

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

**CARACTERIZAÇÃO ANTROPOMÉTRICA E FISIOLÓGICA
DE ESCALADORES DE DESPORTIVA DA REGIÃO CENTRO**



Fábio Rafael Reis Fernandes

Coimbra 2006

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

Dissertação com vista à obtenção do grau de licenciado em Ciências do Desporto e Educação Física, com a orientação do Mestre Amândio Santos e coordenação do Professor Doutor Fontes Ribeiro.

AGRADECIMENTOS

Após o término deste trabalho de investigação, é chegada a altura de agradecer a todas as pessoas que me ajudaram, directa ou indirectamente, na sua realização.

Ao Prof. Doutor Carlos Fontes Ribeiro por todo o conhecimento transmitido ao longo destes anos de curso.

Ao Mestre Amândio Cupido dos Santos pelo tempo despendido comigo, pelos conhecimentos transmitidos, pela orientação deste trabalho e pela sua capacidade e rigor de trabalho.

Ao Professor Miguel Oliveira, que ao longo deste estudo foi um apoio fundamental, sem a sua preciosa ajuda e conhecimento não estaria neste momento a escrever estas palavras.

À Doutora Fátima Rosado pelo muito tempo de trabalho em conjunto, pela sua disponibilidade e principalmente pela sua amizade.

Ao Bruno Gaspar, por toda a paciência e participação realizada.

Aos escaladores que participaram neste estudo, para eles um grande bem-haja.

A todos os meus verdadeiros amigos, por tudo o que representam para mim, eu lhes dedico este trabalho.

À minha Mãe, Pai e Irmão, que serviram de porto de abrigo contra todas as diversidades encontradas.

A todos os meus tios, primos e avós, por todo o apoio transmitido ao longo de toda esta fase da minha vida.

Não poderia terminar sem mencionar a Marina Fernandes, por ser o meu ponto de equilíbrio nos bons e maus momentos, simplesmente por ser quem é. Um obrigado muito especial.

RESUMO

A escalada é uma modalidade com cada vez maior implementação a nível mundial. Este aumento tem contribuído para um desenvolvimento da vertente de competição, verificando-se assim a necessidade de maiores conhecimentos sobre as diferentes componentes que influenciam o rendimento dos diferentes atletas. O presente estudo pretende caracterizar a nível antropométrico e fisiológico praticantes de diferentes níveis de Escalada Desportiva, tendo-se desenvolvido para tal dois protocolos que permitam perceber a relação existente entre as características antropométricas, o VO₂max, o lactato, a frequência cardíaca e os índices de força do antebraço na performance dos escaladores.

A amostra foi constituída por 30 atletas, divididos em três grupo de diferentes níveis de escalada: o Grupo A (15 alunos da FCDEF-UC), o Grupo B (8 escaladores de nível 6a a 6c+) e o Grupo C (7 escaladores de nível 7a a 7c+).

A avaliação dos sujeitos foi realizada em duas fases, na primeira era realizado o protocolo de escalada (teste de campo, que consistia na realização de cinco repetições de uma via de escalada) recolhendo assim frequência cardíaca, concentração de lactato, a variação da força de antebraço e duração das repetições de cada via, sendo na segunda fase realizado um protocolo de determinação de VO₂max (teste de laboratório, utilização de um ergómetro de braços) recolhendo assim a frequência cardíaca, o VO₂max, o Ve, o Quociente Respiratório, o lactato e a variação da força do antebraço. A recolha das variáveis antropométricas (massa corporal, estatura, envergadura, somatótipo, pregas de adiposidade cutânea, circunferências, diâmetros e comprimentos).

Concluimos que os escaladores da elite da região centro de Portugal são caracterizados por uma baixa percentagem de massa gorda, embora para estes atletas poderem atingir níveis superiores de performance terão de diminuir o somatório das pregas de adiposidade cutânea. Nestes atletas verifica-se um VO₂ relativo e um Ve max, embora através da correlação realizada entre os dois testes, estas variáveis não interferem directamente com a performance dos escaladores. O aumento da massa corporal no Grupo C está relacionado com aumento da estatura e envergadura, enquanto que no Grupo A, este aumento está relacionado com aumento das pregas de adiposidade cutânea e com a percentagem de massa gorda.

Assim, e com os dados observados no lactato sanguíneo, podemos concluir que um nível superior permite uma melhor performance e uma maior economia energética.

ABSTRACT

Climbing is a sport more and more put into action worldwide. This growth has contributed for the development of the competitive component of this sport, therefore, the need for improved knowledge related to the different components which influence the athletes' performance. The present study intends to characterize the anthropometric and physiological levels of proficiency of different participants from diverse Climbing levels. This way, two protocols were established, which allowed us to perceive the relationship between the anthropometric features, the VO₂max, the lactate, the heartbeat frequency, and the forearm strength and performance rates of climbers.

The sample consisted of 30 athletes, divided into three groups with different climbing proficiency stages: Group A (15 students from FCDEF-UC), Group B (8 climbers with level 6a up to 6c+) and Group C (7 climbers with level 7a up to 7c+).

The individuals' evaluation occurred in two stages, the first consisted of the climbing protocol (field test, with five consecutive repetitions of a climbing path) therefore gathering the heartbeat regularity, lactate concentration, forearm strength variation and time-span of each climbing path repetition. In a second stage the protocol taken on, intended to find out the VO₂max (laboratorial test using an arm ergometer) which collected the heartbeat frequency, the VO₂max, the V_e, the respiratory coefficient, the lactate and last but not least the forearm strength variation.

With the gather of anthropometric variations (body mass, constitution, capacity, cutaneous fat pleats, circumferences, diameters and length) we concluded that climbers from the central elite region of Portugal have low percentages of fat, although these athletes, in order to reach high levels of performance, sometimes have to lower the amount of cutaneous fat pleats. In these exact athletes a relative VO₂ and a V_e max is perceived, although in the correlation between the two tests, these variables do not interfere directly with climbers' performance. The increase of body mass in Group C, is related to the enhance of constitution and capacity, while in Group A, this growth is related to the increase of cutaneous fat pleats and high percentage of fat body mass.

This way, and bearing in mind the observed blood lactate data, we may conclude that higher levels allow better performance rates and better energetic save.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE QUADROS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
ABREVIATURAS	xii
CAPÍTULO I:	1
Introdução	2
1.1. Pertinência do estudo	4
1.3. Objectivo do estudo	5
CAPÍTULO II	
REVISÃO DE LITERATURA	7
1. Vias Energéticas	7
1.1. Via Anaeróbia Aláctica	9
1.2. Via Anaeróbia Láctica	10
1.2.1. Metabolismo do Ácido Láctico	11
1.3. Via Aeróbia	12
2. Metabolismos Energéticos	13
2.1. Metabolismo dos Glícidos	14
2.2. Metabolismo dos Lípidos	14
2.3. Metabolismo das Proteínas	15
3. Mecanismos de Fadiga	16
4. Métodos de Determinação do Metabolismo Aeróbio	18
4.1. Consumo de Oxigénio e VO ₂ max	18
4.1.1. Determinação do VO ₂ max	19
4.1.2. Aplicação de testes	19
4.2. Ventilação Pulmonar	21
5. Natureza da Modalidade	22
5.1. História	22
5.2. Caracterização da Modalidade	26
5.2.1. Caracterização Física e Fisiológica da Modalidade	27

5.2.1.1. Frequência Cardíaca e Performance na Escalada	27
5.2.1.2. Contribuição da Via Glicolítica para a Modalidade	29
5.2.1.3. Influência do Consumo de Oxigênio na Escalada	31
5.2.1.4. Estudo e influência dos Índices de Força do Antebraço	33
5.2.2. Perfil Fisiológico/Antropométrico dos Atletas de Escalada de Elite	34
5.2.3. Técnicas de Escalada	36
5.2.4. Tipos de Escalada	38
5.2.4.1. Consoante o tipo de via e respectiva constituição	38
5.2.4.2. Formas de Escalada	39
5.2.4.3. Estilos de Escalada	40
5.2.5. Graduação de Vias	41
CAPÍTULO III	
METODOLOGIA	44
1. Caracterização da Amostra	44
2. Protocolo de testes	45
2.1. Dinamómetro Manual	45
2.1.1. Equipamento	45
2.1.2. Calibração do Material	45
2.1.3. Aquecimento	46
2.1.4. Realização do Teste Propriamente Dito	
2.2. Teste de Campo	46
2.2.2. Calibração do Material	48
2.2.3. Aquecimento	48
2.2.4. Realização do Teste Propriamente Dito	48
2.3. Teste de Laboratório	49
2.3.1. Equipamento	50
2.3.2. Calibração do Material	50
2.3.3. Aquecimento	51
2.3.4. Realização do Teste Propriamente Dito	51
2.4. Avaliação do consumo de Oxigênio	52
2.4.1. Equipamento	52
2.4.2. Calibração do Material	53

2.4.3. Realização do Teste Propriamente Dito	53
2.5. Recolha de Frequência Cardíaca	53
2.5.1. Equipamento	53
2.5.2. Calibração do Material	54
2.5.3. Realização do Teste Propriamente Dito	54
2.6. Análise da Concentração de lactato	54
2.6.1. Equipamento	54
2.6.2. Realização do Teste Propriamente Dito	55
3. Variáveis Antropométricas	56
3.1. Instrumentos de Medida	56
3.2. Medidas Somáticas Simples	57
3.2.1. Massa Corporal	57
3.2.2. Estatura	57
3.2.3. Altura Sentado	57
3.2.4. Comprimentos	57
3.2.4.1. Envergadura	57
3.2.4.2. Comprimento do Membro Superior	58
3.2.5. Diâmetros	58
3.2.5.1. Diâmetro Bicôndilo-Umeral	58
3.2.5.2. Diâmetro Bocôndilo-Femural	58
3.2.5.3. Diâmetro Biacromial	58
3.2.5.4. Diâmetro Tóraco-Transverso	59
3.2.5.5. Diâmetro Tóraco-Sagital	59
3.2.5.6. Diâmetro Bicristal	59
3.2.5.6. Diâmetro de Pulso	59
3.2.6. Circunferências	59
3.2.6.1. Circunferência do Pulso	59
3.2.6.2. Circunferência do Tornozelo	60
3.2.6.3. Circunferência Braquial	60
3.2.6.4. Circunferência Braquial Máxima	60
3.2.6.5. Circunferência Torácica	60
3.2.6.6. Circunferência da Coxa (Crural)	60
3.2.6.7. Circunferência da Perna (Geminal)	61

3.2.6.7. Circunferência do Antebraço	61
3.2.7. Pregas de Adiposidade Cutânea	61
3.2.7.1. Prega Tricipital	61
3.2.7.2. Prega Subescapular	61
3.2.7.3. Prega Suprailíaca	62
3.2.7.4. Prega Abdominal	62
3.2.7.4. Prega Crural	62
3.2.7.5. Prega Geminal	62
3.2.7.7. Prega Bicipital	62
3.2.7.8. Prega Midaxilar	62
3.2.7.9. Prega Peitoral	63
3.2.7.10 Prega Suprapatelar	63
4. Somatótipo	63
5. % Total de Gordura	64
6. Índice de Massa Corporal	65
CAPÍTULO IV	
APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	67
1. Características Antropométrica	67
1.1. Comparação das Variáveis Antropométricas do Grupo C e B	69
1.1.1. Correlação entre o Grupo C e o Grupo B	70
1.2. Comparação das Variáveis Antropométricas do Grupo C e A	71
1.2.1. Correlação entre o Grupo C e o Grupo B	71
1.3. Comparação das Variáveis Antropométricas do Grupo A e B	72
1.3.1. Correlação entre o Grupo A e o Grupo B	72
2. Avaliação da Tipologia Morfológica - Somatótipo	74
3. Teste de VO ₂ max	75
3.1. Correlação de todas as Variáveis Observadas do Teste Máximo	78
3.2. Relação entre as Variáveis Antropométricas e o Desempenho Fisiológico .	80
observado no teste de VO ₂ max	
3.2.1. Correlação entre o Grupo C e o Grupo B	80
3.2.2. Correlação entre o Grupo C e o Grupo A	81
3.2.3. Correlação entre o Grupo B e o Grupo A	82

4. Teste de Campo (Parede de Escalada)	84
4.1. Correlação Existente entre as variáveis Antropométricas e as Variáveis Fisiológicas recolhidas no Teste de Escalada	87
4.1.1. Correlação entre o Grupo C e o Grupo B	87
4.1.2. Correlação do Grupo A	88
4.2. Correlação entre as Variáveis Fisiológicas dos Dois Testes Desenvolvidos	90
4.2.1. Correlação entre o Grupo C e o Grupo B	90
4.2.2. Correlação entre o Grupo C e o Grupo A	92
5. Representação Gráfica dos Resultados Obtidos no Teste de Campo	94
CAPÍTULO V	
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	98
CAPÍTULO VI	
BIBLIOGRAFIA	101
ANEXOS	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II-1: Hidrólise da molécula de ATP (McArdle et al.. 1996)	7
Figura II-2: Energia libertada pela quebra da ligação entre o fosfato e a creatina (Guyton & Hall, 1998)	9
Figura II-3: Diversidade de posição de mãos utilizadas como forma de fixação na escalada. Limitação existente na medição da força do antebraço através da utilização do dinamómetro (adaptado de Watts, 2004)	33
Figura III-1: Parede artificial utilizada para a realização dos testes de campo	47
Figura III-2: material utilizado: corda, arnês, bolsa de magnésio, magnésio, mosquetão e oito	47
Figura III-3: Ergómetro com base ampliada	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico II-1: Desenvolvimento não linear da frequência cardíaca e do VO₂max através do incremento da velocidade de escalada.	28
Gráfico II-2: Concentração de lactato antes e depois da realização de uma via de escalada (adaptado de Sheel, 2003)	30
Gráfico II-3: Frequência cardíaca e consumo de oxigénio em vias de diferentes dificuldades (adaptado de Sheel, 2003)	32
Gráfico IV-1: Somatograma com respectiva representação dos somatótipos de cada grupo.	74
Gráfico IV-2: Representação gráfica das variações verificadas na frequência cardíaca um minuto antes e após a realização das cinco repetições.	94
Gráfico IV-3: Representação gráfica do tempo dispendido para a realização das cinco repetições pedidas.	95
Gráfico IV-4: Representação gráfica da força de prensar do dinamómetro antes de iniciar e após as cinco repetições pedidas.	96

INDICE DE QUADROS

Quadro II.1: Relação existente entre as vias energéticas e os respectivos sistemas energéticos.	8
Quadro II-2: Variação dos testes utilizados e dos resultados atingidos na caracterização do VO₂max de escaladores (Adaptado de Watts, 2004)	19
Quadro II-3: Concentração de lactato observado em diferentes situações de escalada (média ± desvio padrão), adaptado de Qatts 2004.	29
Quadro II-4: Sumário dos estudos que realizaram a análise da frequência cardíaca e do consumo de oxigénio durante uma prova de escalada em “Top Rope” (adaptado de Sheel, 2003).	35
Quadro II-5: Sumário das características antropométricas dos escaladores de elite.	35
Quadro II-6: Esquematização das técnicas de escalada (adaptado de Hepp et al., S.d.)	37
QuadroII-7: Tabelas de comparação das diferentes escalas de classificação (adaptado de Hepp et al., S.d.)	42
Quadro III-1: Valores médios e desvio padrão da idade, anos de prática, sessões semanais e duração de cada sessão.	44
Quadro III-2: Relação da carga (Kg e Watts) com o desenvolver do teste	52
Quadro III-3: Instrumentos de medida utilizados para obter as variáveis antropométricas	56
Quadro IV-1: Valores das variáveis antropométricas dos atletas presentes na amostra (comprimentos, diâmetros, skinfolds, circunferências, composição corporal, idade, massa corporal, estatura, estatura sentado e envergadura).	67
Quadro IV-2: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, IMC, %MG, no Grupo C e no Grupo B	70
Quadro IV-3: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, IMC, %MG, no Grupo C e no Grupo A	71

Quadro IV-2: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, IMC, %MG, no Grupo A e no Grupo B	73
Quadro IV-5: Estatística descritiva e comparação dos valores médios e desvio padrão das variáveis: endomorfismo, mesomorfismo, ectomorfismo e somatótipo de cada grupo da amostra.	74
Quadro IV-6: Relação existente entre a composição corporal, o lactato, os valores do dinamómetro inicial e final, Ve max, VO2 absoluto e Fc max dos três grupos em estudo.	75
Quadro IV-7: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: lactato, força de dinamómetro, desempenho e resposta fisiológica.	78
Quadro IV-8: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, IMC, %MG, lactato, dinamómetro inicial e final, tempo final, patamar atingido, Ve max, VO2 absoluto e na frequência cardíaca máxima, entre o Grupo C e o Grupo B.	80
Quadro IV-9: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, IMC, %MG, lactato, dinamómetro inicial e final, tempo final, patamar atingido, Ve max, VO2 absoluto e na frequência cardíaca máxima, entre o Grupo C e o Grupo A.	81
Quadro IV-10: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, IMC, %MG, lactato, dinamómetro inicial e final, tempo final, patamar atingido, Ve max, VO2 absoluto e na frequência cardíaca máxima, entre o Grupo A e o Grupo B.	82
Quadro IV-11: Estatística descritiva e comparação entre valores médios e desvio padrão, recolhidas na realização de uma via de escalada, das variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, pregas de adiposidade cutânea, %MG, IMC, dinamómetro e frequência cardíaca inicial e após cada repetição.	84
Quadro IV-12: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, IMC, %MG, lactato, dinamómetro inicial e final, tempo final, patamar atingido, Ve max, VO2 absoluto e na frequência cardíaca máxima, entre o Grupo C e o Grupo B.	87

Quadro IV-13: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, IMC, %MG, lactato, dinamómetro inicial e final, tempo final, patamar atingido, Ve max, VO2 absoluto e na frequência cardíaca máxima, do Grupo A.	89
Quadro IV-14: Correlação produto momento de Pearson existente entre o desempenho obtido no teste de laboratório e o desempenho obtido na prova de escalada do grupo C e do grupo B.	90
Quadro IV-15: Correlação produto momento de Pearson existente entre o desempenho obtido no teste de laboratório e o desempenho obtido na prova de escalada do grupo C e do grupo A.	92

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Carta a pedir a participação dos atletas no estudo**
- Anexo 2. Termo de consentimento**
- Anexo 3. Questionário aplicado**

ABREVIATURAS

±	Mais ou menos
%	Percentagem
∑ PAC	Somatório das pregas cutâneas
Bpm	Batimento por minuto
cm	Centímetro
E A E	Estrutura artificial de escalada
ECTO	Ectomorfismo
ENDO	Endomorfismo
FC	Frequência Cardíaca
h	Estatura
IMC	Índice de Massa Corporal
kg	Quilogramas
La	Concentrações sanguíneas de lactato
Md±Sd	Valor da média e respectivo desvio padrão
MESO	Mesomorfismo
MG	Massa Gorda
MI	Membros inferiores
min	Minutos
ml	Mililitros
ml kh ⁻¹ min ⁻¹	Mililitros quilogramas por minuto
mm	Milímetros
mmol.l ⁻¹	Milimoles por litro
m/s	Metros por segundo
m	Metros
MS	Membros superiores
m.s	Membros superiores
n	Número de sujeitos
n.s	Não se verificam diferenças significativas
PAC	Prega de adiposidade cutânea
s	Segundos
sig	Significância
t	Tempo
Via de escalada	Trajeto a realizar numa parede de escalad
VO ₂	Consumo de oxigénio
VO ₂ máx	Consumo máximo de oxigénio
T	Tempo
w	Watts

CAPITULO I

INTRODUÇÃO

A escalada, é uma modalidade que nos últimos 10-15 anos verificou um grande aumento do número de praticantes, quer a nível competitivo, quer a nível recreacional (Billat et al 1995; Mermier et al, 2000; Sheel, 2003). Podemos justificar este grande aumento com a melhoria das condições de prática desta modalidade, com o aparecimento de mais e melhores estruturas artificiais de escalada (E. A. E.) indoor e outdoor, e com o maior número de locais equipados em rocha, reduzindo assim o risco de lesão inerente a esta modalidade (Booth et al., 1999; Sheel, 2003).

A escalada pode ser caracterizada pela ascensão de uma parede, natural ou artificial, para a qual se podem usar meios de segurança e de auxílio com intuito de atingir o objectivo principal, chegar ao cimo da via.

Por ser uma modalidade relativamente recente (ultimas décadas) a nível competitivo, a investigação científica nesta área apenas se começou a realizar de uma forma mais efectiva desde 1970 (Mermier et al, 2000). Embora já existam vários estudos acerca dos níveis antropológicos dos escaladores, existe uma grande dificuldade em uniformizar os métodos de investigação para a caracterização dos níveis fisiológicos, devido à grande complexidade e variabilidade de movimentos, não se podendo abstrair também o factor psicológico muito influente neste desporto (Watts, 2004).

Após a análise de várias investigações, constatamos que existem algumas lacunas na investigação desta área, existindo mesmo informações controversas e contrárias sobre pontos fundamentais da capacidade fisiológica dos escaladores. Entre estes pontos de discórdia podemos encontrar a importância das várias vias energéticas (anaeróbia e aeróbia) no decorrer dos vários tipos de escalada. Na comparação dos estudos de Mermier et al (2000) com os estudos de Booth et al (1999), verificamos as diferenças observadas relativamente à importância do VO₂ nas performances dos escaladores de elite. Várias investigações apoiam cada uma das conclusões referidas anteriormente.

Vários estudos foram realizados com o objectivo de determinar qual o método que mais se aproxima dos movimentos realizados pelos escaladores para uma eficaz determinação do VO₂. Brahler et al (1995) desenvolveram um estudo de determinação do VO₂ máximo para escaladores, com o intuito de determinar a forma mais correcta e

precisa de encontrar estes valores, concluindo que a utilização de uma “Treadwall” é mais fiável do que a utilização de um ergómetro de remo e um tapete rolante. Como forma de contornar estes problemas criamos dois protocolos para a caracterização fisiológica dos escaladores (ergómetro de braços e desenvolvimento de várias vias de escalada) com o objectivo de ampliar as possibilidades de investigação científica nesta área.

Por tal, com este estudo pretendemos não apenas desenvolver um protocolo que permita uma determinação mais específica do VO₂max, sem que os conhecimentos técnicos dos escaladores possam interferir ou adulterar os dados recolhidos, como também desenvolver um protocolo que permita verificar as variações da força do antebraço e a frequência cardíaca após a realização de várias repetições de uma mesma via de escalada. Desta forma, e com a relação dos parâmetros antropométricos e fisiológicos pretendemos dar um contributo para a compreensão das capacidades físicas dos escaladores.

1. PERTINÊNCIA DO ESTUDO

Devido à grande variedade de movimentos e tipos de esforço desenvolvidos numa prova de escalada, é importante desenvolver vários instrumentos que permitam caracterizar de forma mais precisa os escaladores, possibilitando assim o planeamento mais preciso e direccional do treino dos escaladores (Watts, 2004). No entanto, são ainda poucos os estudos que se têm baseado na caracterização dos escaladores e desenvolvimento do respectivo treino.

Neste contexto, achamos pertinente o desenvolvimento desta investigação, que visa caracterizar uma amostra constituída por escaladores de diferentes níveis, descrevendo assim a escalada desportiva de acordo com o grupo em estudo. Desta forma, pretendemos dotar atletas e treinadores com conhecimentos baseados em investigações científicas que permitam de forma mais real, definir objectivos e conteúdos, sua intensidade e duração do treino a desenvolver.

A investigação científica realizada nesta modalidade, embora já se verifique a existência de vários estudos de caracterização das variáveis antropométrico e fisiológico, ainda se encontram algumas importantes divergências relativas ao conhecimento das principais variáveis. Uma das principais divergências relativas a variáveis fisiológicas que podemos referir a influência que o VO₂max tem na performance dos escaladores, pois segundo Mermier et al. (2000) e Billat et al. (1995) esta variável não tem uma importância significativa no desempenho dos escaladores, mas se referirmos Booth et al., (1999), já se verifica uma variação específica do VO₂max nos escaladores de elite, sendo a esta variável fisiológica atribuído um papel fundamental na performance dos escaladores.

