

BRUNNO ELIAS FERREIRA

**ALTERAÇÕES NAS CONCENTRAÇÕES DE BIOMARCADORES
SANGUÍNEOS EM CICLISTAS APÓS COMPETIÇÕES DE MEIO-
FUNDO E CONTRA-RELÓGIO INDIVIDUAL**

CAMPO GRANDE

2015

BRUNNO ELIAS FERREIRA

**ALTERAÇÕES NAS CONCENTRAÇÕES DE BIOMARCADORES
SANGUÍNEOS EM CICLISTAS APÓS COMPETIÇÕES DE MEIO-
FUNDO E CONTRA-RELÓGIO INDIVIDUAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Profa. Dra. Elenir Rose Jardim
Cury Pontes

CAMPO GRANDE

2015

FOLHA DE APROVAÇÃO

BRUNNO ELIAS FERREIRA

**ALTERAÇÕES NAS CONCENTRAÇÕES DE BIOMARCADORES
SANGUÍNEOS EM CICLISTAS APÓS COMPETIÇÕES DE MEIO-
FUNDO E CONTRA-RELÓGIO INDIVIDUAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Doutor.

Resultado: Aprovado.

Campo Grande (MS), 13 de novembro de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Elenir Rose Jardim Cury Pontes (Presidente)

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Joel Saraiva Ferreira (Membro Titular)

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dra. Aline Ferreira dos Santos (Membro Titular)

Instituição: Faculdade Unigran Capital

Prof. Dra. Anamaria Mello Miranda Paniago (Membro Titular)

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dra. Nathalia Novak Zobiolo (Membro Titular)

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Marvio Pereira Leoncini (Membro Suplente)

Instituição: Faculdade Unigran Capital

DEDICATÓRIA

Esse trabalho representa a conclusão de uma missão de vida ligada ao ciclismo.

Tudo começou com um pai de família que sempre gostou de pedalar, e fez dessa paixão seu esporte, forma de viver, construiu uma empresa e tocou a todos que o rodeiam com a liberdade e aventura que uma bicicleta pode oferecer. Obrigado ao meu pai, Gilmar Elias Batista, por ensinar com esse amor todas as coisas importantes que se precisa aprender nessa vida.

E tudo isso só foi possível porque uma jovem precisou consertar sua bicicleta há pouco mais de trinta anos, e acabou conhecendo um ciclista do qual seria a companheira por todo esse tempo. Obrigado a minha mãe, Divina Lúcia Antônia Batista, por sempre ser tão exigente com os meus estudos. Mesmo não sendo o melhor aluno entre os seus três filhos, agora você está formando um Doutor.

Aos meu dois irmãos, Jesus Brenno Elias Batista e Gilmar Elias Batista Júnior, que realmente vivem o ciclismo de forma muito intensa. Vocês são os meus amigos por toda a vida e meus exemplos de dedicação, persistência, influência e diversão.

E aquela que me acompanha desde o início desse trajeto, quando em 2005 definia onde queria chegar aos 30 anos de idade. Obrigado à minha esposa, Erika Alves Morel, por me acompanhar e me dar força em tudo. Com você já fui graduado, professor, especialista, Mestre, ciclista, melhor Personal Trainer do Brasil, autor e mentor, mas meu papel preferido é ser seu marido. Minha melhor parte é você!

AGRADECIMENTOS

De forma geral, a todos que contribuíram no campo acadêmico ou profissional com a realização e conclusão desta fase de pós-graduação.

À Faculdade Unigran Capital, desde Direção, administrativos, professores, e até aos alunos, que permitiram meu trânsito profissional e acadêmico fornecendo os desafios e as bases para suas realizações.

Aos Treinadores da Saúde - BodyTrainer pela busca constante do aperfeiçoamento na área do fitness com o Personal Training.

Ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, pela oportunidade de cursar o Doutorado com toda a plataforma de apoio e condições para a sua conclusão.

Ao professor Dr. Paulo de Tarso Guerrero Mueller, pelo apoio com o laboratório de pneumologia e equipe profissional para os testes de esforço.

À professora Dra. Cynthia Hernandes Costa e técnica Jaqueline Tsalikis, pela ajuda com as coletas de sangue e demais dados nos dias de competição.

Ao treinador Leonardo Lima, pelo apoio na parte operacional, fornecendo o lactímetro.

Aos ciclistas que participaram do estudo, literalmente dando o sangue para a pesquisa.

Aos membros da banca pela disponibilidade para avaliação do trabalho e participação neste processo enriquecedor.

E a minha orientadora, Professora Dra. Elenir Rose Jardim Cury Pontes, que me aceitou como aluno e esse projeto com o ciclismo. Obrigado pela confiança, professora!

"If you step out that door, you're an Avenger!"

(Clint Barton)

Joss Whedon, *Avengers: Age of Ultron* (2015)

RESUMO

Ferreira BE. Alterações nas concentrações de biomarcadores sanguíneos em ciclistas após competições de meio-fundo e contra-relógio individual. Campo Grande; 2015. [Tese - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

O ciclismo é entendido como uma atividade aeróbia de longa duração, e a competição se mostra como esforço de considerável intensidade mantido por um longo tempo, indicando preparação física específica tanto para a manutenção do desempenho físico quanto para a integridade da saúde do atleta em longo prazo. O objetivo do estudo foi comparar as alterações de biomarcadores sanguíneos em ciclistas após competições de meio-fundo (MF) e contra relógio-individual (CRI). Participaram 20 atletas treinados ($35 \pm 7,93$ anos de idade e $55,72 \pm 6,83$ ml/kg/min de VO_2 máx) que participaram de duas competições oficiais do calendário estadual de Mato Grosso do Sul: uma competição de meio-fundo (duração de $98,45 \pm 5,07$ minutos) e uma de CRI (duração de $27,06 \pm 2,49$ minutos). Antes e depois de cada competição foi coletado sangue da região antecubital para análise dos componentes hematológicos, imunológicos e de dano muscular, e o peso corporal; e após também se coletou sangue do lóbulo da orelha para determinação da concentração sanguínea de lactato, o consumo de água e a frequência cardíaca (FC) média durante a competição. Os atletas apresentaram redução do peso corporal ($3,592 \pm 2,963\%$ no meio-fundo e de $0,193 \pm 0,116\%$ no CRI), concentração de lactato acima do limiar anaeróbio ($5,29 \pm 2,46$ no meio-fundo e $10,42 \pm 2,42$ mMol no CRI), e FC média de $88,2 \pm 4,0\%$ no meio-fundo e $89,9 \pm 0,7\%$ da FC máxima no CRI. Os marcadores hematológicos eritrócitos, hemoglobina, hematócrito e plaquetas apresentaram aumento após as duas competições; os marcadores imunológicos leucócitos e linfócitos também tiveram aumento, enquanto os eosinófilos, basófilos e monócitos não se alteraram, e os neutrófilos tiveram queda após o meio-fundo; e os marcadores de dano muscular creatina-quinase, AST e ALT tiveram aumento após as duas competições. Dessa forma conclui-se que o ciclismo de competição, nas modalidades de meio-fundo e contra-relógio individual, provocam alteração desses biomarcadores logo após o esforço, e isso pode ser considerado para a elaboração da preparação física em longo prazo.

Palavras-chave: Treino, Periodização, Atividade enzimática, Linfócito.

ABSTRACT

Ferreira BE. Changes in blood biomarker concentrations in cyclists after criterium competition and individual time trial. Campo Grande; 2015. [Tese - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

Cycling is understood as a long-term aerobic activity, and competition shows how considerable effort intensity is maintained for a long time, indicating specific physical preparation for both the maintenance of physical performance and for the integrity of the athletes' health in long term. The aim of the study was to compare the changes of blood biomarkers in cyclists after criterium competition and individual time trial (ITT). Included 20 trained athletes (35 ± 7.93 years old and 55.72 ± 6.83 ml / kg / min of VO_2max) who participated in two official competitions of the state calendar of Mato Grosso do Sul: a competition of criterium (duration of 98.45 ± 5.07 minutes) and an ITT (duration of 27.06 ± 2.49 minutes). Before and after each competition blood was collected from the antecubital region for analysis of hematological components, immune and muscle damage, and body weight; and after also collected earlobe blood for blood lactate concentration, water consumption and average heart rate (HR) during the competition. Athletes decreased body weight ($3.592 \pm 2.963\%$ in criterium and $0.193 \pm 0.116\%$ in ITT), lactate concentration above the anaerobic threshold (5.29 ± 2.46 in criterium and 10.42 ± 2.42 mMol in ITT), and average HR of $88.2 \pm 4.0\%$ in the criterium and $89.9 \pm 0.7\%$ of maximum HR in ITT. Hematological markers erythrocytes, hemoglobin, hematocrit and platelets had increased after the two competitions; immunological markers leukocytes and lymphocytes were also increased, while eosinophils, basophils and monocytes did not change, and neutrophils fell after the criterium; and muscle damage markers creatine-kinase, AST and ALT were up after the two competitions. Thus it is concluded that the cycling competition in the forms of criterium and individual time trial, cause changes of these biomarkers after the effort, and this can be considered for the development of fitness in the long term.

Keywords: Training, Periodization, Enzymatic activity, Lymphocyte.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização descritiva da amostra, Campo Grande - 2014. (n=20).....	47
Tabela 2 - Peso corporal, concentração de lactato e frequência cardíaca média de acordo com a competição e o momento da coleta, Campo Grande - 2014. (n=20)	50
Tabela 3 - Marcadores hematológicos de acordo com a competição e o momento da coleta, Campo Grande - 2014. (n=20)	52
Tabela 4 - Marcadores imunológicos de acordo com a competição e o momento da coleta, Campo Grande - 2014. (n=20)	54
Tabela 5 - CK, AST e ALT de acordo com a competição e o momento da coleta, Campo Grande - 2014. (n=20)	55
Tabela 6 - Valores das diferenças entre pré e pós de cada competição para o peso corporal, marcadores hematológicos, imunológicos* e enzimáticos, Campo Grande - 2014. (n=20)	57
Tabela 7 - Coeficiente de correlação entre o VO ₂ máx, a concentração de lactato sanguíneo e os marcadores hematológicos, Campo Grande - 2014. (n=20)	58
Tabela 8 - Coeficiente de correlação entre a carga no VO ₂ máx (W), a carga no limiar anaeróbio (W), o tempo de prova no contra-relógio individual e as concentrações de CK, Campo Grande - 2014. (n=20)	59
Tabela 9 - Coeficiente de correlação entre o peso corporal e os marcadores hematológicos e imunológicos, de forma absoluta após as competições, e com o valor das diferenças entre os momentos pré e pós de cada competição, Campo Grande - 2014. (n=20)	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre VO_2 máx e FCmáx de acordo com a intensidade de esforço ...	19
Figura 2 - Celerífero exposto em museu de Munique, Alemanha, datando de 1825 na cidade de Paris	20
Figura 3 - Bicicleta do ciclismo de velocidade ou resistência, e o posicionamento do atleta	21
Figura 4 - Faixa de concentração e variação normal para as células imunológicas	31
Figura 5 - Desenho experimental definindo ações em função do tempo de pesquisa...	41

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%FCmáx	Percentual da frequência cardíaca máxima.
%VO ₂ máx	Percentual do volume máximo de oxigênio.
±	Desvio-padrão.
ADP	Adenosina difosfato.
ALT	Alanina aminotransferase.
AST	Aspartato aminotransferase.
ATP	Adenosina trifosfato.
bpm	Batimentos por minuto.
CK	<i>Creatine kinase</i> , creatina-quinase.
cm	Centímetros.
CRI	Contra-relógio individual.
EDTA	Anticoagulante ácido etilenodiamino tetra-acético.
FC	Frequência cardíaca.
FCmáx	Frequência cardíaca máxima.
FMSC	Federação de Mato Grosso do Sul de Ciclismo.
g	Gramas.
g/dL	Gramas por decilitro.
GGT	Gama glutamil transferase.
gr/kg	Gramas por quilo.
h	Hora.
IL	Interleucina.
ITRS	Infecção do trato respiratório superior.
IVO ₂ máx	Intensidade do volume máximo de oxigênio.
kg	Quilograma.
kg/m ²	Quilograma por metro quadrado.
km	Quilômetros.
km/h	Quilômetro por hora.
l	Litro.
l/h	Litros por hora.

l/min	Litros por minuto.
LAn	Limiar anaeróbio.
LDH	Lactato desidrogenase.
m	Metro.
MB	Mioglobina.
min	Minutos.
ml	Mililitro.
ml/h	Mililitros por hora.
ml/kg	Mililitro por quilo.
ml/kg/min	Mililitros por quilo por minuto.
ml/min	Mililitro por minuto.
mM	Milimol.
mm ³	Milímetros cúbicos.
mmol/L	Micromol por litro.
n	Número de indivíduos na amostra.
n.s.	Não significativo.
ng/ml	Nanograma por mililitro.
°C	Graus Celsius.
rpm	Rotações por minuto.
seg	Segundos.
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido.
TNF	<i>Tumoral necrosis factor</i> , fator de necrose tumoral.
U/L	Unidade por litro.
U.I.L	Unidade internacional por litro.
VE/CO ₂	Volume expirado de dióxido de carbono.
VO ₂ máx	Volume máximo de oxigênio.
VO ₂ pico	Pico do volume máximo de oxigênio.
W	Watts.
μL	Microlitro.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Treinamento físico	17
2.1.1 <u>Ciclismo</u>	20
2.2 Biomarcadores do desempenho esportivo	22
2.2.1 <u>Hematócrito</u>	23
2.2.2 <u>Cortisol</u>	24
2.2.3 <u>Creatina-quinase</u>	26
2.2.4 <u>Outras enzimas intracelulares: AST, ALT e GGT</u>	27
2.2.5 <u>Mioglobina</u>	28
2.3 SISTEMA IMUNOLÓGICO	28
2.3.1 <u>Marcadores da atividade imunológica humana</u>	30
2.3.2 <u>Células do sistema imunológico</u>	30
2.3.2.1 Leucócitos	31
2.3.2.2 Neutrófilos	31
...	
2.3.2.3 Eosinófilos	32
2.3.2.4 Basófilos	32
2.3.2.5 Linfócitos	32
2.3.2.6 Monócitos	32
2.3.3 <u>Proteínas do sistema imunológico</u>	33
2.3.3.1 Interleucina 1 (IL-1)	33
2.3.3.2 Interleucina 6 (IL-6)	33
2.3.3.3 Fator de necrose tumoral (TNF)	34
2.3.4 <u>Resposta imunológica ao exercício físico</u>	34

3 OBJETIVOS	37
3.1 Objetivo geral	37
3.2 Objetivos específicos	37
4 MATERIAIS E MÉTODOS	38
4.1 Aspectos gráficos do trabalho	38
4.2 Tipo de estudo	38
4.3 Sujeitos do estudo	38
4.4 Aspectos éticos	39
4.5 Critérios de inclusão	39
4.6 Critérios de exclusão	39
4.7 Desenho experimental	40
4.7.1 <u>Controle da ingestão de água e monitoramento do peso corporal</u>	44
4.7.2 <u>Coleta de sangue</u>	45
4.8 Exames	45
4.9 Análises estatísticas	46
5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	47
6 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	64
ANEXO	70
APÊNDICES	73

1 INTRODUÇÃO

As informações acerca da preparação física e a necessidade de especialização no esporte de rendimento estão bem difundidas entre os atletas, preparadores físicos e profissionais envolvidos com o desempenho esportivo. Diversos trabalhos científicos, livros e relatos pessoais são divulgados pelo globo na constante busca pelo melhor método ou estratégia para aprimorar os resultados.

