



Caracterização do Piloto de motociclismo

Off-Road

Dissertação apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, como requisito para a obtenção do 2.º ciclo de estudos em Treino de Alto Rendimento ao abrigo do Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de março.

Orientador: Prof. Doutor José Augusto Rodrigues dos Santos

Rui Filipe Santos Sousa

Porto, outubro de 2011

Sousa, R. F. S. (2011). *Caracterização do Motociclista Off-Road*. Porto: R. Sousa. Dissertação de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Treino de Alto Rendimento, apresentado à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-Chave: MOTOCICLISMO OFF-ROAD; COMPOSIÇÃO CORPORAL; PREENSÃO MANUAL; FORÇA ISOMÉTRICA; VO_{2MAX} .

Dedicado ao meu filho Rodrigo...

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria sido possível sem a colaboração e o contributo de um conjunto de pessoas e instituições. A todos manifesto a enorme satisfação por ter sido alvo de tal disponibilidade e apoio.

Contudo, não posso deixar de registar os seguintes agradecimentos especiais:

- Ao Prof. Doutor José Augusto Rodrigues dos Santos por ter aceite este projeto, e pela sua constante disponibilidade na orientação e conceção deste estudo, onde a sua generosidade foi decisiva para a realização deste estudo. Professor, obrigado por todos os ensinamentos, conversas, desafios, incentivos e motivações.
- Ao Mestre Eduardo Oliveira, pela sua contribuição e disponibilidade ao longo de todo o trabalho, em especial durante o período de experimentação.
- Ao Laboratório de Fisiologia, pelo auxílio na logística para a realização dos testes.
- Aos atletas, pela disponibilidade em integrar este estudo, tornando possível a sua realização, em especial ao atleta e amigo Pedro Bianchi Prata pela ajuda e disponibilidade mostrada desde o primeiro dia.
- À minha família, pela confiança depositada em mim.
- À minha esposa Joana, por toda a motivação e incentivo.

A todos, o meu Muito Obrigado

ÍNDICE GERAL

	Pag.
AGRADECIMENTOS.....	V
ÍNDICE GERAL.....	VII
ÍNDICE DE QUADROS.....	IX
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XV
1 - INTRODUÇÃO.....	1
INTRODUÇÃO	3
2 - REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1 Composição Corporal	9
2.2 Força Isométrica de Preensão Manual.....	12
2.3 Força muscular Isocinética dos membros inferiores	13
2.4 Consumo Máximo de Oxigénio (VO_{2max})	18
2.4.1 Fatores limitativos do VO_{2max}	19
2.4.2 Critérios para se atingir o VO_{2max}	22
3 - OBJETIVOS.....	25
OBJETIVOS.....	27
4 - MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1 Caracterização da Amostra.....	31
4.2 Critérios de seleção.....	31
4.3 Medidas antropométricas	32
4.3.1 Massa corporal	32
4.3.2 Estatura	33
4.4 Avaliação das pregas de adiposidade subcutânea	33
4.5 Avaliação da força máxima de preensão manual (Handgrip)	33

4.6 Avaliação isocinética dos membros inferiores	34
4.7 Teste de VO_{2max} em tapete rolante	35
4.8 Procedimentos estatísticos	36
5 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	37
5.1 Apresentação dos resultados da composição corporal	39
5.2 Apresentação dos resultados da preensão manual	41
5.3 Apresentação dos resultados da força isométrica dos membros inferiores	43
5.4 Apresentação dos resultados do VO_{2max} e Vo_2 relativo.....	46
5.5 Apresentação dos resultados da composição corporal por disciplina	48
5.6 Apresentação dos resultados da preensão manual por disciplina	49
5.7 Apresentação dos resultados da força isocinética dos membros inferiores por disciplina.	50
5.8 Apresentação dos resultados do VO_{2max} e Vo_2 relativo por disciplina	55
6 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	57
6.1 Composição Corporal	59
6.2 Preensão Manual	60
6.3 Força muscular Isocinética dos Membros Inferiores	61
6.4 Avaliação do VO_{2max} e VO_{2rel}	64
6.5 Composição Corporal por Disciplina.....	66
6.6 Preensão Manual por Disciplina.....	67
6.7 Força Isocinética dos Membros Inferiores por Disciplina	69
6.8 Avaliação do VO_{2max} e VO_{2rel} por disciplina.....	72
7 - CONCLUSÕES.....	75
8 - LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES	81
9 -BIBLIOGRAFIA	85

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro nº1 – Estatura e o peso de motociclistas <i>off-road</i> na literatura.....	26
Quadro nº2 – caracterização da amostra em função da idade (anos), estatura (cm) e massa corporal (kg), nos três tipos de disciplinas <i>off-road</i>	47
Quadro nº3 - Valores da massa corporal, da estatura e percentagem de massa gorda, e respetivas médias, desvios-padrão e valores mínimos e máximos.....	56
Quadro nº4 – Valores máximos obtidos da preensão manual para o membro dominante (MS-D) e não-dominante (MS-nD), percentagem de diferença entre ambos (%difD-nD) e respetivas médias, desvios-padrão e valores mínimos e máximos.....	58
Quadro nº5 - Valores do peak torque (P_T) do membro inferior dominante (MI-D), do membro inferior não-dominante (MI-nD), no movimento de extensão (ext) e flexão (flex), a percentagem de diferença bilaterais (%Dif-lat Ext e %Dif-lat Flx), o rácio isquiotibiais/quadricípede ($R_{I/Q}$) e as respetivas médias, desvios-padrão e valores mínimos e máximos.....	60
Quadro nº6 - Valores do VO_{2max} e VO_{2rel} atingido e as respetivas médias, desvios-padrão e valores mínimos e máximos.....	62
Quadro nº7 - Valores das médias, desvios-padrão e valores máximos e mínimos de cada disciplina, na avaliação da massa corporal, estatura e %MG. Valor de estatística inferencial de <i>Kruskan-Wallis</i> para comparação entre grupos.....	64
Quadro nº8 - Valores das médias, desvios-padrão e valores máximos e mínimos de cada disciplina, na avaliação preensão manual para o membro dominante e não-dominante, percentagem de diferença entre ambos. Valor de estatística inferencial de <i>Kruskan-Wallis</i> para comparação entre grupos.....	65
Quadro nº9 - Valores das médias, desvios-padrão e valores máximos e mínimos de cada disciplina, na avaliação da força isocinética do membro inferior dominante, no movimento de extensão (MI-D Ext) e de flexão (MI-D Flx) e o rácio isquiotibiais/quadricípede ($R_{I/Q}$). Valor de estatística inferencial de <i>Kruskan-Wallis</i> para comparação entre grupos.....	67
Quadro nº10 - Valor de estatística inferencial de <i>Mann-Whitney</i> para comparação entre grupos para o parâmetro do rácio isquiotibiais/quadricípede ($R_{I/Q}$) para o membro inferior dominante..	68
Quadro nº11 - Valores das médias, desvios-padrão e valores máximos e mínimos de cada disciplina, na avaliação da força isocinética do membro inferior não-dominante, no movimento de extensão (MI-nD Ext) e de flexão (MI-nD Flx) e o rácio isquiotibiais/quadricípede ($R_{I/Q}$). Valor de estatística inferencial de <i>Kruskan-Wallis</i> para comparação entre grupos.....	69

Quadro nº12 - Valores das médias, desvios-padrão e valores máximos e mínimos de cada disciplina, relativamente à percentagem de diferença bilaterais dos membros inferiores, no movimento de extensão (%Dif-lat Ext) e no movimento de flexão (%Dif-lat Flx). Valor de estatística inferencial de *Kruskan-Wallis* para comparação entre grupos.....**70**

Quadro nº13 - Valor de estatística inferencial de *Mann-Whitney* para comparação entre grupos para o parâmetro da percentagem de diferença bilateral no movimento de extensão (%Dif-lat Ext).....**71**

Quadro nº14 - Valores das médias, desvios-padrão e valores máximos e mínimos de cada disciplina, relativamente à avaliação do VO_{2max} e VO_{2rel} . Valor de estatística inferencial de *Kruskan-Wallis* para comparação entre grupos.....**72**

Quadro nº15 - Valor de estatística inferencial de *Mann-Whitney* para comparação entre grupos para o VO_{2rel}**73**

RESUMO

O conhecimento das características dos atletas de uma modalidade é uma necessidade basilar para qualquer treinador ou preparador físico, por forma a delinear o planeamento de treino que potencie a base genética de qualquer atleta. Aliado a isto, e à reduzida literatura disponível sobre esta modalidade e as suas disciplinas, o objetivo deste estudo foi avaliar as características dos pilotos portugueses de motociclismo *off-road* e verificar se existiam diferenças entre as três disciplinas.

Vinte e cinco atletas da modalidade de motociclismo *off-road*, do sexo masculino, ($29,1 \pm 7,4$ anos de idade) foram divididos pelas disciplinas *off-road* que praticam: motocross (Mx) ($n=7$), enduro ($n=10$) e todo-terreno/rally ($n=8$). Foram avaliadas as características antropométricas, a composição corporal, a força máxima de preensão manual, a força isométrica dos membros inferiores, o VO_{2max} e VO_{2rel} .

Este estudo permite-nos concluir que o piloto de motociclismo *off-road* apresenta uma estatura média de $173,88 \pm 4,68$ cm, com uma massa corporal de $74,18 \pm 7,15$ kg e com uma percentagem de massa gorda de $13,53 \pm 3,04\%$. A força de preensão manual média para a mão dominante foi de $47,98 \pm 4,43$ kg, para a mão não-dominante de $46,73 \pm 5,90$ kg e a diferença entre a mão dominante e não-dominante média foi de $9,64 \pm 9,37\%$. A força isocinética média no movimento de extensão do membro inferior dominante foi de $220,34 \pm 33,07$ Nm e para o membro inferior não-dominante de $213,06 \pm 31,85$ Nm, com uma diferença bilateral de $13,41 \pm 13,3\%$. Para o movimento de flexão foi de $109,54 \pm 17,67$ Nm para o membro inferior dominante e de $105,11 \pm 15,27$ Nm para o membro inferior não dominante, com uma diferença entre a mão dominante e a não-dominante de $6,52 \pm 4,24$. O rácio isquiotibiais/quadríceps encontrado foi de $50,29 \pm 9,30\%$ para o membro inferior dominante e de $50,32 \pm 7,31\%$ para o membro inferior não-dominante. O VO_{2max} médio encontrado foi de $4,425 \pm 0,490$ l/min e o VO_{2rel} médio foi de $59,52 \pm 5,55$ ml/kg/min.

Em todas as avaliações supra citadas, apenas foram encontradas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os pilotos das três disciplinas no rácio isquiotibiais/quadríceps do membro inferior dominante, em que os pilotos da disciplina de Mx apresentam um rácio superior aos pilotos de enduro e de *rally*. Isto não aconteceu entre as disciplinas de enduro e *rally*. Na diferença bilateral no movimento de extensão, os pilotos da disciplina de *rally* apresentam valores significativamente inferiores ($p \leq 0,05$) relativamente aos pilotos de Mx e de enduro. Os pilotos da disciplina de Mx e enduro não apresentam diferenças significativas ($p \leq 0,05$). No VO_{2rel} , os pilotos da disciplina de Mx apresentam valores significativamente superiores ($p \leq 0,05$) em relação aos pilotos de enduro. O mesmo não foi encontrado entre os pilotos das disciplinas de Mx e *rally*, e entre os pilotos das disciplinas de enduro e *rally*.

Palavras-chave: MOTOCICLISMO OFF-ROAD; COMPOSIÇÃO CORPORAL; PREENSÃO MANUAL; FORÇA ISOMÉTRICA; VO_{2MAX} .

ABSTRACT

Knowing the characteristics of the athletes in a sport is a fundamental necessity for any coach or physical trainer in order to delineate the training plan to potentiate the genetic basis of any athlete. Allied to this, and the limited literature available on this modality and its disciplines, the aim of this study was to evaluate the characteristics of the Portuguese pilots of off-road motorcycling and see if there were differences between the three off-road disciplines.

Twenty-five athletes of off-road motorcycling, male (29.1 ± 7.4 years old) were divided by the off-road discipline practice: motocross (Mx) ($n=7$), enduro ($n=10$) and rally ($n=8$). Has been measured the anthropometric characteristics, body composition, handgrip strength, isometric strength of lower limbs, and VO_{2max} , VO_{2rel} .

The present study allows us to conclude that the pilot of off-road motorcycling has a mean height of 173.88 ± 4.68 cm, with a body mass of 74.18 ± 7.15 kg and with a percentage of body fat of $13.53\% \pm 3.04\%$. The handgrip average for the dominant hand was 47.98 ± 4.43 kg, for the non-dominant hand of 46.73 ± 5.90 kg and a difference between the dominant hand and non-dominant of $9.64 \pm 9.37\%$. The average isokinetic strength in the movement of extension of the dominant lower limb was 220.34 ± 33.07 Nm and for the non-dominant limb 213.06 ± 31.85 Nm with a bilateral difference of $13.41 \pm 13.3\%$. For the movement of flexion, it was 109.54 ± 17.67 Nm for the dominant lower limb and 105.11 ± 15.27 Nm for the non-dominant limb with a bilateral difference of $6.52 \pm 4.24\%$. The ratio hamstrings/quadriceps was $50.29 \pm 9.30\%$ for the dominant lower limb and $50.32 \pm 7.31\%$ for the non-dominant limb. The average VO_{2max} was 4.425 ± 0.490 l/min and the average of VO_{2rel} was 59.52 ± 5.55 ml/kg/min.

In all evaluations above mentioned, only significant differences were found ($p \leq 0.05$) between the pilots of the three disciplines: in the ratio hamstrings/quadriceps of the dominant lower limb, in which pilots of the discipline of Mx have a higher ratio than the enduro and rally riders. This did not happen between enduro and rally disciplines. In the bilateral difference for the movement of extension, the discipline of rally drivers has significantly lower values ($p \leq 0.05$) that Mx and enduro racers. The pilots of the discipline of Mx and enduro have no statistically significant differences ($p \leq 0.05$). In VO_{2rel} , the discipline of Mx riders have significantly higher values ($p \leq 0.05$) compared to enduro riders. The same was not found among the riders of Mx and rally disciplines, and between the pilots of enduro and rally disciplines.

Key-words: OFF-ROAD MOTORCYCLE; BODY COMPOSITION; HAND GRIP; ISOKINETIC STRENGTH; VO_{2MAX} .

LISTA DE ABREVIATURAS

%MG	Porcentagem de massa gorda
BTT	Ciclismo fora de Estrada
Cm	Centímetro
CO₂	Dióxido de carbono
difD-nD	Diferença entre a mão dominante e não-dominante
Dif-lat	Diferenças laterais
Dif-lat ext	Diferenças bilaterais no movimento de extensão
Dif-lat flx	Diferenças bilaterais no movimento de flexão
ext	Extensão
Fc	Frequência Cardíaca
FIM	Federação Internacional de Motociclismo –
flx	Flexão
Kg	Quilograma
Km/h	Quilometro por hora
l/min	Litros por minuto
Max	Valor máximo
MG	Massa Gorda
MI-D	Membro inferior dominante
Min	Valor mínimo
MI-nD	Membro inferior não dominante
ml	Mililitros
ml/kg/min	Mililitros por quilograma por minuto
MS-D	Mão dominante
MS-nD	Mão não-dominante
Mx	Motocross
Nm	Newton-metro
O₂	Oxigénio
PMA	Potência máxima aeróbia
P_T	Peak Torque
Q	Débito Cardíaco

QR	Quociente Respiratório
R_{I/Q}	Rácio isquiotibial/quadricípede
sd	Desvio-Padrão
seg	Segundo
VO_{2max}	Consumo máximo de oxigénio
VS	Volume sistólico
x	Média

Introdução

O motociclismo é uma modalidade que engloba várias disciplinas. Estas disciplinas podem ser disputadas em asfalto (*on-road*) ou em terra (*off-road*) (Azevedo, 2005). Dentro das corridas disputadas *off-road*, temos o motocross (Mx), o enduro e o todo-terreno ou rally.

O Mx é um desporto nascido na Europa após a segunda Guerra Mundial e que teve o seu maior desenvolvimento nos Estados Unidos a partir da década de 60.

Segundo a Federação Internacional de Motociclismo (FIM), o Mx é uma prova em circuito fechado de terra com obstáculos naturais, com um percurso mínimo de 1,4km e 1,8km de máximo e com uma largura que nunca deverá ser inferior a 6 metros nem superior a 10 metros (Federação Portuguesa de Motociclismo, 2011), em que os participantes podem começar a competir desde os 6 anos. Estes estão divididos em classes, consoante a sua idade e consoante a cilindrada do motor que utilizam (Federação Portuguesa de Motociclismo, 2011). O Mx é uma disciplina disputada em duas mangas com a duração de 40min mais 2 voltas ao percurso. Cada piloto tripulando o seu motociclo compete diretamente com os seus adversários, sendo consagrado vencedor aquele que cortar a meta em primeiro lugar, após ter cumprido o tempo de competição regulamentar (Federação Portuguesa de Motociclismo, 2011).

Enduro é uma palavra que vem de "*endurance*" que em francês quer dizer "resistência". O enduro é uma prova de regularidade, que se desenvolve total ou parcialmente por trilhos e caminhos, pistas ou estradas abertas à circulação diária normal, em que as distâncias rondam, em média, os 100kms. Os participantes devem respeitar uma média horária que é fornecida e largam de um em um, ou então, em duplas, com intervalos entre si que variam de 30 segundos a 1 minuto. Só na hora da largada é que eles recebem uma carta de controlo com o roteiro a ser seguido. Ao longo do caminho, estão distribuídos vários postos fiscais, para controlar o horário de passagem de cada um naquele ponto. No seu itinerário integrar-se-ão várias provas classificativas, isto

é, provas organizadas em troços fechados ao tráfego normal. Estas zonas são denominadas por *Extreme Test*, *Cross Test* e *Enduro Teste*. Cada uma destas zonas tem características diferentes. Enquanto a *Extreme Teste* é caracterizada por ser uma zona muito técnica, com uma grande quantidade de obstáculos, que podem ser naturais ou artificiais, a *Cross Test* é caracterizada por ter muitos saltos e curvas rápidas com apoio e a *Enduro test* é caracterizada por rampas, curvas sem apoio e com um traçado “virgem”, isto é, por onde não exista caminho ou estrada marcada (Oliveira et al., 2004). A vitória será dada ao piloto que percorrer as especiais no menor tempo possível, sem penalizar nos controlos horários, isto é, não chegar depois do tempo previsto.