Com o nosso estudo pretendemos encontrar algumas respostas que sirvam para esclarecer as dúvidas (a nível antropométrico e fisiológico) existentes em atletas, treinadores e investigadores, permitindo assim um aumento do conhecimento científico desta modalidade.

2. OBJECTIVOS DO ESTUDO

Foram delimitados os seguintes objectivos:

- Caracterizar a nível antropométrico e fisiológico praticantes de Escalada Desportiva com diferentes níveis de performance;
- Comparar a nível antropométrico e fisiológico praticantes de Escalada Desportiva com diferentes níveis de performance;
- Desenvolver dois protocolos para determinação de parâmetros fisiológicos que influenciam a performance dos escaladores;
- Perceber a relação existente entre os parâmetros antropométricos, o VO₂max, o lactato, a frequência cardíaca e os índices de força do antebraço com a performance dos diferentes escaladores;
- Possibilitar, através da análise dos dados recolhidos, conhecimentos científicos que possa contribuir para um planeamento de treino mais eficiente/eficaz de atletas de escalada desportiva;

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

1. Vias Energéticas

Quando nos referimos ao termo energia, temos que ter sempre presente um estado dinâmico, visto ser necessária a ocorrência de mudanças para esta se revelar. Estas mudanças são inicialmente caracterizadas por diferentes processos metabólicos ocorridos no corpo humano, que vão permitir um necessário e constante suplemento energético.

Através dos processos referidos anteriormente, os alimentos são transformados num composto químico denominado Adenosina Trifosfato (ATP). É através da utilização deste composto que se vai verificar uma conversão da energia química em mecânica, permitindo assim o desenvolvimento de tarefas motoras. Sendo assim podemos caracterizar dois processos principais, a formação do ATP rico em energia potencialmente existente nos alimentos e a utilização da energia química presente no ATP para o trabalho biológico.

A molécula de ATP é constituída por uma base nitrogenada, a adenina, um açúcar pentose, a ribose e três radicais fosfato. Quando se verifica uma ligação do ATP com uma molécula de água (H₂O), a ligação do último grupo fosfato na molécula de ATP é quebrada, libertando-se aproximadamente 7,3 Kcal/mol, libertando também o ião fosfato (Pi) e formando um novo composto denominado Adenosina Difosfato (ADP) (McArdle et al., 1996).



Figura II-1: Hidrólise da molécula de ATP (McArdle et al., 1996).

A quantidade total de ATP presente no organismo é apenas de 80 a 100 g (McArdle et al., 1996). Esta pequena quantidade de energia permite apenas a realização de um exercício de dois segundos a 70% do consumo máximo de oxigênio (VO₂max). Sendo assim, a molécula de ATP pode ser considerada como um mediador energético.

Para a formação das moléculas de ATP anteriormente descritas, é necessária energia. Esta energia pode ser proveniente de três fontes que diferem essencialmente quanto à velocidade e quantidade com que originam as moléculas de ATP. Estas três fontes/vias energéticas podem ser enumeradas da seguinte forma: via anaeróbia aláctica, via anaeróbia láctica e via aeróbia.

É possível fazer corresponder as diferentes vias energéticas aos diferentes exercícios, de acordo com a sua duração e intensidade. Mas, ao realizar-se esta comparação, é necessário ter sempre em conta que para um dado exercício físico existe uma participação simultânea das diferentes vias energéticas. O que varia nesta interação é a percentagem com que cada uma intervém na formação de energia (McArdle et al., 1996).

A cada via energética, está associado um sistema metabólico responsável pela reconstrução do suprimento ininterrupto de ATP essencial ao contínuo funcionamento das fibras musculares:

Quadro II-1: Relação existente entre as vias energéticas e os respectivos sistemas energéticos.

Vias Energéticas	Sistemas Metabólicos
Via anaeróbia aláctica	Sistema do ATP-FC
Via anaeróbia láctica	Sistema da Glicólise
Via aeróbia	Sistema da Fosforilação Oxidativa

1.1. Via Anaeróbia Aláctica

A via anaeróbia aláctica, também denominada de via dos fosfagénios, é a fonte mais simples e imediata para a ressíntese de ATP. Apesar do ATP ter grande importância como agente de acoplamento para a transferência de energia, não constitui a fonte mais abrangente das ligações de fosfato de alta energia nas células. Antes pelo contrário, a fosfocreatina contém também ligações de fosfato de alta energia, são várias vezes mais abundante, principalmente no músculo (Guyton & Hall, 1998). Esta diferença é significativa, visto a fosfocreatina estar presente nas células musculares em quantidades quatro a seis vezes superiores ao ATP, sendo assim considerado um grande receptáculo de fosfatos de alta energia (McArdle et al., 1996).

O Fosfato de Creatina (CP) é constituído por uma ligação de um fosfato com uma creatina, sendo esta desfeita pela acção da enzima creatina quinase. A energia libertada é então utilizada para ligar o fosfato (Pi) a uma molécula de ADP, originando ATP, garantindo a regeneração anteriormente referida, ainda que por apenas 7 segundos.

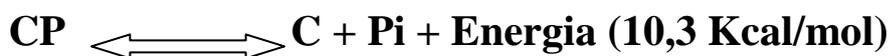


Figura II-2: Energia libertada pela quebra da ligação entre o fosfato e a creatina (Guyton & Hall, 1998).

A energia libertada pela hidrólise da fosfato creatina, isto é, pela quebra das ligações entre o fosfato e a creatina, vai ser suficiente para a síntese de ATP. A energia proveniente deste sistema é utilizada para actividades breves e máximas de potência muscular. A ausência deste sistema iria ser prejudicial na realização de movimentos rápidos e vigorosos, visto estes necessitarem de um fornecimento rápido de energia ainda que em pequenas quantidades (McArdle et al., 1996).

Estas reacções são reversíveis, visto após o exercício físico, o organismo ter a capacidade de voltar a armazenar a energia sob forma de fosfocreatina. O restabelecimento destas reservas necessita da decomposição química do ATP (referida no ponto anterior) e ocorre num período de recuperação após o exercício físico. Este sistema não necessita de oxigénio nem produz ácido láctico.

1.2. Via Anaeróbia Láctica

A via Anaeróbia Láctica é também denominada por via glicolítica, sendo outra via anaeróbia de formação de ATP. A velocidade de desenvolvimento desta via origina algumas discrepâncias entre os vários autores. De entre os quais podemos salientar McArdle et al. (1996), que afirma que este sistema tem o triplo da velocidade do sistema aeróbio, sendo referido por Guyton & Hall (1998) que a velocidade deste sistema é apenas duas vezes e meia mais rápida do que o sistema aeróbio.

A energia necessária para a fosforilação do ADP neste sistema, provem da degradação da glicose existente no sangue ou nas reservas musculares de glicogénio, através de um processo designado por Glicólise. O piruvato resultante da glicólise pode passar por dois tipos de reacção, consoante a existência ou não de oxigénio:

- Quando está na presença do oxigénio, os electrões de hidrogénio são transportados pelo NADH, desde a glicose até ao interior das mitocôndrias, onde vão ser oxidados e transferidos para o oxigénio, formando água e tendo como produto final a Acetil CoA.

- Quando não está na presença do oxigénio, a produção de NADH excede a capacidade da célula em oxidar os átomos de hidrogénio. Assim, as moléculas de hidrogénio em excesso combinam-se com o piruvato, formando o ácido láctico. Isto acontece através de uma reacção reversível catalisada pela enzima Desidrogenáse Láctica (LDH) McArdle et al. (1996).

Esta via permite a rápida formação de energia, que é fundamental para esforços físicos máximos, durante um a dois minutos. No entanto, a produção de ácido láctico em grandes quantidades, desenvolve acidez nos músculos e no sangue, inibindo a degradação de glucogénio e a combinação do cálcio nas fibras musculares. Deste modo, verifica-se o impedimento da contracção muscular, provocando fadiga e dores musculares (McArdle et al., 1996).

1.2.1. Metabolismo do Ácido Láctico

O ácido láctico é um composto produzido com ou sem a presença do oxigénio, pelo que não deve ser entendido como resultante apenas das condições anaeróbias. Podemos verificar a existência de formação de lactato sempre que a taxa de produção de piruvato excede a velocidade com que este composto é sintetizado na mitocôndria (Robergs & Roberts, 2000).

A constante produção de ácido láctico por si só não constitui necessariamente um factor limitativo do metabolismo muscular durante um esforço físico, uma vez que possibilita a regeneração do NAD⁺ necessário para manter a produção de ATP através da glicólise. O ácido láctico produzido durante a realização de esforço físico intenso, constitui uma fonte de energia química potencial, utilizada pelo organismo durante o período de recuperação ou em esforço físico moderado, mediante a presença de oxigénio. O ácido láctico não deve ser visto como um produto de desgaste metabólico, mas sim como uma fonte de energia química armazenada que será aproveitada quando houver novamente oxigénio suficiente (McArdle et al., 1996).

Parte do ácido láctico produzido no músculo esquelético durante o exercício, é transportado para o fígado por meio da circulação sanguínea, sendo aí convertido em ácido pirúvico e posteriormente em glicose, através de um processo designado por gliconeogénese (Powers & Howley, 1997). Assim, a glicose produzida pode ser utilizada na síntese de glicogénio ou entrar na circulação sanguínea de modo a ser utilizada por outros tecidos. Estas reacções são representadas através do Ciclo de Cori.

A acumulação de lactato pode resultar não apenas da anaerobiose muscular, mas também de uma menor depuração total de lactato ou de uma maior produção de ácido láctico nas fibras específicas de um músculo. Nas fibras de contracção rápida, existe uma tendência da enzima LDH em favorecer a conversão do ácido láctico em ácido pirúvico (McArdle et al., 1996). A concentração sanguínea de lactato traduz o equilíbrio dinâmico entre a produção de lactato e a sua eliminação. Em condições normais, sujeitos são em repouso e bem oxigenados apresentam valores de lactato sanguíneo entre 0,7 e 1,3 mmol/l (Manso et al., 1996).

1.3. Via aeróbia

A via anaeróbia é também denominada de Fosforilação Oxidativa, sendo a via de menor potência na produção de ATP mas sendo também a de maior capacidade. O que distingue este sistema dos referidos anteriormente é o facto de utilizar o oxigénio para obtenção de energia.

No decorrer do dia-a-dia, a maioria das moléculas de ATP utilizada provem desta via, sendo assim utilizada em exercícios físicos com baixa intensidade e alta duração, ao contrário das duas vias anteriores.

Na via aeróbia, a produção de moléculas de ATP ocorre no interior das mitocôndrias das células musculares, estando directamente relacionada com a oxidação de substratos alimentares (hidratos de carbono, lípidos e proteínas). Assim, e através da respiração aeróbia, podemos dividir esta reacção em quatro fases:

- glicólise aeróbia;
- formação de actil-CoA;
- Ciclo de Krebs;
- Cadeia Respiratória.

A primeira fase verifica-se quando a molécula de glicose entra na célula para ser utilizada como energia, sofrendo uma série de reacções químicas (glicólise), originando duas moléculas de ácido pirúvico (McArdle et al., 1996). Esta reacção é idêntica à glicólise anaeróbia até à formação de ácido láctico pirúvico. A partir daqui, com a presença do oxigénio, não se dá a acumulação de ácido láctico mas sim a produção de H₂O, Co₂ e ATP. Neste processo, o ácido pirúvico penetra nas mitocôndrias das células musculares e reage com o oxigénio para formar moléculas de ATP num número muito maior.

É na segunda fase que o ácido pirúvico sai do citosol para entrar na mitocôndria. É no compartimento interno que as enzimas retiram um átomo de carbono da molécula de ácido pirúvico com três carbonos, para formar dióxido de carbono e um grupo acetil com dois carbonos. Nesta reacção é libertada energia que é utilizada para se formar o NADH a partir do NAD⁺. O grupo acetil combina-se com a CoA para formar Acetil-CoA (McArdle et al., 1996).

A terceira fase caracteriza-se pelo desenvolvimento do Ciclo de Krebs. Este ciclo inicia-se com a formação do ácido cítrico, a partir da combinação de acetil-CoA com

uma molécula constituída por quatro átomos de carbono, denominada de ácido oxaloacético. No decorrer deste ciclo, verifica-se a existência de uma série de reacções que produzem mais ácido oxaloacético que, ao combinar-se com outra molécula de acetil-CoA, pode reiniciar o ciclo de Krebs (McArdle et al., 1996).

Durante as reacções que ocorrem no Ciclo de Krebs, evidenciam-se quatro acontecimentos importantes: a produção de duas moléculas de CO₂, três moléculas de NADH, uma molécula de FADH₂ e uma molécula de ATP. No princípio de cada Ciclo de Krebs, a molécula de ácido cítrico, com seis átomos de carbono, converte-se no final do ciclo numa molécula de ácido oxaloacético, referido anteriormente. Assim, a formação de duas moléculas de CO₂ advém dos dois átomos de carbono restantes da molécula de ácido cítrico (Guyton & Hall, 1998).

O desenvolvimento da quarta fase, na cadeia de transportes de electrões verifica-se a entrada de iões de hidrogénio e electrões, que são transportados até ao oxigénio, com o desenvolvimento de uma série de reacções enzimáticas. Após estas reacções, como produto final encontramos a água. Sendo assim, o produto final da via aeróbia, é formado a partir dos hidrogénios e electrões, tendo sido estes removidos no Ciclo de Krebs com o oxigénio proveniente da respiração. Com o culminar destas reacções, dá-se a libertação de energia que é utilizada para a ressíntese de ATP.

2. Metabolismos Energéticos

Dependendo do tipo de substrato em causa, podemos identificar diferentes séries de reacções para a obtenção de energia. Estas reacções (metabolismos) baseiam-se em dois processos fundamentais, o anabolismo (processo de construção) e o catabolismo (processo de degradação).

Para se realizarem estes processos, são necessários substratos que provêm das próprias reservas energéticas do organismo e da ingestão de produtos alimentares. A energia proveniente da ingestão de produtos alimentar deriva dos hidratos de carbono, das gorduras ou das proteínas. O meio de transferência de energia é designado por fosforilação, ou seja, os compostos pobres em energia potencial são enriquecidos para a realização de trabalho biológico, através das ligações de fosfato.

2.1. Metabolismo dos Glúcidos

Quando nos referimos a hidratos de carbono, estamos a referir-nos a dietas sob a forma de sacarose, lactose e amido. Estes compostos para serem absorvidos pelo organismo (no intestino), têm de ser decompostos em monossacarídeos. Estas moléculas não sendo utilizadas, podem ser armazenadas sobre duas formas: sobre a forma de glicogénio hepático (no fígado) e/ou sobre a forma de glicogénio muscular (músculos) (McArdle et al., 1996).

Quando se verifica a metabolização dos hidratos de carbono, existe uma libertação de energia da molécula de glicose. Denominamos a esta reacção glicólise, processo semelhante ao realizado na via anaeróbia láctica. A diferença entre os processos é que, com a presença do oxigénio, o produto final da glicólise (piruvato), ao entrar na mitocôndria transforma-se em Acetil-CoA, permitindo assim o desenvolvimento do Ciclo de Krebs (McArdle et al., 1996). Aqui, a Acetil-Coa vai ser desagredada em dióxido de carbono e átomos de hidrogénio.

Através da passagem de electrões pela cadeia de transporte de electrões do NADH ou FADH, são libertados 38 ATP, seis moléculas de dióxido de carbono e seis moléculas de água por cada molécula de glicose envolvida na reacção.

2.2. Metabolismo dos Lípidos

O principal modo de armazenamento de lípidos no organismo é sob a forma de tricilgliceróis, estando estes principalmente depositados no tecido adiposo. Estes representam próximo de 75% da energia armazenada no organismo, fornecendo cerca de 50% da energia necessária para o funcionamento dos principais órgãos. Para se verificar uma maior aumento do consumo destas moléculas, são necessárias as hormonas lipolíticas, isto é, as catecolaminas (adrenalina e noradrenalina), a tiroxina e a hormona de crescimento (McArdle et al., 1996).

Relativamente aos esforços físicos, as principais fontes de lípidos são os ácidos gordos da corrente sanguínea e do tecido adiposo, e os tricilgliceróis intramusculares. Não obstante, tanto o glicerol, como os ácidos gordos contribuem para a formação de ATP: o glicerol, mediante o processo de glicólise e o Ciclo de Krebs; os ácidos gordos, através da β -oxidação e também do Ciclo de Krebs.

A metabolização dos ácidos gordos ocorre através de uma série de reacções, em que se removem dois átomos de carbono da extremidade da cadeia dos ácidos gordos, formando a Acetil CoA que entrará no Ciclo de Krebs, produzindo posteriormente moléculas de ATP. Com o desenvolvimento destas reacções, cada triglicerídeo produz 438 moléculas de ATP, tornando-se assim os lípidos os macronutrientes com maior capacidade de produção de ATP (Vander et al., 1994).

2.3. Metabolismo das Proteínas

A principal função desempenhada pelas proteínas como substrato energético verifica-se durante o exercício físico. Os aminoácidos, principalmente os da cadeia ramificada, leucina, isoleucina e valina, terão de ser transformados numa forma que consiga interagir mais facilmente nas vias para a libertação de energia. Para se verificar esta modificação, verifica-se a remoção do nitrogénio da molécula de aminoácido (McArdle et al., 1996).

Apesar do principal lugar para se desenrolar esta reacção ser o fígado, o músculo esquelético também possui enzimas para desenvolver a remoção do nitrogénio de um aminoácido e transferi-lo para outro composto, sendo este processo designado por transaminação.

3. Mecanismos da Fadiga

Vários estudos já foram desenvolvidos com base no entendimento dos mecanismos de fadiga. Estes estudos têm aumentado e aprofundado o entendimento sobre este tema, principalmente em relação à importância e envolvimento directo do ácido láctico neste mecanismos. Na actualidade sabe-se que o lactato é bastante importante no metabolismo energético, como foi referido no ponto 1, verificando-se assim um aumento nos conhecimentos, visto durante anos o ácido láctico ser considerado um mero produto residual da glicólise, sendo assim responsável directo de uma grande variedade de prejuízos para os desportistas, como por exemplo a fadiga muscular.

A fadiga é normalmente considerada uma característica negativa do sistema neuromuscular. Vários estudos comprovam o contrário, entre os quais podemos salientar Sargeant (1994), que refere que a fadiga deveria ser considerada como um agente regulador e protector, evitando crises metabólicas e protegendo as fibras musculares. A fadiga pode ainda ser vista como uma forma de plasticidade aguda ou de curto termo, modificando as propriedades contrácteis de modo a melhorar a economia e eficiência das contracções musculares.

Transpondo agora estes conhecimentos para a realidade desportiva, entende-se por estado de fadiga como a diminuição momentânea da capacidade de manter ou desenvolver potência ou força esperada (Gastin, 2001). Outras definições podem ser encontradas, como por exemplo as de Barbany (1990, citado por Fernández-Castanys & Fernández, 2003), que descreve a fadiga como “um estado funcional com uma função protectora, transitória e reversível que expressa uma resposta homeostática através da qual se impõem de forma incontornável a necessidade de cessar ou diminuir a magnitude do esforço ou potência do trabalho a realizar”.

Como é facilmente perceptível, é bastante importante definir os factores que despoletam o aparecimento e progressão da fadiga no organismo. Entre outros, a intensidade de contracção, a velocidade do movimento, a massa muscular envolvida, a medida de comprimento do músculo a que o exercício é realizado e as características temporais de contracção e relaxamento podem ser entendidas como principais factores. Para além destas características directamente relacionadas com o exercício realizado, podemos definir outras variáveis influentes no aparecimento da fadiga muscular, como a idade, o sexo, o estado de saúde, a composição corporal, composição corporal,

características genéticas relativas à estrutura, organização e composição do sistema nervoso e muscular (Green, 1995).

Os mecanismos centrais e periféricos têm sido referenciados como sendo a proveniência da fadiga muscular. Powers & Howley (1997) apoiam este pensamento, afirmando que o Sistema Nervoso Central poderá estar implícito na fadiga se houver uma restrição do número de unidades motoras funcionais na actividade ou uma diminuição da frequência de recrutamento das unidades motoras. Outros estudos indicam que alterações na periferia são o principal factor limitador do desenvolvimento da actividade física e no aparecimento da fadiga muscular.

Recentemente, um estudo demonstrou que a estimulação eléctrica de um músculo fatigado por contracções voluntárias, resultou num aumento do desenvolvimento da tensão. Estes estudos sugeriram que o limite superior da força voluntária é “psicologicamente” determinado, dado que determinados factores motivacionais ou activadores são necessários para alcançar o limite fisiológico (Ikai & Yabe, 1969 citado por Powers & Howley, 1997).

Assim, a fadiga periférica e central podem aparecer separadas ou combinadas, de acordo com o exercício em causa. A fadiga central pode ter origem psíquica ou neurológica, enquanto que a fadiga periférica pode resultar da activação muscular por meio da actividade física.

4. Métodos de Determinação do Metabolismo Aeróbio

Através da avaliação dos diferentes metabolismos energéticos, podemos quantificar a capacidade e potência das Vias Aeróbias e Anaeróbias. Relativamente às vias aeróbias, esta quantificação é realizada através do $VO_2\text{máx}$, expressando desta forma a potência aeróbia e reflectindo assim a capacidade máxima de ressíntese aeróbia de ATP. Como foi referido no ponto 1.2.2., o limiar anaeróbio representa a capacidade aeróbia, reflectindo assim a capacidade de manter uma determinada intensidade de exercício durante um período prolongado de tempo com baixa concentração de lactato sanguíneo (McArdle et al., 1996 citado por Gomes, 2002). A capacidade Aeróbia reporta-se à zona de transição entre o exercício predominantemente aeróbio e o início de uma importante participação do metabolismo anaeróbio.

4.1. Consumo de Oxigénio e $VO_2\text{máx}$

Quando nos referimos ao consumo de oxigénio, estamos a referenciar todos os processos envolvidos nas trocas gasosas realizadas com o exterior. O desempenho do organismo nestas trocas está relacionado com a interacção de dois sistemas: o sistema cardio-vascular e o sistema cardio-respiratório.

O consumo máximo de oxigénio ($VO_2\text{máx}$) tem sido utilizado como meio para caracterizar a aptidão do indivíduo para a realização de esforços predominantemente aeróbios. Sendo assim, os desportistas que no desenrolar das suas modalidades, necessitam de realizar esforços prolongados durante mais de dois minutos, têm um $VO_2\text{máx}$ superior em relação aos que realizam actividades de duração mais breve ou intermitente (MacDougall et al., 1995).

Na escalada em geral, e na escalada desportiva em particular, encontramos conclusões divergentes em relação à importância do $VO_2\text{máx}$ no desempenho dos atletas. Estas discrepâncias podem ser justificadas pelas grandes variações temporais de realização das diferentes vias, pelas várias sequências de movimentos realizados e pela grande importância que a técnica tem no desempenho dos escaladores. Outra justificação para estas divergências pode ser a grande dificuldade encontrada no desenvolvimento de protocolos de caracterização das respostas fisiológicas dos escaladores (Sheel, 2003).

Quadro II-2: Variação dos testes utilizados e dos resultados atingidos na caracterização do VO₂máx de escaladores. (Adaptado de Watts, 2004)

Referências	Forma de Aplicação	VO ₂ máx (ml/Kg/min)
Billat et al. 1995	Corrida	54.8 (5.0)
Billat et al. 1995	Acção de puxar (braços)	22.3 (2.6)
Wilkins et al. 1996	Corrida	55.2 (3.6)
Watts & Drobish 1998	Corrida	50.5 (7.0)
Booth et al. 1999	Escalada Rápida Treadwall	43.8 (2.2)

4.1.1. Determinação do VO₂máx

Os protocolos para a determinação do VO₂máx devem estar o mais possível de acordo com o tipo de movimentos realizados nas diferentes modalidades. Para além destas adaptações, os protocolos devem ter a duração suficiente para permitir a obtenção máxima da resposta cárdio-respiratório (empenhamento máximo dos atletas).

Os critérios normalmente utilizados para a garantia da obtenção do VO₂máx são:

- QR superior a 1;
- Obtenção da frequência cardíaca máxima determinada para a idade (220 – idade);
- Exaustão;
- Valor de consumo a partir do qual o aumento da intensidade de esforço provoca uma estabilização ou mesmo uma ligeira queda de VO₂;
- Lactatémia superior a 8 mmol/l.