Essa difusão de informações, que muitas vezes pode ser desconhecida com a prática diária, leva a experimentações que promovem ou limitam o desempenho de atletas. O ciclismo, um esporte tão antigo quanto a invenção da bicicleta, também experimenta essas oportunidades.

Distribuídos em classes de competição, o ciclismo é muito difundido nas modalidades de fundo (competição em estrada com longa duração, em equipes), meio-fundo (competição em circuito de rua fechado, em equipes), e contra-relógio (percurso delimitado em extensão e realizado buscando o menor tempo em esforço individual ou em equipe). Com expressivo aumento no número de praticantes no Brasil nos últimos anos, o ciclismo também recebeu mais atletas entusiastas e amadores.

Com a entrada de mais iniciantes na modalidade, alguns comportamentos são passados adiante por atletas mais experientes, o que pode incorrer em importante erro metodológico no treinamento físico, preparação específica ou processos de recuperação. Dentre eles se encontra o desencadeamento de treinamentos de intensidade e volume elevados, não regulados em função da recuperação biológica. Como existe desgaste orgânico em função do excesso, é comum o consumo de suplementos alimentares esportivos, medicamentos ou aquisição de equipamentos que prometem amenizar essas condições.

Dentre os destaques nessas estratégias se percebe formas de aumentar a quantidade de células vermelhas, diminuir os riscos de infecção do trato respiratório superior ou a quantidade de dano muscular associado ao esforço. Como essas decisões na maioria das vezes são empíricas, baseadas em experiências individuais, não passam pelo crivo do método científico. E, nesse ponto, levanta uma questão importante: será que existe mesmo alteração

sanguínea, imunológica e tecidual em função do esforço realizado no ciclismo? Se sim, qual a magnitude?

Para responder a essa questão e abordar um comportamento percebido na convivência com o ciclismo competitivo, se desenhou o presente estudo. Nele se busca evidenciar as alterações de biomarcadores após duas competições das classes mais praticadas em Mato Grosso do Sul: meio-fundo e contra-relógio individual. Dentre as provas do calendário estadual, essas duas classes também são as mais intensas em virtude da disputa pelo ranking local e nacional.

Dessa forma espera-se identificar as alterações nos componentes sanguíneos, imunológicos e decorrentes do dano muscular por esforço físico intenso, e com a divulgação dos dados com amostragem da elite de atletas de nível estadual, fornecer subsídios para a adoção de protocolos de preparação física mais específica e com evidências balizadas no conhecimento científico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Treinamento físico

A atividade física é representada por qualquer gasto energético produzido por ação da musculatura esquelética acima dos níveis de repouso (ACSM, 2014). Dessa forma, atividade física é uma manifestação humana por meio do movimento voluntário para emprego de energia. A prática constante de atividade física está associada a prevenção de problemas cardíacos, metabólicos e imunológicos (MARTÍNEZ; ALVAREZ-MON, 1999). A atividade física controlada e monitorada passa a ser conhecida como exercício físico, que por sua vez conta com direcionamento do esforço do praticante para um objetivo específico (ACSM, 2014), associado ao desempenho esportivo ou à saúde.

O exercício físico conta com fino controle, diferente da prática livre da atividade física. Para monitoramento do exercício físico existem as variáveis de treinamento, agrupadas como tipo, frequência, volume e intensidade (ACSM, 2014), como descrito abaixo:

- Tipo: característica principal do exercício físico em questão. Normalmente referenciada como o nome da modalidade esportiva, tendo a corrida, o ciclismo, a natação e a musculação como exemplos. O tipo também pode ser descrito de acordo com a predominância da via bioenergética, como atividade aeróbia, anaeróbia ou alática (DENADAI; GRECO, 2005); e essa relação também pode ser estabelecida de acordo com a manifestação da ação esportiva sobre o praticante, sendo cíclica ou acíclica/intermitente.
- Frequência: representa a quantidade de sessões por semana e sua relação de intervalo entre os dias. Como exemplo uma frequência de três sessões de corrida na semana com intervalo de 48 a 72 horas. A frequência é empregada na construção de uma determinada qualidade física por meio do exercício físico constante, levando em conta o tempo necessário para a recuperação do praticante no que concerne ao seu metabolismo, fibras musculares, reservas energéticas e respostas imunológicas (MARTÍNEZ; ALVAREZ-MON, 1999; DENADAI; GRECO, 2005).

- Volume: é a variável relacionada à quantificação do esforço por acúmulo. O volume é representado pelas características da modalidade em questão, como quilômetros percorridos, tempo em exercício físico ou séries e repetições realizadas. Independente da modalidade, o volume pode ser quantificado de forma objetiva e alterado para provocar adaptações orgânicas previsíveis.
- Intensidade: é a variável qualitativa do exercício físico, pois representa a quantificação da resposta orgânica em relação à sua capacidade máxima, de acordo com as características predominantes da modalidade em questão. A intensidade é uma variável bem explorada no exercício físico, visto que seu controle provoca alterações agudas e/ou crônicas no praticante, e uma mesma modalidade pode apresentar mais de uma forma de monitorar a intensidade do esforço. Para o ciclismo, uma atividade de predominância aeróbia, com ações motoras cíclicas e de longa duração, o controle de intensidade e/ou sua interpretação acontece por:
 - Volume máximo de oxigênio (VO_2 máx): capacidade máxima do sistema cardiocirculatório e respiratório em captar o ar, provocar hematose pulmonar e oferecer aos músculos ativos por meio da circulação sanguínea sistêmica (FOSS; KETELYAN, 2000). O VO_2 máx pode ser apresentado de forma absoluta, em litros por minuto (l/min), ou relativa, em mililitros por quilo de peso corporal por minuto (ml/kg/min). O emprego dessa variável no controle da intensidade é descrito em percentual do VO_2 máx (% VO_2 máx).
 - Frequência cardíaca máxima (FCmáx): representada por batimentos por minuto (bpm). Se relaciona com a frequência cardíaca máxima do praticante, predita por equação ($FCmáx = 220 - idade$) ou verificada em teste de esforço máximo. O emprego da frequência cardíaca também acontece por percentual da máxima (%FCmáx). Essa utilização é apontada por Caputo *et al.* (2005) como válida devido à relação entre FCmáx e VO_2 máx. Em seu estudo os autores aplicaram protocolo incremental até a exaustão em cicloergômetro em grupos de ciclistas, corredores, triatletas e sedentários, e concluíram que a intensidade de VO_2 máx e FCmáx não é dependente do estado ou especificidade do treinamento aeróbio, acusando uma relação de regressão linear entre as duas variáveis de intensidade, exposta na figura a seguir.

Figura 1 - Relação entre VO₂máx e FCmáx de acordo com a intensidade de esforço.

Variável de intensidade	Intensidades relacionadas por regressão linear				
%VO ₂ máx	50%	60%	70%	80%	90%
%FCmáx	67%	73%	80%	87%	93%

Fonte: adaptado de Caputo *et al.* (2005).

- Intensidade de exercício associada ao consumo máximo de oxigênio (IVO₂máx). Velocidade ou potência na qual o VO₂máx é atingido em um teste incremental (DENADAI; GRECO, 2005).
- Limiar anaeróbio (LAn): segundo Balikian Júnior e Denadai (2006) o LAn é aplicado para adequar a intensidade do esforço aeróbio, predição de desempenho em atividades de resistência e avaliação dos efeitos do treinamento aeróbio. A variável indica a intensidade na qual a via bioenergética anaeróbia láctica contribui de forma relevante para o desempenho, sendo obtida pela concentração de 3,5 mM (DENADAI *et al.*, 2005) a 4 mM (BALIKIAN JÚNIOR; DENADAI, 1996) de lactato sanguíneo, que se relaciona com o ponto de deflexão da frequência cardíaca (COSTA *et al.*, 2007).

A aplicação das variáveis no exercício físico permite a construção da sessão de treinamento físico, que por sua vez deve apresentar uma sequência que vá desenvolver uma ou mais qualidades físicas ao longo do tempo (ACSM, 2014). O treinamento físico consiste no planejamento de atividades com objetivos adaptativos orgânicos crônicos, aplicável tanto no indivíduo não-atleta quanto na preparação esportiva com fins competitivos. É a relação devidamente planejada entre as sessões de treinamento físico que vai resultar em objetivos previsíveis no desempenho do praticante.

O treinamento físico precisa ser direcionado ao esporte em questão, dessa forma relacionando as variáveis de controle e as características da modalidade. O ciclismo, assim como toda atividade esportiva, precisa ter suas características identificadas para que o desempenho atlético seja promovido de forma eficiente. Dessa forma, na sequência desse texto a modalidade será esclarecida.

2.1.1 Ciclismo

A história do ciclismo se confunde com o desenvolvimento da bicicleta, que partiu do celerífero, um veículo primitivo de duas rodas ligadas por uma ponte de madeira em formato de cavalo, no século XVIII, mas que só teve reconhecimento na primeira Olimpíada da Era Moderna, em 1896 na cidade de Atenas (D'ELIA, 2009). O ato de pedalar ficou mais complexo com o desenvolvimento das competições, e atualmente mesmo o ciclista amador tem acesso aos equipamentos mais modernos, desde a própria bicicleta até monitores associados ao programa de treinamento físico.

Figura 2 - Celerífero exposto em museu de Munique, Alemanha, datando de 1825 na cidade de Paris.



Fonte: Wikipedia Commons (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Einfache_Draisine_mit_Tierkopf.JPG, acessado em 03/06/2013).

A modalidade esportiva é organizada em categorias de acordo com suas características e/ou equipamentos empregados. O ciclismo adota a bicicleta de velocidade, com melhor aerodinâmica geométrica e posicionamento do atleta, tendo a resistência contra a distância ou tempo como primordial para o bom desempenho. O *mountain bike* acontece em terrenos acidentados com uma bicicleta mais robusta, e consiste na aplicação constante de força e potência para vencer os desafios, como obstáculos durante o percurso.

Figura 3 - Bicicleta do ciclismo de velocidade ou resistência, e o posicionamento do atleta.



Fonte: arquivo pessoal do autor, 2013.

As competições de ciclismo são caracterizadas pela manutenção de esforço considerável por um longo período (BAGANHA, 2009). Durante os esforços competitivos os atletas contam com momentos de repouso metabólico, como em descidas ou durante o arrasto provocado pela técnica de vácuo, quando os atletas se alinham de forma a diminuir a resistência do ar, e dessa forma despendem menos energia para percorrer a mesma distância (D'ELIA, 2009). Com as alterações de intensidade ao longo da competição, o atleta consegue

desenvolver o máximo de seu desempenho (MENA *et al.*, 1996; LUCÍA *et al.*, 2001; MARTINS; SANTOS, 2012).

Durante os treinamentos e competições de ciclismo, além de alternar entre os momentos de recuperação metabólica e esforço considerável, o atleta também precisa imprimir esforços máximos, normalmente em aclives consideráveis ou momentos de importante potência muscular, conhecidos como *sprints*. As situações com contrações musculares de alta intensidade e a manutenção de esforço por tempo considerável, pode provocar alterações teciduais na estrutura muscular do atleta, suas respostas endócrinas e imunológicas (MARTÍNEZ; ALVAREZ-MON, 1999; RINCÓN *et al.*, 2001). Os marcadores dessas alterações são apresentados a seguir.

2.2 Biomarcadores do desempenho esportivo

O organismo humano apresenta biomarcadores de suas funções. Essas informações podem ser interpretadas por meio de exames específicos e apresentam um padrão de normalidade, o qual quando não manifestado pode indicar algum tipo de alteração na função relacionada (SMITH *et al.*, 2004).

Dentre os biomarcadores da saúde humana, relacionados aos padrões de integridade orgânica, alguns podem ser relacionados ao desempenho esportivo. Essa relação é evidenciada por conta das alterações orgânicas agudas e crônicas associadas à modalidade esportiva, intensidade de esforço e/ou volume de treinamento físico (DENADAI; GRECO, 2005).

Os biomarcadores associados ao desempenho esportivo podem indicar como o organismo do praticante se comporta frente as demandas de esforço, sua taxa de recuperação e integridade longitudinal visando o desenvolvimento do treinamento ao longo do tempo (SMITH *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2012).

A bibliografia tem indicado alterações nesses biomarcadores associadas ao ciclismo, de forma que os estudos estão revisados na sequência em função dessas alterações, e de

acordo com os marcadores de interesse para o presente estudo, e principalmente na relação com o esporte em questão.

2.2.1 Hematócrito

O sangue consiste em uma parte líquida, que é o plasma, e as estruturas mergulhadas nele, que são os elementos figurados. O componente aquoso, o plasma, representa o meio de suspensão das células sanguíneas. Cerca de 7% do volume plasmático são de proteínas plasmáticas. O volume sanguíneo ocupado pelas hemácias é o hematócrito, representado em percentual relativo ao volume de sangue, sendo o padrão de 48% para homens e 42% para mulheres (CONSTANZO, 2011). Sharpe *et al.* (2002) avaliaram 413 mulheres e 739 homens, todos atletas, de 12 países em análise de parâmetros sanguíneos, e identificaram que a modalidade esportiva e outras características, como a altitude do local de treinamento e o sexo, influenciam o hematócrito. Os resultados encontrados foram $39,6 \pm 2,5\%$ (34,3 a 45%) para as mulheres e $44,2 \pm 2,7\%$ (38,8 a 49,6%) para os homens.

Pasipoularides (2012) considerou que o hematócrito é determinante para a viscosidade do sangue, tendo relação inversa; o hematócrito reduzido pode surgir da super hidratação ou diminuição de hemácias, e pode aumentar pela perda de fluídos, como a desidratação e queimaduras.

Denadai e Greco (2005) concluíram que o volume de sangue é aumentado pelo treinamento aeróbio, como o do ciclismo. Esse aumento acontece pela alteração do volume plasmático por mecanismos hormonais com ação nos rins e aumento da pressão osmótica pelo aumento das proteínas plasmáticas. Apesar do total de hemoglobina ser maior no indivíduo treinado que no indivíduo sedentário, o hematócrito do treinado pode ser menor em virtude da expansão plasmática. Também se questiona o papel do baço enquanto órgão que colabora com o sistema sanguíneo.

Malcovati *et al.* (2003) constataram que durante uma temporada competitiva o hematócrito do atleta apresenta queda (de 43,4% para 42,9%), sendo que os autores avaliaram 923 jogadores de futebol profissional filiados à Federação Italiana de Futebol, sobre

marcadores sanguíneos. No estudo os autores afirmaram que o hematócrito não oferece informação substancial sobre a hemoglobina, podendo incorrer em erros analíticos, mas a informação é aplicada em indivíduos com aumento de células vermelhas.

O comportamento do plasma foi avaliado por Ferreira *et al.* (2010) com foco na hidratação, sendo que 15 atletas ($VO_2\text{máx } 68 \pm 5,4 \text{ ml/kg/min}$) e 15 ativos ($VO_2\text{máx } 50,3 \pm 6,3 \text{ ml/kg/min}$) realizaram esforço em esteira a 75-85% da $FC\text{máx}$ por 80min, consumindo 3ml/kg de água a cada 15min, e passando por coleta de sangue antes, aos 40min de esforço e logo após o esforço. Os aumentos no hematócrito nos dois grupos não foram estatisticamente significativos, apesar dos atletas terem terminado o protocolo com maior desidratação do que os ativos (percentual relativo de desidratação: $1,88 \times 0,74$; taxa de produção de suor em ml/min: $25,82 \pm 7,4 \times 20,91 \pm 4,52$). Dessa forma, o nível de condicionamento interfere no estado de hidratação, refletindo em maior percentual de desidratação para os atletas.