O todo-terreno ou rally é uma prova desportiva disputada fora de estrada em terreno variado e com percurso secreto, que poderá ser disputada em linha ou em circuito, que tem por fim testar a resistência dos pilotos e das máquinas. Esta é composta por um percurso cronometrado que pode ser dividido em etapas com um ou mais setores seletivos e setores de ligação, sendo que a extensão mínima dos setores seletivos não poderá ser inferior a 200 km (Federação Portuguesa de Motociclismo, 2011). Um exemplo deste tipo de provas é o *Rally Paris-Dakar*.

A evolução do motociclismo a nível nacional e internacional, nas suas diferentes vertentes e aliada ao aparecimento de atletas exímios, chama cada vez mais adeptos e seguidores a esta modalidade. Aliado a isto, temos todo o mediatismo dado a uma das provas mais difíceis do mundo no motociclismo que é o *Rally Paris-Dakar*, onde pilotos portugueses têm alcançado alguns resultados de relevo.

Apesar da evolução internacional crescente, verificamos que, em Portugal, o motociclismo tarda em dar o “salto” para um nível que projete os pilotos portugueses na conquista de resultados de vulto a nível internacional e a sua inclusão nas equipas de todo-o-terreno que discutem os primeiros lugares nas provas organizadas pela FIM.

Neste sentido e aliado à reduzida literatura disponível sobre esta modalidade, é pertinente disponibilizar mais conhecimento acerca das

características dos pilotos portugueses de motociclismo das disciplinas de *off-road*, de forma a contribuir para uma melhor compreensão das características físicas e fisiológicas determinantes da *performance*.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Composição Corporal

Os indicadores antropométricos, embora de forma não absoluta, definem um perfil de especialização desportiva que pode ser atenuado ou alterado pelo processo de treino. Assim, ser alto e forte determina uma certa competência antropométrica para o basquetebol. Já para o futebol, os fatores antropométricos são menos importantes, embora exista uma tendência a encontrar os jogadores mais altos em certas posições específicas.

No motociclismo acontece o mesmo. Os fatores antropométricos podem determinar o nível de competência desportiva já que a diversidade de percursos e provas exigem diversas capacidades motoras com interdependência, mais ou menos profunda, com os indicadores antropométricos.

Atletas com diferentes dimensões corporais parecem obter desempenhos díspares em modalidades desportivas distintas. No atletismo, por exemplo, os fundistas são significativamente mais esguios do que um indivíduo sedentário, enquanto que os velocistas apresentam valores mais elevados de muscularidade (Swain, 1994).

Rodrigues dos Santos (2005), refere que a avaliação da composição corporal é um importante indicador relativo à prestação atlética, já que o excesso de peso supérfluo agrava os gastos energéticos, dificulta a coordenação e diminui o rendimento. Não é difícil estabelecer uma correlação positiva entre a percentagem de massa magra e a performance na maioria das modalidades desportivas, já que, quanto maior for o peso supérfluo de um atleta, menos económico este será. Também nas modalidades motorizadas esta assunção parece ser verdadeira.

De acordo com Gobbi et al. (2005), os atletas de motociclismo de *off-road* com maior altura e peso estão em desvantagem, já que realizam uma maior sobrecarga na moto por terem uma massa extra de peso que tem de ser acelerada ou travada. Além disso, um atleta de motociclismo mais pesado necessita de uma maior força muscular para controlar eficientemente a sua moto. Esta situação é comum para outras modalidades desportivas como os

escaladores ou os corredores de ultra maratonas. Normalmente, um excesso de peso traduz-se num maior dispêndio de energia (Sloan & De Wier, 1970).

Quadro nº1 – Estatura e o peso de motociclistas *off-road* na literatura.

	Estatura (cm) x ± sd	Peso (kg) x ± sd
Gobbi et al. (2005)	177 ± 9	75 ± 9
Oliveira et al. (2004)	175,4 ± 4,7	77,9 ± 8,3
Konttinen et al. (2007)	179 ± 5	78 ± 10
Konttinen et al. (2005, 2008)	180 ± 8	72 ± 8
Ascensão et al. (2007, 2008)	169,8 ± 4	71 ± 7
Azevedo (2005)	169,8 ± 4	71,1 ± 7

X, média; sd, desvio-padrão.

Como podemos verificar nos estudos encontrados no motociclismo, o piloto de todo o terreno tem uma estatura que varia entre os 165,4 cm e os 188 cm (Ascensão et al., 2007; Ascensão et al., 2008; Burr et al., 2007; Konttinen et al., 2008; Oliveira et al., 2004). Também em atletas de ciclismo fora de estrada (BTT) foram encontrados valores semelhantes a variar entre 164 e 187 cm (Impellizzeri & Marcora, 2007). Todos os estudos encontrados comprovam estes valores (Baron, 2000; Impellizzeri et al., 2005; Inoue et al., 2011; Lee et al., 2006; Wilber et al., 1997; Wirnitzer & Kornexl, 2008).

Em relação ao peso, nos artigos encontrados sobre o motociclismo de *off-road*, os atletas apresentam valores entre os 66kg e 88kg (Ascensão et al., 2007; Ascensão et al., 2008; Burr et al., 2007; Konttinen et al., 2008; Oliveira et al., 2004). Estes valores são marcadamente mais elevados que os encontrados no BTT, onde os valores se situam entre os 57kg e os 76kg (Baron, 2000; Impellizzeri et al., 2005; Impellizzeri & Marcora, 2007; Inoue et al., 2011; Lee et al., 2002; Wilber et al., 1997; Wirnitzer & Kornexl, 2008). Esta diferença é óbvia e radica no perfil de desgaste energético, muito mais acentuado no BTT.

Quanto à percentagem de massa gorda (%MG), os poucos artigos encontrados, mostram valores na ordem dos 14,8 ± 5% (Ascensão et al., 2007;

Burr et al., 2007; Oliveira et al., 2004) nos pilotos de motociclismo de *off-road*. Apenas um artigo foi encontrado em que mostrava as diferenças da composição corporal entre as diferentes disciplinas de *off-road*. Estes autores (Gobbi et al., 2005) encontraram uma maior %MG nos pilotos de todo-terreno ou *rally* ($15,1 \pm 3,4\%$), em comparação com os pilotos de Mx e enduro, $13,3 \pm 3,1\%$ e $12,6 \pm 3,7\%$, respetivamente. A justificação dada pelos autores para esta elevada %MG nos pilotos de todo-terreno ou *rally*, é que para estes, como para os atletas de ultra maratonas, uma maior %MG adiposa, pode ser considerada uma maior reserva de energia para ser utilizada nas suas competições e consequentemente um fator positivo para a performance (Sloan & De Wier, 1970).

Estes valores são muito mais elevados que os encontrados nos ciclistas *off-road*. Em ciclistas de alto nível os valores de %MG encontrados eram inferiores a 6,4% (Impellizzeri et al., 2005; Impellizzeri & Marcora, 2007; Wilber et al., 1997; Wirtz & Kornexl, 2008). No entanto, quando os ciclistas avaliados são de nível mediano, os valores reportados já se encontram entre os 8,5% e os 14% de massa gorda (MG) (Baron, 2000; Impellizzeri & Marcora, 2007; Inoue et al., 2011; Lee et al., 2002). Estes resultados encontrados estão de acordo com o descrito por outros autores (Impellizzeri & Marcora, 2007; Rodrigues dos Santos, 2005; Sloan & De Wier, 1970) que sugerem uma relação entre a composição corporal e o nível competitivo alcançado. Também nos atletas de canoagem, os valores são diferenciados quando falamos de canoistas de alto nível ou de nível mediano. Gobbo et al. (2002) encontraram na seleção brasileira de canoagem valores de $6,7 \pm 1,7\%$ %MG e Tesch (1983), já em 1983, também tinha encontrado valores de %MG de $6,0 \pm 2,0\%$ em kayakistas de elite, o que evidencia a tendência dos atletas de elite para apresentar %MG mais baixa.

2.2 Força Isométrica de Preensão Manual

A força muscular da mão representa um índice objetivo da integridade funcional dos membros superiores e é frequentemente usada na monitorização da função motora (Hager-Ross & Rosblad, 2002; Carreira et al., 2010). A força da preensão manual reflete a força isométrica das extremidades superiores e como se correlaciona com outros grupos musculares, tem sido usada frequentemente em adultos como um indicador de saúde geral (Hager-Ross & Rosblad, 2002). É também referida como um dos métodos clínicos mais fiáveis para estimativa da força geral do indivíduo (Hager-Ross & Rosblad, 2002).

No motociclismo, a força de preensão manual é mais elevada, em ambos membros superiores, quando comparada com sujeitos sedentários (Gobbi et al., 2005). Esta afirmação é declarada por Gobbi *et al.* (2005) que avaliaram pilotos das três disciplinas do motociclismo *off-road* e compararam os resultados com sujeitos sedentários. Também Shields et al. (1999) mostraram valores mais elevados de preensão manual em sujeitos que treinavam regularmente, quando comparados com sujeitos pouco treinados e ainda com sujeitos sedentários. Gobbi et al. (2005), não encontraram diferenças significativas entre os pilotos das três disciplinas do motociclismo *off-road*, com a exceção da mão esquerda dos pilotos de Mx que apresentavam resultados superiores. Estes justificaram o facto do maior uso da embraiagem por parte da mão esquerda durante a competição em relação às outras disciplinas. Estas diferenças não foram encontradas por outros autores que avaliaram a força de preensão em pilotos de Mx (Ascensão et al., 2008; Azevedo, 2005). Ascensão et al. (2008) e Azevedo (2005) não encontraram diferenças significativas entre os membros superiores. Tal facto poderá dever-se aos pilotos que participaram nestes estudos já utilizarem embraiagens hidráulicas, que são muito mais leves e suaves. Ainda Ascensão et al. (2008), que procuravam perceber as diferenças fisiológicas nos pilotos de Mx após uma competição de 30 minutos, mostraram que a força máxima de preensão foi significativamente prejudicada depois da corrida. Estes resultados também foram comprovados por Kontinen et al. (2008) que igualmente encontraram uma diminuição da força máxima de preensão após uma competição de Mx. Marina et al. (2011) também mostraram uma diminuição de força máxima de

preensão em pilotos de motociclismo *on-road*, quando estes participavam numa corrida de endurance de 24 horas. Os valores de força de preensão máximos encontrados na literatura para os pilotos de motociclismo de *off-road* rondam os $40 \pm 6,3$ kg para a mão esquerda e os 47 ± 6 kg para a mão direita (Ascensão et al., 2008; Azevedo, 2005; Konttinen et al., 2008; McArdle et al., 1973). Valores semelhantes também foram encontrados em escaladores, $46,6 \pm 6,3$ kg para a mão esquerda e $49 \pm 6,7$ kg para a mão direita (Freitas, 2007; Giles et al., 2006; Watts et al., 1996). Segundo Freitas (2007) e Watts et al. (1996), estes valores estão equiparados com os valores alcançados pelos escaladores de elite, o que demonstra que os pilotos de motociclismo de *off-road* tenham necessidade de ter uma grande força de preensão manual isométrica para conseguir uma pilotagem rápida e segura.

2.3 Força muscular Isocinética dos membros inferiores

A força muscular é uma importante componente da prestação desportiva. Desta forma é avaliada sobretudo para determinar o perfil da condição muscular de um indivíduo, quantificar a importância e o significado relativo da força nas diferentes atividades desportivas, identificar as deficiências específicas da função muscular de forma a poder eliminá-las ou minimizá-las e para avaliar a eficácia e os efeitos dos vários programas de treino e intervenções ao nível da reabilitação, tendo em conta os objetivos previamente estabelecidos (Carvalho & Cabri, 2007; Garrett & Kirkendall, 2000; Reilly, 1996; Reilly et al., 1997).

A avaliação da força muscular com recurso a dinamómetros isocinéticos tem sido utilizada no diagnóstico de disfunções neuro-músculo-esqueléticas (desequilíbrios musculares entre o membro dominante e não dominante e entre os músculos antagonistas/agonistas) e também na reabilitação, no treino e na investigação, como indicador da função e de desempenho de certos grupos musculares, sendo a sua medição feita através do Peak Torque (P_T) ou momento máximo (Carvalho & Cabri, 2007; Dvir, 2004).

Para além de outros parâmetros decorrentes da avaliação isocinética, é sem dúvida o P_T a medida usada com maior frequência nos trabalhos científicos. Esta é uma medida isocinética que traduz a força máxima desenvolvida pelo sujeito ao longo do movimento articular. Este é considerado o ponto mais elevado da curva de força muscular desenvolvida em torno de uma articulação (Gonçalves, 2000). De acordo com a literatura este tem-se revelado como uma variável precisa e altamente reproduzível, tornando-se numa medida de referência para todas as avaliações isocinéticas (Brown & Wier, 2001; Carvalho & Cabri, 2007; Dvir, 2004). Outros parâmetros de relevo decorrente da avaliação isocinética são as diferenças bilaterais da força isocinética (Dif-lat) e a razão isquiotibiais/quadríceps ($R_{I/Q}$), no entanto a informação disponível é relativamente escassa.

Em jogos desportivos como o futebol e o voleibol, os grupos musculares *quadriceps* e os isquiotibiais são solicitados suportando diversas habilidades motoras tais como, por exemplo, a corrida, os saltos, os passes ou os remates. Estes grupos musculares que envolvem a articulação do joelho desempenham, igualmente, um importante papel na estabilidade desta articulação assim como na prevenção de lesões (Aagaard et al., 2000; Magalhães et al., 2001). De facto, alguns estudos sugerem que a boa funcionalidade dinâmica dos músculos estabilizadores do joelho pode ser determinante na prevenção e/ou na limitação da severidade de lesões dos tecidos moles (Magalhães et al., 2001).

Os desequilíbrios musculares são um dos fatores mais referidos na literatura como causa provável de lesões desportivas. Neste sentido, a avaliação destes parâmetros funcionais assume particular importância na conceção de programas de prevenção de lesões (Magalhães et al., 2004). Para tal, a avaliação isolada de grupos musculares está associada à possibilidade de comparação bilateral, isto é, à possibilidade de comparar níveis de força isocinética obtidos no mesmo grupo muscular entre os dois membros, para o mesmo tipo de contração, velocidade angular e amplitude articular (Magalhães et al., 2001). Deveremos ter presente alguns valores de referência quando procedemos a este tipo de comparações. Assim, na comparação bilateral de

força isocinética dos grupos musculares da coxa, diferenças até 10% serão consideradas aceitáveis (Gonçalves, 2000; Kannus, 1997). Discrepâncias de força muscular superiores a 10% são significativas e refletem desequilíbrios musculares bilaterais que podem agravar o risco de lesão nas estruturas mais fragilizadas (Kannus, 1997). De salientar que alguns estudos encontrados concordam com Brown (2000), que para este parâmetro, aceita como valores-critério adequados, diferenças inferiores até 10-15%. A comparação entre grupos musculares bilaterais parece ser importante, não apenas para a prevenção de lesões, como também, para a reabilitação de atletas lesionados (Gonçalves, 2000).

Um outro parâmetro fundamental é a razão entre a força máxima isocinética dos músculos isquiotibiais relativa à força muscular máxima dos quadríceps. Este é um parâmetro habitualmente utilizado para descrever as propriedades de força muscular que envolve a articulação do joelho. Nesta relação um grupo muscular tende a ser mais forte do que o outro. Os valores de referência situam-se nos 60%, isto é, os músculos isquiotibiais atingem em média um torque de 60% do torque gerado pelo quadríceps, para reduzidas velocidades de execução no teste isocinético. Valores superiores denotam fragilidade muscular do quadríceps, enquanto valores inferiores revelam debilidade ao nível dos isquiotibiais. Tem sido postulado que significativos desequilíbrios em grupos musculares recíprocos predisponem a articulação ou o grupo muscular mais débil à lesão (Kannus, 1994), muito embora esta associação ainda não esteja atualmente demonstrada (Gonçalves, 2000).

Tem sido sugerido que as diferenças bilaterais de força e a razão dos torques máximos antagonista/agonista estão relacionadas com as exigências específicas das diversas modalidades desportivas (Brown & Wier, 2001; Calmels & Minaire, 1995; Magalhães et al., 2004). Deste modo, o padrão motor de uma determinada modalidade desportiva poderá influenciar o perfil funcional dos atletas. A investigação em jogos desportivos tem demonstrado que também as posições/funções dos jogadores contribuem para uma adaptação funcional específica (Magalhães et al., 2004).

A utilização de um dinamómetro isocinético apresenta algumas vantagens e outras desvantagens no que se refere à avaliação da força muscular. Como principais vantagens surge a quantificação precisa dos níveis de força desenvolvida de modo concêntrico ou excêntrico, ao longo de toda a amplitude articular ou parte dela, a uma velocidade angular predeterminada. Ainda é possível isolar uma articulação e controlar objetivamente a força muscular desenvolvida pelos grupos musculares envolventes com elevado grau de precisão e fiabilidade (Gonçalves, 2000). Paralelamente ao leque de vantagens apresentadas serão de considerar também algumas desvantagens na utilização do dinamómetro isocinético como instrumento de avaliação. A principal desvantagem prende-se com o facto de o movimento isocinético ser anormal face à natural performance humana e o custo elevado deste tipo de instrumentos poderá ser também considerado uma desvantagem (Gonçalves, 2000; Kannus, 1994).