4.1.2. Aplicação de testes

Os testes desenvolvidos para a caracterização dos metabolismos energéticos podem ser caracterizados com base no local da sua realização (testes de laboratório, testes de campo e testes mistos), na sua intensidade (máximos e Submáximos), na sua continuidade (contínuos e descontínuos) e na forma recolha de dados (directa e indirecta) (McArdle et al., 1996).

Com base no **local da realização** dos diferentes teste:

- Os testes de laboratório são efectuados num ambiente controlado, com protocolos e equipamentos que poderão ou não simular a modalidade testada. Estes testes têm como vantagens a medição precisa e objectiva dos sistemas energéticos, a standardização dos procedimentos e o controlo rigoroso das variáveis externas, tendo como desvantagens a dificuldade de acesso ao equipamento necessário. Este equipamento pode ou não ser específico para cada modalidade.

- Os testes de campo são aqueles, cujas medições são efectuadas no campo de jogo, piscinas, parede de escalada ou outras instalações necessárias, sendo conduzidos durante a actividade do atleta numa simulação ou situação real de competição. Estes testes têm a vantagem da simples aplicação, sendo muito variados. Têm a desvantagem de serem influenciados por inúmeras variáveis externas, não indicando com exactidão as capacidades energéticas, pois não podem avaliar correctamente a especificidade dos sistemas energéticos.

- Os testes mistos são os que utilizam equipamentos de elevado rigor científico, sendo realizados em diferentes instalações.

Com base na **intensidade** dos diferentes testes:

- Os testes máximos são os testes que oferecem resultados mais precisos, levando os atletas até à exaustão durante a realização do teste;

- Os testes submáximos são os que se baseiam na relação entre a frequência cardíaca e o consumo de oxigénio para intensidades submáximas, estimando por extrapolação o $VO_{2m\acute{a}x}$.

Com base na **continuidade** dos diferentes testes:

- Os testes contínuos são os que não têm interrupções durante a sua realização. Estes testes têm a vantagem de ser menos demorados;

- Os testes descontínuos são os que permitem a recolha de lactato durante a realização do teste. Estes testes permitem a obtenção de valores de consumo de oxigénio superiores.

Com base na forma de **recolha de dados** dos diferentes testes:

- Os métodos indirectos não necessitam de material dispendioso ou pessoal especializado, tendo a vantagem de grande facilidade de aplicação a grupos numerosos.
- Os métodos directos permitem a análise das trocas gasosas efectuadas pelos atletas, tendo assim maior fiabilidade. Estes testes necessitam de material e pessoal especializado.

4.2. Ventilação Pulmonar

Como se verificou com o quociente respiratório, com o exercício físico ocorre um aumento da ventilação (VE). Este aumento inicial é influenciado pela alteração dos mecanismos do corpo, sendo progressivamente influenciado pelo aumento da presença de CO₂ e H⁺ na corrente sanguínea.

A determinação do limiar anaeróbio pode ser realizada através dos coeficientes VE/VO₂ e VE/VCO₂. Estes coeficientes mantêm-se constantes até determinada intensidade, a partir da qual se verifica uma desproporcionalidade no consumo de O₂ relativamente ao VE. Isto ocorre, porque a partir de determinada intensidade (variável de sujeito para sujeito e de exercício para exercício) ocorre o aumento do VCO₂ resultante do tamponamento do ácido láctico pelo bicarbonato de sódio, como foi referido no ponto anterior.

5. Natureza da Modalidade

5.1. História

Quando nos referimos à escalada, estamo-nos a referir intrinsecamente ao Alpinismo, visto ter sido esta a sua origem. Pela ambição dos alpinistas em alcançar os picos mais altos, verificou-se a necessidade de atravessar situações rochosas de grande dificuldade técnica, as quais necessitavam de técnicas especializadas para se verificar o constante avanço dos alpinistas.

Assim, o início da cronologia do alpinismo pode atribuída ao concurso organizado pelo naturalista suíço Horace-Bénédict Saussure. Este concurso baseou-se na realização de uma competição, nos finais do século XVIII, que tinha como objectivo escalar o pico mais alto da Europa Ocidental, o “Mont Blanc”. Esta competição foi vencida pelos franceses Jacques Balmat e Michel Gabriel Paccard, que subiram os 4.808 metros a 8 de Agosto de 1786, oficializando assim a origem do alpinismo.

Após a ascensão de 1786, verificou-se um grande entusiasmo por esta modalidade, principalmente pelos ingleses, constantando-se a ascensão dos principais picos. A 29 de Maio de 1953, foi culminado o ponto mais alto do mundo, o Everest, na cordilheira dos Himalaias, com 8.850 metros de altura. Este feito foi alcançado pelo neozelandês Edmund Hillary e pelo nepalês Tensing Norgay.

Com a contínua ascensão dos picos mais altos do planeta, verificou-se o desenvolvimento de novos objectivos da modalidade. Assim, começou a dar-se maior importância às ascensões das montanhas com maior dificuldade, isto é, chegar ao cume pelo percurso mais difícil. Pela necessidade de acompanhar esta evolução e aumentar os índices de segurança, verificou-se um grande desenvolvimento do material utilizado por estes “novos” alpinistas, os escaladores.

As primeiras referências à escalada desportiva indicam Dresden, na Alemanha de Leste e Lake District, em Inglaterra como locais de nascimento da modalidade. De facto, é nestes dois locais, nos finais do século XIX que pela primeira vez alguém se interessa pelo trepar de rochas que não implicassem a ascensão a montanhas elevadas. Equipam-se as primeiras vias (ainda com pitons) e dão-se, igualmente, os primeiros passos naquilo que hoje se designa por “boulder”. É de Dresden que esta nova modalidade passa para os Estados Unidos.

Fontainebleau também teve grande importância na origem e desenvolvimento da escalada. Assim, verificou-se uma divisão da escalada em dois grandes princípios: **a)** o que importava era chegar ao cimo das falésias, independentemente do material utilizado; **b)** escalar todos os blocos ou paredes de escalada sem qualquer meio de auxílio, escalar realizando um “luta” corpo humano rocha.

Fontainebleau foi o berço da escalada em rocha, em 1897. Os defensores deste princípio defendiam que a escalada tinha que ser desenvolvida e praticada sem auxiliares, sendo assim caracterizado com maior rigor as potencialidades de cada atleta. Quanto à prática da escalada em falésias, onde o que era importante era chegar mais alto independentemente das formas utilizadas, é preciso procurar nos ingleses e alemães para se encontrar os primeiros exploradores verticais, por volta dos finais do século XIX.

Apesar do número de defensores e praticantes de cada vertente aumentar significativamente, a escalada só teve uma popularidade e mediatização semelhante ao alpinismo nos anos 70.

Em França, a escalada é a “irmã mais nova do alpinismo”, sendo apenas utilizada como forma de preparação do alpinismo de alta montanha. A realização desportiva e espiritual da escalada rochosa só foi sentida e por uma pequena classe de escaladores, em norma considerados marginais:

- o austríaco Paul Preuss, em 1911, realiza sozinho e sem meios de segurança uma primeira grande via de escalada em rocha (Big Wall).

- o alemão Hans Dulfer, em 1913, que demonstra em 1913, os seus prodigiosos talentos, ao escalar em Solo e em desenvolver e inventar múltiplas técnicas, as quais continuam hoje em dia com o seu nome.

- o italiano Emílio Comici, nos anos 30 enriqueceu a escalada com uma nova dimensão: L’ Esthétisme.

- o francês Pierre Allain, nos blocos de Fontainebleau, antes dos anos 40, criou uma nova vertente da escalada, o Bloco, que perdura até aos nossos tempos com o sucesso conhecido, inventando assim os sapatos de escalada.

- o austríaco, Hermann Buhl, em 1950 desenvolveu um misto realizando um tempo recorde um via denominada “Cassin” no Piz Badile em Itália.

- o americano John Gill, um atleta da ginástica, vai desenvolver a prática de “bloco” a um nível muito elevado, podendo já considerar de competição. Para melhorar a sua performance, transpôs a utilização de magnésio da ginástica para a escalada, permitindo assim uma maior aderência das mãos, através da constante remoção do suor.

Todos estes importantes acontecimentos estão sobretudo ligados a personalidades individuais, sem qualquer ligação espacial entre elas. É preciso atender aos anos 60 para que o fenómeno da escalada ganhe uma verdadeira identidade. Nos Estados Unidos, a escalada livre de alto nível desenvolveu-se de maneira exponencial, sendo Yosemite considerado a Meca da escalada.

A escalada livre para os maiores defensores, interdita também a utilização de meios artificiais na escalada, o que vai desencadear uma polémica discussão entre os que não aceitam e os que aceitam estes pensamentos. Entre eles, Jean Cláudio Droyer desenvolve uma primeira evolução (anos 70), antes que o conceito de livre não seja definitivamente aceite pela comunidade francesa.

Com a mediação de Pratrck Edlinger marcará definitivamente o imaginário colectivo, ficando assim a escalada desportiva completamente enraizada no mundo.

Sequencia dos principais acontecimentos históricos

Finais do Sec. 19: nascimento da escalada desportiva na Alemanha e na Inglaterra.

1910: adaptação do calçado – mais ligeiro e específico, com sola de feltro

1911: primeiro mosquetão

1913: Hans Dulfer escala o grau V

1914: Jacques de Lepiney realiza o quarto grau de Fontainebleau

1917: primeiro 6a alcançado em Dresden

1933: Anos de ouro nos Dolomites

1934: Pierre Allain atinge o grau 5⁺ usando uns sapatos com sola borracha

1948: Pierre Allain inventa os sapatos de escalada com sola lisa

1960: John Gill, EUA, evidencia-se no bloco e trás um novo contributo para a disciplina: a utilização de magnésio

1965: as primeiras “Big Wall” são vencidas em Yosemite, que vai tornar-se num verdadeiro mito

1970: primeiro 7a de sempre, nos EUA

1977: oitavo grau, no EUA, por Pete Cleveland

1980: a escalada livre instala-se em França

1982: emancipação da escalada, graças à mediação de Patrick Edlinger

1984: Wolfgang Gullich, na Alemanha, consegue 8b

1985: um pouco por todo o lado "crescem" os muros da escala

1986: nasce a escalada de competição

1987: Gullich consegue 8c

1988: Antoine Le Menestrel consegue o primeiro 8a à vista

1991: "Acção Directa" é o primeiro 9a – Gullich

1998: emancipação e crescimento da escalada de Bloco

5.2. Caracterização da modalidade

A escalada é caracterizada pela realização de movimentos que permitem a realização de uma ascensão de determinada “parede” (natural ou artificial). Para se realizar esta ascensão podem ser utilizados materiais de auxílio à escalada ou de segurança.

A escalada é uma modalidade onde se verifica uma grande interação das diferentes vias energéticas, pois podem realizar-se movimentos de força explosiva, movimentos onde se verifica alguma continuidade nas repetições e muitas vezes verifica-se a realização de contracções estáticas.

Como vários estudos demonstram, embora existam algumas contradições, para se ter uma performance na escalada é necessário ter um bom desenvolvimento de todas as variáveis treináveis, visto este ser um desporto que necessita das três vias energéticas, variando a importância de cada uma no decorrer de uma mesma via. Esta variação na percentagem de utilização de cada via energética está relacionada com a duração, inclinação e grau de cada via. É importante também referir que as componentes antropométricas (embora exista uma uniformização da constituição morfológica dos escaladores) não têm uma importância significativa na performance dos atletas (Mermier, et al. 2000).

5.2.1. Caracterização Física e Fisiológica da Modalidade

Metodologias utilizadas

Como foi referenciado anteriormente, as variáveis treináveis são consideradas como as mais importantes no desenvolvimento das performances dos atletas, sendo as metodologias utilizadas para a sua caracterização fonte de discórdia entre os vários autores. Assim, e com a grande variedade de indicadores fisiológicos disponíveis para o desenvolvimento destas, podemos encontrar diferentes metodologias de análise da performance.

5.2.1.1. Frequência Cardíaca e performance na escalada

Devido à sua fácil aplicação e pela grande quantidade e qualidade de informação fornecida, a frequência cardíaca tem sido frequentemente utilizada na escalada como indicador fisiológico da performance. Janot et al. (2000) comparou a frequência cardíaca de escaladores de diferentes níveis durante a realização de duas vias de escalada indoor com diferentes níveis de dificuldade.

O procedimento de recolha de dados passou pela utilização de um monitor de frequência cardíaca Polar Advantage XL HR (Polar Electro Inc., Finland) em três principais momentos: antes de começarem a prova, durante a prova até 10 minutos depois de concluírem a prova de escalada. Segundo este autor, para que o empenho motor e as prestações desportivas melhorassem em todos os escaladores, todos os sujeitos devem ter um grande conhecimento prévio das vias a realizar.

Janot et al. (2000) verificaram que existem diferenças estatisticamente significativas na frequência cardíaca entre grupos de escaladores de níveis diferentes. Concluíam assim que estas diferenças se verificam nos três intervalos de tempo (antes, durante e depois da escalada) podem ser justificadas pela técnica de escalada, pela pressão, pela ansiedade e pelo conhecimento das vias a realizar.

Com o objectivo de identificar e caracterizar o custo energético nas performances dos escaladores de elite, Booth et al. (1998) realizaram uma investigação com sete atletas. Para tal aplicaram dois testes máximos de escalada em duas paredes diferentes (indoor e outdoor) através de um incremento de velocidade. Estes autores constataram que a prática de escalada em paredes naturais (outdoor) aumenta

consideravelmente a resposta fisiológico dos diferentes escaladores para semelhantes esforços em paredes indoor. Constataram também a existência de um desenvolvimento não-linear do $\dot{V}O_2$ max e da frequência cardíaca, caracterizando-a pela constante realização de movimentos estáticos e pela constante posição superior dos membros superiores.

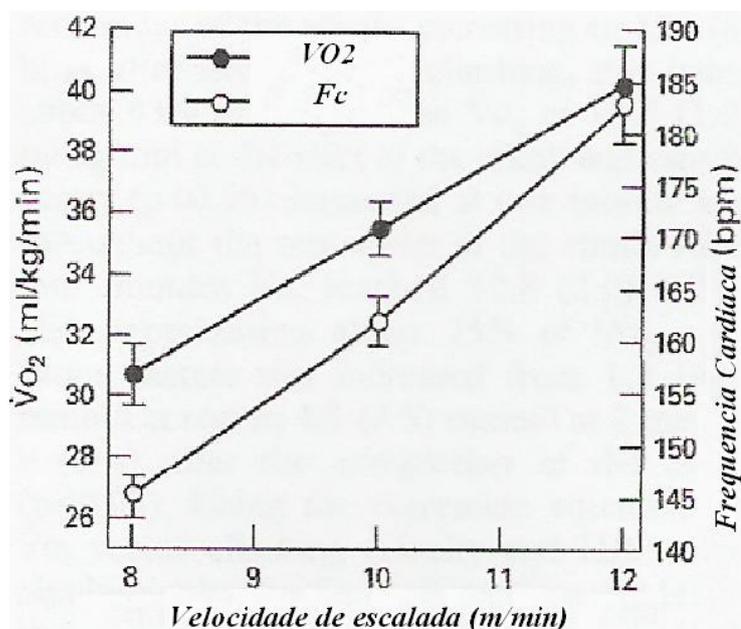


Gráfico II-1: Desenvolvimento não linear da frequência cardíaca e do $\dot{V}O_2$ através do incremento da velocidade de escalada. Velocidade de escalada em metros por minuto, frequência cardíaca em batimentos por minuto e $\dot{V}O_2$ em mililitros/quilograma/minuto.

As variações referidas anteriormente da frequência cardíaca no decorrer de uma prova de esforço de escalada foram tema de estudo de vários autores. Entre eles podemos destacar Mermier et al. (1997). Estes autores demonstraram que o desenvolvimento não-linear referido anteriormente, tinha como principais causas a influencia que o factor psicológico tem numa modalidade com as características da escalada, como sendo também resultado da posição superior nos membros superiores e pela constante realização de movimentos de contracção estática, que fazem aumentar a pressão sanguínea e consequentemente a frequência cardíaca.

Billat et al. (1995), nos estudos desenvolvidos desenvolveu um processo para excluir o factor ansiedade/nervosismo como factor influente na frequência cardíaca dos escaladores em estudo, caracterizando assim apenas a resposta fisiológica. Para tal, todos os sujeitos praticaram 5 horas nas vias onde se iriam realizar os testes uma semana antes

destes, familiarizando-se assim com as vias a realizar. Com a exclusão deste factor, Billat et al. (1995) descreve que os escaladores a 80% do máximo da sua frequência cardíaca numa “tredwall” têm apenas 46% do seu VO₂ max. Estes dados estão de acordo com as observações realizadas por Sheel et al. (2003), que afirma que a frequência cardíaca aumenta com o constante aumento da dificuldade da via, concluindo que os escaladores a 89% e 66% da sua frequência cardíaca máxima, representam apenas 67% e 45% do seu VO₂max a escalar uma via difícil e uma fácil, respectivamente.

5.2.1.2. Contribuição da Via Glicolítica para a modalidade

A concentração de lactato no sangue, resultante da utilização da via glicolítica, é um factor de importância extrema em praticamente todas as modalidades, principalmente em modalidades com as características da escalada, onde se verificam algumas disposições corporais (elevação dos membros superiores e movimentos estáticos) que facilitam o desenvolvimento desta variável.

Segundo Watts (2004), a acumulação de lactato aumenta durante a escalada, mas não a níveis observados durante a realização de provas máximas de “treadmill” ou ciclismo. Os valores relativamente pequenos observados durante a escalada estão relacionadas com a pequena actividade muscular envolvida, em comparação com modalidades como pedalar ou correr. Embora em pequenas quantidades, esta acumulação de lactato influencia radicalmente a força de prensar dos escaladores, influenciando assim as performances desportivas.

Quadro II-3: Concentrações de lactato observado em diferentes situações de escalada (média ± desvio padrão), adaptado de Watts 2004.

Referência bibliográfica	Condição de aplicação	Concentração de lactato (mmol/l)
Billat et al. 1995	3 minutos após escalar 7b	5,8 (1,0)
Watts et al. 1996	1 minuto após escalar até cair 7b	6,1 (1,4)
Mermier et al. 1997	1-2 minutos após uma via indoor 7a	3,2 (0,9)
Watts & Drobish 1998	1 minuto após escalar a 102 grau	5,9 (1,2)
Booth et al. 1999	Após via outdoor, 6b	4,5 (0,5)
Watts et al. 2000	1 minuto após via indoor, 7b	6,8 (1,9)

Sheel (2003) afirma que os valores obtidos por vários escaladores logo após a realização de uma via de escalada variam entre 2,4 e 6,1 mmol/l. Este relativo intervalo de tempo deve-se, segundo este autor, à grande variedade existente na própria escalada nos testes desenvolvido: diferentes tipos de terreno, escalada desportiva Vs “treadmill”, tamanho de presas, vias desenvolvidas, inclinação e continuidade das vias e os diferentes níveis técnicos dos escaladores.

Para além de encontrarmos variações na concentração de lactato após a realização de uma via de escalada, podemos encontrar variações relativas a concentrações antes de se iniciar uma prova de escalada. Mermier et al. (citado por Sheel, 2003), realizou um estudo com o objectivo de avaliar a concentração de lactato antes da realização de uma via fácil, média e difícil (IV grau, 6c e 8a respectivamente), obtendo os valores 1,64; 2,40 e 3,20 mmol/l. Vários outros estudos foram realizados comprovando os resultados descritos anteriormente.

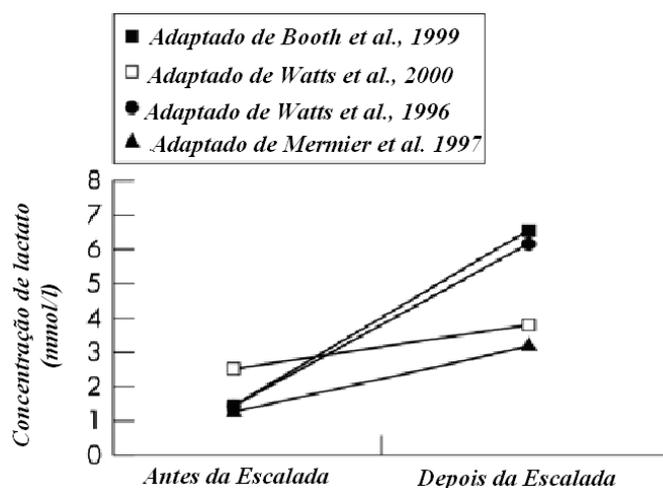


Gráfico II-2: Concentração de lactato antes e depois da realização de uma via de escalada (adaptado de Sheel, 2003).

Uma variável que se pensa influenciar significativamente a concentração de lactato durante a realização de uma via de escalada é a realização de contracções estáticas. Estas contracções são mais frequentes quando se realiza uma via sem se ter a corda em “Top Rope”, visto ser necessário para a contínua sequencia de movimentos

estáticos para realizar as protecções intermédias. Contudo, até agora ainda não foram realizados testes conclusivos acerca destas especulações.

Como já foi percebido, embora em pequenas concentrações, o lactato influencia a performance dos escaladores. Como tal, a tolerância ao lactato acumulado é bastante importante, visto esta concentração manter-se em níveis elevados durante aproximadamente 20 minutos (Sheel, 2003). Assim, passamos para outro tema que tem sido pouco desenvolvido, a recuperação dos atletas. É sabido que a recuperação activa permite um acelerar do restabelecimento fisiológico relativamente à recuperação passiva. A escalada não é excepção, verificando-se isso através dos trabalhos realizados por Watts et al. (1999).

5.2.1.3. Influencia do Consumo de Oxigénio na Escalada

A avaliação do consumo de oxigénio tem sido um dos temas que mais discórdia tem criado entre os diferentes investigadores. Esta discórdia deve-se aos protocolos usados para a sua determinação, ao controlo do maior número de variáveis e à importância que o VO_{2max} tem no desempenho dos escaladores.

Mesmo com o evoluir dos analisadores de gases (mais pequenos e mais leves), a utilização destes equipamentos durante a realização de uma via de escalada influencia a performance dos atletas. Mesmo assim, a utilização destes equipamentos permite a recolha de dados muito importantes para a caracterização da modalidade e sua consequente evolução. Assim, ou se têm desenvolvido testes de laboratório de forma a recriar o mais possível os movimentos principais da escalada ou se têm usado protocolos mais semelhantes com outras modalidades.

Como forma de relacionar o custo energético com as performances dos escalões de elite, Booth et al. (1999) procedeu a medição do consumo de oxigénio através do desenvolvimento de um teste incremental num cicloergómetro vertical de escalada (Crestville Holdings, Sydney, Austrália), constituído com presas artificiais. O teste consistia na realização de duas vias de escalada com intervalo de 20 minutos. Em cada parte do teste, verificava-se um incremento na velocidade do cicloergómetro, iniciando nos 8 e 10 metros por minuto (respectivamente) e nunca ultrapassando os 16, de forma a não se verificar uma influencia significativas das capacidades técnicas dos diferentes escaladores. Posteriormente, era pedido aos sujeitos para realizarem uma via em

primeiro de cordada, com 24,4 metros e com protecções intermédias de 2 em 2 metros. Para a análise do VO₂ max foi utilizado um analisador de gases denominado por K4.

Segundo este autor, a avaliação do VO₂max de escaladores através de testes de corrida e ciclismo têm pouca aplicação nesta modalidade, afirmando mesmo que esta avaliação deve ser realizada apenas quando se realiza uma situação real de escalada, embora se verifique uma grande percentagem de desistência através da fadiga localizada.

Vários estudos têm sido realizados com o intuito de determinar o resultado de um incremento da dificuldade de uma via de escalada na resposta fisiológica dos escaladores. Estes estudos concluem que existem um aumento significativo com consumo de oxigénio, defendendo assim a grande importância que o VO₂max tem na performance desportiva dos escaladores.

