

# **Comparação de Respostas de Carga Interna e Externa de Pilotos de Motocross de Diferentes Classes e Considerando Circuitos de Tipologia Distinta**

**VERSÃO FINAL APÓS DEFESA**

**Joana Filipa Santos Rodrigues**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Ciências do Desporto – Treino Desportivo**  
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Ricardo Manuel Pires Ferraz  
Co-orientador: Prof. Doutor Luís Filipe Cardoso Branquinho

**julho de 2023**



## **Declaração de Integridade**

Eu, Joana Filipa Santos Rodrigues, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M11371 do 2º Ciclo em Ciências do Desporto da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referência de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 24 /07 /2023

*Joana Filipa Santos Rodrigues*

(assinatura conforme Cartão de Cidadão ou preferencialmente  
assinatura digital no documento original se naquele mesmo formato)



# **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus pais e à minha irmã por sempre me apoiarem e incentivarem em todas as decisões que tomei. Muito do que sou hoje é graças a eles por todos os ensinamentos que me deram ao longo da vida.



# Agradecimentos

A realização deste trabalho constitui uma etapa relevante na minha vida pessoal, sendo apenas possível de concretizar com o valioso contributo de diversas pessoas, às quais quero expressar os meus sinceros e profundos agradecimentos.

Aos meus pais e à minha irmã, por todo o apoio incondicional, carinho e força que me proporcionaram em todos os momentos da minha vida e pelo acompanhamento que sempre me facultaram neste gosto pelas motas.

Ao meu afilhado, pela boa disposição e alegria contagiante que me transmitiu ao longo deste percurso.

Aos Prof. Doutor Ricardo Ferraz e Prof. Doutor Luís Branquinho por me terem orientado neste percurso, pela disponibilidade demonstrada, pela competência e por todo o apoio prestado.

A todos os pilotos que participaram na realização deste trabalho, em especial o Tomás, pela ajuda e disponibilidade demonstrada.

A todos que de alguma forma estiveram presentes e deram a sua contribuição para a realização deste mestrado e deste trabalho, um sincero **Muito Obrigado**.



## Resumo

O motocross é uma modalidade dos desportos motorizados *off-road*, disputada em terrenos de chão duro ou areia, com diversos obstáculos ao longo da pista. O presente trabalho teve como objetivo comparar as respostas de carga interna e carga externa de pilotos de motocross de diferentes classes e em circuitos de tipologia distinta. A amostra foi constituída por dez pilotos ( $28,10 \pm 7,53$  anos;  $74,60 \pm 9,70$  kg;  $176,50 \pm 7,18$  cm;  $23,88 \pm 2,18$  IMC) das classes Mx Elite e Mx *Hobby*, participantes no Regional Pentacontrol Mx. Os pilotos foram avaliados durante os treinos cronometrados em dois circuitos distintos, com distâncias de 1600 metros e com motas 250cc e 450cc a dois e quatro tempos. Foram analisados indicadores de carga interna (frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço e lactato) e carga externa (velocidade, acelerações, desacelerações e impactos). Os resultados revelaram uma tendência para respostas mais elevadas de carga interna na classe Mx Hobby comparativamente à classe Mx Elite. Relativamente às respostas de carga externa a classe Mx Hobby apresentou valores mais elevados de velocidade máxima e média, enquanto a classe Mx Elite registou valores mais altos de acelerações e desacelerações. Na comparação efetuada entre circuitos, uma tendência para valores mais elevados de carga interna para ambas as classes foi identificada no circuito 1, com exceção da frequência cardíaca na classe Mx Hobby onde valores mais elevados foram encontrados no circuito 2. Relativamente à carga externa o circuito 2 pareceu induzir respostas mais elevadas em todas as variáveis analisadas com exceção dos impactos, em ambas as classes.

## Palavras-chave

Motocross;performance;carga externa;carga interna;circuito.



# **Abstract**

Motocross is a form of off-road motor sports, played on terrain hard land or sand, with various obstacles along the track. The present paper investigated differences in responses of internal load and external load in different classes and in circuits of different tipology. The sample consisted of ten pilots ( $28.10 \pm 7.53$  years;  $74.60 \pm 9.70$  kg;  $176.50 \pm 7.18$  cm;  $23.88 \pm 2.18$  IMC) from Mx Elite and Mx Hobby classes, participants in the Regional Pentacontrol Mx. The participants were evaluated during timed training on two different circuits, with distances of 1600 meters and with 250cc and 450cc two-stroke and four-stroke motorcycles. We analyzed indicators of internal load (heart rate, subjective perception of effort and lactate) and external load (speed, accelerations, decelerations and impacts). The results reveal a tendency for higher internal load responses in the Mx Hobby class compared to the Mx Elite class. Regarding the external load responses, the Mx Hobby class presents higher values for maximum and average speed, while the Mx Elite class registers higher values for accelerations and decelerations. In the comparison made between circuits, a trend towards higher values of internal load for both classes was identified on circuit 1, with the exception of heart rate in the Mx Hobby class where higher values were found on circuit 2. Regarding the external load, circuit 2 seems to induce higher responses in all the variables analyzed with the exception of impacts in both classes.

# **Keywords**

Motocross; performance; external load; internal load; different circuits.



# Índice

Dedicatória	v
Agradecimentos	vii
Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xvii
Lista de Acrónimos	xix
Introdução	1
Metodologia	4
Amostra	4
Caracterização dos Circuitos e Motas	4
Procedimentos	5
Dados antropométricos	6
Indicadores de carga interna	6
Lactato	6
Frequência Cardíaca	6
Percepção subjetiva do esforço	6
Indicadores de Carga Externa	7
Procedimentos estatísticos	7
Resultados	8
Discussão	10
Conclusão	13
Referências	13



# **Lista de Figuras**

Figura 1 – Representação gráfica do Circuito 1

Figura 2 – Representação gráfica do Circuito 2

Figura 3 – Escala de Borg (Borg, 1982)



# **Lista de Tabelas**

Tabela 1 – Características dos circuitos

Tabela 2 – Caracterização da amostra por classes

Tabela 3 – Diferenças médias entre o circuito 1 e o circuito 2 na classe Mx Elite