Quanto à influência do baço de forma aguda no hematócrito, Stewart *et al.* (2003) avaliaram nove homens em cicloergômetro com estímulo de 15min a 60% do $VO_2\text{máx}$, seguido de esforço incremental até a exaustão. O baço foi analisado por radioatividade quanto ao volume e tamanho no estímulo inicial, sendo que as duas variáveis apresentaram queda, mas essas alterações foram recuperadas 20min após o término do protocolo incremental. Com o esforço até a exaustão o volume de plasma diminuiu ($3,509 \pm 165 \times 2,897 \pm 187\text{ml}$), a contagem de células vermelhas por litro de sangue aumentou, assim como o hematócrito ($41,7 \pm 0,07 \times 47,4 \pm 0,08\%$), logo após o esforço. Esses resultados foram justificados pelos autores principalmente pela movimentação intra e extravascular de fluídos, havendo o retorno plasmático 60min após a intervenção. Com o exposto, o baço não apresenta efeito na alteração aguda de células vermelhas em exercício intenso.

2.2.2 Cortisol

Foss e Keteyian (2000) concluíram que o cortisol é o hormônio glicocorticóide mais importante da glândula suprarrenal, promovendo a síntese de glicose a partir de aminoácidos, diminuindo a lipogênese hepática e mobilizando a gordura dos tecidos adiposos. Também

mantém a reatividade vascular as catecolaminas (hormônios adrenalina e noradrenalina), e inibe a reação inflamatória. Esta última é associada com a imunossupressão que também acontece por impedir a proliferação dos linfócitos T (CONSTANZO, 2011).

Mendes *et al.* (2009) investigaram a relação entre a expressão do cortisol e a oferta de carboidrato em judocas durante sessões de treinamento. Para tanto, os atletas foram organizados em grupo experimental e placebo, de forma duplo-cega, para administração de solução a 6% de carboidrato ao longo da sessão de 120min de treino. Foram realizadas coletas antes da sessão, imediatamente após e uma hora após o término. A oferta de carboidrato na razão de 3 ml/kg atenuou a expressão do cortisol para os momentos após e uma hora após a sessão, além de não alterar a contagem de leucócitos e linfócitos. No grupo placebo houve alteração na concentração de leucócitos e linfócitos entre os três momentos analisados.

Em ciclistas Green *et al.* (2003) demonstraram que a ingesta de carboidrato afeta a função linfocitária independente do cortisol. Participaram seis ciclistas em protocolo de 2h30min a 85% do LAn, em dois momentos: placebo e experimental, com bebida a 6% de carboidrato para 3,2gr/kg. As coletas aconteceram antes, durante, imediatamente após e uma hora após o esforço. Houve diferenças apenas no grupo experimental, com redução na contagem de células brancas e neutrófilos entre os momentos após e uma hora após o esforço. A resposta imunológica não se associou à concentração de cortisol, que por sua vez sofre impacto da administração de carboidrato entre os momentos após e imediatamente após o esforço.

Em investigação longitudinal com ciclistas, Rincón *et al.* (2001) analisaram a relação entre o cortisol, catecolaminas e atividade fagocitária em 14 ciclistas de uma equipe competitiva durante uma temporada compreendida entre os meses de janeiro a novembro, com o período competitivo entre março e setembro, percorrendo a média de 25 mil quilômetros na temporada. O cortisol apresentou aumento significativo no mês de novembro quando comparado com o mês de janeiro, se relacionando com baixa atividade fagocitária. Os autores indicaram que essa relação é fraca para assumir algum efeito do cortisol sobre a fagocitose. Existem comportamentos diferentes para essa associação em atletas e sedentários quanto a capacidade funcional, visto que atletas conseguem suportar níveis mais extenuantes de esforço, e durante uma temporada, exibem níveis basais de neutrófilos e cortisol plasmático mais altos que os sedentários.

Outro estudo relacionando intensidade de esforço em ciclistas, mas com menor cobertura, foi o de Lucía *et al.* (2001). Nele nove ciclistas profissionais foram avaliados ao longo de uma competição de três semanas, no modelo *tour* (Volta da Espanha de 1999). O cortisol foi avaliado no soro pela manhã, ao final de cada semana de competição. A concentração hormonal apresentou queda constante, apesar de ficar nos padrões para a saúde. Uma justificativa apresentada foi a fadiga das glândulas suprarrenais e/ou hipófise, mas o estudo não avaliou a concentração do hormônio adrenocorticotrópico ou a sensibilidade ao *feedback* negativo ao longo da competição. De forma geral, se aceita que exista fadiga endócrina com longos períodos de esforço intenso.

2.2.3 Creatina-quinase

Enzima que acelera a quebra da fosfocreatina para ressintetizar a adenosina trifosfato (ATP) na presença da adenosina difosfato (ADP), segundo Foss e Keteyian (2000). De acordo com Denadai e Greco (2005) a creatina-quinase (CK) é uma enzima da via energética anaeróbia alática e pode ser interpretada como marcador de estresse fisiológico provocado pelo treinamento físico e de dano muscular (DEMINICE *et al.*, 2009); a longo prazo se associa ao quadro de supertreinamento (*overtraining*). Silva *et al.* (2012) apontaram a carência de parâmetros de referência bioquímicos, hematológicos e hormonais associados ao desempenho esportivo, sendo que os autores elaboraram tabelas de percentis para futebolistas profissionais. Participaram 82 jogadores, com coletas 30 dias após o início da principal competição de suas equipes, sendo a obtenção de sangue em jejum, resultando em $337,6 \pm 283,7$ UI.L como referência média para a CK.

Deminice *et al.* (2009) verificaram a relação da CK como marcador de dano muscular em associação com atividade oxidativa em 16 nadadores em dois períodos de treinamento, sendo preparatório específico (8 semanas, 41 ± 6 km/semana, 8 ± 1 treinos por semana com duração de 142 ± 13 min cada sessão) e polimento (3 semanas, $24,6 \pm 5$ km/semana, 5 ± 1 treinos por semana com duração de 102 ± 21 min cada sessão). Houve aumento do índice técnico dos atletas, com queda na atividade oxidativa após o período de polimento, no qual

ocorre a queda do volume de treinamento precedendo a competição. A CK não apresentou diferença entre os dois momentos ($131,1 \pm 64,1$ x $141,1 \pm 73,3$ U/L), mas se associou com a variação dos índices de oxidação, podendo representar minimização dos eventos inflamatórios, como infiltração de leucócitos, que promovem a oxidação de proteínas contráteis e danos na membrana celular.

A CK como marcador de dano muscular também pode ser associada com a concentração da enzima lactato desidrogenase (LDH), que catalisa a interconversão de piruvato à lactato, como verificaram Bandeira *et al.* (2012). O estudo avaliou 18 jogadores de futebol de um clube, organizados em grupo experimental e controle. O grupo experimental passou por estímulo de força com exercícios de musculação e teve coleta de sangue para o lactato imediatamente após o esforço, e para a CK 24 horas depois do estímulo. A correlação positiva entre as duas variáveis reforça sua interpretação como marcadores de lesão muscular pós-exercício, visto que os danos nos componentes contráteis do músculo libera a CK na corrente sanguínea, aumentando a contagem leucocitária e sugerindo inflamação do tecido estimulado.

2.2.4 Outras enzimas intracelulares: AST, ALT e GGT

Níveis plasmáticos de outras enzimas intracelulares também se associam ao esforço físico (MENA *et al.*, 1996). As enzimas intracelulares aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e gama glutamil transferase (GGT) foram investigadas por Mena *et al.* (1996) em ciclistas profissionais de duas grandes voltas (Volta Ciclística de Valência com 800km em seis dias; e da Espanha com 2700km em 20 dias). Os níveis plasmáticos basais foram identificados nos 51 ciclistas participantes após jejum, e comparados com as coletas até 30 minutos após as etapas. A AST e ALT apresentaram considerável incremento, enquanto a GGT não alterou.

Martins e Santos (2012) concluíram que a AST, assim como a CK, é indicadora de dano celular, visto que ambas são do meio intracelular e seu aumento plasmático se relaciona com lesões da membrana plasmática. Já as enzimas ALT e GGT são mais presentes no fígado

e epitélios dos ductos biliares e renais, e seu aumento plasmático pode indicar distúrbios hepáticos com danos hepatocelulares por redistribuição do fluxo sanguíneo e aumento da temperatura corporal, como respostas ao exercício físico. Os autores coletaram sangue de 10 atletas antes e após competição de triatlon longo, e verificaram aumento dos níveis plasmáticos da AST, ALT e GGT, além da CK.

2.2.5 Mioglobina

Depósito de oxigênio e promotor de sua difusão na fibra muscular, a mioglobina (MB) empresta sua coloração à fibra muscular vermelha e é comumente citada como hemoglobina muscular pela sua semelhança com a célula sanguínea (FOSS; KETEYIAN, 2000). Em associação com o exercício, a MB plasmática é um indicador do grau de agressão ao organismo (MARTINS; SANTOS, 2012).

Takarada (2003) avaliou 15 jogadores de rugby quanto ao dano muscular após uma partida, e identificou alteração de MB plasmática quando comparada com a coleta pré-jogo. O nível plasmático de MB retornou ao valor basal 24 horas após o término da partida.

A alteração também acontece em atividades de longa duração e distância. Smith *et al.* (2004) avaliaram 34 participantes de uma maratona, com coleta de amostras de sangue pré e pós-competição. O nível normal de MB é de 0 a 107 ng/ml, sendo que o valor pré estava em $74,8 \pm 6,2$ e após a competição acima de 500ng/ml. Também houve aumento na CK e AST.

As informações sanguíneas se associam com o esforço do atleta, refletindo no sistema imunológico, que também pode ser avaliado por meio de dosagens do sangue, como será apresentado adiante.

2.3 SISTEMA IMUNOLÓGICO

O sistema imunológico é formado pelas células e moléculas responsáveis pela imunidade, e sua resposta coletiva e coordenada à introdução de substâncias estranhas recebe

o nome de resposta imune (ABBAS *et al.*, 2008). O sistema imunológico é uma complexa rede de células e moléculas dispersas pelo organismo, apresentando a capacidade de reconhecer especificamente determinadas estruturas moleculares ou antígenos e gerar resposta para destruição ou inativação (MARTÍNEZ ; ALVAREZ-MON, 1999). A defesa contra microorganismos é mediada por respostas imunológicas natural ou inata e adquirida ou adaptativa (RANG *et al.*, 2007; ABBAS *et al.*, 2008).

A resposta imunológica natural ou inata é a defesa inicial do organismo, sendo um importante evento o reconhecimento do patógeno (RANG *et al.*, 2007). Ela é composta por mecanismos estabelecidos antes da infecção. São integrantes dessa resposta: barreiras físicas e químicas, como epitélios e substâncias antibacterianas; células fagocitárias, como os neutrófilos, macrófagos e linfócitos *natural killer*; proteínas plasmáticas; e citocinas, proteínas imunológicas que regulam a atividade desse sistema (ABBAS *et al.*, 2008).

A resposta imunológica adquirida ou adaptativa é desenvolvida pela exposição ao agente infeccioso (ABBAS *et al.*, 2008), sendo mais eficiente e altamente específica que a natural ou inata contra o patógeno invasor (RANG *et al.*, 2007). Sua resposta é aprimorada de acordo com exposições posteriores e suas magnitudes, baseando essa ação na especificidade do sistema e na memória imunológica (MARTÍNEZ, ALVAREZ-MON, 1999). Os linfócitos e seus anticorpos são os principais componentes desse sistema, que atua de acordo com o antígeno, que é a substância estranha que induz a resposta imunológica (ABBAS *et al.*, 2008).

A resposta imunológica adquirida ou adaptativa pode ser organizada em duas fases simplificadas: a fase de indução, quando o antígeno é apresentado aos linfócitos T, que passam por divisões celulares e criam uma massa de células; e a fase efetora, quando essa massa celular se diferencia e produz os anticorpos, ativam macrófagos ou destroem células hospedeiras, também criando uma população celular sensível ao antígeno, que em caso de infecção posterior desse organismo, haverá resposta amplificada (RANG *et al.*, 2007).

A ação imunológica pode provocar a inflamação, que é uma reação celular com o recrutamento de leucócitos e extravasamento de proteínas plasmáticas em um local de infecção, o infiltrado inflamatório, com ativação dos leucócitos e proteínas para eliminação do agente infeccioso. Essa resposta também pode causar a lesão de tecidos normais (ABBAS *et al.*, 2008). Frequentemente se observa alterações nos locais da inflamação, mas também respostas sistêmicas, como febre, leucocitose ou neutrofilia (aumento dos leucócitos ou

neutrófilos, respectivamente, no sangue). e liberação de proteínas de fase aguda pelo fígado (RANG *et al.*, 2007). A inflamação é uma resposta do tecido vascularizado à infecção, exposição a toxinas ou lesão celular, sendo a inflamação aguda o resultado de respostas imunes naturais (ABBAS *et al.*, 2008).

2.3.1 Marcadores da atividade imunológica humana

A capacidade de defesa imunológica é mediada pela ativação de células efetoras (MARTÍNEZ; ALVAREZ-MON, 1999). A imunidade humoral é baseada em moléculas do sangue e secreções de mucosas, os anticorpos, produzidos pelos linfócitos B; a imunidade celular é baseada nos linfócitos T que promovem a destruição dos microorganismos (ABBAS *et al.*, 2008). Essas informações compreendem o sistema imunológico humano, o qual conta com componentes a serem mensurados para aferição da qualidade e intensidade de respostas de defesa orgânica.

O leucograma é o relatório laboratorial que cobre as informações sobre as células do sistema imunológico e proteínas (citocinas) que atuam nas funções dessas células (ABBAS *et al.*, 2008). É análogo ao hemograma para o sangue. No hemograma completo, a série vermelha cobre as células sanguíneas, e a série branca as informações imunológicas.

2.3.2 Células do sistema imunológico

São células envolvidas na resposta imunológica (ABBAS *et al.*, 2008). A figura a seguir indica a faixa de concentração normal para cada célula e sua variação padrão.

Figura 4 - Faixa de concentração e variação normal para as células imunológicas.

Células imunológicas	Número médio por microlitro de sangue	Variação normal por microlitro de sangue
Leucócitos	7400	4500 - 11000
Neutrófilos	4400	1800 - 7700
Eosinófilos	200	0 - 450
Basófilos	40	0 - 200
Linfócitos	2500	1000 - 4800
Monócitos	300	0 - 800

Fonte: adaptado de Abbas *et al.* (2008).

Na sequência estão detalhadas as características funcionais de cada célula do sistema imunológico, de acordo com Rang *et al.* (2007) e Abbas *et al.* (2008), relevantes para o presente estudo.

2.3.2.1 Leucócitos

Os leucócitos compõem a série branca do sangue, sendo as células responsáveis pela imunidade humana, a produção de anticorpos e o desencadear das respostas inflamatórias.

2.3.2.2 Neutrófilos

Os neutrófilos são leucócitos polimorfonucleares (núcleos constituídos de vários lóbulos), a população mais abundante da série branca do sangue e se envolvem nas fases mais

iniciais das respostas inflamatórias. São as primeiras células a alcançar o local da inflamação, sendo capazes de englobar, matar e digerir microrganismos.

2.3.2.3 Eosinófilos

É importante na defesa contra parasitas extracelulares, estando envolvidos nos infiltrados inflamatórios de fase tardia. É um granulócito derivado da medula óssea.

2.3.2.4 Basófilos

Granulócito derivado da medula óssea que apresenta mediador inflamatório. Quando recrutado para o tecido envolvido com os antígenos contribui com as reações de hipersensibilidade imediata.

2.3.2.5 Linfócitos

Células capazes de reconhecer e distinguir de modo específico os antigênicos, desenvolvendo as características de especificidade e memória. Os linfócitos são organizados em populações, indistintas morfologicamente, mas diferentes em suas funções e produtos protéicos.

