo.
- Prega suprailíaca – prega diagonal, imediatamente acima da linha do ângulo anterior da crista ilíaca.
- Prega crural – prega vertical, medida na linha média da face anterior da coxa direita localizada a meio da prega inguinal e do bordo superior da patela. O atleta está apoiado com as nádegas na ponta de uma cadeira com um membro inferior direito a formar um ângulo de 90°.

3.5 Concentração de Lactato

A recolha das amostras sanguíneas e a determinação da concentração de lactato foi realizada com a superfície do dedo desinfetada com um toalhete de álcool e depois seca com papel absorvente, sendo exercida uma picada com recurso a uma lanceta (Unistik Extra 2[®], Owen Mumford) no dedo polegar. A primeira gota de sangue foi descartada com um toalhete absorvente, segundos após e com o dedo virado para o solo, foi efetuada uma ligeira pressão de modo a formar uma gota de sangue utilizada nas medições. Com o capilar (Ringcaps[®], Hirschmann, ref: 9600110, Alemanha), foram recolhidos 10 microlitros (μl) de sangue de modo lento e contínuo, até que o volume de sangue atinja os 10 μl assinalados por uma risca preta. Após a recolha, com recurso a uma micropipeta (Hirschmann, 9609900, Germany), o sangue presente dentro do capilar foi transferido para dentro de um frasco de Lactate (Diaglobal, GmbH, Berlin), que contém solução para manter as substâncias conservadas. O frasco foi colocado dentro de uma arca em que as temperaturas de conservação devem rondar os 2°C, não ultrapassando os 8°C, para posteriormente ser analisado num espectofotómetro Dr. Lange[®].

3.6 Determinação das concentrações de lactato sanguíneo às 2 e 4 mmol/L

Para a determinação dos 2 e 4 mmol/L de lactato utilizou-se o Microsoft Excel 2016 e uma macro designada por Lactate-E e validada por (Newell et al. 2007). O resultado pode ser observado na **(Figura 1)** onde dela podem-se extrair os 2 e 4 mmol/L.

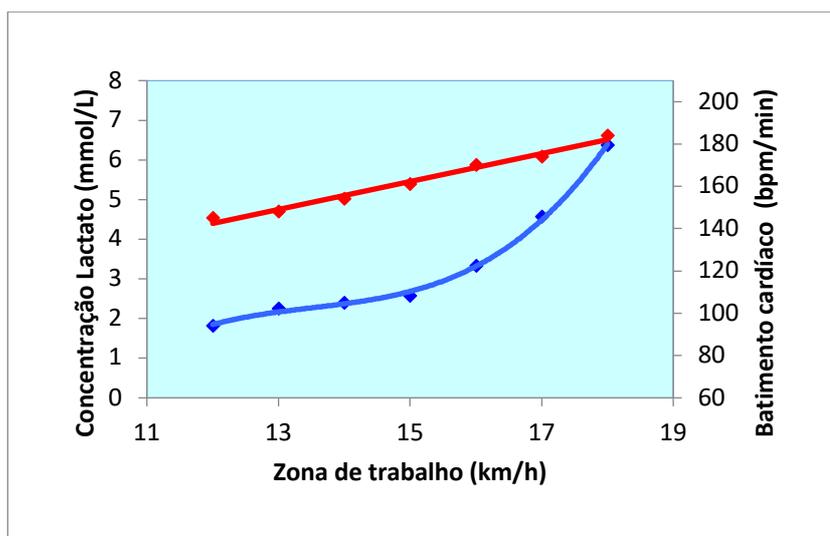


Figura 1. Exemplo de determinação 2 mmol/L e 4 mmol/L

3.7 Procedimento de calibração do Tapete Rolante

Neste estudo, para teste de calibração, foi necessário verificar se a velocidade exibida no painel do tapete rolante correspondia à velocidade real do referido tapete. Assim, foi necessário determinar o comprimento do tapete rolante introduzindo uma linha transversal de 2 cm que serviu de ponto de início e de fim de medição.

Com o auxílio de uma câmera de vídeo (Nixon®, Coolpix S 8200m), foram realizadas filmagens do tapete rolante a velocidades entre 8 e 20 km/h a frequências de amostragem de 30 Hertz , 60 e 120 (Hz) **(Figura 2)**.

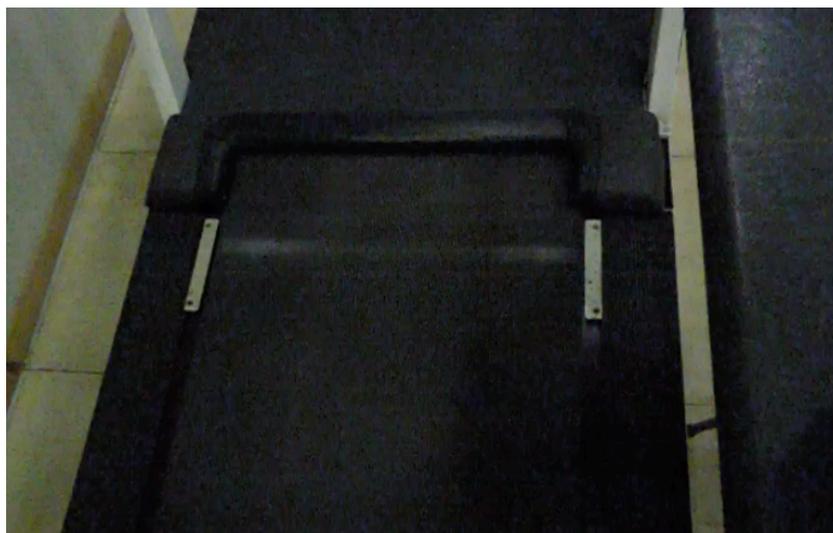


Figura 2. Linha orientadora para contagem de número de repetições de frames

Com a avaliação a 60Hz os valores indicados na análise do vídeo, aproximam-se dos valores indicados pelo tapete rolante, no entanto acima dos 16km/h foram encontradas dificuldades na determinação do frame de coincidência. Assim, existiu a necessidade de aumentar a frequência de amostragem para 120Hz e utilizar esses dados para a verificação da real velocidade da passadeira em comparação com os valores apresentados no mostrador da mesma.

Na análise do vídeo foi usado o software Kinovea 0.8.15 (Kinovea, 2013) através do qual obtiveram-se dois tipos de informação: o número total de frames e o tempo total de filmagem.

3.8 Estudo da velocidade do tapete rolante avaliada a 120Hz

Com o objetivo de confirmar a velocidade do ecrã do tapete rolante procedeu-se à análise de filmagens através do Kinovea a uma resolução de 120Hz. Optou-se pela resolução de 120Hz, sendo a que se aproximava com maior rigor dos resultados pretendidos. Segundo a tabela, os valores obtidos através do Kinovea são muito próximos dos valores do mostrador, pelo que foi decidido neste estudo utilizar-se os valores do mostrador.

Tabela 1. Acurácia da variável velocidade (km/h) do tapete rolante a uma resolução de 120Hz tendo por base a velocidade do mostrador.