Tabela 4 – Diferenças médias entre o circuito 1 e circuito 2 na classe Mx Hobby

Tabela 5 – Diferenças médias entre as Classes Mx Elite e Mx Hobby no circuito 1

Tabela 6 – Diferenças médias entre as Classes Mx Elite e Mx Hobby no circuito 2



## Lista de Acrónimos

AR	<i>After Race</i>
Bpm	Batimentos por minuto
BR	<i>Before Race</i>
Cc	Cilindrada
Cm	Centímetros
FC	Frequência Cardíaca
FIM	<i>Fédération Internationale de Motocyclisme</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
Kg	Quilogramas
LA	Lactato
M	Metros
Máx	Máxima
Méd	Média
Mmol/L	Milimoles por litro
Mx	Motocross
PSE	Percepção Subjetiva do Esforço



# Introdução

O motociclismo é um desporto que abrange várias modalidades como o motocross, enduro, todo-o-terreno, supercross, velocidade, entre outras (Ascensão et al., 2008). Estas modalidades são disputadas em pistas de alcatrão, em trilhos naturais *off road* ou em pistas de terra com diversos tipos de saltos (Ascensão et al., 2008). O motocross é designado também como *Mx*, surgiu na Inglaterra na década de 1920 e começou a ser praticado com bicicletas a motor (Grange et al., 2009). Os circuitos têm uma distância de aproximadamente 4 quilómetros com diversas complexidades, nomeadamente componentes rochosas, colinas, trajetos pelos rios, entre outras (Woods, 2008). Embora as origens desta modalidade sejam britânicas, a palavra motocross foi utilizada pela primeira vez na Bélgica e na Holanda (Woods, 2008). O motocross começou a ficar popular nos países referidos anteriormente devido à sua ótima adaptação para a configuração geográfica (Woods, 2008). Este tipo de corridas em pistas com um grau de dificuldade superior a outras modalidades motorizadas começou a enaltecer o sentido de funcionamento e aproveitamento por parte dos desportistas britânicos. Do mesmo modo, na Bélgica, desencadeou-se a exploração de caminhos sinuosos por parte dos entusiastas de motas, com o objetivo de tirar proveito do seu território e porem à prova as suas habilidades no motocross. Em 1947 procedeu-se à primeira prova internacional na Holanda, organizada pela Federação Internacional de Motociclistas, intitulada como Motocross das Nações e também conhecida como a Copa do Mundo (Levinson & Christensen, 1999). Atualmente, esta prova ainda se concretiza anualmente e é uma competição de seleções. Cada país participante é representado pelos três melhores pilotos que procuram alcançar as melhores classificações, enfrentando os pilotos rivais de outras nacionalidades. Após isto, o motocross começou a ser praticado em diversos países espalhados pelo mundo (Fédération Internationale de Motocyclisme [FIM], 2023).

De acordo com a FIM (2023), em 1957 realizou-se o primeiro campeonato individual de motocross para motas com 500 de cilindrada e em 1962 para motas com 250 de cilindrada. Já em Portugal, o primeiro campeonato nacional a ser disputado foi no ano de 1969. Posteriormente, a modalidade começou também a ser praticada pelo género feminino, inclusive foi criada uma comissão de mulheres no motociclismo na FIM em 2006, com o objetivo de expandir o número de mulheres praticantes e envolvidas no mundo das motas, concedendo-lhes melhores oportunidades e possibilidades (Fédération Internationale de Motocyclisme [FIM], 2023).

O motocross caracteriza-se como uma modalidade competitiva dos desportos motorizados *off-road* que é disputada em terrenos de chão duro ou areia, com predominância em saltos, inclinações íngremes, curvas fechadas e lama (Konttinen et al., 2007). Não obstante à classe em que os pilotos se inserem, todos objetivam a melhoria da preparação física, uma vez que é considerada imprescindível para o alcance de resultados significativos (Ascensão et al., 2008). Os pilotos requerem o controlo da mota em termos de velocidade, reagindo imediatamente aos

movimentos súbitos que a mesma possa ter (Ascensão et al., 2008). Deste modo, é necessário possuir habilidade, força muscular e resistência (Ascensão et al., 2008). Da mesma forma, o tipo e a duração das provas e dos treinos, aliados ao tipo de equipamentos e proteções utilizadas pelos pilotos aumentam as exigências fisiológicas e o nível de stress psicológico dos mesmos nesta modalidade (Ascensão et al., 2008). De acordo com Tomida (2004), os pilotos correm de forma mais ofensiva durante as provas com cronometragem, de forma a obterem melhores posições de partida, o que juntamente com o facto de o equipamento e as proteções utilizadas elevarem a temperatura corporal, resulta no aumento da frequência cardíaca (FC). Para além disso, numa corrida de motocross é comum a ocorrência de contrações isométricas repetitivas essencialmente dos músculos dos membros superiores, uma vez que para a manipulação da embraiagem é utilizada sempre a mão esquerda e para o uso do acelerador e do travão dianteiro é utilizada a mão direita (Gobby et al., 2005). Também Ascensão et al. (2008) reportam que os músculos mais requisitados são dos membros superiores e membros inferiores em conjunto com o trabalho de equilíbrio e cardiovascular. Tanto nos pilotos amadores como nos profissionais, existe uma elevada exigência dos membros referidos anteriormente, mas em alguns casos provocados pela técnica de alguns pilotos que podem modificar o percentual da utilização dos membros (Ascensão et al., 2008; Konttinen et al., 2009). Isto leva também ao aumento da FC, da pressão arterial e do nível de lactato no sangue (Simões et al., 2016). No motocross, a FC é, de um modo geral, superior a 80% e permanece em níveis elevados durante a corrida (Gobby et al., 2005). De acordo com Corcoba-Magaña et al. (2017), a variabilidade da FC também pode ser um indicador de stress no motociclismo. Isto permite compreender a carga do piloto e a sua resposta autónoma à complexidade e variação, tanto do ambiente da corrida como das condições da pista, a posição da mota, ultrapassagens, acelerações ou travagens (Corcoba-Magaña et al., 2017).