Quanto à avaliação isocinética no motociclismo, apenas foi encontrado um artigo que descreve as características fisiológicas dos pilotos de *off-road*. Os dados obtidos mostram que os pilotos de Mx são significativamente mais fortes que os pilotos de todo-terreno ou *rally* e os de enduro (Gobbi et al., 2005). Isto é justificado pelos autores do estudo, devido às características muito próprias da disciplina em questão, onde as mudanças de direção, as acelerações e travagens muito fortes e os grandes saltos são uma constante. Os valores encontrados por este estudo foram de 200Nm $\pm$ 40Nm no movimento de extensão e de 145Nm $\pm$ 30Nm para o movimento de flexão. Estes valores são bastante inferiores aos valores encontrados por Magalhães et al. (2001) e Carvalho & Cabri (2007) em futebolistas e em voleibolistas. Magalhães et al. (2001) procuraram encontrar diferenças entre futebolistas e voleibolistas e ainda diferenças relativamente às funções desempenhadas no campo e Carvalho & Cabri (2007) fizeram uma avaliação isocinética dos músculos da coxa de futebolistas. Em qualquer dos estudos, os valores encontrados são na ordem dos 260Nm $\pm$ 30Nm, tanto para os jogadores de futebol como para os jogadores de voleibol, no movimento de extensão. Também, Bennell et al. (1998) encontraram valores semelhantes no movimento

de extensão. Já em relação ao movimento de flexão, os valores encontrados já são equivalentes nas três modalidades e rondam os $141.9\text{Nm} \pm 25\text{Nm}$ (Carvalho & Cabri, 2007; Magalhães et al., 2001). Estes valores altos no movimento de extensão, em relação ao movimento de flexão pode dever-se às características da modalidade (Magalhães et al., 2001; Mognoni et al., 1994), o que no caso do voleibol resulta para o *quadriceps* numa solicitação frequente em muitas das ações típicas, ou/e por insuficiente trabalho compensatório de força dos músculos isquiotibiais.

Quanto às diferenças bilaterais, a literatura não encontrou diferenças estatisticamente significativas nos pilotos de *off-road* (Gobbi et al., 2005). Também outros autores não encontraram diferenças estatisticamente significativas em outras modalidades, como é o caso do futebol, o voleibol e o futebol Australiano (Carvalho & Cabri, 2007; Magalhães et al., 2001; Magalhães et al., 2004; Bennell et al., 1998). A exceção foi Mognoni et al. (1994) que encontraram torques máximos mais elevados na extensão do joelho do membro inferior não dominante comparativamente ao dominante, ainda que não tenham referido o modo de contração utilizado. Estes resultados realçam a importância da intensidade do trabalho desenvolvido pelo membro inferior não dominante, como perna de apoio, na realização de algumas ações motoras características do futebol e, consequentemente, refletem a influência destas ações nos ganhos de força do membro contralateral (Magalhães et al., 2001).

A razão de força antagonista/agonista tem sido associada com as exigências específicas da atividade funcional em desporto (Carvalho & Cabri, 2007; Magalhães et al., 2004). No motociclismo não existe qualquer estudo que aborde desta temática. Já na comparação entre voleibol e futebol, os primeiros apresentam uma razão mais baixa do que os futebolistas, por apresentarem valores mais reduzidos de força dos isquiotibiais. Esta verificação prende-se com as características da modalidade (Magalhães et al., 2004), o que no caso do voleibol resulta para o quadricípede numa solicitação frequente em muitas das ações típicas, ou/e por insuficiente trabalho compensatório de força dos músculos isquiotibiais. Pese embora possamos estar perante um facto resultante de uma adaptação específica às exigências do voleibol, este facto

pode representar um fator de risco acrescido à ocorrência de lesões nos tecidos moles (Aagaard et al., 2000; Magalhães et al., 2004). Segundo Aagaard et al. (2000), valores da razão I/Q inferiores a cerca de 60%, quando avaliados a baixas velocidades, poderão aumentar a suscetibilidade de ocorrência de lesões. Mas esta posição não é consensual, já que Kannus (1994) contrapõe afirmando que esta relação é específica de cada atleta e ainda Gonçalves (2000) citando Calmels & Minaire (1995) acrescenta a esta variabilidade a especificidade funcional inerente à atividade desenvolvida. O mesmo autor, também não encontrou um maior número de lesões em atletas que apresentavam um rácio de força mais baixo, em comparação com atletas que apresentavam um rácio de força mais alto.

Por isso, embora seja conveniente desenvolver de forma equilibrada os músculos agonistas/antagonistas das várias cadeias motoras, é difícil estabelecer uma relação causal entre défices de força de um dado grupo muscular e a taxa de incidência de lesões porque o corpo humano desenvolve adaptações compensatórias em função das exigências funcionais.

2.4 Consumo Máximo de Oxigénio (VO_{2max})

É um indicador fisiológico importante que avalia a capacidade metabólica para responder aos esforços prolongados e que revela a capacidade de oxidação dos vários substratos energéticos. Outros indicadores são importantes na avaliação da performance em esforços que se prolongam no tempo, no entanto, o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}) é o conceito ou indicador charneira, a partir do qual todos os outros podem ser relativizados.

O VO_{2max} corresponde à máxima taxa a que o oxigénio pode ser captado e utilizado durante um exercício de grande intensidade que se prolongue mais ou menos no tempo (Santos, 2002).

O VO_{2max} traduz o ponto a partir do qual não ocorre aumento do consumo de oxigénio apesar de aumentar a intensidade de exercício (Ekblom

et al., 1976), ou seja, este conceito simboliza o nível mais elevado de consumo de oxigênio captado e, posteriormente, transportado e utilizado pelas fibras musculares (para a produção de energia) por unidade de tempo (Astrand & Rodahl, 1986; Bangsbo, 2000; Billat, 1998; Ekblom et al., 1976).

O VO_{2max} corresponde à potência máxima aeróbia (PMA) que é a capacidade de trabalho ao nível do VO_{2max} (Billat, 1998; Shephard, 1987), sendo considerado por alguns investigadores (Ekblom et al., 1976; Brooks, 1996) o melhor indicador da capacidade do sistema cardiovascular.

Segundo Ekblom et al. (1976) o VO_{2max} corresponde ao mais alto pico de consumo de oxigênio que um sujeito pode obter durante um exercício dinâmico, solicitando grandes massas musculares, durante poucos minutos, em condições normais, ao nível do mar. O VO_{2max} está diretamente correlacionado com o Débito Cardíaco (Q) que é função quer do volume sistólico (VS) quer a Frequência Cardíaca (Fc), com o conteúdo arterial de oxigênio (O_2) e com a capacidade extrativa muscular (diferença artério-venosa).

2.4.1 Fatores limitativos do VO_{2max}

O trajeto do O_2 desde a atmosfera até à mitocôndria contém uma série de etapas, cada uma delas capaz de representar um potencial impedimento para o fluxo de O_2 .

Basset & Howley (2000) classificam os fatores fisiológicos limitativos do VO_{2max} como fatores centrais e fator periférico. Desta forma referem:

Fatores Centrais:

- a) a capacidade de difusão pulmonar,
- b) o débito cardíaco,
 - Funções cardiovasculares
 - Tamanho do coração
 - Limitações do débito cardíaco
- c) a capacidade de transporte de O_2

Fatores Periféricos

d) as características do músculo esquelético

- Limitações do Músculo-esquelético
 - i. Densidade Capilar
 - ii. Difusão de Gradientes
 - iii. Volume Mitocondrial
 - iv. Massa Muscular Ativa
 - v. Músculos respiratórios
 - vi. Composição Muscular
 - vii. Perfil enzimático muscular
 - viii. Comando neural
 - ix. Idade

De salientar que o VO_{2max} pode ser determinado em termos absolutos, reportando-se apenas ao volume de oxigénio consumido por minuto e expresso em mililitros ou litros por minuto (ml ou l/min) e em termos relativos em que é tido em consideração o peso corporal do indivíduo, sendo expresso em mililitros por quilograma por minuto (ml/kg/min). São normalmente designados por VO_{2max} absoluto e relativo respetivamente (Astrand & Rodahl, 1986; Ekblom, 1976; Thoden, 1991).

O VO_{2max} é determinado através de um método de avaliação direta com um analisador de gases – ergoespirométrica (espirometria). O uso deste analisador de gases permite-nos registar o volume e a composição do ar expirado. Devido às trocas gasosas a nível pulmonar, o ar expirado contém diferentes quantidades de O_2 e CO_2 relativamente ao ar inspirado. A análise desta diferença de composição reflete o consumo de O_2 .

Na modalidade de motociclismo de *off-road*, as solicitações musculares dos membros superiores e inferiores é constante, expressando contrações isotónicas e isométricas durante toda a competição. Observa-se uma grande solicitação muscular estática e dinâmica tanto para os membros inferiores como superiores. Os poucos estudos realizados com pilotos de motociclismo apresentam valores de VO_{2max} muito diferenciados. Por um lado temos um

estudo que apresenta valores relativamente baixos, a rondar os 42 ml/kg/min (Konttinen et al., 2008), depois temos outros que apresentam valores acima dos 50 ml/kg/min (Ascensão et al., 2007; Ascensão et al., 2008; Burr et al., 2007; Oliveira et al., 2004). Como é o caso de Oliveira et al. (2004), quando avaliaram 9 pilotos de MX e encontraram um valor médio de $52,5 \pm 5,6$ ml/kg/min. O valor mais baixo encontrado por Konttinen et al. (2008), poderá ser explicado pela utilização de uma bateria de testes, em que o teste de VO_{2max} era realizado com um ergómetro que recorria apenas há utilização dos membros superiores. O mesmo aconteceu com Gobbi et al. (2005), quando procuravam definir as características dos melhores pilotos de todo o terreno, em que também encontraram valores díspares quando avaliaram o VO_{2max} . Quando utilizaram um ergómetro que solicitava apenas os membros superiores, os valores foram mais baixos, em média 10 ± 3 ml/kg/min, quando comparados com os valores encontrados com a utilização de um ergómetro que utilizava os membros inferiores. Estes autores (Gobbi et al., 2005) foram os únicos que procuram encontrar diferenças dos atletas que dentro da modalidade de *off-road*, competiam em diferentes disciplinas. Ao nível do VO_{2max} mostraram que os atletas que competiam em Mx apresentavam valores mais elevados, $57,5 \pm 6,7$ ml/kg/min, do que os seus pares que competiam em enduro ou nos *rallys*, onde encontraram valores de $49,5 \pm 7,3$ ml/kg/min e $49,1 \pm 5,7$ ml/kg/min, respetivamente. Estes valores mais elevados nos pilotos de Mx deve-se há duração da competição, às frequentes mudanças de direção, à velocidade atingida e ainda às características do próprio circuito que requer um envolvimento constante de todos os músculos do corpo (Gobbi et al., 2005).

O consumo de oxigénio associado às competições de *off-road* indicam que este desporto é extremamente intenso, visto que os pilotos passam 90% do tempo de competição com intensidades de 70% a 95% do seu VO_{2max} (Ascensão et al., 2007; Ascensão et al., 2008; Burr et al., 2007; Oliveira et al., 2004), aliás, Konttinen et al. (2005) encontraram uma elevada correlação entre os atletas que apresentam os valores de VO_{2max} mais elevados e os que conseguem melhores resultados em competição.

Devido ao reduzido número de artigos no motociclismo de *off-road*, tentamos procurar alguns paralelismos com outras modalidades de *off-road*, como é o caso do BTT.

Os vários estudos encontrados sobre esta modalidade vêm comprovar os poucos estudos encontrados no motociclismo de *off-road*, onde encontramos valores de VO_{2max} elevados. Impplizzeri et al. (2005) num estudo onde tentam descrever as capacidades fisiológicas do atleta de BTT, encontraram valores de VO_{2max} para os ciclistas de *off-road* de vários níveis de competição, entre os 66,5 ml/kg/min e os 78 ml/kg/min. Estes autores sugerem que existe uma relação direta entre elevados valores de VO_{2max} e *performances* elevadas, afirmando ainda, que valores de acima dos 70 ml/kg/min são um pré-requisito para um ciclista de *off-road* de alto nível. Para comprovar esta afirmação, estes autores testaram a correlação entre os testes realizados em laboratório e as *performances* em competição e verificaram em todos os parâmetros uma elevada correlação com os melhores tempos de competição (entre -0.68 até -0.94, $p < 0.05$) (Impplizzeri et al., 2005; Impellizzeri & Marcora, 2007).

Também Baron (2000) quando comparou alunos de desporto com ciclistas de *off-road* encontrou valores de VO_{2max} de 68.4 ± 3.8 ml/kg/min nos últimos. Tanto Lee et al. (2002) como Impellizzeri & Marcora (2007) mostram que VO_{2max} dos ciclistas de *off-road*, comparando com os ciclistas de estrada, são ligeiramente superiores, respetivamente 78 ± 4.4 ml/kg/min para os de *off-road*, 73 ± 3.4 ml/kg/min para os de *on-road*, isto vem mostrar o facto de que as modalidades off-road têm exigências fisiológicas mais elevadas.

2.4.2 Critérios para se atingir o VO_{2max}

A potência máxima aeróbia é uma das variáveis fisiológicas mais avaliadas em laboratório (Howley et al., 1995).

A determinação do VO_{2max} pode ser efetuada a partir de métodos diretos e indiretos. Nos métodos indiretos recorre-se a testes submáximos e a

avaliação do VO_{2max} fundamenta-se na regressão linear entre o consumo de oxigénio e a frequência cardíaca (Fc) (Astrand & Rodahl, 1986), contudo estes métodos devem ser encarados com alguma reserva dado que a Fc se apresenta como um parâmetro de grande labilidade (Astrand & Rodahl, 1986).

No que concerne aos métodos diretos, o VO_{2max} é determinado pelo volume de gás expirado, enquanto o indivíduo realiza um esforço progressivo que conduz normalmente à exaustão. Como condições protocolares adicionais para a determinação é necessário que:

- a) se verifique a participação de uma quantidade muscular considerável (Astrand & Rodahl, 1986; Fox et al., 1991; Wilmore & Costill, 1994), pelo menos 50% da massa muscular total (Ekblom et al., 1976);
- b) o exercício se prolongue no tempo (Ekblom et al., 1976);
- c) após ser alcançado o VO_{2max} , o sujeito deverá prosseguir o exercício a uma intensidade elevada (Astrand & Rodahl, 1986; Ekblom et al., 1976; Wilmore & Costill, 1994)

Portanto, um critério fundamental para obter um valor máximo de VO_2 prende-se com a necessidade de atingir um *plateau* que relacione o consumo de oxigénio com a velocidade ou carga de trabalho (Astrand & Rodahl, 1986; Wilmore & Costill, 1994). Deste modo, à medida que a carga de trabalho aumenta, o consumo de oxigénio aumenta também, atingindo um ponto máximo correspondente ao VO_{2max} , verificando-se para cargas superiores um consumo igual ou inferior (Fox et al., 1991; Wilmore & Costill, 1994).

Contudo, nem todos os sujeitos quando são testados atingem o plateau. Por esta razão, vários investigadores têm utilizado para protocolos de esforço descontínuos uma variedade de critérios secundários para caracterizar o consumo de oxigénio. Estes critérios são verificados nos últimos minutos de um protocolo progressivo máximo, para que a presença destes possa confirmar o valor encontrado como o verdadeiro VO_{2max} de um indivíduo. De acordo com Howley et al. (1995), estes critérios secundários caracterizam-se por:

- a) elevada lactatemia nos minutos seguintes ao término do teste;
- b) um elevado Quociente Respiratório (QR);

- c) atingir uma determinada percentagem da frequência cardíaca máxima através da estimativa da relação da idade com a frequência cardíaca.

Há boas evidências que os valores de VO_{2max} não diferem muito entre si quando são avaliados através de protocolos contínuos ou descontínuos (Duncan et al., 1997). Porém, surge a questão quanto à aplicação e transferência dos critérios secundários para os protocolos contínuos.

Num estudo realizado por Duncan et al. (1997), a incidência para atingir os critérios a) e b) foi a mesma para os dois protocolos: 90% para protocolos de esforço contínuos e 100% para protocolos de esforço descontínuos, demonstrando que os critérios referidos são bons indicadores secundários pois são aplicáveis a protocolos contínuos e confirmam que um indivíduo se encontra numa intensidade de esforço máximo.

Apesar dos valores de lactato e do QR encontrados por McArdle et al. (1973) diferirem dos protocolos contínuos e descontínuos, há também amplas evidências que os resultados do VO_{2max} coincidem em ambos os protocolos de esforço.

Brooks et al. (1996) refere que nas determinações laboratoriais são habitualmente efetuadas as avaliações em ciclo-ergómetro e tapete rolante, embora os valores obtidos sejam cerca de 10 a 15% superiores para o VO_{2max} em tapete rolante relativamente ao ciclo-ergómetro.

Objetivos

Os objetivos deste estudo são:

- 1- Avaliar as características antropométricas e a composição corporal do piloto de motociclismo de *off-road*.
- 2- Avaliar a capacidade de força do piloto de motociclismo de *off-road*.
- 3- Avaliar o VO_{2max} e VO_{2rel} do piloto de motociclismo de *off-road*.
- 4- Verificar se existem diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros antropométricos, na composição corporal, na capacidade de força e no VO_{2max} e VO_{2rel} entre os pilotos das diferentes disciplinas do motociclismo de *off-road*: motocross, enduro e todo-terreno ou *rally*.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

Pretendemos neste capítulo descrever os aspetos metodológicos inerentes à realização deste estudo. Neste sentido, caracterizamos a amostra, identificamos os instrumentos utilizados que consideramos necessários para a concretização do estudo e por último, descrevemos todos os procedimentos estatísticos necessários à análise, codificação e tratamento dos dados recolhidos.

4.1 Caracterização da Amostra

A amostra foi composta por 25 pilotos (7 de Motocross, 10 de Enduro e 8 de Todo o Terreno) do sexo masculino, a competir nos respetivos campeonatos nacionais, com as idades compreendidas entre os 19 e os 53 anos. A sua caracterização surge no quadro nº2.

Quadro nº2 – caracterização da amostra em função da idade (anos), estatura (cm) e massa corporal (kg), nos três tipos de disciplinas *off-road*.

	Motocross		Enduro		Todo-terreno	
	x ± dp	Min - Max	x ± dp	Min - Max	x ± dp	Min - Max
Idade	23,7 ± 2,0	21 - 27	26,6 ± 5,0	19 - 34	36,9 ± 6,5	32 - 53
Estatura	170,9 ± 3,0	166 - 175,5	175,7 ± 3,9	168 - 181,5	174,3 ± 5,8	165 - 181,5
Massa corporal	71,7 ± 6,5	61,9 - 83,7	74,4 ± 9,7	60,7 - 87,3	76,1 ± 2,9	71,8 - 79,1

X, média; dp, desvio padrão; Min, valor mínimo; Max, valor máximo.

