

Universidade de Coimbra
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física



**Caracterização da Resposta Fisiológica de uma Prova de
Orientação de Distância Média em Atletas de Elite Nacional**

Estudo Comparativo de uma Prova de Orientação com e sem
Componente de Navegação

Bruno José Moita Calafate Nazário

Coimbra, 2003

**Caracterização da Resposta Fisiológica de uma
Prova de Orientação de Distância Média em Atletas
de Elite Nacional**

Estudo Comparativo de uma Prova de Orientação com
e sem Componente de Navegação

Bruno José Moita
Calafate Nazário

Monografia da Licenciatura, realizada no âmbito do
Seminário da avaliação das vias energéticas, ano
lectivo 2002/2003

Coimbra, 2003

COORDENADOR: Prof. Doutor Fontes Ribeiro
ORIENTADOR: Mestre Amândio Santos

“Os bons atletas são os que processam mais rápida e correctamente a informação do mapa, encontrando a melhor opção e executando-a correctamente”.

Myrvold, 1996

Agradecimentos

Ao Mestre Amândio Santos, pela motivação e ensinamentos prestados ao longo da execução deste trabalho. Sem o seu empenhamento nada disto seria possível.

Ao Prof. Doutor Fontes Ribeiro, pelo incentivo na realização do trabalho.

Aos atletas, pela disponibilidade prestada e pelo empenhamento na execução dos testes. Espero que este trabalho vos ajude a melhorar.

À Fátima, pela disponibilidade demonstrada ao longo de toda a recolha de dados, e pela “paciência” que sempre demonstrou.

Ao Dr. João Paulo pela cedência das condições logísticas necessárias à instalação do “laboratório de campo”.

Ao Ori-Estarreja pela colaboração e cedência do material.

Ao Nuno Leite, pelo apoio técnico prestado com o sistema de picotagem electrónica.

À Federação Portuguesa de Orientação, pelo apoio bibliográfico.

À minha irmã, pela ajuda prestada na realização do trabalho e por todo o apoio que sempre me deu.

Aos meus pais, pela possibilidade que me concederam em concretizar o meu sonho. Este trabalho é tanto meu como vosso.

À Cristina, por ter partilhado comigo todas as fases de elaboração deste trabalho. Mais do que agradecer-te pela ajuda prestada, quero dizer-te obrigado por sempre acreditares em mim. Só espero um dia poder encontrar forma de te compensar...

Resumo

A Orientação é descrita como uma modalidade de corrida entre diferentes pontos de controlo, cuja performance em competição é influenciada pelo tipo de terreno e pela componente de navegação. Deste modo, a análise da resposta fisiológica à competição não pode ser efectuada em laboratório, pelo que tem de ser determinada em situação real.

Tendo em conta a especificidade da modalidade, definimos como objectivo do estudo: Caracterizar a resposta fisiológica a uma prova de orientação de distância média, em atletas de elite nacional; Comparar a resposta fisiológica da prova de orientação de distância média e de uma prova de corrida sem a componente de navegação, no mesmo percurso; Identificar a existência de parâmetros antropométricos e fisiológicos característicos dos atletas de alto nível.

Recorrendo a uma comissão de peritos, foi traçado um percurso de Orientação de distância média que garantisse, em cada pernada¹, várias opções de itinerário; e foi estabelecida a melhor opção de itinerário, pela qual seria realizado o percurso de corrida sem a componente de navegação. Ambos os testes foram aplicados a uma amostra de dez praticantes de Orientação (média de idades $31,2 \pm 7,2$), seleccionados por representarem os melhores atletas nacionais da modalidade.

Na realização de ambos os percursos os atletas utilizaram um analisador de gases portátil, modelo COSMED K4b², sendo-lhes determinada a concentração de lactato sanguíneo um e cinco minutos após cada teste.

Os resultados obtidos demonstram que, em termos médios, os valores durante a prova de Orientação de distância média foram: duração – $26,04 \pm 2,68$ min; VO_2 – $59,2 \pm 4,1$ ml.kg⁻¹.min⁻¹; FC – 176 ± 4 bpm; [lactato]_{1 minuto após} – $10,99 \pm 3,03$ mmol.l⁻¹; QR – $0,93 \pm 0,04$; e Economia de corrida – $301,01 \pm 37,3$ ml.kg⁻¹.km⁻¹. Na prova de corrida sem a componente de navegação, os valores médios registados foram: duração – $23,25 \pm 2,05$ min; VO_2 – $62,0 \pm 5,6$ ml.kg⁻¹.min⁻¹; FC – 176 ± 3 bpm; [lactato]_{1 minuto após} – $9,40 \pm 2,32$ mmol.l⁻¹; QR – $0,90 \pm 0,06$; e Economia de corrida – $295,1 \pm 25,9$ ml.kg⁻¹.km⁻¹.

Em termos de correlações, verificou-se que o tempo realizado na prova de Orientação apresenta uma correlação negativa e significativa com a concentração de

¹ Distância que medeia dois pontos de controlo

lactato um minuto após o teste ($r = -0,659$, $p < 0,05$), e positiva e significativa com a economia de corrida ($r = 0,775$, $p < 0,05$), o que traduz que quanto melhor for o tempo na prova de Orientação mais elevada será a concentração de lactato após o teste e menor será a economia de corrida.

Em termos antropométricos, a prega tricípital, a prega subescapular e o grau de desenvolvimento em adiposidade correlacionaram-se positiva e significativamente com o tempo realizado na prova de Orientação, sendo no entanto a soma das pregas tricípital e subescapular que mais fortemente se correlacionou com o tempo realizado na prova de Orientação ($r = 0,739$, $p < 0,05$). Isto indica-nos que as melhores performances na Orientação estão associadas a um menor grau de adiposidade.

Encontraram-se diferenças estatisticamente significativas entre a prova de Orientação e de Corrida, em relação às variáveis, consumo médio de oxigénio absoluto ($p < 0,01$) e relativo ($p < 0,05$), e média do quociente respiratório ($p < 0,01$), verificando-se também uma diferença estatisticamente significativa entre o tempo de execução de ambas as provas.

Conclui-se então que a economia de corrida, medida directamente durante a execução da prova de Orientação pela relação entre a informação proveniente do GPS com os dados do analisador de gases portátil, parece ser o indicador fisiológico que melhor distingue os atletas de Orientação de alto nível.

Palavras-chave: CORRIDA DE ORIENTAÇÃO; CORRIDA DE CORTA-MATO; TESTE DE CAMPO; CONSUMO DE OXIGÉNIO; ECONOMIA DE CORRIDA

Glossário Específico da Orientação

Baliza – Prisma triangular, de cor laranja e branca, cujas faces medem normalmente 30x30 cm. As Balizas indicam a localização exacta dos pontos de controlo no terreno.

Itinerário – Trajecto realizado pelos atletas de Orientação entre dois pontos de controlo. *Opção de Itinerário* – trajecto seleccionado pelos atletas para se deslocarem entre dois pontos de controlo.

Percurso – um percurso de Orientação é constituído por uma partida (identificada no mapa por um triângulo), uma série de pontos de controlo que estão numerados pela ordem que devem ser visitados, e pela chegada (identificada no mapa por dois círculos concêntricos)

Pernada – Espaço que medeia dois pontos de controlo.

Ponto de Controlo – Local marcado no mapa com um círculo de 6mm, e que está representado no terreno por uma Baliza.

Lista de Abreviaturas

- [lactato]** – concentração de lactato
FC – frequência cardíaca
VO₂ – consumo de oxigênio
VCO₂ – liberação de dióxido de carbono
LA – limiar anaeróbio
QR – quociente respiratório
EC – economia de corrida
bpm – batimentos por minuto
VE - Ventilação

Índice

INTRODUÇÃO	1
OBJECTIVO DO ESTUDO	2
PERTINÊNCIA DO ESTUDO	3
REVISÃO DA LITERATURA	5
1. VIAS ENERGÉTICAS	5
1.1. VIA ANAERÓBIA ALÁCTICA	6
1.2. VIA ANAERÓBIA LÁCTICA	7
1.3. VIA AERÓBIA	8
1.3.1. Metabolismo dos Hidratos de Carbono	9
1.3.2. Metabolismo dos Lípidos	10
2. MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DO METABOLISMO AERÓBIO	11
2.1. CONSUMO DE OXIGÉNIO E VO ₂ MÁX	12
2.1.1. Determinação do VO ₂ máx	13
2.1.1.1. Métodos Directos e Indirectos	14
2.1.1.2. Testes Máximos e Submáximos	14
2.1.1.3. Testes Contínuos e Descontínuos	14
2.1.2. Unidade de Medida do Consumo de Oxigénio	15
2.1.3. Quociente Respiratório	15
2.1.4. Ventilação Pulmonar	17
2.1.5. Economia de Corrida	18
2.2. LIMIAR ANAERÓBIO	19
2.2.1. Conceito de Limiar Anaeróbio	20
3. NATUREZA DA MODALIDADE	23
3.1. HISTÓRIA	23
3.2. CARACTERIZAÇÃO DA MODALIDADE	25
3.2.1. Componente Física e Fisiológica	27
3.2.1.1. Metodologias usadas para o Estudo dos Processos Fisiológicos na Orientação	27
3.2.1.1.1. Frequência Cardíaca	27
3.2.1.1.2. Lactatémia	29
3.2.1.1.3. Consumo de Oxigénio	32
3.2.1.2. Controlo do Treino	35
3.2.1.3. Perfil Fisiológico/Antropométrico dos Atletas de Orientação de Elite	39
3.2.2. Componente Cognitiva	41

3.2.2.1. Leitura do Mapa	42
3.2.2.2. Planeamento de Itinerário e Tomada de Decisão	44
3.2.2.3. Concretização do Percurso	46
3.2.3. Relação entre a Performance Fisiológica e a Prestação Cognitiva	48
METODOLOGIA	51
1. AMOSTRA	51
1.1. CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DA AMOSTRA	51
1.2. CONSTITUIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	52
Média±dp	52
2. PROTOCOLO DOS TESTES	54
2.1. TESTES DE CAMPO	54
2.1.1. Procedimentos Operacionais	55
2.1.1.1. Escolha do Mapa	56
2.1.1.2. Elaboração do Percurso	56
2.1.1.3. Peritagem do Percurso	57
2.1.1.4. Reformulação do Percurso	57
2.1.1.5. Estudo das Opções de Pernada e Estabelecimento da Melhor Opção	57
2.1.2. Descrição do Protocolo do Teste – <i>Percurso de Orientação</i>	58
2.1.3. Descrição do Protocolo do Teste – <i>Percurso de Corrida sem a Componente de Navegação</i>	59
2.2. AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE OXIGÉNIO	60
2.2.1. Equipamento	60
2.2.2. Preparação do equipamento	60
2.3. ANÁLISE DO PERCURSO REALIZADO PELOS ATLETAS	61
2.3.1. Equipamento	61
2.3.2. Preparação do Equipamento	61
2.4. ANÁLISE DOS TEMPOS DE PASSAGEM NOS PONTOS DE CONTROLO	62
2.4.1. Equipamento	62
2.5. ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE LACTATO SANGUÍNEO	62
2.5.1. Equipamento	62
2.5.2. Preparação do Equipamento	63
2.5.3. Procedimentos para a recolha das amostras de sangue	63
2.5.4. Procedimento de Análise	63
3. VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS	64
3.1. INSTRUMENTOS DE MEDIDA	64

3.2. SOMATÓTIPO	65
4. CÁLCULOS	66
4.1. CÁLCULO DA ECONOMIA DE CORRIDA	66
5. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	66
<u>APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</u>	<u>67</u>
1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	67
1.1. CORRELAÇÃO ENTRE O TEMPO REALIZADO NA PROVA DE ORIENTAÇÃO E AS VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS	70
2. ANÁLISE DA RESPOSTA FISIOLÓGICA À PROVA DE ORIENTAÇÃO DE DISTÂNCIA MÉDIA E COMPARAÇÃO COM A PROVA DE CORRIDA SEM A COMPONENTE DE NAVEGAÇÃO	72
2.1. PARÂMETROS OBTIDOS NA MONITORIZAÇÃO DA PROVA DE ORIENTAÇÃO DE DISTÂNCIA MÉDIA	72
2.1.1. Comparação com estudos semelhantes	73
2.2. PARÂMETROS OBTIDOS NA MONITORIZAÇÃO DA PROVA DE CORRIDA SEM A COMPONENTE DE NAVEGAÇÃO	76
2.2.1. Comparação com estudos semelhantes	77
2.3. COMPARAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS OBTIDOS NA PROVA DE ORIENTAÇÃO E DE CORRIDA SEM A COMPONENTE DE NAVEGAÇÃO	79
2.4. CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DA PROVA DE ORIENTAÇÃO E COMPARAÇÃO COM A PROVA DE CORRIDA SEM A COMPONENTE DE NAVEGAÇÃO	81
2.4.1. Frequência Cardíaca	81
2.4.2. Ventilação	82
2.4.3. Consumo de Oxigênio	83
2.4.4. Relação entre VE/VO ₂ e VE/VCO ₂	85
2.4.5. Quociente Respiratório	86
2.4.6. Economia de Corrida	87
2.4.7. Lactatemia	88
3. INDICADORES DO RENDIMENTO NA ORIENTAÇÃO	89
<u>CONCLUSÕES E SUGESTÕES</u>	<u>93</u>
SUGESTÕES	95
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	<u>97</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>105</u>

Índice de Figuras

Figura 1: Hidrólise da molécula de ATP (adaptado de McArdle et al., 1996 e Foss & Keteyian, 1998)	5
Figura 2: Os três sistemas de produção de energia e a sua contribuição percentual para a produção total de energia durante um exercício máximo de diferentes durações (adaptado de McArdle et al., 1996)	6
Figura 3: Sistema anaeróbio aláctico. A energia libertada pela hidrólise da CP é usada para proceder à ressíntese de ATP (adaptado de Guyton & Hall, 1996 e McArdle et al., 1996).....	7
Figura 4: Reacção global da glicólise.....	7
Figura 5: Formação do lactato	8
Figura 6: Conversão do piruvato em Acetil CoA. A reacção é irreversível e ocorre na matriz da mitocôndria.....	9
Figura 7: Resumo da reacção catabólica de uma molécula de Acetil CoA no ciclo de Krebs.....	10
Figura 8: Três fases da via aeróbia. Metabolização dos hidratos de carbono, lípidos e proteínas (adaptado de Vander et al., 1994)	11
Figura 9: Tamponamento do ácido láctico pelo bicarbonato de sódio (adaptado de McArdle et al., 1996).....	16
Figura 10: Primeiro mapa de Orientação a cores. Mapa Norueguês realizado por Knut Valstad em 1950.	24
Figura 11: Exemplo de um mapa de Orientação onde se encontra traçado um percurso. É de referir que o triângulo simboliza o local de partida, os círculos os pontos de controlo que o atleta tem de visitar, e os dois círculos concêntricos o final do percurso.	25
Figura 12: Componentes que determinam o rendimento na Orientação (adaptado de Kolb et al., 1987).....	26
Figura 13: Capacidades físicas associadas ao sucesso na Orientação (adaptado de Bird, 1996).....	39
Figura 14: Aspecto do local onde foi estabelecido o “laboratório de campo”	54

Figura 15: Atleta durante a realização da prova de orientação, utilizando o COSMED
K4b² 60

Figura 16: Atleta a “controlar” um ponto de controlo, utilizando o sistema Sport ident®
..... 62

Figura 17: Recolha da amostra sanguínea num atleta da amostra 63

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Alterações nos coeficientes VE/VO_2 e VE/VCO_2 durante um exercício de intensidade progressiva (adaptado de Wilmore & Costill, 2000).....	17
Gráfico 2: Concentrações de lactato nas diferentes fases do percurso de orientação – média +máx. e - mín. (adaptado de Dresel, 1985).....	30
Gráfico 3: Concentrações de lactato ao longo do percurso de orientação e da corrida de cross-country – média nos pontos de teste (adaptado de Moser et al., 1995)	31
Gráfico 4: Performance cognitivas nas várias velocidades (adaptado de Cheshikhina, 1993).....	49
Gráfico 5: Representação gráfica do somatótipo médio dos melhores atletas nacionais de Orientação.....	69
Gráfico 6: Média da frequência cardíaca (bpm) ao longo do percurso de Orientação e de Corrida.....	81
Gráfico 7: Média da frequência cardíaca (bpm) por ponto de controlo, ao longo do percurso de Orientação e Corrida. Comparação através do teste T <i>Student</i> para amostras relacionadas.....	81
Gráfico 8: Média da ventilação ($l \cdot min^{-1}$) ao longo do percurso de Orientação e de Corrida.....	82
Gráfico 9: Média da ventilação ($l \cdot min^{-1}$) por ponto de controlo, ao longo do percurso de Orientação e Corrida. Comparação através do teste T <i>Student</i> para amostras relacionadas.....	82
Gráfico 10: Média do consumo de oxigénio ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) ao longo do percurso de Orientação e de Corrida.....	83
Gráfico 11: Média do consumo de oxigénio ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) por ponto de controlo, ao longo do percurso de Orientação e Corrida. Comparação através do teste T <i>Student</i> para amostras relacionadas.....	84
Gráfico 12: Relação entre o VE/VO_2 e VE/VCO_2 . Média \pm desvio padrão por ponto de controlo, ao longo do percurso de Orientação.....	85
Gráfico 13: Relação entre o VE/VO_2 e VE/VCO_2 . Média \pm desvio padrão por ponto de controlo, ao longo do percurso de Corrida.....	85

Gráfico 14: Média do quociente respiratório ao longo do percurso de Orientação e de Corrida.....	86
Gráfico 15: Média do quociente respiratório por ponto de controlo, ao longo do percurso de Orientação e Corrida. Comparação através do teste T <i>Student</i> para amostras relacionadas.....	86
Gráfico 16: Média e desvio padrão da economia de corrida ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$) no percurso de Orientação e de Corrida. Comparação através do teste T <i>Student</i> para amostras relacionadas.....	87
Gráfico 17: Média e desvio padrão da [lactato], um e cinco minutos após os percursos de Orientação e de Corrida. Diferença percentual da [lactato] entre o primeiro e o quinto minutos. Comparação através do teste T <i>Student</i> para amostras relacionadas.....	88

Índice de Quadros

Quadro 1: Formação de ATP a partir do catabolismo dos lípidos (adaptado de Vander et al., 1994).....	10
Quadro 2: Valores de VO ₂ máx em atletas de Orientação de elite (adaptado dos autores presentes no quadro).....	13
Quadro 3: Utilização dos substratos energéticos durante o esforço (adaptado de Powers & Howley, 1997)	16
Quadro 4: Representação das diferentes designações e conceitos de limiar anaeróbio segundo vários autores, utilizando como parâmetro o lactato (Adaptado de Sousa, 1995).....	21
Quadro 5: Valores para os vários conceitos de limiar anaeróbio (Chicharro et al., 1991, adaptado por Sousa, 1997).....	22
Quadro 6: Valores da economia de corrida nos vários tipos de terreno (média±dp) (adaptado de Jensen et al., 1994).....	32
Quadro 7: Comparação da economia de corrida, em estrada e na floresta, entre atletas de orientação e de atletismo (média±dp) (adaptado de Jensen et al., 1999)	33
Quadro 8: Coeficientes de correlação entre os parâmetros obtidos em laboratório e a performance na Orientação (adaptado de Gjerset et al., 1997)	35
Quadro 9: Correlações entre a velocidade no teste de campo (máximo) e os parâmetros fisiológicos no teste de laboratório (adaptado de Held & Müller, 1997)	38
Quadro 10: Valores antropométricos dos atletas de Orientação de Elite – média±dp (adaptado dos vários autores presentes no quadro)	40
Quadro 11: Valores fisiológicos dos atletas de Orientação de Elite – média±dp (adaptado dos vários autores presentes no quadro)	40
Quadro 12: Técnicas de navegação mais utilizadas na obtenção de uma prestação bem sucedida (adaptado de Whitaker e Cuplock-Knopp, 1992).....	47
Quadro 13: Valores médios e desvios padrão da idade, tempo de prática, competições realizadas, frequência semanal de treino, duração das sessões de treino e percentagem dedicada ao treino físico, técnico e psicológico.....	52
Quadro 14: Velocidades (min.km ⁻¹) médias nas provas da taça de Portugal	53

Quadro 15: Instrumentos de medida utilizados na medição das variáveis antropométricas simples	64
Quadro 16: Valores das variáveis antropométricas dos atletas da amostra (Média ± Desvio Padrão)	67
Quadro 17: Comparação das variáveis antropométricas dos atletas Portugueses com atletas de elite de outras nacionalidades (média±dp)	68
Quadro 18: Comparação do somatótipo dos atletas Portugueses com corredores de fundo e meio-fundo.	70
Quadro 19: Parâmetros obtidos na monitorização da prova de Orientação de Distância Média (duração da prova, distância percorrida, velocidade média, VO ₂ médio e máximo em termos absolutos e relativos, economia de corrida, ventilação média e máxima, QR médio e máximo, frequência cardíaca média e máxima, e [lactato] um e cinco minutos após, assim como a percentagem de recuperação da [lactato] do primeiro para o quinto minuto).....	72
Quadro 20: Comparação dos parâmetros fisiológicos obtidos pelos atletas Portugueses durante o percurso de Orientação com outros estudos semelhantes (média±dp) ...	73
Quadro 21: Parâmetros obtidos na monitorização da prova de corrida sem a componente de navegação (duração da prova, distância percorrida, velocidade média, VO ₂ médio e máximo em termos absolutos e relativos, economia de corrida, ventilação média e máxima, QR médio e máximo, frequência cardíaca média e máxima, e [lactato] um e cinco minutos após, assim como a percentagem de recuperação da [lactato] do primeiro para o quinto minuto).	76
Quadro 22: Comparação dos parâmetros fisiológicos obtidos pelos atletas Portugueses durante o percurso de corrida sem a componente de navegação com outros estudos semelhantes (média±dp).....	77
Quadro 23: Comparação dos parâmetros obtidos da monitorização das provas de Orientação e Corrida. Teste T de <i>Student</i> para amostras relacionadas.....	79

Índice de Tabelas

Tabela 1: Protocolo do teste referente à prova de orientação.....	58
Tabela 2: Protocolo do teste referente à prova de corrida sem a componente de navegação	59
Tabela 3: Correlação entre o tempo realizado na prova de Orientação e a velocidade média das provas da Taça de Portugal, e as variáveis antropométricas: prega tricipital, prega subescapular, somatório das pregas - tricipital+subescapular, e o grau de desenvolvimento em adiposidade (Endomorfismo)	70
Tabela 4: Correlação entre o tempo realizado na prova de Orientação (min), a velocidade (km.h^{-1}), a economia de corrida ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$) e a [lactato] (mmol.l^{-1}) um minuto após a realização do percurso.....	89
Tabela 5: Correlação entre o tempo realizado na prova de Orientação (min), a velocidade (km.h^{-1}), a diferenças de tempo entre a prova de Orientação e de Corrida (min) e o tempo realizado na prova de corrida.....	91

Índice de Anexos

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

Anexo 2: Termo de Consentimento

Anexo 3: Ficha de Identificação Biográfica

Anexo 4: Variáveis Antropométricas

Anexo 5: Mapa do Percorso de Orientação de Distância Média

Anexo 6: Mapa do Percorso de Corrida sem a Componente de Navegação

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A orientação é um desporto bastante complexo, no qual a capacidade física, a técnica de corrida e a técnica de navegação são factores preponderantes na obtenção de uma performance de alto nível (Gjerset et al., 1997; Jensen et al. 1994; Peck, 1990; Fach, 1989). De uma forma simplista, é descrita como uma modalidade praticada em corrida, tipo “cross-country”, entre diferentes pontos de controlo. Distingue-se das outras modalidades de corrida pela presença de um elemento cognitivo (a navegação entre os pontos de controlo) e pelo tipo de terreno encontrado (Creagh & Reilly, 1997).

Existem vários estudos acerca da resposta fisiológica à corrida de orientação (Peck, 1990; Bird et al., 1993; Jensen et al., 1994, 1999; Moser et al., 1995; Gjerset, et al., 1997; Creagh et al., 1998). Contudo a análise da performance na orientação é bastante difícil, uma vez que os atletas não realizam todos o mesmo percurso entre os pontos de controlo. Para ultrapassar este problema, os estudos têm analisado a frequência cardíaca durante a competição (Peck, 1990; Bird et al., 1993; Creagh et al., 1998), a concentração de lactato em vários pontos de um percurso de orientação, e de um percurso de corrida sem a componente de navegação (Moser et al., 1995; Gjerset et al., 1997) e o consumo de oxigénio num percurso de corrida pré-estabelecido (Jensen et al., 1994, 1999).

Após a análise destas investigações, várias questões permanecem ainda por responder. Por um lado, os valores relativamente altos e as grandes variações nas concentrações de lactato verificadas nos atletas de orientação, tornam necessária a existência de futuras investigações realizadas no terreno, em condições aproximadas à competição. Além disso, como referem Gjerset et al. (1997) e Held & Müller (1997), a análise do consumo de oxigénio, durante uma situação real, é necessária de forma a podermos com maior especificidade atender às respostas fisiológicas da corrida de orientação.

Larsson et al. (2002) realizou a análise de uma prova de orientação, utilizando um analisador de gases portátil, modelo MetaMax II (CORTEX Biophysik GmbH, Leipzig, Germany). O autor considerou a mensuração de gases metabólicos durante a

competição como uma ferramenta valiosa na análise dos parâmetros de rendimento na orientação.

Na comparação do estudo de Larsson et al. (2002) com os estudos de Jensen et al. (1994, 1999) verificamos que podem existir diferenças, no consumo de oxigénio, entre um percurso de orientação e um percurso de corrida sem a componente de navegação.

Por tal, com este estudo pretendemos não só analisar a resposta fisiológica a uma prova de orientação de distância curta, em atletas de elite nacional, utilizando um analisador de gases portátil (K4b², Cosmed Srl – Italy), como compará-la à resposta fisiológica de uma prova de corrida sem a componente de navegação (Moser et al., 1995 & Gjerset et al., 1997), no mesmo percurso.

Objectivo do Estudo

Foram definidos os seguintes objectivos:

- Caracterizar a resposta fisiológica a uma prova de orientação de distância média, em atletas de elite nacional;
- Comparar a resposta fisiológica da prova de orientação de distância média e de uma prova de corrida sem a componente de navegação, no mesmo percurso;
- Identificar a existência de parâmetros antropométricos e fisiológicos característicos dos atletas de alto nível.

Pertinência do Estudo

De forma a podermos adaptar o organismo dos atletas às características do esforço requerido em competição, são necessários protocolos de treino específicos às modalidades, protocolos esses baseados nas respostas fisiológicas avaliadas em competição (Smekal et al., 2001).

Num desporto como a orientação, durante o qual factores como o tipo de terreno encontrado² e a componente de navegação influenciam a performance dos atletas (Peck, 1990), a resposta fisiológica à competição não pode ser mensurada em laboratório, pelo que tem de ser determinada durante uma situação real.

Com este estudo, pensamos poder contribuir para a optimização dos processos de treino dos atletas Portugueses, dotando os treinadores de dados que lhes permitam, de uma forma mais real, definir objectivos e conteúdos do treino, sua intensidade e duração.

Por outro lado, segundo Bird (1996), a chave para o alto rendimento na Orientação encontra-se não só na optimização do factor físico (componente física) e do factor técnico (técnica de navegação), mas principalmente na optimização da interacção entre estes dois factores. Sabe-se, aliás, que o trabalho cognitivo influencia a performance física, ao ponto de “a velocidade de corrida durante a prova de orientação não dever exceder a velocidade do limiar anaeróbio por um período prolongado de tempo, de modo a não influenciar negativamente os processos cognitivos de leitura do mapa e tomada de decisão” (Seiler, 1994).

Daí que, de forma a podermos considerar como válidos os protocolos de controlo do treino específicos da modalidade, baseados em percursos de corrida sem a componente de navegação (Held & Muller, 1997), é necessário proceder à comparação entre a resposta fisiológica da prova de orientação de distância média (componente física e cognitiva), e a resposta fisiológica a uma prova de corrida sem a componente de navegação, e percorrida no mesmo percurso da prova de orientação (componente física).

Com este estudo, pretendemos assim identificar a relação entre os parâmetros obtidos nas duas provas, de modo a otimizar a aplicação deste tipo de protocolos aos atletas de Orientação. Desta forma, podemos dotar os treinadores de instrumentos que lhes permitam fazer um adequado controlo do treino.

² Terreno com subidas e descidas, charcos, passagem em linhas de água, vegetação rasteira, entre outros aspectos que influenciam a resposta fisiológica (Dresel, 1985)

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

1. Vias Energéticas

A realização de actividade física implica o consumo de energia, a qual pode ser obtida pelo organismo humano através de diferentes processos metabólicos. Uma vez que esta energia possibilita, entre outros, a realização de trabalho mecânico a nível muscular, o sucesso de uma tarefa motora deverá ter por base uma eficiente conversão da energia química em energia mecânica (Hultman & Harris, citados em Gomes, 2002)

A energia utilizada para a contracção das fibras musculares deriva da hidrólise de um composto rico em energia, denominado de Adenosina Trifosfato (ATP).

A energia presente na molécula de ATP torna-se disponível quando a ligação do último grupo fosfato é quebrada; liberta-se assim uma grande quantidade de energia (7,3 Kcal.mol⁻¹ de ATP), ocorrendo a formação de Adenosina Difosfato (ADP) mais Pi - ião fosfato (McArdle et al., 1996).

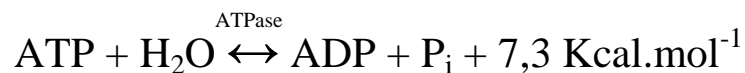


Figura 1: Hidrólise da molécula de ATP (adaptado de McArdle et al., 1996 e Foss & Keteyian, 1998)

Segundo McArdle et al. (1996) a quantidade total de ATP presente no organismo varia entre as 80 e 100 g. Devido a esta reduzida quantidade, o composto tem que ser continuamente sintetizado de forma a possibilitar a contracção muscular, o que requer energia.

A energia necessária à formação do ATP provém de três fontes que diferem essencialmente quanto à velocidade com que originam o produto final – ATP – e às quantidades de produto originadas.

A formação de ATP pode então ser realizada segundo três vias: via anaeróbia aláctica, via anaeróbia láctica e via aeróbia, sendo a duração e a intensidade da actividade que determinam o sistema fornecedor de ATP.

Apesar de distintos, os sistemas operam de forma integrada no processo de fornecimento de energia ao músculo (Gastin, 2001), existindo, no entanto, preponderância de um sistema sobre os outros.