Os linfócitos B são células produtoras de anticorpos, e seu desenvolvimento inicial acontece na medula óssea humana. Os linfócitos T são mediadores da imunidade celular, com desenvolvimento no timo. Já os linfócitos *natural killer* são células efectoras circulantes que secretam citocinas e estimulam a inflamação.

2.3.2.6 Monócitos

Célula derivada da medula óssea que é recrutada para os locais de inflamação, gerando os macrófagos. Os macrófagos são ativados por produtos microbianos e citocinas dos linfócitos T, e fagocitam microrganismos e secretam citocinas pró-inflamatórias.

2.3.3 Proteínas do sistema imunológico

São substâncias associadas às células do sistema imunológico. Elas podem se associar ao antígeno e promover sua eliminação (imunoglobulina), amplificar a resposta imunológica (citocinas) e facilitar a fagocitose (proteínas de complemento). Para o presente estudo as citocinas envolvidas com as respostas inflamatória têm maior relevância, e estão apresentadas a seguir.

2.3.3.1 Interleucina 1 (IL-1)

Citocina mediadora de resposta inflamatórias na imunidade inata (ABBAS *et al.*, 2008), promovendo a indução de moléculas de adesão às células endoteliais, estimulação da produção de quimiocinas por células endoteliais e macrófagos, e estimulação da síntese de proteínas plasmáticas de fase aguda e induz a febre.

2.3.3.2 Interleucina 6 (IL-6)

Associada à imunidade inata e adquirida. Estimula a síntese de proteínas de fase aguda pelos hepatócitos e desenvolvimento dos linfócitos B para produção de anticorpos (ABBAS *et al.*, 2008).

2.3.3.3 Fator de necrose tumoral (TNF)

Citocina dos fagócitos para recrutamento de neutrófilos e monócitos aos locais de infecção (ABBAS *et al.*, 2008). O TNF estimula as células endoteliais vasculares para produzirem novas moléculas de adesão, induz a secreção de quimiocinas pelos macrófagos e células endoteliais e promove a apoptose de células-alvo. Pode gerar efeitos sistêmicos, como a febre, em infecções graves.

2.3.4 Resposta imunológica ao exercício físico

A resposta imunológica ao exercício físico tem sido analisada por estudos específicos e demonstrado que existe redução transitória da função imune após o esforço, com restabelecimento posterior, mas também que o treinamento intenso pode provocar importante imunossupressão e aumento do risco de doenças (DENADAI; GRECO, 2005).

Brunelli *et al.* (2011) concluíram que os sintomas que caracterizam o início da imunossupressão se relacionam com as infecções do trato respiratório superior (ITRS), sendo coriza, resfriado, gripe, dor de garganta, otite e febre. No estudo os autores acompanharam por 28 semanas dois grupos de mulheres, sendo um praticante de voleibol recreacional e o outro de mulheres não ativas fisicamente. Ao final do estudo os dois grupos apresentaram modulações nas células imunológicas, mas o grupo fisicamente ativo teve aproximadamente 427% menos incidência de ITRS que o outro grupo. Dessa forma, a atividade física recreacional se relaciona com modulações positivas do sistema imunológico.

A discussão entre esforço físico e susceptibilidade a infecções pode ser controversa e foi discutida na revisão de Borges *et al.* (2012). No trabalho os autores exploraram os modelos dessa relação, denominados neuroendócrino (sustentada secreção do hormônio

hipofisário adrenocorticotrófico e cortisol), curva em J (alta intensidade de exercício provoca imunossupressão), janela aberta (esforço intenso, de forma aguda, facilita as infecções entre 3 à 72h) e curva em S (alteração da curva em J, ajustando os atletas de alto nível a uma adaptação imunológica positiva). Esses modelos apresentam bases variadas, como princípios fisiológicos, imunológicos e epidemiológicos. Como a discussão de relação é ampla e controversa, o presente estudo vai se ater a modulações das células imunológicas, incidência de sintomas de ITRS e outros marcadores biológicos relevantes.

Na dissertação de Baganha (2009) foi verificada associação entre episódios de ITRS com o volume de treinamento de ciclismo. No estudo 10 ciclistas realizaram treinamento periodizado durante oito semanas, e os casos de ITRS se concentraram nas semanas 7 e 8, apresentando relação com o volume de treino. As células imunológicas e a concentração sérica de cortisol foram avaliadas, comparando o momento pré-treinamento com o momento 24 horas após a última sessão de treino. Na série branca apenas os monócitos apresentaram alteração, com queda associada à remodelação tecidual necessária ao dano muscular provocado pelo exercício. Também foi identificada redução na concentração sérica de cortisol, que apresenta relação com as respostas imunológicas.

Também com abordagem longitudinal, Rincón *et al.* (2001) analisaram a atividade fagocitária de monócitos e neutrófilos ao longo de uma temporada de ciclismo, e identificaram aumento associado com os meses de maior volume de esforço e com as competições mais importantes. Os autores apresentaram essa atividade fagocitária acompanhada de marcadores hormonais, não isolando os componentes imunológicos, mas evidenciando um aumento na atividade imunológica nos momentos de mais recrutamento temporal dos músculos. Pode ocorrer uma adaptação imunológica paralela ao condicionamento físico, apresentando eficiência no momento que o atleta mais precisa se proteger de um patógeno e evitar uma infecção.

Green *et al.* (2003) verificaram a influência da ingestão de carboidrato sobre o cortisol durante 2h30min de ciclismo com intensidade de 85% do LAn em grupo experimental e placebo. O grupo que ingeriu carboidrato apresentou redução na concentração sérica do hormônio e retorno mais breve aos níveis próximos dos basais para as células brancas, quando comparado com o grupo placebo. A porção dos neutrófilos foi a população com diferença evidenciada. Independente da ingestão de carboidrato, os dois grupos apresentaram aumento

das células brancas, linfócitos, neutrófilos e monócitos quando foi comparado o momento pré-esforço com durante o exercício e imediatamente após, parecendo existir um comportamento de retorno aos níveis prévios uma hora após o término do esforço.

A mesma tendência de aumento da concentração de células brancas entre o início e o término do esforço foi identificada por Martins e Santos (2012) em triatletas, sendo que no estudo foi utilizada uma competição oficial como parâmetro, sem indicação da intensidade média, visto que no momento da competição o atleta oferece sua capacidade máxima. Houve aumento nos monócitos, linfócitos, neutrófilos e leucócitos circulantes. Esse comportamento foi entendido como uma resposta aguda normal, dependente da intensidade, duração e tipo de esforço.

Já Smith *et al.* (2004) analisaram o hemograma de 34 pessoas antes e depois de uma maratona. A contagem de células brancas aumentou, ultrapassando a variação padrão, o que na abordagem médica indicaria uma infecção ou processo inflamatório.

Os trabalhos analisados ofereceram uma visão geral sobre exercício físico, marcadores sanguíneos associados e atividade imunológica, o que permitirá a análise crítica e científica da proposta do presente estudo, de acordo com as informações apresentadas adiante.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Comparar as alterações de biomarcadores sanguíneos em ciclistas após competições de meio-fundo e contra-relógio individual.

3.2 Objetivos específicos

- Verificar a relação entre o peso corporal nas competições sobre as concentrações finais de biomarcadores sanguíneos;
- Investigar a associação entre o VO_2 máx e os biomarcadores sanguíneos após as competições de meio-fundo e contra-relógio individual.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Aspectos gráficos do trabalho

A estruturação do presente trabalho seguiu as normas elaboradas especificamente para o programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (ZÁRATE, 2008), com utilização do sistema autor-data para as citações e o estilo Vancouver para apresentação das referências.

4.2 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo de intervenção não-controlado, denominado "antes e depois". Neste tipo de estudo todos os indivíduos participantes são submetidos aos mesmos procedimentos e sua condição é verificada no início e em vários momentos após a intervenção.

4.3 Sujeitos do estudo

Participaram deste estudo 20 indivíduos do sexo masculino praticantes de ciclismo, de nível competitivo estadual, credenciados pela Federação de Mato Grosso do Sul de Ciclismo (FMSC), com idade entre 20 e 49 anos. A escolha desses indivíduos foi do tipo não probabilística por julgamento.

4.4 Aspectos éticos

Este estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e aprovado pelo parecer 467.601 de 26/11/2013 (Anexo).

4.5 Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo ciclistas com os seguintes critérios:

- Ter mais de 18 anos de idade;
- Participar de programa de condicionamento aeróbio por mais de oito meses, sendo caracterizados como indivíduos treinados (DENADAI; GRECO, 2005);
- Ter participado do último Campeonato Estadual de Ciclismo da FMSC;
- Nunca ter tido tempo de interrupção dos exercícios maior do que sete dias consecutivos nos últimos oito meses precedentes ao início da coleta de dados do presente estudo;
- Ter tido um treinamento desportivo específico (ciclismo) com periodicidade mínima de três sessões por semana nos últimos oito meses, com pelo menos 60 minutos de duração em cada uma das sessões.

4.6 Critérios de exclusão

Foram excluídos da amostra os indivíduos que apresentaram uma ou mais das condições listadas a seguir:

- Estar em uso de suplementação alimentar com substâncias ergogênicas, por meio de fórmulas comercializadas;

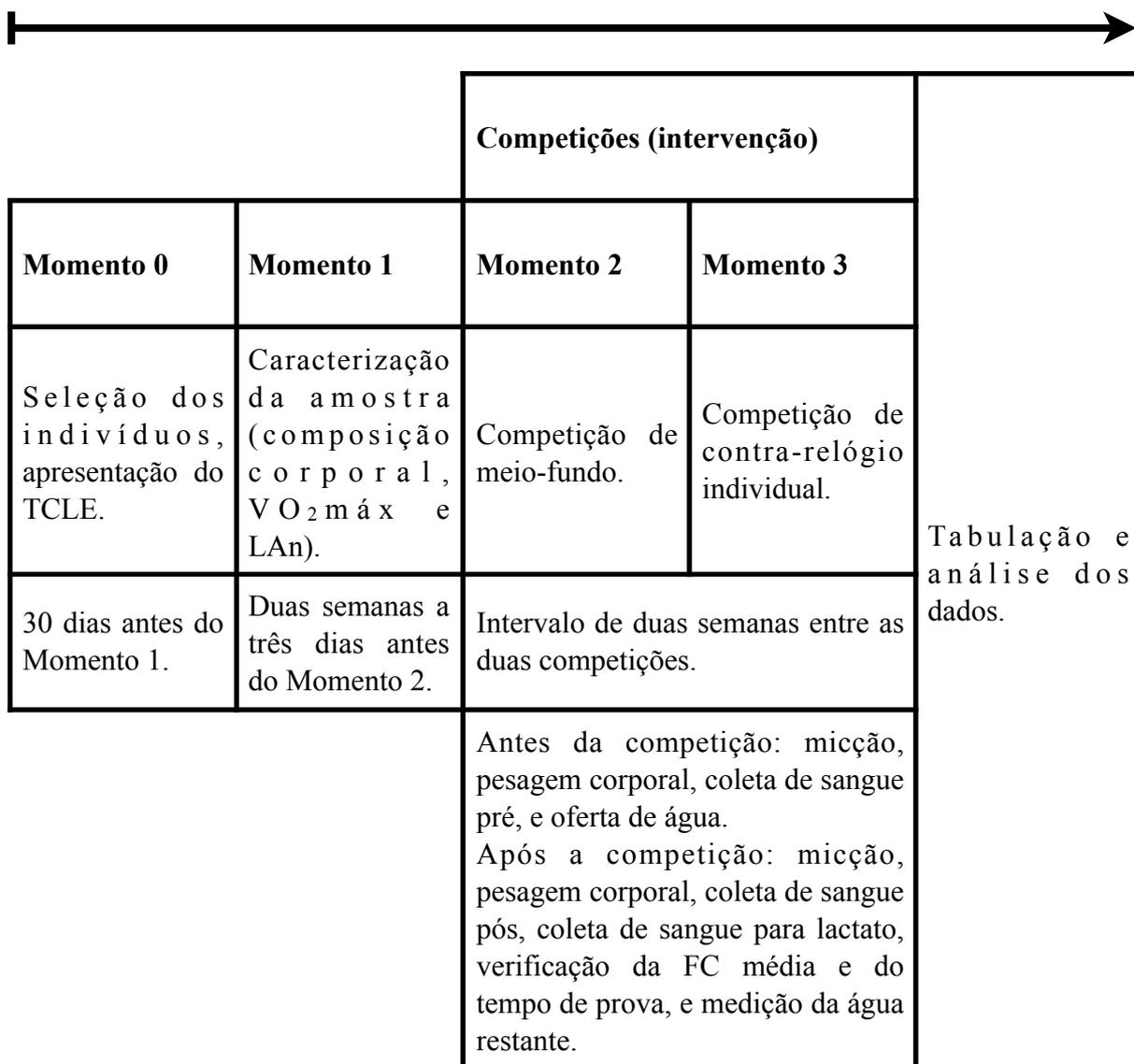
- Estar em uso de medicamento que tem possibilidade de interferência sobre algum dos parâmetros analisados neste estudo;
- Estar em uso de medicamentos contendo qualquer um dos parâmetros bioquímicos analisados;
- Ser portador de doença renal, hepática ou do metabolismo, com possibilidade de interferência sobre algum dos parâmetros analisados neste estudo;
- Apresentar infecção aguda ou mal-estar nos momentos de coletas dos dados;
- Não concluir as competições para a coleta de dados;
- Ser indígenas.

4.7 Desenho experimental

Os ciclistas foram convidados individualmente, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, e disponibilidade para as coletas de dados. Para os ciclistas que demonstraram interesse em participar do estudo, foi entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (APÊNDICE A). Havendo concordância com o conteúdo, o documento foi assinado em duas vias, ficando uma com o pesquisador e a outra com o participante, quando deu-se prosseguimento ao trabalho.

O modelo experimental está exposto na figura a seguir e será detalhado na sequência.

Figura 5 - Desenho experimental definindo ações em função do tempo de pesquisa.



- Momento 0: Teve início 30 dias antes do momento 1, quando os atletas foram apresentados ao projeto científico em uma reunião de presidentes de clubes e atletas da FMSC, havendo a obtenção dos dados iniciais dos interessados e ficando aberto o contato para obter o total de participantes da amostra.

- Momento 1: Caracterização da amostra.

Os ciclistas foram avaliados quanto as seguintes variáveis de caracterização e controle:

- Composição corporal: foram seguidas as diretrizes de Fernandes Filho (2003). Todas as avaliações foram realizadas em laboratório com ambiente reservado, e o avaliado trajando apenas a bermuda de ciclismo.