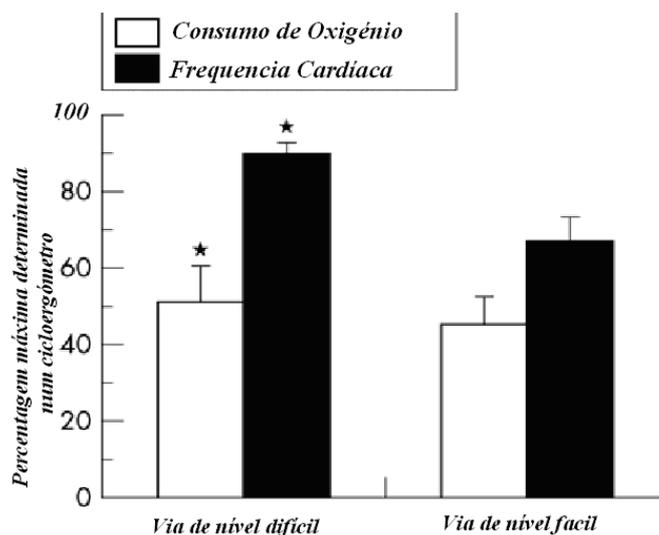


Gráfico II-3: Frequência cardíaca e consumo de oxigénio em vias de diferente dificuldade (adaptado de Sheel, 2003).

Segundo Sheel (2003), a realização de uma via de nível difícil (ate dois níveis abaixo do nível máximo do escalador), verifica-se uma diferença estatisticamente significativa entre o consumo de oxigénio e a frequência cardíaca. Tal situação já não se verifica na realização de uma via fácil (um máximo de três níveis abaixo do nível máximo do escalador), como se pode verificar no Quadro II-3.

Billat et al. (1995), tendo o objectivo de determinar a capacidade aeróbia dos escaladores de competição, utilizou três teste de determinação do VO₂max. O primeiro consistia na realização de duas via de escalada indoor, com diferentes níveis de dificuldade. O segundo teste aplicado, denominado de “Pulling Test”, consistia na realização de um movimento vertical de uma manivela com 2,5 Kg. Este ultimo teste era máximo e contínuo, tendo um incremento de 25 Watts a cada dois minutos. O terceiro teste era desenvolvido numa “treadwall”, com um incremento de 2 Km/h a cada dois minutos passados.

Através da análise estatística dos resultado, este autor verificou que o VO₂max na “treadmill” foi de $54,6 \pm 5,2$ ml/min/Kg, no “Pulling Test” foi de $22,3 \pm 2,6$ ml/min/Kg e na via de escalada foi de $24,9 \pm 1,2$ ml/min/Kg. Este ultimo valor apresentado representa 45,6% do VO₂max determinado na “Treadmill”. Assim, Billat et al. (1995) concluíram que a escalada em rocha não implica mecanismos de oxigenação, considerando a pequena fracção de VO₂ necessária e a pequena duração da via realizada.

5.2.1.4. Estudo e influência dos Índices de força do antebraço na modalidade

A maioria dos estudos usa um dinamómetro manual para determinar os índices de força do prensar dos escaladores. O dinamómetro manual envolve uma contracção isométrica dos flectores dos dedos sobre a zona palmar da mão. Este movimento apenas representa uma ínfima parte das posições normalmente desenvolvidas pelas mãos.

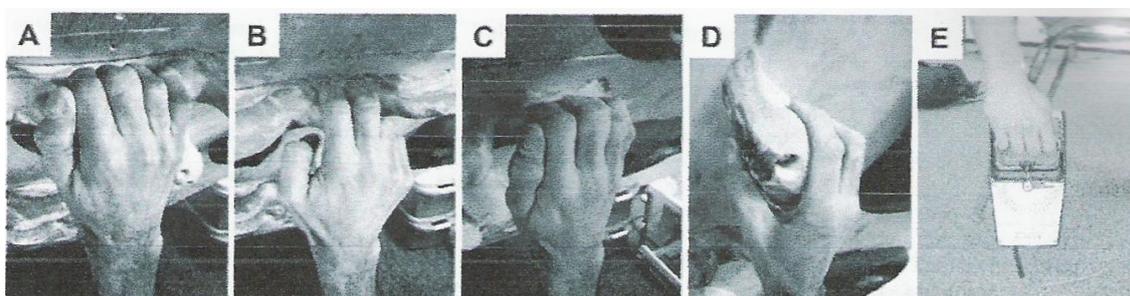


Figura II-3: Diversidade de posições das mãos utilizadas como forma de fixação na escalada (A- Aberta; B- Cavidade para dedos; C- Patamar plano; D- Pinça; E- Dinamómetro). Limitação existente na medição da força do antebraço através da utilização do dinamómetro.

(adaptado de Watts, 2004)

Grant et al., (1996, 2000), referenciado por Watts (2004), tentou qualificar a força da mão e dos dedos em escaladores de uma forma mais específica da modalidade de escalada. Nos seus estudos, a força aplicada pelos flexores era medida em duas posições da mão. Os valores obtidos não diferiram dos valores obtidos pelo dinamómetro manual. Assim, e através da amostra utilizada, pode concluir que existe diferença estatisticamente significativa entre escaladores e não escaladores, não se verificando a mesma situação entre escaladores de níveis diferentes, podendo-se concluir assim a grande importância deste factor para a escalada.

Vários outros estudos foram realizados, tendo em vista o desenvolvimento de um teste mais específico para a modalidade, como por exemplo Schweizer (2001), citado por Watts (2004), que desenvolveu um teste caracterizado por um movimento contínuo (abrir – fechar) da mão, concluindo que a força assim aplicada é superior à desenvolvida pela realização de um movimento estático.

Grant et al., (1996), referenciado por Watts (2004), desenvolveu um estudo com base na lateralidade dos escaladores. Para tal, aplicou o protocolo do dinamómetro manual na mão direita e esquerda de escaladores e não escaladores. Através deste estudo pode concluir que os escaladores têm uma maior simetria nos índices de força dos membros superiores do que os não escaladores.

5.2.2. Perfil Fisiológico/Antropométrico dos Atletas de Escalada de Elite

Mermier et al. (2000) desenvolveram um estudo com o objectivo de identificar a influência que as diferentes variáveis (fisiológicas e antropométricas) tinham nas performances dos escaladores. Estes autores concluíram que as variáveis que podem ser desenvolvidas através do treino têm maior importância do que todas as outras (antropométricas), afirmando mesmo que o pensamento criado acerca das características específicas dos escaladores de elite é errado. Ainda assim, este estudo permite concluir que existe uma linha de características antropométrica e fisiológica dos escaladores de elite, estão assim em acordo com outros investigadores.

Com o intuito de caracterizar antropometricamente os jovens escaladores ($13,5 \pm 3,0$ anos de idade), Watts et al. (2003) realizaram uma caracterização exaustiva das características dos seus atletas. Assim, puderam concluir que os jovens escaladores possuem características antropométricas e fisiológicas semelhantes aos adultos, isto

inclui estatura relativamente pequena, pequena massa corporal, pequenas pregas de gordura subcutânea e grande força de prensar manual.

Quadro II-4: Sumário dos estudos que realizarão a análise da frequência cardíaca e do consumo de oxigênio durante uma prova de escalada em “Top Rope” (citado por Sheel, 2003).

Investigador	Tamanho da Amostra	Nível dos Escaladores	Frequência Cardíaca (bpm)	VO₂ (ml/kg/min)
Sheel et al 2003	9	5.11c	144 (14)	22.7 (3.7)
		5.10c	129 (13)	20.1 (3.3)
Mermier et al 1997	14	5.11+	163 (15)	24.9 (4.9)
		5.9	155 (15)	21.9 (5.3)
		5.6	142 (19)	20.7 (8.1)
Watts et al 2000	15	5. 12b	148 (16)	24.7 (4.3)
Billat et al 1995	4	5.12a	176 (14)	24.9 (1.2)
		5.12a	159 (14)	20.6 (0.9)
Booth et al 1999	7	5.10d	157 (8)	32.8 (2.0)

Quadro II-5: Sumário das características antropométricas dos escalador de elite

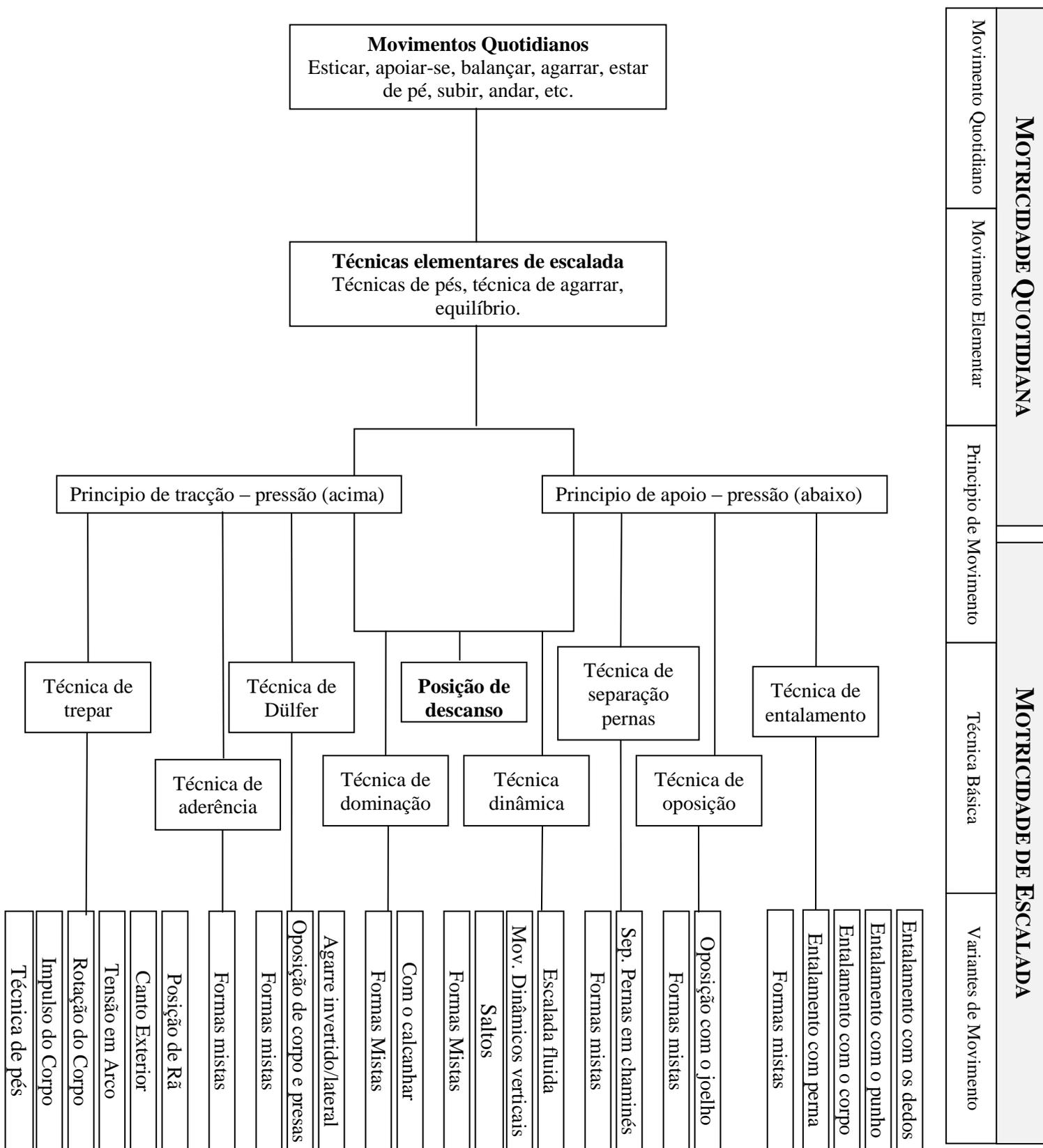
Referencia	Amostra	Nível	Altura (cm)	Massa Corporal (Kg)	Massa Gorda (%)	Gordura Subcutânea (mm)
Watts et al. 1993	21 Sexo M	8b	1,778-0,065	66,6-5,5	4,7-1,3	37,8-6,8
Watts et al. 1993	7 Sexo M	8c	1,793-0,052	62,4-4,5	4,8-2,3	36,3-6,4
Grant et al. 1996	10 Sexo M	6a	1,789-0,085	74,5-9,6	14,0-3,7	
Watts et al. 1996	11 Sexo M	8a	1,756-0,089	65,9-8,6	5,4-1,5	40,8-7,3
Mermier et al 1997	9 Sexo M	7a	1,757-0,056	66,3-6,4	6,8-2,6	
Booth et al. 1999	6 Sexo M	8a	1,757-0,027	62,6-3,3		
Zapf et al. 2001	20 Sexo M	8a	1,771-0,040	65,6-4,9	10,7-1,7	42,5-8,9
Watts et al. 1993	18 Sexo F	7c	1,654-0,040	51,5-5,1	9,6-1,9	36,7-10,5
Watts et al. 1993	6 Sexo F	8a	1,623-0,046	46,8-4,9	14,6-2,3	
Mermier et al 1997	5 Sexo F	7a	1,647-0,056	54,5-3,9	12,2-2,6	

5.2.3. Técnicas de escalada

A técnica de escalada é caracterizada pelo desenvolvimento de movimentos simples (agarrar, puxar, pisar, estender, flexionar, etc.) que se vão complicando com o evoluir das dificuldades encontradas. Estes movimentos podem ser englobados em sequências de movimento de pés, de mãos e de equilíbrio, sendo esta a principal ligação de todas as técnicas de escalada. Dentro de cada uma das sequências apresentadas anteriormente, podemos encontrar uma grande variedade de adaptações necessárias para as diferentes situações. Esta grande diversidade de adaptações realizadas é um dos factores que dificulta o estudo fisiológico dos escaladores. Watts (2004) afirma mesmo ser impossível medir com precisão as variações fisiológicas do antebraço no decorrer de uma escalada, devido à impossibilidade de retratar com exactidão esta diversidade. O método normalmente utilizado para realizar estas medições é através da utilização de um dinamómetro manual, o qual apenas retrata uma ínfima parte dos principais movimentos realizados com os membros superiores.

Nunca esquecendo a grande relação existente entre todas, podemos dividir a técnica de escalada em várias vertentes, organizando-as em dois grandes princípios: o princípio de atracção – pressão e o princípio de apoio – pressão.

Quadro/organigrama II-4: Esquematisação das técnicas de escalada (adaptado de Hepp et al., S.d.).



5.2.4. Tipos de escalada

Como foi referido anteriormente, dentro da modalidade de escalada podemos encontrar várias variações: consoante o tipo de via e a sua constituição, consoante o tipo de segurança desenvolvido e consoante o conhecimento da via.

5.2.4.1. Consoante o tipo de via e respectiva constituição

✓ Escalada Livre

A escalada livre é a base do desporto. É caracterizada pela não utilização de materiais de auxílio na sua progressão, podendo utilizar-se ou não material de segurança.

✓ Escalada Desportiva

É uma escalada sobre rocha ou superfície artificial em que se utilizam protecções fixas intermédias de alta resistência para deter uma possível queda do escalador.

✓ Escalada Artificial

É o tipo de escalada que utiliza meios artificiais para que o escalador se possa elevar, realizar um movimento ou suportar o peso. O Estribo (“pequena escada”) é um dos equipamentos que mais caracteriza este estilo de progressão, pois o escalador necessita de utilizá-lo com frequência nas passagens que excedem o seu nível de escalada em desportiva.

✓ Escalada Clássica

Escalada em vias geralmente com mais de um largo (mais do que o comprimento da corda), sobre um relevo rochoso e sem equipamento permanente ao longo de toda a sua extensão (pernos, “tiges”, Spits, etc.). Os pitons, entaladores, pontes e pontas de rocha são utilizados como pontos intermédios e finais de segurança.

✓ **Escalar em “Big Wall”**

Escalada de grandes vias existentes em colossais monólitos de rocha. Considera-se uma via de gig wall toda aquela que possua 500 ou mais metros de altura.

✓ **Escalada em Bloco (Boulder)**

Escalada em pequenos blocos de rocha. Devido à grande proximidade do solo, 3 a 4 metros, não é necessário utilizar corda nem material de segurança que evite a queda no solo. A escalada de bloco é uma disciplina própria, existindo já um campeonato do mundo da modalidade, sendo actualmente uma das disciplinas de escalada mais em voga.

✓ **Escalada em Gelo**

É uma actividade de progressão em montanha com paredes de rocha, neve ou gelo, empregando técnicas e materiais característicos do alpinismo e da escalada em gelo.

✓ **Escalada Mista**

Escalada que decorre sobre troços de gelo alternados com rocha. É uma prática que exige a aplicação de técnicas, materiais e equipamentos de escalada em gelo/cascatas e a realização de progressões em livre e em artificial com esse material.

5.2.4.2. Formas de Escalar

✓ **Escalada em Solitário**

É uma escalada com segurança autónoma, sem a utilização de companheiro de segurança. A sua prática exige um elevado nível de conhecimento no domínio de técnicas de corda e matérias complementares.

✓ **Escalada em Solo Integral**

É uma escalada realizada sem qualquer material de segurança. Quando realizada na vertical a grande altitude existe o risco de morte do escalador.

✓ **Escalada Ensemble**

É uma escalada em simultâneo de dois ou mais escaladores da cordada. É aplicada quando existe a necessidade de poupar tempo, devendo ser apenas aplicada em terrenos relativamente fáceis. Os elementos estão unidos entre si pela corda de segurança, sendo colocados ou mão pontos de segurança intermédios. Assim, cada escalador leva um troço da corda na mão, sendo a segurança realizada com a corda à volta do corpo.

5.2.4.3. Estilos de Escalada

✓ **À Vista**

Caracteriza-se por se escalar com êxito, em primeiro de cordada e na primeira tentativa, uma via sem nunca se ter visto nenhum outro escalador a realizá-la.

✓ **Flash**

Caracteriza-se por se escalar com êxito, em primeiro de cordada e na primeira tentativa, uma via que vimos alguém a escalar, ou após se ter descido pela mesma em rappel.

✓ **“Red Pont”**

Caracteriza-se por se escalar com êxito, em primeiro de cordada, uma via que fora treinada/ensaiada.

✓ “Top Rope”

Caracteriza-se por se escalar com a corda colocada na reunião, ou seja, sem risco de queda uma vez que a corda estará sempre colocada em ponto de protecção acima do escalador.

5.2.5. Graduação de vias

Na escalada como na maioria dos desportos, o rendimento tem grande importância. Para se conhecer o rendimento é necessário ter uma base de comparação e de medida. Assim, as vias de escalada caracterizam-se segundo uma escala de dificuldade. De forma semelhante à ginástica, na qual se determina a dificuldade de um exercício comparando-o com outro, valorizam-se e comparam-se as diferentes vias na escalada.

O grau de dificuldade de uma via é proposto pelo primeiro que a realiza, que regra geral também lhe dá o nome. Esta classificação trata-se a penas de uma proposta, visto a via ter de ser graduada e confirmada por outros.

Devido às várias vertentes que a escalada teve e à influência que cada país transmitiu à escalada, na actualidade existem várias denominações diferentes para a mesma graduação de via. As mais utilizadas são as escalas de dificuldade dos Estados Unidos, a escala Francesa (utilizada em Portugal, com algumas adaptações) que se aplica a toda a Europa central, a escala australiana assim como a escala alemã (UIAA).

No desenvolvimento do trabalho, sempre que fizermos referencia a uma escala de graduação de vias, utilizaremos um designação da escala francesa.

Quadro II-5: Tabela de comparação das diferentes escalas de classificação
(adaptado de Hepp et al., S.d.).

Escala francesa	Escala alemã	Americana	Australiana
III	3	5.5	
IV	4	5.6	12
	5	5.7	13
V	6-	5.8	14
	6		15
V+	6+	5.9	16
6a	7-	5.10a	17
6a+		5.10b	18
6b	7	5.10c	19
6b+		5.10d	20
6c	7+	5.11a	21
6c+	8-	5.11b	22
7a	8	5.11c	23
7a+		5.11d	24
7b	8+	5.12a	25
7b+	9-	5.12b	26
7c	9	5.12c	27
7c+		5.12d	28
8a	9+	5.13a	29
8a+	10-	5.13b	30
8b	10	5.13c	31
8b+		5.13d	32
8c	10+	5.14a	33
8c+	11-	5.14b	
9a	11	5.14c	

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

1. Caracterização da Amostra

A amostra total utilizada para o desenvolvimento deste estudo foi de 30 sujeitos voluntários do sexo masculino. A partir desta amostra, foram constituídos três grupos distintos de atletas, consoante o seu grau actual de escalada em “Red Point” (situação mais precisa de classificação). Assim, o grupo de controlo (**Grupo A**) foi constituído por 15 não escaladores, alunos da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra com aprovação à disciplina de Escalada, o **Grupo B** foi constituído por 8 escaladores de nível superior a 6a e inferior a 7a sendo o **Grupo C** constituído por 7 escaladores de nível superior ou igual a 7a e inferior a 8a. É importante referir, que neste último grupo apenas um atleta é orientado por um treinador, visto o treino orientado de escaladores ainda não estar muito enraizada em Portugal.

Quadro III-1: Valores médios e desvio padrão (média \pm desvio padrão) da idade, anos de prática, sessões semanais e duração de cada sessão.

	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Idade	20,93 \pm 0,96	25,88 \pm 5,57	27 \pm 3,21
Anos de Prática	0,63 \pm 0,35	5,5 \pm 4,38	8,86 \pm 3,67
Sessões semanais	-	2,75 \pm 1,17	3,57 \pm 1,27
Minutos por sessão	-	131,25 \pm 27,48	141,43 \pm 51,13

2. Protocolo de Testes

Para a recolha de dados, todos os atletas tiveram de se deslocar duas vezes às instalações do Estádio Universitário de Coimbra. Os testes de campo, por não existir a possibilidade de controlar a temperatura ambiente, foram realizados a uma temperatura nunca inferior a 27 °C e nunca superior a 31 °C. Os testes de laboratório foram realizados a uma temperatura de 22° C. A recolha de dados foi realizada entre o dia 10 de Abril de 2006 e 12 de Junho de 2006.

Sendo assim, na primeira deslocação foram inicialmente recolhidos dados antropométricos relativos às pregas de gordura subcutânea (Subescapular, tricipital, bicipital, peitoral, midaxilar, suprailíaca, abdominal, suprapatelar, crural e geminal) e circunferências (torácica, abdominal, subglúteo, braquial, braquial máximo, pulso, coxa, perna e tornozelo), seguido da realização do teste de campo, através da utilização de uma parede de escalada (indoor).

Na segunda deslocação, foram recolhidos dados antropométricos relativos ao peso, altura em pé, altura sentado, envergadura, comprimentos (do braço, do antebraço, da mão, da coxa e da perna) e diâmetros (bicôndilo-umeral, biacromial, tóraco-transversal, bicristal, bicôndilo-femural, tóraco-sagital, pulso e tornozelo) sendo de seguida realizado o teste de laboratório com a utilização de um cicloergómetro manual (adaptado). De forma a complementar os dados recolhidos, em ambos os testes foi determinada a força de prensar dos atletas, através da dinamometria manual.

2.1. Dinamometria Manual

2.1.1. Equipamento

Dinamómetro manual Lafayette.

2.1.2. Calibração do material

O dinamómetro utilizado possui uma regulação na sua pega, permitindo assim uma adaptação mais correcta e cómoda aos diferentes atletas.

2.1.3. Aquecimento

Para realização deste teste não foi realizado nenhum aquecimento específico, visto estar inserido no desenrolar de outros protocolos de teste. Assim, no teste de campo era realizado logo após o aquecimento específico para o teste em causa e no final de cada repetição de via de escalada realizada. No teste de laboratório, o protocolo do dinamómetro era desenvolvido logo após o aquecimento específico e no final do teste de laboratório.

2.1.4. Realização do teste propriamente dito

O sujeito com o dinamómetro na mão mais forte (direita visto serem todos destros) encontra-se na posição antropométrica, definida por Fragoso & Vieira (2000). Não foi aplicado o teste em ambas as mãos, pois segundo Watts (2004) não se verificam diferenças significativas. Ao sinal do observador o sujeito, realiza uma contracção máxima dos flexores dos dedos durante 3 segundos. Enquanto o sujeito realiza o teste, não poderá mover-se ou realizar outro movimento que não seja o de contracção dos músculos pretendidos.