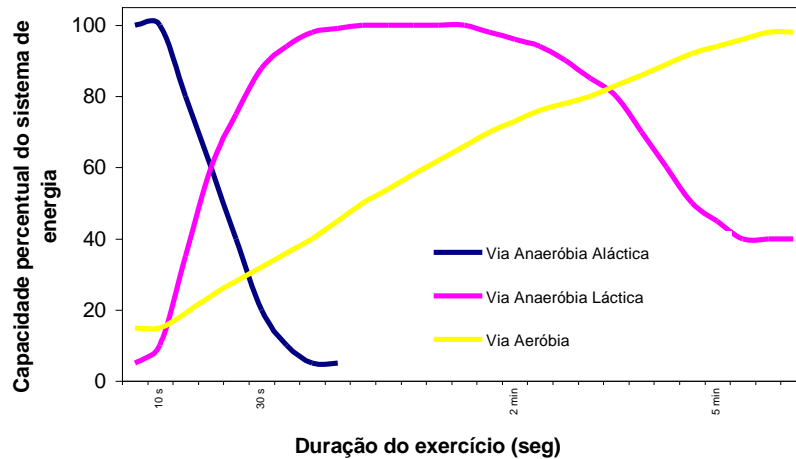


Figura 2: Os três sistemas de produção de energia e a sua contribuição percentual para a produção total de energia durante um exercício máximo de diferentes durações (adaptado de McArdle et al., 1996)

1.1. Via Anaeróbia Aláctica

A via anaeróbia aláctica, também denominada de via dos fosfagénios, constitui o mecanismo mais simples e imediato de ressíntese de ATP, realizada através da energia fornecida pela fosfocreatina (CP) existente nos músculos estriados.

A concentração muscular de ATP é de 4 a 6 mmol.kg^{-1} de músculo, enquanto que a concentração de CP é de 15 a 17 mmol.kg^{-1} (para um homem de 70 kg com 30kg de músculo). A quantidade intramuscular de fosfatos de alta energia influencia de forma significativa o desempenho de um indivíduo em desportos puramente explosivos, onde seja necessário um fornecimento rápido de energia.

A quebra da ligação entre o fosfato e a creatina (catalisada pela enzima creatina cinase), vai libertar a energia necessária para a síntese de ATP (Powers & Howley, 1997).

ATPase

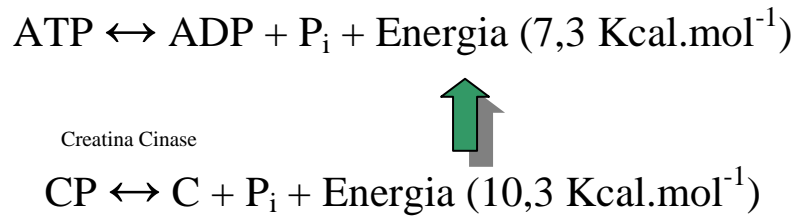


Figura 3: Sistema anaeróbio aláctico. A energia libertada pela hidrólise da CP é usada para proceder à ressíntese de ATP (adaptado de Guyton & Hall, 1996 e McArdle et al., 1996)

Logo após o início do exercício, inicia-se a hidrólise de CP, de forma a manter elevada a quantidade de ATP a nível muscular.

Este sistema não necessita de oxigénio nem produz ácido láctico, sintetizando muito rapidamente ATP. Todavia, tem uma capacidade muito limitada uma vez que, como a quantidade de fosfato de creatina armazenada nas células é pequena, esgota-se rapidamente (em cerca de 10 segundos) com o exercício intenso.

1.2. Via Anaeróbia Láctica

A via anaeróbia láctica é outro mecanismo para a ressíntese de ATP na ausência de oxigénio. Esta via energética consiste no processo de desdobramento da glicose, armazenada a nível muscular, hepático, ou mesmo existente na circulação sanguínea, em ATP e ácido pirúvico.

Nesta via, a glicose sofre uma cadeia de dez reacções químicas controladas enzimaticamente, convertendo uma molécula de glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) em duas de piruvato ($\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_4^-$) (Vander et al., 1994), produzindo duas moléculas de ATP.

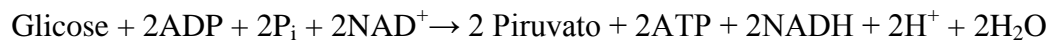


Figura 4: Reacção global da glicólise

O piruvato resultante da glicólise, pode ter dois destinos, conforme a presença ou não de oxigénio. Na presença de oxigénio, os electrões de hidrogénio que são “arrancados” à glicose são transportados pelo NADH para o interior das

mitocôndrias, onde são oxidados e transferidos para o oxigênio, formando água. Neste caso o piruvato é transformado em Acetil CoA.

Na ausência de oxigênio, a produção de NADH ultrapassa a capacidade da célula em oxidar os átomos de hidrogênio. Assim, os hidrogênios em excesso combinam-se com o piruvato, formando o ácido láctico. Isto acontece através de uma reação reversível catalisada pela enzima Desidrogenase Láctica (LDH).

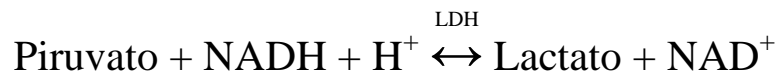


Figura 5: Formação do lactato

Desta forma, se a via aeróbia não tiver capacidade para utilizar o piruvato produzido pela glicólise, haverá uma acumulação de lactato no músculo, que será removido pela corrente sanguínea. O ácido láctico em concentrações elevadas provoca fadiga muscular, produz alterações no pH e a inibição de enzimas envolvidas na transferência de energia, o que provoca a perda de performance muscular do atleta (McArdle et al., 1996).

Segundo Ribeiro (1997), a via glicolítica é utilizada nas provas ou gestos desportivos de grande intensidade, com duração de 45 segundos a três minutos.

Como verificou Gjerset et al. (1997), os níveis de lactato após uma prova de orientação de distância média são da ordem das quatro mmol.l^{-1} , o que, e atendendo ao limiar anaeróbio individual dos atletas, demonstra a utilização da via anaeróbia láctica durante a execução do percurso de orientação, bem como uma boa tolerância ao ácido láctico por parte dos atletas.

1.3. Via Aeróbia

A via aeróbia é a que tem menos potência de produção de ATP mas é a de maior capacidade. Como não existe formação de produtos secundários que causem a fadiga, o metabolismo aeróbio é a principal fonte de produção de energia para exercícios de intensidade baixa e de longa duração.

Esta via de produção de energia, que pode gerar treze vezes mais ATP que o gerado pelo sistema glicolítico (Vander et al., 1994), tem lugar no interior da mitocôndria das células musculares e está directamente relacionada com a oxidação de substratos alimentares (hidratos de carbono, lípidos e proteínas), envolvendo a interacção de duas vias metabólicas: ciclo de Krebs e Cadeia de transporte de electrões.

1.3.1. Metabolismo dos Hidratos de Carbono

Dependendo do tipo de substrato, uma série de reacções diferentes podem ser realizadas de forma a obter energia. Na metabolização dos hidratos de carbono, o processo é comum à via anaeróbia láctica, ou seja, a glicólise. No entanto, devido à presença de oxigénio, o piruvato, produto final da glicólise, ao entrar na mitocôndria transforma-se em Acetil CoA, que, segundo McArdle et al. (1996), constitui a “moeda” de entrada no ciclo de Krebs. A reacção que transforma o ácido piruvico em Acetil CoA é catalisada pela enzima Desidrogenase Piruvica.



Figura 6: Conversão do piruvato em Acetil CoA. A reacção é irreversível e ocorre na matriz da mitocôndria.

Uma vez que as reacções anaeróbias libertam apenas 5% da energia contida na molécula de glicose (McArdle et al., 1996), a Acetil CoA entra então no ciclo de Krebs, onde vai ser degradada em dióxido de carbono e átomos de hidrogénio.

Segundo Powers e Howley (1997) os produtos mais importantes deste ciclo são o NADH e o FADH₂.

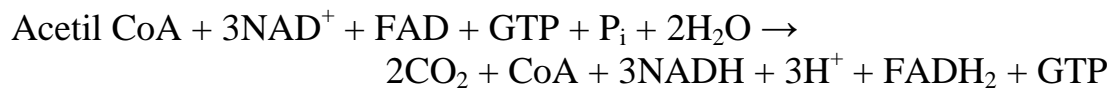


Figura 7: Resumo da reacção catabólica de uma molécula de Acetil CoA no ciclo de Krebs.

Por último, os electrões passam através da cadeia de transporte de electrões do NADH ou FADH, sendo libertada energia para a formação de ATP. O produto final da via aeróbia é de 38 ATP por molécula de glicose, além das seis moléculas de dióxido de carbono (CO₂) e seis moléculas de água (H₂O) produzidas.

1.3.2. Metabolismo dos Lípidos

A gordura armazenada representa a fonte energética mais abundante, sendo por isso a capacidade de produção de energia quase ilimitada (McArdle et al., 1996). Os triglicerídeos são, no organismo, as principais moléculas de armazenamento de energia necessitando para tal, de serem hidrolizadas no citoplasma nos seus componentes: glicerol e três moléculas de ácidos gordos. A metabolização dos ácidos gordos ocorre através de uma série de reacções, em que se removem dois átomos de carbono da extremidade da cadeia do ácido gordo, para formar Acetil CoA, que entrará no ciclo de Krebs para produzir ATP.

Os lípidos são assim os macronutrientes com maior capacidade de produção de ATP, uma vez que cada ácido gordo produz 146 moléculas de ATP, o que corresponde a 438 moléculas de ATP por triglicerídeo, dado que cada molécula é constituída por três ácidos gordos (Vander et al., 1994).

Quadro 1: Formação de ATP a partir do catabolismo dos lípidos (adaptado de Vander et al., 1994)

8 pares de Coenzima – 2H da beta oxidação	8x5=40
---	--------

(5 moléculas de ATP formadas por par de Coenzima – 2H)	
9 moléculas de Acetil CoA entram no ciclo de Krebs	5x12=108
(12 moléculas de ATP formadas por par molécula de Acetil CoA)	148
Energia usada no início da via	-2
Total	146

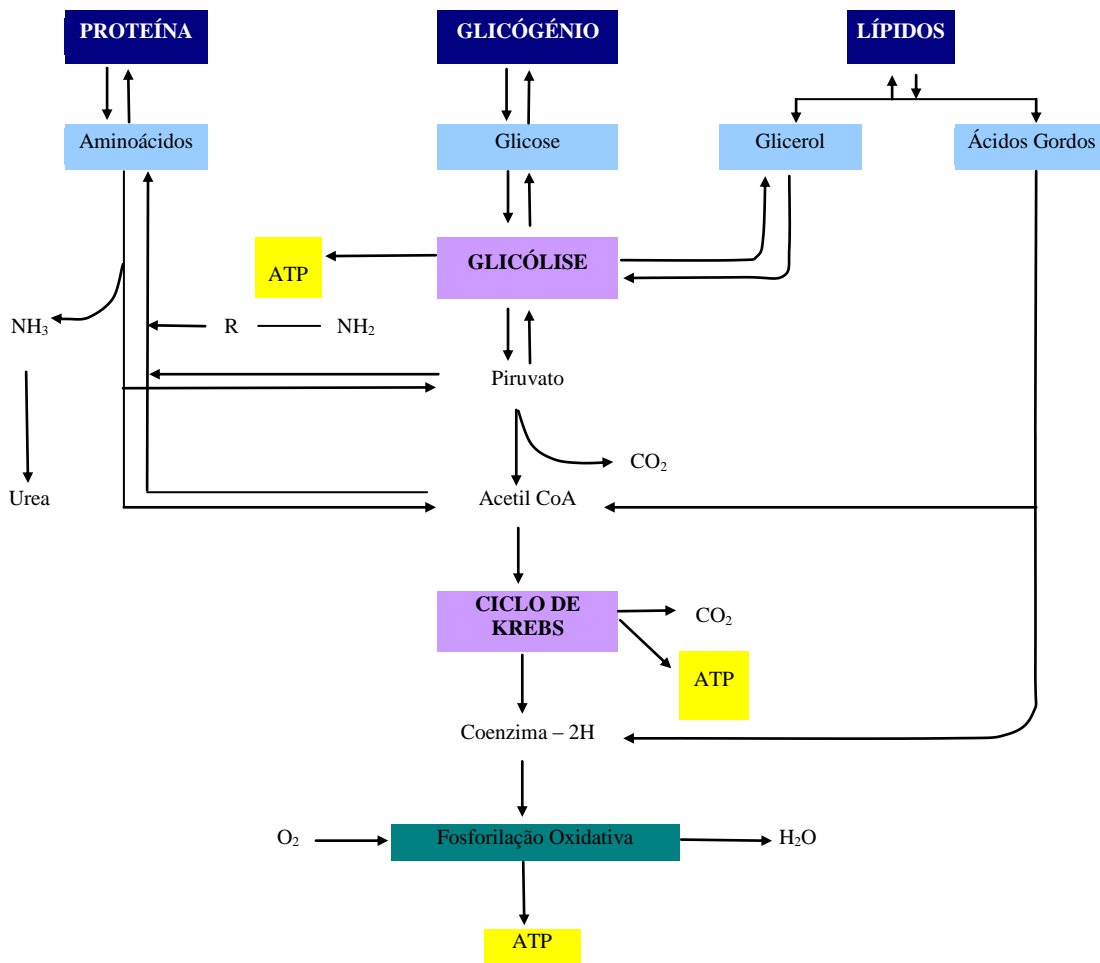


Figura 8: Três fases da via aeróbia. Metabolização dos hidratos de carbono, lípidos e proteínas (adaptado de Vander et al., 1994)

2. Métodos de Determinação do Metabolismo Aeróbio

Nos exercícios de longa duração a combinação do $\text{VO}_2\text{máx}$, economia de corrida e limiar anaeróbio láctico explicam em grande proporção a variância da performance (Weyand et al., 1994, citado por Reis, 1995).

Assim, enquanto o $\text{VO}_2\text{máx}$ expressa a potência aeróbia que se refere à capacidade máxima de ressíntese aeróbia de ATP, a capacidade aeróbia, que é determinada e expressa pelo limiar anaeróbio, reflecte a capacidade de manter uma determinada intensidade de exercício durante um período prolongado de tempo com baixa concentração de lactato sanguíneo (Gomes, 2002).

2.1. Consumo de Oxigénio e $\text{VO}_2\text{Máx}$

O consumo de oxigénio estabelece a eficiência do sistema cárdio-respiratório em captar (ventilação pulmonar), fixar (trocas gasosas alveolares), transportar (sistema cárdio-vascular) e utilizar o oxigénio (respiração celular).

O consumo máximo de oxigénio, corresponde assim ao volume máximo de oxigénio consumido pelo organismo, obtido durante a realização de esforço físico que envolve grandes massas musculares.

Uma vez que a capacidade humana de desenvolver esforços de longa duração está directamente relacionada com o metabolismo oxidativo, o consumo máximo de oxigénio evidencia-se como um parâmetro fisiológico significativo na caracterização funcional do indivíduo, pelos importantes indicadores de índole cárdio-respiratória que fornece (Fleck, 1999, citado por Gomes, 2002).

O $\text{VO}_2\text{máx}$ está directamente correlacionado com o débito cardíaco, que é função, quer do volume sistólico, quer da frequência cardíaca, com o conteúdo arterial do O_2 e com a capacidade extractiva muscular (diferença artério-venosa).

A relação entre o débito cardíaco e a diferença (a-v) VO_2 , e a capacidade aeróbia é determinada pela equação de Flick:

Consumo máx. de Oxigénio = Débito cardíaco máximo x Diferença a-v O_2 máximo

De acordo com Basset & Howley (2000) o aumento no consumo máximo de oxigénio resultante do treino provém, em primeira instância, do aumento do débito cardíaco máximo.

Estando a Orientação descrita como um desporto de *endurance* (Creagh & Reilly, 1997) a obtenção de performances de sucesso está associada a valores elevados de VO_2 máx. O quadro seguinte apresenta os valores de VO_2 máx em várias amostras de atletas de Orientação de elite.

Quadro 2: Valores de VO_2 máx em atletas de Orientação de elite (adaptado dos autores presentes no quadro)

<i>VO₂máx – Atletas de Orientação de Elite</i>				
Autor	Nacionalidade	Amostra	Média (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	Desvio Padrão
Jensen et al., 1999	Dinamarca	n=11	73	±2
Jensen et al., 1994	Dinamarca	n=14	74,3	±3,5
Gjerset et al., 1997	Noruega	n=9	77,5	±3,9
Moser et al., 1995	Noruega	n=16	71,7	±8,4
Rolf et al. 1997	Suécia	n=5	79	-
Laukkanen et al., 1998	Finlândia	n=7	70,8	±3,9
Held & Müller, 1997	Suíça	n=16	74	±5,3
Cheshikina, 1993	Rússia	n=10	68,4	±2,2
Karjaleinen et al., 1997	Finlândia	n=17	76	±5
Johansson et al., 1987	Suécia	n=14	69,6	±3,6

2.1.1. Determinação do VO_2 máx

A obtenção do consumo máximo de oxigénio pode ser realizada através de diferentes protocolos, utilizando diferentes tipos de exercício. Os protocolos devem, no entanto, ter duração suficiente para permitir que a obtenção da resposta cárdio-respiratória seja máxima, requerendo para tal, o empenhamento máximo dos atletas.

Para garantir a obtenção do VO_2 máx, normalmente utilizam-se os seguintes critérios:

- QR superior a 1;
- Obtenção da frequência cardíaca máxima predita para a idade (220-idade);
- Lactatémia superior a 8 mmol.l⁻¹;
- Exaustão;
- Valor de consumo a partir do qual o aumento da intensidade do esforço provoca uma estabilização ou mesmo uma ligeira queda do VO_2 .

2.1.1.1. Métodos Directos e Indirectos

Na determinação do consumo de oxigénio podem ser utilizados métodos directos ou indirectos.

Para a aplicação dos métodos directos é necessária a utilização de material sofisticado que analisa as trocas gasosas efectuadas pelo indivíduo, apresentando portanto, uma maior fiabilidade em relação aos métodos indirectos, que se baseiam na existência de uma relação linear entre a frequência cardíaca, watts atingidos ou distância percorrida e o consumo de oxigénio (McArdle et al., 1996).

Os métodos indirectos são principalmente aplicados quando se pretende avaliar um elevado número de sujeitos, sem fazer recurso a equipamento dispendioso e a pessoal especializado, enquanto que a avaliação directa é normalmente mais utilizada em investigações.

2.1.1.2. Testes Máximos e Submáximos

Os protocolos para a determinação do VO_2 máx podem ser máximos ou submáximos. Os testes submáximos não são tão precisos como os máximos, já que se baseiam na relação entre a frequência cardíaca e o consumo de oxigénio para intensidades submáximas, estimando por extrapolação o VO_2 máx. Este tipo de testes é mais utilizados para populações que apresentam limitações à realização de testes máximos, tais como, idosos, jovens ou pessoas com problemas de saúde.

Os testes máximos são aqueles em que o indivíduo é levado à exaustão alcançando a frequência cardíaca máxima, calculando assim o VO_2 máx.

2.1.1.3. Testes Contínuos e Descontínuos

A diferença entre testes contínuos e descontínuos reside na existência ou não de intervalos de repouso entre o aumento da carga. Os testes contínuos têm a vantagem de ser menos demorados, no entanto, os testes descontínuos permitem que se façam colheitas de lactato.

Segundo McArdle et al. (1996) os testes descontínuos permitem a obtenção de valores de consumo de oxigénio superiores, embora a diferença não seja considerada significativa.

2.1.2. Unidade de Medida do Consumo de Oxigénio

O consumo de oxigénio pode ser expresso em $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ (consumo absoluto) ou relativizado à massa corporal em $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$.

Em termos de consumo máximo de oxigénio, assume-se que em modalidades em que não se transporta o peso corporal, como o remo ou o ciclismo, é importante analisar o valor absoluto do $\text{VO}_2\text{máx}$. Enquanto que quando se transporta o peso corporal (por exemplo a corrida) faz sentido analisar o $\text{VO}_2\text{máx}$ relativo, uma vez que, para dois atletas com o mesmo $\text{VO}_2\text{máx}$ absoluto, será o mais leve que possui um $\text{VO}_2\text{máx}$ relativo maior.

Embora a Orientação seja uma modalidade de corrida, que implica o transporte do peso corporal, segundo Larsson et al., (2002) é a média do consumo de oxigénio absoluto durante a prova que melhor se correlaciona com o sucesso na Orientação.

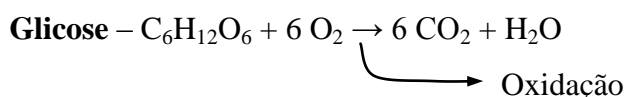
Isto pode implicar que os atletas mais pesados (com mais massa muscular) tenham vantagem sobre os mais leves, uma vez que, a corrida na floresta tem grandes exigências musculares (Johansson et al., 1988).

2.1.3. Quociente Respiratório

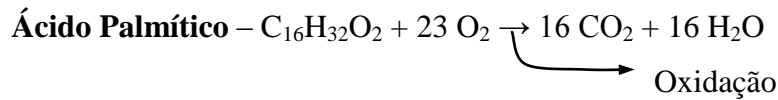
Devido às diferenças químicas na composição dos hidratos de carbono e gorduras, são necessárias quantidades diferentes de O_2 para oxidar completamente os átomos de carbono e hidrogénio. Desta forma, a quantidade de CO_2 produzida em relação ao oxigénio consumido varia ligeiramente dependendo do substrato utilizado.

O quociente respiratório (QR), que espelha a razão do dióxido de carbono (VCO_2) libertado pelo Oxigénio (VO_2) consumido, permite-nos assim conhecer a contribuição de cada substrato para a obtenção de energia durante o exercício.

As reacções seguintes espelham esta diferença:



$$\text{QR} = 6 \text{CO}_2 / 6 \text{O}_2 = 1$$



$$\text{QR} = 16 \text{ CO}_2 / 23 \text{ O}_2 = 0,70$$

Quando o quociente respiratório for calculado, é possível compará-lo com o quadro seguinte, determinando o tipo de substrato energético que está a ser utilizado.

Quadro 3: Utilização dos substratos energéticos durante o esforço (adaptado de Powers & Howley, 1997)

QR	% de Gorduras	% Hidratos de Carbono
0,70	100	0
0,75	83	17
0,80	67	33
0,85	50	50
0,90	33	67
0,95	17	83
1,00	0	100

No entanto, verifica-se que o QR apresenta, durante o exercício máximo, valores superiores a 1. Isto resulta do facto do ácido láctico, gerado pela via anaeróbia láctica, ser tamponado no sangue pelo bicarbonato de sódio de modo a manter o equilíbrio ácido-base, como nos mostra a reacção:

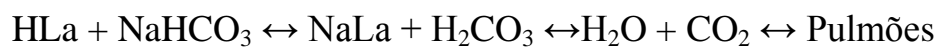


Figura 9: Tamponamento do ácido láctico pelo bicarbonato de sódio (adaptado de McArdle et al., 1996)

Este processo conduz à produção de ácido carbónico que, nos capilares pulmonares, se transforma em CO_2 e H_2O , sendo o CO_2 libertado através dos pulmões. Desta forma, o ar expirado vai conter uma quantidade “extra” de CO_2 o que eleva o QR acima de 1.

De uma forma geral podemos considerar que quocientes respiratórios acima de um reflectem o recurso ao metabolismo anaeróbio.

2.1.4. Ventilação Pulmonar

O exercício físico é acompanhado por um aumento na ventilação (VE) que se procede em duas fases distintas.

De início, o aumento na ventilação deve-se à alteração dos mecanismos do movimento do corpo. Duma forma mais gradual, numa segunda fase, o aumento da ventilação deriva, principalmente, do aumento da presença de CO_2 e H^+ na corrente sanguínea, o que vai activar os quimiorreceptores que estimulam o centro inspiratório, aumentando assim o ritmo e a profundidade dos ciclos respiratórios.

Por outro lado, através dos coeficientes VE/VO_2 e VE/VCO_2 podemos estabelecer, com algum rigor, o limiar anaeróbio.

Os coeficientes referidos mantêm-se constantes até determinada intensidade, a partir da qual ocorre um aumento da ventilação que não é proporcional ao consumo de O_2 . Isto porque, a partir de uma certa intensidade, ocorre um aumento no VCO_2 resultante do tamponamento do ácido láctico pelo bicarbonato de sódio (ver ponto 2.1.2.), o que vai conduzir, como descrito, a um aumento da ventilação pulmonar.

Uma vez que este aumento não é proporcional ao consumo de oxigénio, ocorre um ponto de ruptura (gráfico 1), o qual segundo Wasserman & McIlroy (1964, citado por Wilmore & Costill, 2000) reflecte o limiar anaeróbio.

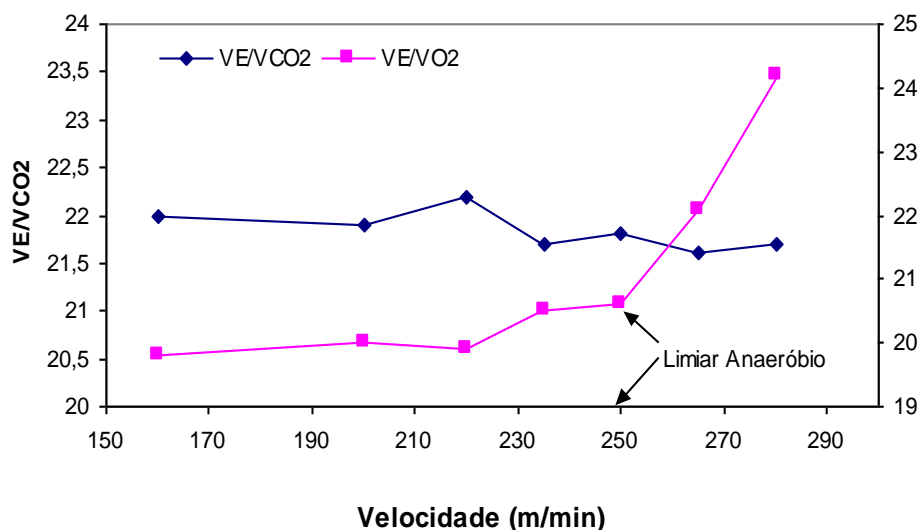


Gráfico 1: Alterações nos coeficientes VE/VO_2 e VE/VCO_2 durante um exercício de intensidade progressiva (adaptado de Wilmore & Costill, 2000)

2.1.5. Economia de Corrida

A economia de corrida é, em conjunto com o VO_2 máx e o LA, uma forma de avaliar a variância do rendimento nas provas de longa duração (Weyand et al., 1994, citado por Reis, 1995).

Num sentido geral, podemos definir a economia de corrida (EC) como a relação entre o influxo de oxigénio e o rendimento resultante. Aceder à economia de corrida depende assim da avaliação do consumo de oxigénio enquanto os atletas realizam um exercício a uma velocidade específica.

Alcançar melhorias na EC vai permitir aos atletas correrem mais rápido consumindo a mesma quantidade de oxigénio, ou seja, permite percorrer uma dada distância ao mesmo ritmo de produção de energia, vendo reduzido o gasto energético total.

A EC tem uma importância considerável durante o exercício de longa duração, onde o sucesso depende principalmente da capacidade aeróbia dos indivíduos. Noakes (2000), refere inclusive que este parâmetro explica predizer melhor a performance, em esforços de longa duração, que o próprio VO_2 máx.

Além disso, a economia de corrida é descrita como um dos parâmetros fisiológicos que destaca os corredores de resistência Africanos em relação aos Caucasianos, isto apesar de apresentarem valores de consumo máximo de oxigénio menores (Weston et al., 2000).

Jones (1998), num estudo longitudinal a uma atleta de 3000m, verificou que as melhorias registadas na performance (ao longo dos cinco anos de estudo) não se deveram a um aumento do VO_2 máx, mas à melhoria da economia de corrida, resultado do treino de *endurance* adoptado.

Kyröläinen et al. (2001) estudando a influência de factores biomecânicos na EC, verificaram que os atletas com piores EC apresentam pior técnica de corrida.

Jensen et al. (1999) avaliaram a EC em atletas de Orientação e de Atletismo, em dois tipos de superfície de corrida: estrada e floresta. Ao contrário dos corredores de atletismo, os atletas de Orientação não apresentam diferenças entre a EC na estrada e na floresta, devendo-se isto à quantidade de treino específico realizado por estes neste tipo de superfície.

2.2. Limiar Anaeróbio

Ao considerarmos a Orientação como um desporto de *endurance* (Mero e Rusko, 1987; Fack, 1989), sabemos que a performance durante a competição é determinada pela capacidade dos processos de fornecimento de energia aos músculos activos.

Por tal, o estudo e a determinação do limiar anaeróbio surge da necessidade de encontrar um parâmetro que consiga mensurar as melhorias na prestação desportiva, já que são vários os investigadores que consideram o VO_2 máx como um critério insuficiente na avaliação fisiológica (Acevedo & Goldfard, 1989; Astrand e Rodahl, 1970; Hollmann & Liesen, 1973; Liesen & Mader, 1976, citados em Santos, 1996). Especificamente no campo da modalidade de Orientação, Johansson, Gerdle, Lorentzon, Rasmuson, Reiz e Fugl-Meyer (1987) verificaram que, ao longo da época de treino, a velocidade no limiar anaeróbio aumenta, assim como a percentagem de VO_2 máx no limiar anaeróbio, sem no entanto existirem alterações significativas em termos de VO_2 máx.

Os dados recolhidos por Stegmann & Kindermann (1981, citados por Santos, 1996) indicam que em corredores de meio-fundo e fundo, existe uma baixa acumulação de lactato no sangue para cargas até aproximadamente 80% do VO_2 máx.

Segundo Santos (1995), tendo como base este tipo de evidências, considera-se actualmente a existência de dois tipos de resposta metabólica ao exercício dinâmico de longa duração: (I) uma carga pode ser mantida em steady-state durante um longo período, num estado global de fornecimento de energia oxidativa, caracterizado por uma baixa concentração de lactato resultante do equilíbrio entre a sua produção e eliminação; (II) uma carga em que é necessária uma formação adicional de lactato para manter a intensidade de exercício, o que acaba por se traduzir numa inevitável acumulação deste metabolito (Mader, 1991 citado por Santos, 1995). No que respeita ao último tipo de carga, este conduzirá rapidamente a um estado de fadiga, provocado pela elevada acidose metabólica, que se instalará primeiramente nos músculos activos e de seguida em todo o organismo.

A mediar estes dois estados metabólicos, existe um estágio de transição que se designa por limiar anaeróbio. O limiar anaeróbio é assim considerado como o ponto

em que ocorre um desvio do metabolismo exclusivamente aeróbio, passando a existir um fornecimento de energia glicolítica (Mader, 1996 citado por Santos, 1996).

Podemos considerar o limiar anaeróbio não só como um parâmetro que nos permite realizar uma avaliação objectiva da performance de média e longa duração (Denis et al., 1982; Duckhuth et al., 1988, Heck et al., 1985; citados por Santos, 1996), mas também como uma ferramenta para a avaliação da capacidade de resistência dos atletas como forma de controlo do treino (Bishop et al., 1992; Foxdal & Sjodin et al., 1991; Ostman, 1994; Heck et al., 1985; citados por Sousa, 1997).