Durante uma prova de motocross, existe inevitavelmente um incremento gradual da fadiga por via do stress imposto pela corrida, o que resulta em um aumento da concentração de lactato (Gobby et al., 2005). Cadwell et al. (1983), recomendam treinos direcionados para o desenvolvimento da capacidade aeróbia bem como alguns exercícios específicos para os gestos técnicos que a modalidade exige. Konttinen et al. (2009) relataram que as exigências fisiológicas durante uma corrida de motocross é semelhante a praticantes de Sky Country por ser uma prova de resistência que exige um nível elevado do metabolismo aeróbio. Nesta modalidade, as contrações isométricas realizadas por diversos grupos musculares em conjunto com os saltos e as ações de aterragem leva à origem da fadiga, provocando assim uma diminuição da força muscular exigida, principalmente nos antebraços dos pilotos, para a aceleração do motor da mota durante a prova (Gobby et al., 2005). Consequentemente, este efeito pode restringir o desempenho competitivo no motocross tal como em outros desportos motorizados. Adicionalmente importa também referir, que o aumento dos níveis de fadiga potencia os riscos de acidentes e lesões (Simões et al., 2016). A concentração de lactato sanguíneo aumenta consideravelmente entre os 10 e 20 minutos depois da corrida (Ascensão et al., 2008). De acordo com Burr et al. (2009), os níveis elevados de lactato comprovam que se realiza

predominantemente exercício aeróbico ao correr com veículos de natureza *off-road*. Outro fator que pode influenciar de forma negativa o desempenho dos pilotos é a desidratação, ou seja, ao longo da corrida é gerado calor através do corpo e o mesmo precisa de ser dissipado para a manutenção da temperatura corporal (Powers & Howley, 2014). Por conseguinte, a dissipação do calor pode originar a desidratação e comprometer o desempenho dos pilotos (Powers & Howley, 2014). O desempenho nesta modalidade depende consideravelmente da aptidão do piloto para conseguir repartir de maneira oportuna a sua massa corporal em função das características e condições do circuito (D'Artibale et al., 2007). Deste modo, é possível afirmar que o esforço físico e fisiológico ao longo das corridas de motocross é considerável, uma vez que apresentam componentes musculares, cardiovasculares, metabólicas e hormonais que se devem ter em consideração (Konttinen et al., 2007).

Tendo por base a informação desenvolvida em diversos desportos, as variáveis de carga externa têm sido observadas através das exigências competitivas (Coutts et al., 2017). De acordo com Coutts (2016), a carga externa pode ser classificada em três categorias, nomeadamente a mecânica que avalia a necessidade muscular durante o exercício, a cinemática que determina os deslocamentos durante o exercício e a metabólica que avalia de forma indireta a energia gasta durante o exercício. Com estes dados é possível analisar algumas variáveis de carga externa, mais concretamente a mecânica (aceleração, desaceleração e impactos) em intensidades distintas e cinemática (velocidade máxima e velocidade média) (García et al., 2018).

Durante uma corrida de motocross, o impacto físico e fisiológico é elevado, principalmente devido à tipologia dos circuitos. Não obstante a importância, trata-se de um tópico que continua a necessitar de ser estudado. A literatura continua a ser escassa, especialmente no que diz respeito a estudos que procurem clarificar as respostas físicas e/ou fisiológicas dos pilotos de motocross de acordo com as diferentes categorias/classes de pilotos considerando, também, diferentes tipologias de circuito. Neste sentido, o presente trabalho teve como principal objetivo comparar as respostas de carga interna e carga externa de pilotos de motocross de diferentes classes e considerando circuitos de tipologia distinta. Colocamos como hipótese que diferentes classes de pilotos e diferentes tipologias de circuito levam a respostas significativamente diferentes da carga de treino.

# Metodologia

## Amostra

A amostra foi composta por 10 pilotos de motocross ( $28,10 \pm 7,53$  anos;  $74,60 \pm 9,70$  kg;  $176,50 \pm 7,18$  cm;  $23,88 \pm 2,18$  IMC), do género masculino, distribuídos pelas classes Mx Elite ( $31,5 \pm 8,96$  anos;  $73,50 \pm 3,70$  kg;  $177,50 \pm 5,26$  cm;  $23,35 \pm 1,21$  IMC) e Mx *Hobby* ( $25,83 \pm 6,21$  anos;  $75,33 \pm 12,63$  kg;  $175,83 \pm 8,66$  cm;  $24,23 \pm 2,70$  IMC), participantes no Regional Pentacontrol Mx. Todos os pilotos participaram no estudo de forma voluntária. Foram excluídos do estudo os pilotos que testaram positivo para a Covid-19 e todos aqueles que não realizaram as duas provas analisadas. Todos os participantes foram informados sobre a génese e requisitos do estudo, tendo respondido a um questionário sobre o historial de saúde onde foram referidos os riscos associados, e a possibilidade de abandonarem a investigação mesmo depois de esta ter iniciado. Todos os procedimentos foram realizados de acordo com as diretrizes da Declaração de Helsínquia para as investigações em seres humanos.

## Caracterização dos Circuitos e Motas

As configurações e dimensões dos circuitos são um fator que pode influenciar o desempenho dos pilotos durante a corrida, sendo que existem variações entre o circuito 1 e o circuito 2, nomeadamente o número e o tipo de saltos, número de curvas e distância.

**Tabela 1 - Características dos circuitos.**

Tipologia	Circuito 1	Circuito 2	
	Complexo Motorizado		
Nome	Agostinho Cardoso "Makito"	Pista do Cabeço	
Terreno	Chão duro	Chão duro e areia	
Distância	1600 metros	1600 metros	
Nº de Curvas	14	12	
Nº e Tipo de Saltos	<i>Rollers</i>	6	15
	<i>Step off</i>	0	3
	Duplo	1	3
	Mesa	5	0
	<i>Whoops</i>	1 (formado por 5 ondas)	0



**Figura 1 - Representação gráfica do Circuito 1.**



**Figura 2 - Representação gráfica do Circuito 2.**

No que diz respeito às motas foram usados motores de 250cc e 450cc de acordo com a preferência de cada piloto em ambas as classes e em conformidade com os regulamentos de prova.

## **Procedimentos**

Os pilotos participaram em duas provas de motocross em condições ambientais naturais. Antes do início dos treinos cronometrados, todos os pilotos foram lembrados dos procedimentos e nesse momento recolheram-se os dados antropométricos. Previamente ao início dos treinos cronometrados realizou-se a recolha da concentração de lactato sanguíneo e verificou-se se o sistema tecnológico de *tracking* como os respetivos frequencímetros estavam bem colocados para iniciar a recolha dos indicadores de carga interna (FC) e carga externa pertencentes à

categoria mecânica como as acelerações, desacelerações e impactos e categoria cinemática como a velocidade máxima e velocidade média. Após o término da corrida recolheu-se novamente a concentração de lactato sanguíneo e mediu-se a percepção subjetiva do esforço de acordo com a Escala de Borg. Estes indicadores caracterizam-se como determinantes para avaliar a performance no motocross.