Velocidade do Mostrador (km/h)	Velocidade Tapete 120 (Hz) (km/h)
10	9,9
12	12
13	13,1
14	13,9
15	15
16	16
17	16,9
18	17,9
19	18,8
20	19,8
R ²	0,999
Equação da reta	$y = 1,0069x - 0,0379$

A 120Hz foi criado no Microsoft Excel 2015 (Versão 15.12.3) um gráfico de dispersão, onde foi inserido a velocidade real e a velocidade do tapete. Imediatamente após a criação do gráfico, definiu-se uma linha de tendência e a equação do gráfico $y=1,0069*x-0,0379$ com o coeficiente de determinação. Com a equação do gráfico, determinou-se o valor de y tendo em consideração como valores para x os valores de velocidade do mostrador (**Figura 3**).

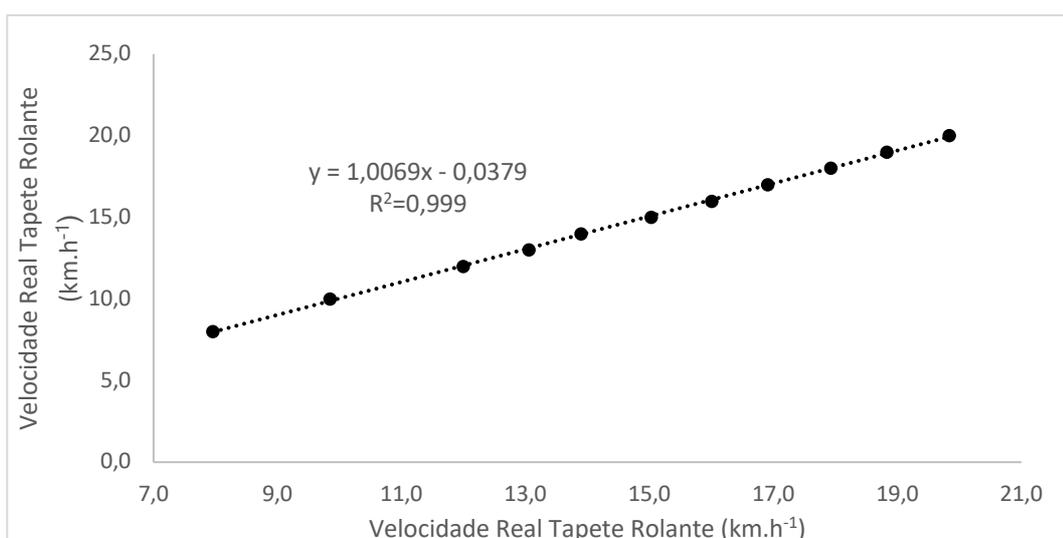


Figura 3. Resolução usada no Kinovea (120 Hz)

3.9 Descrição dos Protocolos de Avaliação

3.9.1 No terreno

A realização do teste foi precedida por um período de aquecimento de 15 minutos de corrida contínua a velocidades inferiores ao ritmo inicial do teste. Antes do início de cada teste foi sempre realizada a verificação da bicicleta: pressão dos pneus 2,5 (bar), ensaio de medição da distância do conta-quilómetros *versus* marcas de distância da pista, de modo que a velocidade no decorrer de cada patamar fosse real e com o mínimo viés possível. Para verificar a temperatura no início de cada recolha utilizámos um termómetro Clock/ Humidity HTC-1 de modo a salvaguardar igual temperatura em todos os testes (terreno e laboratório) para cada atleta.

Os testes de terreno foram efetuados numa pista sintética de atletismo, começavam a 10km/h ou 12 km/h dependendo do nível do atleta, os patamares eram progressivos de 3 voltas à pista (1200 metros), no entanto a partir do 18 km/h cada atleta realizava 4 voltas à pista (1600 metros) verificando-se um aumento de carga expresso na distância percorrida. Durante a realização dos testes foram dados sinais sonoros com os tempos corretos de passagem aos 200 e 400 m para que o condutor da bicicleta pudesse ter uma dupla aferição do seu ritmo. A frequência cardíaca foi medida com um Polar S-810 sendo registada sempre no final de cada patamar. O teste termina quando o atleta não acompanha a bicicleta no decorrer de cada patamar, os mesmos terminaram o teste por livre e espontânea vontade.

3.9.2 No Laboratório

Os testes no tapete rolante HP Cosmos a 0 e 1% de inclinação realizaram-se no laboratório. Para cada teste foram reproduzidas as condições de temperatura encontradas no terreno e foi ajustada a velocidade do tapete de modo a coincidir com a velocidade média realizada no terreno.

Tabela 2. Exemplo de tempo de avaliação teste terreno.

Patamar	Distância (m)	Velocidade (Km/h)	Frequência Cardíaca (bpm)	Tempo final (Min/km)	Lactato (mmol/L)
1	1200	12	145	05:54	1,81
2	1200	13	148	05:33	2,25
3	1200	14	154	05:07	2,39
4	1200	15	161	04:46	2,56
5	1200	16	170	04:26	3,33
6	1200	17	174	04:13	4,57
7	1600	18	184	05:18	6,36

Com os dados previamente obtidos no terreno e no laboratório, foi realizado um aquecimento com 15 min de corrida também em tapete. De acordo com o tempo de cada patamar realizado na pista, cada atleta reproduz o seu tempo na passadeira quer a 0% de inclinação quer a 1% de inclinação.

3.10 Análise estatística

A análise estatística foi efetuada com recurso ao Software informático IBM SPSS Statistics, versão 24.0 e ao Software informático *Excel* do *Microsoft Office* 2016, com um nível de significância de 5%, valor estabelecido para as ciências sociais e comportamentais.

A análise advém da estatística descritiva, com recurso a medidas de tendência central (média para as variáveis quantitativas) e de medidas de dispersão (desvio padrão e amplitude).

Teste t student para comparação de médias entre diferentes condições de realização, verificação da normalidade utilizando o método de Shapiro- Wilk.

Relativamente à análise da relação entre as variáveis foi utilizado o coeficiente de correlação produto momento de Pearson, com o objetivo de avaliar o comportamento de variáveis fisiológicas em situações laboratoriais e no contexto real, relativamente ao limiar anaeróbio dos atletas na pista e no tapete rolante.

Capítulo IV – Resultados

4.1 Caracterização dos atletas

Estatística descritiva (média, \pm desvio padrão) para a idade cronológica, anos de prática, estatura, massa corporal e massa gorda é sumariada na **Tabela 3**. O presente estudo foi realizado com 24 atletas federados de atletismo do gênero masculino. A idade dos participantes era de $32,37 \pm 9,24$ anos, pertencentes à região centro do país. Dos 24 atletas que participaram no estudo 14 eram de pista e 10 de estrada, com $7 \pm 6,03$ anos de experiência na modalidade. A estatura dos atletas era de $1,74 \pm 0,55$ metros, a massa corporal $65,66 \pm 5,92$ kg, a massa gorda $10,29 \pm 3,85$ %.