4.2 Critérios de seleção

Os atletas selecionados para a amostra deste estudo, pertenciam ao escalão sénior, com pelo menos 6 anos de treino, de modo a evitar que os fatores idade cronológica (Malinda et al., 2004) e treino (Allen et al., 1985),

pudessem interferir nos resultados das avaliações. O critério de exclusão implicava que estivessem a participar nos respetivos campeonatos nacionais e/ou internacionais.

Por outro lado, foi ainda controlado, em todos os atletas da amostra, a necessidade de não realizarem qualquer treino intenso nas 24 horas que precederam qualquer um dos testes realizados e foram instruídos de não adotarem qualquer alteração dietética significativa durante os períodos de avaliação.

No início de cada teste todos os atletas foram sensibilizados para a natureza e objetivos do mesmo, foi ainda pedido que o mesmo fosse efetuado com o máximo de empenho e esforço.

4.3 Medidas antropométricas

Com o objetivo de estudar a composição corporal dos atletas que constituíram a amostra do presente estudo, optamos pelo método antropométrico quer pela facilidade instrumental, quer pela razoável fiabilidade dos resultados (Silva, 1997).

Realizamos a medição da massa corporal, estatura e espessura das pregas de adiposidade subcutânea em vários *locus* corporais. No sentido de evitar perturbações anormais na determinação das pregas de adiposidade subcutânea, as medições foram realizadas antes da avaliação dos indicadores fisiológicos, de forma a evitar que a transpiração e o aumento de fluxo sanguíneo para a pele se constituíssem fatores de erro na medição (Golding et al., 1989).

4.3.1 Massa corporal

A massa corporal foi medida como atleta imóvel no centro da plataforma de uma balança da marca TANITA do modelo BF-522W, com o peso corporal distribuído uniformemente por ambos os pés e apenas com os calções

vestidos. O registo de valores foi efetuado em quilogramas, com uma margem de erro de 0,1kg.

4.3.2 Estatura

A estatura foi medida entre o vértex e o plano de referência ao solo, com o atleta descalço, imóvel e em pé sobre um terreno plano e duro, com os calcanhares e a cabeça encostados à parede. A cabeça estava posicionada no plano horizontal, os braços estendidos e pendentes ao lado do corpo e com as mãos orientadas para a face lateral das coxas. Foi utilizada uma fita métrica, graduada em milímetros (ml).

4.4 Avaliação das pregas de adiposidade subcutânea

A medição das pregas de adiposidade subcutânea foi executada segundo com o protocolo de Jackson and Pollock Skinfold Test (1978). Para tal foram medidas as seguintes pregas subcutâneas:

- Peitoral
- Abdominal
- Crural

O instrumento utilizado foi um compasso de pinças da marca SANNY, graduado em milímetros. Todas as mensurações foram realizadas no lado direito dos atletas.

4.5 Avaliação da força máxima de preensão manual (Handgrip)

Para a determinação da força máxima de preensão manual, foi realizado um teste de dinamometria manual, habitualmente designado por teste de Handgrip, com dinamómetro manual (*grip strength dynamometer*), da marca Grip-D TKK5401, Tokyo, Japan. A força máxima foi determinada através da realização de uma contração isométrica voluntária máxima, mantendo os membros superiores em extensão e paralelos ao solo. Foi adaptada esta

posição por forma a aproximar com a posição de pilotagem utilizada pelos motociclistas. O dinamómetro foi regulado para a dimensão da mão de cada atleta, em que este realizava duas tentativas com um período de 2 minutos de descanso. Seguidamente, o sujeito realiza o teste na outra mão. Para efeitos de resultado final, foi utilizado o valor mais alto encontrado.

4.6 Avaliação isocinética dos membros inferiores

Foram avaliados em dinamómetro isocinético (*Biodex – System 2*) com correção gravítica os torques máximos concêntricos dos músculos flexores e extensores do joelho às velocidades angulares de $60^{\circ}.\text{seg}^{-1}$. Os atletas avaliados realizaram um período de ativação geral em ciclo-ergómetro (Monark E-824) com uma resistência correspondente a 2% do peso corporal durante um período de 5 minutos. Em seguida os sujeitos foram sentados na cadeira do dinamómetro e estabilizado o seu posicionamento com recurso a cintos colocados ao nível do tronco, do abdómen e da coxa, no sentido de prevenir movimentos acessórios. O joelho a avaliar foi posicionado a 90° da flexão (0° = extensão completa) e o eixo de rotação do braço da alavanca do dinamómetro alinhado com a parte lateral do côndilo femoral. Após os procedimentos de posicionamento e dos alinhamentos foi pedido aos sujeitos a testar que efetuassem alguns movimentos de flexão e extensão a intensidade submáxima no sentido de completar o período de ativação muscular e também para familiarização com o equipamento e procedimentos de testagem. Todos os sujeitos foram instruídos para colocarem de forma confortável os braços cruzados sobre o tronco tendo em vista o isolamento da ação dos grupos musculares responsáveis pela extensão e flexão do joelho. A avaliação consistiu na realização de 3 repetições à velocidade angular de $60^{\circ}.\text{seg}^{-1}$ em cada um dos membros. Entre séries foi realizada uma pausa de repouso com a duração de 1,5 minutos.

4.7 Teste de VO_{2max} em tapete rolante

Para a determinação do parâmetro VO_{2max} em tapete foi utilizado um tapete rolante de marca Quasar. Foi utilizado um teste incremental, com o início a uma velocidade de 8km/h com um declive de 0%, procedendo-se a incrementos de 2 km/h em cada 2 minutos até à exaustão. O teste termina quando o atleta não consegue manter a velocidade de corrida.

Durante o teste a recolha da frequência cardíaca foi realizada em intervalos de 5 segundos através de um cardiofrequencímetro da marca Polar, modelo Vantage NV (Polar eletro Oy, Finland) para posteriormente ser analisada a frequência cardíaca máxima (FCmax). Para o consumo de oxigénio foi medido respiração a respiração (breath by breath), utilizando o analisador de trocas respiratórias Cortex: MetaLyser 3B.

A calibração do analisador foi feita antes de cada teste, de acordo com os procedimentos de funcionamento referidos no manual de instruções. O valor assumido para a fração de O_2 e CO_2 , no ar ambiente foi de 20.93% e 0,03%, respetivamente. Antes da calibração, a sala foi arejada suficientemente.

Os sinais foram devidamente processados através do software *metasoft* 2.6, a fim de analisar os valores referentes ao consumo de oxigénio (VO_2).

Para a aceitação do valor do VO_{2max} , tivemos em conta os seguintes critérios (22):

- existência de um *plateau*, isto é de um incremento menor ou igual a 2 ml/kg/min, no último ou últimos patamares do teste;
- no caso de o parâmetro anterior não acorrer, procurámos alguns dos seguintes critérios se verificassem:
- percepção subjetiva de esforço máximo. Sensação de esforço máximo e incapacidade de continuar a tarefa.
- Quociente respiratório igual ou superior a 1,1.

4.8 Procedimentos estatísticos

Os dados obtidos foram codificados e analisados através do programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 19.0. Foi realizada a estatística descritiva dos dados para a descrição da amostra e variáveis, utilizando-se para tal a média ($\bar{x}$), desvio-padrão (sd) e os valores mínimo e máximo.

Para a verificação da existência de diferenças estatisticamente significativas optou-se pela aplicação de testes não paramétricos uma vez que a amostra do nosso estudo é reduzida ($n < 30$). Com efeito, foi utilizado o teste de *Kruskal-Wallis* para averiguar a existência de diferenças nos grupos e o teste de *Mann-Whitney* para verificar a existência de diferenças entre os grupos.

Para todos os procedimentos estatísticos o nível de significância admitido foi de 0,05.

5 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Com o presente estudo pretendeu-se analisar e verificar a composição corporal, a força de preensão manual, a força isométrica dos membros inferiores e o VO_{2max} e VO_{2rel} dos pilotos de motociclismo *off-road* e verificar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre as três disciplinas do motociclismo de *off-road*. Deste modo, os quadros deste capítulo apresentam os valores obtidos nas diferentes variáveis estudadas.

Este processo de análise e comparação dos resultados foi dividido em duas partes. Assim, apresentamos os resultados referentes a todos os sujeitos que praticam motociclismo de *off-road* e, de seguida, os resultados obtidos pelos sujeitos, quando divididos por disciplina do motociclismo *off-road*.

5.1 Apresentação dos resultados da composição corporal

De seguida são apresentados os valores obtidos da avaliação da composição corporal, realçando-se o valor das médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos do grupo amostral.

Quadro nº3 - Valores da massa corporal, da estatura e percentagem de massa gorda, e respetivas médias, desvios-padrão e valores mínimos e máximos.

Sujeito	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	%MG
Moto 1	70,10	172,50	16,33
Moto 2	83,70	175,50	10,00
Moto 3	61,90	166,00	6,95
Moto 4	78,80	181,00	14,06
Moto 5	81,90	176,00	15,40
Moto 6	60,70	171,00	9,85
Moto 7	86,40	176,50	18,53
Moto 8	79,10	181,50	12,64
Moto 9	87,30	181,50	16,23
Moto 10	76,30	176,50	13,58
Moto 11	72,50	175,50	9,84
Moto 12	61,50	168,00	13,72
Moto 13	70,20	173,00	13,09
Moto 14	79,00	165,00	13,43
Moto 15	65,00	178,00	10,26
Moto 16	71,80	167,50	20,00
Moto 17	78,70	175,50	18,00
Moto 18	77,90	179,50	16,12
Moto 19	65,00	178,00	10,26
Moto 20	76,30	181,50	12,64
Moto 21	72,50	176,50	13,58
Moto 22	79,00	175,50	9,84
Moto 23	71,80	165,00	13,43
Moto 24	76,00	167,50	20,00
Moto 25	75,00	174,00	13,55
x ± sd	74,18 ± 7,15	173,88 ± 4,68	13,53 ± 3,04
Min e Max	60,70 – 87,30	165,00 – 181,50	6,95 – 20,00

X, média; dp, desvio padrão; Min, valor mínimo; Max, valor máximo; %MG, percentagem de massa gorda.

Através da análise do quadro apresentado, podemos verificar que os sujeitos do nosso estudo apresentam uma massa corporal média de 74,18 ± 7,15kg. A amplitude da massa corporal na amostra é elevada (26,6kg), sendo o sujeito moto 6 o mais leve, com 60,70kg e o sujeito moto 9 o mais pesado, com 87,30kg.

Relativamente à estatura, o valor médio verificado no nosso estudo foi de $173,88 \pm 4,68\text{cm}$. Os sujeitos moto 14 e moto 23 são os mais baixos com $165,00\text{cm}$ e os sujeitos moto 8, moto 9 e moto 20 os mais altos, com $181,50\text{cm}$.

Quanto à %MG, os valores médios encontrados são de $13,53\% \pm 3,04\%$. O sujeito moto 3 é o que apresenta a menor %MG com $6,95\%$, enquanto que os sujeitos moto 16 e moto 24 são os que apresentam a maior %MG, com $20,00\%$.

5.2 Apresentação dos resultados da preensão manual

De seguida são apresentados os valores obtidos na avaliação da preensão manual, tanto para o membro dominante (MS-D), como para o não-dominante (MS-nD) e a percentagem de diferença entre estes (%DifD-nD), realçando-se o valor das médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos do grupo amostral.

Quadro nº4 – Valores máximos obtidos da preensão manual para o membro dominante (MS-D) e não-dominante (MS-nD), percentagem de diferença entre ambos (%difD-nD) e respetivas médias, desvios-padrão e valores mínimos e máximos.

Sujeito	MS-D (kg)	MS-nD (kg)	%DifD-nD
Moto 1	48,3	49,9	3,3
Moto 2	40,6	50,3	23,9
Moto 3	46,8	37,7	19,4
Moto 4	56,2	49	12,8
Moto 5	49	47	4,1
Moto 6	49	47	4,1
Moto 7	43,9	47,7	8,7
Moto 8	40	41,5	3,8
Moto 9	48,7	49,3	1,2
Moto 10	46,8	46,9	0,2
Moto 11	51,3	43	16,2
Moto 12	51,2	49,3	3,7
Moto 13	50,3	49,3	2,0
Moto 14	47	30	36,2
Moto 15	43	40,1	6,7
Moto 16	47,2	53,8	14,0
Moto 17	59,4	58,1	2,2
Moto 18	47,1	52,1	10,6
Moto 19	40	41,5	3,8
Moto 20	46,8	46,9	0,2
Moto 21	51,3	43	16,2
Moto 22	47	30	36,2
Moto 23	47,2	53,8	14
Moto 24	46,8	46,9	0,2
Moto 25	51,3	43	16,2
x ± sd	47,98 ± 4,43	46,73 ± 5,90	9,64 ± 9,37
Min e Max	40,00 – 59,40	30,00 – 58,1	0,20 – 36,20

X, média; dp, desvio padrão; Min, valor mínimo; Max; valor máximo.

Através da análise do quadro nº4, podemos verificar que os valores médios da força de preensão manual do MS-D são ligeiramente superiores aos valores médios da preensão manual do MS-nD (47,98 ± 4,43kg e 46,73 ± 5,90kg, respetivamente). Verificamos ainda, que na nossa amostra, os sujeitos apresentam uma grande amplitude de valores. No MS-D, temos o sujeito moto 19 com 40kg e o sujeito moto 17 com um valor de 59,40kg de força. No MS-nD, verificamos que os valores apresentam uma amplitude ainda maior do que no

MS-D (28,1kg), com os sujeitos moto 14 e moto 22 apresentarem o valor mais reduzido de 30kg, e o sujeito moto 17, mais uma vez apresentar o valor maior, com 58,1kg.

A %difD-nD média foi de $9,64 \pm 9,37\%$. Aqui, também como nos parâmetros anteriores a amplitude é muito elevada (36%). Contudo os sujeitos moto 10, moto 20 e moto 24 apresentaram um grande equilíbrio de forças, tendo apenas uma %difD-nD de 0,2%, contra os sujeitos moto 14 e moto 22, que apresentaram um grande desequilíbrio de forças, atingindo valores de 36,2% de diferença.

5.3 Apresentação dos resultados da força isométrica dos membros inferiores

De seguida são apresentados os valores obtidos da avaliação da força isométrica dos membros inferiores, isto é, o peak torque (P_T), tanto para o membro dominante (MI-D), como para o membro não-dominante (MI-nD), no movimento de extensão e flexão, a percentagem de diferença bilaterais (%Dif-lat) e o rácio isquiotibiais/quadríceps ($R_{I/Q}$), realçando-se o valor das médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos do grupo amostral.

Quadro nº5 - Valores do peak torque (P_T) do membro inferior dominante (MI-D), do membro inferior não-dominante (MI-nD), no movimento de extensão (ext) e flexão (flex), a percentagem de diferença bilaterais (%Dif-lat Ext e %Dif-lat Flx), o rácio isquiotibiais/quadríceps ($R_{I/Q}$) e as respetivas médias, desvios-padrão e valores mínimos e máximos.

Sujeito	Ext		%Dif-lat Ext	Flex		%Dif-lat Flx	$R_{I/Q}$	
	MI-D	MI-nD		MI-D	MI-nD		MI-D	MI-nD
	P_T (Nm)	P_T (Nm)		P_T (Nm)	P_T (Nm)		%	%
Moto 1	223,5	208,7	6,6	99,5	103,2	3,7	44,5	49,4
Moto 2	172,2	295,3	71,5	141,2	125,6	4	82	45,9
Moto 3	167,7	139,7	16,7	97,6	106,6	9,2	58,2	76,3
Moto 4	238,4	218	8,4	116,9	105	10,2	49	48,1
Moto 5	200,4	215,4	25,8	113,8	110,1	6,7	58,4	54,9
Moto 6	210,3	225,8	15,3	123,4	120,2	5,8	57,7	55,5
Moto 7	190,1	205,2	20,1	103,5	100	7,4	56,5	53,2
Moto 8	197	180	8,5	94	88,3	6,1	47,7	49
Moto 9	167,5	156,3	6,4	81,9	82,4	0,6	48,9	52,7
Moto 10	293,7	271,9	7,4	140,6	135,5	3,6	47,9	49,8
Moto 11	258,5	231,5	10,4	125,7	107,3	14,5	48,6	46,6
Moto 12	224,8	204,5	9	123,7	104,1	15,8	55	50,9
Moto 13	199,5	173,2	13,2	92,9	90,4	2,7	46,6	52,2
Moto 14	273,9	226,5	17,3	105	120,3	14,6	38,3	53,1
Moto 15	183,5	215,7	17,5	100,1	103,2	3,1	54,6	47,8
Moto 16	228,8	209,4	13,2	112,9	105,9	9,6	48,4	52,2
Moto 17	226,8	205,4	9,2	103,9	101,9	5,6	47,4	48,2
Moto 18	247,6	236,6	4,4	127	116,6	8,8	51,7	49,3
Moto 19	230,4	216,8	5,9	97	87,6	9,7	42,1	40,4
Moto 20	220,2	233,4	6	120	118,5	1,3	54,5	50,8
Moto 21	272,4	227,7	16,4	122,7	115,7	5,7	45	50,8
Moto 22	222,5	204,3	8,2	117,7	113,1	3,9	52,9	55,4
Moto 23	195,9	189,3	3,4	62,1	61,8	0,5	31,7	32,6
Moto 24	235,5	220	9,3	110,7	105,2	6,98	50,3	48,5
Moto 25	227,5	216	5,3	104,7	99,2	2,98	39,3	44,5
x ±	220,34 ±	213,06 ±	13,41 ±	109,54 ±	105,11 ±	6,52 ±	50,29 ±	50,32 ±
sd	33,07	31,85	13,3	17,67	15,27	4,24	9,30	7,31
Min e Max	167,5 - 293,7	139,7 - 295,3	3,4 - 71,5	62,1 - 141,2	61,8 - 135,5	0,5 - 15,8	31,7 - 82,0	32,6 - 76,32

x, média; dp, desvio padrão; Min, valor mínimo; Max; valor máximo.

Relativamente ao quadro anterior, poderemos constatar que no movimento de extensão, o P_T do MI-D médio é superior ao MI-nD, com valores de $220,34 \pm 33,07\text{Nm}$ e $213,06 \pm 31,85\text{Nm}$, respetivamente. A amplitude dos valores encontrados em qualquer um dos membros é muito grande, com os MI-D a apresentar um valor mínimo de $167,5\text{Nm}$ e um valor máximo de $293,7\text{Nm}$ e o MI-nD a apresentar um valor mínimo de $136,7\text{Nm}$ e um valor máximo de $295,3\text{Nm}$. É de salientar que, apesar do MI-D apresentar o valor médio mais alto ($220,34\text{Nm}$), é no MI-nD que é encontrado o valor mais elevado ($295,3\text{Nm}$), assim como o valor mais diminuto ($139,7\text{Nm}$).