## Dados antropométricos

Para a medição dos dados antropométricos, os pilotos foram pesados numa balança digital (TRISTAR) e medidos utilizando uma fita métrica. Depois desse momento e reunindo a idade dos mesmos foi calculado o Índice de Massa Corporal de cada individuo através da fórmula  $\text{Peso (kg)}/\text{altura}^2 \text{ (m)}$  (Lepe et al., 2023).

**Tabela 2 – Caracterização da amostra por classes.**

Classe	Idade	Massa (kg)	Altura (cm)	IMC
Mx Elite	31,5 ± 8,96	73,5 ± 3,70	177,5 ± 5,26	23,35 ± 1,21
Mx Hobby	25,83 ± 6,21	75,33 ± 12,63	175,83 ± 8,66	24,23 ± 2,70

Legenda 1: Kg – Quilogramas; cm – centímetros; IMC – Índice de Massa Corporal.

## Indicadores de carga interna

### Lactato

A concentração de lactato sanguíneo (mmol/L) foi medida usando um medidor portátil de lactato *Lactate Pro 2* (AKRAY Europe B. V. Prof J.H Bavincklaan 5 1183 AT, Amstelveen, the Netherlands). A primeira gota de sangue foi descartada de modo a evitar a contaminação com suor e, logo depois, uma amostra de sangue foi recolhida através da ponta dos dedos e inserida no dispositivo, antes e após os treinos cronometrados. O medidor *Lactate Pro 2* tem uma faixa de medição entre 0,5-25,0 mmol/L (Raa et al., 2020).

### Frequência Cardíaca

Registaram-se a FC média (bpm) e FC máxima através de um GARMIN HRM-PRO (Garmin Ltd) colocado numa fita peitoral, localizada abaixo do peito e em contacto direto com o corpo. Estes dados foram exportados através do *software* WIMU SPRO (Realtrack Systems SL, Almeria, Espanha).

### Percepção subjetiva do esforço

A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi medida no final da corrida utilizando a Escala de Borg com classificações compreendidas entre 0-10, onde 0 corresponde a sem esforço e 10 máximo esforço (Borg, 1982).

---

0	Repouso
1	Demasiado leve
2	Muito leve
3	Muito leve-leve
4	Leve
5	Leve-Moderado
6	Moderado
7	Moderado-Intenso
8	Intenso
9	Muito intenso
10	Exaustivo

---

**Figura 3 - Escala de Borg (Borg, 1982).**

### **Indicadores de Carga Externa**

A atividade dos pilotos foi medida através de um sistema tecnológico de *tracking* com *ultra-wide-band* da WIMU PRO™ (Realtrack Systems, Almeria, Espanha) sob o equipamento.

Os dados do início até ao fim da corrida, foram analisados através do *software* SPRO (Realtrack Systems SL, Almeria, Espanha). Destes dados, foram extraídas variáveis com base em duas categorias de carga externa, mais especificamente a cinemática (velocidade máxima e média) e a mecânica (acelerações, desacelerações e impactos).

### **Procedimentos estatísticos**

Inicialmente foram elaboradas as estatísticas descritivas das variáveis em estudo, posteriormente verificou-se a normalidade da amostra por meio do teste de Shapiro-Wilk ( $n \leq 30$ ). Foi calculada a média e desvio padrão cada uma das variáveis analisadas em cada um dos circuitos. A significância estatística foi aferida através de Testes T para amostras pareadas e independentes (i.e., intra e inter amostra), o teste equivalente de Wilcoxon foi aplicado para as variáveis que não seguiam o pressuposto de normalidade. As diferenças percentuais entre os circuitos analisados foram calculadas através de uma equação (Branquinho et al., 2020). Os tamanhos de efeito foram calculados com base no *Cohen's d* e classificados como 0,2 - trivial; 0,6 - *small*; 1,2 - *large*; e  $>2,0$  - *very large* (Hopkins et al., 2009). As análises estatísticas foram realizadas com IC 95%;  $p < 0,05$ . Todos os procedimentos foram realizados com SPSS versão 24.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, EUA).

# Resultados

**Tabela 3 - Diferenças médias entre o circuito 1 e o circuito 2 na classe Mx Elite.**

	Classe		T-test			Cohen's d
	Mx Elite		$\Delta$ (%)	<i>p</i>	<i>d</i>	
	Circuito 1 (T)	Circuito 2 (V)				
Acelerações	104.71 ± 40.55	148.82 ± 35.99	42.12	0.136	1.15	Large
Desacelerações	101.73 ± 39.53	148.33 ± 34.96	45.80	0.088	1.24	Large
Velocidade Max	31.17 ± 2.32	34.77 ± 6.63	11.54	0.336	0.72	Small
Velocidade Med	13.16 ± 2.58	16.56 ± 3.44	25.83	0.114	1.11	Large
Impactos	6558.25 ± 1398.10	1398.0 ± 66.69	-78.68	0.001**	5.21	Very large
FC Max	189.50 ± 2.64	171.16 ± 31.41	-9.70	0.287	0.82	Small
FC Med	167.25 ± 7.41	144.83 ± 40.84	-13.39	0.318	0.76	Small
[LA] - (BR)	2.1 ± 0.57	1.98 ± 0.66	-5.71	0.670	0.19	Small
[LA] - (AR)	9.4 ± 1.57	7.1 ± 3.54	-24.46	0.394	0.83	Small
PSE	7.75 ± 0.50	6.16 ± 1.16	-20.51	0.036*	1.78	Large

Legenda 2: LA - Lactato sanguíneo; BR - Before Race; AR - After Race.