Tabela 3. Unidades de medida, média e desvio padrão dos índices avaliados para a caracterização de cada atleta

Variáveis em Estudo	Unidades de Medida	Média	Dp
Idade	anos e meses	32,37	9,24
Experiência	anos	7,00	6,03
Estatura	m	1,74	0,55
Massa Corporal	kg	65,66	5,92
Massa Gorda	%	10,29	3,85

4.2 Determinação da velocidade média de corrida nas concentrações de lactato sanguíneo às 2 e 4 mmol/L

Na **Tabela 4** podemos verificar a estatística descritiva (média, \pm desvio padrão) relativa as concentrações de lactato a 2mmol/L e 4mmol/L no terreno a 0% e 1% de inclinação. No grupo avaliado a velocidade atingida para concentração de lactato a 2mmol /L na pista foi de $12,93\pm 1,79$ km/h no terreno, a 0% de inclinação em tapete rolante foi de $13,02\pm 1,35$ km/h e a 1% de inclinação em tapete rolante foi de $12,89\pm 1,67$ km/h. A 4mmol/L o grupo avaliado atingiu no terreno a velocidade de $15,99\pm 1,12$ km/h, a 0% e a 1% de inclinação em tapete rolante a velocidade alcançada foi de $15,98\pm 1,13$ km/h e $15,96\pm 1,09$ km/h, respetivamente.

Tabela 4. Média e desvio padrão das velocidades do limiar anaeróbio nas concentrações de 2mmol/L e 4mmol/L nas diferentes condições de realização (terreno , 0% e 1% de inclinação)

Terreno vs Laboratório		Níveis de Lactato (mmol/L)	Média km/h	DP
Terreno		2	12,93	1,79
		4	15,99	1,12
Tapete Rolante	0%	2	13,02	1,35
		4	15,98	1,13
	1%	2	12,89	1,67
		4	15,96	1,09

Na **Tabela 5** verifica-se o nível de significância referente à comparação das condições de realização de testes.

Tabela 5. Comparação da velocidade no limiar nas concentrações de 2mmol/L nas diferentes condições de realização de teste (terreno vs 0%; terreno vs 1 %; 0 % vs 1%)

Terreno vs Laboratório	Significância
Terreno vs 0%	0,816
Terreno vs 1%	0,712
0% vs 1%	0,712

T-Student (comparação de médias entre diferentes condições de realização);

Tabela 6. Comparação da velocidade no limiar nas concentrações de 4mmol/L nas diferentes condições de realização de teste (terreno vs 0%; terreno vs 1 %; 0 % vs 1%)

Terreno vs Laboratório	Significância
Terreno vs 0%	0,969
Terreno vs 1%	0,686
0% vs 1%	0,796

T-Student (comparação de médias entre diferentes condições de realização);

Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nas velocidades atingidas para as concentrações de lactato sanguíneo a 2 mmol/L entre as velocidades resultantes da corrida no terreno e as velocidades de corrida alcançadas a 0% e a 1% de inclinação no tapete rolante.

Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nas velocidades correspondentes à concentrações de lactato sanguíneo a 4 mmol/L entre as velocidades resultantes da corrida no terreno e as velocidades de corrida alcançadas a 0% e a 1% de inclinação no tapete rolante ($p > 0,05$).

4.3 Análise da frequência cardíaca nas diferentes condições de realização

Na **Tabela 6** verifica-se a estatística descritiva (média, \pm desvio padrão) relativo aos valores de frequência cardíaca nas diferentes condições de realização e diferentes velocidades

Tabela 7. Média e desvio padrão da frequência cardíaca e dos valores de velocidade considerados no estudo para cada uma das condições de realização

km/h	Média Fc(bpm)	Dp	km/h	Média Fc(bpm)	Dp	km/h	Média Fc(bpm)	Dp
Terreno			0% Inclinação			1% Inclinação		
12	142,08	12,87	12	138,83	13,89	12	141,84	14,67
13	150,46	13,36	13	146,42	14,20	13	150,08	14,20
14	157,96	14,45	14	153,79	14,39	14	158,04	14,63
15	163,67	13,84	15	160,50	16,03	15	164,12	15,05
16	169,70	12,82	16	168,04	15,88	16	170,63	13,83
17	175,10	13,64	17	172,90	14,78	17	173,45	15,02
18	178,42	11,34	18	173,50	11,15	18	175,67	9,43

Na **Tabela 7** verifica-se o nível de significância referente à comparação das condições de realização de testes e diferentes velocidades.

Tabela 8. Comparação da frequência cardíaca para cada uma das velocidades consideradas no estudo nas diferentes condições de realização

km/h	Terreno vs 0%	Terreno vs 1%	0 % vs 1%
12	0,013*	0,815	0,017*
13	0,001**	0,687	0,001**
14	0,000**	0,951	0,006**
15	0,002**	0,660	0,001**
16	0,274	0,335	0,053
17	0,084	0,252	0,617

* ($p \leq 0,05$); **($p \leq 0,01$)

T-Student (comparação de médias entre diferentes condições de realização);

A frequência cardíaca média a 12km/h, na pista, foi de 142,08 \pm 12,87 batimentos por minuto. Nos protocolos laboratoriais, no tapete rolante a frequência cardíaca média

foi avaliada em $138,83 \pm 13,89$ a 0% e $141,83 \pm 14,67$ a 1% de inclinação respetivamente **Tabela 6**. Observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre terreno e 0% de inclinação nos batimentos cardíacos. Verificou-se assim que não existe diferenças ao nível de batimentos cardíacos na prática de corrida em terreno e na passadeira a 1% de inclinação **Tabela 7**.

A 13km/h o valor da frequência cardíaca na pista foi de $150,46 \pm 13,36$ batimentos por minuto. No tapete rolante a frequência cardíaca média foi avaliada em $146,42 \pm 14,20$ a 0% e $150,08 \pm 14,20$ a 1% de inclinação **Tabela 6**. Observaram-se diferenças estatisticamente significativas entre o terreno e 0% de inclinação e 0% e 1% de inclinação nos batimentos cardíacos. Verificou-se também que não existe diferença ao nível de batimentos cardíacos quando se corre no terreno e na passadeira a 1% de inclinação **Tabela 7**.

A 14 km/h o valor da frequência cardíaca na pista foi de $157,96 \pm 14,45$ batimentos por minuto. No tapete rolante a frequência cardíaca media foi avaliada em ($153,79 \pm 14,39$ a 0% e $158,04 \pm 14,63$ a 1% de inclinação **Tabela 6**. Observam-se diferenças significativas entre 0% e 1% de inclinação e entre terreno e 0% de inclinação **Tabela 7**.

A 15 km/h o valor da frequência cardíaca média na pista foi de $163,67 \pm 13,84$ batimentos por minuto. No tapete rolante a frequência cardíaca média foi avaliada em $160,50 \pm 16,03$ a 0% e $163,12 \pm 16,03$ a 1 % de inclinação **Tabela 6**. Observaram-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre terreno e 0% de inclinação nos batimentos cardíacos. Verifica-se que não existe diferenças ao nível de batimentos cardíacos quando se corre no terreno e na passadeira a 1% de inclinação ($p > 0,05$). Com era expectável, com o incremento da velocidade verificou-se um aumento na frequência cardíaca média na pista e na passadeira rolante **Tabela 7**.

A 16km/h o valor da frequência cardíaca média no terreno foi de $169,70 \pm 12,82$ batimentos por minuto. Nos protocolos laboratoriais a frequência cardíaca média a 0% de inclinação foi registada a $168,04 \pm 15,88$ batimentos por minuto, enquanto que a 1% de inclinação o valor da frequência cardíaca média foi de $170,63 \pm 13,85$ batimentos por minuto **Tabela 6**. Verificou-se que não existem diferenças na frequência cardíaca

quando se corre no terreno e na passareira a 0% de inclinação e na passareira a 0% de inclinação e a 1% de inclinação ($p>0,05$).