- Estatura: o avaliado deve estar ereto, com os pés unidos, tocando o estadiômetro com os calcanhares, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital, sendo que a medida é feita durante apnéia inspiratória. O resultado é indicado em metros (m). Foi utilizado estadiômetro da balança antropométrica da marca Filizola, com graduação a cada 0,5cm;
- Peso corporal: o avaliado deve estar de costas para a escala da balança, subindo ao centro do equipamento e deve se manter em pé. O resultado é indicado em quilos (kg). Foi utilizada balança antropométrica da marca Filizola com capacidade para 150kg e graduação a cada 100gr, calibrada a cada pesagem;
- Dobras cutâneas tricipital (paralela ao eixo longitudinal do braço, na face posterior, no ponto médio entre a borda súpero-lateral do acrômio e o olécrano), supra-iliaca (obtida no sentido oblíquo dois centímetros acima da crista ilíaca ântero-superior na linha axilar média), e abdominal (paralela ao eixo longitudinal do corpo, dois centímetros à direita da cicatriz umbilical). Foram obtidas do lado direito do avaliado por meio de três ciclos, gerando média de cada dobra cutânea. Foi utilizado adipômetro científico da marca Cescorf com graduação a cada 0,1mm, calibrado a cada avaliado;
- Percentual de gordura: conversão da densidade corporal obtida pelo protocolo de Guedes ($\text{densidade} = 1,17136 - 0,06706 \log (\text{DC tricipital} + \text{supra-iliaca} + \text{abdominal})$) com a fórmula de Siri: $\text{percentual de gordura} = [(4,95 / \text{densidade}) - 4,5] \times 100$. O resultado é indicado em percentual (%) do peso corporal total.
- Volume máximo de oxigênio ($\text{VO}_2\text{máx}$), frequência cardíaca máxima (FCmáx), limiar anaeróbio (LAN), potência (W) no LAN e no $\text{VO}_2\text{máx}$: os procedimentos foram realizados em ambiente específico (temperatura 20 - 22°C e umidade relativa do ar de 39 - 44%) no Laboratório de Pneumologia do Hospital Universitário de Mato Grosso do Sul. As avaliações foram realizadas no período matutino, e os atletas foram orientados a se absterem de café, estimulantes e esforço físico nas 24 horas que antecederam o teste. No dia do teste foi recomendado que realizassem um café da manhã padrão para os dias de competição. Foi utilizado cicloergômetro

eletromagnético (marca Inbramed, modelo CG04), revisado e calibrado no início do período experimental. Durante o protocolo de esforço o atleta estava conectado por máscara a um analisador de gases (marca Cosmed CPET), que realizava a mensuração do consumo de oxigênio a cada respiração. Esse equipamento era calibrado no início da manhã e/ou a cada duas avaliações. Para cada avaliado o cicloergômetro era ajustado quanto a altura do selim, e distância e inclinação do guidão

- Foi realizado aquecimento no cicloergômetro por cinco minutos com carga de 100W, e após o aquecimento foi iniciado o protocolo incremental de 25W a cada um minuto mantendo 70 a 90 rotações por minuto (rpm), até a exaustão voluntária (SANGALI *et al.*, 2013). O atleta não podia perder o contato do quadril com o selim durante o teste;
- A análise dos dados respiratórios se deu pela média dos últimos 20 segundos de cada estágio do teste;
- O VO_2 máx foi determinado por, pelo menos, dois dos critérios: (1) coeficiente respiratório $\geq 1,1$, (2) frequência cardíaca próxima da prevista para a idade ($220 - \text{idade}$), (3) existência de platô. O resultado do teste é expresso em mililitros por quilo de peso corporal por minuto (ml/kg/min);
- O limiar anaeróbio (LAn) foi definido pelo aumento do VE/CO₂. O resultado do teste é expresso em batimentos por minuto (bpm);
- As potências foram definidas de acordo com a carga aplicada no estágio que o LAn e o VO_2 máx foram identificados. O resultado do teste é apresentado em watts (W).

Todas as informações do momento 1 foram coletadas no período de duas semanas a três dias (quinta-feira anterior a competição no domingo) antes do momento 2.

- Momento 2: Competição de meio-fundo.

Caracterizada como uma competição em circuito de rua fechado, na qual os atletas deveriam completar um tempo determinado de esforço, mais uma volta para definir a classificação final.

Foi selecionada uma competição do calendário nacional da Confederação Brasileira de Ciclismo realizada pela FMSC, no período matutino, que teve duração de 90 minutos e mais uma volta (o tempo de competição foi aferido no ciclocomputador de cada participante).

Essa competição aconteceu duas semanas antes do momento 3.

- Momento 3: Competição de contra-relógio individual.

Caracterizada como uma competição com distância fixa na qual cada atleta tem sua largada individualizada dentro de uma ordem pré-estabelecida com diferença de um minuto entre cada atleta. Ele deve terminar essa distância no menor tempo possível e sem fazer uso de vácuo ou outro apoio externo para incremento do desempenho.

Foi selecionada uma competição do calendário estadual da FMSC, no período matutino, com distância de 17.200 metros.

4.7.1 Controle da ingestão de água e monitoramento do peso corporal

Antes da coleta de sangue pré-competição, cada atleta foi convidado a visitar um dos banheiros disponibilizados pela organização da competição para realizar ou forçar micção, e depois realizar a punção venosa e a pesagem corporal. Nessa pesagem o atleta trajava sua vestimenta de competição (bermuda e camisa), retirando os calçados, meias, luvas, óculos e capacete. Após a pesagem recebia duas garrafas com 600ml de água cada. O atleta foi incentivado a consumir apenas a água oferecida, de acordo com sua sede. Ao final, as garrafas foram coletadas e medido o conteúdo restante para obter o consumo de água. Nenhum atleta usou as garrafas para se resfriar molhando o corpo, ou outra garrafa foi oferecida, apesar da disponibilidade. Após a chegada o atleta teve um minuto para ir ao banheiro urinar e realizar a coleta de sangue pós-competição, quando se obtia também o peso corporal na mesma condição de vestimenta que anteriormente.

4.7.2 Coleta de sangue

Nos dias de competição foram preparadas tendas próximas aos locais das largadas, facilitando o acesso dos atletas aos banheiros e aos pesquisadores. Esse local foi isolado do ambiente externo, e apenas os atletas em atendimento e os pesquisadores estavam presentes.

Foi preparada uma bancada com todos os materiais de coleta para os procedimentos descritos abaixo:

- O atleta sentava em uma das cadeiras próximas da bancada para acesso de um dos pesquisadores, deixando o braço da coleta de sangue sobre um apoio;
- A região antecubital do braço de coleta era higienizada com álcool 70% em algodão e realizada com seringa e agulha, e o material coletado era armazenado em dois tubos: tubo seco para determinação bioquímica e tubo com EDTA (anticoagulante ácido etilendiamino tetra-acético) para hemograma;
- O material era acondicionado em caixa térmica com gelo reutilizável, mantendo a temperatura interna entre 4 - 8°C. Após cada competição a caixa foi armazenada em geladeira e entregue na manhã seguinte ao laboratório particular para análise;
- Após cada competição, no lóbulo da orelha foi realizada lancetagem para a coleta de 25µL de sangue em capilar calibrado, para obtenção do lactato sanguíneo em lactímetro portátil (Accutrend Lactate, Roche) e fita BM-Lactate (marca Roche). O equipamento foi calibrado de acordo com orientação do fabricante antes de cada lote de análise;
- Todo o material descartável era armazenado em caixa própria (descartex) e entregue ao laboratório de análise para o devido descarte.

4.8 Exames

De acordo com cada variável sanguínea foi aplicada uma técnica, indicada abaixo:

- Eritrograma e leucograma: com o sangue total pelo método automação Coulter;

- CK: com o soro pelo método cinético enzimático;
- AST e ALT: com o soro pelo método ultravioleta cinético à 37°C automatizado.

4.9 Análises estatísticas

Os dados coletados estão apresentados de forma descritiva com média e desvio-padrão.

A normalidade da distribuição dos dados foi avaliada pelo teste Shapiro-Wilk, e foi classificada como paramétrica.

Para as comparações das médias foi aplicado o teste t para amostras pareadas.

Para a análise de correlação foi aplicado o teste de correlação linear de Pearson.

O valor de p adotado foi de $\leq 0,05$ em todas as análises e os dados foram processados nos programas estatísticos AcaStat (versão 8.3.10 para Mac) e BioEstat (versão 5.3 para Windows).

5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As coletas de dados se deram em três momentos diferentes: na caracterização da amostra, na competição de meio-fundo e na competição de contra-relógio individual (CRI). A apresentação desses dados e análises seguem organizadas da mesma forma, sendo a apresentação da amostra, as concentrações hematológicas e imunológicas antes e após cada competição, e as análises de correlação das variáveis de interesse para o estudo.

A caracterização geral da amostra está apresentada na tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização descritiva da amostra, Campo Grande - 2014. (n=20)

Variáveis	Média ± DP
Idades (anos)	35 ± 7,93
Altura (metro)	1,75 ± 0,06
Peso corporal (kg)	77,84 ± 10,10
Índice de massa corporal (kg/m ²)	25,49 ± 2,64
Gordura corporal (%)	16,71 ± 4,14
FCmáx (bpm)	185,10 ± 8,82
VO ₂ máx (ml/kg/min)	55,72 ± 6,83
VO ₂ máx (W)	345 ± 50,99
LAn (bpm)	166,05 ± 8,51
LAn (W)	285 ± 56,12

A idade é uma forma de caracterizar os atletas no ciclismo, sendo que a maior parte das categorias usam a data de nascimento do atleta, enquanto algumas contam com critério de nível técnico (D'ELIA, 2009). A faixa etária dos atletas é típica para os integrantes da categoria de competição em nível local, mas difere de estudos prévios realizados com atletas também de nível competitivo, como o brasileiro de Moro *et al.* (2013) com 30,6 ± 5,7 anos, o australiano de Kakanis *et al.* (2010) com 24,2 ± 5,3 anos, e o espanhol de Padilla *et al.* (2001) com 26 ± 3 anos. Machado *et al.* (2010) investigaram triatletas sobre dano muscular, com

idade de 40 ± 7 anos, e nos estudos de Kratz *et al.* (2002) e Smith *et al.* (2004) sobre biomarcadores em maratonistas, as idade também foram mais altas, com 49 ± 10 anos e 38 ± 11 anos (nesse estudo 20% da amostra eram mulheres), respectivamente.

A composição corporal é uma qualidade física a ser monitorada durante o processo de treinamento físico (FERNANDES FILHO, 2003; ACSM, 2014). A composição corporal é considerada acima do padrão para o esporte (D'ELIA, 2009), visto que o índice de massa corporal foi de $25,49 \pm 2,64\text{kg/m}^2$, o que coloca a amostra acima do recomendado para a saúde, com teto de $24,99\text{kg/m}^2$ para peso corporal normal (ACSM, 2014), classificando a amostra como sobrepeso, que vai de 25,0 a $29,9\text{kg/m}^2$. Considerando juntamente com o resultado do percentual de gordura, é possível identificar que a amostra apresentou significativa amplitude nesse quesito, visto que dos 20 participantes, sete estavam entre 20 a 22%, dois entre 15 e 19,9%, oito entre 13 e 14,9%, e três estavam entre 9 e 12%.

Segundo o ACSM (2014), essa amplitude da composição corporal, quando ajustada pela idade, fica entre o considerado excelente e razoável, sendo considerado saudável para homens nessa faixa etária. Isso pode ser considerado normal para o momento da preparação física, já que as coletas foram realizadas no primeiro trimestre competitivo do calendário estadual de ciclismo. O estudo de Moro *et al.* (2013) encontrou na amostra $9,5 \pm 4,1\%$ de gordura, enquanto o de Sangali *et al.* (2013), $9,7 \pm 3,5\%$, mas os trabalhos não situam os atletas quanto ao período de preparação física. Já o estudo de Baganha (2009) avaliou atletas em início de temporada, que apresentaram $12,5 \pm 6,5\%$ de gordura corporal para os 24 ± 5 anos de idade.

A frequência cardíaca atingida no teste cardiorrespiratório máximo foi satisfatória, já que a variável representava um dos critérios para o término do esforço. A frequência cardíaca máxima prevista pela idade, com base na equação de $\text{FC}_{\text{máx}} = 220 - \text{idade}$ (ACSM, 2014) foi de $184,89 \pm 8,12\text{bpm}$, muito próximo da média da variável obtida ($p = 0,493$, resultado obtido confrontando a $\text{FC}_{\text{máx}}$ obtida no teste e a $\text{FC}_{\text{máx}}$ prevista pela equação). O protocolo de esforço foi obtido no estudo de Sangali *et al.* (2013), que obteve a $\text{FC}_{\text{máx}}$ de $184,7 \pm 8,2\text{bpm}$, apesar da idade média de $28,5 \pm 4,7$ anos diferir do presente estudo.

O $\text{VO}_2\text{máx}$ teve média satisfatória para o nível competitivo nacional, apesar de abaixo do internacional, o que é reflexo da amplitude de condicionamento entre os participantes, que variou de 43,7 a $67,6\text{ml/kg/min}$, com quatro atletas abaixo de 50ml/kg/min , e cinco acima de

60ml/kg/min. No estudo nacional de Sangali *et al.* (2013) foi identificado VO₂máx de 62,2 ± 8,2ml/kg/min, enquanto no estudo internacional de Zapico *et al.* (2004) foi de 73,1 ± 1,8ml/kg/min. Essa mesma variável, mas caracterizada pela carga no momento máximo (watts), teve média de 345 ± 50,99W, abaixo dos estudos de Sangali *et al.* (2013) com 500,8 ± 58,6W, Zapico *et al.* (2004) com 429 ± 12,5W, Scharbag *et al.* (2005) com 365 ± 35W com nove ciclistas e três triatletas, e Padilla *et al.* (2001) com 433 ± 48W. Nessa relação de consumo de oxigênio para carga absoluta fica evidente o mais alto esforço dos ciclistas dessa amostra local, para uma mesma intensidade absoluta comparados com ciclistas de nível nacional e internacional.

O limiar anaeróbio, um marcador metabólico aplicado na prescrição da intensidade do treinamento, também é considerado satisfatório, e em relação ao VO₂máx, apresentou média de 81,76 ± 6,01%, variando de 70 (dois atletas) a acima de 85% (cinco atletas) da potência aeróbia, o que concorda com a consideração de bom condicionamento aeróbio, condição mandatória para a modalidade. Como a carga aplicada no momento da transição metabólica tem relação com a carga máxima obtida no resultado do VO₂máx, o LAn representado pela carga (W) também fica abaixo de outros estudos com amostra competitiva nacional e internacional (SANGALI *et al.*, 2013; ZAPICO *et al.*, 2004; PADILLA *et al.*, 2001).

A primeira competição, de meio-fundo, teve duração média de 98,45 ± 5,07min, com consumo médio de água de 907 ± 532,28ml, enquanto na segunda competição, de contra-relógio individual, a duração média foi de 27,06 ± 2,49min, com consumo médio de água de 152,50 ± 51,17ml. Em cada competição houve consulta ao peso corporal e coleta de amostra de sangue antes (pré) e depois (pós) do esforço, inclusive para a dosagem de lactato sanguíneo e verificação da frequência cardíaca média durante a competição, e os dados estão apresentados abaixo, na tabela 2.

O peso corporal foi diferente entre o início e fim das duas competições (p < 0,001 no meio-fundo e p = 0,001 no CRI), e também diferiu para o peso final entre as competições (p < 0,001). Isso representou redução no peso corporal de 3,592 ± 2,963% na competição de meio-fundo e de 0,193 ± 0,116% no CRI. O controle de peso corporal foi realizado para monitorar possível efeito na hemoconcentração das variáveis sanguíneas estudadas.

Tabela 2 - Peso corporal, concentração de lactato e frequência cardíaca média de acordo com a competição e o momento da coleta, Campo Grande - 2014. (n=20)

Variáveis	Meio-fundo		Contra-relógio individual	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Média ± Desvio-padrão				
Peso corporal (kg)	78,19 ± 9,13	75,60 ± 9,38†	78,39 ± 8,95	78,28 ± 8,91†‡
Lactato (mM)	-	5,29 ± 2,46	-	10,42 ± 2,42‡
Frequência cardíaca média (bpm)	-	163,2 ± 6,4	-	166,55 ± 7,22‡

†Diferença estatisticamente significativa entre pré e pós na mesma competição (< 0,05); ‡diferença estatisticamente significativa entre pré x pré ou pós x pós na comparação entre as duas competições (< 0,05).