2.2.1. Conceito de Limiar Anaeróbio

O termo limiar anaeróbio tem tido ao longo dos tempos uma enorme variedade de designações e conceitos, envolvendo métodos de avaliação directa (invasivos), que recorrem a doseamentos sanguíneos de lactato, e métodos indirectos (não invasivos) que recorrem à análise das alterações das trocas gasosas e da frequência cardíaca (Santos, 1995). Ambos os métodos procuram detectar as alterações metabólicas e cardio-respiratórias através da utilização de protocolos de incremento progressivo da carga funcional, realizados, normalmente, em ciclo-ergómetro ou tapete rolante.

No entanto, nos dias de hoje, a determinação do limiar anaeróbio é realizada principalmente através de doseamentos de lactato, uma vez que este é o método que garante uma mais fácil e eficaz extrapolação dos resultados (Santos, 1996), sendo aquele que melhor aplicabilidade tem no treino (Heck et al., 1985; citado por Sousa, 1997).

Tendo em conta que a uma baixa intensidade de esforço a acumulação de lactato sanguíneo está próxima da de repouso, e que a partir de uma certa intensidade de esforço essa concentração tende a aumentar, o limiar anaeróbio tem sido definido como a intensidade a partir da qual a concentração de lactato no sangue tende a aumentar progressivamente (Sousa, 1997).

Wassermann et al. (1981 citado por Santos, 1991) consideram o limiar anaeróbio como “o valor de VO_2 a partir do qual a concentração de lactato começa a aumentar sistematicamente acima dos valores de repouso, durante um protocolo de incremento progressivo da carga funcional”.

Estes conceitos de limiar anaeróbio implicam que a uma certa intensidade de esforço, ou valor de VO_2 , exista uma troca metabólica, passando de um metabolismo aeróbio para outro predominantemente anaeróbio. Do ponto de vista fisiológico, seria mais correcto utilizar o termo “zona de transição aeróbia-anaeróbia”, e não limiar anaeróbio, pois limiar implica que exista um ponto de ruptura perfeitamente definido.

Segundo Wassermann & Mailroy (1964) e Mader (1978) citados por Sousa (1997), a teoria do limiar anaeróbio tem tido aceitação nos meios científicos, relativamente à relação lactato/intensidade do esforço, existindo contudo, alguma controvérsia quanto aos valores para o limiar anaeróbio.

Santos (1995), apresenta-nos uma compilação dos diferentes conceitos e métodos de determinação do limiar anaeróbio, sendo apresentados de seguida os que envolvem métodos de avaliação directa (invasivos).

Quadro 4: Representação das diferentes designações e conceitos de limiar anaeróbio segundo vários autores, utilizando como parâmetro o lactato (Adaptado de Sousa, 1995)

Autor	Parâmetro	Designação	Método de Determinação
Mader et al., 1976	lactato	limiar aeróbio-anaeróbio	velocidade a 4 $mmol.l^{-1}$
Kindermann et al., 1978	lactato	limiar aeróbio; limiar anaeróbio; transição aeróbia-anaeróbia	carga a 2 e a 4 $mmol.l^{-1}$
Keul et al., 1979	lactato	limiar anaeróbio individual	velocidade na $\tan=1.23(51^{\circ}34')$
Sjödín et al., 1979	lactato	início da acumulação de lactato (OBLA)	idêntico ao método de Mader
Farrell et al., 1979	lactato	início da acumulação de lactato plasmático (OPLA)	aumento das concentrações acima dos valores de repouso
Pessenhofer et al	lactato	transição aeróbia-anaeróbia individual	ponto de ruptura do quociente diferencial lactato/tempo
Stegmann e Kindermann., 1981	lactato	limiar anaeróbio individual	tangente à curva de performance do lactato
Simon et al., 1981	lactato	limiar anaeróbio individual	idêntico ao método de Keul, mas com $\tan=1$
Bunc et al., 1982	lactato	limiar anaeróbio individual	bissectriz ao ponto de intercepção de duas tangentes à curva de lactato

No que respeita aos valores para o limiar anaeróbio, Chicharro et al. (1991) citado por Sousa (1997) classifica os referidos conceitos da seguinte forma:

Quadro 5: Valores para os vários conceitos de limiar anaeróbio (Chicharro et al., 1991, adaptado por Sousa, 1997)

Autor	2 mmol.l ⁻¹	2 – 4 mmol.l ⁻¹	4 mmol.l ⁻¹
Kindermann et al., 1978	limiar aeróbio	transição anaeróbia	aeróbia- limiar anaeróbio
Farrell et al., 1979	OPLA		
Pessenhofer et al.	transição anaeróbia	aeróbia-	
Mader et al., 1976			limiar aeróbio-anaeróbio
Sjödín et al., 1979			início da acumulação de lactato (OBLA)

Para Stegmann e Kindermann (1981, citados por Sousa, 1997), a concentração de lactato óptimo difere de caso para caso, chegando à conclusão que o limiar anaeróbio individual (LAI) varia entre concentrações de lactato de 2 a 7,5 mmol.l⁻¹.

No entanto, segundo Billat et al. (1994, citado por Santos, 1995) verificou-se que, em relação aos métodos directos, tanto a duração como o tipo de incremento da carga por patamar, influenciavam o valor final do limiar anaeróbio. Mader et al. (1976, citado por Santos, 1996) chamaram a atenção para a duração dos patamares de trabalho por nível de carga não dever ser inferior a 4 minutos, considerando como duração ideal 5 a 10 minutos para cada patamar.

Podemos considerar o conceito de limiar anaeróbio como “a procura da localização da máxima intensidade susceptível de ser mantida com o lactato em estado estável”, que se associa assim ao conceito de equilíbrio máximo de lactato (MaxLass) proposto por Heck et al. (1985, citado por Santos, 1995). Este equilíbrio é definido por Gomes Pereira (1994, citado por Sousa, 1997) como o “potencial máximo de remoção e metabolização = produção”, ou seja, quando o nível de produção e penetração na corrente sanguínea é equivalente à metabolização e remoção, pode-se estabelecer a relação descrita anteriormente.

Os dados recolhidos por Gjerset et al. (1997) e Moser et al. (1995) indicam que o limiar anaeróbio, em atletas de orientação de elite, situa-se a cerca de 84% do VO₂máx, apresentando concentrações de lactato na ordem dos 3,6 mmol.l⁻¹.

3. Natureza da Modalidade

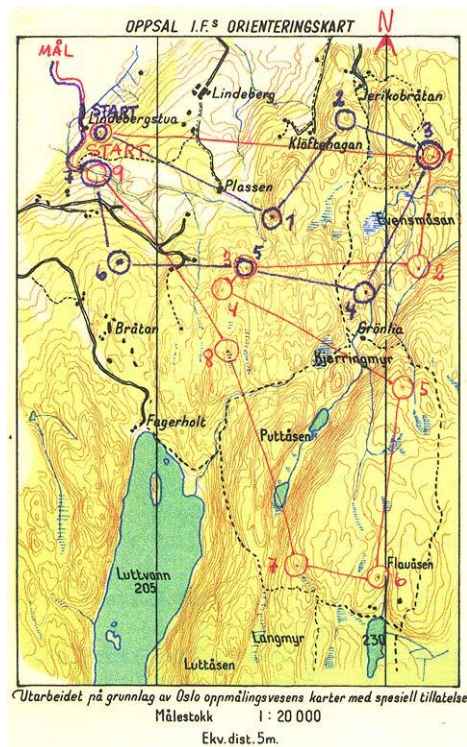
3.1. História

As raízes da orientação perdem-se no tempo. Já nos remotos anos 2000 A.C., os Egípcios utilizavam mapas com símbolos que os auxiliavam na navegação (Palmer, 1997). Muitas outras civilizações, entre as quais a Grega e a Romana, utilizaram representações cartográficas para o auxílio da navegação. No entanto, podemos dizer que foram os Vikings que potencializaram não só o uso dos mapas, como também o manejo da bússola (Palmer, 1997).

A orientação como modalidade é relativamente jovem. Considera-se que a sua origem remota a 1912, quando o Major Ernst Killander, líder escoteiro sueco e presidente da Associação de Atletismo Amador de Estocolmo, preocupado com a desmotivação dos jovens pela corrida, associou-lhe a componente de leitura e interpretação do mapa, desdobrando a distância da maratona em três partes, cada uma delas com um ponto de controlo cujos participantes tinham de visitar (Palmer, 1997).

A primeira competição oficial decorreu em 25 de Março de 1919. Denominou-se “corrida de Estocolmo”, desenrolando-se perto de Saltsjöbaden (15 km a SE de Estocolmo), sendo o director da prova o Major Ernst Killander. A prova contou com a participação de 155 atletas divididos em três categorias, e constitui numa prova de 12 km com apenas 3 pontos de controlo (Palmer, 1997).

No início da modalidade, a componente física prevalecia sobre a cognitiva, uma vez que os mapas utilizados, de pequena escala (1:100 000) e a preto e branco, não permitiam o traçado de percursos com grandes exigências técnicas. Actualmente os mapas de Orientação apresentam uma escala maior (1:15 000 ou 1:10 000), representando todos os detalhes do terreno, o que permite realizar percursos de grande exigência técnica.



Partindo da Suécia, a orientação espalhou-se por várias países. Até que em 1961, em Copenhaga, 11 países criaram a “Internacional Orienteering Federation”, tendo-se realizado o primeiro campeonato do mundo na Finlândia em 2 de Outubro de 1966.

Figura 10: Primeiro mapa de Orientação a cores. Mapa Norueguês realizado por Knut Valstad em 1950.

Portugal aderiu à prática da modalidade por volta de 1973, com a realização do primeiro Campeonato das Forças Armadas em Mafra. No entanto, só em 1987, com a formação da Associação Portuguesa de Orientação (APORT), se começam a promover alguns encontros no meio civil e a produzir os primeiros mapas adequados à sua prática obedecendo às normas da Federação Internacional (Oliveira, 1993).

Em 1990 criou-se a Federação Portuguesa de Orientação. Os primeiros Campeonatos Nacionais tiveram a sua origem em 1993, sendo que desde então têm existido várias representações nacionais em Campeonatos do Mundo, Taças do Mundo, Taças dos Países Latinos, Campeonatos do Mundo de Juniores, e Campeonatos Ibéricos.

3.2. Caracterização da Modalidade

A Orientação enquanto desporto, caracteriza-se pelo “navegar através de um terreno desconhecido, ao longo de um percurso delimitado, por determinado número de pontos de controlo, usando somente o mapa e a bússola” (Ottosson, 1996).

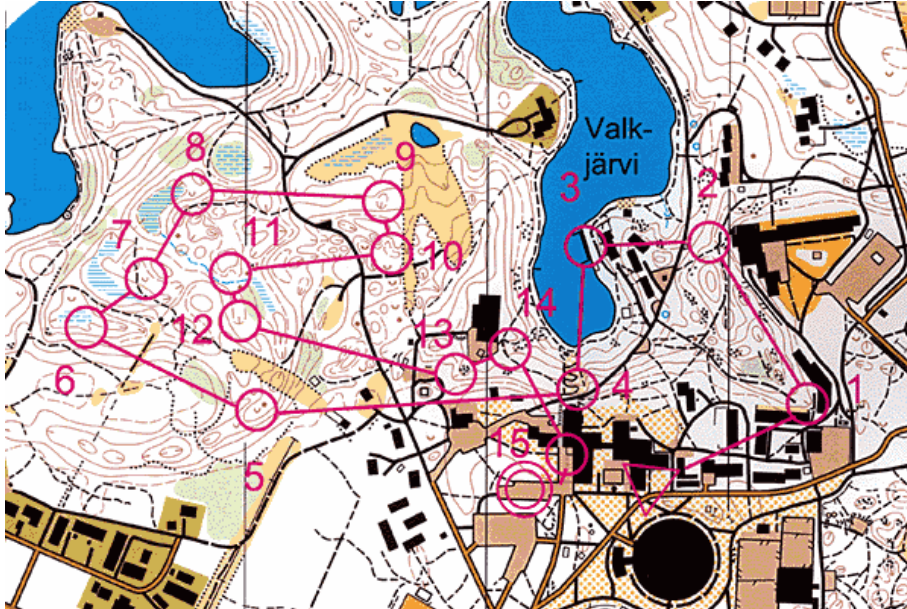


Figura 11: Exemplo de um mapa de Orientação onde se encontra traçado um percurso. É de referir que o triângulo simboliza o local de partida, os círculos os pontos de controlo que o atleta tem de visitar, e os dois círculos concêntricos o final do percurso.

O objectivo é percorrer o percurso traçado no menor tempo possível, visitando os pontos de controlo pela ordem crescente. A complexidade da modalidade advém da necessidade do atleta resolver situações e tomar decisões (componente cognitiva), enquanto corre rapidamente num tipo de terreno que, fisicamente, exige bastante dele (Walsh, 1997). Ou seja, uma performance de sucesso passa pela combinação da capacidade de resistência de corrida, com a habilidade de leitura e interpretação do mapa (Seiler, 1996).

Kolb et al. (1987), desenvolveram uma série de testes com os quais avaliaram a influência de cada uma das componentes (física e cognitiva) no rendimento global da Orientação (Figura 12).

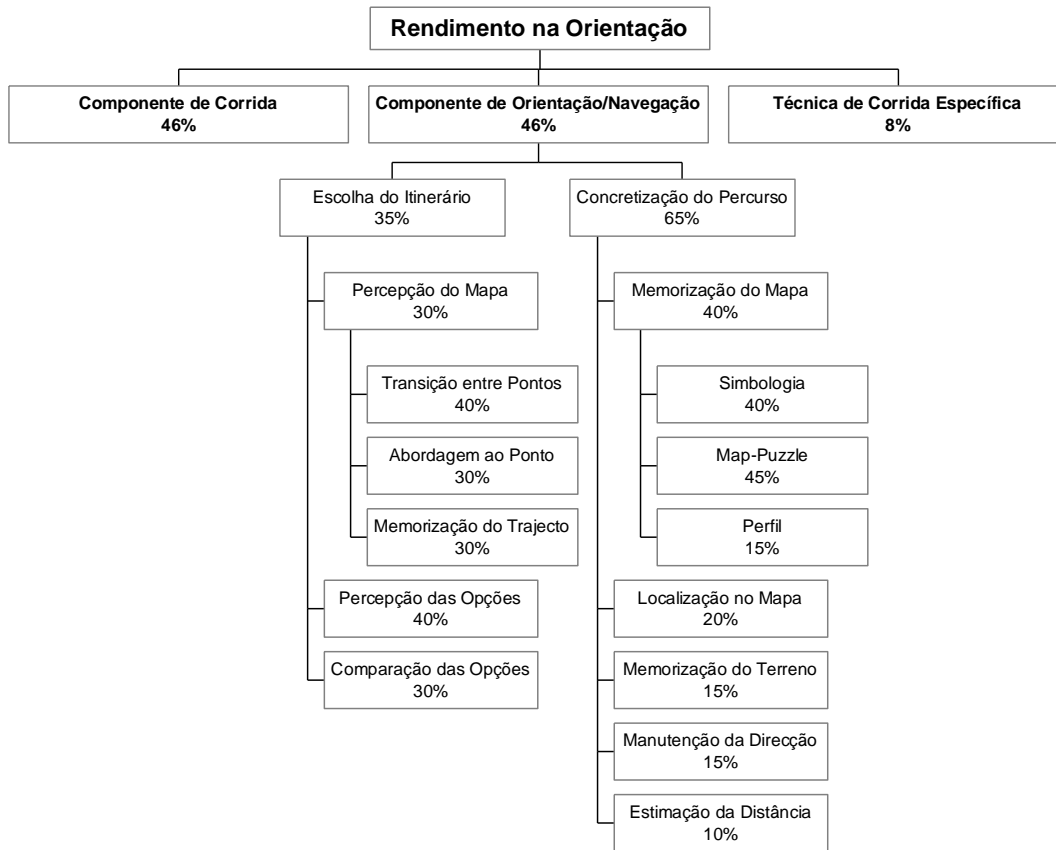


Figura 12: Componentes que determinam o rendimento na Orientação (adaptado de Kolb et al., 1987)

A estimativa realizada pelos autores enfatiza a igualdade na importância das componentes de corrida (46%) e de Orientação/Navegação (46%). Os restantes 8% relacionam-se com a técnica de corrida específica, que deve ser encarada como um skill a aprender (Kolb et al., 1987).

Assim, uma vez que o rendimento na orientação não se explica apenas através da componente de Corrida (componente física e fisiológica) mas também através da componente de Orientação/Navegação (componente cognitiva), de seguida faremos uma abordagem a ambas as vertentes.

3.2.1. Componente Física e Fisiológica

3.2.1.1. Metodologias usadas para o Estudo dos Processos Fisiológicos na Orientação

Dada a grande importância atribuída à componente fisiológica na performance da orientação, várias têm sido as investigações que se têm debruçado sobre esta componente. Assim, diferentes metodologias e diferentes indicadores fisiológicos têm sido utilizados na análise da performance.

3.2.1.1.1. Frequência Cardíaca

Relativamente à frequência cardíaca, Peck (1990) propôs-se efectuar a sua medição, durante a competição de orientação, utilizando-a como indicador fisiológico da performance. O objectivo do estudo era diferenciar a resposta fisiológica, causada por uma prova de orientação, entre atletas de elite (membros da selecção nacional inglesa) e atletas de baixo nível de performance.

O procedimento de recolha dos dados passou pela utilização de um Polar Sport-Tester® (Polar Electro, Finland) durante uma competição de orientação. Para cada recolha de dados, os atletas activavam o Polar cinco minutos antes da partida, premindo o “Split-Time” aquando da partida, e subsequentemente em cada ponto de controlo e na chegada. A recolha terminava 10 minutos após o término da prova.

Acedendo aos dados de vários percursos, o autor verificou que existe uma grande flutuação da frequência cardíaca durante a competição de orientação. No entanto, os atletas de elite, ao contrário dos atletas mais inexperientes, competem num *steady-state* com grandes exigências aeróbias, mantendo-se, por norma, abaixo do limiar anaeróbio.

Peck (1990) conclui que, as flutuações registadas na frequência cardíaca, devem-se à natureza do terreno onde se realiza a competição e às tarefas de navegação que o atleta tem de realizar para cumprir o percurso. O Polar Sport-Tester® foi considerado um meio válido e útil para a análise da resposta fisiológica na orientação.

Tendo como objectivo clarificar objectivamente o modo como a frequência cardíaca poderia ser utilizada para a análise da prestação em competição, Karppinen

e Laukkanen (1994) realizaram um estudo de caso, tendo como sujeito um atleta de elite mundial³. Foram realizados vários testes em diferentes tipos de terreno, e analisadas várias competições de orientação (entre as quais as provas realizadas pelo atleta durante o WOC93). Como meio de análise utilizou-se um Polar Sport-Tester® (Polar Electro, Finland). Os autores concluíram que o desvio padrão (DP) da frequência cardíaca registada durante a competição é, dos parâmetros estudados, o que melhor reflecte uma performance de sucesso, performance essa que, no entender dos mesmos, apresenta um DP da frequência cardíaca inferior a 3 batimentos por minuto (bpm), sendo influenciado pelo tipo de terreno, as exigências cognitivas do percurso e a distância da competição.

Já Bird, Bailey e Lewis (1993) procuraram estudar o perfil da frequência cardíaca em 16 atletas de orientação experientes, em três competições que diferiam no tipo de esforço requerido. Os resultados apresentados apontam para frequências cardíacas mais baixas em zonas de maior exigência técnica (onde a corrida era mais lenta). Independentemente do tipo de esforço, as frequências cardíacas em competição variam entre os 140 e 180 bpm, o que levou os autores a considerarem a orientação como uma modalidade em que o esforço é preponderantemente aeróbio, mas apresenta também fases de trabalho anaeróbio.

Tendo como objectivo estudar a resposta fisiológica em quatro tipos de eventos de corrida, Creagh, Reilly e Nevill (1998) procederam à análise do perfil da frequência cardíaca durante uma prova de orientação, uma prova de corta-mato, uma prova de *cross*⁴, e uma prova de estrada.

Os resultados demonstram que a prova de orientação é corrida a uma intensidade inferior aos outros eventos estudados. Isto porque, de acordo com o estudo, durante a competição de orientação registam-se médias de frequência cardíaca de cerca de 88,7 % da Fcmáx prevista, enquanto nos outros eventos esses valores são de 93,2% na prova de corta-mato e 95,3% na prova de estrada. Os autores verificaram ainda que durante a prova de orientação os atletas tendem a manter a frequência cardíaca constante, ao contrário das provas de corta-mato e de estrada, em que existia a tendência de aumentar a intensidade do esforço em direcção

³ Campeão Europeu de Juniores 1987, Vice-Campeão Mundial de distância curta WOC1993, Sétimo classificado na distância clássica WOC 1993, Terceiro classificado na prova de estafetas WOC 1993.

⁴ Em Inglês *fell running*

ao final das provas. Em conclusão, Creagh et al. (1998) referem que a prova de orientação provoca um tipo de resposta fisiológica significativamente mais variada que os outros tipos de provas de corrida, o que deixa evidenciar a influência do terreno.

Tendo em conta que a frequência cardíaca e a variabilidade da mesma são reguladas pelo sistema nervoso autónomo, Laukkanen, Kaikkonen e Karppinen (1998) consideraram que estas podem ser utilizadas para controlo do *overtraining* e da recuperação. Para tal, os autores estudaram a frequência cardíaca em atletas de elite, durante um campo de treino intensivo de dez dias, concluindo que a frequência cardíaca se apresenta como um excelente indicador do *overtraining* e da recuperação do treino na Orientação, sendo no entanto necessário um conhecimento profundo dos atletas em estudo.

3.2.1.1.2. Lactatémia

Considerando que a concentração de lactato é um bom indicador da resposta fisiológica provocada por um percurso de orientação (Dresel, 1985), várias têm sido as investigações que se baseiam em leituras da concentração de lactato ao longo dos percursos de Orientação.

Dresel (1985), baseado no pressuposto referido, procurou determinar o “stress fisiológico” provocado por diferentes fases de uma prova de orientação, em 24 atletas alemães das selecções júnior e sénior. Para tal, o autor realizou dois percursos específicos para a investigação, os quais foram traçados contendo fases bem distintas de: *fine orienteering* (navegação detalhada), *rough orienteering* (navegação fácil), corrida em subida, corrida na floresta e sprint final. O procedimento de análise passava pela recolha de sangue nos pontos de controlo que encerravam uma fase da prova, a fim de mensurar a concentração de lactato após a respectiva fase.

Os resultados encontrados revelam concentrações de lactato relativamente elevadas, variando entre 3,5 e 7,3 mmol.l⁻¹ que, como se verifica pelo gráfico, variam consoante a fase em que o atleta se encontra.

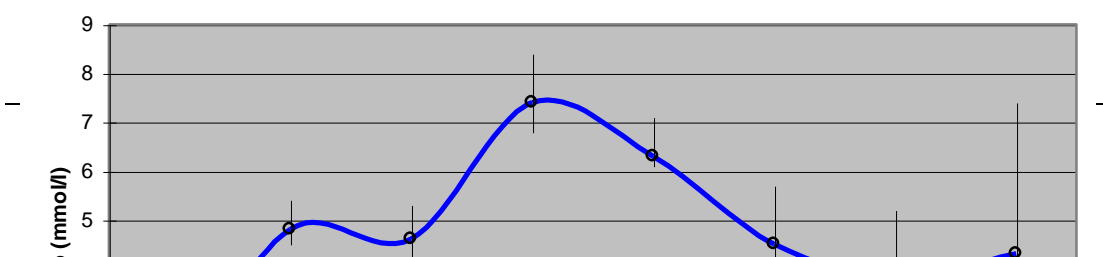


Gráfico 2: Concentrações de lactato nas diferentes fases do percurso de orientação – média +máx. e – mín. (adaptado de Dresel, 1985)

Os valores mais elevados ocorrem após fases de subida, onde a média da concentração de lactato era da ordem dos $7,3 \text{ mmol.l}^{-1}$.

Dresel (1985) conclui que o tipo de exigências técnicas do percurso influencia a concentração de lactato, uma vez que nas zonas de navegação detalhada as concentrações de lactato variam entre $3,5$ e $4,6 \text{ mmol.l}^{-1}$, enquanto em zonas de navegação fácil, os valores variam entre $4,4$ e $6,7 \text{ mmol.l}^{-1}$.

Moser et al. (1995) procuraram determinar quais as exigências aeróbias e anaeróbias de uma prova de orientação de distância clássica⁵, procedendo à sua comparação com as exigências de uma prova de corrida sem a componente de navegação. Os atletas realizaram, no primeiro dia, um percurso de orientação (9,2 km de distância e 16 pontos de controlo), e no segundo, um percurso de corrida sem a componente de navegação percorrido na melhor opção de itinerário do percurso de orientação.

O procedimento de análise passava, à semelhança do estudo de Dresel (1985), por pontos de controlo específicos, onde estavam duas pessoas que recolhiam uma amostra sanguínea, o tempo de passagem e registavam a frequência cardíaca. Existiam assim, além da partida e da chegada, seis pontos de recolha de dados.

Os resultados demonstram que os atletas cumpriram o percurso a um ritmo de $8,45 \text{ min.km}^{-1}$, apresentando uma FC média de 172 bpm.

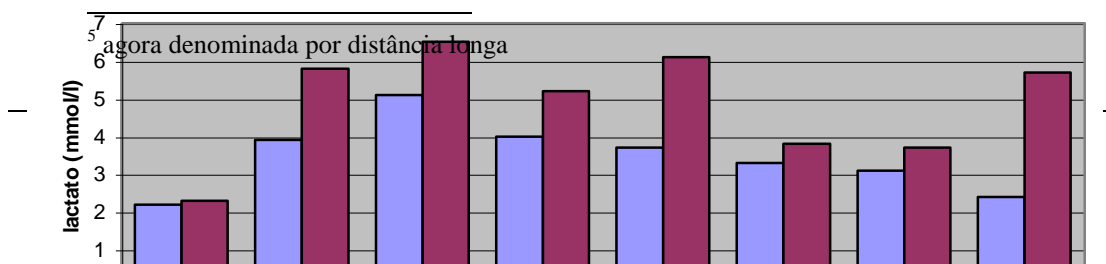


Gráfico 3: Concentrações de lactato ao longo do percurso de orientação e da corrida de cross-country – média nos pontos de teste (adaptado de Moser et al., 1995)

Moser et al. (1995) verificaram que as concentrações de lactato durante o percurso de corrida sem a componente de navegação (média 5,6 mmol.l⁻¹) eram superiores às verificadas durante o percurso de orientação (média 4,2 mmol.l⁻¹). Os autores referem que esta diferença se deve à componente cognitiva da orientação, uma vez que a necessidade de navegar conduz a uma redução na intensidade de corrida.

Moser et al. (1995) concluem que a prova de orientação de distância clássica requer um trabalho ao nível do limiar anaeróbio, tendo grandes exigências ao nível da capacidade de resistência aeróbia.

Gjerset et al. (1997), no seguimento do estudo de Moser et al. (1995), procuraram determinar as exigências aeróbias e anaeróbias de uma prova de orientação de distância curta⁶, procedendo da mesma forma à comparação com as exigências de uma prova de corrida sem a componente de navegação.

O procedimento foi semelhante ao de Moser et al. (1995), apenas alterando o facto de ambos os percursos se realizarem no mesmo dia. Da mesma forma, e como se tratava de um percurso de distância curta (3 km de distância e 11 pontos de controlo), nesta investigação existiam apenas 4 pontos de recolha de dados.

Os resultados demonstram que os atletas cumpriram o percurso de orientação a um ritmo de 7,44 min.km⁻¹, apresentando uma FC média de 178 bpm. Por outro lado, cumpriram o percurso de corrida sem a componente de navegação a um ritmo de 5,58 min.km⁻¹, e apresentando uma FC média de 181 bpm. Em relação às concentrações de lactato, à semelhança do estudo de Moser et al. (1995), as concentrações de lactato durante o percurso de corrida sem a componente de

⁶ agora denominada de distância média

navegação (média 4,8 mmol.l⁻¹) eram superiores às verificadas durante o percurso de orientação (média 4,0 mmol.l⁻¹).

Neste caso, Gjerset et al. (1997) concluem que a prova de orientação de distância curta requer um esforço ao nível ou acima do limiar anaeróbio, com exigência ao nível da resistência aeróbia e tolerância ao lactato.

Estes estudos baseados em recolhas de lactato durante a competição apresentam algumas limitações. Por um lado, o procedimento de recolha de lactato não está estandardizado, o que conduz a que o tempo de paragem nos pontos de recolha não seja igual para todos os atletas. Como exemplo, no estudo de Moser et al. (1995) o tempo de recolha variou entre os 21 seg e os 3 min e 30 seg. Além disso, as paragens nestes pontos de recolha levam o atleta a perder o seu ritmo de prova e a sua concentração (Peck, 1990). Isto concede aos atletas um tempo de recuperação que numa competição real não acontece.

3.2.1.1.3. Consumo de Oxigénio

Com a evolução dos analisadores de gases portáteis, a medição do consumo de oxigénio em condições de terreno semelhantes à competição tornou-se possível.

Como forma de verificar a influência da economia de corrida na performance dos atletas de orientação, Jensen et al. (1994) procederam à medição do consumo de oxigénio num percurso de corrida sem a componente de navegação. Os atletas, pertencentes à elite dinamarquesa, percorreram um trajecto de 3789 m duas vezes, primeiro a uma intensidade submáxima (SM) e, após dez minutos de repouso, a intensidade máxima (M). Foram monitorizados continuamente o VO₂ (através do K2, Cosmed Italy) e a frequência cardíaca, sendo o lactato analisado após a corrida. Os atletas realizaram ainda dois testes laboratoriais, um submáximo com patamares (três a cinco) progressivos de corrida (14 a 20 km.h⁻¹), e um supramaximal.

Os resultados apontam para um aumento, em mais de 30%, na economia de corrida quando ocorre a transição da corrida em estrada para a corrida na floresta. Por outro lado os atletas de elite apresentam uma melhor economia de corrida (cerca de 3 a 5%) em comparação com os atletas do grupo sub-elite.

Quadro 6: Valores da economia de corrida nos vários tipos de terreno (média±dp) (adaptado de Jensen et al., 1994)

Economia de Corrida (ml.kg⁻¹.km⁻¹)	Elite (n=8)	Sub-Elite (n=15)	Total (n=23)
Corrida em caminho	205±13	212±15	210±14
Corrida em terreno de floresta de fácil progressão	281±12*	294±15	290±16
Corrida em terreno de floresta de difícil progressão	351±15*	368±18	362±18
Média de todos os tipos de terreno	279±10*	291±13	287±14

* diferenças estatisticamente significativas entre o grupo elite e o grupo sub-elite, $p < 0,05$

Em termos de resposta fisiológica, os atletas de orientação percorreram o trajecto M com uma intensidade média que variou entre os 82-88% do VO_2 máx, apresentando uma FC média de $177 (\pm 8)$ bpm, cerca de 98% (± 4) da FC máx. Após o teste a concentração de lactato rondava as $6,9 (\pm 2,0)$ mmol.l⁻¹.