Existem diferenças ao nível de batimentos cardíacos quando se corre no terreno e na passareira a 1% de inclinação ($p<0,05$) **Tabela 7**.

A 17 km/h o valor da frequência cardíaca média na pista foi de $175,10\pm 13,64$ batimentos por minuto. No tapete rolante a frequência cardíaca média foi avaliada em $172,90\pm 13,64$ e $173,45\pm 15,02$ a 0% e 1% de inclinação **Tabela 6**. Verificou-se também que não existe diferenças ao nível de batimentos cardíacos nas diferentes condições de realização ($p>0,05$) **Tabela 7**.

A 18 km/h o valor da frequência cardíaca média na pista foi de $178,42\pm 11,34$ batimentos por minuto. Nos protocolos laboratoriais a frequência cardíaca média a 0% de inclinação foi registada a $173,50\pm 11,15$ batimentos por minuto, enquanto que a 1% de inclinação o valor da frequência cardíaca média foi de $175,67\pm 9,41$ batimentos por minuto **Tabela 6**. Observaram-se diferenças estatisticamente significativas ($p<0,05$) entre terreno e 0% de inclinação nos batimentos cardíacos, no entanto não existem diferenças estatisticamente significativas nos batimentos cardíacos entre terreno e 1% de inclinação **Tabela 7**.

4.4 Análise das concentrações de lactato sanguíneo nas diferentes velocidades de corrida

Na **Tabela 8** verifica-se a estatística descritiva (média, desvio padrão) relativo aos valores da concentração de lactato referentes a cada uma das velocidades do estudo nas diferentes condições de realização .

Tabela 9. Média e desvio padrão da concentração de lactato referente a cada uma das velocidades do estudo nas diferentes condições de realização

km/h	Média mmol/L	Dp	km/h	Média mmol/L	Dp	km/h	Média mmol/L	Dp
Terreno			0% Inclinação			1% Inclinação		
12	1,73	0,42	12	1,76	0,38	12	1,74	0,42
13	2,08	0,51	13	2,18	0,56	13	2,16	0,53
14	2,61	0,77	14	2,60	0,83	14	2,58	0,68
15	3,42	1,28	15	3,49	1,19	15	3,54	1,27
16	4,32	1,88	16	4,71	2,24	16	4,57	2,06
17	5,35	1,64	17	5,38	2,05	17	5,51	1,77
18	7,36	2,82	18	6,61	2,33	18	7,42	3,00

Na **Tabela 9** verifica-se o nível de significância referente às concentrações de lactato sanguíneo para as concentrações de lactato sanguíneo , consideradas nas diferentes condições de realização

Tabela 10. Comparação da concentração de lactato sanguíneo para cada uma das velocidades consideradas no estudo nas diferentes condições de realização

km/h	Terreno vs 0%	Terreno vs 1%	0 % vs 1%
12	0,708	0,827	0,827
13	0,400	0,141	0,141
14	0,959	0,702	0,702
15	0,631	0,206	0,206
16	0,548	0,435	0,356
17	0,936	0,302	0,302
18	0,101	0,853	0,853

* ($p \leq 0,05$); **($p \leq 0,01$)

T-Student (comparação de médias entre diferentes condições de realização);

Na pista para a velocidade de 12km/h o valor do lactato sanguíneo médio foi de $1,73 \pm 0,424$ milimoles por litro de sangue. Nos protocolos laboratoriais a 0% de inclinação o valor médio de lactato sanguíneo foi de $1,76 \pm 0,38$ milimoles por litro de

sangue e $1,74 \pm 0,42$ milimoles por litro de sangue a 1% de inclinação **Tabela 8**. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nos valores de lactato sanguíneo ($p > 0,05$) no terreno e no tapete rolante a 0% e 1% de inclinação **Tabela 9**.

Na pista para a velocidade de 13 km/h o valor de lactato sanguíneo médio foi de $2,08 \pm 0,51$ milimoles por litro de sangue. Nos protocolos laboratoriais a 0% de inclinação o valor médio de lactato sanguíneo foi de $2,18 \pm 0,56$ e $2,16 \pm 0,53$ milimoles por litro de sangue a 1% de inclinação respectivamente **Tabela 8**. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nos valores de lactato sanguíneo ($p > 0,05$) no terreno e no tapete rolante a 0% e 1% de inclinação **Tabela 9**.

A 14 km/h o valor de lactato na pista foi de $2,61 \pm 0,77$ milimoles por litro de sangue. No tapete rolante o valor médio de lactato sanguíneo foi de $2,60 \pm 0,83$ e $2,58 \pm 0,68$ milimoles por litro de sangue a 0% e 1% de inclinação **Tabela 8**. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nos valores de lactato sanguíneo ($p > 0,05$) no terreno e no tapete rolante a 0% e 1% de inclinação **Tabela 9**.

O valor de lactato sanguíneo a 15km/h na pista foi de $3,42 \pm 1,28$ milimoles por litro de sangue. No tapete rolante a 0% de inclinação, o valor médio de lactato sanguíneo foi avaliado a $3,49 \pm 1,19$ e a 1% de inclinação $3,54 \pm 1,27$ milimoles por litro de sangue **Tabela 8**. Não se verificou diferenças estatisticamente significativas nos valores de lactato sanguíneo ($p > 0,05$) no terreno e no tapete rolante a 0% e 1% de inclinação **Tabela 9**.

Na velocidade de 16km/h o valor de lactato sanguíneo nos testes de terreno obteve uma média de $4,32 \pm 1,88$ milimoles por litro de sangue. No tapete rolante a 0% de inclinação o valor médio de lactato sanguíneo foi de $4,71 \pm 2,24$ milimoles por litro de sangue e $4,57 \pm 2,06$ milimoles por litro de sangue a 1% de inclinação **Tabela 8**. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nas concentrações de lactato sanguíneo a 0% e 1% de inclinação sendo ($p > 0,05$) **Tabela 9**.

Na velocidade de 17km/h o valor de lactato sanguíneo nos testes de terreno foi de $5,35 \pm 1,64$ milimoles por litro de sangue. Nos protocolos laboratoriais a 0% de inclinação o valor médio de lactato sanguíneo foi de $5,38 \pm 2,05$ milimoles por litro de sangue e $5,51 \pm 1,77$ milimoles por litro de sangue a 1% de inclinação **Tabela 8**. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nos valores de lactato sanguíneo ($p > 0,05$) no terreno e no tapete rolante a 0% e 1% de inclinação **Tabela 9**.

A 18 km/h o valor de lactato na pista foi de $7,36 \pm 2,82$ milimoles por litro de sangue. No tapete rolante o valor médio de lactato sanguíneo foi de $6,61 \pm 2,33$ e $7,42 \pm 2,82$ milimoles por litro de sangue a 0% e 1% de inclinação **Tabela 8**. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nos valores de lactato sanguíneo ($p > 0,05$) no terreno e no tapete rolante a 0% e 1% de inclinação **Tabela 9**.

4.5 Análise das correlações entre as várias situações da variável frequência cardíaca

Verificamos pela análise das correlações de Pearson que todas as correlações são muito fortes positivas, estando a maioria acima de 0,90.