**Tabela 4 - Diferenças médias entre o circuito 1 e circuito 2 na classe Mx Hobby.**

	Classe		T-test			Cohen's d
	Mx Hobby		$\Delta$ (%)	<i>p</i>	<i>d</i>	
	Circuito 1 (T)	Circuito 2 (V)				
Acelerações	40,80 ± 16.19	140.66 ± 9.86	244.67	0.025*	7.34	Very large
Desacelerações	40,00 ± 16.38	140.33 ± 5.85	250,82	0.025*	8.15	Very large
Velocidade Max	33.39 ± 4.69	38.43 ± 0.24	15.09	0.122	1.51	Large
Velocidade Med	17.15 ± 0.875	20.74 ± 0.330	20.93	0.036*	5.42	Very large
Impactos	6687.20 ± 2728,1	1595,66 ± 84.80	-76.13	0.020*	2.63	Very large
FC Max	193.80 ± 6.05	199.33 ± 1.52	2.85	0.182	1.25	Large
FC Med	182.0 ± 3.60	184.33 ± 2.30	1.26	0.361	0.77	Small
[LA] - (BR)	3.1 ± 0.59	2.1 ± 0.73	-32.25	0.101	1.50	Large
[LA] - (AR)	15.0 ± 3.64	11.4 ± 3.84	-24.00	0.101	0.96	Small
PSE	8.80 ± 0.44	7.66 ± 0.57	-12.95	0.020*	2.23	Very Large

Legenda 3: LA - Lactato sanguíneo; BR - Before Race; AR - After Race.

**Tabela 5 – Diferenças médias entre as Classes Mx Elite e Mx Hobby no circuito 1.**

	Classe		T-test			Cohen's d
	Mx Elite vs. Mx Hobby		$\Delta$ (%)	<i>p</i>	<i>d</i>	
	Circuito 1 (T)	Circuito 1 (T)				
Acelerações	104.71 ± 40.55	40,80 ± 16.19	- 61.03	0.037*	2.07	Very large
Desacelerações	101.73 ± 39.53	40,00 ± 16.38	- 60.68	0.050*	1.99	Large

Velocidade Max	31.17 ± 2.32	33.39 ± 4.69	7.12	0.420	0.60	<i>Small</i>
Velocidade Med	17.15 ± 0.875	20.74 ± 0.330	20.93	0.014*	5.42	<i>Very Large</i>
Impactos	6558.25 ± 1398,16	6687,20 ± 2728,14	1.96	0.934	0.05	Trivial
FC Max	189.50 ± 2.64	193.80 ± 6.05	2.26	0.232	0.92	<i>Small</i>
FC Med	167.25 ± 7.41	182.00 ± 3.60	8.81	0.006**	2.53	<i>Very large</i>
[LA] - (BR)	2.1 ± 0.57	3.1 ± 0.59	47.61	0.065	1.72	<i>Large</i>
[LA] - (AR)	9.4 ± 1.57	15.02 ± 3.64	59,78	0.086	2.06	<i>Very Large</i>
PSE	7.75 ± 0.50	8.8 ± 0.44	13.54	0.013*	2.22	<i>Very Large</i>

Legenda 4: LA - Lactato sanguíneo; BR - *Before Race*; AR - *After Race*.

**Tabela 6 - Diferenças médias entre as Classes Mx Elite e Mx Hobby no circuito 2.**

	Classe		T-test		Cohen's d	
	Mx Elite vs. Mx Hobby		Δ (%)	p	d	
	Circuito 2 (V)	Circuito 2 (V)				
Acelerações	148.82 ± 35.99	140.66 ± 9.86	- 5.48	0.606	0.30	Trivial
Desacelerações	148,33 ± 34.96	140.33 ± 5.85	- 5.39	0.506	0.31	Trivial
Velocidade Max	34.77 ± 6.63	38.43 ± 0.24	10.52	0.386	0.78	<i>Small</i>
Velocidade Med	16.56 ± 3.44	20.74 ± 0.330	25.24	0.071	1.71	<i>Large</i>
Impactos	1398.0 ± 66.69	1595,66 ± 84.80	14.13	0.006*	2.59	<i>Very large</i>
FC Max	171,16 ± 31,41	199.33 ± 1.52	16.45	0.117	1.26	<i>Large</i>
FC Med	144.83 ± 40.84	184.33 ± 2.30	27.27	0.150	1.36	<i>Large</i>
[LA] - (BR)	1.98 ± 0.66	2.16 ± 0.73	9.09	0.796	0.25	Trivial
[LA] - (AR)	7.18 ± 3.54	11.4 ± 3.84	58.77	0.071	1.14	<i>Small</i>
PSE	6.16 ± 1.16	7.66 ± 0.57	24.35	0.080	1.64	<i>Large</i>

Legenda 5: LA - Lactato sanguíneo; BR - *Before Race*; AR - *After Race*.

A Tabela 3 apresenta a comparação entre médias para os 2 circuitos analisados na classe Mx Elite. Foram encontradas diferenças significativas com efeito muito grande na comparação para a variável de carga externa impactos ( $\Delta = -78,68$ ,  $p = 0,001$ ,  $d = 5,21$ ). Embora não tenham sido encontradas diferenças estatisticamente significativas para as variáveis acelerações, desacelerações, velocidade Max e velocidade Med, pareceu existir uma tendência para respostas mais baixas no circuito 1 comparativamente ao circuito 2 (Acelerações: Circuito 1= 104.71 ± 40.55; Circuito 2= 148.82 v ± 35.99); (Desacelerações: Circuito 1= 101.73 ± 39.53; Circuito= 148.33 ± 34.96); (Velocidade Max: Circuito 1= 31.17 ± 2.32; Circuito 2= 34.77 ± 6.63) (Velocidade Med: Circuito 1= 13.16 ± 2.58; Circuito 2= 16.56 ± 3.44). No sentido inverso, pareceu existir uma tendência para respostas de carga interna mais elevadas no Circuito 1 comparativamente ao Circuito 2 (FC Max: Circuito 1= 189.50 ± 2.64; Circuito 2= 171.16 ± 31.41) e (FC Med: Circuito 1= 167.25 ± 7.41; Circuito 2= 144.83 ± 40.84). Estes dados acompanharam a tendência verificada na PSE onde diferenças significativas com efeito grande foram encontradas

entre o Circuito 1 e o Circuito 2 ( $\Delta = -20.51$ ,  $p = 0,056$ ,  $d = 1.78$ ). Ainda assim não foram encontradas diferenças para a concentração lactato sanguíneo entre os circuitos  $p \geq 0,05$ .