Baseados na correlação existente entre a performance dos testes de campo e os valores de VO_2 máx ($p < 0,05$), V_{obla} ($p < 0,01$) e $V_{Vo2\ máx}$ ($p < 0,01$), os autores concluíram que estes indicadores predizem o rendimento dos atletas de orientação, apresentando-se a economia de corrida como um bom factor discriminatório entre os atletas, uma vez que os melhores atletas apresentam uma melhor economia de corrida.

Por seu lado, Jensen, Johansen e Kärkkäinen (1999) procederam à análise de dois percursos de corrida sem a componente de navegação (um percurso em estrada com 3074 m, e um na floresta com 1955 m), nos quais acederam à economia de corrida de um grupo de atletas de orientação e de um grupo de corredores de atletismo. Os resultados demonstram que os atletas de orientação apresentam, em relação aos corredores de atletismo, uma melhor economia de corrida nos terrenos de floresta, o que reflecte a quantidade de treino específico que realizam neste tipo de superfície (cerca de 50% do total do treino).

Quadro 7: Comparação da economia de corrida, em estrada e na floresta, entre atletas de orientação e de atletismo (média±dp) (adaptado de Jensen et al., 1999)

Economia de Corrida (ml.kg⁻¹.km⁻¹)	Atletas de Orientação (n=11)	Corredores de Atletismo (n=10)
Percurso em estrada	217±12	212±14
Percurso na floresta	305±20	322±33

Em conclusão, Jensen et al. (1999) consideraram que a economia de corrida reflecte as exigências aeróbias específicas da orientação.

Com o objectivo de estudar a resposta fisiológica a uma prova de orientação, Larsson et al. (2002) submeteram um grupo de dez atletas de elite a um percurso de orientação com 2700 m, durante o qual monitorizaram a ventilação, VO_2 , VCO_2 e a FC. Utilizaram ainda um sistema de GPS que permitiu aceder ao trajecto, velocidade e distância percorrida pelos atletas.

Os resultados demonstram uma correlação entre o VO_2 relativo e o tempo despendido no percurso de orientação. Segundo Larsson et al. (2002), isto pode implicar que os atletas de orientação mais pesados possam ter vantagem sobre os mais leves, uma vez que, como nos sugere Johansson et al. (1988), e em comparação com outros desportos de *endurance*, a corrida na floresta requer dos atletas de orientação uma maior carga muscular ao nível dos membros inferiores. Assim, os atletas mais pesados poderão ter mais massa muscular, adquirindo desta forma vantagem na execução da prova.

Em termos de economia de corrida, na execução do percurso de orientação, os atletas do estudo de Larsson et al. (2002) apresentam uma economia de corrida na ordem dos $335 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$. Procedendo à comparação com o estudo de Jensen et al. (1999), durante o qual os atletas de orientação percorreram um trajecto na floresta sem a componente de navegação, verificamos que a economia de corrida é superior durante a prova de orientação, o que segundo Larsson et al. (2002) se pode dever à componente de leitura do mapa, o que conduz à redução da velocidade, mas não à redução do consumo de O_2 na mesma proporção, resultando assim uma maior economia de corrida.

Sabendo, no entanto, que o tipo de terreno (Zamparo et al., 1992) influencia a resposta fisiológica, a comparação directa entre os estudos não pode ser efectuada.

3.2.1.2. Controlo do Treino

No âmbito geral, o controlo do treino torna-se necessário de modo a podermos aceder às modificações induzidas pelo processo de treino.

Apesar de existir uma multiplicidade de protocolos para o controlo de treino, vários são os autores que, tentando aproximar as condições de aplicação dos testes ao ambiente da Orientação, apresentam-nos protocolos específicos para esta modalidade.

Segundo Gjerset et al. (1997) os valores obtidos em laboratório apresentam coeficientes de correlação elevados em relação à performance na Orientação.

Quadro 8: Coeficientes de correlação entre os parâmetros obtidos em laboratório e a performance na Orientação (adaptado de Gjerset et al., 1997)

	VO ₂ máx	VO ₂ at	Velocidade _{at}
Duração Orientação	r =-0,81	r =-0,76	r =-0,87

Não obstante a isto, Bird (1996) propõe quatro testes de campo, uma vez que “a sua especificidade ao ambiente da Orientação é maior”(p. 35). O autor aponta assim uma série de testes que, de certa forma, tentam avaliar os diferentes aspectos físicos requeridos para uma performance de sucesso.

Os protocolos propostos são:

- *Corrida de 3 km em terreno de floresta* – teste que pretende avaliar a resistência aeróbia dos atletas;
- *Corrida em terreno diversificado* – teste com o propósito de avaliar a habilidade (técnica) de corrida nos diferentes tipos de terreno (subida, descida, floresta, caminho,...);
- *Corrida em rampa* – realização de um percurso de corrida em subida (não muito pronunciada) onde se pretende aceder à força muscular do trem inferior, tentando prever também a capacidade de trabalho em regime anaeróbio;
- *Corrida de obstáculos* – realização de um percurso de corrida, num terreno com bastantes obstáculos (árvores caídas, vegetação rasteiras,...), de forma a poder avaliar a agilidade do atleta.

Por seu lado, Seiler (1987) considera que as melhorias ao nível da performance da Orientação advêm de um bom desenvolvimento da capacidade de trabalho em regime anaeróbio, assim como de uma boa tolerância ao ácido láctico. O autor propõe então um modelo de controlo do treino, que tem por base a realização de um teste de campo para a determinação do limiar anaeróbio. O protocolo apresentado passa por:

- Definir um percurso com cerca de 400m, em terreno de floresta ondulado;
- Definir um protocolo progressivo, com patamares (4 a 5) de cinco minutos de trabalho, onde o controlo da velocidade dos atletas seja efectuado através dos tempos de passagem por pontos específicos do percurso;
- Entre cada patamar, analisar a concentração de lactato;
- Através da interpolação gráfica da velocidade e do lactato, determinar a velocidade a que ocorre o limiar anaeróbio.

De acordo com o autor, os dados provenientes deste teste têm uma grande aplicação no processo de treino dos atletas de Orientação, uma vez que definem, de forma específica, a velocidade à qual se devem realizar as sessões de treino específicas.

Reafirmando a importância do limiar anaeróbio no treino dos atletas de Orientação, Fach (1989) apresenta o teste Conconi como um meio de efectuar o controlo do treino na Orientação. No entanto, o autor propõe o recurso à determinação da concentração de lactato entre os patamares do teste, de forma a conceder maior rigor à determinação do limiar anaeróbio.

Isto porque, como nos refere Rasoilo (1998), a frequência cardíaca, normalmente utilizada como parâmetro no teste Conconi, apresenta limitações. Para melhor as entender convém rever alguns aspectos (Rasoilo, 1998):

1. A FC resulta duma regulação intrínseca e extrínseca.
2. A regulação intrínseca deve-se ao facto de, ao contrário dos músculos esqueléticos, o coração ser capaz, por si só e sem estímulos externos, de se auto-estimular, gerando uma FC regular e estável (FC sinusal).
3. Os estímulos nervosos e hormonais externos que agem sobre o coração (regulação extrínseca) apenas podem aumentar ou diminuir a FC sinusal. O centro cardioacelerador do sistema nervoso simpático, através do nervo cardíaco, aumenta a FC. Por seu lado, o centro cardioinibidor parassimpático,

via nervo vago, baixa o seu valor. A FC, em cada momento, resulta da maior ou menor actividade de cada um destes centros.

4. O organismo dispõe de diversos sensores (especialmente os químicos e barorreceptores carotídeos e aórticos) que medem continuamente a pressão sanguínea e o seu conteúdo em oxigénio, dióxido de carbono e iões hidrogénio. Essa informação é enviada aos centros acima referidos para que estes possam regular a FC, adaptando-a, em cada momento, às necessidades circunstanciais do organismo.

5. Assim, a FC tem uma relação directa com o consumo de oxigénio (VO_2) e, portanto, com a produção de energia por via aeróbia. No entanto, o VO_2 não depende apenas da FC; o VO_2 depende, em primeiro lugar, da quantidade de sangue que chega aos tecidos (débito cardíaco) e, em segundo lugar, da maior ou menor capacidade dos tecidos para extrair oxigénio desse sangue (diferença artério-venosa). O débito cardíaco, por sua vez, depende da velocidade a que o coração trabalha (FC) e da quantidade de sangue que é ejectada em cada batimento.

Assim, e apesar da FC ser muito sensível à intensidade do esforço, ela é também influenciada por outros factores (temperatura, postura, nível de hidratação, estado emocional, etc.) devendo ser lida e interpretada com cuidado. As principais limitações da FC são as seguintes (Rasoilo, 1998):

1. A relação entre FC e intensidade do esforço só é válida e fácil de interpretar para esforços de tipo predominantemente aeróbio e homogéneo. Normalmente, tal só acontece nas modalidades em que se repete cíclica e continuamente o mesmo gesto (correr, pedalar, remar, nadar, etc.).

2. Em esforços de curta duração não existe tempo suficiente para que os sensores carotídeos e aórticos detectem variações no sangue, pelo que a FC não reflecte a intensidade do esforço.

3. Em esforços de maior duração mas intermitentes ou com variações muito frequentes de intensidade, a FC é difícil de interpretar. Existe uma "decalage" entre a variação de intensidade e o seu efeito sobre a FC.

4. Mesmo em esforços aeróbios, dado que a FC é apenas um dos factores que contribui para o VO_2 , ela não é o melhor indicador de intensidade. Caso fosse viável, seria preferível medir directamente o VO_2 .

5. Variados estímulos de natureza emocional têm um efeito rápido e significativo sobre a FC. Em intensidades de esforço baixas, a interferência emocional pode sobrepor-se, impedindo a utilização adequada da FC.

Segundo Cunningham (1990), a importância atribuída ao VO_2 máx tem sido posta em causa em diversas ocasiões, sendo que o limiar anaeróbio e a velocidade_{máx} obtidos através de testes progressivos tendem a espelhar melhor a performance da corrida de resistência.

Baseados nesta ideia, Held & Müller (1997) tentaram, através de um teste de campo, estimar a capacidade de resistência dos atletas de orientação. Correlacionando a velocidade de um teste de campo com os dados obtidos através de um teste laboratorial de determinação do VO_2 máx e LA, os autores tentaram verificar a eficácia do teste, de forma a testar a sua utilidade no controlo do treino dos atletas.

De referir que o percurso do teste de campo foi dividido em quatro partes – corrida em caminho, corrida a subir, corrida a descer, e corrida na floresta – tendo sido percorrido a quatro intensidades diferentes (lenta, média, rápida e máxima).

Quadro 9: Correlações entre a velocidade no teste de campo (máximo) e os parâmetros fisiológicos no teste de laboratório (adaptado de Held & Müller, 1997)

Teste de Campo (velocidade)	Parâmetros do Teste Laboratorial		
	Velocidade _{máx}	VO_2 máx	Limiar 4 mmol.l ⁻¹
Percurso total	r = 0,92	r = 0,77	r = 0,89
Caminho	r = 0,89	r = 0,78	r = 0,86
Subida	r = 0,89	r = 0,70	r = 0,79
Descida	r = 0,67	r = 0,49	r = 0,68
Floresta	r = 0,91	r = 0,78	r = 0,93

O alto grau de correlação que existe entre a velocidade no teste de campo e, tanto a velocidade máxima no teste laboratorial como o limiar anaeróbio, conduziu os autores a concluir que este tipo de testes é excelente para o controlo do treino dos atletas de Orientação, apresentando duas grandes vantagens:

1. Especificidade da superfície de corrida em relação à situação de competição;
2. Fácil aplicabilidade do teste, podendo os atletas o efectuarem sem a necessidade de outros meios técnicos.

Held & Müller (1997) referem ainda que este teste pode facilmente prever mais informação para o controlo do treino, bastando apenas proceder à análise da lactatémia entre cada intensidade, assim como à monitorização do consumo de oxigénio durante a execução dos percursos.

3.2.1.3. Perfil Fisiológico/Antropométrico dos Atletas de Orientação de Elite

A orientação é principalmente uma prova de corrida de resistência (Bird, 1996). No entanto, as capacidades físicas associadas ao sucesso, incluem aspectos como: a resistência aeróbia, potência anaeróbia, força e resistência muscular, flexibilidade e velocidade.

Resistência Aeróbia – conduz à capacidade de manter um ritmo elevado de corrida sem acumular fadiga

Potência Anaeróbia – proporciona capacidade para manter elevado o ritmo de corrida durante as subidas pronunciadas.

Flexibilidade – conduz a uma maior fluência da corrida

Velocidade – conduz à capacidade de correr rápido, quer no sprint final, quer na corrida a descer.

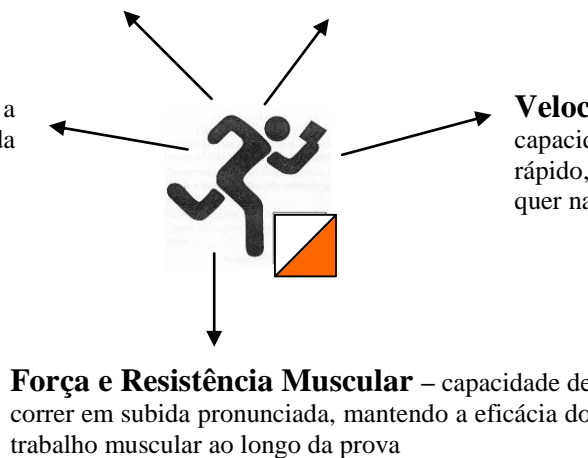


Figura 13: Capacidades físicas associadas ao sucesso na Orientação (adaptado de Bird, 1996)

Várias têm sido as investigações realizadas no âmbito da Orientação que tentam caracterizar os atletas de elite. Atendendo aos vários indicadores fisiológicos/antropométricos utilizados pelos autores, o atleta de Orientação de elite caracteriza-se por:

Quadro 10: Valores antropométricos dos atletas de Orientação de Elite – média±dp (adaptado dos vários autores presentes no quadro)

Indicadores Antropométricos	Jensen et al., 1999 (n=11)	Laukkanen et al., 1998 (n=7)	Gjerset et al., 1997 (n=9)	Karjalainen et al., 1997 (n=17)	Moser et al., 1995 (n=16)	Bird & Bingham, 1995 (n=8)	Jensen et al., 1994 (n=14)	Cheshikina, 1993 (n=10)	Mero & Rusko, 1987 (n=5)	Knowlton et al., 1980 (n=13)
Altura (cm)		181,4 (±5,3)		181 (±6)	181,7 (±5,0)	180,0 (±6,4)	180,6 (± ,4)			
Massa Corporal (kg)	67 (±6)	68,0 (±2,4)	69,4 (±3,3)	68 (±5,1)	69,8 (±6,1)	72,8 (±9,1)		68,0 (±5,0)		
% Massa Gorda	10,4 (±1,9)								16,8 (±0,9)	16,3 (±1,9)

Em termos de somatótipo, os valores apresentados indicam que os atletas de Orientação tendem a ser mesomorfo-ectomorfo (1,5 – 3,5 – 3,3) (Barrell & Cooper, 1982).

Quadro 11: Valores fisiológicos dos atletas de Orientação de Elite – média±dp (adaptado dos vários autores presentes no quadro)

Indicadores Fisiológicos	Jensen et al., 1999 (n=11)	Laukkanen et al., 1998 (n=7)	Gjerset et al., 1997 (n=9)	Held & Müller, 1997 (n=16)	Rolf et al., 1997 (n=5)	Moser et al., 1995 (n=16)	Jensen et al., 1994 (n=14)	Cheshikina, 1993 (n=10)	Johansson et al., 1987 (n=14)
VO₂máx (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	73 (±2)	70,8 (±3,9)	77,5 (±3,9)	74,0 (±5,3)	79 (-)	71,7 (±8,4)	74,3 (±3,5)	68,4 (±2,2)	69,6 (±3,6)
%VO₂ no LA			84,9 (±5,1)			84,3 (±9,9)			
Vel. no LA (km.h⁻¹)							19,0 (±1,0)	16,9 (±0,4)	17,7 (±1,4)
Vel. no VO₂ máx (km.h⁻¹)				20,3 (±0,7)			21,0 (±0,6)		
FC máx (bpm)	192 (±7)	184 (±9)	191 (±8)	190 (±6)	178 (-)				
FC no LA			174 (±7)			175 (±5)		176 (±6)	
Distribuição das Fibras musculares⁷ (%)									
Tipo I					73				
Tipo IIa					27				
Tipo IIb					0				

⁷ Distribuição das fibras do quadríceps em atletas de Orientação de elite

3.2.2. Componente Cognitiva

Do ponto de vista estratégico, a Orientação é vista como um desporto de actividade mental, na qual os competidores extraem informação do mapa e do terreno, tentando tomar decisões tão rápido quanto possível (Murakoshi, 1988). "As técnicas na Orientação, diferentes das técnicas de muitas outras modalidades desportivas, são quase puramente cognitivas. Ler um mapa, construir uma imagem do terreno, comparar a imagem com o terreno real, verificar as características do terreno e relocalizar-se, são processos cognitivos altamente exigentes que determinam o carácter da modalidade de Orientação" (Seiler, 1991).

Para chegar ao seu destino, o atleta desloca-se ao longo de um terreno desconhecido, necessitando saber onde está, para onde deve ir e como lá chegar, servindo-se da informação extraída do mapa e do terreno. Este é um comportamento espacial, mas é muito similar aos comportamentos de resolução de problemas do quotidiano (Murakoshi, 1988).

A extracção de informação, tanto do mapa como do terreno, não depende somente da situação em si, mas também de experiências anteriores do atleta. Ou seja, esta extracção pode ser afectada pelas expectativas e pelo conhecimento prévio do atleta. (Seiler, 1996).

Segundo Seiler (1996), as tarefas cognitivas efectuadas, pelos atletas, para a selecção do caminho, podem ser reunidas nos seguintes pontos:

- A selecção de informação importante para delinear o itinerário;
- Comparação entre o mapa e o terreno, durante a leitura do mapa;
- Comparação entre o terreno e o mapa, no processo de relocalização;
- Rápida detecção dos erros.

Analisaremos, de seguida, os processos cognitivos mais relevantes para a performance em Orientação.

3.2.2.1. Leitura do Mapa

O mapa de Orientação é o instrumento específico que mais determina a performance na modalidade. Murakoshi (1989) define o mapa de Orientação como sendo uma representação espacial à escala, contendo uma representação pormenorizada das características do terreno (através de uma combinação de cinco cores).

Segundo Ottosson (1996), através da leitura do mapa, os atletas de orientação retiram a informação necessária sobre as características de uma parte do terreno, que lhes vai permitir a construção de um modelo do terreno envolvente.

Aliás, a capacidade de leitura eficaz de um mapa é provavelmente a mais importante habilidade técnica na Orientação. Pelo que, para Barrel & Cooper (1986), uma superior habilidade na interpretação da informação dos mapas como um todo, está associada com uma performance competitiva superior na Orientação - o que se aplica a todas as categorias de informação do mapa. Os atletas experientes têm a capacidade de perceberem mais ou menos directamente, e sem hesitações, a informação contida no mapa, fazendo como se a estrutura do terreno coincidissem com a representada no mapa (Ottosson, 1988).

Devido à importância inquestionável que o processo cognitivo de leitura do mapa desempenha na performance em Orientação, vários têm sido os investigadores a estudá-la nas mais diversas vertentes.

Barrel e Cooper (1986) realizaram um estudo envolvendo, não só a utilização do mapa como um todo, mas também diferentes aspectos de interpretação do relevo. A amostra era constituída por 184 atletas, dos quais 28 faziam parte da selecção inglesa. Os resultados demonstraram que os atletas de elite eram mais proficientes nas técnicas de leitura do mapa do que os de não elite.

Lunze (1987) efectuou uma experiência sobre a capacidade de memória, onde era pedido a orientadores para reproduzir um pedaço de mapa em memória o mais preciso possível, tendo como sujeitos atletas de elite pertencentes à selecção nacional germânica, estudantes praticantes de orientação, e antigos atletas de elite. Os resultados demonstram que os atletas de elite obtiveram melhores resultados nos testes de memória que, quer os estudantes, quer mesmo os antigos atletas de elite.

Verifica-se também que existe uma correlação significativa entre os resultados obtidos nos testes de memória e a posição no ranking por parte dos atletas de elite.

Por seu lado, Janssen (1984, citado por Magalhães, 1997) comparou um grupo de 110 estudantes a 15 orientadores de elite no que respeita à capacidade de memória a curto prazo. O teste demonstrou que os atletas de elite apresentam resultados superiores comparativamente aos estudantes.

Nazário (2001) comparou um grupo de atletas de orientação de alta performance (média de 28,75 anos de idade e 7,75 anos de prática) a um de atletas de baixa performance (média de 24,5 anos de idade e 4 anos de prática) no que concerne à capacidade de memória. Recorrendo à execução de percursos de orientação em memória, verificou-se que os atletas de alta performance apresentam uma capacidade de memória de trabalho maior, sendo a diferença entre os dois grupos significativa ($p < 0,05$).

Seiler (1989) investigou a informação do mapa seleccionada e processada pelos atletas experientes, assim como a estrutura cognitiva do seu processo de decisão. Para tal, utilizou uma amostra de quarenta e quatro atletas de elite suíços que, voluntariamente, se submeteram a dois testes de laboratório e um de campo. De acordo com o estudo, verificou-se que as curvas de nível provaram ser a informação mais importante para os atletas, sendo que, em termos de tomada de decisão, a escolha de um trajecto económico, quer a nível físico, quer a nível técnico, é a estratégia mais elegida.

Murakoshi (1990; 1994) conduziu várias experiências com o objectivo de melhor compreender a interpretação do mapa e os processos cognitivos nela envolvidos. Começou por procurar comparar o modo de interpretação do mapa em atletas experientes e em principiantes (Murakoshi, 1990). A sua amostra era constituída por quarenta atletas de Orientação, dos quais vinte atletas experientes (média de 11,7 anos de prática) e vinte estudantes universitários (média de 1,3 anos de prática). Os atletas foram confrontados com cinco excertos de mapas e um questionário por mapa, o qual continha oito perguntas acerca da informação retida desse mapa. Os resultados sugeriram que os atletas de alta performance são capazes de julgar condições de terreno que não vêm mencionadas no mapa. Este tipo de informação provém tanto da memória episódica, que provém da experiência

individual de um episódio que acontece em certa altura, como da memória semântica que faz uso da simbologia do mapa e do seu significado.

Em experiências posteriores, Murakoshi (1994) confirmou a existência de conhecimento anterior para interpretar os mapas, concluindo ainda que a capacidade de comparação eficaz entre a informação do mapa e as características do terreno poderá ser adquirida de forma não intencional através da experiência na floresta.

3.2.2.2.Planeamento de Itinerário e Tomada de Decisão

Na Orientação, todo o processo de tomada de decisão pode ser visto na base da resolução de problemas. O objectivo do atleta em competição é chegar ao seu destino, deslocando-se ao longo de um terreno desconhecido. Para que tal aconteça é necessário que este saiba onde está, para onde vai e como lá chegar, podendo a informação necessária ser extraída do mapa e do terreno (Murakoshi, 1988).

Para conhecer os processos cognitivos envolvidos na tomada de decisão, Oliveira (2001) sujeitou trinta atletas, divididos em três grupos (peritos, intermédios e iniciados), a um simulador de Orientação. Os resultados revelaram a existência de diferenças significativas entre os grupos extremos, demonstrando os peritos uma qualidade maior nas decisões tomadas, um superior conhecimento processual da tomada de decisão, cometendo também menos erros.

Almeida (1997) pretendeu analisar o processo cognitivo que envolve a tomada de decisão feita pelos orientadores e a análise das diferenças cognitivas existentes entre os melhores atletas de Orientação Portugueses e os outros atletas da amostra. Aos 10 atletas de elite Portuguesa, foi aplicado o modelo proposto por Araújo (1995 citado por Almeida, 1997), para fazer uma análise quantitativa, sendo que, as análises qualitativas foram feitas através de uma entrevista. Apesar de não existir diferenças significativas entre os processos cognitivos utilizados na tomada de decisão dos atletas de elite e dos restantes atletas, a autora concluiu que as principais diferenças registadas nos processos de tomada de decisão se devem, fundamentalmente, ao nível de mestria e ao modo empírico de aceder ao conhecimento nos primeiros atletas do ranking.

Para Seiler (1990) "a escolha do itinerário inclui a definição de alternativas e a selecção de uma opção adequada e individualmente óptima entre dois pontos de controlo". Esta decisão pode ser influenciada por muitas componentes da situação,

como por exemplo, o estado mental, o cansaço físico ou as condições do meio envolvente. Deste modo, "investigar os processos de tomada de decisão numa realidade complexa, requer uma teoria adequada e uma metodologia multifacetada bem idealizada" (Seiler, 1990).

De modo a poderem acompanhar de perto os atletas em situação de competição, Podei e McLennan (1995) estudaram a tomada de decisão na Orientação com recurso a uma câmara montada na cabeça. O sistema permitia gravar as imagens focadas pelo atleta, assim como, simultaneamente, as suas intenções verbalizadas, colhendo informações preciosas sobre as decisões tomadas em tempo real. Permitia ainda uma análise mais fiel das opções, após terminada a execução, tornando-se um instrumento fundamental para os treinadores.

Utilizando este método, Walsh (1997) pretendia dar a conhecer aos treinadores mais dados sobre quando e como contribuir para a minimização do tempo perdido em competição. Para tal, utilizou uma amostra de dezasseis atletas que executavam um percurso de Orientação com a câmara de vídeo, tendo que comentar o itinerário seguido e as decisões tomadas. Após a execução, o atleta e o treinador eram convidados a comentar o diálogo gravado, sendo o atleta questionado (pelo treinador) de modo a recriar a sua execução e interpretar as decisões tomadas. Foram os seguintes os aspectos do processo de tomada de decisão cuja focalização foi considerada essencial na tarefa experimental: identificação do problema, discriminação de soluções alternativas, escolha da solução e acção.

Seiler (1989), na sua investigação sobre a informação seleccionada do mapa por atletas de elite, procurou também conhecer a estrutura cognitiva inerente ao processo de decisão. Na sequência da informação recolhida foram identificadas duas importantes estratégias de decisão (Seiler, 1989):

1) Redução do esforço - com a ajuda das curvas de nível, é possível construir um itinerário alternativo mais sinuoso; no entanto, este itinerário só é escolhido se não for demasiado longo ou se não exigir demasiada informação (não sendo seguro concretizá-lo).

2) Maximização do efeito - o itinerário directo é o primeiro a ser ponderado, quer haja obstáculo quer não; havendo um obstáculo a dificultar a concretização deste (como por exemplo, um vale demasiado profundo, terreno pedregoso ou floresta densa que dificulte a corrida), é tomada a decisão de o contornar.

Seiler (1990) alertou ainda para a influência que muitos factores situacionais

têm sobre as decisões do atleta, entre os quais indicou: a percepção da facilidade de corrida no terreno, o estado físico do momento, a grau de experiência com o mapa e o tipo de terreno utilizado durante a prova, a presença de outros competidores, etc.

Em suma, o planeamento e a sua execução em terreno real são de tal modo importantes que a Orientação pode ser definida pelo conceito de plano de viagem e sua execução (Murakoshi, 1989). Sendo o terreno de competição desconhecido para o atleta, este tem de planejar a sua acção em função de informação abstracta e, durante a execução do que fora planeado, identificar a sua posição tendo como referência a informação externa. De qualquer modo, na formação dos planos de acção, são habitualmente tidos em consideração o conhecimento interno e a informação do mapa (Murakoshi, 1989).

3.2.2.3. Concretização do Percurso

Após decidir o itinerário a seguir para o próximo posto de controlo, o atleta vai tentar percorrê-lo no menor tempo possível, navegando tão rápido e cuidadosamente quanto possível (Omodei & McLennan, 1994). A concretização das opções tomadas e dos itinerários escolhidos é então um aspecto essencial para uma performance bem sucedida. Visto que as diferenças de tempos entre as opções tomadas por atletas de elite são normalmente pequenas, estes não podem perder muito tempo a tomar as decisões, e logo que as tomam têm de ser rápidos a executá-las (Myrvold, 1996). Por isso, grande parte dos erros ocorre na execução das opções (Johansen, 1991).

Sendo as estratégias tomadas pelos atletas experientes bastante eficazes, uma das grandes diferenças entre atletas de elite e atletas de não elite em Orientação está na habilidade dos primeiros minimizarem o tempo perdido em erros de execução do plano de acção, resultante dos processos de tomada de decisão (Omodei & McLennan, 1994). Para tal, a velocidade de deslocamento adoptada pelo atleta não pode depender somente da sua capacidade física, mas também do nível de dificuldade da pernada ou da proximidade do posto de controlo seguinte.

O processo de planeamento da acção (recorrendo ao conhecimento específico) e a sua execução (com a ajuda da informação do terreno) são aspectos básicos do processamento de informação durante a concretização do percurso e, embora estejam hierarquizados, complementam-se.

À medida que os planos de acção vão sendo executados no terreno, vão passando de informação abstracta (distância e direcção) para informação concreta e comparável ao terreno. Segundo Murakoshi (1989), o princípio básico da Orientação é a formação de planos através de informação abstracta, e a sua execução através da identificação dessa informação no terreno. A execução de planos baseados em conhecimento abstracto habitualmente leva a que sejam cometidos erros, que podem surgir de duas formas: (1) de uma classificação errada da situação e (2) através de uma especificidade insuficiente da informação.

Assim, no estudo de capacidades orientadoras deve-se ter em conta não só o plano abstracto formado, mas também a sua interacção com a informação externa (Murakoshi, 1989). Pelo que a tarefa de navegar executando o itinerário escolhido depende muito da habilidade para reconhecer e recuperar de pequenos desvios, assim como do cuidado inicial no seu planeamento (Omodei & McLennan, 1994).

No entanto, a concretização do percurso depende muito das técnicas a utilizar. Whitaker e Cuqlock-Knopp (1992) procuraram conhecer quais as técnicas de navegação mais empregues durante a execução dos percursos. Para tal, utilizaram um método de entrevista semi-estruturada, com quatro atletas e doze militares (ambos os grupos com experiência de navegação com mapas), submetidos a um percurso de Orientação. Os autores concluíram que a técnica de localização, que envolve o processo de comparação entre um determinado local no terreno com o correspondente no mapa, apresenta uma importância elevada na obtenção de uma prestação superior.

Quadro 12: Técnicas de navegação mais utilizadas na obtenção de uma prestação bem sucedida (adaptado de Whitaker e Cuplock-Knopp, 1992)

Técnicas de Navegação	1ª Parte	2ª Parte
Localização	29%	21%
Escolha do itinerário	28%	34%
Orientação por azimute	26%	25%
Concretização do itinerário	16%	20%

3.2.3. Relação entre a Performance Fisiológica e a Prestação Cognitiva

Como nos refere Bird (1996), a chave para o sucesso na Orientação encontra-se não só na melhoria da componente física e da componente cognitiva, mas principalmente na optimização da interacção entre estes dois factores.