Tabela 11 . Correlação da frequência cardíaca por patamares de velocidade nas diferentes condições de realização

km/h	Terreno vs 0%	Terreno vs 1%	0 % vs 1%
12	0,904**	0,938**	0,922**
13	0,934**	0,949**	0,949**
14	0,942**	0,899**	0,887**
15	0,964**	0,943**	0,959**
16	0,893**	0,945**	0,922**
17	0,931**	0,909**	0,947**
18	0,966**	0,945**	0,957**

* ($p \leq 0,05$); **($p \leq 0,01$)

Valores de análise da correlação, para verificar a influência das diferentes condições de realização do estudo na frequência cardíaca (correlação de Pearson).

4.6 Análise da correlação entre as concentrações de lactato sanguíneo nas diferentes velocidades

Os resultados da **Tabela 11** sugerem que à medida que a velocidade aumenta também aumenta o valor da correlação das variáveis existindo, portanto, uma relação direta entre as mesmas.

Tabela 12. Correlação das concentrações de lactato sanguíneo nos diversos patamares de velocidade nas diferentes condições de realização

km/h	Terreno vs 0%	Terreno vs 1%	0 % vs 1%
12	0,423	0,409	0,709**
13	0,448	0,884**	0,566
14	0,775**	0,898**	0,704**
15	0,863**	0,857**	0,937**
16	0,919**	0,982**	0,949**
17	0,740**	0,930**	0,760**
18	0,860**	0,935**	0,928**

* ($p \leq 0,05$); **($p \leq 0,01$)

Valores de análise da correlação, para verificar a influência das diferentes condições de realização do estudo na velocidade (correlação de Pearson).

4.7 Análise da correlação da velocidade média de corrida nas concentrações de lactato sanguíneo às 2 e 4 mmol/L

Segundo a **Tabela 12**, pode verificar-se, para uma concentração de lactato de 2 mmol/L, uma forte correlação entre o terreno e o tapete rolante a inclinação de 1%. Relativamente a uma concentração de lactato de 4 mmol/L, pode verificar-se uma forte correlação em todas as situações (isto é, quando comparado terreno com tapete rolante a 0% e 1% de inclinação e quando comparadas as duas inclinações).

Tabela 13. Correlação das velocidades correspondentes à concentração 2 mmol e 4mmol de lactato sanguíneo nas diferentes condições de realização

Lactato	Terreno vs 0%	Terreno vs 1%	0% vs 1%
2mmol/L	0,274	0,956 **	0,351
4 mmol/L	0,892**	0,951**	0,913**

* ($p \leq 0,05$); **($p \leq 0,01$)

Valores de análise da correlação, para verificar a influência das diferentes condições de realização do estudo nas concentrações de lactato sanguíneo às 2 e 4 mmol/L, respetivamente (correlação de Pearson).

Capítulo V – Discussão

Após a análise descritiva dos resultados deste estudo foi objetivo proceder à determinação e posterior comparação da concentração de lactato (mmol/L) nas diferentes condições de realização. Com o aumento gradual das velocidades verificou-se equitativamente um aumento das concentrações de lactato nas diferentes condições de realização. Dada a importância das concentrações de 2 e 4 mmol/l de lactato (valores de referência) compararam-se esses mesmos valores nas diferentes condições de realização.

Para a concentração de 2 mmol/L foi realizado o teste t student, observaram-se semelhanças no terreno e no tapete rolante a 1% de inclinação, verificando-se diferenças estatisticamente significativas entre o terreno e o tapete rolante a 0% de inclinação e nas inclinações do tapete rolante.

Na concentração de 4 mmol/L não houve diferenças estatisticamente significativas em qualquer área de estudo, podendo assim observar-se semelhanças entre o terreno e o tapete rolante a 0% 1% de inclinação.

Relativamente às concentrações de lactato, o valor obtido teve por base a média dos valores de todos os atletas do estudo, podendo observar-se uma forte correlação a 2 mmol/L de lactato para as velocidades obtidas no terreno e no tapete rolante a uma inclinação de 1%; 12,93 km/h e 12,89 km/h, respetivamente. Além disso, a velocidade registada no tapete rolante a 0% de inclinação foi ligeiramente superior, de 13,02 km/h, o que leva a concluir que se atinge a concentração de 2 mmol/L de lactato mais rapidamente no tapete rolante com inclinação de 1% e no terreno, sendo assim mais fácil correr no tapete rolante com inclinação de 0%.

Na concentração de 4 mmol/L de lactato não se verificaram diferenças estatisticamente significativas havendo uma forte correlação entre todas as condições de estudo (terreno e tapete rolante às inclinações de 0 e 1%) não podendo assim concluir onde é mais fácil ou difícil de correr segundo esta amostragem.

Neste estudo verificaram-se semelhanças nos valores de frequência cardíaca em todas as condições de realização, havendo forte correlação estatística que o comprove. Contudo é possível verificar uma maior semelhança entre o terreno e o tapete rolante em inclinação de 1% . Segundo Jones e Dost, (1996), observaram-se resultados idênticos. Assim, observa-se uma maior semelhança nos valores da frequência cardíaca entre terreno e inclinação de 1% contudo não existem diferenças significativas para os valores de frequência. Cardíaca registados no terreno, a 0% e a 1%, sendo registados valores significativamente diferentes apenas para as inclinações de 2 e 3%. Ainda assim é de realçar que as velocidades usadas no estudo de Jones e Dost foram e 10,5 -12,0-13,5-

15,0-16,5-18,0 km/h enquanto neste estudo foram de 12-13-14-15-16-17-18-19-20 km/h. Também os valores de frequência cardíaca são inferiores aos valores obtidos neste estudo. Ainda assim nenhuma das diferenças aqui mencionadas interferem com as conclusões obtidas em ambos estudos que se encontram em concordância. Podem então afirmar-se que, em termos de esforço, correr em 1% de inclinação é idêntico à corrida no terreno e ligeiramente mais difícil do que correr a 0% de inclinação.

Basset et al. (1985), afirma que é mais difícil correr em terreno do que no tapete rolante, embora não tenha neste estudo diferenças nas necessidades energéticas nas diferentes condições de realização.

Jones e Doust (1996), também declaram que é ser mais difícil correr no terreno, pois apresenta um maior consumo de oxigénio. Segundo este mesmo estudo podem observar-se diferenças estatisticamente significativas nos valores de 4 mmol/L em diferentes terrenos.

Quanto à velocidade, o presente estudo teve como objetivo investigar a correlação entre as velocidades no terreno e no tapete rolante. Por forma a tornar o estudo mais representativo foi necessário verificar se a velocidade exibida no painel do tapete rolante correspondia à velocidade real do referido tapete, por forma a tornar mais credíveis todos os resultados registados. Assim, recorreu-se à medição manual de velocidades registadas no tapete rolante utilizado para os ensaios com base na metodologia previamente apresentada, percebendo-se que as velocidades calculadas apresentaram um $R^2=0,999$ e demonstrando assim que as velocidades do tapete rolante e da pista eram idênticas. No presente estudo foi filmado o tapete rolante com e sem atletas por forma a garantir que essa variável não introduzia viés.