A Tabela 4 apresenta a comparação entre médias entre os 2 circuitos analisados na classe Mx *Hobby*. Os resultados revelaram a existência de diferenças estatisticamente significativas com efeito muito grande, em todas as variáveis de carga externa com exceção da Velocidade Max (Acelerações -  $\Delta = 244.67$ ,  $p = 0,025$ ,  $d = 7.34$ ; Desacelerações -  $\Delta = 250.82$   $p = 0,025$ ,  $d = 8.15$ ; Velocidade Med -  $\Delta = 20.93$ ;  $p = 0.036$ ,  $d = 5.42$ ; e Impactos -  $\Delta = -76.13$   $p = 0,020$ ,  $d = 2.63$ ). As variáveis de carga interna (i.e., FC Max, FC Med e LA (BR e AR)) não apresentaram diferenças significativas na comparação efetuada  $p \geq 0,05$ , enquanto diferenças significativas de efeito muito grande foram encontradas para a PSE ( $\Delta = -12.95$ ,  $p = 0,020$ ,  $d = 2.23$ ).

A Tabela 5 apresenta a comparação entre médias entre as duas classes analisadas (i.e., Mx Elite e Mx *Hobby*) em relação ao desempenho no circuito 1. Os resultados indicaram a existência de diferenças significativas para as variáveis de carga externa Acelerações, Desacelerações e Velocidade Med ( $\Delta = -61.03$ ,  $p = 0,037$ ,  $d = 2.07$ ;  $\Delta = -60.68$ ,  $p = 0,050$ ,  $d = 2.07$ ;  $\Delta = 20.93$ ,  $p = 0.014$ ,  $d = 5.42$ ) com efeito muito grande, grande e muito grande respectivamente. No que concerne às variáveis de carga interna apenas a FC Med e a PSE apresentaram diferenças significativas com efeito muito grande,  $\Delta = 8.81$ ,  $p = 0.006$ ,  $d = 2.53$ ;  $\Delta = 13.54$ ,  $p = 0.013$ ,  $d = 2.22$ .

Por fim a Tabela 6 reporta a comparação entre médias entre as duas classes analisadas (i.e., Mx Elite e Mx *Hobby*) em relação ao desempenho no circuito 2. Os resultados revelaram que foram encontradas diferenças significativas com efeito muito grande, apenas para a variável Impactos  $\Delta = 14.13$ ,  $p = 0.006$ ,  $d = 2.59$ .

## Discussão

O presente trabalho teve como principal objetivo comparar as respostas de carga interna e carga externa de pilotos de motocross de diferentes classes (Mx Elite e Mx *Hobby*) considerando circuitos de tipologia distinta. Os resultados revelaram uma tendência para respostas de carga interna mais elevadas na classe Mx *Hobby* comparativamente à classe Mx Elite independentemente do circuito. Relativamente às respostas de carga externa a classe Mx *Hobby* apresentou valores mais elevados de velocidade máxima e média, enquanto a classe Mx Elite registou valores mais altos de acelerações e desacelerações. Na comparação efetuada entre circuitos (*circuito 1 vs. circuito 2*), verificou-se uma tendência para respostas mais elevadas de carga interna para ambas as classes no circuito 1, com exceção da frequência cardíaca na classe Mx *Hobby* onde respostas mais elevadas foram encontradas no circuito 2. Relativamente à carga externa o circuito 2 pareceu induzir respostas mais elevadas em todas as variáveis analisadas em ambas as classes, com exceção dos impactos. Deste modo, diferentes tipologias de circuitos pareceram influenciar a carga externa e carga interna de pilotos de motocross.

A comparação entre as duas classes permite concluir que tendencialmente as respostas de carga interna são menores na Mx Elite em comparação com a Mx *Hobby* (FC máx: Mx Elite=189,50 ±

2,64; Mx *Hobby*=193,80 ± 6,05); (FC méd: Mx Elite=167,25 ± 7,41; Mx *Hobby*=182,00 ± 3,60); (LA: Mx Elite=9,4 ± 1,57; Mx *Hobby*=15,02 ± 3,64); (PSE: Mx Elite=7,75 ± 0,50; Mx *Hobby*=8,8 ± 0,44). Um dos indicadores que se destaca pela diferença de respostas de carga interna entre as duas classes, é o nível de lactato no sangue após a corrida, na qual o acúmulo do mesmo está relacionado com a fadiga que geralmente ocorre em exercícios mais exigentes. Nesta modalidade, a fadiga é originada principalmente pelas contrações isométricas de vários grupos musculares, em conjunto com o salto e os movimentos de aterragem. De acordo com o estudo de Simões et al. (2016), os valores da concentração de lactato após uma corrida de motocross são consideravelmente elevados, apresentando uma diminuição da força muscular por consequência das contrações isométricas realizadas frequentemente para controlar a mota. Simões et al. (2016) referem também que esta atividade constante provoca significativamente a fadiga nos músculos flexores que controlam os dedos e o punho, dando origem à redução da força em ambas as mãos. Os pilotos da elite são mais profissionais do que os da *Hobby*, uma vez que para correrem nesta categoria necessitam de ter pontuado em provas nacionais de Mx, nacionais de Enduro, Super Enduro ou Enduro *Sprint* na época anterior. De facto, estas provas são mais exigentes comparativamente com as regionais, ou seja, os pilotos têm uma preparação física muito mais aprimorada e exigente (treino físico no ginásio, treinos na pista) e conseguem ser mais controlados em termos psicológicos, não sendo tão suscetíveis ao stress. Segundo Cruz (1996), os atletas de elite têm melhores competências psicológicas, nomeadamente autoconfiança e experiência de menores níveis de ansiedade competitiva. Por outro lado, os pilotos da Mx *Hobby* podem ser mais afetados pelos fatores psicológicos, desde a realização de um arranque menos conseguido, uma queda, um furo ou até mesmo a competição com os restantes participantes podem influenciar a continuidade da corrida. Além disso, os diferentes tamanhos do motor das motas podem influenciar o esforço físico durante a pilotagem. Cada mota tem massa compreendida entre os 85 e 115 quilogramas, o que pode fazer muita diferença, pois quanto maior for a massa mais dificultado será o trabalho do piloto em termos de mudanças rápidas de direção e no aproveitamento máximo da energia produzida pelo motor, interferindo com a capacidade de atingir velocidades mais elevadas de modo mais rápido. (Honda, 2021)