Vários foram os autores que tentaram identificar os efeitos da fadiga física na performance cognitiva. Fach (1985, citado por Oliveira, 2001) verificou que, durante um teste de esforço, e nas intensidades até ao limiar aeróbio-anaeróbio, os atletas de Orientação apresentam níveis de atenção e concentração máximos, o que deixa de acontecer a intensidades superiores ao limiar. Baseado neste estudo, Seiler (1987) adverte para o facto de, durante as provas de Orientação, o fornecimento de energia anaeróbia não seja realizado acima da capacidade de remoção do lactato, de forma a manter elevados os níveis de atenção e concentração.

Hancock e McNaughton (1986) avaliaram a percepção visual de seis atletas de Orientação, em repouso e sob fadiga (trabalho à intensidade do limiar anaeróbio), através da realização de questões ligadas a imagens de acções de navegação. Verificou-se que a fadiga prejudica a percepção visual dos atletas. No entanto, à intensidade do limiar anaeróbio, a capacidade de memória a curto prazo e a capacidade de estimar distâncias não foram afectadas, existindo inclusive, uma ligeira melhoria. Podemos concluir que, sob o estado de fadiga, os atletas tendem a piorar a sua capacidade de leitura do mapa e de tomada de decisão, não sendo afectada a capacidade de concretização das opções.

Cheshikhina (1993) investigou a relação entre o trabalho físico e a performance cognitiva na orientação. Para o efeito realizou dois testes: um teste progressivo por patamares em tapete rolante, de forma a obter a velocidade no limiar anaeróbio e o VO_2 máx; e um teste de leitura e transferência de pontos de controlo, realizado após cinco minutos de corrida no tapete rolante.

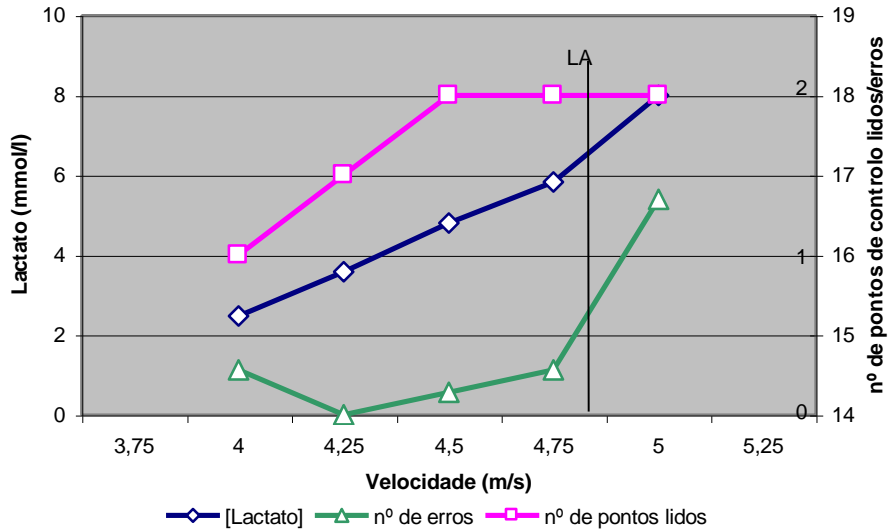


Gráfico 4: Performance cognitivas nas várias velocidades (adaptado de Cheshikhina, 1993)

Os resultados do estudo permitem afirmar que é à velocidade correspondente ao limiar anaeróbio que os atletas de Orientação apresentam melhor capacidade de leitura do mapa (Cheshikhina, 1993).

Arcelin et al. (1995), expôs atletas de Orientação experientes a uma prova de foto-orientação, realizada em repouso e após a realização de três minutos de corrida, isto para três intensidades (60,75 e 90% do VO_2 máx). Os resultados demonstram um progressivo aumento no tempo de resposta aos problemas da prova de foto-orientação, apresentando os atletas uma melhor eficácia na prestação cognitiva à intensidade equivalente a 90% do VO_2 máx.

Em conclusão, podemos dizer que “a velocidade de corrida durante a orientação não deve exceder a velocidade no limiar anaeróbio por um período prolongado de modo a não influenciar negativamente os processos cognitivos de leitura do mapa e tomada de decisão” (Seiler, 1994).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

1. Amostra

1.1. Critérios de Selecção da Amostra

Tendo presente o objectivo do estudo⁸, a selecção da amostra deve conduzir à formação de um grupo de sujeitos que constituam os melhores dez atletas Nacionais de Orientação.

Antes de mais, para a selecção da amostra recorreremos principalmente ao escalão H21E⁹, uma vez ser este o principal escalão sénior e aquele onde se encontram os melhores atletas nacionais. Além disso, na base da selecção dos atletas estiveram os seguintes critérios:

- a) Atletas pertencentes ao *Grupo de Atletas em Percurso de Elite* (GAPE) – trata-se de um grupo de atletas cuja selecção é da responsabilidade da Federação Portuguesa de Orientação (FPO), sendo a base das selecções nacionais;
- b) Atletas com as melhores velocidades médias das provas nacionais – com os dados disponibilizados pelo seleccionador nacional, seleccionamos os atletas com as melhores velocidades de execução das provas, seguindo a fórmula:

$$\text{Velocidade} = \text{Distância do percurso} / \text{Tempo de Execução}$$

Da análise feita em conjunto com o seleccionador nacional, adveio a limitação de performance dos atletas do escalão júnior, em relação ao escalão sénior. Por outro lado, foi realçado o nível de performance de alguns atletas do escalão H35.

⁸ Efectuar a análise fisiológica de uma prova de orientação de distância média em atletas da elite nacional, e compará-la a uma prova de corrida sem a componente de navegação.

⁹ Normalmente denominado de *ELITE*

1.2. Constituição e Caracterização da Amostra

A amostra foi composta por 10 sujeitos praticantes de orientação, que foram seleccionados com base nos critérios expostos, provenientes de seis clubes: Clube de Orientação do Centro (dois atletas), Clube Português de Orientação e Corrida (dois atletas), Sporting Clube das Caldas (um atleta), Associação de Comandos (um atleta), Associação de Deficientes das Forças Armadas (dois atletas) e Ori-Estarreja (um atleta).

O quadro seguinte apresenta a caracterização biográfica dos atletas da amostra.

Quadro 13: Valores médios e desvios padrão da idade, tempo de prática, competições realizadas, frequência semanal de treino, duração das sessões de treino e percentagem dedicada ao treino físico, técnico e psicológico.

	Média±dp
Idade (anos)	31,67 ±7,08
Anos de Prática	7,8±4,1
N.º de Competições	218,7 ± 122,6
N.º de Competições p/ Selecção Nacional	6,5 ± 6,8
Frequência Semanal de Treino	5,5 ± 2,9
Duração das Sessões de Treino (min)	64,5 ± 31,7
Percentagem dedicada ao Treino Físico	83,5 ±11,8
Percentagem dedicada ao Treino Técnico	13,5 ± 10,0
Percentagem dedicada ao Treino Psicológico	3 ± 4,3

De referir apenas que a grande dispersão que se verifica no número de competições pela selecção nacional está relacionada com o facto de dois dos atletas apresentarem um número elevado de representações (18), uma vez que apenas três atletas nunca representaram a selecção nacional.

Por outro lado, a grande dispersão na percentagem de treino psicológico verifica-se uma vez que apenas 4 atletas afirmam realizar este tipo de treino.

Importa ainda referir o ranking relativo às velocidades médias das provas da taça de Portugal.

Quadro 14: Velocidades (min.km^{-1}) médias nas provas da taça de Portugal

Atleta	Velocidade (min.km^{-1})
1	9,72
2	7,37
3	7,78
4	9,15
5	7,60
6	9,48
7	9,60
8	6,70
9	8,48
10	10,53

De referir que estas velocidades são calculadas, pelo seleccionador nacional, com base nas distâncias em linha recta dos percursos. Uma vez que os atletas são livres de escolher o seu trajecto, estas médias não expressam a verdadeira velocidade realizada, sendo apenas utilizadas como um meio de distinção entre os atletas.

2. Protocolo dos Testes

Foram realizados dois testes de campo: um com o objectivo de reproduzir o esforço durante uma prova de Orientação de distância média, e um outro durante uma prova de corrida sem a componente de navegação. Os testes foram realizados no terreno, uma vez que, segundo Held & Müller (1997), existe uma maior especificidade em relação ao esforço em competição.

A recolha de dados decorreu em Mira, no mapa de orientação *Praia de Mira II*.



Figura 14: Aspecto do local onde foi estabelecido o “laboratório de campo”

2.1. Testes de Campo

Como foi referido, foram realizados dois testes de campo. Assim, na tentativa de atendermos à resposta fisiológica de uma prova de Orientação de distância média, foi realizado um teste de campo que permitiu a mensuração do consumo de oxigénio, sob condições reais de competição (Gjerset et al., 1997 & Held & Müller, 1997).

O objectivo era realizar um percurso de Orientação de distância média no menor tempo possível. Durante a execução do percurso procedia-se à avaliação do consumo de oxigénio directo e da frequência cardíaca. A análise da concentração de lactato foi realizada ao fim do primeiro minuto após a realização do percurso, e aos cinco minutos após o término do mesmo, uma vez ser a este tempo que ocorre o pico de lactato após o exercício (Fukuba et al., 1999).

Seguindo o mesmo procedimento de análise, foi realizado um segundo teste, em que o objectivo era realizar um percurso de corrida, sem a componente de

navegação, no menor tempo possível. Para pudermos compará-lo com o percurso de Orientação, o percurso de corrida foi realizado na melhor opção do itinerário do percurso de orientação, seguindo o protocolo de Moser et al. (1995) e Gjerset et al. (1997).

Os dois testes foram realizados no mesmo dia, primeiro (de manhã) o percurso de orientação de distância média, e à tarde o percurso de corrida sem a componente de navegação. Entre os dois testes os atletas tiveram, no mínimo, quatro horas de repouso, tendo realizado uma refeição rica em hidratos de carbono. De acordo com Johansson et al. (1990), com a ingestão de hidratos de carbono e repouso, num período de quatro horas, os níveis hormonais de testosterona, cortisol, adrenalina e noradrenalina voltam aos valores de repouso, existindo a recomposição de 25% das reservas de glicogénio perdidas.

Os testes seguiram o referido programa, tendo por base o facto de, nos campeonatos do mundo, as provas de qualificação e a final serem realizadas no mesmo dia. Por outro lado, também Gjerset et al. (1997) utilizou o referido protocolo, realizando uma prova de distância curta de manhã e uma prova de “cross-country” da parte da tarde

Em ambos os testes procedeu-se à monitorização do trajecto realizado pelos atletas, através da utilização de um GPS (*Global Positioning System*). Através deste instrumento, foi possível determinar a distância percorrida pelos atletas, a velocidade, e o trajecto exacto por onde os atletas realizaram as provas.

Segundo Larsson & Henriksson-Larsén (2001) o uso do GPS, no estudo da performance da orientação, é uma ferramenta valiosa, precisa e fiável, sendo a sua combinação com dados fisiológicos uma forma de aceder à resposta fisiológica das provas de orientação.

2.1.1. Procedimentos Operacionais

De forma a cumprir o objectivo dos testes de campo, foi criado um percurso de orientação de distância média. Como este percurso seria a essência de todo o trabalho, a sua elaboração passou por várias etapas e testes, seguindo o procedimento de Oliveira (2001).

2.1.1.1. Escolha do Mapa

Para a aplicação do teste de campo foi necessário localizar e seleccionar um mapa de orientação para o efeito. No processo de selecção vários critérios foram tidos em conta:

- Tipo de Terreno – Tendo em conta que o tipo de terreno a utilizar deveria ser exigente tanto a nível físico como cognitivo, optamos pelo terreno típico do litoral Português, isto é, floresta de pinhal e dunas, com abundantes detalhes de relevo e boa penetrabilidade;
- Condições Logísticas – Para a realização do teste de campo, foi necessário um local onde fosse possível ter acesso a electricidade (para a utilização de diversos meios informáticos) e que tivesse também condições de instalação e utilização do material.

O mapa escolhido foi “Praia de Mira II” (mapa produzido em Fevereiro de 2000, à escala de 1/10000 e equidistância de 2,5m), uma vez que reúne não só as condições para a realização de provas de orientação de alto nível, como também a logística necessária para a realização dos testes.

2.1.1.2. Elaboração do Percurso

A elaboração do percurso de orientação foi desenvolvida de acordo com os “Princípios para o Traçado de Percursos” (documento da responsabilidade da Federação Portuguesa de Orientação). Em conjunto com as especificidades da nossa investigação conduziu aos seguintes critérios:

- Como se trata de uma prova de distância média o tempo de execução do percurso deve rondar os 25 minutos;
- Em cada perna deve existir mais do que uma opção, de forma a solicitar o processo de tomada de decisão, enriquecendo a componente cognitiva;
- As zonas de partida e chegada devem ser localizadas no complexo “Mira-Villas”, pelas razões apontadas no ponto 2.1.1.1.;

- Devido ao equipamento a utilizar (analisador de gases K4b² e GPS), evitar zonas de vegetação densa.

2.1.1.3.Peritagem do Percurso

O percurso foi avaliado por dois atletas experientes, tendo sido sugeridas algumas alterações no percurso, no sentido de melhorar o nível técnico do percurso e as condições de aplicação do protocolo.

2.1.1.4.Reformulação do Percurso

Tendo em conta os dados da peritagem, foram introduzidas algumas alterações no percurso:

- Diminuição da distância total do percurso, de modo a garantir um tempo de execução que ronde os 25 minutos;
- Introdução do ponto de controlo n.º 4, de forma a criar várias opções de navegação para o ponto n.º 5;
- Introdução do ponto de controlo n.º 10, de modo a evitar que os atletas atravessassem a zona densa entre o ponto de controlo n.º 9 e o n.º 11.

2.1.1.5.Estudo das Opções de Pernada e Estabelecimento da Melhor Opção

De forma a estabelecer o itinerário para o percurso de corrida sem a componente de navegação, foi necessário estabelecer a melhor opção de itinerário do percurso de orientação.

Para tal, e recorrendo à peritagem, foram estudadas as várias opções de itinerário para cada pernada do percurso de Orientação, utilizando os dados da testagem do mesmo. A melhor opção de itinerário foi estabelecida como o trajecto mais rápido para a realização do percurso de orientação.

2.1.2. Descrição do Protocolo do Teste – *Percurso de Orientação*

O protocolo de aplicação do teste, constou de:

Tabela 1: Protocolo do teste referente à prova de orientação

AQUECIMENTO
Mobilização Articular
<ul style="list-style-type: none"> - 10 Rotações da Tibio-Társica - 10 Elevações Calcânhares - 10 Rotações Coxo-Femural - 10 Rotações do Tronco
Corrida Lenta
Cinco minutos de corrida lenta, entre os 130 e os 140 bpm
Alongamentos
<ul style="list-style-type: none"> - Gêmeos - Flexor da coxa - Quadríceps
TESTE
Quatro minutos de repouso – tempo utilizado para colocar o equipamento e preparar o atleta para o teste.
Início do percurso
Um minuto antes da partida foi fornecido o mapa ao atleta (tal como acontece nas competições oficiais).
Percurso
Após o sinal de partida, o atleta efectua o percurso de Orientação de forma máxima.
RECUPERAÇÃO
O atleta efectua uma recuperação activa realizando 5 minutos de corrida lenta, entre os 130 e os 140 bpm.

Antes de iniciar o teste os atletas efectuaram um aquecimento específico da modalidade de orientação. O protocolo do aquecimento foi adaptado de Bird (1996), dividindo-se em três partes: mobilização articular, corrida lenta e alongamentos.

No que respeita à tarefa descrita no ponto *Percurso*, esta consta da realização de um percurso de Orientação constituído por doze pontos de controlo (em anexo). O percurso, tal como acontece em competição, iniciou-se antes do triângulo de partida, sendo balizada até esse ponto. A partir daí, o atleta é livre de escolher o trajecto entre os doze pontos de controlo, sendo que, após o último ponto de controlo, tem ainda que se deslocar até ao local de chegada (dois círculos concêntricos marcados no mapa), percorrendo um trajecto balizado.

2.1.3. Descrição do Protocolo do Teste – *Percurso de Corrida sem a Componente de Navegação*

O protocolo de aplicação do teste, constou de:

Tabela 2: Protocolo do teste referente à prova de corrida sem a componente de navegação

AQUECIMENTO
Mobilização Articular
<ul style="list-style-type: none"> - 10 Rotações da Tibio-Társica - 10 Elevações Calcânhares - 10 Rotações Coxo-Femural - 10 Rotações do Tronco
Corrida Lenta
Cinco minutos de corrida lenta, entre os 130 e os 140 bpm
Alongamentos
<ul style="list-style-type: none"> - Gêmeos - Flexor da coxa - Quadríceps
TESTE
Quatro minutos de repouso – tempo utilizado para colocar o equipamento no atleta.
Início do percurso
Um minuto antes da partida, prepara-se o atleta para o teste.
Percurso
Após o sinal de partida, o atleta efectua o percurso de corrida de forma máxima.
RECUPERAÇÃO
O atleta efectua uma recuperação activa realizando 5 minutos de corrida lenta, entre os 130 e os 140 bpm.

Neste caso, a tarefa descrita no ponto *Percurso*, consta da realização de um percurso de corrida sem a componente de navegação, percorrido na melhor opção de itinerário do percurso de orientação (em anexo). A prova inicia-se no mesmo local do percurso de Orientação, sendo balizada em toda a sua totalidade.

Na realização do percurso, foi indicado aos atletas que neste percurso não existia qualquer tipo de navegação, sendo apenas necessário seguir o trajecto balizado.

2.2. Avaliação do Consumo de Oxigénio

2.2.1. Equipamento

- Para a determinação do consumo de oxigénio, através da medição directa do ar expirado, utilizou-se o analisador de gases K4b² da COSMED srl, Italy.
- Software: K4 b² *Data Management Software, Version 7.3a*
- Computador portátil *Assus* – Sistema operativo *Microsoft Windows ME*



Figura 15: Atleta durante a realização da prova de orientação, utilizando o COSMED K4b²

Refira-se que segundo McLaughlin et al. (2000), a diferença entre o COSMED K4b² e o saco de Douglas, em termos de consumo de oxigénio, é menor que 100 ml.min⁻¹, o que fisiologicamente é insignificante. Por tal, os autores aprovaram o COSMED K4b² para a medição do consumo de oxigénio em várias intensidades de esforço.

2.2.2. Preparação do equipamento

- Calibragem do ar ambiente (*Room Air Calibration*) – esta calibragem é forçada pelo sistema cada vez que se tenta iniciar um teste. Para tal, quando se visualiza a mensagem “*Room air calibration in progress*” retira-se o tubo de recolha dos gases, e este analisa automaticamente o ar ambiente. No final da calibragem aparece a mensagem “*Calibration done*”.
- Calibragem do sensor de O₂ e CO₂ (*Reference gas calibration*) – deve ser realizada antes de cada dia de testes, e consiste na calibragem dos sensores através do fornecimento de um gás com uma composição conhecida (no caso 16,00% de O₂ e 5,00% de CO₂). Quando as leituras efectuadas pelo analisador de gases se aproximarem dos valores do cilindro, admite-se a calibragem.

-
- Calibragem do *Delay* – nesta calibragem vai-se proceder a uma série de inspirações e expirações, que têm como objectivo mensurar o tempo exacto que as amostras de gás demoram a chegar aos sensores de O₂ e CO₂.
 - Calibragem do avaliador de volume (*Flowmeter calibration*) – utilizando uma seringa de 2 l, executam-se 10 injeções de ar. Se o volume de ar mensurado pelo analisador de gases corresponde ao ejectado, a calibragem é aceite.
 - Aquecimento – antes de cada dia de testes, o K4b² deve ser ligado 45 minutos antes da sua utilização, de forma a possibilitar o aquecimento dos sensores de O₂ e CO₂.

2.3. Análise do Percurso realizado pelos Atletas

2.3.1. Equipamento

- Para a determinação do trajecto percorrido pelos atletas durante o percurso de orientação e durante a corrida sem a componente de orientação, utilizou-se um GPS (Global Positioning System) desenhado para o K4b² (P/N C02269-01-11). O GPS possibilita a mensuração dos seguintes parâmetros:
 - o Velocidade (m.seg⁻¹ ou km.h⁻¹)
 - o Distância (metros)
 - o Posição (LAT DD°MM.MMM'N/S. LONG DDD°MM.MMM'E/W)
 - o Altitude (metros)
 - o Gráfico do trajecto percorrido (desenhado automaticamente num gráfico, e está orientado a norte)
- Software: K4 b² *Data Management Software, Version 7.3a*

2.3.2. Preparação do Equipamento

- O GPS funciona com a informação recolhida dos satélites. A preparação do equipamento é totalmente automática, necessitando apenas de, ao ser ligado, estar num local aberto onde facilmente se obtenha os sinais dos satélites.

2.4. Análise dos Tempos de Passagem nos Pontos de Controlo

2.4.1. Equipamento

- Para o controlo da passagem dos atletas pelos pontos de controlo, e registo do tempo de passagem, utilizou-se o sistema de picotagem electrónica denominado de *Sport Ident*®.
- O sistema permite o registo dos tempos de passagem pelo ponto, dando no final os tempos realizados para cada ponto de controlo
- Software: *SPORTident Manager* versão 9.8



Figura 16: Atleta a “controlar” um ponto de controlo, utilizando o sistema Sport ident®

2.5. Análise da Concentração de Lactato Sanguíneo

2.5.1. Equipamento

- Mini espectrofotómetro *DR LANGE/Lp20*;
- Solução tampão – *Lactat Enzymatic. Farbtest PAP DR. LANGE LKM 140* ;
- Reagente inicial – *Starter reagement LKM 140* ;
- Lancetas *Unistik® 2 Extra*;
- Micropipeta – *Micropipetter DR LANGE*;
- Tubo capilar para 10 microlitos;
- Álcool;
- Algodão.

2.5.2. Preparação do Equipamento

- Calibragem do mini espectrofotómetro – deve-se realizar regularmente, utilizando soluções com concentrações conhecidas de 2, 4, 10, 15 e 30 mmol.l⁻¹.

2.5.3. Procedimentos para a recolha das amostras de sangue

- Segura-se na mão do atleta e desinfecta-se com álcool a extremidade do dedo polegar, secando-o de seguida com papel de modo a não existir suor aquando da picada (a existência de suor pode não possibilitar a formação de uma gota);
- Após a picada, pressiona-se o dedo até formar uma gota capaz de perfazer os 10 microlitos do tubo capilar.
- Com a ajuda da micropipeta, injecta-se o sangue no tubo *Lactat Enzymat*, agitando-o de forma a juntar o sangue ao líquido.



Figura 17: Recolha da amostra sanguínea num atleta da amostra

2.5.4. Procedimento de Análise

- Selecciona-se a função *Lactat* no mini espectrofotómetro, ficando este pronto a avaliar;
- Limpam-se muito bem os tubos, e introduz-se a amostra 1. Executam-se de seguida as restantes amostras, até todas terem passado pelo mini espectrofotómetro (num máximo de 20);
- Após este procedimento, inicia-se a troca da tampa da amostra 1 pela tampa *Starter reagement*, invertendo a amostra 3 vezes;
- Pressiona-se a tecla * e introduz-se a primeira amostra.
- Trocam-se as tampas das restantes amostras;

- Após a leitura da amostra 1, introduzem-se as restantes amostras, sendo que para estas a leitura é imediata.

3. Variáveis Antropométricas

Todos os atletas foram avaliados com o mesmo material, pelo mesmo examinador, e segundo as prescrições técnicas descritas por Sobral & Silva (1997).

A determinação destas variáveis tem como objectivo analisar o nível morfológico dos atletas, de forma a estabelecer uma comparação com atletas de elite de outras nacionalidades, assim como caracterizar as variáveis antropométricas que destacam os atletas de alto nível. A descrição dos procedimentos referentes à avaliação das variáveis antropométricas simples encontra-se em anexo.

3.1. Instrumentos de Medida

Os instrumentos de medida utilizados para obter as variáveis antropométricas simples foram:

Quadro 15: Instrumentos de medida utilizados na medição das variáveis antropométricas simples

Variáveis antropométricas simples	Instrumentos
Massa corporal	Balança mecânica de precisão às centésimas do quilograma (marca SECA, modelo 714)
Estatura / Altura sentado	Estadiómetro com escala de medida até à décima de centímetro (marca SECA, modelo 220/221)
Diâmetros	Antropómetro de pontas curvas e compasso de pontas redondas
Circunferências	Fita métrica flexível
Pregas de Gordura Cutânea	Adipómetro (marca Slimguide)

3.2. Somatótipo

Segundo Sobral & Silva (1997) “o somatótipo é uma classificação baseada na configuração externa do corpo e independente da dimensão, cuja componentes primárias, classificadas numa escala de 1 a 7, exprimem a adiposidade, a robustez músculo-esquelética e a linearidade em relação à altura” (p. 39).

O somatótipo foi inicialmente criado por Sheldon, Stevens & Tucker (1940, citados por Sobral & Silva, 1997), sendo descrito sob a forma de três algarismos, numa sequência fixa, em que cada algarismo representa a cotação atribuída a cada uma das três componentes: endomorfismo que exprime o grau de desenvolvimento em adiposidade; mesomorfismo que exprime o grau de desenvolvimento músculo-esquelético; e o ectomorfismo que exprime o grau de desenvolvimento em comprimento.

Uma vez que este método era basicamente antroposcópico, Heath & Carter (1971, citados por Sobral & Silva, 1997) desenvolveram um método que assenta em bases quantitativas mantendo os pressupostos fundamentais de Sheldon. Este método, que permite uma maior objectividade e concordância entre observadores, assenta nas seguintes medidas e operações:

- Endomorfismo:

$$\text{ENDO} = 0,1451 \text{ X} - 0,00068 \text{ X}^2 + 0,0000014 \text{ X}^3 - 0,7182$$

$$\text{X} = (\text{prega subescapular} + \text{prega tricipital} + \text{prega supraíliaca}) * (\text{estatura}/170,18)$$

- Mesomorfismo

$$\text{MESO} = 0,858 \text{ H} + 0,601 \text{ F} + 0,188 \text{ B} + 0,161 \text{ G} - 0,131 \text{ A} + 4,5$$

H – diâmetro bicôndilo-umeral

F – diâmetro bicôndilo-femural

B – circunferência braquial corrigida

G – circunferência geminal corrigida

A – estatura

- Ectomorfismo

$$ECTO = 0,732 \mathbf{I} - 28,58$$

$$\mathbf{I} = \text{estatura}/P^{1/3}$$

4. Cálculos

4.1. Cálculo da economia de corrida

O cálculo da economia de corrida foi realizado de acordo com o descrito por Jensen et al. (1999), sendo o VO_2 por kg de massa corporal por km.

Utilizamos assim a seguinte fórmula:

Economia de Corrida ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$) = [Média VO_2 ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) / Distância percorrida (km)] * duração da prova (min)

5. Procedimentos Estatísticos

Para a caracterização da amostra e das variáveis estudadas através das provas de Orientação e de Corrida, recorreu-se à análise da estatística descritiva: média, como medida de tendência central; desvio-padrão, como medida de dispersão; máximo; e mínimo.

Quanto à estatística inferencial, para a comparação entre as variáveis dos dois testes, recorreremos à estatística paramétrica, através da realização do teste T de *student* para amostras relacionadas. Utilizou-se o coeficiente de correlação momento-produto de *Pearson* para verificar as correlações entre as variáveis em estudo. Em todos os testes foi considerado o nível de significância menor que 0,05.

Para os cálculos estatísticos utilizou-se o programa “SPSS 11.0 – Statistic Program for Social Sciences”, e o Microsoft Excel 2000.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1. Caracterização da Amostra

As características antropométricas dos melhores atletas de Orientação Portugueses estão presentes no quadro 16.

Quadro 16: Valores das variáveis antropométricas dos atletas da amostra (Média \pm Desvio Padrão)

Característica	Média	Desvio Padrão
Idade (anos)	31,67	$\pm 7,08$
Massa corporal (kg)	64,17	$\pm 4,50$
Estatura (cm)	173,08	$\pm 5,56$
Altura sentado (cm)	88,83	$\pm 3,79$
Comprimento dos membros inferiores (cm)	84,24	$\pm 3,71$
<i>Diâmetros</i>		
Bicôndilo-umeral (cm)	6,38	$\pm 0,33$
Bicôndilo-femural (cm)	9,27	$\pm 0,41$
Biacromial (cm)	38,93	$\pm 2,67$
Bicristal (cm)	27,80	$\pm 1,66$
Tóraco-sagital (cm)	19,54	$\pm 1,26$
Tornozelo (cm)	7,00	$\pm 0,33$
<i>Circunferências</i>		
Tóracica (cm)	89,67	$\pm 4,36$
Braquial (cm)	26,64	$\pm 1,33$
Pulso (cm)	17,63	$\pm 3,38$
Geminal (cm)	35,78	$\pm 1,24$
<i>Skinfolds</i>		
Tricipital (mm)	9,11	$\pm 3,59$
Sub-escapular (mm)	9,06	$\pm 2,10$
Abdominal (mm)	13,39	$\pm 6,07$
Suprailíaca (mm)	7,28	$\pm 2,43$
Crural (mm)	10,72	$\pm 5,82$
Geminal (mm)	5,72	$\pm 2,25$
<i>Somatótipo</i>		
Endomorfismo	2,59	$\pm 0,80$
Mesomorfismo	3,37	$\pm 0,94$
Ectomorfismo	3,08	$\pm 0,83$

Em relação ao perfil antropométrico dos atletas de Orientação nacionais, os valores por nós registados são inferiores aos dados obtidos por outros estudos com atletas de elite da modalidade.

Quadro 17: Comparação das variáveis antropométricas dos atletas Portugueses com atletas de elite de outras nacionalidades (média±dp)

	Atletas do nosso Estudo	Laukkanen et al.(1998)	Karjalainen et al.(1997)	Moser et al. (1995)	Bird & Bingham(19 95)	Santos (2001)
	n=10	n=7	n=17	n=16	n=8	n=10
Idade (anos)	31,67 ±7,08	30 ±4	-	23 ±4	22 ±3	30 ±5
Estatura	173,08 ±5,56	181,4 ±5,3	181 ±6	181,7 ±5,0	180,0 ±6,4	175,6 ±5,9
Massa corporal	64,17±4,50	68,0 ±2,4	68 ±5	69,8 ±6,1	72,8 ±9,1	68,5 ±4,5
Soma- tricipital + subescapular	16,17 ±3,9					13,0 (-)

Laukkanen et al. – Atletas Finlandeses de Orientação (sub-elite); Karjalainen et al. – Selecção Finlandesa de Orientação; Moser et al. – Selecção Norueguesa de Orientação; Bird & Bingham – Atletas de Orientação Ingleses; Santos – Atletas Portugueses do escalão H21E.

Como se pode verificar pelo quadro 17, os atletas portugueses apresentam menor massa corporal e estatura que os atletas pertencentes às selecções de topo mundial. A diferença é especialmente notória ao nível da estatura, onde a diferença chega a rondar os 10 centímetros.

Em relação à massa corporal, as diferenças verificadas podem explicar, em parte, as diferenças verificadas ao nível da performance entre os nossos atletas e os atletas de topo mundial. Isto porque, como a corrida na floresta tem grandes exigências ao nível da musculatura dos membros inferiores (Johansson et al., 1988; Creagh et al., 1998), segundo Larsson et al. (2002) os atletas mais pesados têm vantagem sobre os mais leves, uma vez que apresentam uma maior massa muscular.