No estudo realizado por Jones e Doust (1996), no procedimento de tapete rolante foi verificado o tempo de volta completa durante o último minuto de cada patamar com um atleta a correr. Embora a metodologia fosse distinta deste estudo, as conclusões foram similares, isto é, não existiram diferenças significativas entre os valores de velocidade registados no terreno e no tapete rolante. Além deste fator, a familiarização ou não do atleta com o tapete rolante foi considerado, havendo uma prévia reprodução do que iria ser o teste. Assim os resultados aqui apresentados podem ser considerados viáveis quer ao nível mecânico (velocidades) quer ao nível não mecânico (familiarização dos atletas ao tapete rolante), também acatada por outros autores (Matsas et al. 2000; Schieb 1986; Lavcanska et al. 2005) sugeriram uma prévia corrida no tapete rolante com 11 minutos de duração.

Capítulo VI – Conclusão

No presente estudo, conclui-se que as velocidades registadas no tapete rolante são similares às velocidades do atleta no terreno, havendo uma boa representatividade dos resultados obtidos em tapete rolante e no terreno que sustentam esta afirmação. Adicionalmente, constatou-se que a estatura, massa corporal e massa gorda não influenciam significativamente a corrida.

Na variável frequência cardíaca concluiu-se que os valores registados não diferem entre terreno e tapete rolante a inclinação de 1%, em oposição aos resultados do tapete rolante a inclinação de 0%.

Nas concentrações de lactato, às diferentes velocidades pode concluir-se que a concentração de lactato sanguíneo aumenta com o incremento da velocidade. No entanto, quando registadas as velocidades médias a 2 mmol/L e 4 mmol/L de lactato apenas existem diferenças à concentração de 2 mmol/L. Relativamente à velocidade de limiar de 4 mmol/l não houve diferenças a registar.

Futuramente, propomos o aumento do tamanho da amostra, atendendo que a obtenção das concentrações de lactato a 2 e 4 mmol/L surgem como uma mais valia na performance do atleta.

No presente estudo verificamos que relativamente ao impacto das diferentes condições de realização não existiu diferença relativamente às concentrações de lactato no entanto relativamente a FC do terreno está mais próxima da FC do laboratório com 1% de inclinação.

Porém, correr no tapete rolante a 0% de inclinação é mais favorável para o atleta do que correr no terreno. Como tal, sugerimos estudos com a introdução de novos níveis de inclinação (0-4%) para perceber que percentagem de inclinação no tapete se assemelha preferencialmente ao terreno.

Bibliografia

- ACSM. (2010). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.* (8^{ed}). Baltimore:Lippincott Williams & Wilkins.
- Basset et al., 1985. (1985). Aerobic requirements of overground versus treadmill running. *Medicine & Science in Sports & Exercise.*
- Beaver, W. L., Wasserman, K., & Whipp, B. J. (1985). Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985), 59(6), 1936–40.*
<http://doi.org/10.1152/jappl.1985.59.6.1936>
- Beneke, R. (1995). Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 27(6), 863–7.* Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7658947>
- Beneke, R. (2001). Dependence of the maximal lactate steady state on the motor pattern of exercise. *British Journal of Sports Medicine, 35(3), 192–196.*
<http://doi.org/10.1136/bjism.35.3.192>
- Beneke, R. (2003). Maximal lactate steady state concentration (MLSS): experimental and modelling approaches. *European Journal of Applied Physiology, 88(4–5), 361–9.*
<http://doi.org/10.1007/s00421-002-0713-2>
- Bentley, D. J., McNaughton, L. R., & Batterham, A. M. (2001). Prolonged stage duration during incremental cycle exercise: effects on the lactate threshold and onset of blood lactate accumulation. *European Journal of Applied Physiology, 85(3–4), 351–7.* <http://doi.org/10.1007/s004210100452>
- Bentley, D. J., Newell, J., & Bishop, D. (2007). Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.), 37(7), 575–86.* <http://doi.org/10.2165/00007256-200737070-00002>
- Billat, V. L., Sirvent, P., Py, G., Koralsztein, J.-P., & Mercier, J. (2003). The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport

science. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 33(6), 407–26.
<http://doi.org/10.2165/00007256-200333060-00003>

Bishop, D., Jenkins, D. G., & Mackinnon, L. T. (1998). The relationship between plasma lactate parameters, Wpeak and 1-h cycling performance in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(8), 1270–5. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9710868>

Borch, K. W., Ingjer, F., Larsen, S., & Tomten, S. E. (1993). Rate of accumulation of blood lactate during graded exercise as a predictor of “anaerobic threshold”. *Journal of Sports Sciences*, 11(1), 49–55. <http://doi.org/10.1080/02640419308729963>

Borresen, J., & Ian Lambert, M. (2009). The Quantification of Training Load, the Training Response and the Effect on Performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779–795. <http://doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000>

Brand, R. A., & Crowninshield, R. D. (1981). Comment on criteria for patient evaluation tools. *Journal of Biomechanics*, 14(9), 655. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7334049>

Brooks, G.A., Fahey, T.D. and White, T. P. (2005). *Exercise physiology, Human Bioenergetics and its application* (4th ed.). McGraw-Hill.

Castelo, J., Barreto, H., Alves, F., Mil-Homens, P., Carvalho, J., & Vieira, J. (2000). Metodologia Do Treino Desportivo, 702.

Cerretelli, P., Ambrosoli, G., & Fumagalli, M. (1975). Anaerobic recovery in man. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 34(3), 141–8. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1181176>

Cheng, B., Kuipers, H., Snyder, A. C., Keizer, H. A., Jeukendrup, A., & Hesselink, M. (1992). A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds. *International Journal of Sports Medicine*, 13(7), 518–22. <http://doi.org/10.1055/s-2007-1021309>

Coyle, E.F., Coggan, A.R., Hemmert, M.K., and Walters, T. . (1984). Glycogen usage and

performance relative to lactate threshold. *Medicine and Science in Sports and Exercise* ., (16), 120.121.

Coyle, E. F., Hemmert, M. K., & Coggan, A. R. (1986). Effects of detraining on cardiovascular responses to exercise: role of blood volume. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 60(1), 95–9. <http://doi.org/10.1152/jappl.1986.60.1.95>

Daniels, J. T., Yarbrough, R. A., & Foster, C. (1978). Changes in VO₂ max and running performance with training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 39(4), 249–54. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/710390>

Davis, J. A., Frank, M. H., Whipp, B. J., & Wasserman, K. (1979). Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 46(6), 1039–46. <http://doi.org/10.1152/jappl.1979.46.6.1039>

Farrell, P. A., Wilmore, J. H., Coyle, E. F., Billing, J. E., & Costill, D. L. (1979). Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Medicine and Science in Sports*, 11(4), 338–44. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/530025>

Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts: how valid are they? *Sports Medicine* (Auckland, N.Z.), 39(6), 469–90. <http://doi.org/10.2165/00007256-200939060-00003>

Fellin, R. E., Manal, K., & Davis, I. S. (2010). Comparison of lower extremity kinematic curves during overground and treadmill running. *Journal of Applied Biomechanics*, 26(4), 407–14. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21245500>

Foster, C., Cohen, J., Donovan, K., Gastrau, P., Killian, P. J., Schragar, M., & Snyder, A. C. (1993). Fixed time versus fixed distance protocols for the blood lactate profile in athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 14(5), 264–8. <http://doi.org/10.1055/s-2007-1021175>