No caso de excesso de hidratação, Bejder *et al.* (2015) apontaram que o consumo excessivo de água, na razão de 1000ml por indivíduo, com análise entre 40 a 80min após o consumo e em repouso, pode afetar os dados sanguíneos por diluição de 2 a 4% do valor inicial. No presente estudo o consumo médio de água foi de 907 ± 532,28ml na competição de meio-fundo e de 152,50 ± 51,17ml, já sendo um volume de água menor que o estudo citado, e ainda contou com o esforço máximo das competições entre as avaliações pré e pós. Dessa forma, a água ingerida pode ter participado da sudorese bem como da movimentação intra e extracelular, descartando a situação de diluição dos marcadores hematológicos pelo consumo de água.

O exposto concorda com Svendsen *et al.* (2014) que realizaram esforço de 2h a 60% do VO₂máx com homens condicionados, em estado de desidratação e de hidratação. Não foi observado efeito do consumo de água sobre as concentrações de cortisol, hematócrito, hemoglobina, leucócitos, neutrófilos e monócitos, sendo que nas duas situações houve aumento. O desempenho, analisado pela potência média, não sofreu influência, o que concorda com o estudo de Berkulo *et al.* (2015), que verificaram que o consumo de água livre (*ad libitum*) não mudou o desempenho de ciclistas condicionados na comparação entre grupos hidratado e desidratado em contra-relógio de 40km, cujo consumo de água foi de 1,4 ± 0,6l

com redução de peso corporal de $1,0 \pm 0,2\%$, contra $2,7 \pm 0,1\%$ na condição de euhidratação e $2,6 \pm 0,1\%$ hipohidratado.

Black *et al.* (2014), numa análise com ciclistas ultramaratonistas, que consumiram a razão de $0,58 \pm 0,27\text{l/h}$ ($580 \pm 270\text{ml/h}$) de água e bebidas esportivas, o peso corporal entre pré e pós competição não diferiu, assim como o hematócrito. Isso contraria os presentes achados, visto que o peso corporal mudou na competição de meio-fundo, assim como o hematócrito, mas os ciclistas consumiram apenas água. A projeção de consumo de água por hora (ml/h) foi de $604,66 \pm 354,85\text{ml/h}$ no meiofundo e de $338,76 \pm 113,48\text{ml/h}$ no CRI, o que pode ter afetado a homeostase mineral, como indicado por Black *et al.* (2014). Na competição de meio-fundo, com o tempo menor de esforço, a intensidade mantida foi alta, no entanto no estudo com ultramaratonistas, essas variáveis não foram monitoradas.

No presente estudo foi identificada FC média de $88,2 \pm 4,0\%$ e $89,9 \pm 0,7\%$ na competição de meio-fundo e CRI, respectivamente ($p = 0,050$), o que juntamente com a concentração de lactato, valoriza a relação entre intensidade e volume na alteração do peso corporal e consumo *ad libitum* de água. Isso também pode ser visto no estudo de Hue *et al.* (2014) em competição de seis dias percorrendo 142km com corredores. O consumo de bebidas não se correlacionou com o desempenho, que estatisticamente teve efeito da temperatura gastrointestinal ($R^2 = 0,73$), perda de água ($R^2 = 0,61$), de peso corporal ($R^2 = 0,48$) e da FC ($R^2 = 0,50$). Segundo os autores, quanto mais água e massa perdida, maior a FC e maior a alteração de temperatura gastrointestinal, melhor é o desempenho, quando analisado em km/h.

A concentração de lactato sanguíneo e a FC média também foram diferentes nas duas competições ($p < 0,001$ e $p = 0,049$, respectivamente). Segundo Padilla *et al.* (2000; 2001) o uso de informações como zonas de esforço no LAn, servem de reflexo para a carga da competição.

Ilustrando essa afirmação, o estudo de Meyer *et al.* (2004) usou essa variável para indicar a presença de fadiga crônica na investigação sobre dois protocolos de recuperação em uma dada carga de treinamento. Ao longo de 13 dias, 11 ciclistas enfrentaram uma carga de treinamento prescrita para provocar excesso de treinamento (*overtraining*), seguida por um protocolo de quatro dias de carga recuperativa no limiar ventilatório: um de 1h e outro de 3h. A concentração de lactato no teste ergométrico máximo teve queda entre o basal e o período

de treinamento, aumento entre o fim do período de esforço e o final da regeneração ($11 \pm 1,9\text{mmol/L}$, $8,7 \pm 1,7\text{mmol/L}$, $10,4 \pm 2,2\text{mmol/L}$), enquanto no protocolo de 3h a queda foi progressiva ($10,8 \pm 1,6\text{mmol/L}$, $9,3 \pm 1,8\text{mmol/L}$, $8,2 \pm 1,8\text{mmol/L}$), e isso se repetiu no comportamento dos leucócitos, linfócitos, neutrófilos e células *natural killers*. Apesar da concentração de lactato não ter apresentado uma relação causal, é possível usar o marcador também como um indicador da supressão imunológico, nesse caso, de aspecto crônico, já que foram 13 dias de treinamento e 4 dias de carga recuperativa.

Partindo para os dados hematológicos, a tabela abaixo indica os resultados no componente sanguíneo antes e depois das duas competições.

Tabela 3 - Marcadores hematológicos de acordo com a competição e o momento da coleta, Campo Grande - 2014. (n=20)

Variáveis	Meio-fundo		Contra-relógio individual	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Média ± Desvio-padrão				
Eritrócitos (milhões/mm ³)	5,28 ± 0,44	6,00 ± 0,41†	5,38 ± 0,41‡	5,92 ± 0,42†‡
Hemoglobina (g %)	15,81 ± 1,00	17,74 ± 0,95†	15,77 ± 1,00‡	17,68 ± 0,94†‡
Hematócrito (%)	47,04 ± 2,97	54,01 ± 2,79†	47,12 ± 2,98‡	54,15 ± 2,85†‡
Plaquetas (mm ³)	211.950,00 ± 42.488,20	285.050,00 ± 47.097,21†	212.010,00 ± 42.495,57‡	275.125,00 ± 53.092,37†

†Diferença estatisticamente significativa entre pré e pós na mesma competição (< 0,05); ‡diferença estatisticamente significativa entre pré x pré ou pós x pós na comparação entre as duas competições (< 0,05).

Todos os marcadores hematológicos, sendo eritrócitos, hemoglobina, hematócrito e plaquetas, foram diferentes entre o início e o fim de cada competições ($p < 0,001$ em todos), com aumento na situação após esforço. A diferença se repetiu quando se comparou os mesmos momentos entre as duas competições (eritrócitos com $p = 0,008$ no pré e $p < 0,001$ no pós; hemoglobina com $p = 0,007$ no pré e $p = 0,004$ no pós; hematócrito com $p = 0,016$ no pré e $p = 0,022$ no pós), com excessão das plaquetas que não diferiram estatisticamente nas coletas de pós-competição ($p = \text{n.s.}$ no pós).

As alterações hematológicas associadas ao ciclismo e a modalidades de longa duração apresentam variabilidade, como nos estudos apresentados na sequência. Stewart *et al.* (2003) verificaram as respostas plasmáticas ao esforço em indivíduos saudáveis, e perceberam aumento na contagem de células vermelhas (de $4.751 \pm 0,088$ para $5.369 \pm 0,091 \times 10^{12}/l$), hemoglobina (de $143,3 \pm 2,52$ para $161,5 \pm 3,24g/l$), hematócrito (de $41,7 \pm 0,07$ para $47,4 \pm 0,08\%$) e plaquetas (de $224 \pm 10,52$ para $287 \pm 10,21 \times 10^9/l$). No estudo foram recrutados nove homens saudáveis ($25 \pm 1,0$ anos, $176 \pm 3,0cm$ de estatura, $75 \pm 2,8kg$ e $54 \pm 2,4ml/kg/min$ de VO_2pico) que realizaram esforço em cicloergômetro por 5, 10 e 15min com 60% do VO_2pico , e esforço progressivo até a exaustão, com recuperação de 30min entre cada estágio.

Outro estudo que usou intensidade de esforço parecida, mas por longo tempo, foi o de Svendsen *et al.* (2014), no qual 12 homens saudáveis pedalarão por 120min a 60% do $VO_2máx$ em cicloergômetro em duas situações com diferença de hidratação. Os dados hematológicos resultaram em aumento na contagem de células vermelhas, hematócrito e hemoglobina nas duas situações, entre antes e após o esforço. Já no estudo de Kratz *et al.* (2002) foram recrutados 37 maratonistas (86% homens, 49 ± 10 anos de idade, aproximadamente 40km/semana de treinamento, que já tinham completado cinco maratonas) e comparados os dados entre pré competição e 4h e 24h após. O hematócrito apresentou redução, partindo de $44 \pm 0,98$ para $43 \pm 2,35$ e $40,8 \pm 2,65\%$, enquanto a hemoglobina apresentou aumento de $14,8 \pm 0,91$ para $15,1 \pm 0,94g/dL$, mas retornou ao nível basal após 24h. A contagem de células vermelhas apresentou queda (de $5 \pm 0,31$, para $4,9 \pm 3$ e $4,6 \pm 0,34 \times 10^6/\mu L$), mas as plaquetas tiveram aumento expressivo e depois leve redução (de $227,6 \pm 50,31$, para $267,7 \pm 60,3$ e $233,1 \pm 47,93 \times 10^3/\mu L$).

O estudo de Long *et al.* (1990) foi realizado em competição de triatlo curto, com 10 homens, sendo que as plaquetas apresentaram diferença entre a contagem inicial e final ($240 \pm 39,5$ x $312 \pm 36,7 \times 10^9$), mas a hemoglobina, hematócrito e contagem de células vermelhas não tiveram diferença estatística.

Com o exposto, a resposta hematológica ao esforço no ciclismo, tanto com maior ou menor duração, parece ser particular e/ou dependente do estado de treinamento, visto a variabilidade de respostas em outros estudos. Para ampliar o entendimento das respostas plasmáticas, a tabela a seguir apresenta os dados sobre a porção branca do sangue.

Tabela 4 - Marcadores imunológicos de acordo com a competição e o momento da coleta, Campo Grande - 2014. (n=20)

Variáveis	Meio-fundo		Contra-relógio individual	
	Pré	Pós	Pré	Pós
	Média ± Desvio-padrão			
Leucócitos (mm ³)	4.950,00 ± 1.302,11	7.035,00 ± 2.395,05†	5.005,00 ± 1.305,55‡	7.080,00 ± 2.393,86†‡
Eosinófilos (mm ³)	88,80 ± 85,35	165,00 ± 177,00	89,25 ± 85,27‡	165,60 ± 176,74‡
Basófilos (mm ³)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Neutrófilos (%)	56,45 ± 3,78	53,80 ± 5,33†	57,55 ± 3,76‡	55,50 ± 5,40‡
Linfócitos (mm ³)	1.862,20 ± 409,34	2.808,55 ± 725,64†	1.856,20 ± 386,58	2.922,30 ± 950,69†
Monócitos (mm ³)	183,00 ± 64,98	199,35 ± 109,33	185,70 ± 64,96‡	201,50 ± 109,84‡

†Diferença estatisticamente significativa entre pré e pós na mesma competição (< 0,05); ‡diferença estatisticamente significativa entre pré x pré ou pós x pós na comparação entre as duas competições (< 0,05).

Os marcadores imunológicos apresentaram diferença entre pré e pós-competição nos leucócitos e linfócitos ($p < 0,001$ em ambos), sendo que os leucócitos também diferiram entre as duas competições nos momentos pré ($p < 0,001$) e pós ($p = 0,009$). Os eosinófilos apenas diferiram entre os momentos na mesma competição ($p < 0,001$ no pré e pós), mas não entre as competições. Os basófilos não sofreram alteração em nenhuma das duas situações experimentais, enquanto os neutrófilos diferiram após o meio-fundo ($p = 0,039$), no pré x pré ($p = 0,0005$) e pós x pós ($p = 0,012$), enquanto os monócitos diferiram no pré x pré ($p = 0,044$) e pós x pós ($p = 0,005$).

O estudo de Scharhag *et al.* (2005) também encontrou aumento nas concentrações de neutrófilos, com 2.949 ± 1.122 no pré e 8.716 ± 2.863 células/ μl no pós-esforço, nos monócitos, com 393 ± 155 no pré e 507 ± 161 células/ μl no pós-esforço, e nos linfócitos com aumento de 1.226 ± 467 para 1.568 ± 604 células/ μl no pós-esforço, sendo que foi usado um esforço de 4h de ciclismo *indoor* com 70% do LAn. Com intensidade mais alta, mas menor volume, o estudo de Zaldivar *et al.* (2006) encontrou aumento após 60min de ciclismo a $80 \pm 3,7\%$ do VO₂pico nas concentrações de leucócitos, linfócitos e monócitos.

Em situação competitiva, o estudo de Martins e Santos (2012) com triatletas distribuídos em elite e não-elite descobriu aumento no pós-competição nas concentrações de monócitos, neutrófilos e leucócitos, independente do nível de desempenho dos atletas. Como verificado no presente estudo, e corroborado por outros ensaios, a concentração imunológica se associa com a realização do esforço, sofrendo influência da intensidade e volume, levando a mais pronunciada ação celular depois das competições. Entre os estímulos para tanto, se tem a desmarginalização das células em função do maior débito cardíaco, e a hiperplasia celular que provoca oferecimento de células ao tecido sanguíneo (KRATZ *et al.*, 2002; MALCOVATI *et al.*, 2003; PASIPOULARIDES, 2012).

Ainda na porção plasmática, as enzimas intracelulares avaliadas estão apresentadas na tabela abaixo de acordo com o momento de cada uma das competições.

Tabela 5 - CK, AST e ALT de acordo com a competição e o momento da coleta, Campo Grande - 2014. (n=20)

Variáveis	Meio-fundo		Contra-relógio individual	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Média ± Desvio-padrão				
CK (U/l)	167,00 ± 57,48	191,25 ± 59,82†	162,30 ± 47,51	186,20 ± 51,47†
AST (U/l)	21,70 ± 7,74	26,50 ± 7,74†	22,40 ± 7,75‡	27,15 ± 7,96†‡
ALT (U/l)	17,80 ± 6,77	22,45 ± 7,49†	18,55 ± 6,71‡	23,10 ± 7,45†‡

†Diferença estatisticamente significativa entre pré e pós na mesma competição (< 0,05); ‡diferença estatisticamente significativa entre pré x pré ou pós x pós na comparação entre as duas competições (< 0,05).

A CK, estudada por inferência ao dano tecidual, assim como a AST e ALT, apresentou aumento após o meio-fundo ($p < 0,001$) e CRI ($p < 0,001$). A AST e ALT tiveram o mesmo comportamento, aumentando sua concentração após os esforços ($p < 0,001$ em ambas competições), e diferindo entre os mesmos momentos para as duas competições, com $p < 0,001$ no pré x pré e no pós x pós para a AST, e se repetindo para a ALT.

O estudo de Martins e Santos (2012) com triatletas verificou aumento da CK e AST após uma competição, sendo que a ALT não teve efeito do esforço, e os aumentos foram associados com o nível de desempenho da amostra, organizada em elite e não-elite. Hue *et al.*

(2014) investigaram nove atletas durante uma corrida de seis etapas diárias, e verificaram que a CK subia progressivamente, saindo de $184,9 \pm 137,7$ U/L para $2.128,6 \pm 1.718,5$ U/L.

Isso concorda com o exposto por Martínez *et al.* (2014) que recrutaram oito ciclistas treinados em uma competição por etapas, e perceberam a CK com efeito cumulativo em relação a progressão dos dias, partindo de $94,4 \pm 17$ U/L antes da primeira competição até 172 ± 18 U/L na manhã do quarto dia. Já a AST e ALT não foram afetadas pela realização do esforço.