Em adição, é possível observar que a Mx Elite tem respostas de aceleração e desaceleração superiores à Mx *Hobby* e, em contrapartida, a MX *Hobby* tem respostas de velocidade máxima e velocidade média superiores. Não foram encontrados estudos científicos que comparassem estes indicadores em duas classes distintas, contudo os resultados apontam para que durante as provas os pilotos da elite terem mais experiência na abordagem das ações realizadas durante a mesma, aproveitando todos os pequenos detalhes para aprimorar a sua volta. Em contrapartida os da *Hobby* têm tendência a compensar nas retas para gerarem algum aproveitamento nos seus tempos, uma vez que são mais inexperientes a realizarem as curvas, obtendo assim um valor mais elevado na velocidade máxima. Foi possível observar que os pilotos da elite realizaram algumas paragens durante o percurso para averiguarem o tempo das voltas realizadas e a posição que ocupam, assim como a posição e o tempo dos restantes pilotos, para deste modo,

perceberem se existe necessidade e possibilidade de melhorarem o tempo de volta, visto que o objetivo dos treinos cronometrados é realizarem o melhor tempo numa volta. Por sua vez, os pilotos da Mx *Hobby* não realizaram paragens, pois comparativamente com os da elite não se interessam tanto pelo lugar que vão ocupar na grelha, mas sim pela disputa com os restantes participantes. Este tipo de ações ou até mesmo algum problema técnico parecem ter influenciado a velocidade média. De acordo com os resultados e comparando os circuitos foi possível verificar que as categorias Mx Elite e Mx *Hobby* obtiveram respostas mais elevadas de carga interna no circuito 1, à exceção da FC que foi mais elevada no circuito 2 na classe Mx *Hobby*. Esta diferença de respostas pode justificar-se com a divergência de ambos os circuitos, uma vez que o circuito 1 apresenta maior dificuldade e exigência pelos tipos de saltos, pelo maior número de curvas e pelas retas mais curtas comparativamente com o circuito 2. Relativamente à FC, os pilotos da classe Mx *Hobby* estão mais adaptados física e tecnicamente ao circuito 1 pois é o local onde costumam realizar a maioria dos treinos. Deste modo, pode aceitar-se a obtenção de respostas de FC mais elevadas no circuito 2 que são originadas pela adaptação ao terreno e pela técnica mais exigente. Outro fator que pode influenciar os resultados encontrados para este indicador é o posicionamento dos pilotos em cima da mota, ou seja, colocam-se maioritariamente levantados (apenas com os pés nos patins) durante a corrida e utilizam mais o assento da mota para realizar as curvas. Isto permite que a mota consiga ter mais tração e atinja velocidades mais elevadas, dando aos pilotos um maior controlo e estabilidade da mesma, embora sendo um posicionamento mais exigente do ponto de vista físico. Para além disso, as irregularidades do terreno, a estabilização da mota e as mudanças bruscas de direção requerem inúmeras contrações isométricas, o que também poderá explicar a elevada FC dos pilotos durante a corrida. De acordo com o estudo de Gobbi et al. (2005) e corroborando os resultados encontrados, a FC é habitualmente superior a 80% e permanece em respostas de carga interna bastante elevadas durante a corrida, com tendência a aumentar durante as partes mais complexas do circuito. Gobbi et al. (2005), compararam ainda o motocross com enduro e confirmaram a maior exigência do motocross onde a FC foi relativamente menor no enduro apresentando valores entre 20 e 50% da FC máxima.

Relativamente às respostas de carga externa evidencia-se a diferença de respostas dos impactos em ambos os circuitos (Impactos: Circuito 1=  $6558,25 \pm 1398,10$ ; Circuito 2=  $1398,00 \pm 66,69$ ). O circuito 1 apresenta um tipo de salto, denominado de mesa, que se torna mais exigente que os restantes saltos da pista pois necessita de maior tempo de voo para ser bem executado, e para isto é necessária a aceleração certa no momento de o realizar e conta com um maior impacto no solo no momento da aterragem. Em contrapartida, os saltos do circuito 2 são maioritariamente mais curtos e de realização mais rápida, o que leva à origem de impactos mais reduzidos. Este circuito possui um maior número de retas e de maior distância, sendo proveitoso para os pilotos acelerarem as suas motas e aumentarem a própria velocidade até à curva onde necessitam de desacelerar para a conseguir executar. Deste modo presenciam-se respostas de carga externa mais elevadas de acelerações, desacelerações e velocidade no circuito 2. De acordo com um estudo sobre *Enduro Mountain Bike* de Kirkwood et al. (2017), o tipo de terreno altera

significativamente o perfil do circuito. Com efeito, o perfil de carga do atleta mostra que o terreno técnico resulta num tempo significativamente maior em zonas de carga mais altas quando comparado com o terreno não técnico, embora a velocidade média seja mais elevada em terreno não técnico (Kirkwood et al., 2017). Por outro lado, o uso de sistemas de tracking como aconteceu neste estudo permite identificar alterações no terreno e na carga acumulada, onde esta carga pode ser influenciada pelo tipo de suspensão, configuração do terreno e a própria técnica do piloto (Kirkwood et al., 2017).

Esta investigação não é isenta de limitações, desde logo o reduzido número de participantes na amostra. Deve-se analisar futuramente mais tipologias de circuitos e um maior número de pilotos, de modo a detetar perfis de carga e perceber quais os indicadores mais importantes na análise de cada perfil num piloto de motocross.

## Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo comparar as respostas de carga interna e carga externa de pilotos de motocross de diferentes classes considerando circuitos de tipologia distinta. Os resultados revelaram uma tendência para respostas de carga interna mais elevadas na classe Mx *Hobby* comparativamente à classe Mx Elite independentemente do circuito, já na carga externa a classe Mx *Hobby* apresenta respostas mais elevadas de velocidade máxima e média, enquanto a classe Mx Elite regista respostas mais altas de acelerações e desacelerações. Na comparação dos dois circuitos verifica-se uma tendência para respostas mais elevadas de carga interna para ambas as classes no circuito 1. Relativamente à carga externa o circuito 2 parece induzir respostas mais elevadas em todas as variáveis, com exceção dos impactos. Diferentes classes de pilotos e diferentes circuitos parecem influenciar respostas de carga interna e carga externa dos pilotos de motocross. Os resultados encontrados no presente trabalho poderão servir de base para futuras investigações nesta área.

## Referências

Ascensão, A., Azevedo, V., Ferreira, R., Oliveira, E., Marques, F., & Magalhães, J. (2008). Physiological, biochemical and functional changes induced by a simulated 30 min off-road competitive motocross heat. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 48(3), 311-319.

Borg, G.A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377-381.