Relativamente à percentagem de massa gorda, os atletas apresentam uma média de 15,8%¹⁰ de massa gorda, sendo semelhante ao registado por Knowlton et al. (1980) para os melhores atletas Norte-Americanos de Orientação. Já em relação ao estudo de

¹⁰ Calculada segundo a fórmula de Siri (1956, citado por Sobral & Silva) em que a %de massa gorda= $100 (4,95/D - 4,50)$, sendo D (densidade corporal) dado pela fórmula $D=1,0764 - 0,00081 * X_1 - 0,00088 X_2 - X_1$ - prega supraílica e X_2 - prega tricipital

Jensen et al. (1999), no qual os autores registraram uma média de 10,4% de massa gorda em atletas Dinamarqueses de elite, os valores por nós registrados são superiores.

Com base nos resultados, leva-nos a concluir que os atletas de topo mundial apresentam um maior desenvolvimento da musculatura, o que lhes permitirá ganhar vantagem sobre os atletas nacionais. No entanto, a confirmação desta premissa requer um estudo aprofundado acerca das capacidades musculares dos atletas de Orientação.

Procedendo à comparação com o estudo de Santos (2001), onde o autor avalia o perfil antropométrico de dez atletas do escalão H21E, verificamos que a nossa amostra apresenta valores inferiores em relação à estatura e à massa corporal. De referir, no entanto, que o estudo de Santos (2001) não delimita os melhores atletas em termos de rendimento na Orientação.

Ao calcular o somatótipo, verificamos que em termos médios os atletas apresentam um somatótipo Mesomorfo-Ectomorfo (2,5-3,5-3), ou seja, tendem a apresentar um desenvolvimento músculo-esquelético e em linearidade.

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Barrel & Cooper (1982), em dez atletas de elite mundial, apresentando no entanto um menor grau de desenvolvimento em adiposidade (1,5-3,5-3,3 → mesomorfo-ectomorfo). Já Knowlton et al. (1980), registraram um somatótipo Ecto-Mesomorfo (2,3-3,6-2,9) para os melhores atletas de Orientação norte-americanos, diferindo estes valores da nossa amostra pelo menor desenvolvimento em comprimento.

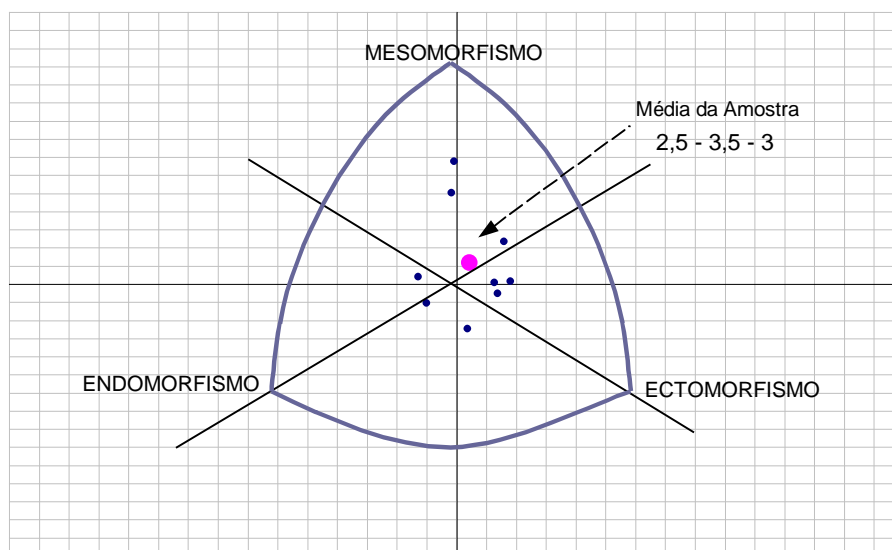


Gráfico 5: Representação gráfica do somatótipo médio dos melhores atletas nacionais de Orientação

O valor do somatótipo dos atletas de Orientação assemelha-se ao dos fundistas e meio-fundistas, sendo apenas ligeiramente menos meso e ectomórficos e ligeiramente mais endomórficos.

Quadro 18: Comparação do somatótipo dos atletas Portugueses com corredores de fundo e meio-fundo.

	ENDO	MESO	ECTO	Classificação
Atletas de Orientação	2,5	3,5	3,0	mesomorfo-ectomorfo
Meio-fundistas*	1,4	4,1	3,6	mesomorfo-ectomorfo
Fundistas*	1,4	4,3	3,5	Ecto-mesomorfo
Fundistas**	2,2	4,0	3,9	mesomorfo-ectomorfo

* adaptado de Barrel & Cooper (1982) **adaptado de Thorland et al. (1981) por Santos (2001)

1.1. Correlação entre o tempo realizado na prova de Orientação e as variáveis antropométricas

Embora não exista um perfil antropométrico definido para os atletas de Orientação de elite, as exigências específicas da modalidade levam-nos a supor que existam variáveis antropométricas que favoreçam o rendimento.

Assim, as variáveis que se correlacionaram positiva e significativamente, tanto com o tempo realizado na prova de Orientação, como com a velocidade média das provas da Taça de Portugal são a prega tricipital ($p < 0,05$), a prega subescapular ($p < 0,05$), o grau de desenvolvimento em adiposidade – Endomorfismo ($p < 0,05$) e o somatório das pregas tricipital e subescapular ($p < 0,05$).

Tabela 3: Correlação entre o tempo realizado na prova de Orientação e a velocidade média das provas da Taça de Portugal, e as variáveis antropométricas: prega tricipital, prega subescapular, somatório das pregas – tricipital+subescapular, e o grau de desenvolvimento em adiposidade (Endomorfismo)

Correlations

		Tempo realizado na Prova de Orientação (min)	Velocidade média das provas da Taça de Portugal (min/km)	Prega Tricipital	Prega Subescapular	Endomorfismo	Soma: Prega Tricipital + Suescapular
Tempo realizado na Prova de Orientação (min)	Pearson Correlation	1	,882**	,710*	,715*	,686*	,739*
	Sig. (2-tailed)	,	,001	,032	,030	,042	,023
	N	10	10	9	9	9	9
Velocidade média das provas da Taça de Portugal (min/km)	Pearson Correlation	,882**	1	,759*	,777*	,711*	,795*
	Sig. (2-tailed)	,001	,	,018	,014	,032	,010
	N	10	10	9	9	9	9
Prega Tricipital	Pearson Correlation	,710*	,759*	1	,846**	,879**	,979**
	Sig. (2-tailed)	,032	,018	,	,004	,002	,000
	N	9	9	9	9	9	9
Prega Subescapular	Pearson Correlation	,715*	,777*	,846**	1	,934**	,937**
	Sig. (2-tailed)	,030	,014	,004	,	,000	,000
	N	9	9	9	9	9	9
Endomorfismo	Pearson Correlation	,686*	,711*	,879**	,934**	1	,933**
	Sig. (2-tailed)	,042	,032	,002	,000	,	,000
	N	9	9	9	9	9	9
Soma: Prega Tricipital + Suescapular	Pearson Correlation	,739*	,795*	,979**	,937**	,933**	1
	Sig. (2-tailed)	,023	,010	,000	,000	,000	,
	N	9	9	9	9	9	9

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

A correlação existente entre o tempo da prova de Orientação e a velocidade média das provas da Taça de Portugal, e as variáveis antropométricas (tabela 3), espelham a importância da adiposidade como factor de distinção entre os melhores atletas. Verifica-se assim que as melhores performances na Orientação estão associadas a um menor grau de adiposidade. Uma vez que, por norma, isso reflecte uma maior quantidade de massa muscular, esse facto vai proporcionar uma melhoria ao nível da economia de corrida (Millet et al., 2002), e conseqüentemente uma melhoria do rendimento na Orientação (ver ponto 3).

Os dados obtidos estão de acordo com os resultados de Creagh & Reilly (1995), onde os autores verificam a existência de uma correlação entre a prega tricipital e o rendimento na Orientação, podendo esta servir como forma de distinguir os bons atletas dos atletas de elite.

No entanto, no nosso estudo verifica-se que a variável antropométrica que apresenta um coeficiente de correlação mais elevado é o somatório da prega tricipital e subescapular ($r=0,739$, na correlação com o tempo da prova de Orientação; e $r=0,795$, na correlação com a velocidade média das provas da taça de Portugal).

Desta forma verificamos, que em termos antropométricos, a variável que se relaciona mais fortemente com a performance é, no nosso estudo, a soma das pregas tricipital e subescapular.

2. Análise da Resposta Fisiológica à Prova de Orientação de Distância Média e Comparação com a Prova de Corrida sem a Componente de Navegação

2.1. Parâmetros Obtidos na Monitorização da Prova de Orientação de Distância Média

Quadro 19: Parâmetros obtidos na monitorização da prova de Orientação de Distância Média (duração da prova, distância percorrida, velocidade média, VO₂ médio e máximo em termos absolutos e relativos, economia de corrida, ventilação média e máxima, QR médio e máximo, frequência cardíaca média e máxima, e [lactato] um e cinco minutos após, assim como a percentagem de recuperação da [lactato] do primeiro para o quinto minuto).

Sujeito	Duração da Prova (min)	Distância percorrida (m)	Velocidade média (km.h ⁻¹)	VO ₂ médio ±dp (l.min ⁻¹)	VO ₂ máx (l.min ⁻¹)	VO ₂ médio ± dp (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	VO ₂ máx (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	Economia de Corrida (ml.kg ⁻¹ .km ⁻¹)	Ventilação média ± dp (l.min ⁻¹)	Ventilação máx (l.min ⁻¹)	QR médio ± dp	QR máx	FC média ± dp (bpm)	FC máx (bpm)	[lactato] após 1 minuto (mmol.l ⁻¹)	[lactato] após 5 minutos (mmol.l ⁻¹)	% de recuperação da [lactato] do 1º ao 5º minuto
Atleta 1	29,75	não obtida	não obtida	3,9 ±0,4	4,4	58,5 ±6,8	67,2	não obtida	116,2 ±14,8	139,0	0,90 ±0,10	1,73	171 ±9	179	6,67	4,28	35,9
Atleta 2	24,75	5004	12,13	3,6 ±0,4	4,3	60,2 ±7,4	72,4	297,8	103,1 ±13,4	124,6	0,94 ±0,04	1,09	172 ±12	185	9,73	7,68	21,1
Atleta 3	22,95	4709	12,31	4,4 ±0,5	4,9	63,4 ±7,4	69,9	309,1	157,2 ±20,4	186,9	0,89 ±0,06	1,36	183 ±11	198	16,78	13,70	18,3
Atleta 4	26,30	4907	11,19	3,9 ±0,5	4,8	54,5 ±6,6	67,2	292,2	109,4 ±12,2	125,2	0,89 ±0,07	1,30	172 ±9	185	11,85	10,23	13,7
Atleta 5	22,47	5236	13,98	4,6 ±0,6	5,3	62,7 ±7,8	72,0	269,2	122,7 ±15,6	140,7	0,98 ±0,07	1,47	177 ±11	184	10,35	5,82	43,8
Atleta 6	28,30	4867	10,32	3,6 ±0,5	4,1	57,0 ±7,2	64,3	331,5	115,3 ±17,3	137,9	0,95 ±0,05	1,29	179 ±10	191	9,70	10,08	-3,9
Atleta 7	26,58	4647	10,49	3,4 ±0,3	3,9	54,5 ±5,4	62,2	311,8	96,8 ±11,5	110,6	0,94 ±0,06	1,11	178 ±9	185	14,32	11,77	17,8
Atleta 8	22,85	6169	16,20	3,8 ±0,5	4,2	63,6 ±7,7	71,9	235,6	130,8 ±15,6	159,0	1,00 ±0,10	1,57	179 ±12	194	13,09	13,14	-0,4
Atleta 9	27,33	4979	10,93	3,7 ±0,5	4,2	53,5 ±7,2	60,7	293,8	131,0 ±23,0	159,4	0,89 ±0,06	1,13	173 ±12	182	9,05	7,34	18,9
Atleta 10	29,12	5012	10,33	4,2 ±0,5	4,8	63,5 ±7,5	72,0	368,7	135,0 ±18,7	161,7	0,91 ±0,05	1,05	174 ±9	182	8,40	7,17	14,7
Média	26,04	5059	11,99	3,9	4,5	59,2	68,00	301,1	121,7	144,5	0,93	1,31	176	187	10,99	9,12	18,0
Desvio Padrão	2,68	451	1,98	0,4	0,4	4,1	4,39	37,3	17,6	22,4	0,04	0,23	4	6	3,03	3,16	14,3

Tendo em consideração que, segundo Larsson et al. (2002) e Johansson et al. (1990), os valores máximos de consumo de oxigénio durante o percurso de Orientação são próximos do VO_2 máx real, os valores apresentados pelos atletas constituintes da amostra ($68,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) estão ligeiramente abaixo dos valores registados por atletas de outras nacionalidades (ver página 13).

Sabendo que esses valores variam entre os 71 e os $77 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, verifica-se que existem quatro atletas da nossa amostra que apresentam picos de VO_2 durante a prova de Orientação dentro desse limite, o que demonstra um nível de potência aeróbia semelhante ao dos atletas de elite mundial.

No entanto, para procedermos a uma comparação mais correcta é necessário sujeitar os atletas a um teste específico para a obtenção do VO_2 máximo.

2.1.1. Comparação com estudos semelhantes

Quadro 20: Comparação dos parâmetros fisiológicos obtidos pelos atletas Portugueses durante o percurso de Orientação com outros estudos semelhantes (média±dp)

	Atletas do nosso Estudo n=10	Smekal et al. (2003) n=11	Larsson et al. (2002) n=10	Moser et al. (1995) n=16	Gjerset et al. (1997) n=9
Média VO_2 (l.min^{-1})	$3,9 \pm 0,4$		$4,3 \pm 0,4$		
Média VO_2 ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	$59,2 \pm 4,1$	$56,4 \pm 4,5$	$60,0 \pm 7,0$		
FC Média (bpm)	176 ± 4	172 ± 11		$172 \pm 10,8$	$178 \pm 7,8$
[lactato] (mmol.l^{-1})	$10,99 \pm 3,03$	$5,16 \pm 1,5$		$4,2 \pm 1,3$	$4,0 \pm 0,6$
QR	$0,93 \pm 0,04$		$0,95 \pm 0,04$		
Economia de Corrida ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$)	$301,1 \pm 37,3$		335 ± 34		

Como se pode verificar pelo quadro 20, os valores obtidos pelos atletas nacionais estão ao nível dos apresentados por atletas da elite mundial.

Em termos de consumo médio de oxigénio durante a prova de Orientação, verificamos que os valores relativos são semelhantes aos do estudo de Larsson et al. (2002), o que indica que os nossos atletas apresentam uma capacidade aeróbia semelhante à dos atletas de elite mundial. No entanto, em termos absolutos, os valores apresentados pelos nossos atletas são inferiores.

Sendo o consumo médio de oxigénio (absoluto), durante a prova, tido como um indicador fisiológico da performance (Larsson et al., 2002), verifica-se, neste parâmetro, uma diferença que pode clarificar o menor nível de rendimento dos nossos atletas. Isto porque, como já foi referido, o ganho de peso dos atletas da elite mundial concede-lhes um maior desenvolvimento da musculatura, podendo assim apresentar uma melhor performance de corrida na floresta (Johansson et al., 1988).

Seria então de esperar que estes atletas apresentassem uma melhor economia de corrida (EC), o que não se verifica. No entanto, para efectuarmos esta comparação temos de perceber que a EC é influenciada pelo tipo de superfície de corrida. Por exemplo, Jensen et al. (1999) verificou que, em atletas de Orientação, a EC varia entre os 210 e os 362 ml.kg⁻¹.km⁻¹, consoante o tipo de superfície de corrida.

Como a superfície de corrida típica dos países nórdicos (no caso de Larsson et al., 2002, o estudo foi realizado na Suécia) é muito mais exigente fisicamente que a apresentada no nosso estudo, para procedermos à comparação entre a EC dos nossos atletas e a dos atletas de elite mundial, será necessário sujeitar ambos os grupos às mesmas condições de teste.

Já em relação ao estudo de Smekal et al. (2003), os nossos atletas apresentam valores superiores de consumo médio de oxigénio durante a prova de Orientação. Na interpretação desta diferença temos de ter em conta o facto da amostra de Smekal et al. (2003) incluir onze atletas de elite Austríacos, e não necessariamente os melhores atletas desse país. Por tal, se considerarmos apenas o valor médio do VO₂ do melhor atleta Austríaco (64,4 ±2,4 ml.kg⁻¹.km⁻¹) verificamos que é ligeiramente superior ao dos melhores três atletas de Orientação Portugueses (respectivamente 63,6 ±7,7, 62,7 ±7,8 e 63,4±7,4 ml.kg⁻¹.km⁻¹).

De qualquer forma, consideramos que as diferenças registadas nos valores do consumo de oxigénio entre os nossos atletas e os de topo mundial, não são suficientes para explicar a diferença existente ao nível do rendimento na Orientação, pelo que, atendendo ao modelo das componentes determinantes do rendimento proposto por Kolb et al. (1987), as principais diferenças deveram-se ao nível da componente cognitiva e da técnica específica de corrida. No entanto, este facto carece de futuro esclarecimento.

Em termos de frequência cardíaca (FC), comparando os valores dos nossos atletas com os do estudo de Gjerset et al. (1997), que tem também por base a realização de uma prova de Orientação de distância média, podemos verificar que,

para este tipo de prova de Orientação, a resposta cardíaca entre os nossos atletas e os da selecção Norueguesa é semelhante.

Em relação ao estudo de Moser et al. (1995), verificamos que a FC média registada pelos autores é inferior à do nosso estudo. Este facto confirma os resultados de Gjerset et al. (1997), conferindo que, em termos de FC, a prova de Orientação de distância média apresenta, em relação às provas de Orientação de distância longa (tipo de prova utilizado por Moser et al., 1995), uma intensidade superior.

No que concerne às concentrações de lactato após a prova de Orientação, verificamos que os valores por nós registados são superiores aos apresentados por outros estudos semelhantes. Ainda que se tivermos em conta que o nosso percurso terminava após uma subida pronunciada, os valores por nós registados ($10,99 \text{ mmol.l}^{-1}$) são superiores às $7,3 \text{ mmol.l}^{-1}$ apresentadas no estudo de Dresel (1985), para uma situação idêntica.

Estes dados indicam um bom desenvolvimento da via anaeróbia láctica por parte dos nossos atletas, assim como uma boa tolerância ao lactato. No entanto, sendo as elevadas concentrações de lactato registadas um espelho da grande utilização do metabolismo anaeróbio, e conhecendo a incompatibilidade entre a prestação cognitiva e o trabalho anaeróbio (Cheshikina, 1993; Hancock & McNaughton, 1986), isto pode evidenciar a menor capacidade dos atletas nacionais em executar as tarefas de navegação, e daí apresentarem níveis de performance inferior aos atletas da elite mundial. Contudo, esta relação entre o trabalho físico e a prestação cognitiva requer futura elucidação.

2.2. Parâmetros Obtidos na Monitorização da Prova de Corrida sem a Componente de Navegação

Quadro 21: Parâmetros obtidos na monitorização da prova de corrida sem a componente de navegação (duração da prova, distância percorrida, velocidade média, VO_2 médio e máximo em termos absolutos e relativos, economia de corrida, ventilação média e máxima, QR médio e máximo, frequência cardíaca média e máxima, e [lactato] um e cinco minutos após, assim como a percentagem de recuperação da [lactato] do primeiro para o quinto minuto).

Sujeito	Duração da Prova (min)	Distância percorrida (m)	Velocidade média (km.h ⁻¹)	VO_2 médio \pm dp (l.min ⁻¹)	VO_2 máx (l.min ⁻¹)	VO_2 médio \pm dp (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	VO_2 máx (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	Economia de Corrida (ml.kg ⁻¹ .km ⁻¹)	Ventilação média \pm dp (l.min ⁻¹)	Ventilação máx (l.min ⁻¹)	QR médio \pm dp	QR máx	FC média \pm dp (bpm)	FC máx (bpm)	[lactato] após 1 minuto (mmol.l ⁻¹)	[lactato] após 5 minutos (mmol.l ⁻¹)	% de recuperação da [lactato] do 1º ao 5º minuto
Atleta 1	23,75	não incluído	não incluído	4,2 \pm 0,5	4,6	63,7 \pm 6,8	69,5	não incluído	130,5 \pm 13,7	144,7	0,86 \pm 0,09	1,52	176 \pm 8	181	7,90	5,92	25,1
Atleta 2	22,00	4958	13,52	3,7 \pm 0,4	4,1	61,5 \pm 6,5	68,1	273,0	100,3 \pm 11,4	112,4	0,92 \pm 0,03	1,11	175 \pm 11	182	7,94	5,58	29,7
Atleta 3	22,30	4765	12,82	4,4 \pm 0,4	4,7	62,3 \pm 5,5	67,3	291,6	138,6 \pm 13,0	159,2	0,84 \pm 0,07	1,28	171 \pm 7	190	9,63	7,89	18,1
Atleta 4	23,95	5005	12,54	4,0 \pm 0,4	4,5	56,2 \pm 5,6	62,5	269,0	104,7 \pm 9,9	117,3	0,87 \pm 0,06	1,05	173 \pm 8	182	8,69	5,94	31,7
Atleta 5	20,78	4848	14,00	4,9 \pm 0,6	5,5	67,5 \pm 8,3	76,6	289,2	121,0 \pm 14,7	143,2	0,96 \pm 0,05	1,27	175 \pm 11	184	9,39	8,79	6,4
Atleta 6	25,77	5449	12,69	4,1 \pm 0,4	4,6	65,4 \pm 6,9	73,6	309,3	122,4 \pm 13,3	140,4	0,90 \pm 0,05	1,32	180 \pm 8	187	9,56	9,31	2,7
Atleta 7	25,00	4750	11,40	3,3 \pm 0,4	3,8	52,1 \pm 6,7	59,8	274,2	94,2 \pm 12,2	109,5	0,94 \pm 0,10	2,02	175 \pm 8	181	10,11	9,72	3,9
Atleta 8	19,97	4486	13,48	4,0 \pm 0,5	4,5	65,9 \pm 8,2	74,5	293,4	131,4 \pm 19,3	159,5	0,99 \pm 0,10	1,57	180 \pm 12	191	15,28	13,96	8,6
Atleta 9	26,13	4828	11,08	3,9 \pm 0,4	4,3	55,9 \pm 5,1	61,2	302,6	117,6 \pm 14,4	134,4	0,80 \pm 0,07	0,87	171 \pm 9	178	6,52	5,08	22,0
Atleta 10	22,83	4468	11,74	4,6 \pm 0,5	5,1	69,3 \pm 7,6	76,6	353,9	143,0 \pm 16,9	148,5	0,87 \pm 0,06	1,02	179 \pm 7	186	8,96	7,01	21,7
Média	23,25	4840	12,59	4,1	4,6	62,0	69,0	295,1	120,4	136,9	0,90	1,30	176	184	9,40	7,92	17,0
Desvio Padrão	2,05	294	1,01	0,4	0,5	5,6	6,3	25,9	16,4	18,3	0,06	0,34	3	4	2,32	2,68	10,8

2.2.1. Comparação com estudos semelhantes

Quadro 22: Comparação dos parâmetros fisiológicos obtidos pelos atletas Portugueses durante o percurso de corrida sem a componente de navegação com outros estudos semelhantes (média±dp)

	Atletas do	Jensen et	Jensen et	Gjerset et al.
	nosso Estudo	al. (1999)	al. (1994)	(1997)
	n=10	n=11	n=14	n=9
Média VO ₂ (ml.kg ⁻¹ . min ⁻¹)	62,0 ±5,6	64,24 ±3,65	63,62 ±3,61	
FC Média (bpm)	176 ±3	182 ±4	177 ±8	181 ±6,3
[lactato] (mmol.l ⁻¹)	9,40 ±2,32	8,7 ±1,6	6,9 ±2,0	4,8 ±0,8
Economia de Corrida (ml.kg ⁻¹ .km ⁻¹)	295,1 ±25,9	322 ±33	279 ±10*	

*Valor de economia de corrida para o grupo Elite. O Grupo de Sub-Elite apresenta uma economia de corrida de 291±13.

Ao compararmos os parâmetros obtidos durante a prova de corrida sem a componente de navegação com os estudos apresentados, verificamos que, ao invés do que acontece na prova de Orientação, neste caso os valores registados pelos atletas nacionais estão ligeiramente abaixo dos apresentados pelos atletas de elite mundial.

Em comparação com os estudos de Jensen et al. (1994, 1999), verificamos que o consumo médio de oxigénio dos nossos atletas é ligeiramente inferior, podendo isto indicar que a capacidade aeróbia dos atletas do nosso estudo é ligeiramente inferior à dos atletas de elite dinamarqueses. Contudo, no nosso entender, estas diferenças podem ficar a dever-se ao facto dos percursos realizados pelos atletas dinamarqueses apresentarem uma distância inferior à percorrida pelos nossos atletas.

Também ao nível da frequência cardíaca verificamos que, em termos médios, os valores registados pelos nossos atletas são inferiores, inclusive em relação ao estudo de Gjerset et al. (1997). Tendo em linha de conta que o nosso protocolo é idêntico ao de Gjerset et al. (1997), e sendo os valores registados na prova de Orientação semelhantes, verificamos que os atletas noruegueses conseguiram aumentar a intensidade na prova de corrida, enquanto que os atletas do nosso estudo apenas mantiveram o mesmo nível de resposta cardíaca. Pena é, não podermos estabelecer uma comparação ao nível do consumo de oxigénio, pois os nossos

atletas, apesar de manterem a mesma FC média, apresentaram um consumo médio de oxigénio mais elevado.

Os valores da concentração de lactato após a prova de corrida são, tal como após a prova de Orientação, superiores aos apresentados em estudos semelhantes, o que, novamente, espelha um bom desenvolvimento da via anaeróbia láctica. Estes valores podem, no entanto, querer significar que os atletas nacionais correm acima do Maxlass, isto é, a produção de lactato é superior ao potencial máximo de remoção e metabolização (Gomes Pereira, 1994 citado por Sousa, 1997), existindo assim um acumular de lactato ao longo da prova; enquanto que, os atletas dos estudos referidos conseguem manter um ritmo elevado de corrida sem necessitar de ultrapassar o Maxlass. De qualquer forma, futuras investigações devem ser realizadas de forma a elucidar esta matéria.

No que respeita à economia de corrida, estabelecendo uma comparação com o estudo de Jensen et al. (1994), no qual a economia de corrida é calculada num tipo de terreno semelhante ao nosso (incluindo corrida em caminho, e em terreno de floresta de fácil e difícil progressão), verificamos que os melhores atletas de Orientação dinamarqueses são mais económicos que os nossos atletas.

2.3. Comparação entre os parâmetros obtidos na Prova de Orientação e de Corrida sem a Componente de Navegação

Quadro 23: Comparação dos parâmetros obtidos da monitorização das provas de Orientação e Corrida. Teste T de *Student* para amostras relacionadas.

Parâmetros	Prova de Orientação	Prova de Corrida	Significância
Tempo de Prova (min)	26,04	23,25	**
Distância percorrida (m)	5059	4840	<i>n.s.</i>
Velocidade média (km.h ⁻¹)	11,99	12,59	<i>n.s.</i>
VO ₂ médio (l.min ⁻¹)	3,9	4,1	**
VO ₂ máx (l.min ⁻¹)	4,5	4,6	<i>n.s.</i>
VO ₂ médio (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	59,2	62,0	*
VO ₂ máx (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	68,0	69,0	<i>n.s.</i>
Economia de Corrida (ml.kg ⁻¹ .km ⁻¹)	301,1	295,1	<i>n.s.</i>
Ventilação média (l.min ⁻¹)	121,7	120,4	<i>n.s.</i>
Ventilação máx (l.min ⁻¹)	144,5	136,9	<i>n.s.</i>
QR médio	0,93	0,90	**
QR máx	1,31	1,30	<i>n.s.</i>
FC média (bpm)	176	176	<i>n.s.</i>
FC máx (bpm)	187	184	<i>n.s.</i>
[lactato] após 1 minuto (mmol.l ⁻¹)	10,99	9,40	<i>n.s.</i>
[lactato] após 5 minutos (mmol.l ⁻¹)	9,12	7,92	<i>n.s.</i>
Percentagem de recuperação da [lactato]	18,0 %	17,0 %	<i>n.s.</i>

n.s. – não existem diferenças estatisticamente significativas

* p<0,05 – existem diferenças estatisticamente significativas

** p<0,01 – existem diferenças estatisticamente altamente significativas

Na comparação dos parâmetros obtidos na prova de Orientação e na prova de corrida sem a componente de navegação, verifica-se que existem diferenças estatisticamente significativas ao nível do tempo de realização das provas (p<0,01), do consumo médio de oxigénio em termos absolutos (p<0,01) e relativos (p<0,05) e

do quociente respiratório ($p < 0,01$), sendo todos os restantes parâmetros semelhantes em ambas as provas.

A diferença significativa existente ao nível do quociente respiratório, entre a prova de orientação (realizada de manhã) e a prova de corrida (realizada de tarde), pode, no nosso entender, ficar a dever-se à depleção do glicogénio muscular na prova da manhã. Segundo Johansson et al. (1990) a depleção do glicogénio resultante da realização de uma prova de orientação é, em média, 66% do total existente no músculo, sendo que no período de quatro horas (tempo de repouso concedido aos atletas do nosso estudo) a restauração dessas reservas é de apenas 25%. Daí que, na realização da prova de corrida, o quociente respiratório apresente um valor inferior, uma vez que ao existir uma menor quantidade do glicogénio para ser oxidado, a obtenção de energia passa por uma maior metabolização das gorduras, resultando assim um QR inferior.

Desta forma, a taxa de produção de energia na prova de corrida é menor que na prova de orientação (realizada de manhã), sendo de esperar uma redução drástica na performance. Não obstante a isto, o ritmo de corrida da parte da tarde foi superior, sendo a duração das provas estatisticamente diferente ($p < 0,01$).

Estes factos indicam-nos o elevado nível de treino do sistema aeróbio apresentado pelos atletas do estudo, uma vez que apesar das reservas de glicogénio estarem deplecionadas, os atletas conseguiram, com um maior recurso ao metabolismo aeróbio, elevar a velocidade de corrida e consequentemente reduzir o tempo de prova.

Isto apenas é possível porque o treino aeróbio aumenta a capacidade dos músculos em mobilizarem, transportarem e oxidarem as gorduras (principalmente através de um maior fluxo sanguíneo dentro dos músculos e de uma maior quantidade de enzimas que metabolizam as gorduras – McArdle et al., 1996), o que melhora os níveis de produção de energia através do metabolismo aeróbio.