Apesar de também verificar aumento na concentração de CK, Smith *et al.* (2004) também associaram o esforço com o aumento na AST após uma maratona em 34 atletas, sendo CK de $195 \pm 125,8$ para $707,8 \pm 376,7$ U/L, e AST de $31,6 \pm 12,8$ para $47,6 \pm 16,1$ U/L. A concentração de CK é associada com a realização do esforço, independente da duração, e a AST parece seguir o mesmo comportamento. No presente estudo a ALT também teve aumento (no meio-fundo de $4,65 \pm 1,75$ e no CRI de $4,55 \pm 1,82$ U/l), mas menos pronunciado que o da CK (no meio-fundo de $24,25 \pm 13,72$ e no CRI de $23,9 \pm 23,71$ U/l) e AST (no meio-fundo de $4,8 \pm 4,03$ e no CRI de $4,75 \pm 3,89$ U/l), indicando menos sensibilidade ao volume ou intensidade do esforço.

As análises anteriores foram feitas com base nos valores absolutos de cada coleta. Na tabela 6 foram comparadas as médias das diferenças entre as competições, sendo esta identificada pela subtração do valor final do valor inicial (diferença = valor pré - valor pós).

Na comparação das diferenças, o peso corporal perdido na competição de meio-fundo foi estatisticamente diferente do peso perdido na competição de CRI. Isso pode indicar um efeito da competição e da hidratação, visto que as durações, concentrações de lactato sanguíneo e frequências cardíacas médias foram diferentes entre as duas provas. Diferença estatística também foi percebida nos valores aumentados dos eritrócitos e dos hematócritos, sendo que na prova de meio-fundo houve um aumento mais pronunciado da concentração de eritrócitos, e na competição de CRI o hematócrito teve o aumento mais importante. Nas outras variáveis analisadas não houve diferença estatística, indicando um comportamento parecido entre as duas competições.

Tabela 6 - Valores das diferenças entre pré e pós de cada competição para o peso corporal, marcadores hematológicos, imunológicos* e enzimáticos, Campo Grande - 2014. (n=20)

Variáveis	Meio-fundo	Contra-relógio individual	p
	Média ± Desvio-padrão		
Peso corporal (kg)	-2,59 ± 2,56	-0,11 ± 0,13	<0,001†
Eritrócitos (milhões/mm ³)	0,71 ± 0,28	0,51 ± 0,33	<0,001†
Hemoglobina (g%)	1,74 ± 1,18	1,91 ± 0,83	0,373
Hematócrito (%)	6,96 ± 2,51	7,02 ± 1,57	<0,001†
Plaquetas (mm ³)	73.100 ± 28.271,71	63.115 ± 58.155,42	0,330
Leucócitos (mm ³)	1.887 ± 1.688,31	1.877 ± 1.679	0,162
Eosinófilos (mm ³)	76,2 ± 166,4	76,35 ± 166,35	0,083
Neutrófilos (%)	2,65 ± 5,2	2,05 ± 5,47	0,249
Linfócitos (mm ³)	946,35 ± 536,22	1.066,1 ± 801,08	0,285
Monócitos (mm ³)	16,35 ± 107,55	16,8 ± 107,78	0,625
CK (U/l)	24,25 ± 13,37	23,9 ± 23,11	0,954
AST (U/l)	4,8 ± 3,93	4,75 ± 3,79	0,715
ALT (U/l)	4,65 ± 1,71	4,55 ± 1,77	0,329

* Os basófilos foram excluídos da análise por terem apresentado valor zero em todas as coletas.

†Diferença estatisticamente significativa.

Para atender aos outros objetivos específicos do presente estudo foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, verificando a associação entre as variáveis de interesse. A correlação, positiva ou negativa (-), é fraca quando $\leq 0,4$, moderada de 0,41 a 0,69, e forte $\geq 0,70$. Essas informações estão apresentadas nas tabelas a seguir.

Tabela 7 - Coeficiente de correlação entre o VO₂máx, a concentração de lactato sanguíneo e os marcadores hematológicos, Campo Grande - 2014. (n=20)

VO ₂ máx	[lac]*	Eritrócitos		Hemoglobina		Hematócrito	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
r							
Meio-fundo	-0,121	0,157	0,225	0,180	0,360	0,185	0,299
CRI**	-0,156	0,063	0,274	0,160	0,332	0,198	0,341

* Concentração de lactato sanguíneo.

** Prova de contra-relógio individual.

A tabela 7 apresenta a investigação do condicionamento aeróbio, representado pelo VO₂máx, com a concentração de lactato após as competições (como um marcador do metabolismo anaeróbio glicolítico), e os marcadores hematológicos envolvidos com o transporte do oxigênio, substrato do metabolismo aeróbio. Todas as correlações foram consideradas fracas.

Os componentes sanguíneos envolvidos com o transporte de oxigênio apresentam uma adaptação do atleta ao esforço, mas não indicam melhor desempenho isoladamente. Isso pronuncia a necessidade do treinamento específico para o desempenho satisfatório, e não apenas disponibilidade celular e ou herança genética como preponderante. A produção de energia pelo metabolismo aeróbio é dependente da capacidade do organismo em captar o ar, diferenciar o oxigênio, realizar o transporte até as células musculares ativas, e transferir por meio do processo mitocondrial. Por inferência, o presente estudo indica que esse processo não pode ser reduzido a somente um dos componentes desse circuito metabólico.

Na tabela 8 foi utilizada a carga no VO₂máx pela relação dos watts aplicados com a concentração da CK com o dano muscular, mais comumente encontrados na bibliografia. A correlação com o LAn foi forte, enquanto com o tempo de prova foi fraca.

A forte correlação entre LAn e VO₂máx acontece por serem componentes de um mesmo comportamento metabólico, visto que o LAn é um ponto de transição dentro da potência aeróbia, e na amostra investigada, quanto maior essa potência, maior foi o LAn.

Tabela 8 - Coeficiente de correlação entre a carga no VO₂máx (W), a carga no limiar anaeróbio (W), o tempo de prova no contra-relógio individual e as concentrações de CK, Campo Grande - 2014. (n=20)

Variáveis	LAn	tCRI*	CK no CRI		CK no Meio-fundo	
			Pré	Pós	Pré	Pós
r						
VO ₂ máx (W)	0,957	0,057	0,319	0,099	-0,056	-0,036

* Tempo de prova no contra-relógio individual.

A fraca correlação entre o VO₂máx e o tempo de prova no CRI indica que o nível de VO₂máx não é determinante para o desempenho do atleta nesta classe de competição, nesse caso sugerindo que o metabolismo anaeróbio láctico seja mais importante (PADILLA *et al.*, 2000; SANGALI *et al.*, 2013). Isso é sustentado pela característica da via metabólica, que colabora com a ressíntese de ATP em esforços de longa duração (DENADAI; GRECO, 2005), e passa a ser mais solicitada quando o esforço é realizado acima do LAn (PADILLA *et al.*, 2001). Confirma essa hipótese o fato da amostra ter terminado o CRI com concentração de lactato em $10,42 \pm 2,42$ mM, sendo que acima de 3,5 - 4mM já se caracteriza o acúmulo de lactato no sangue (BALIKIAN JÚNIOR; DENADAI, 1996; DENADAI *et al.*, 2005), e teve FC média de $166,55 \pm 7,22$ bpm, sendo o LAn da amostra em $166,05 \pm 8,51$ bpm.

A concentração de CK, independente da competição ou do momento de análise, também apresentou fraca correlação. Foi utilizada uma variável de potência pela mais comum associação ao dano muscular (DEMINICE *et al.*, 2009; BANDEIRA *et al.*, 2012).

Tabela 9 - Coeficiente de correlação entre o peso corporal e os marcadores hematológicos e imunológicos, de forma absoluta após as competições, e com o valor das diferenças entre os momentos pré e pós de cada competição, Campo Grande - 2014. (n=20)

Variáveis	Peso corporal			
	Valor absoluto pós		Valor da diferença	
	Meio-fundo	CRI*	Meio-fundo	CRI
	r			
Eritrócitos	-0,429	-0,383	-0,102	-0,309
Hemoglobina	-0,307	-0,272	-0,155	-0,091
Hematócrito	-0,350	-0,331	-0,051	-0,071
Plaquetas	0,061	0,246	-0,237	0,021
Leucócitos	-0,195	-0,237	0,441	0,091
Eosinófilos	-0,092	-0,121	0,291	0,016
Neutrófilos	-0,422	-0,636	0,287	0,470
Linfócitos	-0,018	-0,213	0,287	0,096
Monócitos	-0,157	-0,088	0,091	-0,118
CK	0,115	0,206	0,209	-0,135
AST	0,099	0,258	-0,181	-0,127
ALT	0,109	0,240	-0,189	-0,085

* Contra-relógio individual.

A tabela 9 apresenta os achados na investigação sobre o peso corporal e os marcadores estudados após as competições de forma absoluta e também com a correlação entre as diferenças dos momentos pré e pós cada competição. O peso corporal foi investigado e monitorado para consideração sobre a concentração no volume sanguíneo dependente do aporte de água, visto que durante o esforço existe perda hídrica para o meio externo por fatores metabólicos e de controle de temperatura. Considerando isso, a correlação do peso corporal após o meio-fundo apresentou tendência negativa moderada com os eritrócitos e neutrófilos. Já no CRI a correlação moderada também foi negativa, com os neutrófilos.

Quando analisadas as diferenças, o peso corporal perdido na prova de meio-fundo teve correlação moderada com o aumento dos leucócitos. Essa mesma análise realizada no CRI teve correlação moderada com o aumento dos neutrófilos. Esses resultados sugerem que o peso corporal absoluto após as competições, ou a quantidade de peso perdido, no presente estudo, não apresenta efeito sobre a maioria dos componentes hematológicos, visto que as correlações foram fracas, e as correlações moderadas tiveram valores bem próximos aos da correlação fraca.

Com os dados expostos é confirmada a hipótese de alteração de células hematológicas e imunológicas circulantes, seja por desmarginalização ou hiperplasia. Com excessão dos neutrófilos e basófilos, as outras células tiveram aumento, o que se relaciona com a mais intensa atividade imunológica (ABBAS *et al.*, 2008) na presença do esforço físico da competição.

Visto que a mais alta atividade imune perturba a condição homeostática do organismo, e ao confrontar com modelos teóricos (MARTÍNEZ; ALVAREZ-MON, 1999; BORGES *et al.*, 2012) e estudos controlados de mais longa duração (BAGANHA, 2009), o esforço pode induzir a supressão da atividade imunológica (KAKANIS *et al.*, 2010), logo o desencadear das sessões de treinamento físico mais intenso, e o retorno das sessões de mais alta intensidade após uma competição, devem ser graduados para a manutenção do desempenho do atleta e também de sua saúde. Bem como se conhece a capacidade do esforço físico de intensidade baixa a moderada em promover a atividade imunológica (BRUNELLI *et al.*, 2011; ACSM, 2014), o que pode levar também a adaptação desse sistema ao treinamento físico.

Além dos componentes celulares, os marcadores de dano muscular tiveram aumento. Isso indica a repercussão da atividade a nível celular no músculo esquelético estressado pela atividade predominantemente aeróbia. Novamente a presença dessa alteração deve ser considerada para níveis ótimos de desempenho esportivo (BANDEIRA *et al.*, 2012), visto que a presença de dano muscular vai limitar o recrutamento dessas fibras musculares, levando a progressão do dano tecidual, desempenho ineficiente e a condições mais extremas como o excesso de uso e de treinamento (*overuse* e *overtraining*, respectivamente).

Como as alterações foram variadas, o treinamento físico deve seguir orientação individual e deve ser analisada a capacidade de resposta do atleta ao treinamento, bem como

seu nível de tolerância ao esforço isolado e ao desencadeamento das sessões de treino e participação em competições.

6 CONCLUSÕES

1. As competições de ciclismo de meio-fundo e contra-relógio individual provocam aumento nos biomarcadores eritrócitos, hemoglobina, hematócrito, plaquetas, leucócitos, linfócitos, CK, AST e ALT;
2. Para os biomarcadores eritrócitos, hemoglobina, hematócrito, plaquetas, leucócitos, eosinófilos, neutrófilos, monócitos, AST e ALT o valor inicial no CRI diferiu do valor inicial do meio-fundo, indicando além do efeito da competição, um efeito individual prévio ao esforço;
3. Mesmo com o consumo voluntário de água, o peso corporal diminuiu após o meio-fundo (mais pronunciado) e CRI (menos pronunciado);
4. O peso corporal absoluto após as competições, ou a quantidade de peso perdido, não apresentou efeito sobre a maioria dos componentes hematológicos, visto que as correlações foram fracas. Alguns componentes apresentaram correlação moderada (eritrócitos, leucócitos e neutrófilos), mas com valores bem próximos aos da correlação fraca;
5. O VO_2 máx apresentou correlação fraca com a concentração de lactato, e no pré e pós com eritrócitos, hemoglobina, hematócrito e CK, o que indicou que a análise destes marcadores sanguíneos do circuito metabólico, não foi suficiente para expressar o condicionamento aeróbio, representado pelo VO_2 máx.

REFERÊNCIAS

Abbas AK; Lichtman AH; Pillai S. Imunologia celular e molecular. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

ACSM. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 9ªed, 2014.

Balikian Júnior P; Denadai BS. Aplicações do limiar anaeróbio determinado em teste de campo para o ciclismo: comparação com valores obtidos em laboratório. Motriz, v2, n1, 1996, pág. 26-32.

Baganha RJ. Modulações no leucograma, contagem de linfócitos T CD4 e CD8 e níveis séricos de cortisol após treinamento em ciclistas maratonistas. Dissertação de Mestrado, UNIMEP, Piracicaba, 2009, 84 pág.

Bandeira F; Moura MAM; Souza MA; Nohama Percy; Neves EB. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? Rev Bras Med Esporte, v18, n4, 2012, pág. 246-51.

Bejder J; Hoffmann MF; Ashenden M; Nordsborg NB; Karstoft K; Morkeberg J. Acute hyperhydration reduces athlete biological passport OFF-hr score. Scand. J. Med. Sci. Sports, 2015, 1-10.

Berkulo MAR; Bol S; Levels K; Lamberts RP; Daanen HAM; Noakes TD. Ad-libitum drinking and performance during a 40-km cycling time trial in the heat. European Journal Of Sport Science, 2015.

Black KE; Skidmore P; Brown RC. Fluid balance of cyclists during a 387-km race. European Journal of Sport Science, 2014.

Borges GF; Rama LMPL; Teixeira AMMB. Modelos sobre a relação entre o exercício físico e o risco de infecções do trato respiratório superior. R. Ci. med. biol., v11, n3, 2012, pág. 322-5.

Brunelli DT; Bonganha V; Cavaglieri CR. Efeito benéfico do exercício físico recreacional na susceptibilidade de infecções do trato respiratório superior. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, v16, n3, 2011, pág. 211-6.

Caputo F; Greco CC; Denadai BS. Efeitos do estado e especificidade do treinamento aeróbio na relação %VO₂max versus %FCmax durante o ciclismo. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v84, n1, 2005, pág. 20-3.

Costa VP; Karasiak FC; Fronchetti L; Kroeff MS. Identificação do ponto de deflexão da frequência cardíaca em mountain bikers. *Revista Treinamento Desportivo*, v8, n1, 2007, pág. 71-6.

Constanzo LS. *Fisiologia*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

D'Elia JR. *Ciclismo: treinamento, fisiologia e biomecânica*. São Paulo: Phorte, 2009.

Deminice R; Degiovanni GC; Garlipp-Picchi MR; Nóbrega MT; Teixeira M; Jordão AA. Evolução de biomarcadores de estresse oxidativo e relação com a performance competitiva em dois momentos da temporada de treinamento de natação. *Rev Bras Med Esporte*, v15, n4, 2009, pág. 277-81.