Branquinho, L., Ferraz, R., Mendes, P. D., Petricia, J., Serrano, J., & Marques, M. C. (2020). The effect of an in-season 8-week plyometric training programme followed by a detraining period on explosive skills in competitive junior soccer players. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 9(1), 33-40. <https://doi.org/10.26773/mjssm.200305>

- Burr, J. F., Jamnik, V. K., Shaw, J. A., & Gledhill, N. (2009). Physiological Demands of Off-Road Vehicle Riding. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(7), 1345-1354. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181cd5cd3>
- Cadwel, J. E., & Rauhala, E. (1983). Interseason Training and Aerobic Fitness of Motocross Racers. *The Physician and sportsmedicine*, 11(2), 132-141. <https://doi.org/10.1080/00913847.1983.11708461>
- Corcoba-Magaña, V., Muñoz-Organero, M., & Pañeda, X. (2017). Prediction of motorcyclist stress using a heartrate strap, the vehicle telemetry and road information. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9(5), 579-593. <https://doi.org/10.3233/AIS-170452>
- Coutts, A. J., Crowcroft S., & Kempton T. (2017). *Developing athlete monitoring systems*. Sport, Recovery, and Performance. <https://doi.org/10.4324/9781315268149-2>
- Coutts, A. J. (2016). Working Fast and Working Slow: The Benefits of Embedding Research in High Performance Sport. *Internacional Journal Of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 1-2. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2015-0781>
- Cruz, J. (1996). Stress, ansiedade e competências psicológicas nos atletas de elite e de alta competição: Um estudo da sua relação e impacto no rendimento e sucesso desportivo.
- D'Artibale, E., Tessitore, A., Tiberi, M., & Capranica, L. (2007). Heart Rate and Blood Lactate during Official Female Motorcycling Competition. *Internacional Journal of Sports Medicine*, 28(8), 662-6. <https://doi.org/10.1055/s-2007-964889>
- Fédération Internationale de Motocyclisme. (2023). *Discover the History of a Century-Old Institution*. <https://www.fim-moto.com/en/fim/history-heritage>
- Fédération Internationale de Motocyclisme. (2023). *Women in motorcycling*. <https://www.fim-moto.com/en/fim/commissions/women-in-motorcycling>
- García, A. M., Casamichana, D., Díaz, A. G., Cos, F., & Gabbett, T. (2018). Positional Differences in the Most Demanding Passages of Play in Football Competition. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(4), 563-570.
- Gobbi, A. W., Francisco, R. A., Tuy, B., & Kvitne, R. S. (2005). Physiological characteristics of top level off-road motorcyclists. *British Journal of Sports Medicine*, 39(12), 927-931. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018291>
- Grange, J. T., Bodnar, J. A., Corbett, S. W., Bodnar, J., & Corbett, S. T. (2009). Motocross medicine. *Current Sports Medicine Reports*, 8(3), 125-130. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181a61e95>

Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L., Kemi, O., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218-221. <https://doi.org/10.1136/bjism.36.3.218>

Honda. (2021). *Na Garagem: O peso da moto e a sua influência na pilotagem*. <https://www.honda.com.br/motos/blog/o-peso-da-moto-e-sua-influencia-na-pilotagem>

Hopkins, W. G., Marshall, S.W., Batterham, A.M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 41(1), 3–13. <https://doi.org/10.1249/MSS.ob013e31818cb278>

Impellizzeri, F., Marcora, S., Rampinini, E., Mognoni, P., & Sassi, A. (2005). Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists. *British Journal of Sports Medicine*, 39(10), 747-751. <https://doi.org/10.1136/bjism.2004.017236>

Jeffries, A. C., Wallace, L., Coutts, A. J., McLaren, S. J., McCall, A., & Impellizzeri, F. M. (2020). Athlete-Reported Outcome Measures for Monitoring Training Responses: A Systematic Review of Risk of Bias and Measurement Property Quality According to the COSMIN Guidelines. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(9), 1203-1215. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0386>

Kirkwood, L. A., Ingram, L. A., Cunningham, J., Malone, E., & Florida-James, G. D. (2017). Physiological characteristics and performance in elite vs non-elite enduro mountain biking. *Journal Of Science & Cycling*, 6(2), 13-21. <https://doi.org/10.28985/171231.jsc.10>

Konttinen, T., Häkkinen, K., & Kyröläinen, H. (2007). Cardiopulmonary loading in motocross riding. *Journal of Sports Sciences*, 25(9), 995–999. <https://doi.org/10.1080/02640410600944584>

Konttinen, T., Kyrolainen, H., & Hakkinen, K. (2009). Cardiorespiratory and neuromuscular responses to motocross riding. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 202-209. <https://doi.org/10.1519/JSC.ob013e31815f5831>

Lepe, G. O., Medina, A., Fernández, P., Gajardo, S., Arancibia, J., & Sepúlveda, R. (2023). Efecto agudo del entrenamiento con vibraciones de cuerpo completo sobre la patada circular en atletas de Taekwondo (Acute effect of whole-body vibration training on the roundhouse kick in Taekwondo athletes). *Retos*, 48, 667-673. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.94452>

Levinson, D., & Christensen, K. (1999). *Encyclopedia of World Sport: From Ancient Times To The Present*. Oxford University Press.

PentaControl Cronometragem Desportiva. 2023. *Regulamento Campeonato Regional PentaControl Mx 2023*. <http://www.penta-control.com/site/>

Powers, S. K., & Howley, E. T. (2014). *Fisiologia do exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho* (8ª ed.). Manole.

Raa, A., Sunde, G., Bolann, B., Kvale, R., Bjerkgvig, C., Eliassen, H., Larsen, T., & Heltne, J. (2020). Validation of a point-of-care capillary lactate measuring device (Lactate Pro 2). *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 28, 83. <https://doi.org/10.1186/s13049-020-00776-z>

Simões, V. R., Crisp, A. H., Verlengia, R., & Pellegrinotti, I. L. (2016). Neuromuscular and Blood Lactate Response After a Motocross Training Session in Amateur Riders. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7(2). <https://doi.org/10.5812/asjism.23805>

Tomida, Y., Hirata, H., Fukuda, A., Tsujii, M., Kato, K., Fujisawa, K., & Uchida, A. (2004). Injuries in elite motorcycle racing in Japan. *British Journal of Sports Medicine*, 39(8), 508-511. <https://doi.org/10.1136/bjism.2004.013722>

Woods, B. (2008). *Motocross History: From local Scrambling to World Championship MX to Freestyle*. Crabtree Publishing Company.