- Foxdal, P., Sjödín, A., & Sjödín, B. (1996). Comparison of blood lactate concentrations obtained during incremental and constant intensity exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 17(5), 360–5. <http://doi.org/10.1055/s-2007-972861>
- Foxdal, P., Sjödín, B., Sjödín, A., & Ostman, B. (1994). The validity and accuracy of blood lactate measurements for prediction of maximal endurance running capacity. Dependency of analyzed blood media in combination with different designs of the exercise test. *International Journal of Sports Medicine*, 15(2), 89–95. <http://doi.org/10.1055/s-2007-1021026>
- Gaesser, G. A., & Poole, D. C. (1988). Blood lactate during exercise: time course of training adaptation in humans. *International Journal of Sports Medicine*, 9(4), 284–8. <http://doi.org/10.1055/s-2007-1025023>
- Hagan, R. D., & Smith, M. G. (1984). Pulmonary ventilation in relation to oxygen uptake and carbon dioxide production during incremental load work. *International Journal of Sports Medicine*, 5(4), 193–7. <http://doi.org/10.1055/s-2008-1025904>
- Harnish, C. R., Swensen, T. C., & Pate, R. R. (2001). Methods for estimating the maximal lactate steady state in trained cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6), 1052–5. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11404673>
- Heck, H., Mader, A., Hess, G., Mücke, S., Müller, R., & Hollmann, W. (1985). Justification of the 4-mmol/l Lactate Threshold. *International Journal of Sports Medicine*, 06(03), 117–130. <http://doi.org/10.1055/s-2008-1025824>
- Hill, A. V, Long, C. N., & Lupton, H. (1924). The effect of fatigue on the relation between work and speed, in contraction of human arm muscles. *The Journal of Physiology*, 58(4–5), 334–7. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16993670>
- Hughson, R. L., Weisiger, K. H., & Swanson, G. D. (1987). Blood lactate concentration increases as a continuous function in progressive exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 62(5), 1975–81. <http://doi.org/10.1152/jappl.1987.62.5.1975>

- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *The British Journal of Nutrition*, 40(3), 497–504. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/718832>
- Janssen, P. (2001). *Lactate Threshold Training*. Human Kinetics Publishers
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 29(6), 373–86. <http://doi.org/10.2165/00007256-200029060-00001>
- Jones, A. M., & Doust, J. H. (1996). A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *Journal of Sports Sciences*, 14(4), 321–327. <http://doi.org/10.1080/02640419608727717>
- Jones NL, E. R. (1982). The anaerobic threshold. *Exercise and Sport Science Reviews*.
- Kindermann, W., Simon, G., & Keul, J. (1979). The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 42(1), 25–34. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/499194>
- Lavcanska, V., Taylor, N. F., & Schache, A. G. (2005). Familiarization to treadmill running in young unimpaired adults. *Human Movement Science*, 24(4), 544–557. <http://doi.org/10.1016/j.humov.2005.08.001>
- Mader, A., Heck, H., and Hollmann, W. (1976). Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of post-exercise lactic acid concentration in ear capillary blood in middle distance runners and swimmers. *Exercise Physiology. North Miami, FL: Symposia Specialists*.
- Mader, A., & Heck, H. (1986). A theory of the metabolic origin of “anaerobic threshold”. *International Journal of Sports Medicine*, 7, 45–65. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3744647>
- Maglischo, E. W. (2003). *Training, in Swimming Fastest*. (C. Human & Kinetics;, Eds.).

- Matsas, A., Taylor, N., & McBurney, H. (2000). Knee joint kinematics from familiarised treadmill walking can be generalised to overground walking in young unimpaired subjects. *Gait & Posture*, 11(1), 46–53. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10664485>
- Monteiro, C. (2014). A influência do tempo de duração de patamares na determinação do limiar anaerobio. Tese de Mestrado, Universidade do Porto.
- Mooses et al., 2015. (2015). Better economy in field running than on the treadmill: Evidence from high-level distance runners. *Biology of Sport*, 32(2), 155–159. <http://doi.org/10.5604/20831862.1144418>
- Newell, J., Higgins, D., Madden, N., Cruickshank, J., Einbeck, J., McMillan, K., & McDonald, R. (2007). Software for calculating blood lactate endurance markers. *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1403–9. <http://doi.org/10.1080/02640410601128922>
- Oliveira, C. F. C. de. (2006). Monitorização e Caracterização do Esforço em Diferentes Ergómetros. Tese de Mestrado, Universidade do Porto.
- Oyono-Enguelle, S., Heitz, A., Marbach, J., Ott, C., Gartner, M., Pape, A., ... Freund, H. (1990). Blood lactate during constant-load exercise at aerobic and anaerobic thresholds. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 60(5), 321–30. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2369904>
- Raposo, A. V. (2002). *O Planeamento do Treino Desportivo Desportos Individuais*. (Caminho, Ed.).
- Rodrigues, F. (2010). *A Comunicação do Treinador de Futebol em Competição*.
- Santos, P. J. M. (1995). Controlo do treino em corredores de meio-fundo e fundo. Santos. Tese de Doutoramento, Universidade do Porto
- Saunders, P. U., Pyne, D. B., Telford, R. D., & Hawley, J. A. (2004). Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 34(7), 465–85. <http://doi.org/10.2165/00007256-200434070-00005>

- Schache, A. G., Blanch, P. D., Rath, D. A., Wrigley, T. V, Starr, R., & Bennell, K. L. (2001). A comparison of overground and treadmill running for measuring the three-dimensional kinematics of the lumbo-pelvic-hip complex. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 16(8), 667–80. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11535348>
- Schieb, D. A. (1986). Kinematic Accommodation of Novice Treadmill Runners. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57(1), 1–7. <http://doi.org/10.1080/02701367.1986.10605381>
- Schomolinsky, G. (1982). *Atletismo* (2ª). Lisboa: Editorial Estampa.
- Sjödin, B., & Jacobs, I. (1981). Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *International Journal of Sports Medicine*, 2(1), 23–6. <http://doi.org/10.1055/s-2008-1034579>
- Sjödin, B., Jacobs, I., & Svedenhag, J. (1982). Changes in onset of blood lactate accumulation (OBLA) and muscle enzymes after training at OBLA. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 49(1), 45–57. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6213407>
- Stegmann, H., Kindermann, W., & Schnabel, A. (1981). Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *International Journal of Sports Medicine*, 2(3), 160–5. <http://doi.org/10.1055/s-2008-1034604>
- Tanaka, K., Matsuura, Y., Kumagai, S., Matsuzaka, A., Hirakoba, K., & Asano, K. (1983). Relationships of anaerobic threshold and onset of blood lactate accumulation with endurance performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 52(1), 51–56. <http://doi.org/10.1007/BF00429025>
- Tanner, Rebecca K. & Gore, Christopher John. & Australian Institute of Sport. (2013). *Physiological tests for elite athletes*. Champaign, IL : Human Kinetics

- Tegtbur, U., Busse, M. W., & Braumann, K. M. (1993). Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(5), 620–7. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8492691>
- Wasserman et al., 1973. (1973). Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 35(2), 236–243.
- Wasserman, K. (1984). The anaerobic threshold measurement to evaluate exercise performance. *The American Review of Respiratory Disease*, 129(2 Pt 2), S35-40. <http://doi.org/10.1164/arrd.1984.129.2P2.S35>
- Weltman, A., Seip, R. L., Snead, D., Weltman, J. Y., Haskvitz, E. M., Evans, W. S., ... Rogol, A. D. (1992). Exercise training at and above the lactate threshold in previously untrained women. *International Journal of Sports Medicine*, 13(3), 257–63. <http://doi.org/10.1055/s-2007-1021263>
- Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2008). *Physiology of sport and exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Yoshida, T. (1984). Effect of exercise duration during incremental exercise on the determination of anaerobic threshold and the onset of blood lactate accumulation. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 53(3), 196–9. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6542852>
- Yoshida, T., Suda, Y., & Takeuchi, N. (1982). Endurance training regimen based upon arterial blood lactate: effects on anaerobic threshold. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 49(2), 223–30. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6889499>

Apêndices

Apêndice 1 – Documento de consentimento informado

CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE PARA PARTICIPAÇÃO EM ESTUDOS DE INVESTIGAÇÃO (de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo)

Título do estudo: Avaliação e Controlo de Treino no Atletismo Laboratório Versus Terreno.