Quanto à %Dif-lat Ext, encontramos um valor médio de $13,41\% \pm 13,3\%$. Mais uma vez, é de salientar a enorme amplitude de valores encontrados, com um valor mínimo de $3,4\%$ e um valor máximo de $71,5\%$

Já no movimento de flexão, P_T do MI-D médio é superior ao MI-nD, com valores de $109,54 \pm 17,67\text{Nm}$ e $105,11 \pm 15,27\text{Nm}$, respetivamente. A amplitude dos valores encontrados em qualquer um dos membros é muito grande, com o MI-D apresentar um valor mínimo de $62,1\text{Nm}$ e com um valor máximo de $141,2\text{Nm}$ e o MI-nD a apresentar um valor mínimo de $61,8\text{Nm}$ e com um valor máximo de $135,5\text{Nm}$.

Quanto à %Dif-lat Flx, encontramos um valor médio de $6,52\% \pm 4,24\%$. Neste movimento, a amplitude da percentagem não é tão elevada como no movimento de extensão, verificando-se um valor mínimo de $0,5\%$ e um valor máximo de $15,8\%$

Em relação ao $R_{I/Q}$, encontramos valores médios de percentagens muito semelhantes, $50,29\% \pm 9,30\%$ para o MI-D e $50,32\% \pm 7,31\%$ para o MI-nD. Também semelhantes, são os valores mínimos e máximos encontrados neste parâmetro. Desta forma, encontramos no MI-D, um valor mínimo de $31,7\%$ e um valor máximo de $82,0\%$, e no MI-nD, um valor mínimo de $32,6\%$ e um valor máximo de $76,32\%$.

5.4 Apresentação dos resultados do VO_{2max} e Vo_2 relativo

De seguida são apresentados os valores obtidos da avaliação do VO_{2max} e do Vo_2 relativo, realçando-se o valor das médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos do grupo amostral.

Quadro nº6 - Valores do VO_{2max} e VO_{2rel} atingido e as respetivas médias, desvios-padrão e valores mínimos e máximos.

Sujeito	VO_{2max} (l/min)	VO_{2rel} (ml/kg/min)
Moto 1	4,287	61
Moto 2	5,200	63
Moto 3	4,359	70
Moto 4	4,186	60
Moto 5	4,500	62
Moto 6	4,360	63
Moto 7	4,915	62
Moto 8	4,525	55
Moto 9	4,273	64
Moto 10	4,646	53
Moto 11	5,349	61
Moto 12	3,777	62
Moto 13	4,250	54
Moto 14	4,232	54
Moto 15	3,869	60
Moto 16	4,045	57
Moto 17	4,457	58
Moto 18	4,357	55
Moto 19	5,328	67
Moto 20	4,654	61
Moto 21	4,695	65
Moto 22	4,491	57
Moto 23	2,993	42
Moto 24	4,562	60
Moto 25	4,315	62
x ± sd	4,425 ± 0,490	59,52 ± 5,55
Min e Max	2,993 - 5,349	42 - 70

x, média; dp, desvio padrão; Min, valor mínimo; Max; valor máximo

Constatando o quadro nº6, podemos verificar que o valor médio encontrado na nossa amostra para o VO_{2max} é de $4,425 \pm 0,490$ l/min, com uma

amplitude de 2,993 l/min para o valor mínimo e de 5,349 l/min para o valor máximo. Já para o VO_{2rel} , o valor médio encontrado foi de $59,52 \pm 5,55$ ml/kg/min. Também neste parâmetro a amplitude é muito elevada, tendo como valor mínimo 42 ml/kg/min e o valor máximo de 70 ml/kg/min.

De seguida, passamos à comparação entre médias dos parâmetros avaliados de cada grupo da amostra, evidenciando o valor p , ou seja, a verificação ou não de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

5.5 Apresentação dos resultados da composição corporal por disciplina

No quadro seguinte são apresentados os valores médios obtidos da avaliação da composição corporal, evidenciando-se o valor de p , ou seja, a verificação ou não de diferenças estatisticamente significativas entre as três disciplinas.

Quadro nº7 - Valores das médias, desvios-padrão e valores máximos e mínimos de cada disciplina, na avaliação da massa corporal, estatura e %MG. Valor de estatística inferencial de *Kruskan-Wallis* para comparação entre grupos.

	Massa Corporal (kg)		Estatura (cm)		%MG	
	$x \pm sd$	Min - Max	$x \pm sd$	Min - Max	$x \pm sd$	Min - Max
Motocross	71,67 $\pm$ 6,46	61,90 - 83,70	170,85 $\pm$ 2,98	166,00 - 175,50	11,76 $\pm$ 3,08	6,94 - 16,32
Enduro	74,44 $\pm$ 9,70	60,70 - 87,30	175,70 $\pm$ 3,89	168,00 - 181,50	14,51 $\pm$ 2,93	9,85 - 18,53
Rally	76,06 $\pm$ 2,86	71,80 - 79,10	174,25 $\pm$ 5,82	165,00 - 181,50	13,87 $\pm$ 2,82	9,84 - 20,00
P	0,28		0,07		0,23	

x , média; dp , desvio padrão; Min, valor mínimo; Max; valor máximo; p , resultado da comparação (*Kruskan-Wallis*) entre as disciplinas, $p \leq 0,05$.

No quadro acima figurado, após a comparação das médias, não foram detetadas diferenças estatisticamente significativas para os parâmetros de massa corporal, estatura e %MG ($p=0,28$; $p=0,07$; $p=0,23$). Apesar disto, verificamos que para o parâmetro da massa corporal, os valores médios da disciplina de Mx são os menores (71,67 $\pm$ 6,46kg). Com valores médios mais próximos entre si, ficam os pilotos da disciplina de enduro com 74,44 $\pm$ 9,70kg e da disciplina de *rally*, com 76,06 $\pm$ 2,86kg.

Também na estatura, os valores médios da disciplina de Mx são os menores, com 170,85 $\pm$ 2,98cm. Tal como na massa corporal, também na estatura, valores médios encontrados nas disciplinas de enduro e *rally* são semelhantes, com 175,70 $\pm$ 3,cm e 174,25 $\pm$ 5,82, respetivamente. No entanto, neste parâmetro, é de salientar que apesar das diferenças não serem

estatisticamente significativas, o valor de p é muito próximo do nível de significância ($p=0,07$).

Tal como nos parâmetros apresentados, também na %MG são os pilotos da disciplina de Mx que apresentam o valor médio menor, $11,76 \pm 3,08\%$ e os pilotos das disciplinas de enduro e *rally* apresentam valores semelhantes, com $14,51 \pm 2,93\%$ e $13,87 \pm 2,82\%$, respetivamente.

Em suma, podemos verificar que apesar de não existirem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, nos parâmetros avaliados, verificamos que os pilotos de Mx são mais baixos, mais leves e com uma menor %MG. Verificamos ainda que os pilotos das disciplinas de enduro e *rally*, tendo em conta os três parâmetros da composição corporal avaliados são mais idênticos entre si.

5.6 Apresentação dos resultados da preensão manual por disciplina

De seguida são apresentados os valores das médias obtidas da avaliação da preensão manual, evidenciando-se o valor de p , ou seja, a verificação ou não de diferenças estatisticamente significativas entre as três disciplinas.

Quadro nº8 - Valores das médias, desvios-padrão e valores máximos e mínimos de cada disciplina, na avaliação preensão manual para o membro dominante e não-dominante, percentagem de diferença entre ambos. Valor de estatística inferencial de *Kruskan-Wallis* para comparação entre grupos.

	MS-D (kg)		MS-nD (kg)		%DifD-nD	
	$x \pm sd$	Min - Max	$x \pm sd$	Min - Max	$x \pm sd$	Min - Max
Mx	$45,95 \pm 3,84$	40,60 - 50,30	$46,44 \pm 5,98$	37,70 - 50,30	$13,60 \pm 10,21$	2,00 - 23,90
Enduro	$49,12 \pm 4,51$	43,00 - 59,40	$48,92 \pm 4,49$	40,10 - 58,10	$4,62 \pm 3,13$	1,20 - 10,60
Rally	$48,32 \pm 4,73$	40,00 - 56,20	$44,26 \pm 6,98$	30,00 - 53,80	$12,45 \pm 11,76$	0,20 - 36,20
P	0,28		0,19		0,27	

x , média; dp , desvio padrão; Min, valor mínimo; Max; valor máximo; p , resultado da comparação (*Kruskan-Wallis*) entre as disciplinas, $p \leq 0,05$.

No quadro acima representado, após a comparação das médias dos grupos estudados, não encontramos diferenças estatisticamente significativas

para a força de preensão manual do MS-D, como para MS-nD e ainda para a %DifD-nD ($p=0,28$; $p=0,19$; $p=0,27$).

Desta forma, podemos verificar que os valores médios entre as disciplinas para o MS-D não diferem muito, sendo para a disciplina de Mx o valor médio mais baixo de $45,95 \pm 3,84\text{kg}$, de seguida a disciplina de *rally* com valor médio de $48,32 \pm 4,73\text{kg}$ e o valor médio mais elevado é o da disciplina de enduro, com $49,12 \pm 4,51\text{kg}$. Também no MS-nD, os valores médios entre grupos não diferem muito, apesar de serem ligeiramente menores do que no MS-D para os pilotos de enduro e de *rally*. Assim, no MS-nD, encontramos no grupo de pilotos de *rally*, os valores médios mais baixos com $44,26 \pm 6,98\text{kg}$, os pilotos da disciplina de enduro com valores médios de $48,92 \pm 4,49\text{kg}$ e os pilotos da disciplina de Mx, com os valores médios mais elevados de $46,44 \pm 5,98\text{kg}$.

Quando verificamos a %DifD-nD, constatamos que os pilotos da disciplina de enduro da nossa amostra foram os que obtiveram a menor diferença, com um valor médio de $4,62 \pm 3,13\%$. Já nos pilotos da disciplina de Mx e de *rally*, a percentagem média encontrada foi mais elevada, com $13,60 \pm 10,21\%$ e $12,45 \pm 11,76\%$, respetivamente.

5.7 Apresentação dos resultados da força isocinética dos membros inferiores por disciplina.

De seguida são apresentados os valores das médias e desvios-padrão obtidas na avaliação da força isocinética do MI-D, nos movimentos de extensão e flexão, evidenciando-se o valor de p , ou seja, a verificação ou não de diferenças estatisticamente significativas entre as três disciplinas.

Quadro nº9 - Valores das médias, desvios-padrão e valores máximos e mínimos de cada disciplina, na avaliação da força isocinética do membro inferior dominante, no movimento de extensão (MI-D Ext) e de flexão (MI-D Flx) e o rácio isquiotibiais/quadríceps ($R_{I/Q}$). Valor de estatística inferencial de *Kruskal-Wallis* para comparação entre grupos.

	MI-D Ext (Nm)		MI-D Flx (Nm)		$R_{I/Q}$ (%)	
	$x \pm sd$	Min - Max	$x \pm sd$	Min - Max	$x \pm sd$	Min - Max
Mx	200,37 $\pm$ 25,96	167,70 - 238,40	113,70 $\pm$ 15,41	97,60 - 141,20	58,04 $\pm$ 11,84	44,50 - 82,00
Enduro	225,40 $\pm$ 40,43	167,50 - 293,70	108,07 $\pm$ 17,76	81,90 - 140,60	48,34 $\pm$ 4,58	38,30 - 55,00
Rally	231,50 $\pm$ 22,17	195,90 - 272,40	107,73 $\pm$ 20,91	62,10 - 127,00	45,93 $\pm$ 7,89	31,70 - 54,50
P	0,18		0,85		0,03	

x , média; dp , desvio padrão; Min, valor mínimo; Max; valor máximo; p , resultado da comparação (*Kruskal-Wallis*) entre as disciplinas, $p \leq 0,05$.

No quadro anterior mostramos que, os valores médios do MI-D no movimento de extensão, não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre as três disciplinas de *off-road* ($p=0,18$). Apesar disto, é o grupo da disciplina de *rally* que apresenta os valores médios mais elevados, com 231,50 $\pm$ 22,17Nm, de seguida vem o grupo da disciplina de *enduro*, com 225,40 $\pm$ 40,43Nm e é o grupo da disciplina de *Mx* que apresenta os valores médios inferiores de 200,37 $\pm$ 25,96Nm. É de salientar que apesar do valor médio mais alto ter sido encontrado na disciplina de *rally*, é na disciplina de *enduro* que encontramos o piloto com o valor mais elevado (293,70Nm).

Também no MI-D, mas no movimento de flexão, as diferenças encontradas não são estatisticamente significativas ($p=0,85$). Neste movimento, é o grupo da disciplina de *Mx* que apresenta o valor médio mais elevado, com 113,70 $\pm$ 15,4Nm. Já os valores médios encontrados nos grupos nas disciplinas de *enduro* e de *rally* são muito semelhantes, com 108,07 $\pm$ 17,76Nm e 107,73 $\pm$ 20,91Nm.

No $R_{I/Q}$, as diferenças encontradas são estatisticamente significativas ($p=0,03$), com o grupo da disciplina de *Mx* apresentar o rácio mais elevado de 58,04 $\pm$ 11,84%, para a disciplina de *enduro* é de 48,34 $\pm$ 4,58% e na disciplina de *rally* é de 45,93 $\pm$ 7,89%. Também é na disciplina de *Mx* que encontramos o sujeito com o rácio mais elevada, com 82,00%.

Devido a se ter encontrado diferenças estatisticamente significativas entre grupos no parâmetro do $R_{I/Q}$, apresentaremos no quadro seguinte os

valores de p entre os grupos Mx/Enduro (Mx/Ex), Mx/Rally (Mx/rally) e Enduro/Rally (Ex/rally).

Quadro nº10 - Valor de estatística inferencial de *Mann-Whitney* para comparação entre grupos para o parâmetro do rácio isquiotibiais/quadríceps ($R_{I/Q}$) para o membro inferior dominante.

	Mx/Ex		Mx/rally		Ex/rally	
	Z	P	Z	P	Z	P
$R_{I/Q}$	-2,34	0,02	-2,20	0,03	-0,44	0,66

z e p , resultado da comparação (*Mann-Whitney*) entre as disciplinas, $p \leq 0,05$.

No quadro nº10 podemos verificar que as diferenças estatisticamente significativas para o $R_{I/Q}$ são entre as disciplinas de Mx e enduro ($p=0,02$) e ainda entre as disciplinas de Mx e rally ($p=0,03$). Já quando comparamos os valores médios entre o enduro e rally, as diferenças já não são estatisticamente significativas ($p=0,66$).

No quadro seguinte são apresentados os valores das médias e desvios-padrão obtidos na avaliação da força isométrica do MI-nD, nos movimentos de extensão e flexão, evidenciando-se o valor de p , ou seja, a verificação ou não de diferenças estatisticamente significativas entre as três disciplinas.

Quadro nº11 - Valores das médias, desvios-padrão e valores máximos e mínimos de cada disciplina, na avaliação da força isométrica do membro inferior não-dominante, no movimento de extensão (MI-nD Ext) e de flexão (MI-nD Flx) e o rácio isquiotibiais/quadríceps ($R_{I/Q}$). Valor de estatística inferencial de *Kruskal-Wallis* para comparação entre grupos.

	MI-nD Ext (Nm)		MI-nD Flx (Nm)		$R_{I/Q}$ (%)	
	x $\pm$ sd	Min - Max	x $\pm$ sd	Min - Max	x $\pm$ sd	Min - Max
Mx	215,44 $\pm$ 45,42	139,70 - 295,30	110,10 $\pm$ 9,39	100,00 - 125,60	54,75 $\pm$ 10,15	45,90 - 76,30
Enduro	207,44 $\pm$ 32,86	156,30 - 271,90	103,93 $\pm$ 15,54	82,40 - 135,50	50,25 $\pm$ 2,29	46,60 - 53,10
Rally	218,01 $\pm$ 15,57	189,30 - 236,60	102,21 $\pm$ 19,41	61,80 - 118,50	46,53 $\pm$ 7,19	32,60 - 55,40
P	0,53		0,62		0,21	

x, média; dp, desvio padrão; Min, valor mínimo; Max; valor máximo; p , resultado da comparação (*Kruskal-Wallis*) entre as disciplinas, $p \leq 0,05$.

No quadro anterior verificamos que no MI-nD no movimento de extensão, os valores médios alcançados pelos pilotos da disciplina de Mx são de 215,44 $\pm$ 45,42Nm, os pilotos da disciplina de enduro alcançaram um valor

médio de 207, 44 $\pm$ 32,86Nm e os pilotos da disciplina de *rally*, que foram os que alcançaram o valor médio mais alto, foi de 218,01 $\pm$ 15,57Nm. Com um valor de $p=0,53$, as diferenças encontradas nos grupos não são estatisticamente significativas.

Para o MI-nD no movimento de flexão, os valores médios encontrados foram de 110,10 $\pm$ 9,39Nm para os pilotos da disciplina de Mx, que foi o valor mais alto, de 103,93 $\pm$ 15,54Nm para os pilotos da disciplina de enduro e de 102,21 $\pm$ 19,41Nm para os pilotos da disciplina de *rally*. Também neste movimento, as diferenças encontradas não são estatisticamente significativas ($P=0,62$).

Quanto ao $R_{I/Q}$, as diferenças encontradas também não são estatisticamente significativas ($p=0,21$). Apesar disto, os pilotos da disciplina de Mx são os que apresentam o valor médio mais elevado (54,75 $\pm$ 10,15%), seguido pelos pilotos da disciplina de enduro (50,25 $\pm$ 2,29%) e os pilotos da disciplina de *rally* (46,53 $\pm$ 7,19%) que obtiveram o rácio médio mais baixo.

No quadro seguinte são apresentados os valores das médias e desvios-padrão relativos à percentagem das diferenças bilaterais dos membros inferiores, nos movimentos de extensão e flexão, evidenciando-se o valor de p , ou seja, a verificação ou não de diferenças estatisticamente significativas entre as três disciplinas.