2.4. Caracterização Fisiológica da Prova de Orientação e Comparação com a Prova de Corrida sem a Componente de Navegação

2.4.1. Frequência Cardíaca

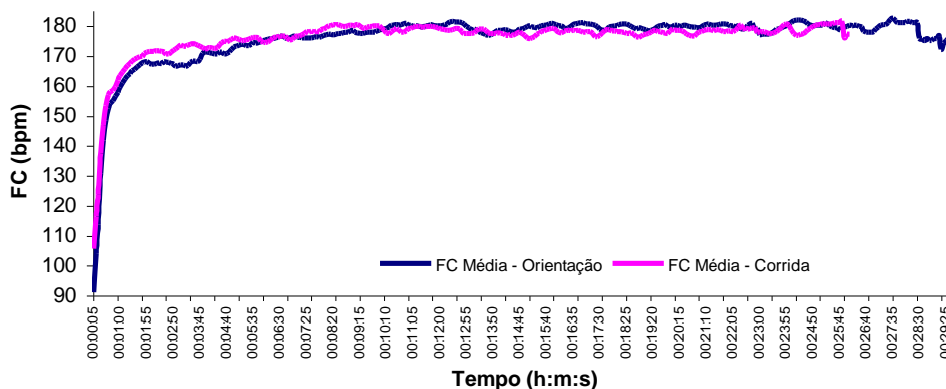
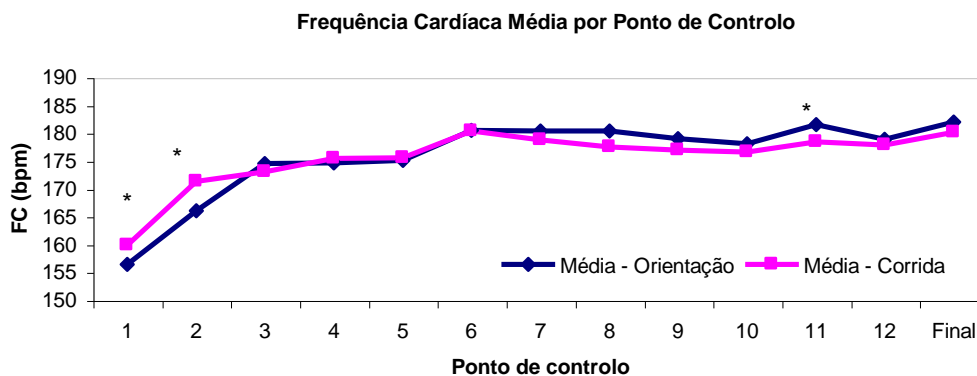


Gráfico 6: Média da frequência cardíaca (bpm) ao longo do percurso de Orientação e de Corrida.

Pela observação do gráfico 6, é possível verificar que, em termos médios, a FC aumenta, em ambas as provas, de uma forma muito rápida nos primeiros dois minutos, aumentando depois gradualmente até atingir um *plateau* ao nível do 176 bpm, em torno do qual vai variar ao longo das provas.



* $p < 0,05$ - diferenças estatisticamente significativas

Gráfico 7: Média da frequência cardíaca (bpm) por ponto de controlo, ao longo do percurso de Orientação e Corrida. Comparação através do teste T *Student* para amostras relacionadas.

Pelo gráfico 7 podemos verificar que para os dois primeiros pontos de controlo, a FC registada na prova de corrida é superior à da prova de Orientação, sendo a diferença estatisticamente significativa.

No nosso entender, este facto traduz a menor intensidade com que os atletas de Orientação normalmente iniciam as competições. Isto é, de forma a não cometerem

erros de navegação para os primeiros pontos de controlo, os atletas experientes optam por iniciar a competição a um ritmo menos elevado, aumentando gradualmente a velocidade de progressão.

Por outro lado, no percurso de corrida a ausência da componente de navegação leva a que, desde o início do percurso, os atletas apliquem um ritmo elevado de corrida.

2.4.2. Ventilação

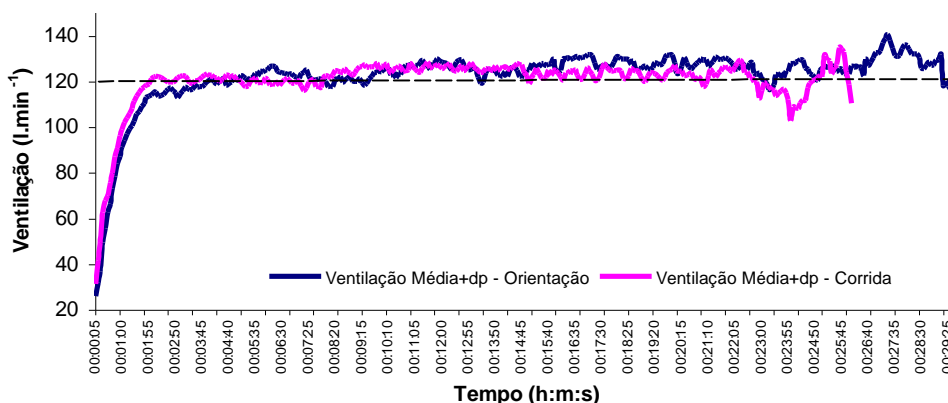
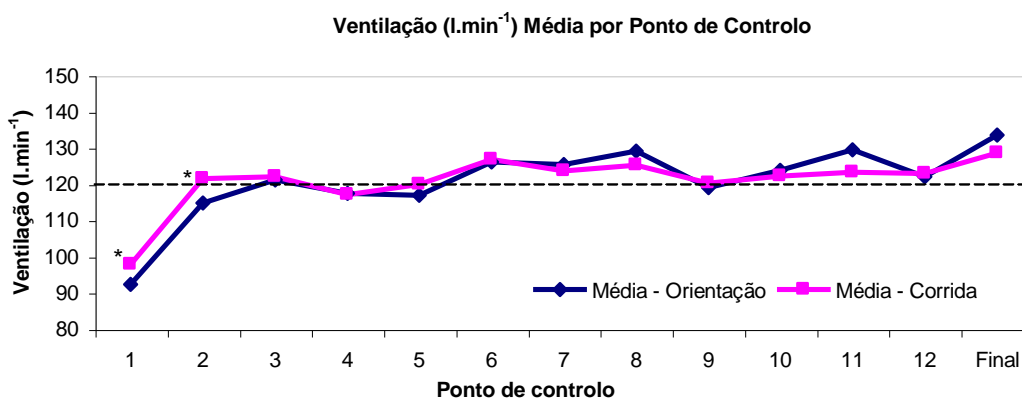


Gráfico 8: Média da ventilação ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$) ao longo do percurso de Orientação e de Corrida.

Pelo gráfico 8, podemos observar que o volume expiratório aumentou rapidamente após o início do esforço, atingindo, em ambas as provas, um patamar perto do $120 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$.



* $p < 0,05$ - diferenças estatisticamente significativas

Gráfico 9: Média da ventilação ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$) por ponto de controlo, ao longo do percurso de Orientação e Corrida. Comparação através do teste T *Student* para amostras relacionadas.

No gráfico 9, podemos no entanto observar que, principalmente na prova de Orientação, existe uma relativa flutuação nos valores da ventilação.

À semelhança da frequência cardíaca, nos primeiros dois pontos de controlo existe uma diferença estatisticamente significativa entre o volume expiratório na prova de Orientação e de Corrida, sendo os valores desta última superiores. Isto embora não existam diferenças estatisticamente significativas entre a média da ventilação dos percursos de Orientação e de Corrida.

2.4.3. Consumo de Oxigénio

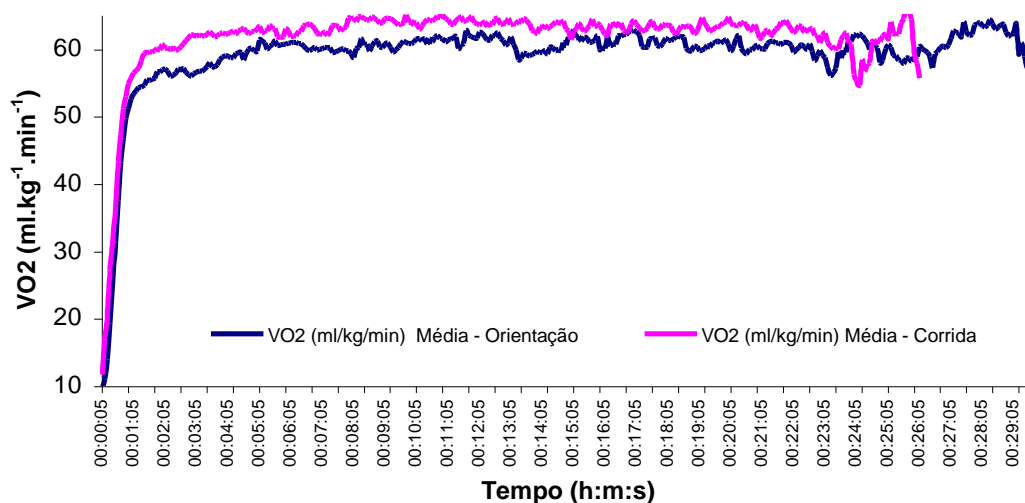


Gráfico 10: Média do consumo de oxigénio ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) ao longo do percurso de Orientação e de Corrida.

Pela observação do gráfico 10, podemos verificar que o consumo de oxigénio na prova de corrida é superior ao consumo de oxigénio na prova de Orientação. Em ambas as provas, o consumo de oxigénio aumenta rapidamente, atingindo um *plateau* perto dos $62 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ na prova de corrida, e dos $59 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ na prova de Orientação.

Comparando a curva de VO₂ obtida por Jensen et al. (1999), a nossa amostra levou sensivelmente o mesmo tempo a atingir o *plateau*, verificando-se em ambas as investigações ligeiras variações na curva de VO₂ ao longo do percurso, que no nosso entender se ficam a dever à constante alternância no tipo de superfície de corrida.

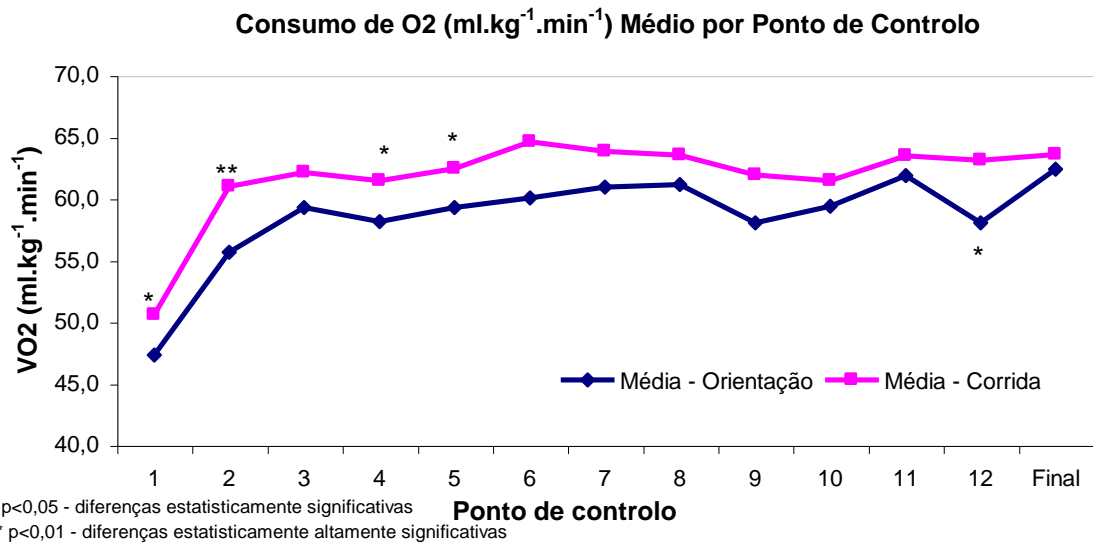


Gráfico 11: Média do consumo de oxigénio (ml.kg⁻¹.min⁻¹) por ponto de controlo, ao longo do percurso de Orientação e Corrida. Comparação através do teste T *Student* para amostras relacionadas.

Pelo gráfico 11, observamos que, em todos os pontos de controlo do percurso, a média do consumo de oxigénio na prova de corrida foi superior ao consumo de oxigénio na prova de Orientação.

Verificaram-se, no entanto, diferenças estatisticamente significativas apenas nos pontos de controlo 1,2,4,5 e 12.

Salientamos a diferença existente ao nível do ponto de controlo número 12. Como verificamos pelo gráfico, o consumo médio de oxigénio registado pelos atletas para esse ponto de controlo, é na prova de Orientação bastante inferior ao obtido na prova de corrida. Localizando-se esse ponto após uma subida prolongada, pensamos que esta diferença pode reflectir um maior recurso ao metabolismo anaeróbio durante a prova de Orientação (não necessitando então de tal potência aeróbia), e um maior recurso à capacidade aeróbia na prova de corrida, uma vez que as reservas de glicogénio muscular, substrato da via anaeróbia láctica, estavam já muito deplecionadas.

2.4.4. Relação entre VE/VO₂ e VE/VCO₂

Relação entre VE/VO₂ e VE/VCO₂ durante a prova de Orientação - Média por ponto de controlo

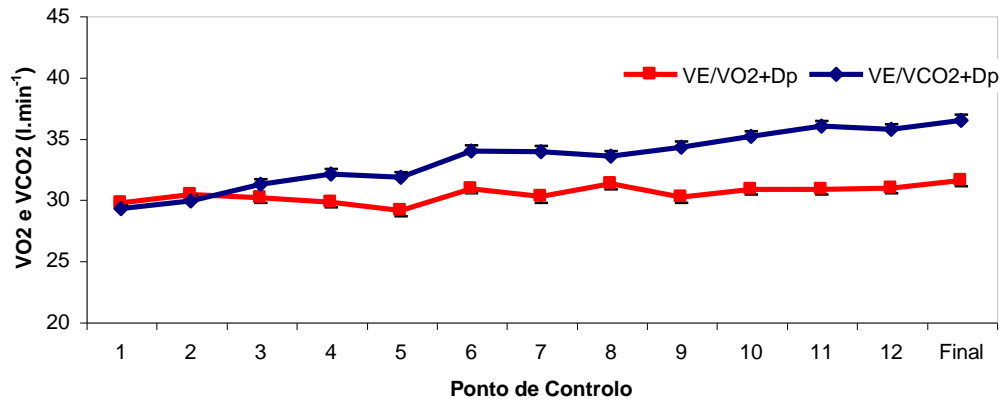


Gráfico 12: Relação entre o VE/VO₂ e VE/VCO₂. Média ±desvio padrão por ponto de controlo, ao longo do percurso de Orientação.

Sabendo que através dos coeficientes de VE/VO₂ e VE/VCO₂, podemos estabelecer, com algum rigor, quando os atletas estão a recorrer ao metabolismo anaeróbio (Wasserman & McIlroy, 1964, citados por Wilmore & Costill, 2000), pela análise dos gráficos 12 e 13, verificamos que, nos dois primeiros pontos de controlo dos percursos de Orientação e de Corrida, existe um nítido recurso ao metabolismo anaeróbio.

Após os dois primeiros pontos de controlo, observamos que a linha de VE/VCO₂ ultrapassa a de VE/VO₂, ficando paralelas até ao final dos percursos. Isto indica-nos que os atletas atingiram um *steady-state*, mantendo-o até ao final dos percursos.

Relação entre VE/VO₂ e VE/VCO₂ durante a prova de Corrida - Média por ponto de controlo

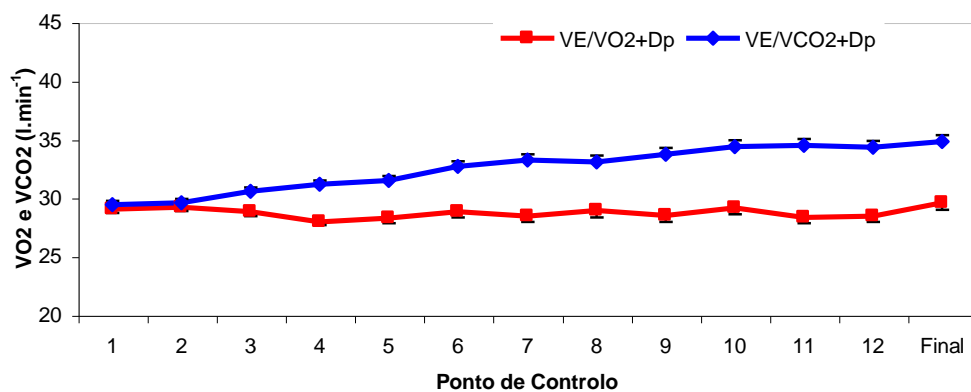


Gráfico 13: Relação entre o VE/VO₂ e VE/VCO₂. Média ±desvio padrão por ponto de controlo, ao longo do percurso de Corrida.

2.4.5. Quociente Respiratório

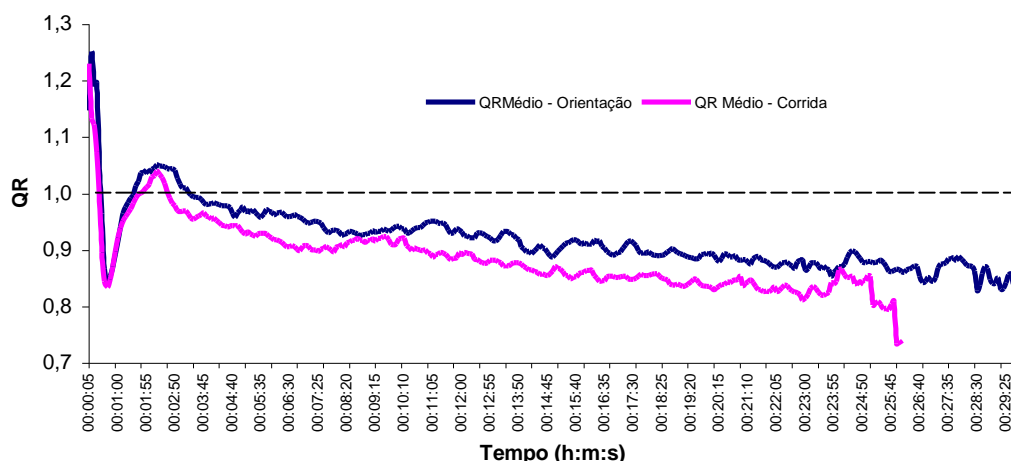
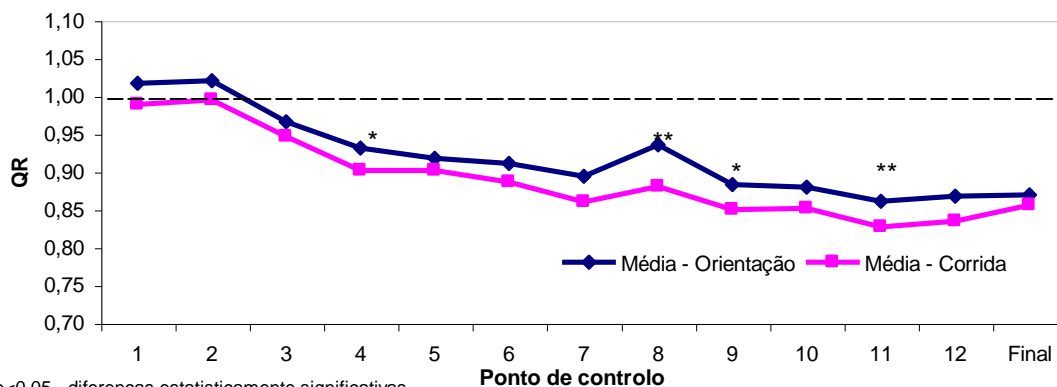


Gráfico 14: Média do quociente respiratório ao longo do percurso de Orientação e de Corrida.

Pela observação do gráfico 14, podemos verificar, novamente, que no início de ambas as provas, existe um forte recurso ao metabolismo anaeróbio, pelo que os valores do QR são superiores a 1.

Quociente Respiratório Médio por Ponto de Controlo



* p<0,05 - diferenças estatisticamente significativas

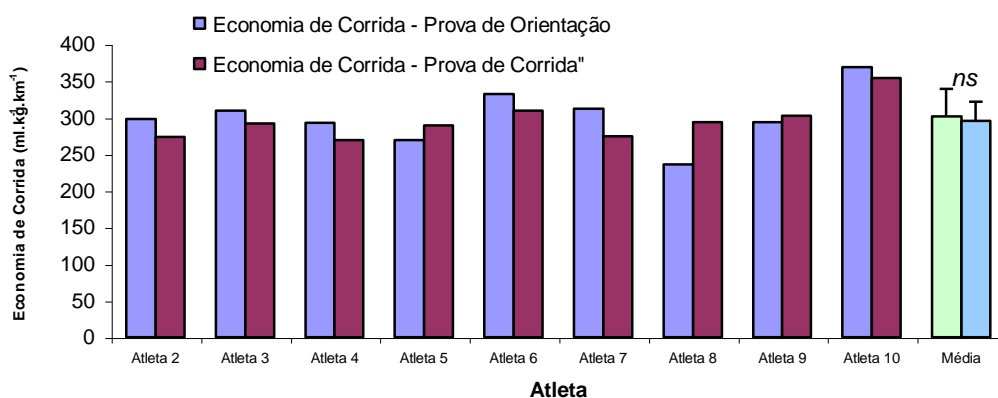
** p<0,01 - diferenças estatisticamente altamente significativas

Gráfico 15: Média do quociente respiratório por ponto de controlo, ao longo do percurso de Orientação e Corrida. Comparação através do teste T *Student* para amostras relacionadas.

Com o auxílio do gráfico 15, verificamos que os valores do QR acima de 1 registaram-se, em média, no primeiro e segundo pontos de controlo, após os quais o QR diminui gradualmente até ao final das provas.

De salientar que, em termos médios, o QR na prova de Orientação é sempre superior ao QR na prova de corrida sem a componente de navegação, o que, como já foi referido, no nosso entender se deve à depleção do glicogénio muscular sofrida pelos atletas na prova da manhã. De referir no entanto que a quebra nos valores do QR não é muito drástica, verificando-se que ambas as curvas apresentam um perfil semelhante.

2.4.6. Economia de Corrida



ns - não existem diferenças estatisticamente significativas

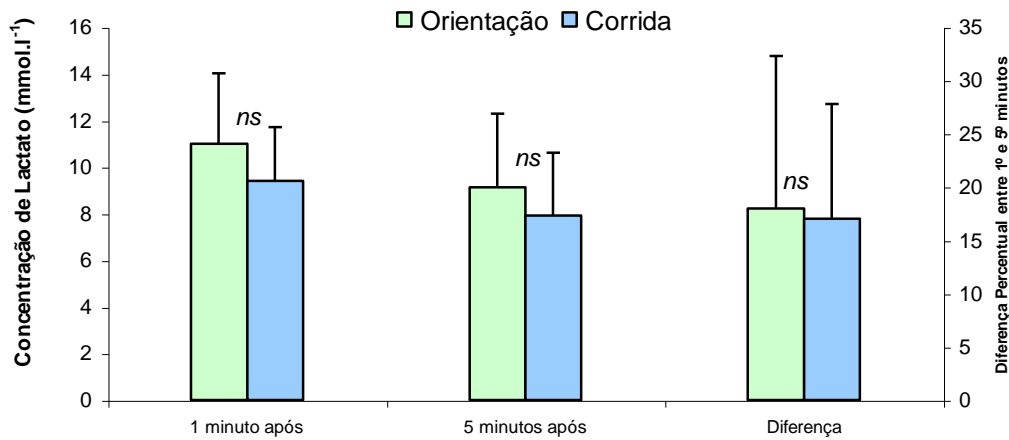
Gráfico 16: Média e desvio padrão da economia de corrida ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{km}^{-1}$) no percurso de Orientação e de Corrida. Comparação através do teste T *Student* para amostras relacionadas.

No que respeita à economia de corrida (EC), verificamos pela observação do gráfico 16 que, apesar de não existirem diferenças estatisticamente significativas, a EC baixou ligeiramente da prova de orientação para a prova de corrida.

Estes dados vêm confirmar a suposição de Larsson et al. (2002) que, ao comparar a EC dos seus atletas com os valores dos estudos de Jensen et al. (1994, 1999), verificou que a economia de corrida pode ser influenciada pela componente cognitiva da modalidade. Ou seja, o facto dos atletas necessitarem de proceder à leitura do mapa, tomarem decisões e navegarem pelo terreno, conduz, em certos pontos do percurso, a uma redução da velocidade mas não do consumo de oxigénio, resultando daí uma maior economia de corrida.

Pela observação do gráfico verificamos, no entanto, que os dois melhores atletas do estudo – atleta 5 e 8, que também são os dois melhores atletas nacionais de Orientação – não registaram a diminuição descrita na economia de corrida. No nosso entender isto traduz o processo de adaptação que estes atletas desenvolveram às exigências da modalidade. Sendo assim, na prova de orientação estes atletas optam por um ritmo mais económico de corrida que lhes permita conciliar a prestação cognitiva com o trabalho físico, conseguindo, assim, obter um rendimento superior aos restantes. De tarde, na ausência da componente de navegação, estes atletas aumentam ligeiramente o ritmo, existindo um aumento ao nível do consumo de oxigénio e, por consequência, da economia de corrida.

2.4.7. Lactatémia



ns - não existem diferenças estatisticamente significativas

Gráfico 17: Média e desvio padrão da [lactato], um e cinco minutos após os percursos de Orientação e de Corrida. Diferença percentual da [lactato] entre o primeiro e o quinto minutos. Comparação através do teste T *Student* para amostras relacionadas.

Como se pode verificar pelo gráfico 17 não existem diferenças estatisticamente significativas entre as concentrações de lactato na prova de orientação e na prova de corrida. No entanto, verificou-se que, da prova da manhã para a prova da tarde existiu uma ligeira quebra na produção de lactato.

Pelo contrário no estudo de Gjerset et al. (1997), verificou-se que existiu uma ligeira subida nas concentrações de lactato, da prova de orientação (também realizada de manhã) para a prova de corrida.

Porém, o facto mais significativo na observação do gráfico é a recuperação efectuada pelos atletas, verificando-se que tanto na prova de orientação como na prova de corrida, a concentração de lactato diminui do primeiro para o quinto minuto, sendo as diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,01$).

No nosso entender esta recuperação deve-se às adaptações induzidas pelo treino de *endurance*, que segundo Fukuba et al. (1999), aumenta o ritmo de degradação do lactato e diminui o tempo até se atingir o pico.

Segundo Fukuba et al. (1999), o facto de o pico ser atingido mais cedo sugere melhorias ao nível da remoção do lactato dos músculos activos e da sua distribuição pelo corpo. Sabendo que a densidade capilar do músculo-esquelético afecta a

remoção do lactato do músculo e uma vez que essa mesma densidade capilar aumenta com o treino de *endurance* (Saltin & Gollnick, 1983 citados por Fukuba et al., 1999), o rápido aparecimento do lactato após o exercício pode ser resultado deste tipo de treino.

Por outro lado, o aumento do ritmo de degradação do ácido láctico após o exercício pode também ser resultado de adaptações induzidas pelo treino aeróbio. Uma vez que este tipo de treino demonstra induzir uma maior actividade da enzima LDH (tipo H) (Sjodin, 1976 citado por Fukuba et al., 1999) e como esta enzima conduz a um aumento da oxidação do lactato (Dawson et al., 1985 citado por Fukuba, 1999), o aumento da sua actividade parece favorecer o ritmo de oxidação do lactato.

3. Indicadores do Rendimento na Orientação

De forma a identificarmos quais os principais indicadores do rendimento na prova de Orientação de distância média, procedemos à correlação das diversas variáveis obtidas com o tempo realizado no percurso de Orientação.

Tabela 4: Correlação entre o tempo realizado na prova de Orientação (min), a velocidade ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), a economia de corrida ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$) e a [lactato] ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) um minuto após a realização do percurso.

Correlations					
		Duração Prova de Orientação (min)	Velocidade (km/h) Orientação	Economia de Corrida ($\text{ml}/\text{kg}/\text{km}$)	[lactato] ao 1º minuto (mmol/l)
Duração Prova de Orientação (min)	Pearson Correlation	1	-,840**	,775*	-,659*
	Sig. (2-tailed)	,	,005	,014	,038
	N	10	9	9	10
Velocidade (km/h) Orientação	Pearson Correlation	-,840**	1	-,849**	,275
	Sig. (2-tailed)	,005	,	,004	,475
	N	9	9	9	9
Economia de Corrida ($\text{ml}/\text{kg}/\text{km}$)	Pearson Correlation	,775*	-,849**	1	-,288
	Sig. (2-tailed)	,014	,004	,	,452
	N	9	9	9	9
[lactato] ao 1º minuto (mmol/l)	Pearson Correlation	-,659*	,275	-,288	1
	Sig. (2-tailed)	,038	,475	,452	,
	N	10	9	9	10

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Dos parâmetros fisiológicos estudados, verificámos que o tempo realizado no percurso de orientação apresenta uma correlação negativa e significativa com a concentração de lactato um minuto após o teste ($r=-0,659$, $p<0,05$) e positiva e significativa com a economia de corrida ($r=0,775$, $p<0,05$).

No que respeita à concentração de lactato um minuto após o teste, a correlação existente significa que quanto menor for o tempo na Orientação mais elevada será a lactatémia um minuto após o esforço.

Estes resultados indicam-nos que os melhores atletas parecem apresentar um superior desenvolvimento da via anaeróbia láctica. Apesar de ser conhecida a incompatibilidade entre o trabalho anaeróbio e a prestação cognitiva (Cheshikina, 1993; Hancock & McNaughton, 1986), segundo Dresel (1985), a competição de Orientação apresenta uma grande variação na resposta fisiológica, existindo secções de percurso (de navegação fácil e de subida pronunciada) que causam uma maior produção de lactato. Sendo assim, os melhores atletas apresentam a vantagem de, quando necessário, poder fazer uso da sua maior capacidade anaeróbia de forma a ultrapassar essas secções de maneira mais eficiente.

Contudo, em termos fisiológicos, o parâmetro que mais fortemente se correlacionou com o tempo realizado na prova de Orientação foi a economia de corrida, o que traduz que quanto melhor for o tempo na prova de Orientação melhor será a economia de corrida.

Este facto vai de encontro à suposição de Rolf et al. (1997) que ao verificar que a melhor atleta de Orientação sueca apresentava um VO_2 máximo inferior às restantes atletas da selecção, apresentando em compensação a melhor economia de corrida de todo o grupo, supôs que este parâmetro poderia ser um factor determinante na performance em competição. Também Jensen et al. (1999) verificou existirem diferenças significativas, em termos de economia de corrida, entre o grupo dos melhores atletas dinamarqueses de Orientação (elite) e um grupo de atletas sub-elite.

Segundo Kyröläinen et al. (2001), os piores valores de economia de corrida apresentados por alguns atletas podem encontrar explicação na sua fraca técnica de corrida. Rolf et al. (1997) refere inclusive que um dos factores que distingue os melhores atletas de Orientação é a sua maior capacidade de corrida no terreno.

Parece-nos então, que a técnica de corrida na floresta pode ser um factor importante para os atletas alcançarem uma boa economia de corrida.