2.2. Teste de Campo

De forma a reduzir o número de variáveis, optamos por um teste de escalada com corda colocada em “Top Rope”, tal como utilizou Sheel (2003), evitando assim as contracções estáticas necessárias para colocar a corda nas diferentes protecções intermédias. É importante controlar esta variável, pois segundo Watts (2004), as contracções estáticas têm uma grande influência no desempenho desportivo dos escaladores, visto que para a colocação da corda na mesma protecção intermédia verificam-se variações físicas e temporais nos diferentes escaladores. Optou-se por este tipo de escalada, também numa tentativa de uniformizar o esforço dos diferentes escaladores, permitindo assim realizar uma pausa de apenas 10 segundos entre cada via a escalar.

O objectivo deste teste era a realização de uma via de escalada desportiva pré-determinada cinco vezes consecutivas. Esta realização deveria ser efectuada o mais rápido possível, utilizando apenas as presas existentes ao longo da respectiva via.

Pelo não poderem experimentar nem ver nenhum escalador a realizar a via proposta, a primeira subida foi realizada “à vista”.

2.2.1. Equipamento



Figura III-1: Parede artificial utilizada para a realização dos testes de campo



Figura III-2: Material utilizado: 1- Corda
2- arnês, 3- bolsa de magnésio,
4- magnésio; 5- mosquetão, 6-oito

Para a realização deste teste foi utilizada uma parede de escalada com 7,65 metros de altura e 90° de inclinação, dividida para a realização de duas vias de diferentes graus de dificuldade. Uma via de V grau, constituída por 16 saliências e 23 presas de escalada de diferentes modelos e outra via com grau de dificuldade 6a, constituída por 11 saliências e 15 presas de escalada de diferentes modelos. A diversidade de presas utilizadas permitiu a realização de uma grande diversidade de movimentos de pensar, importantes para uma caracterização mais correcta do esforço na escalada (Watts, 2004). Ambas as vias tinham um grau de dificuldade crescente do início para o fim, permitindo assim uma constante adaptação de esforço à escalada desenvolvida (Mermier et al., 2000).

Para além do material descrito anteriormente, foi utilizado material para otimizar o desempenho dos escaladores e material necessário para garantir a segurança dos escaladores. O material de “auxílio” dos escaladores baseia-se na utilização obrigatória de uma bolsa de magnésio de tamanho médio da marca Camp com o

respectivo magnésio, e de “pés de gato” do respectivo atleta (Watts, 2004; Sheel, 2003). O material de segurança utilizado foi constituído por um arnês da marca Petzl (modelo Corax) para o escalador e outro da marca Fixe (modelo Canones) para o atleta que realizava segurança, um oito da Petzl (tamanho pequeno), um mosquetão da marca Petzl (modelo Attache lock) e uma corda dinâmica de 60 metros, com diâmetro de 10.5 mm da marca “boreal”. Foi utilizado ainda um monitor de frequência cardíaca, um dinamómetro manual e todo o material necessário para realizar a recolha de lactato.

2.2.2. Calibração do material

Antes do início da prova, foi realizado o ajustamento dos dois arneses utilizados, verificando-se a correcta realização do nó de fixação (nó de oito) e o correcto ajuste da bolsa de magnésio, sendo tomadas todas as medidas de segurança necessárias.

2.2.3. Aquecimento

O aquecimento consistiu na realização de uma corrida lenta de 3 minutos, mantendo uma frequência cardíaca de 140 batimentos por minutos, seguido da realização de alongamento dos principais músculos (trapésio, deltóide, tricípede, extensor comum dos dedos e pulso, grande peitoral, vasto interno e costureiro), mantendo 10 segundos cada alongamento.

2.2.4. Realização do teste propriamente dito

De início eram realizadas as recolhas antropométricas referenciadas no posto 2, realizando depois a explicação do teste a realizar. De seguida era desenvolvido o protocolo de aquecimento, sendo depois pedido aos atletas para se equiparem (arnês, “pés de gato” e bolsa de magnésio) realizando os respectivos ajustes.

O teste propriamente dito inicia-se com o prensar do dinamómetro manual, avisando os atletas um minuto antes de iniciarem a escalada, activando o monitor de frequência cardíaca. Ao sinal do observador, era iniciado o teste, realizando este a via

proposta o mais rápido possível. Durante a realização do teste não eram dadas indicações técnicas, apenas era transmitido incentivo para o desenvolvimento do teste. Com o culminar da via (alcançar com as duas mãos na última presa), o atleta era rapidamente descido, prensando depois o dinamómetro e iniciando novamente a via ao sinal do observador. Este procedimento era realizado cinco vezes ao todo, existindo entre cada via uma pausa de 10 segundos. Com o culminar da quinta subida e respectivo prensar do dinamómetro, seguia-se o protocolo de recolha de lactato. Esta recolha realizar-se-ia imediatamente após o culminar da prova, visto se verificar nesta altura a maior concentração de lactato (watts et al, 1996,2000).

2.3. Teste de Laboratório

O teste de laboratório desenvolvido procurou, através da realização de um movimento cíclico, representar o mais possível o movimento realizado na escalada. Como a grande referência fisiológica dos escaladores é o desenvolvimento dos membros superiores em termos de força e resistência (Watts, 2004), este teste baseia-se na realização de um movimento cíclico de uma manivela através da tracção manual. Para tal, o teste desenvolvido foi contínuo, devido às grandes cargas presentes e a consequente dificuldade em iniciar o movimento sob carga; foi máximo devido à condição física dos sujeitos e à sua maior precisão; e sendo utilizado para a recolha de dados um método directo, devido à possibilidade de utilizar o material necessário e por se verificar uma maior fiabilidade em relação aos testes indirectos.

Segundo Volianitis & Secher (2002), num estudo comparando o desempenho fisiológico através da comparação de um exercício cíclico de braços e pernas com apenas braços, o movimento cíclico realizado apenas pelos membros superiores diminui cerca de 20% a circulação sanguínea. É importante referir que este teste foi realizado com o sujeito sentado, impedindo assim qualquer movimento de auxílio de tronco ou membros inferiores.

McArdle et al., (1996), analisando o consumo de oxigénio de um movimento cíclico de membros superiores e inferiores, verificou que o consumo de oxigénio é superior no movimento de membros superiores. Para a realização deste teste, os sujeitos estavam sentados (semelhante ao estudo de Volianitis & Secher, 2002), o que limitou a realização de movimentos.

Através da realização de pré-testes pudemos constatar que, possibilitando uma maior liberdade de movimentos (realizar o teste em pé), seriam atingidos patamares de esforço superior, dinamizando assim um maior envolvimento fisiológico dos sujeitos. Outro factor que foi possível reduzir com esta adaptação de protocolo, foi a existência de fadiga localizada (braço, antebraço e pulso), devido às grandes cargas alcançadas pelos atletas.

2.3.1. Equipamento



Para o desenvolvimento e aplicação deste protocolo, foi utilizado um ergómetro de braços (marca Monark e modelo Ergomedic 891E) com uma adaptação de altura. Assim, foi ampliada a base de apoio do ergómetro, possibilitando uma adaptação mais correcta à altura dos atletas (em pé). Para uma perfeita estabilização entre ergómetro e atleta, foi integrada no apoio uma base de sustentação dos sujeitos, evitando assim a ocorrência de movimentos parasitas (oscilação vertical e/ou horizontal) prejudiciais ao desempenho dos atletas.

Foi utilizado ainda um monitor de frequência cardíaca, um dinamómetro manual e todo o material necessário para realizar a recolha de lactato e para a avaliação do consumo de oxigénio. **Figura III-3:** Ergómetro com base ampliada.

2.3.2. Calibração do material

Para o desenvolvimento mais correcto da força, através de uma controlada variedade de movimento, foram estabelecidas regras a respeitar durante a realização da prova de esforço. Assim era pedido aos atletas para colocarem as mãos nas manivelas, com extensão horizontal, calibrando a altura do ergómetro (eixo de rotação à altura acromial) e a distância relativa da posição do corpo relativa ao cicloergómetro (distância

do membro superior mais distal em extensão). O posicionamento do corpo era demarcado através da colocação dos pés na base de sustentação.

O ajustamento do dinamómetro era realizado através da colocação da distância da pega à distância utilizada no teste de campo, de forma a controlar mais correctamente a aplicação da força.

De seguida, procedia-se a calibração da máscara para a correcta análise do consumo de oxigénio. Para tal, era seleccionado o tamanho da máscara e ajustada a tensão dos elásticos adaptativos de suporte.

2.3.3. Aquecimento

O aquecimento consistiu na realização de uma corrida lenta de 3 minutos no tapete rolante (HP Cosmos), mantendo uma frequência cardíaca de 140 batimentos por minutos, seguido da realização de alongamento dos principais músculos dos membros superiores e tronco necessários para a realização da actividade (trapézio, deltóide, tricípide, extensor comum dos dedos e pulso, grande peitoral, vasto interno e costureiro), mantendo 10 segundos cada alongamento.

2.3.4. Realização do teste propriamente dito

Após a realização do aquecimento, era pedido aos atletas que realizassem o protocolo do dinamómetro manual. Com as calibrações referidas anteriormente efectuadas, era explicado aos atletas a necessidade de manter a posição relativa do corpo, a aplicação das diferentes cargas, o intervalo de rotações a manter e as formas de aplicação de força (para trás e para a cima / para a frente e para baixo e ainda a possibilidade de rotação de ombros), possibilitando assim algum controlo dentro da liberdade de movimentos a realizar.

De seguida era realizada uma contagem decrescente de “3, 2, 1, vai”, dando assim início ao teste, tendo os sujeitos de manter uma velocidade constante de 80 rotações por minuto (aceitável no intervalo de 77 – 83 rotações por minuto).

O peso do cesto para a colocação da carga é de 0,2 kg, sendo esta a resistência de início do teste (14 Watts). A carga sofria um aumento de 0,2 kg (14 Watts) a cada 2

minutos passados, terminando apenas com a exaustão física do atleta. No decorrer do teste eram transmitidas todas as correcções necessárias para uma correcta realização da prova (posição do corpo e velocidade de rotação), sendo também transmitido incentivo para o constante desenvolvimento da prova.

Quadro III-2: Relação da carga (kg e Watts) com o desenvolver do teste

Tempo	Carga	
	Minutos	(Kg)
0 – 2	0,2	14
2 – 4	0,4	28
4 – 6	0,6	42
6 – 8	0,8	56
8 – 10	1	70
10 – 12	1,2	84
12 – 14	1,4	98
14 – 16	1,6	112
16 – 18	1,8	126
18 – 20	2,0	140
20 – 22	2,2	154
22 – 24	2,4	168
24 – 26	2,6	182
26 – 28	2,8	196
28 - 30	3,0	210
30 – 32	3,2	224

Com o culminar da prova, era pedido aos atletas que desenvolvessem novamente o protocolo do dinamómetro manual, seguido do protocolo de análise da concentração de lactato sanguíneo.

2.4. Avaliação do consumo de oxigénio

Como foi referido anteriormente, a avaliação do consumo de oxigénio foi utilizada apenas no teste de laboratório, devido à impossibilidade de utilizar o analisador de gases da Cosmed na prática de escalada.

2.4.1. Equipamento

Para a determinação do consumo de oxigénio através da medição directa do ar expirado, foi utilizado um analisador de gases, marca Cosmec, modelo Quark FPT ergo.

2.4.2. Calibração do material

Antes de cada dia de testes, procedeu-se à calibragem de volume, utilizando-se a seringa de 2 litros. Quando o volume mensurado pelo analisador de gases correspondia ao ejectado, considerava-se aceite a calibragem.

Antes de cada teste, realizava-se tanto a análise de ar ambiente, procedimento obrigatório e realizado automaticamente pelo analisador de gases, como a adaptação da máscara aos diferentes atletas.

2.4.3. Realização do teste propriamente dito

Com a contagem referida no ponto 2.3.4., ao sinal “Vai” era iniciado o teste, activando ao mesmo tempo a função “Test” do computador, que iniciava a gravação do teste. Com o culminar do teste, procedia-se à activação da função “Stop”, terminando assim a recolha de dados referentes ao teste.

2.5. Recolha da frequência cardíaca

A recolha da frequência cardíaca foi utilizada nos dois protocolos desenvolvidos, visto ser uma variável muito estudada e de grande importância para a modalidade em estudo, como foi referido anteriormente.

2.5.1. Equipamento

Utilizou-se um monitor de frequência cardíaca Polar S – 810 i, utilizando-se a respectiva banda transmissora. Para uma melhor recepção dos dados, foi utilizado um gel da marca Eco Supergel.

2.5.2. Calibração do material

A banda transmissora foi ajustada à caixa torácica do atleta, ao nível do Xyphion. Antes do início de cada teste, foi verificado o estado da memória do monitor de frequência cardíaca, programando-o para realizar recolha de dados batimento a batimento.

2.5.3. Realização do teste propriamente dito

Antes de se iniciar a utilização do monitor de frequência cardíaca, após a correcta colocação da banda transmissora, pressionava-se a tecla “Start”, iniciando assim a captação da respectiva frequência cardíaca. Um minuto antes no teste de campo e no momento exacto de início do teste de laboratório, pressionava-se a tecla “Start” de forma a iniciar-se a gravação de dados. Com o culminar do teste, pressionava-se a tecla “Stop”, completando assim a recolha e gravação de dados.

2.5. Análise da concentração de lactato

A concentração de lactato sanguíneo na escalada, é um importante factor no desempenho dos atletas. Assim, este factor tem sido objecto de estudo, permitindo um contínuo entendimento da modalidade.

2.5.1. Equipamento

Para a recolha de lactato sanguíneo foi utilizado:

- Unistik 2 Extra;
- Toallete Lifresca – 70º Álcool
- DR Lange Lactat LKM 140
- Capilar Dr. Lange 10 micolitros, Ref. EBR006
- Micropipeta Dr. Lange
- Luvas cirúrgicas Peha-Soft, Tamanho L

- Contentor AP medical Autoclavável – 2L
- Papel Absorvente, Celulosa Industrial – Colhogar
- Microspectófometro Dr Langr LP20

É importante referir que nos testes de campo se teve todo o cuidado com o acondicionamento do material, possibilitando assim um correcto controlo da qualidade sanguíneo. Para tal, foi usado uma mala térmica com capacidade de 10 litros da marca Camping Gas, contendo um acumulador térmico de gelo.

2.5.2. Realização do teste propriamente dito

As diferentes ocasiões de recolha foram estabelecidas anteriormente, com o desenvolvimento dos diferentes protocolos de testes desenvolvidos.

Pela dificuldade de se realizarem as recolhas de sangue nos dedos e pelas dores possivelmente causadas por essas colheitas durante a escalada dos atletas, optou-se por se realizar a recolha sanguínea no lóbulo da orelha direita.

Segurando a orelha do atleta, desinfecta-se com álcool toda a superfície, em especial a extremidade, secando de seguida com um papel para que não haja suor quando se realiza a picada com o Unistik. Após a picada pressiona-se a orelha até formar uma gota de sangue suficiente para perfazer os 10 microlitos necessários para encher o tubo capilar. Com a ajuda da micropipeta injecta-se o sangue no recipiente Lactat LKM 140, agitando-se de forma a obter uma mistura homogénea entre o sangue e líquido.

A análise das concentrações teria de ser realizada pela responsável. Para tal selecciona-se a função Lactat no mini espectrofotómetro, para que este fique pronto a avaliar. De seguida, com os tubos de Lactat LMK 140 devidamente limpos, secos e identificados, introduz-se a primeira amostra, até todas terem passado pelo mini espectrofotómetro. Após este procedimento, inverte-se a tampa de modo a que o reagente da tampa entre em contacto com o reagente líquido, pressiona-se a tecla * e introduz-se a primeira amostra, seguindo o mesmo método para as restantes amostras.

3. Variáveis Antropométricas

De forma a uniformizar os dados recolhidas, todos os atletas foram avaliados com o mesmo material, pelo mesmo observador e seguindo as prescrições técnicas descritas por Sobral & Silva (2003). Para aumentar a fiabilidade das recolhas, cada variável foi medida duas vezes. Assim, se as medidas coincidissem aceitava-se o valor apresentado, se não coincidissem, media-se consecutivamente a mesma variável até se encontrarem duas medidas iguais.

Para se realizarem as recolhas das variáveis somáticas, todos os sujeitos se encontravam na posição antropométrica, definida por Fragoso & Vieira (2000), minimizando assim o erro de medida.

3.1 Instrumentos de Medida

Para se obterem as variáveis antropométricas foram utilizados os seguintes instrumentos:

Quadro III-3: Instrumentos de medida utilizados para obter as variáveis antropométricas

Variáveis Antropométricas	Instrumentos de medição
Massa Corporal	Balança mecânica de precisão às centésimas do quilograma (marca SECA, modelo 770). Capacidade 200 Kg, graduação 100g.
Estatura	Estadiómetro Harpenden, modelo 98.607
Estatura Sentado	Estadiómetro para medir altura sentado
Diâmetros	
Circunferências	Pasta Antropométrica GPM Swiss made
Pregas de Gordura Subcutâneas	
Comprimentos	

3.2. Medidas somáticas Simples

3.2.1. Massa Corporal

O atleta deve estar descalço e com a menor roupa possível (calções), estando imóvel em cima da balança, com os membros superiores estendidos ao lado do corpo e o olhar dirigido para a frente.

3.2.2. Estatura

O atleta deve estar descalço e encostado à régua do antropómetro, devendo esta passar entre as suas omoplatas. Tem de ter o olhar dirigido para a frente na horizontal e ter como pontos obrigatórios de contacto com a régua a cabeça e os pés. O cursor da régua deverá tocar no vertex do crânio do atleta realizando-se a medição no plano sagital.

3.2.3. Altura sentado

O atleta deverá estar sentado, com apoio completo das pernas a 90°. Para tal, existe uma adaptação a nível da distância da régua e da profundidade de colocação dos pés, de forma a existir um apoio completo de todo o membro inferior. A Régua do antropómetro deve passar entre as suas omoplatas, devendo existir o maior número de pontos de contacto entre a régua e o atleta, existindo para tal um adaptador de profundidade. O cursor da régua deverá tocar no vertex do crânio do atleta.

3.2.4. Comprimentos

3.2.4.1. Envergadura

O atleta encostado de frente á parede tendo os membros superiores afastados e estendidos na horizontal à altura dos ombros. Na parede encontra-se marcado o ponto de contacto da extremidade distal do membro superior direito, sendo depois anotado o

ponto de contacto da extremidade distal do membro superior esquerdo. Os dados serão obtidos através da distância entre as extremidades distais dos dedos médios.

3.2.4.2. Comprimento do membro superior

Este dado será obtido de forma directa, através da soma do comprimento do braço (entre o ponto acromial e o bordo superior da tacícula radial), do comprimento do antebraço (entre o radial e o stylium) e do comprimento da mão (entre o stylium e a extremidade distal do dedo médio).

3.2.5. Diâmetros

3.2.5.1. Diâmetro Bicôndilo-umeral

Com o cotovelo elevado à altura do ombro e com uma flexão de 90°, a medição é realizada com o compasso de pontas redondas, medindo a distância entre o epicôndilo e a epitroclea umeral.

3.2.5.2. Diâmetro Bicondilo-femural

Com o joelho flectido a 90°, a medição é realizada com o compasso de pontas redondas, medindo a distância entre os pontos mais salientes dos côndilos femurais.

3.2.5.3. Diâmetro Biacromial

Com o atleta de costa para o observador e a olhar na horizontal, a medição é realizada com o compasso de pontas redondas entre os dois pontos acromiais.

3.2.5.4. Diâmetro Tóraco-transverso

O atleta encontra-se de frente para o observador a olhar de frente, sendo a medição realizada com o antropómetro de pontas curvas, através da colocação das hastes na linha midaxiar, sobre a face externa da costela, ao nível do ponto mesoesternale.

3.2.5.5. Diâmetro Tóraco-sagital

O atleta encontra-se de lado para o observador, olhando na horizontal, sendo a medição realizada no plano sagital, à altura do ponto mesoesternale, com a utilização do antropómetro de pontas redondas.

3.2.5.6. Diâmetro Bicristal

O atleta coloca-se de frente para o observador que, com a utilização do compasso de pontas redondas, realiza a medição nos dois pontos mais exteriores da crista ilíaca superior.

3.2.5.7. Diâmetro do pulso

O atleta coloca-se de frente para o observador que, com a utilização do compasso de pontas redondas, realiza a medição entre o ponto mais exterior do stylium e a extremidade mais lateral do cúbito.

3.2.6. Circunferências

3.2.6.1. Circunferência do pulso

Medida logo acima do stylium, estando a fita métrica estar perpendicular ao membro superior;

3.2.6.2. Circunferência do tornozelo

Medida acima dos pontos sphyrion tibial e sphyrion fibulare, correspondendo à menor circunferência do tornozelo, estando a fita métrica estar perpendicular ao membro inferior.

3.2.6.3. Circunferência braquial

Medida com o membro relaxado, ao nível do ponto médio do comprimento do braço, estando a fita métrica estar perpendicular ao membro superior;

3.2.6.4. Circunferência do braço em contracção máxima

Medida com o cotovelo direito flectido, na maior circunferência do bicípete braquial em contracção máxima, estando a fita métrica estar perpendicular ao membro superior;

3.2.6.5. Circunferência torácica

O atleta encontra-se de frente para o observador, tendo os membros superiores ligeiramente afastados do tronco, sendo a medição realizada ao nível do ponto mesoesternale.

3.2.6.6. Circunferência da coxa (ou crural)

Medida ao nível da maior circunferência da coxa direita, estando a fita métrica estar perpendicular ao membro inferior;

3.2.6.7. Circunferência da perna (ou geminal)

Medida ao nível da maior circunferência da perna, estando a fita métrica estar perpendicular ao membro inferior;

3.2.6.8. Circunferência do antebraço

Medida ao nível da maior circunferência do antebraço, estando todo o membro superior pendente e existindo uma perpendicular entre a fita métrica e o membro superior;

3.2.7. Pregas de adiposidade cutâneas

Para a medição de todas as pregas de adiposidade subcutânea é utilizado o adipómetro, devendo as pontas deste apresentar uma pressão constante de 10 g/mm². Para se realizar a recolha de dados, os dedos que realizam a pressão devem distar dois centímetros, sendo a medição realizada a uma profundidade de um centímetro.

3.2.7.1. Prega Tricipital

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

3.2.7.2. Prega Subescapular

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

3.2.7.3. Prega Suprailíaca

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

3.2.7.4. Prega Abdominal

Prega medida na vertical, 5 cm para a esquerda do omphalion.

3.2.7.5. Prega Crural

O atleta encontra-se sentado com o joelho flectido a 90°, sendo a medição realizada na vertical sobre a linha média da face anterior da coxa direita, a meia distância entre os pontos tibial e iliospinal.

3.2.7.6. Prega Geminal

O atleta encontra-se sentado com o joelho a flectido a 90°, sendo realizada a medição na parte interna da maior circunferência da perna direita.

3.2.7.7. Prega Bicipital

Medição realizada na vertical, na face anterior do braço a meia altura do segmento.

3.2.7.8. Prega Midaxilar

Medição realizada na horizontal, na linha midaxilar, à altura do ponto xyphion.

3.2.7.9. Prega Peitoral

Prega medida na oblíqua, dirigida para baixo e para dentro, acompanhando internamente o bordo do músculo grande peitoral junto da axila.

3.2.7.10. Prega Suprapatelar

Prega medida na horizontal, logo acima do bordo superior da rótula.

3.3. Somatótipo

A somatotipologia foi desenvolvida por Sheldon, Stevens e Tucker (1940, citados por Sobral & Silva, 2003) desenvolvendo assim uma nova escala de classificação morfológica. “O conceito central desta nova escola é o de somatótipo, uma descrição expressa por três algarismos, numa sequência fixa, em que cada algarismo representa a cotação atribuída a cada uma das três componentes primárias da constituição” (Sobral & Silva, 2003).

As três componentes referidas anteriormente são o endomorfismo (exprime o grau de desenvolvimento da adiposidade), o mesomorfismo (exprime o grau de desenvolvimento músculo-esquelético) e o ectomorfismo (exprime o grau de desenvolvimento em comprimento).

De forma a tornar o método mais objectivo, permitindo assim uma maior concordância entre os observadores, Heath & Cárter (1971, citados por Sobral & Silva, 2003) desenvolveram um método que assenta em bases quantitativas, mantendo ainda assim os pressupostos fundamentais de Sheldon.