Quadro nº12 - Valores das médias, desvios-padrão e valores máximos e mínimos de cada disciplina, relativamente à percentagem de diferença bilaterais dos membros inferiores, no movimento de extensão (%Dif-lat Ext) e no movimento de flexão (%Dif-lat Flx). Valor de estatística inferencial de *Kruskan-Wallis* para comparação entre grupos.

	%Dif-lat Ext		%Dif-lat Flx	
	x $\pm$ sd	Min - Max	x $\pm$ sd	Min - Max
Mx	23,48 $\pm$ 22,16	6,60 - 71,50	6,71 $\pm$ 2,45	3,70 - 10,20
Enduro	11,21 $\pm$ 3,93	6,40 - 17,50	7,62 $\pm$ 5,61	0,60 - 15,80
Rally	7,36 $\pm$ 4,12	3,40 - 16,40	4,98 $\pm$ 3,38	0,50 - 9,70
P	0,01		0,51	

x, média; dp, desvio padrão; Min, valor mínimo; Max; valor máximo; p , resultado da comparação (*Kruskan-Wallis*) entre as disciplinas, $p \leq 0,05$.

No quadro acima apresentado verificamos que a %Dif-lat no movimento de extensão é a mais elevada no grupo de Mx que apresenta o valor médio de $23,48 \pm 22,16\%$, seguido pelo grupo de enduro, que apresenta um valor médio de $11,21 \pm 3,93\%$ e por final, o grupo de *rally*, com valores médios de $7,36 \pm 4,12\%$. Quando realizamos a comparação das médias, verificamos que os grupos apresentam diferenças estatisticamente significativas ($P=0,01$).

Já para o movimento de flexão, os valores médios para a %Dif-lat é para o grupo de Mx de $6,71 \pm 2,45\%$, para o grupo de enduro é de $7,62 \pm 5,61\%$ e para o grupo de *rally* é de $4,98 \pm 3,38\%$. Neste movimento, as diferenças encontradas não são estatisticamente significativas ($P=0,51$).

Devido a se ter encontrado diferenças estatisticamente significativas entre grupos no parâmetro da percentagem de diferença bilateral no movimento de extensão (%Dif-lat Ext), vamos apresentar no quadro seguinte os valores de p entre os grupos Mx/Enduro (Mx/Ex), Mx/Rally (Mx/rally) e Enduro/Rally (Ex/rally).

Quadro nº13 - Valor de estatística inferencial de *Mann-Whitney* para comparação entre grupos para o parâmetro da percentagem de diferença bilateral no movimento de extensão (%Dif-lat Ext).

	Mx/Ex		Mx/rally		Ex/rally	
	Z	P	Z	P	Z	P
%Dif-lat Ext	-1,37	0,17	-2,55	0,01	-2,22	0,03

z e p, resultado da comparação (*Mann-Whitney*) entre as disciplinas, $p \leq 0,05$.

No quadro nº13 podemos verificar que as diferenças estatisticamente significativas para a %Dif-lat no movimento de extensão, são entre as disciplinas de Mx e *rally* ($p=0,01$) e também entre as disciplinas de enduro e de *rally* ($p=0,03$). Já quando comparamos os valores médios entre o Mx e o enduro, as diferenças já não são estatisticamente significativas ($p=0,17$).

5.8 Apresentação dos resultados do VO_{2max} e Vo_2 relativo por disciplina

De seguida são apresentados os valores das médias obtidos da avaliação do VO_{2max} e VO_{2rel} , evidenciando-se o valor de p , ou seja, a verificação ou não de diferenças estatisticamente significativas entre as três disciplinas.

Quadro nº14 - Valores das médias, desvios-padrão e valores máximos e mínimos de cada disciplina, relativamente à avaliação do VO_{2max} e VO_{2rel} . Valor de estatística inferencial de *Kruskan-Wallis* para comparação entre grupos.

	VO_{2max} (l/min)		VO_{2rel} (ml/kg/min)	
	$x \pm sd$	Min - Max	$x \pm sd$	Min - Max
Mx	4,543 $\pm$ 0,372	4,186 - 5,200	63,00 $\pm$ 3,26	60,00 - 70,00
Enduro	4,342 $\pm$ 0,448	3,777 - 5,349	57,80 $\pm$ 3,82	53,00 - 64,00
Rally	4,424 $\pm$ 0,658	2,993 - 5,328	58,62 $\pm$ 7,76	42,00 - 67,00
P	0,38		0,05	

x , média; dp , desvio padrão; Min, valor mínimo; Max; valor máximo; p , resultado da comparação (*Kruskan-Wallis*) entre as disciplinas, $p \leq 0,05$.

No quadro acima apresentado, procedeu-se à comparação entre as médias dos grupos estudados e, relativamente ao VO_{2max} não encontramos diferenças estatisticamente significativas na nossa amostra ($p=0,38$). Mas, quando relativizamos estes valores com o peso (VO_{2rel}), já encontramos um valor de $p=0,05$, isto é diferenças estatisticamente significativas nas médias dos grupos.

O VO_{2max} atingido foi de 4,543 $\pm$ 0,372 l/min para a disciplina de Mx, 4,342 $\pm$ 0,448 l/min para a disciplina de enduro e de 4,424 $\pm$ 0,654 l/min para a disciplina de rally.

Já no VO_{2rel} , os pilotos da disciplina de Mx apresentam um valor médio superior (63 $\pm$ 3,26 ml/kg/min), quando comparados com os outros grupos (no enduro foi 57,80 $\pm$ 3,83 ml/kg/min e no rally foi de 58,62 $\pm$ 7,76 ml/kg/min).

Devido a se ter encontrado diferenças estatisticamente significativas entre grupos no parâmetro de Vo_2 relativo (Vo_{2rel}) vamos apresentar no quadro seguinte os valores de p entre os grupos Mx/Enduro (Mx/Ex), Mx/Rally (Mx/rally) e Enduro/Rally (Ex/rally).

Quadro nº15 - Valor de estatística inferencial de *Mann-Whitney* para comparação entre grupos para o VO_{2rel} .

	Mx/Ex		Mx/rally		Ex/rally	
	<i>Z</i>	<i>P</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>
Vo_{2rel}	-2,35	0,02	-1,28	0,20	-1,34	0,18

z e p , resultado da comparação (*Mann-Whitney*) entre as disciplinas, $p \leq 0,05$.

No quadro nº15 podemos verificar que as diferenças estatisticamente significativas são entre as disciplinas de Mx e o enduro ($p=0,02$). Já quando comparamos os valores médios entre Mx e rally e entre o enduro e rally, as diferenças já não são estatisticamente significativas ($p=0,20$ e $p=0,18$ respetivamente).

6 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A literatura existente no motociclismo é muito escassa, o que não deixa de ser estranho, visto que o motociclismo ser uma modalidade com milhões de seguidores e praticantes. Quando falamos do motociclismo de *off-road*, estamos a referir-nos às três disciplinas que compõem esta modalidade: o Mx, o enduro e os *rallys* ou todo-terreno. Sendo uma das modalidades com cada vez mais seguidores e praticantes, e com um nível de exigência física muito elevada, seria de esperar que já tivesse sido realizado uma caracterização dos atletas que praticam este desporto para se perceber quais as necessidades físicas que são fundamentais para atingir um nível de condução de elite.

Assim sendo, a discussão de resultados irá ser efetuada de acordo com as variáveis em estudo, e, deste modo iremos inicialmente analisar, interpretar e discutir os dados relativos a todos os pilotos do nosso estudo e seguidamente vamos debruçar-nos sobre os mesmos dados, mas com os pilotos divididos por cada uma das disciplinas de motociclismo de *off-road*.

Este estudo pretendeu verificar a composição corporal, a força de preensão manual, a força isométrica dos membros inferiores e o VO_{2max} e VO_{2rel} dos pilotos da modalidade de *off-road* portugueses. À posteriori, fomos verificar se na nossa amostra, existiam diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros avaliados, entre as três disciplinas do motociclismo de *off-road*.

6.1 Composição Corporal

Em relação à massa corporal, a nossa amostra apresenta um valor médio de $74,18 \pm 7,15$ kg e de estatura $173,88 \pm 4,68$ cm e estão enquadrados com valores encontrados da literatura. Se por um lado, relativamente ao peso corporal, encontramos estudos que apresentam um valor médio de massa corporal inferior, que variam entre os 71kg e os 72kg (Ascensão et al., 2007; Ascensão et al., 2008; Azevedo, 2005; Konttinen et al., 2005; Konttinen et al., 2008), por outro, também encontramos estudos que apresentam valores

médios da massa corporal mais elevado, variando entre os 75kg e os 78kg (Gobbi et al., 2005; Konttinen et al., 2007; Oliveira et al., 2004).

O mesmo é verificado para a estatura, em que Ascensão et al. (2007, 2008) e Azevedo (2005) encontraram valores médios inferiores aos da nossa amostra ($169,8 \pm 4\text{cm}$), mas Gobbi et al. (2005), Oliveira et al. (2004) e Konttinen et al. (2005, 2007, 2008) nos seus estudos com pilotos de motociclismo de *off-road*, encontraram valores médio superiores (entre 175cm a 180cm).

Relativamente à %MG, o valor médio da nossa amostra foi de $13,53 \pm 3,04\%$, e está em concordância com valores encontrados na literatura. Os estudos encontrados indicam-nos valores na ordem dos $14,8 \pm 5\%$ (Ascensão et al., 2007; Burr et al., 2007; Oliveira et al., 2004). Também Gobbi et al. (2005) encontrou valores que variam dos 12,6% aos 15,1%.

Seria esperado que estes valores fossem considerados menos bons, já que um excesso de peso supérfluo é negativo para a obtenção de *performances* mais elevadas. Esta afirmação é comprovada por Rodrigues dos Santos et al. (2010), por Walters et al. (1991) e por Marino (2000), que em atletas de maratonas em atletismo, pequenas variações no seu peso afeta negativamente a sua *performance* no final dos 42,195km. Contudo, no motociclismo de *off-road*, parece pertencer ao grupo de modalidades em que, pequenas variações de peso não parecem influenciar o resultado da *performance* ou então são colmatadas por ajustes técnicos realizados no motociclo.

6.2 Preensão Manual

A força muscular da mão representa um índice objetivo da integridade funcional dos membros superiores e é frequentemente usada na monitorização da função motora (Hager-Ross & Rosblad, 2002; Carreira et al., 2010).

Na nossa amostra os valores médios encontrados foram de $47,98 \pm 4,43\text{kg}$ para a MS-D e de $46,73 \pm 5,90\text{kg}$ para a MS-nD. Para o MS-D, os valores são corroborados pela literatura ($47 \pm 6\text{kg}$), já para a MS-nD, os valores encontrados na literatura são inferiores aos encontrados por nós ($40 \pm 6,3\text{kg}$)

(Ascensão et al., 2008; Azevedo, 2005; Konttinen et al., 2008; McArdle et al., 1973). Apesar de não ter sido objeto do nosso estudo, não podemos deixar de reparar que alguns dos melhores pilotos portugueses, são os que apresentam os valores de prensão manual mais baixo. Exemplo disto são os sujeitos moto 15 e moto 19, que apesar de terem no seu curriculum inúmeros títulos nacionais e estarem a participar em campeonatos internacionais da sua disciplina, apresentam os menores valores da amostra. Isto leva-nos a querer que estes pilotos têm uma técnica de condução que lhes permite se mais eficiente em cima do motociclo, com menores desperdícios de energia.

Quanto às difD-nD, a literatura não encontrou diferenças significativas entre os dois membros (Ascensão et al., 2008; Azevedo, 2005). No nosso estudo também não encontramos diferenças médias significativas, mas não podemos deixar de referir que em alguns pilotos as diferenças chegam a ultrapassar os 36%. Estas diferenças poderão ser justificadas pelas lesões resultantes de quedas que alguns pilotos já tiveram no passado e/ou por recuperações das mesmas mal conduzidas. Apesar de, no nosso estudo as diferenças médias não serem significativas, o membro dominante obteve melhores resultados do que o membro não dominante. Isto não é apoiado por Gobbi et al. (2005), que obtiveram os melhores resultados no membro MS-nD. Tal facto poderá dever-se aos pilotos que participaram no nosso estudo já utilizarem embraiagens hidráulicas, que são muito mais leves e suaves (Ascensão et al., 2008; Azevedo, 2005).

6.3 Força muscular Isocinética dos Membros Inferiores

A força muscular é uma importante componente da prestação desportiva. Os valores médios da força isocinética encontrados no nosso estudo para o movimento de extensão são de $220,34 \pm 33,07\text{Nm}$ para o MI-D e de $213,06 \pm 31,85\text{Nm}$ para o MI-nD. Estes valores são significativamente superiores quando comparados com a literatura, que apresentam valores na ordem dos $200\text{Nm} \pm 40\text{Nm}$ (Gobbi et al., 2005). Contudo, temos alguma

dificuldade em aceitar este pressuposto, já que apenas existe um artigo que avalia a força isocinética em pilotos de motociclismo *off-road* dos membros inferiores na literatura. Quando comparamos os nossos valores com a restante literatura, verificamos que são bastante inferiores aos conseguidos por atletas de futebol e/ou de voleibol. Estes apresentam valores médios na ordem dos $260 \pm 30\text{Nm}$ (Magalhães et al., 2001; Carvalho & Cabri, 2007; Bennell et al., 1998). Isto parece indicar que apesar de, no piloto de motociclismo *off-road*, os músculos *quadriceps* estarem constantemente a ser solicitados, as contrações máximas não são as mais preponderantes, em detrimento da capacidade de realizar contrações muito prolongadas no tempo.

Quanto aos valores médios encontrados para as Dif-lat ext, na nossa amostra encontramos um valor médio de $13,41 \pm 13,3\%$, que segundo Brown (2000), estão entre os valores críticos de aceitável (10-15%). Contudo, outros autores como Gonçalves (2000) e Kannus (1997), afirmam que discrepâncias de força muscular superiores a 10% são significativas e refletem desequilíbrios musculares bilaterais que podem agravar o risco de lesão nas estruturas mais fragilizadas. Desta forma, segundo estes autores, os pilotos da nossa amostra apresentam valores médios preocupantes. Gobbi et al. (2005) também não encontrou diferenças estatisticamente significativas nos pilotos de motociclismo *off-road*, o que revela a que esta modalidade não é propícia a problemas de lateralidade. Não podemos deixar de salientar que em alguns sujeitos da nossa amostra, foram encontradas diferenças acima dos 15%, como é caso dos sujeitos moto 5, moto 7, moto 14, moto 15 e moto 21. Encontramos ainda um caso em que a diferença se situava nos 71,5% (moto 2). Mas neste caso, esta diferença poderá ser o resultado de uma lesão antiga (quebra dos ossos da perna, tíbia e perónio) que apesar de já ter acontecido há 6 anos, parece não sido colmatada.

Os valores médios da força isométrica encontrados no nosso estudo para o movimento de flexão foram de $109,54 \pm 17,67\text{Nm}$ para o MI-D e de $105,11 \pm 15,27\text{Nm}$ para o MI-nD. Estes valores estão bastante abaixo dos valores encontrados na literatura, de $145 \pm 30\text{Nm}$ (Gobbi et al., 2005). Quando realizamos uma comparação com outras modalidades, as diferenças são ainda

maiores, com valores médios a rondar os $141.9 \pm 25\text{Nm}$ para as modalidades de futebol e voleibol (Carvalho & Cabri, 2007; Magalhães et al., 2001). Tal como para os músculos *quadriceps*, os valores encontrados para os músculos isquiotibiais no motociclismo *off-road* parecem indicar que apesar de estarem constantemente a ser solicitados, as contrações máximas não são as mais preponderantes, em detrimento da capacidade de realizar contrações muito prolongadas no tempo.

Quanto às dif-lat neste movimento, os valores médios encontrados por nós foram de $6,52\% \pm 4,24\%$, o que segundo Brown (2000), Gonçalves (2000) e Kannus (1997) não apresenta diferenças significativas (valores médios $<10 - 15\%$). É de salientar que a percentagem de dif-lat foi inferior no movimento de flexão, quando comparado com o movimento de extensão.

O $R_{I/Q}$, encontrado na nossa amostra para o MI-D foi de $50,29\% \pm 9,30\%$ e para o MI-nD foi de $50,32\% \pm 7,31\%$. Estes resultados parecem apontar para uma grande solicitação dos músculos *quadriceps* em muitas das ações típicas, ou/e por insuficiente trabalho compensatório de força dos músculos isquiotibiais (Magalhães et al., 2004). Como já foi referido na revisão bibliográfica, não existe nenhum estudo na literatura sobre esta temática no motociclismo *off-road*. Quando comparado com outras modalidades, o $R_{I/Q}$ encontrado na nossa amostra é inferior aos encontrados noutras modalidades, como é o caso do futebol que os valores rondam os 57-61% e no voleibol os valores rondam os 51-56% (Carvalho & Cabri, 2007; Magalhães et al., 2004). Os valores encontrados por nós parecem ser preocupantes, visto que segundo Aagaard et al. (2000), valores do $R_{I/Q}$ inferiores a cerca de 60%, quando avaliados a baixas velocidades, poderão aumentar a suscetibilidade de ocorrência de lesões e no nosso estudo encontramos alguns sujeitos com valores a rondar os 45%. Contudo, existem autores que afirmam existir uma relação específica de cada atleta à especificidade funcional inerente à atividade desenvolvida (Calmels & Minaire, 1995; Gonçalves, 2000; Kannus, 1994). Gonçalves (2000) não encontrou um maior número de lesões em atletas que apresentavam um rácio de força mais baixo, em comparação com atletas que apresentavam um rácio de força mais alto. Mas, pese embora possamos estar perante um facto

resultante de uma adaptação específica às exigências do motociclismo de *off-road*, este facto pode representar um fator de risco acrescido à ocorrência de lesões nos tecidos moles (Magalhães et al., 2004; Aagaard et al., 2000).

6.4 Avaliação do VO_{2max} e VO_{2rel}

Na avaliação do VO_{2max} os valores alcançados no nosso estudo foram de $4,425 \pm 0,490$ l/min, bem superiores aos valores encontrados na literatura, que rondam os 3,8 - 4,28 l/min (Ascensão et al., 2007; Ascensão et al., 2008; Burr et al., 2007; Oliveira et al., 2004). Visto que os estudos encontrados na literatura atestam terem sido realizados apenas com atletas de elite e no nosso estudo utilizarmos uma amostra com atletas de alto e médio nível, estes valores elevados de VO_{2max} parecem indicar que os atletas de motociclismo *off-road* de alto nível gastam parte do seu tempo com aspetos técnicos em detrimento da capacidade física.