Ao contrário dos atletas dinamarqueses, que despendem mais de 50% do seu treino na floresta (Jensen et al., 1999), os nossos atletas despendem pouca percentagem do seu treino nessa superfície. Não existindo a influência desse factor na construção de uma melhor economia de corrida, verificamos por outro lado, que o número de competições realizadas e o número de anos de prática apresentam uma correlação negativa e significativa com a EC (respectivamente $r = -0,745$, $p < 0,05$; e $r = -0,810$, $p < 0,01$).

Isto indica-nos que os atletas que mais anos de prática têm da modalidade e os que realizaram um maior número de competições tendem a apresentar uma melhor economia de corrida, fruto da melhor adaptação às características da corrida na floresta. Resultado semelhante é apresentado por Kyröläinen et al. (2001) que refere que quanto mais os atletas competem melhor será a sua EC.

Tabela 5: Correlação entre o tempo realizado na prova de Orientação (min), a velocidade (km.h^{-1}), a diferenças de tempo entre a prova de Orientação e de Corrida (min) e o tempo realizado na prova de corrida.

Correlations					
		Duração Prova de Orientação (min)	Velocidade (km/h) Orientação	Duração Prova de Corrida (min)	Diferença de tempo entre a Prova de Orientação e de Corrida (min)
Duração Prova de Orientação (min)	Pearson Correlation	1	-,840**	,706*	,645*
	Sig. (2-tailed)	,	,005	,023	,044
	N	10	9	10	10
Velocidade (km/h) Orientação	Pearson Correlation	-,840**	1	-,842**	-,155
	Sig. (2-tailed)	,005	,	,004	,690
	N	9	9	9	9
Duração Prova de Corrida (min)	Pearson Correlation	,706*	-,842**	1	-,086
	Sig. (2-tailed)	,023	,004	,	,812
	N	10	9	10	10
Diferença de tempo entre a Prova de Orientação e de Corrida (min)	Pearson Correlation	,645*	-,155	-,086	1
	Sig. (2-tailed)	,044	,690	,812	,
	N	10	9	10	10

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Por outro lado, verificámos que o tempo realizado na prova de Orientação apresenta uma correlação positiva e significativa com o tempo realizado na prova de corrida ($r = 0,882$, $p < 0,01$) e com a diferença de tempo entre as duas provas ($r = 0,645$, $p < 0,05$).

Considerando que a diferença de tempo entre as provas de Orientação e de corrida se reporta ao tempo despendido pelos atletas na resolução de problemas de navegação (leitura do mapa, tomada de decisão e concretização das opções de itinerário), estes resultados parecem indicar que quanto mais rápido for o

processamento da informação melhor será o rendimento na Orientação, o que confirma os resultados superiores obtidos por atletas de alto nível, em várias investigações acerca dos processos cognitivos da Orientação (Barrel & Cooper, 1986; Lunze, 1987; Oliveira, 2001; Nazário, 2001).

Tendo-se verificado que as respostas fisiológicas às provas de Orientação e de Corrida apresentam diferenças apenas ao nível do QR e do consumo de oxigénio (pelos motivos apresentados no ponto 2.3), e tendo em conta a correlação existente entre a duração de ambas as provas, parece-nos fidedigno aceitar protocolos de controlo do treino baseados na realização de percursos de corrida sem a componente de navegação. Por tal, pensamos que protocolos, tipo o apresentado por Held & Müller (1997), são instrumentos que permitirão aos treinadores portugueses efectuar um adequado controlo do treino dos seus atletas.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Com base nos resultados, apresentamos de seguida as principais conclusões deste estudo:

As melhores performances na Orientação estão associadas a um menor grau de adiposidade, facto que se verifica pela correlação positiva e significativa existente entre o tempo da prova de Orientação, e as variáveis antropométricas, prega tricipital, prega subescapular, grau de desenvolvimento em adiposidade (endomorfismo) e a soma da prega tricipital com a subescapular.

A variável que, em termos antropométricos, mais fortemente se correlacionou com a performance, foi no nosso estudo, a soma das pregas tricipital e subescapular.

Na realização da prova de Orientação de distância média, os atletas nacionais apresentam valores de consumo de oxigénio, FC e QR semelhantes aos dos atletas de elite mundial. Isto sugere-nos que o menor rendimento dos nossos atletas não se verifique por uma inferior capacidade física, mas por uma menor capacidade de execução das tarefas de navegação e provavelmente por uma técnica de corrida mais débil.

Na execução do percurso de Orientação, verificamos que os nossos atletas recorrem mais à via glicolítica que os atletas de elite mundial. Isto porque, comparando as concentrações de lactato registadas pelos nossos atletas após a prova de Orientação com estudos semelhantes realizados em atletas de elite mundial, observamos que os valores por nós registados são superiores. No entanto, tendo em conta a incompatibilidade entre o trabalho anaeróbio e a prestação cognitiva, isto pode justificar em parte a menor capacidade dos nossos atletas executarem as tarefas de navegação.

Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre a prova de Orientação e de Corrida, no que respeita ao consumo médio de oxigénio, em termos absolutos ($p < 0,01$) e relativos ($p < 0,05$), e no quociente respiratório ($p < 0,01$). É salientar o facto de que apesar do valor do QR na prova de corrida ser inferior, os atletas conseguiram, através de um maior recurso ao metabolismo aeróbio, elevar a velocidade de corrida e conseqüentemente reduzir o tempo de prova. No nosso entender, este facto demonstra as alterações metabólicas induzidas pelo elevado nível de treino aeróbio dos nossos atletas.

No início dos percursos de Orientação e de Corrida, existe um forte recurso ao metabolismo anaeróbio, demonstrado pelo facto de se verificar que o valor do QR está acima de 1, e que o coeficiente de VE/VO_2 é superior ao do VE/VCO_2 .

Tanto na prova de Orientação como na prova de Corrida, a diminuição verificada na concentração de lactato do primeiro para o quinto minuto, evidencia as adaptações induzidas pelo treino de *endurance* tanto ao nível da remoção do lactato dos músculos activos e da sua distribuição pelo corpo, como do aumento da capacidade de oxidação do mesmo.

Os melhores atletas de Orientação parecem-nos apresentar um maior desenvolvimento da via glicólítica, uma vez que existe uma correlação negativa e significativa entre o tempo realizado na prova de Orientação e a concentração de lactato um minuto após o teste. Estes dados parecem evidenciar a importância que uma boa capacidade anaeróbia tem no rendimento da Orientação.

A economia de corrida parece ser o indicador fisiológico que melhor distingue os atletas de Orientação de alto nível, uma vez que é o parâmetro que mais fortemente se correlaciona com o tempo realizado na prova de Orientação.

Um maior número de anos de prática da modalidade e uma maior quantidade de competições realizadas apresentam-se como factores que podem contribuir para a melhoria da economia de corrida, pela correlação negativa e significativa que apresentam com a mesma. Estes factos parecem evidenciar que melhorias na economia de corrida podem-se verificar através de uma adaptação às condições de

corrida na floresta, o que no caso dos nossos atletas se deve ao acumular da experiência.

Baseados na correlação existente entre a duração da prova de Orientação e a de Corrida, e verificando a similaridade entre as respostas fisiológicas às duas provas, parece-nos fidedigno aceitar protocolos de controlo do treino baseados em percursos de corrida sem a componente de navegação.

Sugestões

- Elucidar a relação existente entre o trabalho físico e a componente cognitiva.
- Verificar a influência de factores biomecânicos na economia de corrida dos atletas de orientação.
- Estudar a influência da capacidade muscular dos atletas no rendimento da orientação e na melhoria da economia de corrida.
- Realizar um teste laboratorial que, em conjunto com os dados obtidos nestes testes de campo, permita verificar a influência do VO_2 máx e do LA no rendimento da orientação.
- Proceder ao estudo da capacidade anaeróbia e do défice de oxigénio nos atletas de orientação.
- Verificar, através de um estudo longitudinal, quais as alterações que o processo do treino específico dos atletas de orientação induz em parâmetros fisiológicos como a economia de corrida, VO_2 máx, LA, % VO_2 no LA, entre outros.
- Verificar a influência da economia de corrida no rendimento da orientação, em atletas de performance inferior.

CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFIA

- Almeida, K. (1997). Decision Making in Orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*, 13, 54-64
- Arcelin, R., Fleurance, P. & Brisewalter, J. (1995). Incidences de la Sollicitation Energétique sur la Performance Mentale en Course d'Orienteering. *Cinésiologie*, 34, 237-243
- Barrel, G. M. & Cooper, P. J. (1986). Cognitive Processes in Orienteering: The Interpretation of Contours and Response to the Map as a whole. *Scientific Journal of Orienteering*, 2 (1), 25-46.
- Basset, D. & Howley, E. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(1), 70-84
- Bird, S. (1996). *Get Fit for Orienteering*. Nonington Press. Kent. England.
- Bird, S. R., Bailey, R. & Lewis, J. (1993). Heart Rates During Competitive Orienteering. *British Journal of Sports Medicine*, 27, 53-57.
- Bird, S. & Bingham, C. (1995). A comparison of the effects of two types of orienteering kit upon selected physiological parameters during sustained running. *Scientific Journal of Orienteering*, 11, 51-63.
- Cheshikhina, Valentina (1993). Relationships Between Running Speed and Cognitive Processes in Orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*, 9, 45-59.
- Creagh, U., & Reilly, T. & Nevill, A.M. (1998). Heart Rate Response to "off-road" Running Events in Female Athletes. *British Journal of Sport Medicine*, 32, 34-38.
- Creagh, U., & Reilly, T. (1997). Physiological and Biomechanical aspects of Orienteering. *Sports Medicine*, 24, 409-418.

-
- Cunningham, L.N. (1990). Relationship of running economy, ventilatory threshold, and maximal oxygen consumption to running performance in high school females. *Research quarterly for exercise and sport*, 61(4), 369-375
 - Dresel, U. (1985). Lactate Acidosis With Different Stages in the Course of a Competitive Orienteering Performance. *Scientific Journal of Orienteering*, 1, 4-13.
 - Fach, H.H. (1989). Performance and Training Control in Endurance Sport- What might be useful for Orienteering? *Scientific Journal of Orienteering*, 5 (1) 3-11.
 - Fukuba, Y., Walsh, R. Morton, B., Cameron, C. Kenny, C. & Banister. E. (1999). Effect of endurance training on blood lactate clearance after maximal exercise. *Journal of Sport Sciences*, 17, 139-148.
 - Gastin, P. (2001). Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise. *Sports Medicine*, 31 (10), 725-741.
 - Gjerset, A., Johansson, C. & Moser, T. (1997). Aerobic and anaerobic Demands in Short Distance Orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*, 1, 57-77.
 - Gomes, B. (2002). *Indicadores Fisiológicos de Rendimento em Canoístas Femininas de Elite*. Coimbra. FCDEF-UC.
 - Guyton, A. & Hall, J. (1997). *Tratado de Fisiologia Médica* (9ª edição). Guanabara Koogan S.A.
 - Hancock, S. & McNaughton, L. (1986). Effects of Fatigue on Ability to Process Visual Information by Experienced Orienteers. *Perceptual and Motor Skills*, 62 (2), 491-498.
 - Held, T. & Müller, I. (1997). Endurance Capacity in Orienteering - New Field Test vs. Laboratory Test. *Scientific Journal of Orienteering*, 13, 26-37.
 - Jensen, K., Franch, J., Kärkkäinen, O. & Madsen, K. (1994). Field Measurements of Oxygen Uptake in Elite Orienteers During Cross-country

- Running Using Telemetry. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*, 4, 234-238.
- Jensen, K., Johansen, L. & Karkkainen, O. (1999). Economy in track runners and orienteers during path and terrain running. *Journal of sports sciences*, 17, 945-950
 - Johansen, B.T. (1991). Self- Report Data During “Think-Aloud” Technique in Orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*, 7, 46-56.
 - Johansson, C., Gerdle, B., Lorentzon, R. Rasmuson, S., Reiz, S. & Fugl-Meyer, A.R. (1987). Fatigue and Endurance of Lower Extremity Muscles in Relation to Running Velocity at OBLA in Male Orienteers. *Acta Physiologic Scandinavian*, 131 (2), 203-209
 - Johansson, C., Lorentzon, R., Rasmuson, S., Reiz, S., Häggmark, S., Nyman, H. & Fugl-Meyer, A.R. (1988). Peak Torque and OBLA running capacity in Male Orienteers. *Acta Physiologic Scandinavian*, 132 (4), 525-530
 - Johansson, C., Tsai, L., Hultman, E., Tegelman, R. & Pousette, A. (1990). Restoration of Anabolic Deficit and Muscle Glycogen Consumption in Competitive Orienteering. *International Journal of Sports Medicine*, 11 (3), 204-207.
 - Jones, A. (1998). A five year case study of an Olympic runner. *British Journal of Sports Medicine*, 32(1), 39-43.
 - Karjalainen, J, Mantysaari, M, Viitasalo, M & Kujala, U (1997). Left Ventricular Mass, Geometry, and Filling in Endurance Athletes: Association with Exercise Blood Pressure. *Journal of applied physiology*, 82(2), 531-537
 - Karppinen, T. & Laukkanen, R. (1994). Heart Rate Analysis in Orienteering Training and Competition Before and During. *Scientific Journal of Orienteering*, 10, 63-77.

- Kiröläinen, H., Belli, A. & Komi, P. (2001). Biomechanical factors affecting running economy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(8), 1330-1337.
- Kolb, H., Sobotka, R. & Werner, R. (1987). A Model of Performance-Determining. *Scientific Journal of Orienteering*, 3 (2), 71-81
- Kwowlton, R., Ackerman, K. & Fitzgerald (1980). Physiological and performance characteristics of United States championship class orienteers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 12, 164-169.
- Larsson, P & Henriksson-Larsén, K. (2002). The use of dGPS and simultaneous metabolic measurements during orienteering. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (11), 1919-1924.
- Larsson, P., Burlin, L., Jakobsson, E. & Henriksson-Larsén, K. (2002). Analysis of performance in orienteering with treadmill tests and physiological field tests using differential global positioning system. *Journal of sports sciences*, 20, 529-535
- Laukkanen, R., Kaikkonen, H. & Karppinen, T. (1998). Heart Rate and Heart Variability in Male Orienteers Before, During and After Intensive Training Camp. *Scientific Journal of Orienteering*, 14, 13-22.
- Lunze, J. (1987). Psychological Information Acceptance and Information Reproduction Abilities of Orienteers. *Scientific Journal of Orienteering*, 3 (1) , 52-63.
- Magalhães, P. (1997). *A memória visual e a orientação: Um estudo sobre a memória visual em atletas de orientação participantes nos escalões H21A e D21A no segundo Grande Prémio NAP 97*. Monografia de Licenciatura. FCDEF-UP.
- McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. (1996). *Exercise Physiology*. 4th ed. Baltimore: Qilliams & Wilkins

- Millet, G., Jaquen, F., Borrani, F. & Candau, R. (2002) Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and VO₂ Kinetics. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34 (8), 1351-1359.
- Moser, T., Gjerset, A., Johansen, E. & Vadder, L. (1995). Aerobic and Anaerobic Demands in Orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*, 11 (1), 3-30.
- Murakoshi, S. (1988). Information Processing in Photo-Orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*, 4 (1), 14-33.
- Murakoshi, S. (1989). On Psychological Study of Orienteering – From viewpoint of formation and execution of plans. *Scientific Journal of Orienteering*, 5 (2), 67-73.
- Murakoshi, S. (1990). Map Reading Beyond Information Given: The Best Orienteers' Internal Knowledge about Terrain. *Scientific Journal of Orienteering*, 6(1), 10-25.
- Murakoshi, S. (1994). The Expert' prior Knowledge for Interpreting Map Symbols. *Scientific Journal of Orienteering*, 10, 24-31
- Myrovold, B.O. (1996). Is it Possible to Find a “Best” Route? – a Look at Accuracy and Significance in Route Choice Comparision. *Scientific Journal of Orienteering*, 12 (1), 19-36.
- Nazário, B. (2001) A memória do atleta de orientação – influência do nível de performance. I Congresso científico de Orientação.
- Noakes, T. (2000). Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 10, 123-145.
- Oliveira, C. (1993). Orientação 2. Introdução. *Bússola*, 3 (1), 4
- Oliveira, F. (2001). *Conhecimento processual da tomada de decisão em Orientação*. Dissertação de Mestrado. FCDEF-UP.

- Omodei, M.M. & McLennan, J. (1994). Studying Complex Decision Making in Natural Settings: using a head-mounted video camera to study competitive orienteering. *Perceptual and Motor Skills*, 79, 1411-1425.
- Ottosson, T. (1988). What does it Take to Read a Map. *Scientific Journal of Orienteering*, 4 (2), 97-106.
- Ottosson, T. (1996). Cognition in Orienteering – Theoretical Perspectives and Methods of Study. *Scientific Journal of Orienteering*, 12(2), 66-72
- Palmer, P. (1997). *The complete orienteering manual*. Crowood, UK
- Peck, G. (1990). Measuring Heart rate as an Indicator of Physiological Stress in Relation to Orienteering Performance. *Scientific Journal of Orienteering*, 6, 26-44
- Powers, S. & Howley, E. (1997). *Exercise Physiology. Theory and Application to Fitness and Performance*. 3th Edition. USA: Bown & Benchwark Publishers.
- Rasoilo, J. (1998). Utilização de monitores de FC no controlo do treino. *Revista Treino Desportivo*. Ano 1, n.º5, 39-44.
- Reis, V. (1995). *Determinação do Défice de Oxigénio Acumulado em corredores de 400 metros*. Dissertação de Mestrado. FMH-UTL
- Ribeiro, C. (1997). *Alguns conceitos de fisiologia do exercício*. Coimbra: Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.
- Rolf, C., Andersson, G., Westblad, P. & Saltin, B. (1997). Aerobic and Anaerobic Work Capacities and Leg Muscle Characteristics in Elite Orienteers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*, 7, 20-24.
- Santos, J. (2001). Perfil Antropométrico e Somatótipo na Orientação: Estudo do atleta masculino português de elite. Monografia de Licenciatura; Documento não publicado. ISMAI

-
- Santos, P. (1991). *Limiar anaeróbio: discussão de conceito de comparação de metodologias para a sua deteção não invasiva*. Dissertação apresentada às provas de aptidão pedagógica e de capacidade científica. FCDEF-UP
 - Santos, P. (1995). *Controlo do treino em corredores de meio-fundo e fundo. Avaliação da capacidade aeróbia com base no limiar dos 4 mmol.l⁻¹ determinado em testes de terreno*. Dissertação de Doutoramento. Universidade do Porto
 - Santos, P. (1996). Métodos de Determinação do Limiar Anaeróbio. *Revista Horizonte*, Vol. XIII, n.º73
 - Seiler, R. (1989). Route Planning and Route Choice. *Scientific Journal of Orienteering*, 5 (2), 74-84.
 - Seiler, R. (1990). Decision Making Processes in Orienteering: an Action Theoretical Investigation. *International Journal of Sport Psychology*, 21, 36-45.
 - Seiler, R. (1987). The meaning of Lactic Acid for the Determination of the Training Speed in Orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*, 3(1), 22-30
 - Seiler, R. (1991). Psychological Skills Training in Orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*, 7, 74-85.
 - Seiler, R. (1994). Recent Trends and Future Directions of Research in Orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*, 10, 3-23.
 - Seiler, R. (1996). Cognitive Processes in Orienteering. *Scientific Journal of Orienteering*, 12 (2), 50-65
 - Smekal, G., Von Duvillard, S., Pokan, R., Lang, K., Baron, R., Tschan, H., Hofmann, P. & Bachl, N. (2003). Respiratory Gas Exchange and Lactate Measures during Competitive Orienteering. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(4), 682-689

- Smekal, G., Von Duvillard, S., Rihacek, C., Pokan, R., Hofmann, P., Baron, R., Tschan, H. & Bachl, N. (2003). A physiological profile of tennis match play. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(6), 999-1005.
- Sobral, F. & Silva, M. (1997). Tipologia morfológica. Cineantropometria, Curso básico. Coimbra: Textos de apoio – FCDEF-UC.
- Sousa, L (1997). *Caracterização do esforço em situação competitiva, em natação pura*. Dissertação de Mestrado. FMH-UTL.
- Vander, A., Sherman, J. & Luciano, D. (1994). *Human Physiology* (6th edition), McGraw-Hill.
- Walsh, S.E. (1997). The Development of a Protocol to Provide Real-time Information to Enhance Coach-Performer interactions. *Scientific Journal of Orienteering*, 13, 47-53
- Weston, A., Mbambo, Z. & Myburgh, K. (2000). Running economy of African and Caucasian distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(6), 1130-1134.
- Whitaker, L.A., & Cuqlock-Knopp, G. (1992). Navigation in Off-road Environments: Orienteering Interviews. *Scientific Journal of Orienteering*, 8 (1), 55-71.
- Wilmore, J. & Costill, D. (2000). *Fisiología des Esfuerzo y del Deporte*. 3th Edition. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Zamparo, P., Perini, R. & Orizio, C. (1992). The energy cost of walking or running on sand. *European Journal of Applied Physiology*, 48, 702-709.

ANEXOS

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

Estimado Atleta

O Laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra está empenhado na investigação dentro do âmbito das vias energéticas, para o qual tem desenvolvido projectos de investigação com diferentes modalidades.

Vimos por este meio convidá-lo a integrar o referido projecto na modalidade de Orientação, que tem como finalidade a determinação do consumo máximo de oxigénio, limiar anaeróbio, frequência cardíaca máxima, volume expiratório (entre outros). Os dados recolhidos permitirão a optimização do processo de treino dos atletas Portugueses, dotando os treinadores de dados que lhes permitam, de uma forma mais válida e fiável, definir objectivos e conteúdos do treino, sua intensidade e duração.

Para a recolha de dados foram pré-seleccionados seis atletas de elite do sexo masculino, tendo por base os resultados obtidos na modalidade. A referida recolha de dados será realizada em duas fases. A primeira a realizar no Mapa de Orientação de Mira, tendo por base a realização de uma prova de orientação de distância curta e um percurso em corrida; e a segunda a realizar no Laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, em data a determinar com os atletas nos meses de Janeiro e Fevereiro.

A equipa de investigação é constituída pelo Prof. Doutor Carlos Alberto Fontes Ribeiro das Faculdades de Medicina e Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra (coordenador), pelo Mestre Amândio Manuel Cupido dos Santos (orientador), e pelo discente Bruno José Moita Calafate Nazário no último ano da licenciatura em Ciências do Desporto e Educação Física.

Esperamos a tua colaboração.

Sinceros cumprimentos.

Coimbra, 4 de Dezembro de 2002

O Orientador da investigação

Amândio Manuel Cupido Santos

Para mais informações contactar:

Bruno Nazário (965197376)

Anexo 2:
Termo de Consentimento

Termo de Consentimento

O Laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra está empenhado na investigação dentro do âmbito das vias energéticas, para o qual tem desenvolvido projectos de investigação com diferentes modalidades.

O projecto a desenvolver relaciona-se com a caracterização fisiológica de uma prova de orientação de distância curta, e desenvolver-se-á no Mapa de Orientação de Mira (Testes de Campo).

A investigação tem como finalidade a optimização do processo de treino dos atletas Portugueses, dotando os treinadores de dados que lhes permitam, de uma forma mais válida e fiável, definir objectivos e conteúdos do treino, sua intensidade e duração.

Tive oportunidade de discutir os procedimentos com a equipa de investigação e percebo que me irá ser analisado o consumo de oxigénio durante uma prova de orientação e durante um percurso de corrida. Poderá ser-me analisado o VO_2 máx, e outros dados fisiológicos através de métodos que não causam quaisquer danos físicos, bem como os níveis de lactato durante e após o esforço, através de uma gota de sangue recolhida através de uma simples picada no dedo e com todos os cuidados que actualmente se aconselham.

Irei também ser avaliado quanto à estatura, massa corporal, envergadura, altura sentado, pregas de adiposidade, circunferências e diâmetros.

Eu, _____,
concordo em participar nas sessões descritas, cuja natureza me foi explicada de forma clara.

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

Coimbra, ____ de _____ de 2003

Assinatura do Atleta

Anexo 3:
Ficha de Identificação Biográfica

Ficha de Identificação Biográfica

Nota Prévia:

Os dados do inquérito são para uso exclusivo desta investigação. É importante que os valores solicitados sejam o mais aproximado possível.

Nome: _____ Idade: _____

Escalão: _____ Clube: _____

Há quantos anos pratica Orientação? _____

Com que idade iniciou a pratica da modalidade? _____

Aproximadamente, em quantas competições participou durante a época:

Época 2001/2002	
Época 2000/2001	
Época 1999/2000	
Época 1998/1999	
Época 1997/1998	

Época 1996/1997	
Época 1995/1996	
Época 1994/1995	
Época 1993/1994	
Épocas Anteriores	

E quantas foram as competições em que representou a selecção nacional, durante a época:

Época 2001/2002	
Época 2000/2001	
Época 1999/2000	
Época 1998/1999	
Época 1997/1998	

Época 1996/1997	
Época 1995/1996	
Época 1994/1995	
Época 1993/1994	
Épocas Anteriores	

O que o conduziu à prática da modalidade? _____

Que outras modalidades já praticou? _____

Acerca do seu processo de treino

Qual a sua frequência semanal de treinos, durante a época:

Época 2001/2002	
Época 2000/2001	
Época 1999/2000	
Época 1998/1999	
Época 1997/1998	

Época 1996/1997	
Época 1995/1996	
Época 1994/1995	
Época 1993/1994	
Épocas Anteriores	

Qual a duração das suas sessões de treino, durante a época:

Época 2001/2002	
Época 2000/2001	
Época 1999/2000	
Época 1998/1999	
Época 1997/1998	

Época 1996/1997	
Época 1995/1996	
Época 1994/1995	
Época 1993/1994	
Épocas Anteriores	

No seu processo de treino, que percentagem dedica a:

_____ % Treino Físico
 _____ % Treino Técnico
 _____ % Treino Psicológico/Mental

Refira, em percentagem, em que tipo de superfície realiza as suas sessões de treino físico?

_____ % Estrada
 _____ % Caminho (terra batida)
 _____ % Floresta (fora de caminho)
 _____ % Pista de atletismo
 _____ % Outro – Qual? _____

O seu processo de treino é orientado por um treinador? Sim Não

Se sim,
Qual a sua formação? _____

OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO

Anexo 4:
Variáveis Antropométricas

1. Variáveis Antropométricas Simples

1.1. Massa Corporal

Objectivo: determinar a massa corporal do sujeito.

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

1.2. Estatura

Objectivo: determinar a estatura corporal.

Procedimentos: a atleta deve estar descalça e colocar-se junto da régua do estadiómetro para que esta fique entre as omoplatas com o olhar na horizontal dirigido para a frente. Quando o observador baixar o cursor do estadiómetro este deverá tocar no vertex da cabeça do indivíduo. Após a colocação correcta da régua do antropómetro o atleta deverá baixar-se e sair do local de forma a permitir ao observador assinalar o que ficou registado pelo cursor .

1.3. Altura Sentado

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

Procedimentos: a atleta deverá sentar-se em cima da mesa que se encontra encostada à régua do estadiómetro com os membros inferiores a formar um ângulo de 90° com o tronco

1.4. Comprimentos:

1.4.1. Comprimento dos membros inferiores

Objectivo: determinar o comprimento do membro inferior.

Procedimentos: obtém-se pela diferença entre a estatura e a altura sentado.

1.5. Diâmetros:

1.5.1. Diâmetro Bicôndilo-umeral

Objectivo: determinar a distância entre o epicôndilo e a epitróclea umerais.

Procedimentos: com o cotovelo elevado à altura do ombro e flectido a 90°, o observador com o compasso de pontas redondas, graduado em milímetros, mede a distância entre o epicôndilo e a epitróclea umerais.

1.5.2 Diâmetro Bicôndilo-femural

Objectivo: determinar a distância entre os côndilos femurais externo e interno.

Procedimentos: com o joelho flectido a 90° o observador com o compasso de pontas redondas, graduado em milímetros, mede a distância entre os dois côndilos femurais

1.5.3. Diâmetro Biacromial

Objectivo: determinar a distância entre os dois pontos acromiais.

Procedimentos: com o atleta colocado de costas para o observador e a olhar na horizontal, com o compasso de pontas curvas, mede a distância entre os dois pontos acromiais

1.5.4 Diâmetro Tóraco-sagital

Objectivo: medir a profundidade do tórax.

Procedimentos: a profundidade é medida no plano sagital, à altura do ponto mesoesternal. O atleta deverá olhar na horizontal, colocado de costas para o observador. Este utilizando o antropómetro de pontas curvas mede a referida distância.

1.5.5. Diâmetro Bicristal

Objectivo: determinar a distância entre os dois pontos exteriores de cada crista ilíaca superior.

Procedimentos: o atleta colocado de frente para o observador, enquanto este, utilizando o compasso de pontas redondas, verifica a distância entre os dois pontos mais exteriores da crista ilíaca superior.

1.5.6. Diâmetro do Tornozelo

Objectivo: determinar a largura entre os dois pontos mais salientes dos maléolos interno e externo.

Procedimentos: o atleta, sentado e colocada de frente para o observador, enquanto este, utilizando o compasso de pontas redondas, verifica a distância entre os dois pontos mais salientes dos maléolos interno e externo.

1.6. Circunferências

1.6.1 Circunferência do Pulso - perímetro distal do antebraço direito. Medida acima do stylium.

1.6.2 Circunferência Braquial – medida com o membro relaxado, ao nível do ponto médio do comprimento do membro superior.

1.6.3 Circunferência Torácica - medida ao nível do ponto mesoesternal. Com o atleta de frente para o observador, membros superiores ligeiramente afastados do tronco. Com uma fita métrica flexível verifica-se a circunferência torácica do atleta.

1.6.4 Circunferência Geminal- medida ao nível da maior circunferência da perna.

1.7. Pregas de adiposidade subcutânea

Segundo Sobral & Silva (1997) estas medidas dos valores locais dos depósitos de gordura subcutânea, sendo geralmente utilizadas em formas de estimação antropométrica da composição corporal. É vulgar designá-las abreviadamente por "pregas" ou pelo termo inglês *skinfolds*.

O antropometrista, usando o polegar e o indicador em forma de pinça, destaca com firmeza a pele e a gordura subcutânea dos outros tecidos subjacentes. Colocam-se as pontas do adipómetro 2 cm ao lado dos dedos, a uma profundidade de 1 cm.

1.7.1 Prega Tricipital

Prega medida na vertical e na face posterior do braço direito, a meia distância entre os pontos acromial e radial.

1.7.2 Prega Subescapular

Prega medida na oblíqua dirigida para baixo e para o exterior, imediatamente abaixo do vértice inferior da omoplata direita.

1.7.3 Prega Suprailíaca

Prega medida ligeiramente na oblíqua dirigida para o interior e para baixo, acima da cristailíaca sobre alinha midaxilar.

1.7.4 Prega abdominal

Prega medida 5cm para a esquerda do omphalion.

1.7.5 Prega Crural

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

1.7.6 Prega Geminal

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

Anexo 5:
Mapa do Percurso de Orientação de Distância Média



Anexo 6:
Mapa do Percurso de Corrida sem a Componente de Navegação