Enquadramento: Estudo a realizar no âmbito do Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens, da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, tendo como orientador o Professor Doutor Amândio Manuel Cupido dos Santos.

Explicação do estudo: O estudo será dividido em três partes. Numa primeira fase será feita uma avaliação antropométrica (estatura, massa corporal e pregas de adiposidade subcutânea), será efetuado um primeiro teste onde se irá determinar o limiar anaeróbio individual de cada atleta em passadeira, num teste máximo com patamares de 4 minutos até à exaustão. Na segunda fase o teste será efetuado no estádio cidade de Coimbra, o ritmo será imposto por uma bicicleta.

Num terceiro momento os atletas voltam a correr na passadeira com 1% de inclinação. Ao longo das avaliações serão recolhidas amostras de sangue capilar do dedo polegar para análise da concentração de lactato sanguíneo, será monitorizada a frequência cardíaca.

Condições e financiamento: Este projeto possui um carácter voluntário de participação, não existindo qualquer prejuízo caso decida não aceitar participar ou se necessitar de interromper a sua participação no decorrer do estudo.

Confidencialidade e anonimato: Os dados recolhidos serão confidenciais e só a equipa de avaliação terá acesso a eles. Os resultados deste projeto poderão ser publicados, mas jamais será permitida a identificação dos elementos participantes. Se for o seu desejo, os responsáveis pelo projeto prontificar-se-ão a disponibilizar os dados individuais ao próprio. Se tiver dúvidas acerca do projeto, agora ou no futuro, não hesite em colocá-las aos responsáveis do projeto

Desde já o nosso obrigado pela colaboração. Investigador: Carlos Filipe Leite Costa, estudante de Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens da FCDEF-UC, nº telemóvel: 912688838, e-mail: costacarlos90@gmail.com

Assinatura do Investigador

Assinatura do Orientador

Carlos Costa

Prof. Doutor Amândio Santos

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pelas pessoas que acima assinam. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo investigador.

Nome: _____

Assinatura _____ Data: ____ / ____ / _____ ESTE

DOCUMENTO É COMPOSTO DE 2 PÁGINAS E FEITO EM DUPLICADO: UMA VIA PARA O INVESTIGADOR, OUTRA PARA A PESSOA QUE CONSENTE

Apêndice 2 – Comparação de 30, 60 e 120 Hertz para a determinação da velocidade adequada do tapete rolante comparativamente com o terreno

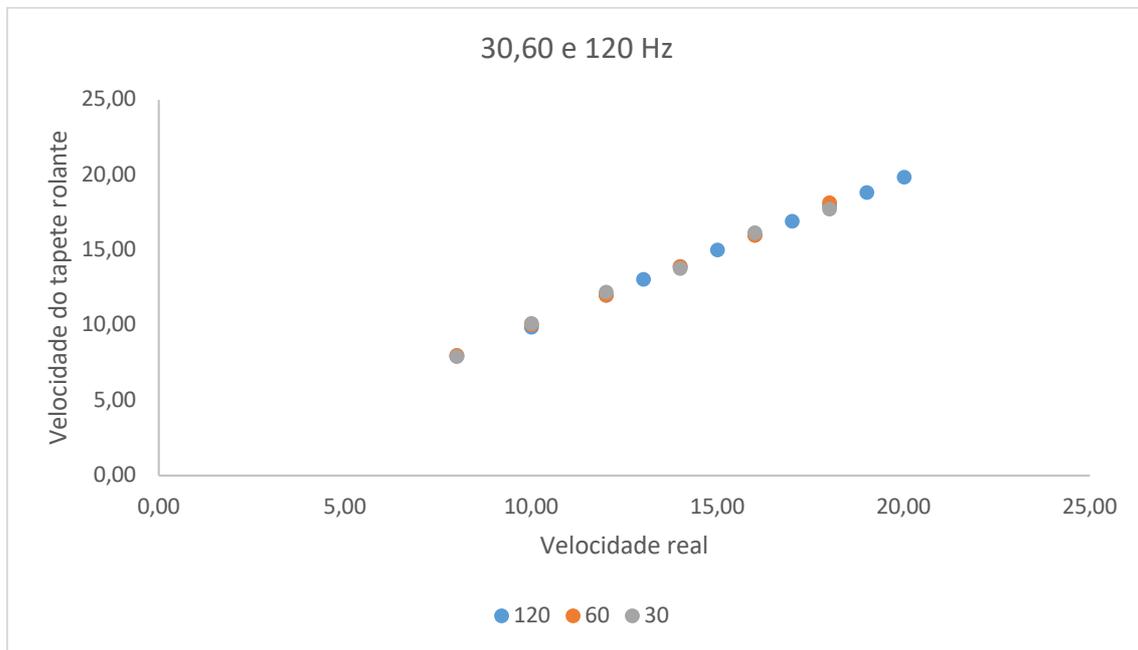


Figura 4. Comparação dos diferentes Hz para as velocidades de tapete rolante e terreno

Apêndice 3 – Tempo por patamar reproduzido na pista

Tabela 14. Tabela de ritmos para os testes de terreno

			min/km	200m	400m	600m	800m	1000m	1200m	1400m	1600m
8	7,48	0,29	07:29	01:29	02:59	04:29	05:59	07:29	08:58		
10	5,98	0,59	05:59	01:11	02:23	03:35	04:47	05:59	07:10		
11	5,44	0,26	05:26	01:05	02:10	03:15	04:20	05:26	06:31		
12	4,98	0,59	04:59	00:59	01:59	02:59	03:59	04:59	05:58		
13	4,60	0,36	04:36	00:55	01:50	02:45	03:40	04:36	05:31		
14	4,27	0,16	04:16	00:51	01:42	02:33	03:24	04:16	05:07		
15	3,98	0,59	03:59	00:47	01:35	02:23	03:11	03:59	04:46		
16	3,73	0,44	03:44	00:44	01:29	02:14	02:59	03:44	04:28		
17	3,51	0,31	03:31	00:42	01:24	02:06	02:48	03:31	04:13		
18	3,32	0,19	03:19	00:39	01:19	01:59	02:39	03:19	03:58	04:38	05:18
19	3,14	0,08	03:08	00:37	01:15	01:52	02:30	03:08	03:45	04:23	05:00
20	2,99	0,59	02:59	00:35	01:11	01:47	02:23	02:59	03:34	04:10	04:46