Quando relativizamos os valores do VO_{2max} com o peso, encontramos na nossa amostra um valor médio de $59,52 \pm 5,55$ ml/kg/min. Este valor é bastante superior ao encontrado na literatura, que ronda os $52,5 \pm 5,6$ ml/kg/min (Ascensão et al., 2007; Ascensão et al., 2008; Burr et al., 2007; Kontinen et al., 2008; Oliveira et al., 2004). No entanto, Oliveira et al. (2004) cita um artigo de 1983 em que os autores desenvolveram um treino aeróbico de alta intensidade com pilotos de elite de motocross finlandês em que obtiveram um resultado de 64,72 ml/kg/min através do teste em bicicleta ergométrica. Contudo não nos foi possível encontrar este artigo para comprovar este resultado.

O facto de os nossos resultados serem mais elevados do que a literatura pode ser em parte explicada devido à metodologia utilizada, visto que em quase todos os artigos, o teste de VO_{2max} é realizado em bicicleta e como já Buchfuhrer et al, 1983 e citado em Oliveira et al. (2004) mostraram quando estudaram 12 homens em teste de potência aeróbia em passadeira e bicicleta ergométrica, encontrando valores de VO_{2max} 6% maior em passadeira em relação à bicicleta, considerando que nenhum dos indivíduos pedalava com regularidade. Também Moreira Costa et al, (1988) comprovaram o mesmo,

quando avaliaram a potência aeróbia de 10 corredores e 9 ciclistas em passadeira rolante e bicicleta ergométrica concluindo que para os corredores o VO_{2max} medido em passadeira foi maior que em bicicleta.

Quando comparamos os nossos resultados com os atingidos na modalidade de BTT, vemos que estes apresentam valores muito superiores. Impllizzeri et al. (2005) num estudo onde tentam descrever as capacidades fisiológicas do atleta de BTT, encontraram valores de VO_{2max} para os ciclistas de *off-road* de vários níveis de competição, entre os 66,5 e os 78 ml/kg/min. Estes valores tão elevados poderão ser justificados pelo facto de no BTT a unidade motora ser os membros inferiores, enquanto que no motociclismo é uma unidade motora é um mecanismo exterior ao atleta (motor de combustão interna).

Dentro da modalidade de motociclismo de *off-road*, existem três disciplinas distintas, o que nos fez pensar que também a características dos pilotos de são especialistas numa das disciplinas, também o poderiam ser.

Desta forma iremos analisar, interpretar e discutir os dados relativos as variáveis em estudo, mas com os sujeitos da amostra divididos pela disciplinas da modalidade de *off-road*.

6.5 Composição Corporal por Disciplina

Os indicadores antropométricos, embora de forma não absoluta, definem um perfil de especialização desportiva que pode ser atenuado ou alterado pelo processo de treino. Desta forma seria de esperar que os pilotos de Mx, enduro e *rally* apresentem algumas diferenças entre si.

Apesar de não ter sido encontrado diferenças estatisticamente significativas em qualquer das variáveis antropométricas estudadas (massa corporal $p=0,28$, estatura $p=0,07$ e %MG $p=0,23$) conseguimos interpretar que os pilotos da disciplina de Mx são os mais leves, mais baixos e com menor %MG (massa corporal $71,67 \pm 6,46\text{kg}$, estatura $170,85 \pm 2,98\text{cm}$ e %MG $11,76 \pm 3,08\%$). Isto também foi encontrado por Gobbi et al, (2005) quando comparava as características dos pilotos de motociclismo *off-road*. Isto parece indicar-nos que numa prova de Mx, em que os pilotos têm constantes mudanças de direção, constantes acelerações e travagens e constantes reequilíbrios e ajustamentos a serem executados por parte do corpo em relação há moto e há condições do terreno, os pilotos mais leves e com um centro de gravidade mais baixo e tenham vantagens. Nos pilotos das disciplinas de enduro e *rally* os valores antropométricos encontrados são mais idênticos, para a massa corporal os pilotos da disciplina de enduro apresentam $74,44 \pm 9,70\text{kg}$ e para a disciplina de *rally*, $76,06 \pm 2,86\text{kg}$, para a estatura encontramos para os pilotos da disciplina de enduro $175,70 \pm 3,0\text{cm}$ e para a disciplina de *rally* $174,25 \pm 5,82\text{cm}$ e para a %MG encontramos para os pilotos de enduro $14,51 \pm 2,93\%$ e para os pilotos da disciplina de *rally* $13,87 \pm 2,82\%$.

Também aqui, os nossos dados estão de acordo com a literatura, visto de Gobbi et al. (2005) também não encontrou diferenças significativas entre as duas disciplinas. Apesar disto, nós achamos que relativamente ao valor de %MG, este deveria ser mais baixo, para qualquer das disciplinas visto que um atleta com excesso de peso supérfluo está em desvantagem (Gobbi et al., 2005), agravando os gastos energéticos (Sloan & De Wier, 1970), dificultando a coordenação e diminuindo o rendimento (Rodrigues dos Santos, 2005) e no caso particular do motociclismo, um maior peso significa uma maior sobrecarga na moto por terem uma massa extra de peso que tem de ser acelerada ou travada (Gobbi et al., 2005). Além disso, um atleta de motociclismo mais pesado necessita de uma maior força muscular para controlar eficientemente a sua moto. Porém, como os nossos valores estão de acordo com a literatura disponível, isto parece indicar que no motociclismo de *off-road*, algum peso supérfluo ou um pequeno excesso de MG não parece influenciar a performance final ou então é colmatada pelos ajustes técnicos realizados nos motociclos.

6.6 Preensão Manual por Disciplina

No motociclismo, a força de preensão manual é mais elevada, em ambos membros superiores, quando comparada com sujeitos sedentários (Gobbi et al., 2005). Nos valores de preensão manual não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as três disciplinas do motociclismo de *off-road*, tanto para o membro superior dominante ($p=0,28$) como para o membro superior não dominante ($p=0,17$). O mesmo aconteceu com Gobbi et al. (2005), que não encontraram diferenças significativas entre os pilotos das três disciplinas. No entanto, estes autores encontraram na mão esquerda (não-dominante) dos pilotos de Mx diferenças estatisticamente significativas e que apresentavam resultados superiores. Estes justificaram o facto do maior uso da embraiagem por parte da mão esquerda durante a competição em relação às outras disciplinas. Outros autores da literatura que também que avaliaram a força de preensão manual em pilotos de Mx não

encontraram diferenças significativas entre os membros superiores (Ascensão et al., 2008; Azevedo, 2005). Tal facto poderá dever-se aos pilotos que participaram nestes e no nosso estudo já utilizarem embraiagens hidráulicas, que são muito mais leves e suaves.

Os valores médios encontrados para o MS-D foram, para a disciplina de motocross o mais baixo com $45,95 \pm 3,84\text{kg}$, de seguida a disciplina de *rally* com $48,32 \pm 4,73\text{kg}$ e o valor médio mais elevado foi o da disciplina de enduro, com $49,12 \pm 4,51\text{kg}$. Para o MS-nD, os valores encontrados foram, no grupo de pilotos de *rally*, os valores médios mais baixos com $44,26 \pm 6,98\text{kg}$, nos pilotos da disciplina de enduro, valores médios de $48,92 \pm 4,49\text{kg}$ e nos pilotos da disciplina de motocross, que são os únicos com os valores médios ligeiramente mais elevados no MS-nD, com valores de $46,44 \pm 5,98\text{kg}$.

Os valores médios encontrados na literatura para os pilotos da disciplina de Mx, de $47 \pm 6\text{ kg}$, são semelhantes aos encontrados por nós para o MS-D. Já para o MS-nD, os valores médios encontrados na literatura, de $40 \pm 6,3\text{ kg}$ são inferiores aos encontrados por nós (Ascensão et al., 2008; Azevedo, 2005; Konttinen et al., 2008; McArdle et al., 1973). Quanto às disciplinas de enduro e de Mx, a literatura não corrobora os nossos resultados, visto que mostra valores menores, quando comparados com a disciplina de Mx (Gobbi et al., 2005) e nós encontramos valores mais elevados para as mesmas disciplinas. Exceto o valor médio do MS-nD da disciplina de *rally* que encontramos um valor menor em relação ao Mx.

É ainda de salientar que a percentagem média de diferenças encontradas entre os membros dominantes e não-dominantes é menor na disciplina de enduro ($4,62 \pm 3,13\%$), enquanto que nas disciplinas de Mx e *rally*, as percentagens encontradas são mais elevadas ($13,60 \pm 10,21\%$ e $12,45 \pm 11,76\%$, respetivamente). As diferenças mais elevadas encontradas para os pilotos das disciplinas Mx e *rally* poderão ser justificadas pelo número mais elevado de lesões que os pilotos destas disciplinas da nossa amostra já sofreram nos pulsos e braços ao longo da sua carreira desportiva. Isto, não quer dizer que os pilotos da disciplina de enduro tenham menos quedas que os pilotos das restantes disciplinas, mas devido às velocidades alcançadas e aos

saltos enormes que estes atingem, uma queda nas disciplinas de Mx e *rally*, resulta quase sempre numa lesão grave, com osso partidos e articulações deslocadas.

6.7 Força Isocinética dos Membros Inferiores por Disciplina

Os valores médios do MI-D no movimento de extensão encontrados na nossa amostra, não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre as três disciplinas de *off-road* ($p=0,18$). Apesar disto, é o grupo da disciplina de *rally* que apresenta os valores médios mais elevados, com $231,50 \pm 22,17\text{Nm}$, de seguida vem o grupo da disciplina de enduro, com $225,40 \pm 40,43\text{Nm}$ e é o grupo da disciplina de Mx que apresenta os valores médios mais reduzidos com de $200,37 \pm 25,96\text{Nm}$. Estes dados não são corroborados com a literatura, já que Gobbi et al. (2005) encontraram os valores mais elevados nos pilotos da disciplina de Mx ($222 \pm 24\text{Nm}$). Já os valores médios encontrados por este autor foram inferiores aos encontrados por nós. Para a disciplina de *rally*, Gobbi et al. (2005) encontraram valores médios de $198 \pm 48\text{Nm}$ e para a disciplina de enduro, $221 \pm 42\text{Nm}$.

No MI-nD, no movimento de extensão os valores encontrados nos grupos não apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p=0,53$). Isto é corroborado pela literatura (Gobbi et al., 2005). No nosso estudo, os valores médios alcançados pelos pilotos da disciplina de Mx são de $215,44 \pm 45,42\text{Nm}$, os pilotos da disciplina de enduro alcançaram um valor médio de $207,44 \pm 32,86\text{Nm}$ e os pilotos da disciplina de *rally*, que foram os que alcançaram o valor médio mais alto, foi de $218,01 \pm 15,57\text{Nm}$. Todos estes valores são superiores aos encontrados na literatura. Quanto há disciplina que apresenta o melhor resultado para este movimento, os nossos resultados não estas na linha com os resultados da literatura, em que nós encontramos os melhor resultado nos pilotos da disciplina de Mx, e na literatura, os melhores resultados são encontrados na disciplina do enduro.

Quando analisamos os valores médios no movimento de flexão no MI-D, na nossa amostra, verificamos que não são encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p=0,85$). Neste movimento, é o grupo da disciplina de Mx que apresenta o valor médio mais elevado, com $113,70 \pm 15,4\text{Nm}$. Já os valores médios encontrados nos grupos nas disciplinas de enduro e de *rally* são muito semelhantes, com $108,07 \pm 17,76\text{Nm}$ e $107,73 \pm 20,91\text{Nm}$ respetivamente. Estes valores são comprovados pela literatura, que indica os pilotos da disciplina de Mx, como sendo mais fortes do que os das disciplinas de enduro e *rally*. (Gobbi et al., 2005). Este mesmo autor, ao contrário do que sucedeu no movimento de extensão, para as disciplinas de enduro e *rally*, encontra valores mais elevados do que nós.

Quanto ao mesmo movimento, mas no MI-nD, as diferenças encontradas entre as disciplinas não são estatisticamente significativas ($P=0,62$). Os valores médios encontrados foram de $110,10 \pm 9,39\text{Nm}$ para os pilotos da disciplina de Mx, que foi o valor mais alto, de $103,93 \pm 15,54\text{Nm}$ para os pilotos da disciplina de enduro e de $102,21 \pm 19,41\text{Nm}$ para os pilotos da disciplina de *rally*. Estes resultados não são confirmados com a literatura, em que Gobbi et al. (2005) apresenta valores médios mais elevados para todas as disciplinas. Além disso, os mesmos autores encontram o valor mais elevado nos pilotos da disciplina de *rally*, enquanto nós encontramos o valor mais elevado nos pilotos da disciplina de Mx.

Já no rácio $R_{I/Q}$, no MI-D as diferenças encontradas são estatisticamente significativas ($p=0,03$). Isto é verificado quando comparamos as médias, em que os valores encontrados de $58,04 \pm 11,84\%$ na disciplina de Mx são significativamente os mais elevados ($p=0,02$) do que a disciplina de enduro, com valores encontrados de $48,34 \pm 4,58\%$. O mesmo acontece com a disciplina de *rally*, em que encontramos valores de $45,93 \pm 7,89\%$, as diferenças são significativas ($p=0,03$). Já entre a disciplina de enduro e *rally* não são encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p=0,66$).

Os rácios encontrados para este membro inferior, na disciplina de Mx, encontra-se próximo do que seria ótimo, que seria os 60% (Aagaard et al., 2000). No entanto, os pilotos das disciplinas de enduro e *rally* apresentam

rácios preocupantes, o que parece indicar uma grande falta de força nos músculos isquiotibiais.

Quanto ao MI-nD, as diferenças encontradas não são estatisticamente significativas ($p=0,21$). Apesar disto, os pilotos da disciplina de Mx são os que apresentam o valor médio mais elevado ($54,75 \pm 10,15\%$), seguido pelos pilotos da disciplina de enduro ($50,25 \pm 2,29\%$) e, com os valores de $R_{I/Q}$ mais baixos estão os pilotos da disciplina de *rally* ($46,53 \pm 7,19\%$).

O $R_{I/Q}$ tem sido associada com as exigências específicas da atividade funcional dos desportos (Calmels & Minaire, 1995). Os nossos resultados parecem confirmar em parte este facto. No MI-D encontramos diferenças estatisticamente significativas entre as disciplinas de Mx e de enduro em relação com a disciplina de *rally*. Apesar de no MI-nD, não ter sido encontradas diferenças estatisticamente significativas, a disciplina de Mx continua apresentar o $R_{I/Q}$ mais elevado em os pilotos de *rally* continuam a apresentar o rácio mais baixo. Estes, mostram uma razão mais baixa do que os pilotos das restantes disciplinas, por apresentarem maior fraqueza dos isquiotibiais. Este facto pode dever-se às características da disciplina (Carvalho & Cabri, 2007; Magalhães et al., 2004), o que no caso da disciplina de *rally* resulta para o *quadriceps* numa solicitação frequente em muitas das ações típicas, ou/e por insuficiente trabalho compensatório de força dos músculos isquiotibiais. Pese embora possamos estar perante um facto resultante de uma adaptação específica às exigências desta disciplina, este facto pode representar um fator de risco acrescido à ocorrência de lesões nos tecidos moles (Aagaard et al., 2000; Magalhães et al., 2004). Segundo Aagaard et al. (2000) e (Kannus) 1994, valores da $R_{I/Q}$ inferiores a cerca 50-60%, quando avaliados a baixas velocidades, poderão aumentar a suscetibilidade de ocorrência de lesões.

Quando verificamos a %Dif-lat ext, é o grupo de Mx que apresenta o valor médio mais elevado, com $23,48 \pm 22,16\%$, seguido pelo grupo de enduro, que apresenta um valor médio de $11,21 \pm 3,93\%$ e por final, o grupo de *rally*, com valores médios de $7,36 \pm 4,12\%$. Quando realizamos a comparação das médias, verificamos que os grupos apresentam diferenças estatisticamente significativas ($P=0,01$). Estas diferenças foram encontradas entre as disciplinas

de Mx e *rally* ($p=0,01$) e também entre as disciplinas de enduro e de *rally* ($p=0,03$). Já nas disciplinas de Mx e de enduro, as diferenças não são estatisticamente significativas ($p=0,17$).

Quanto ao movimento de flexão, os valores médios para a %Dif-lat é para o grupo de Mx de $6,71 \pm 2,45\%$, para o grupo de enduro é de $7,62 \pm 5,61\%$ e para o grupo de *rally* é de $4,98 \pm 3,38\%$. Neste movimento as diferenças encontradas não são estatisticamente significativas ($P=0,51$)

Os défices bilaterais encontrados entre os MI-D e MI-nD para o movimento de flexão, estão em concordância com os dados normativos, isto é, encontram-se abaixo dos 10-15% e parecem acentuar o padrão bilateral da modalidade de motociclismo. Brown (2000) refere que défices bilaterais superiores aos referidos anteriormente são indicadores de desequilíbrios musculares e poderão estar associados com o elevado risco de lesão (articular, muscular e tendinosa) e alterações no desempenho desportivos. A inexistência de diferenças bilaterais significativas entre os músculos extensores e flexores do joelho, dos MI-D e MI-nD são corroborados pela literatura (Bennet et al., 1998; Magalhães et al., 2004). A exceção é na disciplina de Mx, onde encontramos no movimento de extensão, uma diferença média de 23%. Estas diferenças poderão ser o resultado de lesões graves que todos os pilotos de Mx da nossa amostra já sofreram, em pelo menos um dos membros inferiores (quebra de tibia, perónio e/ou fémur).

6.8 Avaliação do VO_{2max} e VO_{2rel} por disciplina

Na avaliação do VO_{2max} não encontramos diferenças estatisticamente significativas na nossa amostra ($p=0,38$).