Endomorfismo

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

Em que o **X** é o valor da soma das pregas multiplicado por (altura/170,18)

Mesomorfismo

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

H – diâmetro bicôndilo-umeral

F – Diâmetro bicôndilo-femural

B – Circunferência braquil corrigida

G – Circunferência geminal corrigida

A - Estatura

Ectomorfismo

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

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

5. % Total de Gordura (%MG)

Para uma modalidade como a escalada, onde se tem que realiza uma constante “luta” com a gravidade, a massa corporal dos atletas influência fortemente a sua performance final.

A %MG é calculada pela seguinte fórmula:

$$\%MG = 0.29288(\sum \text{pregas}) - 0.0005(\sum \text{pregas})^2 + 0.15845 (\text{idade}) - 5.76377$$

6. Índice de Massa Corporal

O índice de massa corporal constitui um cálculo indirecto para a determinação da percentagem da massa gorda do corpo humano.

- O IMC é igual à variável peso (kg) a dividir pela altura ao quadrado.

$$\text{IMC} = \text{P}/\text{H}^2 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

Quadro 10. Escala de classificação do IMC.(Arch Intern Med. 1998)

Índice de Massa Corporal (kg/m²)	
Muito Magro	≤ 18,0
Magro	18,5 a 24,9
Médio	25,0 a 29,9
Corpulento	30,0 a 34,9
Obeso	≥ 35,0

Procedimentos Estatísticos

Para os cálculos estatísticos utilizou-se o programa “SPSS 11.5 – Statistic Program for Social Sciences”.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1. Características Antropométricas

As características antropométricas (idade, massa corporal, estatura, altura sentado, envergadura, comprimentos, Skinfolds e circunferências) dos três grupos de escaladores participantes neste estudo estão representadas no quadro IV – 1, média e desvio padrão ($Md \pm Dp$). Neste mesmo quadro podemos encontrar referenciado, através do Teste T Student, a existência de diferenças significativas ou altamente significativas. Esta relação foi relacionada entre o Grupo A e o Grupo B, entre o Grupo A e o Grupo C e entre o Grupo B e o Grupo C.

Grupo A – Grupo de controlo, escaladores não treinados de V Grau;

Grupo B – Grupo de escaladores localizados entre o nível igual ou superior a 6a e inferior a 7a, em “Red Point”;

Grupo C – Grupo de escaladores localizados entre o nível igual ou superior a 7a e inferior a 8a, em “Red Point”.

Quadro IV-1: Valores das variáveis antropométricas dos atletas presentes na amostra (Comprimentos, diâmetros, skinfolds, circunferências, composição corporal, idade, massa corporal, estatura, estatura sentado e envergadura).

Característica	Grupo A (Md±Dp)	Grupo B (Md±Dp)	Grupo C (Md±Dp)	Test T student (Sig.)		
				A – B	A – C	B – C
Idades (anos)	20,93 ± 0,96	25,88 ± 5,57	27,00 ± 3,21	*0,03	**0,000	n.s.
Massa Corporal (Kg)	70,83 ± 9,49	75,66 ± 6,91	70,79 ± 6,02	n.s.	n.s.	n.s.
Estatura (cm)	172,81 ± 6,87	176,15 ± 5,17	174,33 ± 6,58	n.s.	n.s.	n.s.
Altura Sentado (cm)	92,03 ± 3,29	93,9 ± 2,37	92,83 ± 2,52	n.s.	n.s.	n.s.
Envergadura (cm)	176,24 ± 7,88	180,44 ± 5,71	176,96 ± 7,71	n.s.	n.s.	n.s.
Comprimentos						
Braço	35,09 ± 2,42	35,65 ± 1,55	35,46 ± 1,43	n.s.	n.s.	n.s.
Antebraço	29,92 ± 1,71	27,53 ± 0,58	27,71 ± 1,35	n.s.	n.s.	n.s.
Mão	19,09 ± 1,14	19,74 ± 0,61	19,60 ± 0,73	n.s.	n.s.	n.s.
Coxa	43,51 ± 1,72	45,86 ± 1,96	44,07 ± 3,18	**0,007	n.s.	n.s.
Perna	46,79 ± 2,87	48,75 ± 3,57	47,51 ± 2,61	n.s.	n.s.	n.s.

Característica	Grupo A (Md±Dp)	Grupo B (Md±Dp)	Grupo C (Md±Dp)	Test T student (Sig.)		
				A – B	A – C	B – C
Diâmetros						
Bicôndilo-umeral	6,69 ± 0,47	6,81 ± 0,39	7,09 ± 0,25	n.s.	n.s.	n.s.
Biacromial	38,71 ± 2,21	39,1 ± 1,32	38,66 ± 2,61	n.s.	n.s.	n.s.
Tóraco-transverso	31,73 ± 1,67	31,91 ± 1,29	32,46 ± 2,11	n.s.	n.s.	n.s.
Bicristal	9,54 ± 0,57	9,95 ± 0,55	8,96 ± 1,86	n.s.	n.s.	*0,048
Bicôndilo-femural	28,65 ± 1,78	28,36 ± 1,47	27,7 ± 1,86	n.s.	n.s.	n.s.
Tóraco-sagital	21,04 ± 1,07	21,66 ± 1,92	21,49 ± 1,07	n.s.	n.s.	n.s.
Pulso	5,59 ± 0,35	6,29 ± 1,25	5,77 ± 0,35	n.s.	n.s.	n.s.
Tornozelo	6,69 ± 0,35	6,93 ± 0,33	7,04 ± 0,21	n.s.	*0,24	n.s.
Skinfolds						
Subescapular	9,0 ± 2,65	8,63 ± 1,69	7,57 ± 1,40	n.s.	n.s.	n.s.
Tricipital	9,20 ± 3,34	8,13 ± 2,75	5,57 ± 2,82	n.s.	*0,22	n.s.
Bicipital	3,6 ± 1,59	3,5 ± 1,41	2,0 ± 0,58	n.s.	**0,003	*0,021
Peitoral	5,13 ± 1,73	4,38 ± 1,69	3,28 ± 0,49	n.s.	*0,12	n.s.
Mídxilar	7,8 ± 2,93	7,63 ± 2,2	5,14 ± 1,95	n.s.	*0,42	*0,039
Suprailíaca	9,0 ± 3,32	8,5 ± 3,25	4,86 ± 1,21	n.s.	**0,000	*0,016
Abdominal	13,3 ± 5,98	13,0 ± 3,30	6,14 ± 1,57	n.s.	**0,000	**0,000
Suprapatelar	9,0 ± 2,73	7,88 ± 2,36	5,86 ± 0,69	n.s.	**0,001	*0,048
Crural	11,8 ± 3,82	12,88 ± 3,56	6,86 ± 3,72	n.s.	*0,010	**0,007
Geminal	7,07 ± 2,81	7,75 ± 3,33	4,29 ± 1,8	n.s.	*0,027	*0,027
Circunferências						
Torácica	95,48 ± 5,39	98,34 ± 3,04	97,24 ± 5,16	n.s.	n.s.	n.s.
Abdominal	80,53 ± 5,17	83,18 ± 2,64	77,94 ± 6,52	n.s.	n.s.	n.s.
Subglúteo	95,7 ± 4,87	9,54 ± 3,94	93,63 ± 5,77	n.s.	n.s.	n.s.
Braquial	28,76 ± 2,82	30,99 ± 2,01	29,84 ± 2,76	*0,022	n.s.	n.s.
Braquial Máxima	32,02 ± 2,89	35,03 ± 2,54	3,87 ± 2,52	n.s.	n.s.	n.s.
Pulso	16,4 ± 0,79	16,93 ± 0,89	16,71 ± 1,12	n.s.	n.s.	n.s.
Coxa	53,02 ± 3,12	53,91 ± 2,98	52,73 ± 2,37	n.s.	n.s.	n.s.
Perna	35,85 ± 2,55	36,86 ± 1,95	35,63 ± 1,70	n.s.	n.s.	n.s.
Tornozelo	23,09 ± 1,61	23,98 ± 1,81	22,47 ± 3,05	n.s.	n.s.	n.s.
Composição Corporal						
% MG	16,54 ± 2,03	15,95 ± 2,18	13,67 ± 0,96	n.s.	**0,000	*0,024
IMC	23,64 ± 1,89	24,38 ± 1,97	23,26 ± 0,99	n.s.	n.s.	n.s.
ΣPAC	84,93 ± 23,67	82,25 ± 21,55	51,57 ± 7,83	n.s.	**0,000	**0,005

* p < 0,05 (significativo)

** p < 0,01 (altamente significativo)

n.s. (não se verificam diferenças significativas)

1.1. Comparação das variáveis antropométricas do Grupo C e o Grupo B

Ao comparar o Grupo C com o Grupo B, constatamos a existência de valores bastante semelhantes em todas as componentes, excepto nas relacionadas com a quantidade de adiposidade cutânea, que registam diferenças significativas ($*p < 0,05$) nas Skinfolds bicipital, midaxilar, suprailíaca, suprapatelar e geminal e altamente significativas ($** p < 0,01$) nas Skinfolds abdominal, crural, na % MG e na Σ PAC.

Comparando os nossos dados com os estudos de Watts et al. 1993, Watts et al. 1993, Watts et al. 1996 e Mermier et al. 1999, citados por Watts, (2004), podemos verificar que a % MG e a massa corporal dos escaladores treinados da nossa investigação (grupo B e grupo C), são superiores à dos outros atletas, verificando-se uma semelhança de valores relativamente à estatura. É importante referir que em todos os estudos referenciados anteriormente os atletas escalaram grau de dificuldade superior, comparativamente aos do nosso estudo.

Comparativamente com os dados mencionados por Grant et al. (1996), citado por Watts (2004), os atletas possuem uma % MG ($14,0 \pm 3,7$) superior ao nosso Grupo C e inferior ao nosso grupo B, possuindo uma massa corporal semelhante. É relevante referir que os atletas do estudo referenciado, possuem um nível de escalada de 6a, semelhante ao nosso grupo B e inferior ao nosso grupo C.

Referindo os mesmos estudos, podemos constatar que os atletas da nossa investigação (Grupo A, B e C) possuem um IMC semelhantes com os atletas do estudo de Grant et al. (1996), citado por Watts (2004). Relativamente a todas as outras investigações, verifica-se um grande desfasamento de valores entre esses atletas e os presentes no nosso estudo.

Referenciando agora a estatura e massa corporal, podemos observar que relativamente ao estudo realizado por Mermier et al., (2000), Watts et al., (1993), Watts et al., (1996), Mermier et al. (1997) e Booth et al., (1999), os sujeitos da nossa amostra têm valores maior massa corporal e menor estatura. É importante referir que em todos estes estudos, o nível de escalada dos sujeitos é superior ao nível da nossa amostra.

1.1.1. Correlação entre o Grupo C e o Grupo B

Quadro IV-2: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, Σ PAC, IMC, %MG, no Grupo C e no Grupo B.

Variáveis	Massa Corporal (kg)		Estatura (cm)		Envergadura (cm)		Σ PAC (mm)		% MG		IMC (kg.m ⁻³)	
	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B
Massa Corporal(kg)			**0,876		**0,896							*0,766
Estatura (cm)					**0,931	*0,707	*0,778					
Envergadura (cm)												
Σ PAC (mm)										**0,918		
% MG												

C – Grupo C

B – Grupo B

** A correlação é altamente significativa para (p<0,01)

* A correlação é significativa para (p<0,05)

A existência de uma correlação altamente significativa (p<0,01), entre a estatura e a envergadura do Grupo C, e uma correlação estatisticamente significativa (p<0,05) no Grupo B, permite-nos referir a importância que a relação entre estas variáveis apresentam na escalada.

Com a observação das correlações do grupo C, podemos constatar ainda que o aumento da estatura está relacionado com o aumento da massa corporal e da soma das pregas de gordura subcutânea. Uma correlação muito importante é a verificada entre a massa corporal e a envergadura. Esta correlação permite-nos afirmar segundo o grupo em estudo, que o aumento de massa corporal (negativa para a performance dos escaladores, segundo Mermier, 2000) é compensado com o aumento da envergadura, isto é, maior amplitude e alcance de movimentos.

Relativamente à análise das variáveis do grupo B, podemos verificar ainda a existência de uma correlação entre a soma de todas as pregas de adiposidade cutânea e a percentagem de massa gorda, entre a massa corporal e o índice de massa corporal e entre a estatura e a envergadura. Estas correlações podem ser justificadas pela grande discrepância de características que se verificam num nível como o Grupo A.

1.2. Comparação das variáveis antropométricas do Grupo C e o Grupo A

Ao comparar o Grupo C e o Grupo A a nível da sua antropometria, constatamos que a principal característica que os distingue é a existência de gordura subcutânea, com a exceção da Skinfolds subescapular. Como seria de esperar, esta diferença significativa em quase todas as pregas de gordura subcutânea vai levar à existência de diferenças estatisticamente significativas na Σ PAC e na percentagem de massa gorda corporal.

Assim, podemos constatar que a grande diferença entre escaladores de níveis superiores a 7a e desportista/praticantes de várias modalidades (Grupo A), encontra-se nas pregas de gordura subcutânea, sendo esta uma importante característica antropométrica referida para os escaladores de elite (Watts et al. 2003).

Relativamente a todas as outras variáveis existe uma grande semelhança de valores, verificando-se apenas uma diferença estatisticamente significativa no diâmetro do tornozelo. Podemos referir então, com base nos dados do nosso estudo, que de todas as variáveis antropométricas, as pregas de gordura subcutânea são as que mais influencia a performance dos escaladores de elite.

1.2.1. Correlação entre o Grupo C e o Grupo A

Quadro IV-3: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, Σ PAC, IMC, %MG, no Grupo C e no Grupo A.

Variáveis	Massa Corporal (kg)		Estatura (cm)		Envergadura (cm)		Σ PAC (mm)		% MG		IMC (kg.m^{-3})	
	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A
Massa Corporal(kg)			**0,876	**0,811	**0,896			*0,589		*0,577		**0,800
Estatura (cm)					**0,931	*0,608	*0,778					
Envergadura (cm)												
Σ PAC (mm)									**0,967			*0,577
% MG												

C – Grupo C

A – Grupo A

** A correlação é altamente significativa para ($p < 0,01$)

* A correlação é significativa para ($p < 0,05$)

Através da observação do Quadro IV-3, podemos verificar que o aumento da estatura, em ambos os grupos referenciados, está directamente relacionado com o aumento da massa corporal e com a envergadura, visto existir uma correlação altamente significativa ($p < 0,01$) entre as variáveis referidas anteriormente. Verifica-se ainda uma correlação altamente significativa entre a massa corporal, o índice de massa corporal e a soma das pregas de adiposidade cutânea no Grupo A.

Através desta última correlação, podemos afirmar que o aumento do índice de massa corporal com o aumento da soma das pregas de adiposidade cutânea é prejudicial à performance dos atletas, visto esta relação apenas se verifica no Grupo A.

1.3. Comparação das variáveis antropométricas do Grupo A e o Grupo B

Ao comparar o Grupo A com o Grupo B a nível da sua antropometria, verificamos a existência de valores bastante homogêneos, à excepção da circunferência braquial, onde existe uma diferença estatisticamente significativa, como seria de esperar. Esta variável é justificada pelo grande desenvolvimento dos membros superiores dos escaladores, visto segundo Watts (2004), esta ser a principal referência antropométrica dos atletas desta modalidade.

Esta normalização entre estes dois grupos está de acordo com outros estudos realizados, visto que segundo Mermier et al (2000), as variáveis antropométricas têm uma importância muito reduzida nas prestações dos escaladores, embora se verifique uma constituição padrão destas componentes nos escaladores, principalmente nos escaladores de elite. Esta semelhança de variáveis pode ainda ser justificada pela constituição do Grupo A, visto todos os seus elementos serem desportistas activos em outras modalidades, possuindo assim padrões físicos desportivos.

1.3.1. Correlação entre o Grupo A e o Grupo B

Através da observação do quadro IV-4, podemos verificar a existência de uma correlação altamente significativa entre a massa corporal e o índice de massa corporal para o Grupo A e uma correlação significativa para o Grupo B. Esta correlação não se

verificou com o Grupo C, podendo assim dizer-se que um aumento do IMC através do aumento significativo da massa corporal influencia a prestação dos escaladores.

Esta correlação vai de encontro às características antropométricas dos escaladores de elite (baixa estatura e baixa massa corporal), como foi referenciado no ponto 5.3.2. da revisão de literatura.

Quadro IV-4: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, Σ PAC, IMC, %MG, no Grupo A e no Grupo B.

Variáveis	Massa Corporal (kg)		Estatura (cm)		Envergadura (cm)		Σ PAC (mm)		% MG		IMC (kg.m ⁻¹)	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Massa Corporal(kg)			**0,811				*0,589		*0,577		**0,800	*0,766
Estatura (cm)					*0,608	*0,707						
Envergadura (cm)												
Σ PAC (mm)									**0,967	**0,918	*0,577	
% MG												

A – Grupo A

B – Grupo B

** A correlação é altamente significativa para (p<0,01)

* A correlação é significativa para (p<0,05)

No Grupo A podemos verificar que o aumento da massa corporal é justificada através da estatura, a soma das pregas de adiposidade cutânea e pela percentagem de massa gorda, como seria esperado, pois segundo Watts et al., (2003), os escaladores são caracterizados por uma reduzida percentagem de massa gorda.

2. Avaliação da Tipologia Morfológica – Somatótipo

Com o intuito de efectuar uma caracterização exaustiva das variáveis antropométricas dos atletas do nosso estudo, procedemos à realização da avaliação da tipologia morfológica, denominada de Somatótipo (Quadro IV-5).

Quadro IV-5: Estatística descritiva e comparação dos valores médios e desvio padrão ($Md \pm Dp$) das variáveis: endomorfismo, mesomorfismo, ectomorfismo e somatótipo de cada grupo da amostra.

Variável	Grupo A (n=15)	Grupo B (n=8)	Grupo C (n=7)
	($Md \pm Dp$)	($Md \pm Dp$)	($Md \pm Dp$)
Endomorfismo	2,78 \pm 0,88	2,61 \pm 0,82	1,73 \pm 0,34
Mesomorfismo	1,65 \pm 1,29	2,23 \pm 0,97	2,74 \pm 1,42
Ectomorfismo	2,06 \pm 0,34	1,94 \pm 0,90	2,29 \pm 0,57
Somatótipo	Endomorfo Equilibrado	Endomorfo Equilibrado	Mesomorfo Equilibrado

n – representa o número de sujeitos considerados para o estudo.

Por nunca se ter realizado um estudo desta natureza (avaliação da tipologia morfológica), não é possível realizar uma base de comparação com diferentes estudos. Assim, e com o intuito de iniciar e apoiar uma linha de investigação, vão ser representados no somatograma os pontos correspondente ao somatótipo.

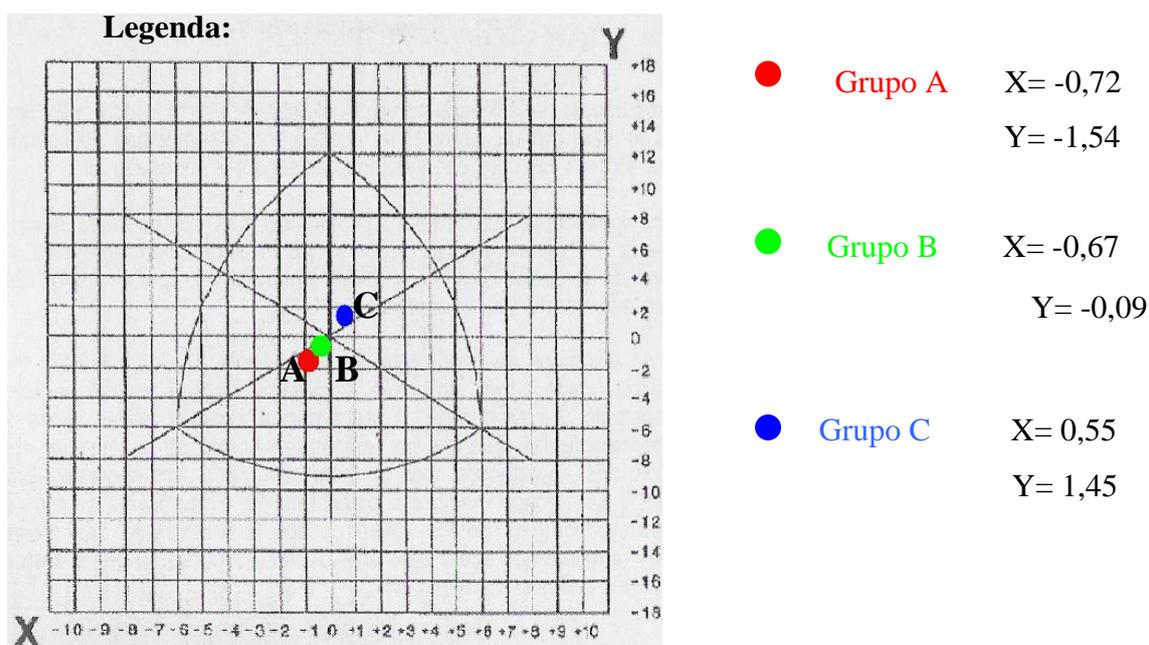


Gráfico IV-1: Somatograma com respectiva representação dos somatótipos de cada grupo

3. Teste de $VO_{2\text{máx}}$

Com a realização do teste directo de laboratório, foi-nos possível realizar a recolha de vários dados fisiológicos, como o lactato sanguíneo, o volume expiratório (V_e), o volume máximo de oxigénio ($VO_{2\text{max}}$), o quociente respiratório (r) e a frequência cardíaca (F_c).

Quadro IV-6: Relação existente entre a composição corporal, o lactato, o dinamómetro, o desempenho (tempo final alcançado e patamar alcançado), V_e Max, VO_2 absoluto e F_c Max dos três grupos em estudo.

Característica	Grupo A (Md±Dp)	Grupo B (Md±Dp)	Grupo C (Md±Dp)	Test T student (Sig.)		
				A – B	A – C	B – C
Composição Corporal						
Massa Corporal (Kg)	70,83 ± 9,49	75,66 ± 6,91	70,79 ± 6,02	n.s.	n.s.	n.s.
Estatura (cm)	172,81 ± 6,87	176,15 ± 5,17	174,33 ± 6,58	n.s.	n.s.	n.s.
Envergadura (cm)	176,24 ± 7,88	180,44 ± 5,71	176,96 ± 7,71	n.s.	n.s.	n.s.
Σ PAC	84,93 ± 23,67	82,25 ± 21,55	51,57 ± 7,83	n.s.	**0,000	**0,005
% MG	16,54 ± 2,03	15,95 ± 2,18	13,67 ± 0,96	n.s.	**0,000	*0,024
IMC	23,64 ± 1,89	24,38 ± 1,97	23,26 ± 0,99	n.s.	n.s.	n.s.
Lactato						
Lactato	9,06 ± 2,14	10,97 ± 3,04	12,07 ± 2,80	n.s.	*0,011	n.s.
Dinamómetro						
Antes da prova	48,93 ± 8,03	57,75 ± 6,90	62,57 ± 9,91	*0,016	**0,003	n.s.
Depois da prova	36,93 ± 6,68	42,5 ± 6,48	43,0 ± 12,42	n.s.	n.s.	n.s.
Desempenho						
Tempo total	18,20 ± 2,35	20,30 ± 4,82	24,67 ± 2,85	n.s.	**0,000	n.s.
Patamar atingido	9,8 ± 1,21	10,88 ± 2,36	12,86 ± 1,35	n.s.	**0,000	n.s.
Fisiologia						
V_e máximo	123,13 ± 20,22	120,53 ± 21,14	154,1 ± 15,87	n.s.	**0,002	**0,004
VO_2 absoluto	2,51 ± 0,41	2,59 ± 0,51	3,11 ± 0,37	n.s.	**0,004	*0,047
VO_2 relativo	35,43 ± 3,70	33,71 ± 4,70	43,89 ± 2,76	n.s.	**0,000	**0,000
F_c máxima	187,67 ± 11,67	190,5 ± 6,95	196,29 ± 10,75	n.s.	n.s.	n.s.