Denadai BS; Greco CC. *Prescrição de treinamento aeróbio: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

Denadai BS; Ruas VDA; Figueira TR. Efeito da cadência de pedalada sobre as respostas metabólica e cardiovascular durante o exercício incremental e de carga constante em indivíduos ativos. *Rev Bras Med Esporte*, v11, n5, 2005, pág. 286-90.

Fernandes Filho J. *A prática da avaliação física: testes, medidas e avaliação física em escolares, atletas e academias de ginástica*. 2^a ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

Ferreira FG; Alves K; Costa NMB; Santana AMC; Marins AJB. Efeito do nível de condicionamento físico e da hidratação oral sobre a homeostase hídrica em exercício aeróbico. *Rev Bras Med Esporte*, v16, n3, 2010, pág. 166-70.

Foss ML; Keteyian SJ. Fox: bases fisiológicas do exercício e do esporte. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

Green KJ; Croaker SJ; Rowbottom DG. Carbohydrate supplementation and exercise-induced changes in T-lymphocyte function. *J Appl Physiol*, v95, 2003, pág. 1216-23.

Hue O; Baillot M; Sinnapah S; Uzel AP. Thermoregulation, hydration and performance over 6 days running in the tropics. *Int J Sports Med*, 2014, v35, 906-11.

Kakanis MW; Peake J; Brenu EW; Simmonds M; Gray B; Hooper SL; Marshall-Gradisnik SM. The open window of susceptibility to infection after acute exercise in healthy young male elite athletes. *Exerc. Immunol. Rev*, v16, 2010, pág. 119-37.

Kratz A; Lewandrowski KB; Siegel AJ; Chun KY; Flood JG; Van Cott EM; Lee-Lewandrowski E. Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. *Am J Clin Pathol*, v118, 2002, pág. 856-63.

Long D; Blake M; Naughton LM; Angle B. Hematological and biochemical changes during a short triathlon competition in novice triathletes. *Eur J Appl Physiol*, v 61, 1990, pág. 93-9.

Lucía A; Díaz B; Hoyos J; Fernández C; Villa G; Bandrés F; Chicharro JL. Hormone levels of world class cyclists during the Tour of Spain stage race. *Br J Sports Med*, v35, 2001, pág. 424-30.

Malcovati L; Pascutto C; Cazzola M. Hematologic passport for athletes competing in endurance sports: a feasibility study. *Haematologica / Journal of hematology*, v88, n5, 2003, pág. 570-81.

Machado CN; Gevaerd MS; Goldfeder RT; Carvalho T. Efeito do exercício nas concentrações séricas de creatina cinase em triatletas de ultradistância. *Rev Bras Med Esporte*, v16, n5, 2010, pág. 378-81.

Martínez AC; Alvarez-Mon M. O sistema imunológico (I): Conceitos gerais, adaptação ao exercício físico e implicações clínicas. *Rev Bras Med Esporte* 5 (3), 1999: 120-5.

Martínez AC; Pons MM; Gomila AS; Marí JAT; Biescas AP. Changes in circulating cytokines and markers of muscle damage in elite cyclists during a multi-stage competition. Scandinavian Society of Clinical Physiology and Nuclear Medicine, 2014.

Martins FSB; Santos JAR. Alterações agudas induzidas por uma prova de triathlon longo em diferentes biomarcadores enzimáticos e da função imune. Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício, v11, n1, 2012, pág. 7-12.

Mena P; Maynar M; Campillo JE. Changes in plasma enzyme activities in professional racing cyclists. Br J Med, v30, 1996, 122-4.

Mendes EL; Brito CJ; Batista EL; Silva CHO; Paula SO; Natali AJ. Influência da suplementação de carboidrato na função imune de judocas durante o treinamento. Rev Bras Med Esporte, v15, n1, 2009, pág. 58-61.

Meyer T; Faude O; Urhausen A; Shcarhag J; Kindermann W. Different effects of two regeneration regimens on immunological parameters in cyclists. Med. Sci. Sports Exerc., v36, n10, 2004, pág. 1743-9.

Moro VL; Ghelles RG; Berneira JO; Hoefelmann CP; Karasiak FC; Moro ARP; Diefenthaler F. Comparison of body composition and aerobic and anaerobic performance between competitive cyclists and triathletes. Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho, v15, n6, 2013, pág. 646-655.

Padilla S; Mujika I; Orbananos J; Angulo F. Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling. Med. Sci. Sports Exerc., v32, n4, 2000, pág. 850-6.

Padilla S; Mujika I; Orbananos J; Santisteban J; Angulo F; Goiriena J. Exercise intensity and load during mass-start stage races in professional road cycling. Med. Sci. Sports Exerc., v33, n5, 2001, pág. 796-802.

Pasipoularides A. Optimal hematocrit: a Procrustean bed for maximum oxygen transport rate? J Appl Physiol, v113, 2012, pág. 353-4.

Rang HP; Dale MM; Ritter JM; Flower RJ. Rang & Dale Farmacologia (6ªed). Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

Rincón EO; Marchena JM; García JJ; Schmidt A; Schulz T; Malpica I; Rodrigues AB; Barriga C; Michna H; Lotzerich H. Phagocytic function in cyclists: correlation with catecholamines and cortisol. *J Appl Physiol*, v91, 2001, pág. 1067-72.

Sangali EB; Campos EZ; Gobbo LA; Andrade VL; Papoti M; Freitas Júnior IF; Figueira TR; Balikian Júnior P. Relação entre índices fisiológicos aeróbios e desempenho em provas de curta e média duração em ciclistas de elite. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 15 (4), 2013, 498-506.

Scharhag J; Meyer T; Gabriel HHW; Schlick B; Faude O; Kindermann W. Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function? *Br J Sports Med*, v39, 2005, pág. 171-7.

Sharpe K; Hopkins W; Emslie KR; Howe C; Trout GK; Kazlauskas R; Ashenden MJ; Gore CJ; Parisotto R; Hahn AG. Development of reference ranges in elite athletes for markers of altered erythropoiesis. *Haematologica*, v87, 2002, pág. 1248-57.

Silva ASR; Papoti M; Pauli JR; Gobatto CA. Elaboração de tabelas de percentis através de parâmetros antropométricos, de desempenho, bioquímicos, hematológicos, hormonais e psicológicos em futebolistas profissionais. *Rev Bras Med Esporte*, v18, n3, 2012, pág. 148-52.

Smith JE; Garbutt G; Lopes P; Pedou DT. Effects of prolonged strenuous exercise (marathon running) on biochemical and haematological markers used in the investigation of patients in the emergency department. *Br J Sports Med*, v38, 2004, pág. 292-4.

Stewart IB; Darren ER; Warburton ANH; Donald ML; Donald CM. Cardiovascular and splenic responses to exercise in humans. *J Appl Physiol*, v94, 2003, pág. 1619-26.

Svendsen IS; Killer SC; Gleeson M. Influence of hydration status on changes in plasma cortisol, leukocytes, and antigen-stimulated cytokine production by whole blood cultura following prolonged exercise. ISRN Nutrition, 2014.

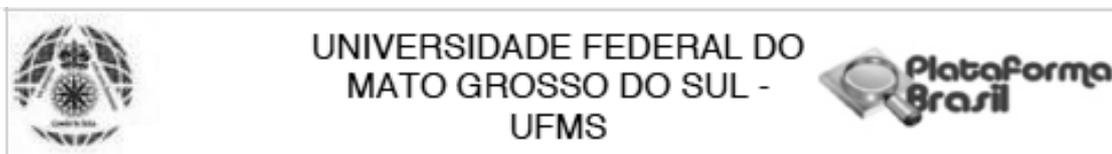
Takarada Y. Evaluation of muscle damage ofter a rugby match with special reference to tackle plays. Br J Sports Med, v37, 2003, pág. 416-9.

Zaldivar F; Wang-Rodriguez J; Nemet D; Schwindt C; Galassetti P; Mills PJ; Wilson LD; Cooper DM. Constitutive pro- and anti-inflammatory cytokine and growth factor reponse to exercise in leukocytes. J Appl Physiol, v100, 2006, pág. 1124-33.

Zapico AG. Evolución comparada de los parámetros fisiológicos en triatletas y ciclistas de élite, a lo largo de una temporada. [Tese). Madri: Universidad Politecnica Madrid; 2004.

Zárate P. Diretrizes para elaboração de teses e dissertações. Campo Grande-MS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, 2008.

ANEXO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Alteração na contagem de células imunológicas em atletas após competições de ciclismo

Pesquisador: BRUNNO ELIAS FERREIRA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 19612913.2.0000.0021

Instituição Proponente: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 467.601

Data da Relatoria: 26/11/2013

Apresentação do Projeto:

Esta pesquisa tem como foco investigar as respostas de marcadores biológicos e imunológicos associados ao esforço físico no ciclismo. Para tanto, um grupo de 15 atletas ciclistas será submetido a quatro competições oficiais com coleta de sangue pré e pós-competição para medição da alteração de marcadores no hemograma e leucograma.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a alteração na contagem de células imunológicas em atletas após competições de ciclismo, sendo: leucócitos, neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos.

Objetivo Secundário:

Analisar as modulações entre antes e depois de competições de ciclismo de marcadores sanguíneos, de dano muscular e enzimáticos, sendo: hematócrito; creatina-quinase; aspartato aminotransferase; alanina aminotransferase; e gama glutamil transferase, nas seguintes situações: Controle (competição sem intervenção na rotina do atleta); Ingesta de carboidrato e água; Após período de treinamento; Após período de treinamento e ingestão de carboidrato e água).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS: A princípio, pelas informações descritas, os procedimentos de investigação

Endereço: Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação/UFMS
Bairro: Caixa Postal 549 **CEP:** 79.070-110
UF: MS **Município:** CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 **Fax:** (67)3345-7187 **E-mail:** bioetica@propp.ufms.br



Continuação do Parecer: 467.601

não apresentam riscos para os sujeitos participantes no que diz respeito a segurança a integridade física, podendo os mesmos se desvincularem do estudo a qualquer momento. A amostra é composta por atletas e apresentam condições para enfrentar as situações de competições e demais procedimentos como os previstos na pesquisa. Os riscos mencionados no projeto dizem respeito apenas aqueles associados a coleta de sangue, contudo essa será feita por um profissional (técnico de laboratório).

BENEFÍCIOS: A realização do projeto pode trazer benefícios no sentido de identificar as alterações imunológicas e de componentes sanguíneos, permitindo ajuste da prescrição de treinamento buscando mais saúde e desempenho, voltado especificamente para o grupo estudado, bem como subsidiar demais praticantes atletas dessa modalidade. A realização do projeto constitui-se também em atividade acadêmica contribuindo para a formação acadêmico-científica do pesquisador.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto de pesquisa tem relevância no campo desportivo, especificamente quanto à modalidade ciclismo, podendo fornecer indicadores para manutenção e/ou reelebaoração de programas de treinamento ligados a esta modalidade esportiva. Entendemos como relevante também a atividade acadêmica do pesquisador quanto a produção de conhecimento na área de esportes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto apresenta os documentos necessários

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O pesquisador atendeu as solicitações emitidas via termo de diligência. Manifestamos parecer favorável à aprovação do Projeto de Pesquisa.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação/UFMS
Bairro: Caixa Postal 549 **CEP:** 79.070-110
UF: MS **Município:** CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 **Fax:** (67)3345-7187 **E-mail:** bioetica@propp.ufms.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
MATO GROSSO DO SUL -
UFMS



Continuação do Parecer: 467.601

CAMPO GRANDE, 26 de Novembro de 2013

Assinador por:
Odair Pimentel Martins
(Coordenador)

Endereço: Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação/UFMS
Bairro: Caixa Postal 549 **CEP:** 79.070-110
UF: MS **Município:** CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 **Fax:** (67)3345-7187 **E-mail:** bioetica@propp.ufms.br

APÊNDICES

APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nº: _____

Você está sendo convidado para participar, como voluntário, de uma pesquisa que pretende analisar a alteração de biomarcadores imunológicos em ciclistas.

Esta pesquisa será coordenada por mim (professor doutorando Brunno Elias Ferreira, sob orientação da Professora Doutora Elenir Rose Jardim Cury Pontes) e você pode entrar em contato comigo pelo telefone 67 9205-6870, ou ainda pelo telefone 67 3345-7187 com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para mais esclarecimentos sobre a realização e o desenvolvimento deste estudo.

Caso aceite participar desde estudo, saiba que:

- Você será entrevistado, submetido à testes de esforço máximo, pesagem, medido a estatura, o percentual de gordura corporal e solicitado para coletas de sangue para a realização de análise de medidas bioquímicas e imunológicas de seu organismo;
- O sangue será coletado por profissional capacitado, que seguirá todas as normas de biossegurança. Esse material será analisado exclusivamente para fins deste estudo e posteriormente descartado;
- Os riscos aos participantes da pesquisa são mínimos, relacionados aos possíveis desconfortos e/ou alguma ansiedade durante os testes de esforço e na coleta de material sanguíneo para exame bioquímico e imunológico;
- Como benefício de sua participação neste estudo, destaca-se a possibilidade de acesso a informações sobre seu estado atual de saúde, por meio das medidas citadas. Para isso, você receberá o resultado dos exames realizados, juntamente com uma orientação sobre a interpretação desses resultados. Caso haja alteração em algum dos exames realizados, você receberá orientações sobre encaminhamento a um profissional especializado;
- Fica assegurada a confidencialidade, sigilo e privacidade da entrevista e dos resultados a partir dos dados obtidos, inclusive posteriormente, caso sejam divulgados, exclusivamente, em meio científico;

- Você não receberá nenhum pagamento por sua participação neste estudo e também não terá nenhum gasto com isso, pois todo o procedimento para coleta e análise das informações será realizado por conta do pesquisador responsável;
- Você terá a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento, de não responder a alguma pergunta e/ou deixar de participar do estudo, sem que isto traga algum prejuízo ou penalidade.

Após a leitura deste formulário de consentimento e aceite da proposta, você será participante voluntário da pesquisa.

Este documento será elaborado em duas vias, sendo que uma delas ficará com você e outra com o pesquisador responsável.

Eu, _____
declaro que após o esclarecimento feito pelo pesquisador e depois de ter entendido o que me foi explicado, proponho-me a participar voluntariamente deste estudo.

Campo Grande-MS, _____ de _____ de 20_____.

Assinatura
Participante voluntário

Brunno Elias Ferreira
Pesquisador responsável

APÊNDICE B: FICHA PARA COLETA DE DADOS

FICHA DE COLETA Nº: _____

Data: ____ / ____ / ____

Idade atual: ____ anos.

Faz uso de suplemento alimentar? () Sim, qual? _____ () Não

Faz uso de medicamentos? () Sim, qual? _____ () Não

Tem diagnóstico de alguma doença, atual ou anterior, tanto transmissível como não transmissível? () Sim, qual? _____ () Não

Há quanto tempo pratica o ciclismo? _____

Há quanto tempo participa de competições oficiais de ciclismo? _____

Qual a sua frequência semanal de treinamento, levando em conta os últimos dois meses?

____ dias por semana, _____ minutos por sessão, _____ quilômetros por sessão, _____ quilômetros por semana. Obs: _____

Nos últimos dois meses você interrompeu seu treinamento por mais que sete dias consecutivos? () Sim () Não

Peso corporal: _____ kg Estatura: _____ m

Dobra cutânea tricipital: _____ / _____ / _____ mm

Dobra cutânea supra-iliaca: _____ / _____ / _____ mm

Dobra cutânea abdominal: _____ / _____ / _____ mm