Os valores médios encontrados para o VO_{2max} foram de $4,543 \pm 0,372$ l/min para a disciplina de Mx, $4,342 \pm 0,448$ l/min para a disciplina de enduro e de $4,424 \pm 0,654$ l/min para a disciplina de rally. Estes encontram-se bem acima dos valores encontrados na bibliografia. Ascensão et al. (2007), Ascensão et al. (2008) Burr et al. (2007) e Gobbi et al. (2005) encontraram

valores de 3,8 a 4,28 l/min para a disciplina de Mx e para disciplina de enduro e de *rally*, Gobbi et al (2005) encontrou valores de $3,86 \pm 0,45$ l/min e de $3,89 \pm 0,35$ l/min, respetivamente.

Apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas, a disciplina de Mx é a que apresenta o valor de VO_{2max} mais elevado. Isto também aconteceu com Gobbi et al. (2005), mas ao contrário de nós, estes autores encontraram grandes diferenças de valores entre o Mx e as restantes disciplinas.

No VO_{2rel} , as disciplinas apresentam médias com diferenças estatisticamente significativas ($p=0,05$). Com isto, verificamos que as diferenças estatisticamente significativas ($p=0,02$) são entre as disciplinas de Mx ($63 \pm 3,26$ ml/kg/min) e a disciplina de enduro ($57,80 \pm 3,83$ ml/kg/min). Já quando comparamos os valores médios entre a disciplina de Mx e a disciplina de *rally* ($58,62 \pm 7,76$ ml/kg/min) e entre a disciplina de enduro e a disciplina de *rally*, as diferenças já não são significativas ($p=0,20$ e $p=0,18$ respetivamente).

Também para o VO_{2rel} , os valores encontrados por nós são superiores aos da literatura. Os valores médios na literatura para a disciplina de Mx, variam entre 52 - 57ml/kg/min (Ascensão et al., 2007; Ascensão et al., 2008; Burr et al., 2007; Gobbi et al., 2005; Oliveira et al., 2004), para a disciplina de enduro são de $49,5 \pm 7,3$ ml/kg/min (Gobbi et al., 2005) e na disciplina de *rally* são de $49,1 \pm 3,7$ ml/kg/min. (Gobbi et al., 2005).

As diferenças encontradas nós no VO_{2rel} devem-se essencialmente há menor massa corporal dos pilotos da disciplina de Mx. Também Gobbi et al, (2005) encontrou em VO_{2rel} superior nos pilotos desta disciplina, mas neste caso as grandes diferenças devem-se aos valores superiores encontrados encontradas no VO_{2max} .

7 - CONCLUSÕES

O principal propósito deste estudo consistiu em caracterizar o piloto de motociclismo de *off-road* e verificar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre os pilotos das diferentes disciplinas.

Através da análise dos resultados encontrados neste estudo podemos retirar as seguintes conclusões:

No âmbito das características antropométricas e composição corporal:

- O piloto de motociclismo *off-road* apresenta uma estatura média de $173,88 \pm 4,68$ cm, com uma massa corporal de $74,18 \pm 7,15$ kg e com uma %MG de $13,53 \pm 3,04$.
- Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os pilotos das três disciplinas, relativamente às características antropométricas e composição corporal.

No âmbito da força de preensão manual:

- O piloto de motociclismo *off-road* apresenta uma força de preensão manual média para a mão dominante de $47,98 \pm 4,43$ kg, para a mão não-dominante de $46,73 \pm 5,90$ kg e uma %diferença entre a mão dominante e não-dominante média de $9,64 \pm 9,37\%$.
- Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os pilotos das três disciplinas de *off-road* relativamente à força de preensão manual na mão dominante, na mão não-dominante e na %diferença entre a mão dominante e não-dominante.

No âmbito da força isocinética dos membros inferiores:

- O piloto de motociclismo *off-road* apresenta uma força isocinética média no movimento de extensão de $220,34 \pm 33,07\text{Nm}$ para o membro inferior dominante e de $213,06 \pm 31,85\text{Nm}$ para o membro inferior não-dominante, com uma diferença bilateral de $13,41 \pm 13,3\%$.
- O piloto de motociclismo *off-road* apresenta uma força isocinética média no movimento de flexão de $109,54 \pm 17,67\text{Nm}$ para o membro inferior dominante e de $105,11 \pm 15,27\text{Nm}$ para o não-dominante, com uma %diferença de $6,52 \pm 4,24$.
- O piloto de motociclismo *off-road* apresenta um rácio isquiotibiais/quadríceps de $50,29 \pm 9,30\%$ para o membro inferior dominante e de $50,32 \pm 7,31\%$ para o membro inferior não-dominante.
- Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os pilotos das três disciplinas de *off-road* relativamente à força isocinética no movimento de extensão nos membros inferiores.
- Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os pilotos das três disciplinas de *off-road* relativamente à força isocinética no movimento de flexão nos membros inferiores.
- Os pilotos da disciplina de Mx no membro inferior dominante apresentam um rácio isquiotibiais/quadríceps superior aos pilotos de enduro e de *rally* com estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$). Os pilotos da disciplina de enduro e de *rally* não apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).
- Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os pilotos das três disciplinas de *off-road* relativamente ao rácio isquiotibiais/quadríceps no membro inferior não dominante.

- Na diferença bilateral do movimento de extensão, os pilotos da disciplina de *rally* apresentam valores inferiores aos pilotos de Mx e de enduro com diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$). Os pilotos da disciplina de Mx e enduro não apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

- Na diferença bilateral do movimento de flexão não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os pilotos das três disciplinas de *off-road*.

No âmbito do VO_{2max} e VO_{2rel}

- O piloto de motociclismo *off-road* apresenta um VO_{2max} média de $4,425 \pm 0,490$ l/min.

- O piloto de motociclismo *off-road* apresenta um VO_{2rel} média de $59,52 \pm 5,55$ ml/kg/min.

- Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os pilotos das três disciplinas de *off-road* relativamente ao VO_{2max} .

- No VO_{2rel} , os pilotos da disciplina de Mx apresentam valores superiores aos pilotos de enduro com diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os pilotos das disciplinas de Mx e *rally* e entre os pilotos das disciplinas de enduro e *rally*.

8 - LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES

Neste capítulo salientamos algumas limitações do nosso estudo, bem como algumas sugestões para futuras investigações.

Para obter o maior número possível de pilotos para a amostra, o critério mínimo que se utilizou para que participarem no nosso estudo foi estarem a participar num dos campeonatos nacionais das disciplinas de *off-road*. Acreditamos que o amadorismo de alguns sujeitos da amostra possa ter influenciado os resultados.

Propomos que em estudos similares realizados no futuro sejam utilizados apenas pilotos profissionais ou que estejam integrados numa equipa profissional.

9 -BIBLIOGRAFIA

Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson SP, Bojsen- Møller F, Dyhre-Poulsen P (2000). Antagonist muscle coactivation during knee extension. *Scand J Med Sci Sports* 10: 58-67

Allen, W. Seals, D. Hurley, B. Ehsani, A. Hagberg, J. (1985). Lactate threshold and distance running performance in young and older endurance athletes. *J Appl Physiol* 58 (4): 1281 – 1284

Ascensão, A. Ferreira, R. Marques, F. Oliveira, E. Azevedo, V. Soares, J. Magalhães, J. (2007). Effect of off-road competitive Mx race on plasma oxidative stress and damage markers. *Br. J. Sports Med.* 41: 101-105.

Ascensão, A. Ferreira, R. Marques, F. Oliveira, E. Azevedo, V. Soares, J. Magalhães, J. (2008). Physiological, biochemical and functional changes induced by simulated 30 min off-road competitive Mx heat. *J. Sport. Med. Phys. Fitness.* 48: 311-9

Astrand, P. E Rodahl, K (1986). *Textbook of work Physiology.*_New York, McGraw-Hill.

Azevedo, V. (2005). *Caracterização da intensidade de exercício na modalidade do Mx.* Tese de monografia. Faculdade de ciências do desporto e de educação física da universidade do porto.

Bangsbo, J. (2000). Muscle oxygen uptake in human at onset and during intense exercise. *Acta Physiol. Scand.*, 168: 457-464.

Baron R.; (2000). Aerobic and anaerobic power characteristics of off-road cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1387-1393.

Basset, D. Howley, E. (2000). Limiting factors for maximal oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1: 70-84

Bennell, K. Wajswelner, H. Lew, P. Schall-Riauour, A. Leslie, S. Plant, D. Cirone, J. (1998). Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med*, 32: 309-314

Billat, V. (1998). Can physiology help in training to improve sport *performance*? Significance of the velocity at VO₂max and the time to exhaustion at this velocity. *Med. Sports*. 51: 247-250.

Brooks, G. Fahey, T. White, T. (1996). *Exercise Physiology – Human bioenergetic and its applications*. Mayfield Publishing Company, Mountain View – Califórnia.

Brown, L. (2000). *Isokinetics in Human Performance*, Champaign, IL: Human Kinetics.

Brown, L. Wier, J. (2001). ASEP procedures recommendation: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology online*. 4(3):1-21.

Burr, J. Jamnik, V. Shaw, J. Gledhill, N. (2007). Physiological demands of Off-Road vehicle riding. *Med. Sci. Sport. Exer.* 1345-1354.

Calmels P, Minaire, P (1995). A Review of the role of the agonist/antagonist muscle pairs ratio in rehabilitation. *Disability and Rehabilitation* 17 (6): 265-276

Carreira, H. Amaral, T. Brás-Silva, C. Oliveira, B. Borges, N. (2010). Força da Preensão da mão numa amostra de crianças dos 11 aos 14 anos. *Ata Med Port* 23: 811-818

Carvalho, P. Cabri, J. (2007). Avaliação Isocinética da Força dos Músculos da Coxa em Futebolistas. *Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto*. Vol. 1 Nº 2

Costa MM, Russo AK, Pićarro IC, Barros Neto TL, Silva AC, Tarasantchi J. (1989) Oxygen consumption and ventilation during constant-load exercise in runners and cyclists. *J Sports Med Phys Fitness*. Mar;29(1):36-44.

Duncan, G. Howley, T. Jonhson, B. (1997). Application of VO_{2max} Criteria: discontinuous versus continuous protocols. *Med. Sci. Sports and Exerc.* 29: 273-278.

Dvir, Z. (2004). *Isokinetics: Muscle Testing, interpretation and Clinical Applications*. 2nd Edition. Churchill Livingstone.

Ekblom, B. Wilson, G. Astrand, P. (1976). Central circulation during heavy rhythmic exercise. *Acta Physiol. Scand.*, 80: 61 – 72

Ekblom, B. Wilson, G. Astrand, P. (1976). Central circulation during heavy rhythmic exercise. *Acta Physiol. Scand.*, 80: 61 – 72

Federação Portuguesa de Motociclismo (produtor) (2011). *Regulamento dos campeonatos nacionais de Mx juvenil, Mx e supercross*. Portugal: Federação Portuguesa de Motociclismo

Federação Portuguesa de Motociclismo (produtor) (2011). *Regulamento geral de enduro 2011*. Portugal: Federação Portuguesa de Motociclismo.

Federação Portuguesa de Motociclismo (produtor) (2011). *Regulamento nacional de todo-o-terreno*. Portugal: Federação Portuguesa de Motociclismo

Fox, E. Bowers, R. Foss, M. (1991). *Bases Fisiológicas de Educação Física e dos Desportos*. Guanabara Hoogan S. ^a, Rio de Janeiro.

Freitas, N. (2007). *Antropometria em Escalada*. Dissertação de mestrado. FCDEF.

Garrett, W. Kirkendall, D. (2000). *Exercise and Sports Science*. Lippincott Williams & Wilkins.

Giles, L. Rhodes, E. Taunton, J. (2006). The Physiology of Rock Climbing. *Sports Med*, 36 (6) 529-545.

Gobbi, A. Francisco, R. Tuy, B. Kvitne, R. (2005). Physiological characteristics of top level off-road motorcyclists. *Br J Sports Med* 39: 927-931

Gobbo, A. Papst, R. Carvalho. F. Souza, C. Cuattrin, S. Cyrino, E. (2002). Perfil antropométrico da seleção brasileira de canoagem. *Revista Brasileira de Ciência e movimento*, 10 (1): 07-12.

Golding, L. Myers, C. Sinning, W. (1989). *Y's way to Physical Fitness: The Complete Guide to Fitness Testing and Instruction*. Champaign: Human Kinetics, pp:67-89.

Gonçalves, J. (2000). *Lesões no Futebol – os desequilíbrios Musculares no aparecimento de lesões*. Dissertação de Mestrado em Treino de Alto Rendimento. FCDEF-UP

Hager-Ross, C. Rosblad, B. (2002). Norms for grip strength in children aged 4-16 years. *Acta Paediatric*, 91(6):617-25

Howley, E. Basset, D. Welch, H. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27: 1292 – 1301

Impellizzeri, M. Marcora, S. (2007). The physiology of Mountain Biking. *Sports Med.* 37 (1): 59-71.

Impellizzeri, M. Marcora, S. Rampinini, E. Mognoni, P. Sassi, A. (2005). Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists. *Br J Sports Med*, 39: 747-751.

Inoue, A. Filho, A. Mello, F. Santos, T. (2011). Relationship between anaerobic cycling tests and mountain bike cross-country performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*.

Kannus, P. (1994). Isokinetic Evaluation of Muscular Performance: Implications for Muscle Testing and Rehabilitation. *Int. J. Sports Med.* 15: 11-18.

Konttinen, T. Kirolainen, H. Hakkinen K. (2008). Cardiorespiratory and neuromuscular responses to Mx race. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 21(1), 202-209

Lee, H. Martin, D. Anson, J. Grundy, D. Hahn, A. (2002). Physiological characteristics of successful mountain bikers and professional road cyclists. *Journal of Sports Science*: 20 (12), 1001 – 1008.

Magalhães, J. Oliveira, J. Ascensão, A. Soares, J. (2001). Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. *Revista Portuguesa de Ciências do desporto*, vol 1, nº 2: 13-21.

Magalhães, J. Oliveira, J. Ascensão, A. Soares, J. (2004) Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 44(2): 119-125.

Malinda, R. Bouchard, C. Bar-Or, O. (2004). *Growth, Maturation and Physical Activity*. 2nd edition. Champaign; Human Kinetics.

Marina, M. Porta, J. Vallejo, L. Angulo, R. (2011). Monitoring hand flexor fatigue in a 24-h motorcycle endurance race. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21 255-261

Marino FE, Mbambo Z, Kortekaas E, Wilson G, Lambert MI, Noakes TD. (2000) Advantages of smaller body mass during distance running in warm, humid environments. *Physical Archives*;441(2-3):359-67.

McArdle, W. Katch, F. Pechar, G. (1973). Comparison of Continuous and discontinuous treadmill and bicycle tests for VO_{2max} . *Med.Sci.Sports Exerc.*, 5: 156-160.

Mognoni, P. Narici MV, Sirtori MD, Lorenzelli F (1994). Isokinetic torques and kicking maximal ball velocity in young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 34: 357-361

Oliveira, R. Confessor, Y. Tebexreni, A. Barros, N. (2004). *Estudo do comportamento da frequência cardíaca em pilotos de Mx*. Centro de medicina da atividade física e do esporte, UNIFESP

Reilly, T. (1996) *Science and Soccer*. London: E & FN spon.

Reilly, T. Bangsbo, J. Hughes, M. (1997) *Science and Football II: Proceedings of the 3th World Congress of Science and Football – 1995*. London: E & FN spon.

Rodrigues dos Santos, J. (1995) *Estudo comparativo fisiológico antropométrico e motor entre futebolistas de diferente nível competitivo e volecistas, meio-*

fundistas e fundistas de atletismo. Porto, JAR Santos, Tese de Doutoramento apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Rodrigues dos Santos, J. (2005). Estudo comparativo, fisiológico, antropométrico e motor entre meio-fundistas e fundistas portugueses de atletismo. *Revista Portuguesa de Medicina Desportiva*, 23: 67-78

Rodrigues dos Santos JA, Silva DJL, Colaço PJ (2010) Avaliação da ingestão nutricional de um maratonista de elite do atletismo português. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 9(3):184-192

Santos, J. (2002). Estudo comparativo, fisiológico antropométrico e motor entre meio fundistas e fundistas portugueses. In P. Santos, J. Santos (eds) *Investigação Aplicada em Atletismo*, pp. 79 – 97. FCDEF - UP

Santos, P. (sem data). *Bioenergética* – Aparentamentos da disciplina de fisiologia geral da FADEUP

Shephard, R. (1987). Science and medicine of canoeing and kayak. *Sports Med.* 4: 24-42.

Shields, R. Leo, K. Messaros, A. Somers, V. (1999). Effects of repetitive handgrip training on endurance, specificity and cross-education. *Physical Therapy*, 79 (5) 467-475.

Silva, D. (1997). *Aptidão física, alimentação e Composição corporal. Estudo comparativo entre alunos treinados e não treinados, adolescentes do sexo masculino de duas escolas do conselho de Barcelos*. Dissertação apresentada para a obtenção de grau de mestre em Ciências do Desporto. FCDEF/UP.

Sloan, S. De Wier, J. (1970). Normograms for prediction of a body density and total body fat from skinfolds measurement. *J. Appl. Physiol* 28: 221-230

Swain, P. (1994). The influence of body mass in endurance bicycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26:58-63.

Tesch, P. (1983) Physiological characteristics of elite kayak paddlers. *Can J Appl Sports Sci*, 8:87-91

Thoden, J. (1991). *Testing aerobic power*. In J. Duncan Mc Dougall, A.; Howard, Wender, Howard, J. Green. (eds). Physiologic testing of high Performance Athlets. Human Kinetics, Champaign Illonois.

Walters NJ, Ison J, Michaels D, Syed S. Body composition and marathon running performance. *Second IOC World Congress on Sport Sciences, Biological Sciences. Barcelona: COOB'92; 1991. p. 243-4.*

Watts, P. Newbury, V. Sulentic, J. (1996). Acute changes in Handgrip strength, endurance and blood lactate with sustained sport rock climbing. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 36 (4) 255-260

Wilber, R. Zawadzki, K. Kearney, J. Shannon, M. Disalvo, D. (1997). Physiological profiles of elite off-road and road cyclists. *Med. Sci Sport Exerc.* 29(8): 1090-1094

Wilmore, J. Costill, D. (1994). *Physiology of sports and exercise*, Human Kinetics, Champaign Illionois.

Wirnitzer, K. Kornexl, E. (2008). Exercise intensity during an 8-day mountain bike marathon race. *Eur J. Aplly Physiol* 104:999-1005