* $p < 0,05$ (significativo)

** $p < 0,01$ (altamente significativo)
n.s. (não se verificam diferenças significativas)

É importante referir que não foi realizado tratamento estatístico relativo ao quociente respiratório, visto os valores observados serem influenciados pelo movimento realizado (rotação de membros superiores). Esta constante movimentação impossibilitou a realização de uma respiração controlado por parte dos atletas, impedindo assim a correcta recolha de dados.

Como se verifica nos trabalhos realizados por Watts (2004) e Mermier et al., (2000), os escaladores têm uma grande força nos membros superiores, principalmente no antebraço (movimento de prensa manual). Para se avaliar esta força é normalmente utilizado um dinamómetro manual.

No nosso estudo foi utilizado o mesmo método de análise, podendo observar-se no quadro IV-6 a existência de uma diferença estatisticamente significativa (entre o Grupo A e o Grupo B) e altamente significativa (entre o Grupo A e o Grupo C) nos índices de força do dinamómetro manual antes da realização do teste físico. Estes dados estão de acordo com os dois estudos referenciados anteriormente, pois verifica-se um significativo desfasamento nos valores observados entre escaladores e não escaladores do nosso estudo. Relativamente ao dinamómetro pós prova, verifica-se uma maior aproximação de índices de força, podendo ser justificada pelos desempenhos de cada grupo.

Relativamente à concentração de lactato sanguíneo, observados depois da realização da prova, o Grupo C foi onde se verificaram valores mais elevados, seguindo-se o Grupo B e o Grupo A. Estes valores estão de acordo com o esperado, pois o Grupo C foi o que atingiu patamares superiores no teste do ergómetro de braços, verificando-se mesmo uma diferença altamente significativa entre este grupo e o Grupo A.

Fazendo referência à frequência cardíaca, podemos constatar que não se verificaram variações estatisticamente significativas entre nenhum dos grupos, mesmo com as grandes diferenças referidas anteriormente (concentração de lactato e patamares alcançados no teste).

Relativamente ao V_e e ao VO_{2max} , podemos verificar que o Grupo C apresenta uma diferença altamente significativa em comparação com os outros dois grupos. Estes dados vêm apoiar/confirmar os estudos realizados por Booth et al., (1999), que afirma que se verifica um pico característico nos escaladores de elite, comparativamente com

escaladores de níveis inferiores. Os nossos dados vêm por outro lado, contrapor os estudos realizados por Mermier et al., (1997) e Billat et al., (1995), que concluíram que o VO₂ não tem grande influencia nas prestações dos escaladores.

Segundo Billat et al., (1995), o VO₂max dispendido na realização de uma via de escalada de elevada dificuldade, corresponde a 45,6% dos valores observados num tapete rolante. No estudo referido, os atletas atingiram um VO₂max em tapete rolante de 52,2 ml/Kg/min.

Bohnert et al. (1998), através da determinação de VO₂max com um ergómetro de braço, verificou que os seus atletas atingiram valores de 32,9 ml/kg/min. Este valor é inferior ao observado na nossa amostra. Esta variação pode ser justificada pela diferente posição corporal dos atletas, visto neste estudo os atletas estarem sentados. Como foi referenciado anteriormente, esta posição limita muito a realização de movimentos.

Nos estudos realizados por Volianitis, S & Secher, N. (2002), que se basearam na relação entre o VO₂max determinado através de um ergómetro de braços e um ergómetro de braços e pernas, os valores para o exercício de braços são bastante semelhantes (41,34 ml/kg/min) aos do nosso grupo C.

Booth et al. (1998), através de um protocolo descontínuo de escalada numa “treadwall”, com uma amostra com características antropométricas e nível de escalada semelhantes aos nossos grupos B e C, obteve como VO₂max valores semelhantes aos observados no nosso estudo (43,8 ml/kg/min).

3.1. Correlação de todas as variáveis observadas do teste máximo (Cicloergómetro Manual)

Quatro IV-7: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: lactato, dinamómetro, desempenho (tempo final e patamar alcançado) e resposta fisiológica (Ve Max, VO2 absoluto e Fc).

Variáveis	Lactato			Dinamómetro antes da prova			Dinamómetro depois da prova			Tempo Total			Patamar Final			Ve Max			VO2 Absoluto			FC max			
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Lactato																	*0,778						**0,701		
Dinamómetro antes da prova							**0,775	*0,741		*0,637			**0,662			**0,711			**0,772						
Dinamómetro depois da prova										*0,622	*0,726		**0,645	*0,753		*0,539			*0,547						
Tempo total													**0,985	*0,996	*0,992	**0,646			**0,773	**0,899	*0,794		*0,730		
Patamar Final																*0,635			**0,797	**0,895	*0,841		*0,720		
Ve Max																			*0,613						
VO2 Absoluto																									

A – Grupo A B – Grupo B C – Grupo C

** A correlação é altamente significativa para (p<0,01)

* A correlação é significativa para (p<0,05)

Através da observação do quadro IV-7, podemos verificar que nos três grupos do nosso estudo, um maior VO₂ absoluto leva a uma melhor performance dos atletas na realização deste teste máximo. Nestas variáveis verificou-se uma correlação altamente significativa no Grupo A e no Grupo B e uma correlação significativa no Grupo C.

Relativamente ao dinamómetro pré e pós prova, podemos verificar que nos Grupo A e B, os atletas com maiores índices de prensa manual no início do teste têm índices superiores depois do teste. Ainda no Grupo A, os atletas com maior maiores índices de força no dinamómetro antes da prova são os que atingem valores de Ve max e VO₂ absoluto superiores, tendo também uma melhor performance na realização da prova de esforço máximo.

Referindo agora os valores de dinamómetro pós prova do Grupo A e B, verificamos que esta variável permitiu a obtenção de uma melhor performance dos atletas, tendo no Grupo A influenciado de forma significativa o volume expiratório.

Uma maior frequência cardíaca, vai permitir no grupo B uma melhor performance dos atletas, como seria esperado, tendo já no Grupo A originado uma maior concentração de lactato sanguíneo.

3.2. Relação entre as variáveis antropométricas e o desempenho fisiológico observado no teste de VO₂max

3.2.1. Correlação entre o Grupo C e o Grupo B

Quadro IV-8: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, Σ PAC, IMC, %MG no lactato, no dinamómetro inicial e pós prova, no tempo final, no patamar atingido, no Ve Max, no VO₂ max e na frequência cardíaca máxima, do grupo C e do grupo B.

Variáveis	Massa Corporal (kg)		Estatura (cm)		Envergadura (cm)		Σ PAC (mm)		% MG		IMC (kg.m ⁻¹)	
	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B
Lactato final												
Dinamómetro inicial	*0,834		*0,853	*-0,862	**0,887							
Dinamómetro final							*0,840					
Tempo total		*0,769										*0,814
Patamar Alcançado		*0,801										*0,858
Ve Max												
VO ₂ Absoluto	*0,862	**0,904	*0,843		*0,755							*0,867
Fc Max												

C – Grupo C

B – Grupo B

** A correlação é altamente significativa para (p<0,01)

* A correlação é significativa para (p<0,05)

A partir da observação do quadro anterior, verificamos que os valores mais elevados de VO₂ max correspondem a uma maior massa corporal e uma maior envergadura no Grupo C, e uma maior massa corporal no Grupo B permitiram uma obtenção superior do VO₂ absoluto, pois verifica-se a existência de uma correlação significativa (p<0,05) entre as variáveis.

Relativamente aos resultados observados na realização do teste de dinamómetro antes de iniciar a prova, no Grupo C, podemos verificar que os atletas com maior massa

corporal, maior estatura e maior envergadura apresentam índices superiores de força. Estes resultados estão de acordo com os esperados, pois para os escaladores de elite com maior massa corporal atingirem performances semelhantes aos escaladores de elite com menor massa corporal, necessitam de índices de força de antebraço superiores, visto este ser um factor preponderante nesta modalidade.

Relativamente ao Grupo B, encontramos uma correlação negativa entre a estatura e o dinamómetro inicial. Esta correlação pode ter sido influenciada pela amostra reduzida do nosso estudo. Através desta correlação constatamos que neste grupo, os atletas mais baixos são os que têm maior desempenho no dinamómetro manual. Neste mesmo grupo, os atletas com maior índice de massa corporal foram os que atingiram melhor performance no teste em causa.

3.2.2. Correlação entre o Grupo C e o Grupo A

Quadro IV-9: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, Σ PAC, IMC, %MG no lactato, no dinamómetro basal e pós prova, no tempo final, no patamar atingido, no Ve Max, no VO2 absoluto e frequência cardíaca máxima, do grupo C e do grupo B.

Variáveis	Massa Corporal (kg)		Estatura (cm)		Envergadura (cm)		Σ PAC (mm)		% MG		IMC (kg.m ⁻³)	
	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A
Lactato final												
Dinamómetro inicial	*0,834	**0,658	*0,853		**0,887							*0,593
Dinamómetro final							*0,840					
Tempo total		*0,623		*0,601		*0,586						
Patamar Alcançado		*0,608				*0,541						
Ve Max												
VO2 Absoluto	*0,862	** 0,793	*0,843	*0,588	*0,755							*0,685
Fc Max												

C – Grupo C

A – Grupo A

** A correlação é altamente significativa para (p<0,01)

* A correlação é significativa para (p<0,05)

Relativamente ao Grupo A podemos verificar que, tal como os outros dois grupos, os atletas com maior massa corporal e com maior estatura são os que obtêm um maior VO₂ absoluto.

Podemos verificar outra correlação significativa entre a envergadura e o desempenho realizado, logo os atletas com maior envergadura são os que atingem patamares superiores.

Relativamente à realização do dinamómetro inicial, os atletas com maior massa corporal são os que atingem maiores índices de força. Esta situação verificou-se também no Grupo C.

3.2.3. Correlação entre o Grupo B e o Grupo A

Quadro IV-10: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, ΣPAC, IMC, %MG no lactato, no dinamómetro basal e pós prova, no tempo final, no patamar atingido, no Ve Max, no VO₂ max e frequência cardíaca máxima, do grupo C e do grupo B.

Variáveis	Massa Corporal (kg)		Estatura (cm)		Envergadura (cm)		ΣPAC (mm)		% MG		IMC (kg.m ⁻¹)	
	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
Lactato final												
Dinamómetro basal		**0,658	* - 0,862									*0,593
Dinamómetro final												
Tempo total	*0,769	*0,623		*0,601		*0,586					*0,814	
Patamar Alcançado	*0,801	*0,608				*0,541					*0,858	
Ve Max												
VO ₂ Absoluto	**0,904	** 0,793		*0,588							*0,867	*0,685
Fc Max												

B – Grupo B

A – Grupo A

** A correlação é altamente significativa para (p<0,01)

* A correlação é significativa para (p<0,05)

Verificamos que para os Grupos A e B, a massa corporal influencia significativamente a prestação alcançada, o que não se verifica no Grupo C.

Como se verificou anteriormente, a obtenção de VO₂ absoluto é influenciada pela massa corporal e pela estatura, verificando-se esta correlação nos três grupos da nossa amostra.

4. Teste de campo (Parede de escalada)

Quadro IV-11: Estatística descritiva e comparação de valores médios e desvio padrão ($Md \pm Sd$), recolhidas na realização do protocolo de realização de uma via de escalada, das variáveis: massa corporal, estatura, envergadura, ΣPAC , %MG, IMC, lactato pós-teste e tempo, prensa manual e frequência cardíaca relativas às cinco repetições realizadas.

Característica	Grupo A ($Md \pm Dp$)	Grupo B ($Md \pm Dp$)	Grupo C ($Md \pm Dp$)	Test T student (Sig.)
				B – C
Composição Corporal				
Massa Corporal (Kg)	70,83 ± 9,49	75,66 ± 6,91	70,79 ± 6,02	n.s.
Estaturq2a (cm)	172,81 ± 6,87	176,15 ± 5,17	174,33 ± 6,58	n.s.
Envergadura (cm)	176,24 ± 7,88	180,44 ± 5,71	176,96 ± 7,71	n.s.
ΣPAC	84,93 ± 23,67	82,25 ± 21,55	51,57 ± 7,83	**0,005
% MG	16,54 ± 2,03	15,95 ± 2,18	13,67 ± 0,96	*0,024
IMC	23,64 ± 1,89	24,38 ± 1,97	23,26 ± 0,99	n.s.
Lactato				
Lactato Sanguíneo	6,86 ± 2,62	9,7 ± 2,56	5,63 ± 1,82	*0,04
Tempo				
Primeira Repetição	48,13 ± 14,95	65,25 ± 29,32	32,14 ± 7,43	*0,015
Segunda Repetição	57,0 ± 16,36	77,88 ± 38,85	35,0 ± 12,36	*0,017
Terceira Repetição	57,8 ± 10,96	85,88 ± 51,10	33,43 ± 9,52	*0,023
Quarta Repetição	64,6 ± 30,74	71,63 ± 24,88	31,57 ± 8,68	**0,002
Quinta Repetição	75,6 ± 50,59	74,63 ± 26,67	34,0 ± 12,78	**0,003
Dinamómetro				
Inicial	49,53 ± 9,86	55,13 ± 4,79	61,14 ± 8,55	n.s.
Primeira Repetição	45,33 ± 7,34	54,38 ± 3,89	59,57 ± 12,37	n.s.
Segunda Repetição	39,93 ± 7,82	48,88 ± 8,90	59,29 ± 13,71	n.s.
Terceira Repetição	37,4 ± 8,05	48,75 ± 7,94	58,71 ± 15,04	n.s.
Quarta Repetição	34,0 ± 8,32	45,13 ± 6,79	54,29 ± 11,86	n.s.
Quinta Repetição	33,2 ± 9,67	43,63 ± 6,21	53,57 ± 13,36	n.s.
Frequência Cardíaca				
Um minuto antes	109,2 ± 13,24	113,75 ± 12,61	101,29 ± 10,59	n.s.
Partida	125,33 ± 8,11	127 ± 12,20	116 ± 7,14	n.s.
Primeira Repetição	173,07 ± 8,11	179,25 ± 5,20	162,86 ± 5,20	n.s.
Segunda Repetição	180,53 ± 7,32	183,75 ± 5,09	174,57 ± 19,51	n.s.
Terceira Repetição	184,47 ± 7,74	186,88 ± 5,96	178,57 ± 17,56	n.s.
Quarta Repetição	185,8 ± 7,36	190,38 ± 6,52	182,71 ± 17,46	n.s.
Quinta Repetição	189,27 ± 9,12	194,88 ± 4,82	187,29 ± 15,18	n.s.

* $p < 0,05$ (significativo)

** $p < 0,01$ (altamente significativo)

n.s. (não se verificam diferenças significativas)

Antes de realizar o estudo das variáveis analisadas na realização do teste de campo, é importante lembrar que foram realizadas duas vias de diferentes graus de dificuldade. Esta situação verificou-se dado o nível de diferenciação existente entre os grupos que, se por um lado optarmos para níveis de prestação mais elevados o teste seria impraticável para o grupo mais fraco, por outro se baixasse-mos o nível de dificuldade dos testes ainda que ao nível da prestação mais elevada do grupo mais fraco, tal não representaria um esforço representativo para o grupo de melhor prestação. Assim, o Grupo A realizou uma via com grau de dificuldade V+, enquanto que o Grupo B e o Grupo C realizaram uma via de dificuldade 6a. Este factor apenas nos permite realizar comparações entre os dados observados do Grupo B e do Grupo C.

De todos os dados recolhidos e analisados (duração na realização das diferentes repetições de via, lactato pós teste, força de prensar recolhido após o culminar de cada repetição e a monitorização da frequência cardíaca), podemos verificar que existe diferença estatisticamente significativa no lactato e no tempo das três primeiras repetições, verificando diferenças altamente significativas no tempo necessário para realizar as duas últimas repetições.

As diferenças estatisticamente significativas verificadas no lactato final podem ser justificadas pela grande diferença de nível existente entre os dois grupos. Assim, podemos afirmar que um melhor nível de escalada permite não só uma melhor performance (tempo), como também uma maior economia de energia.

Relativamente às diferenças verificadas nos tempos realizados durante as diferentes repetições, podemos justifica-las pela acumulação de lactato referida anteriormente. Assim, devido ao diferente nível de escalada, verificou-se inicialmente uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Possivelmente pela acumulação contínua de lactato, o Grupo B nas duas últimas repetições diminuiu mais, relativamente ao grupo C, as suas prestações, verificando-se a existência de diferenças altamente significativas na parte final do teste.

Booth et al. (1998), através de um protocolo descontínuo de escalada numa “treadwall”, com uma amostra com características antropométricas e nível de escalada

semelhantes aos nossos grupos B e C, obteve como média de frequências cardíacas 190 batimentos por minuto. Estes valores são muito semelhantes aos observados no nosso estudo, tanto no Grupo B como no Grupo C.

Relativamente à força de prensar no dinamómetro, os estudos de Watts et al (1993), Grant et al (1996), Grant et al. (2001) e Watts et al. (2000), citados por Watts (2004), têm índices de força semelhantes aos observados no nosso Grupo C, mesmo com amostras de escaladores com nível de escalada superior ao nosso grupo C (8a, 8b e 8C).

Relativamente aos estudos de Shell et al (2003), Mermier et al (1997), Watts et al (1996), Billat et al. (1995) e Booth et al. (1999), citados por Shell (2003), onde se verificam maiores semelhanças com a nosso protocolo de escalada (escalar em “Top Rope”), podemos verificar que a frequência cardíaca obtida é inferior, relativamente ao total da nossa amostra, após o culminar da primeira repetição. Esta variação pode ser em parte justificada, pelo nível de dificuldade escalado nos diferentes estudos apresentados.

4.1. Correlação existente entre as variáveis antropométricas e as variáveis fisiológicas recolhidas no teste de escalada

4.1.1. Correlação entre o Grupo C e o Grupo B

Quadro IV-12: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis antropométricas (massa corporal, estatura, envergadura, Σ PAC, %MG e IMC) e o desempenho obtido na prova de escalada (Tempo dispendido na realização de cada repetição, dinamómetro inicial e após cada repetição, frequência cardíaca um minuto antes, basal e após cada repetição) do Grupo B e do Grupo C.

Variáveis	Lactato		Massa Corporal (kg)		Estatura (cm)		Envergadura (cm)		Σ PAC (mm)		% MG		IMC	
	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B
Primeiro Tempo										*0,719		*0,799		
Segundo Tempo														
Terceiro Tempo										*0,831		*0,743		
Quarto Tempo										*0,750				
Quinto Tempo														
Dinamómetro Inicial					**0,924		*0,864		*0,862	*0,779				
Primeiro Dinamómetro					*0,828		*0,766		*0,797					
Segundo Dinamómetro					*0,842									
Terceiro Dinamómetro			*0,760		*0,823									
Quarto Dinamómetro					*0,817				**0,899					
Quinto Dinamómetro									*0,817					
FC 1 minuto antes														
FC Basal							*0,755							
Primeira FC												* - 0,788		
Segunda FC														
Terceira FC														* - 0,755
Quarta FC														
Quinta FC														

A – Grupo A

B – Grupo B

C – Grupo C

** A correlação é altamente significativa para ($p < 0,01$)* A correlação é significativa para ($p < 0,05$)

Através da observação do quadro IV-12, podemos verificar que no Grupo C, os atletas mais altos são os que têm maiores índices de força no dinamómetro manual, esta correlação não se verifica apenas no último teste de dinamómetro. Ainda relativamente ao Grupo C, os atletas com maior envergadura e com maior somatório de pregas de adiposidade cutânea são os que apresentam, no dinamómetro inicial e no após a primeira realização, maiores índices de força.

Relativamente ao Grupo B, podemos constatar que os atletas com maior somatório de pregas de adiposidade cutânea e maior percentagem de massa gorda são os que realizam melhores tempos nas diferentes repetições. Esta observação pode ser justificada pela constituição do grupo, pois não nos estamos a referir a um grupo de elite de escaladores. Neste caso, e segundo os estudos apresentados na revisão de literatura (Mermier et al., 2000; Watts et al., 2003), é que se verifica uma pequena percentagem de adiposidade cutânea.

Ainda referente ao Grupo B, é importante referir a correlação negativa entre a percentagem de massa gorda e a frequência cardíaca observada no fim da primeira repetição. Esta correlação permite-nos afirmar, que neste grupo de atletas, os que têm maior percentagem de massa gorda são os que têm menor frequência após a primeira repetição. Podemos verificar uma correlação idêntica, relativa ao índice de massa corporal e a frequência cardíaca referente ao culminar da terceira repetição.

4.1.2. Correlação do Grupo A

Relativamente ao quadro IV-13, podemos verificar que os atletas com maior envergadura são os que têm e os que mantêm maior índice de força do antebraço durante as sucessivas repetições.

Fazendo referência ao lactato, é bastante importante verificar a correlação negativa existente nas últimas três repetições do teste de lactato. Através da análise desta correlação, podemos afirmar que quanto maior é a concentração de lactato sanguíneo, menor é a força observada no dinamómetro. Esta correlação já era esperada, pois com a pouca técnica evidenciada por este grupo, a contínua acumulação de lactato levaria à existência de uma quebra de força do antebraço e da performance dos atletas.

Quadro IV-13: Correlação produto momento de Pearson existente entre as variáveis antropométricas (massa corporal, estatura, envergadura, Σ PAC, %MG e IMC) e o desempenho obtido na prova de escalada (Tempo dispendido na realização de cada repetição, dinamómetro inicial e após cada repetição, frequência cardíaca um minuto antes, basal e após cada repetição) do Grupo A.

Variáveis	Lactato	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	Envergadura (cm)	Σ PAC (mm)	% MG	IMC
	A	A	A	A	A	A	A
Primeiro Tempo							
Segundo Tempo							
Terceiro Tempo							
Quarto Tempo			*0,587				
Quinto Tempo							
Dinamómetro Basal		*0,602		*0,568			
Primeiro Dinamómetro							
Segundo Dinamómetro				*0,616			
Terceiro Dinamómetro	* - 0,548			*0,558	* - 0,544	* - 0,534	
Quarto Dinamómetro	* - 0,570			*0,521			
Quinto Dinamómetro	* - 0,562			*0,537			
FC 1 minuto antes							
FC Basal							
Primeira FC						* - 0,788	
Segunda FC							
Terceira FC							
Quarta FC				* - 0,583			
Quinta FC							

A – Grupo A

** A correlação é altamente significativa para ($p < 0,01$)

* A correlação é significativa para ($p < 0,05$)

Com a observação das correlações respectivas ao Grupo A, podemos verificar que o aumento do somatório da adiposidade cutânea e da percentagem de massa gorda leva a uma significativa diminuição da força de pensar no final da terceira repetição.

4.2. Correlação existente entre as variáveis fisiológicas dos dois testes desenvolvidos

4.2.1. Correlação entre o Grupo C e o Grupo B

Quadro IV-14: Correlação produto momento de Pearson existente entre o desempenho obtido no teste de laboratório (lactato, pré dinamómetro, pós dinamómetro, tempo final, patamar alcançado, Ve max, VO2 absoluto e Fc Max) e o desempenho obtido na prova de escalada (Tempo dispendido na realização de cada repetição, dinamómetro inicial e após cada repetição, frequência cardíaca um minuto antes, basal e após cada repetição) do Grupo B e do Grupo C.

Teste de VO2max	Lactato		Pré Dinamó		Pos Dinamó		Tempo Final		Patamar alcançad		VE max		VO2absoluto		FC max	
	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B
Teste de Escalada																
Lactato da Escalada																
Primeiro Tempo																
Segundo Tempo																
Terceiro Tempo																
Quarto Tempo																
Quinto Tempo																
Dinamómetro Basal			*0,787													
Primeiro Dinamómetro			**0,921	**0,850	*0,751											
Segundo Dinamómetro			**0,896	**0,841												
Terceiro Dinamómetro			**0,891	*0,820												
Quarto Dinamómetro			*0,780	*0,775	*0,761				*0,733							
Quinto Dinamómetro			*0,766	*0,707												
FC 1 minuto antes				*0,810												
FC Basal																
Primeira FC			*0,756													
Segunda FC																
Terceira FC																
Quarta FC						* - 0,752										
Quinta FC											* - 0,750					

B – Grupo B

C – Grupo C

** A correlação é altamente significativa para (p<0,01)

* A correlação é significativa para (p<0,05)

A observação do quadro IV-14 permite-nos verificar a influencia que os dados recolhidos no teste de laboratório (teste máximo) têm sobre a performance do teste de campo (teste de escalada).

Assim, podemos verificar que os atletas do Grupo C e do Grupo B que tiveram maior índice de força no dinamómetro realizado antes do teste de laboratório, são os que têm maior índice de força em todas as repetições realizadas no teste de escalada (correlação significativa e altamente significativa).

Relativamente ao Grupo B, podemos verificar a existência de uma correlação negativa entre o Volume expiratório e a frequência cardíaca final. Esta correlação diz-nos que quanto maior é o volume expiratório dos atletas, menor é a frequência cardíaca

4.2.2. Correlação entre o Grupo C e o Grupo A

Quadro IV-15: Correlação produto momento de Pearson existente entre o desempenho obtido no teste de laboratório (lactato, pré dinamómetro, pós dinamómetro, tempo final, patamar alcançado, Ve max, VO2 absoluto e Fc Max) e o desempenho obtido na prova de escalada (Tempo dispendido na realização de cada repetição, dinamómetro inicial e após cada repetição, frequência cardíaca um minuto antes, basal e após cada repetição) do Grupo A e do Grupo C.

Teste de VO2max	Lactato		Pré Dinamó		Pos Dinamó		Tempo Final		Patamar alcançad		VE max		VO2 Absoluto		FC max	
	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A
Lactato da Escalada																
Primeiro Tempo																
Segundo Tempo																
Terceiro Tempo																
Quarto Tempo																
Quinto Tempo																
Dinamómetro Basal			*0,787	**0,935	**0,671		**0,749		**0,754		**0,784		*0,817			
Primeiro Dinamómetro			**0,921	**0,841	*0,614						*0,528		*0,528			
Segundo Dinamómetro			**0,896	**0,837	**0,695						*0,624		*0,589			
Terceiro Dinamómetro			**0,891	**0,693	*0,638						*0,524					
Quarto Dinamómetro			*0,780	**0,708	**0,796											
Quinto Dinamómetro			*0,766	**0,739	**0,778											
FC 1 minuto antes																
FC Basal																* - 0,584
Primeira FC			*0,756													
Segunda FC																
Terceira FC																
Quarta FC																
Quinta FC																

A – Grupo A

B – Grupo B

C – Grupo C

** A correlação é altamente significativa para ($p < 0,01$)* A correlação é significativa para ($p < 0,05$)

O quadro IV-15 representa as variáveis observadas nos dois testes desenvolvidos neste estudo, realizando a respectiva correlação de dados.

Como podemos observar, os atletas do Grupo A com maior índice de força observado no dinamómetro antes e depois do teste de laboratório, apresentam valores significativamente maiores no dinamómetro de todas as repetições. Esta correlação é altamente significativa, pois $p < 0,01$. Esta correlação foi observada nos três grupos da nossa amostra, como já foi demonstrado.

Referenciando ainda o Grupo A, verifica-se uma correlação altamente significativa entre o patamar alcançado no teste de laboratório e a força registada no dinamómetro manual inicial do teste de escalada. Outra correlação observada é a dos atletas com maior volume expiratório e maior volume de oxigénio absoluto, pois têm maior força observada no dinamómetro do teste de campo.

É importante referir que no Grupo A, os atletas com maior frequência cardíaca máxima têm menor frequência cardíaca basal.

5. Representação Gráfica dos resultados obtidos no teste de campo

Independentemente do nível dos escaladores ou da sua condição física, podemos constatar que a variação de todas as variáveis observadas (frequência cardíaca, tempo dispendido em cada repetição de via e variação da força de pensar no dinamómetro manual) sofreram variações semelhantes.

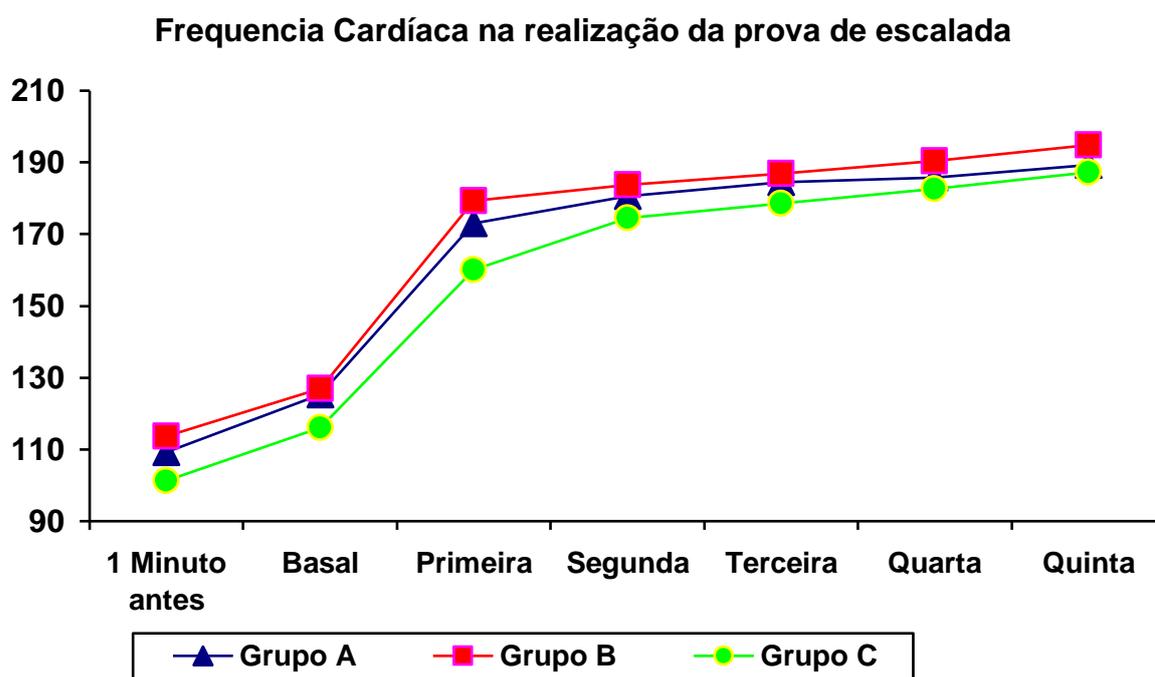


Gráfico IV-2: Representação gráfica das variações verificadas na frequência cardíaca um minuto antes, ao início e após a realização das cinco repetições realizadas.

Como podemos verificar no gráfico, o aumento da frequência cardíaca dos três grupos do nosso estudo, independentemente da via realizada, é bastante similar. Podemos constatar que se verifica um aumento significativo da frequência cardíaca recolhida um minuto antes e no início do teste. Este aumento foi referido nos estudos de Booth et al., (1999), verificando-se uma variação semelhante em ambos os estudos.

Relativamente ao tempo dispendido na realização de cada repetição da via de escalada, podemos verificar que um melhor conhecimento técnico (Grupo C), permite realizar todas as repetições mantendo sempre o mesmo ritmo de escala. A curva gráfica representante ao Grupo A permite-nos afirmar que com o desenvolvimento das sucessivas repetições, o cansaço existente, principalmente através da fadiga localizada nos antebraços, leva a um constante aumento do tempo necessário para cada repetição.

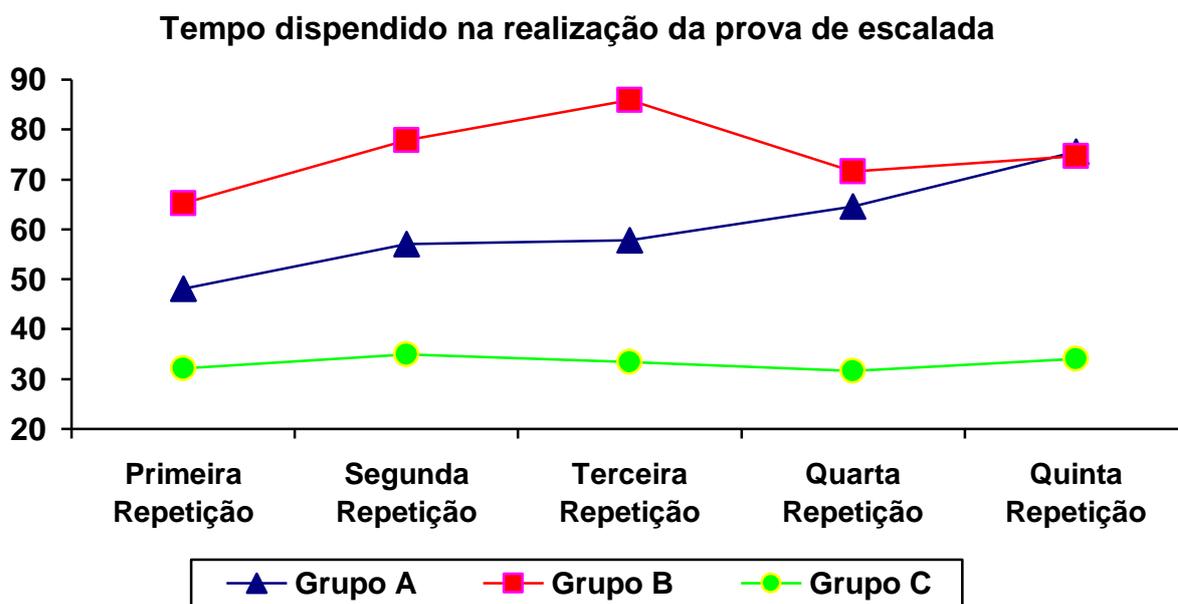


Gráfico IV-3: Representação gráfica do tempo dispendido para a realização das cinco repetições pedidas.

A curva referente ao Grupo B sofre uma grande variação da terceira para a quarta repetição. Esta variação poderá ser justificada pelo nível dos escaladores deste grupo (grandes variações ao nível da técnica individual), o que cria diferentes respostas fisiológicas ao exercício dentro do mesmo grupo.

Relativamente á aplicação do protocolo de prensar do dinamómetro manual durante a realização do teste de campo, novamente o constante desenvolvimento do gráfico é semelhante a todos os grupos, independentemente da via realizada.

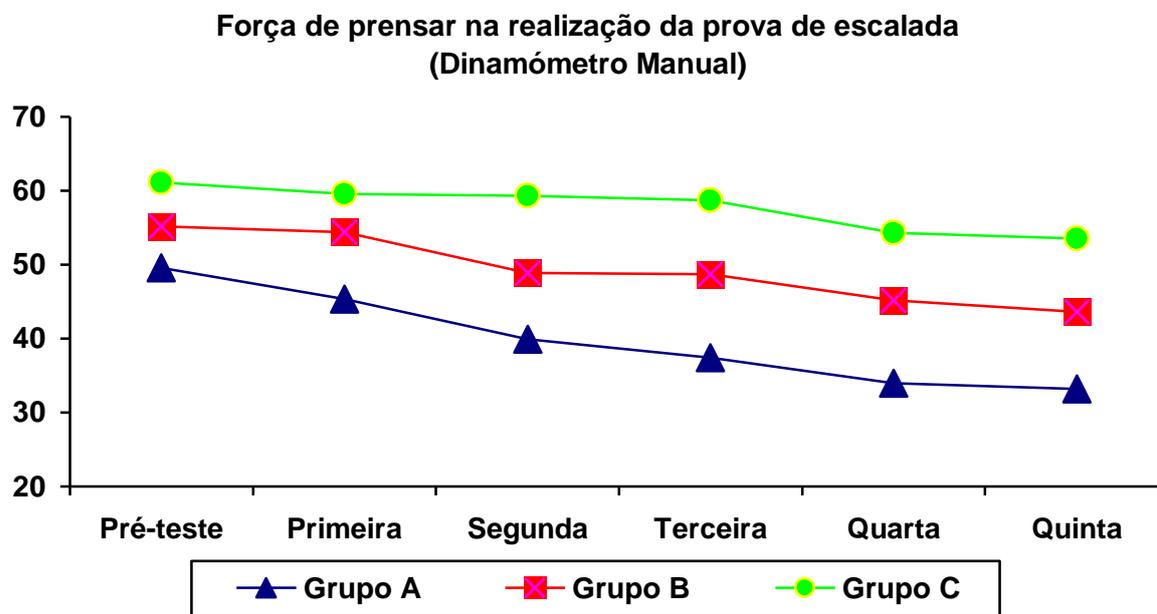


Gráfico IV-4: Representação gráfica da força de prensar do dinamómetro antes de iniciar e após as cinco repetições pedidas.

Podemos verificar que as diferenças existentes, são relativas ao intervalo de variação entre o primeiro e o último prensar e aos índices de força gerais, sendo as variações bastante semelhantes.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

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

- ✓ Os escaladores da elite da região centro de Portugal são caracterizados por terem uma reduzida percentagem de massa gorda, pois verifica-se a existência de diferenças estatisticamente significativas em todas as pregas de adiposidade cutânea recolhidas;
- ✓ Para a obtenção de melhores performances na escalada, para a amostra em estudo, apenas estão associados índices de adiposidade cutânea reduzidos, não se verificando a influência de mais nenhuma variável antropométrica;
- ✓ Nos escaladores, um aumento massa corporal, da estatura e da envergadura leva à determinação de um VO₂ relativo superior;
- ✓ Embora os escaladores de elite tenham um VO₂ relativo e uma Ve Max superiores, através da correlação das variáveis dos dois protocolos desenvolvidos, verificamos que esta superioridade não está directamente relacionada com a sua performance. Relativamente a escaladores não treinados, um VO₂ relativo superior e uma Ve max superior vai permitir o desenvolvimento de maiores índices de força no prensar manual no decorrer da prática de escalada;
- ✓ De acordo com a amostra em estudo, os escaladores com melhores níveis, para além de terem melhores performances, conseguem atingi-las com um menor gasto energético. Podemos verificar isso através da observação das concentrações de lactato atingidas no final do teste de escalada.

- ✓ Para os escaladores de elite deste estudo, existe uma correlação altamente significativa ($p < 0,01$) entre a estatura, envergadura e a massa corporal. Através desta correlação e do conhecimento referente à percentagem de adiposidade cutânea, podemos concluir que o aumento da massa corporal é directamente influenciado pela estatura e envergadura. Relativamente ao grupo de controlo, o aumento da massa corporal está directamente relacionado com o índice de massa corporal, com a percentagem de massa gorda e pelo somatório das pregas de adiposidade cutânea;

- ✓ Para escaladores de elite, os índices de força de prensar, avaliados pelo dinamómetro manual, aumentam significativamente com o aumento da massa corporal, da estatura e da envergadura, verificando-se também que os atletas com maiores índices nas variáveis referidas, maior força de prensão manual em todas as repetições realizadas no teste de campo. Assim, podemos concluir que para os escaladores mais pesados terem performances iguais aos mais leves, necessitam de uma maior força de prensão manual;

Recomendações:

- ✓ Verificar a influência que as diferentes alavancas têm na performance dos escaladores;

- ✓ Desenvolver um teste de campo semelhante, mas onde o ritmo da escalada seja uma variável controlada pelo observador. Para tal, poder-se-á utilizar-se um ritmo de alcance de diferentes alturas/patamares;

- ✓ Desenvolver o teste de obtenção do VO₂max de forma a restringir a possibilidade de movimentos realizados;

- ✓ Desenvolver o protocolo de escalada existente, mas com o intuito de determinar a influência que as diferentes presas têm na performance e fisiologia dos escaladores;

- ✓ Desenvolver futuros estudos tendo em conta variáveis como a temperatura, que podem influenciar significativamente os dados.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

Billat V, Palleja P, Charlaix T, et al. Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *J Sport Med Phys Fitness* **1995**; **35**: 20-4

Billat, V., Hamard, L., Bocquet, V., Demaire, S., Beroni, M., Petit, B., Koralsztein, J. (2000) Influence of light additional arm cranking exercise on the kinetics of VO₂ in severe cycling exercise. *Sports Med*; 21: 344-350.

Bohnert B., Ward, SA., Whipp, BJ. (1998) Effects of prior arm exercise on pulmonary gas exchange kinetics during high-intensity leg exercise in humans. *Exp Physiol* 83; 557-570

Booth J, Mariano F, Hill C, et al. Energy costs of sport rock climbing in elite performers. *Br J Sport Med* 1999; 33: 14-18

Brahler, CJ., & Blank, SE. (1994) VersaClimbing elicits higher VO₂max than does treadmill running or rowing ergometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.

Fernández-Castanys, B. & Fernández, M. (2003). La preparación biológica en la formación integral del deportista. (1ª Ed.). Barcelona: Editorial Paidotribo.

Fragoso, I., & Vieira, F. (2000). Morfologia e crescimento. *Edições FMH, Lisboa*.

Gastin, P. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sport Medicine*, Vol. 31, nº 10, pp. 725-741.

Gomes, B. (2002). *Indicadores Fisiológicos de Rendimento em Canoistas Femininas de Elite*. Coimbra. FCDEF-UC.

Booth, J., Marino, F., Hill, C., Gwinn, T. (1999) Energy cost of sport rock climbing in elite performers. *Br J Sports Med*; 33: 14-18

Green, H.J. (1995). Metabolic Determinants of Activity Induced Muscular Fatigue. In Hargreaves, M. (Ed.), *Exercise Metabolism*, pp. 211-232. USA: Human Kinetics.

Guyton, A. & Hall, J. (1998). Fisiologia Humana e mecanismos das doenças (6ª Edição). *Guanabara Koogan S.A.*

Hoffmann, M. (S.d.) Manual de Escalada (5ª Edição) *Ediciones Desnivel*. ISBN: 84-87746-18-7

Janot, J M; Steffen, J P; Porcari, J P; Mather, M A; (2000). Heart rate responses and perceived exertion for beginner and recreational sport climbers during indoor climbing. *Journal of Exercise Physiology*. Volume 3, number 1, January.

Watts PB, Newburg V, Sulentic J (1996). Acute changes in handgrip strength, endurance, and blood lactate with sustained sport rock climbing. *J Sports Med Phys Fitness* 36:255-260

Watts PB, Daggett M, Gallagher P, et al (2000) Metabolic responses during sports rocks climbing and the effects of active versus passive recovery. *Int J Sports Med* 21:185-190.

Watts, PB (2004) Physiology of difficult rock climbing. *J Appl Physiol* 91: 361-372.

Wilmore, J.H & Costill, D. L. (1994). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics.

Wright, D., Royle, T., Marshall, T. (2001) Indoor rock climbing: who injured?. *Br J Sports Med*; 35: 181-185

Manso, J., Valdivielso, M. & Caballero, J. (1996). *Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte. Evaluación de la Condición Física*, Madrid: Gymnos.

MacDougall, J., Wenger, H., & Green, H.(1995). *Evaluación Fisiológica del Deportista*. Editorial Paidotribo.

McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. (1996). *Exercise Physiology. Energy, Nutrition and Human Performance (4th ed)*. Baltimore: Williams & Wilkins

Mermier, CM., Janot, JM., Parker, DL., Swan, JG (2000) Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *British Journal of Sports Medicine* 34:359-365.

Mermier CM, Robergs RA, McMinn SM et al. (1997) Energy expenditure and physiological responses during indoor rock climbing. *Br J Sports Med*;31:224-8.

Pereira, A. SPSS - Guia prático de utilização, análise de dados para ciências sócias e psicologia (5ª Edição). Edições Sílabo

Pereira, A. & Poupa, C.. *Como escrever uma tese, monografia ou livro científico usando o Word*. (3ª Edição) Edições Sílabo

Powers, S. & Howley, E. (1997). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance (3rd ed.)*. Madison: Brown & Benchmark publishers.

Pringle, J., Doust, J., Carter, H., Tolfrey, K., Jone, A. (2003) Effect of pedal rate on primary and slow-component oxygen uptake responses during heavy-cycle exercise. *Appl Physiol* 94: 1501-1507

Quaine, F., Martin, L., Blanchi, J. (1997) Effect of a leg movement on the organisation of the forces at the holds in a climbing position. *Human Movement Science* 16; 337-346.

Quaine, F., Vigourox, L., Martin, L. (2003). Finger Flexors Fatigue in Trained Rock Climbers and Untrained Sedentary Subjects. *J. Sports Med* 24: 424-427

Robergs, R. & Roberts, S. (2000). *Fundamental Principles of Exercise Physiology for fitness, performance, and health*. McGraw-Hill.

Rohrbough, J., Mudge, M., Schilling, R., (2000) Overuse injuries in the elite rock climber. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 0195-9131/00/3208-1369/0

Santos, P. (1996). Métodos de Determinação do Limiar Anaeróbio. *Revista Horizonte*, Vol. XIII, nº 73.

Sargeant, A.J. (1994). Human Power Output and Muscle Fatigue. *International Journal of Sports Medicine*, 15 (3), pp. 116-121.

Sheel, A W (2003). Physiology of sport rock climbing. *Med Sci Sports* 33:452-43

Sheel A W, Seddon N, Knight A, et al. Physiological responses to indoor rock climbing and their relationship to maximal cycle ergometry. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1225-31.

Sobral, F. & Silva, M. (2003). *Cineantropometria, Curso básico*. Coimbra: Textos de apoio – FCDEF-UC.

Vander, A., Sherman, J. & Luciano, D. (1994). *Human Physiology* (6th Edition), McGraw-Hill.

Silva, P. & Silva, S.(2004). Uma revisão sobre alguns parâmetros de avaliação metabólica ergométrica, VO₂max, limiar anaeróbio e lactato. *Leituras: EF Y Deportes, Revista digital*. – www.efdeportes.com

ANEXOS

Anexo 1

Carta a Solicitar a Participação dos Atletas no
Estudo



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

Estimado Atleta

O laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra está empenhado em desenvolver uma linha de investigação no campo da Escalada que contribua para um melhor conhecimento desta modalidade e dos seus atletas.

Vimos por este meio convidá-lo a integrar o referido projecto na modalidade de Escalada, que tem como finalidade caracterizar a nível antropológico e fisiológico a elite nacional da Escalada Desportiva, perceber a relação existente entre o VO₂max e os índices de força do antebraço com a performance dos diferentes escaladores e permitir o desenvolvimento e orientação do treino de escaladores de alto nível, de acordo com os seus parâmetros antropométricos e fisiológicos.

Para a recolha de dados foram pré-seleccionados 30 atletas do sexo masculino, tendo por base os resultados obtidos na modalidade e a sua experiência na modalidade. A referida recolha dos dados será realizada em duas fases. A primeira terá lugar no Pavilhão número 1 do Estádio Universitário de Coimbra, para a realização de várias séries em velocidade de uma via desportiva, a realizar em “top rope”. A segunda será a realizar no laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, através da caracterização a nível fisiológico e antropométrico dos diferentes atletas.

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), e pelo Mestre Amândio Manuel Cupido dos Santos (orientador), e composta ainda, pelo discente Fábio Rafael Reis Fernandes no último ano da licenciatura em Ciências do Desporto e Educação Física.

Esperamos a tua compreensão. Sinceros Cumprimentos.

Para mais informações contactar:

Fábio Fernandes Telemóvel: **966442579** ou E-mail: **fabiorrh4@gmail.com**

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 em desenvolver uma linha de investigação no campo da Escalada que contribua para um melhor conhecimento desta modalidade e dos seus atletas.

O projecto a desenvolver baseia-se na caracterização fisiológica e antropométrica de atletas da elite nacional, sendo desenvolvida em duas sessões. A primeira sessão será realizada no pavilhão número 1 da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, sendo a segunda sessão realizada no laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

Tive oportunidade de discutir os procedimentos com a equipa de investigação e permito que me seja analisado o consumo de oxigénio (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 a prova de esforço, através de uma picadela na orelha.

Assim, 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 2006

Assinatura do Atleta

Anexo 3

Questionário Aplicado

Questionário Individual

Nome: _____ Idade: _____

1. Há quantos anos pratica Escalada? _____

2. Qual o nível mais elevado que já escalaste “à vista”? _____

Qual o ano em que atingiste esse nível? _____

3. Qual o nível mais elevado que já escalaste em “Red Point”? _____

Qual o ano em que atingis-te esse nível? _____

4. Qual o seu nível actual a escalar “à vista”? _____

Qual o seu nível actual a escalar em “Red Point”? _____

5. Relativamente ao seu treino:

És orientado por algum treinador? _____

Número de sessões semanais _____

Horas por sessão _____

Em media, qual a organização dos teu treinos.

(Ex.: Corrida e 15 séries de 25 movimentos)
