



Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Centro Desportivo - CEDUFOP
Educação Física - Bacharelado



TCC em formato de monografia

**O efeito de uma corrida em ritmo auto ajustável sobre marcadores
bioquímicos, comportamentais e imunológicos**

Mário Robson Oliveira Santana

Ouro Preto - MG
2018

Mário Robson Oliveira Santana

**O efeito de uma corrida em ritmo auto ajustável sobre marcadores
bioquímicos, comportamentais e imunológicos**

Trabalho de conclusão apresentado à
disciplina de Seminário de TCC (EFD-381) do
curso de Bacharelado em Educação Física -
da Universidade Federal de Ouro Preto como
requisito parcial para avaliação na mesma.

Orientador: Prof. Dr. Albená Nunes da Silva

**Ouro Preto - MG
2018**

S231e

Santana, Mário Robson Oliveira.

O efeito de uma corrida em ritmo auto ajustável sobre marcadores bioquímicos, comportamentais e imunológicos [manuscrito] / Mário Robson Oliveira Santana. - 2018.

31f.: il.: grafs; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Albená Nunes da Silva.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Centro Desportivo da UFOP. Departamento de Educação Física.

1. Exercícios Físicos . 2. Corrida de rua. I. Silva, Albená Nunes da . II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 796



Universidade Federal de Ouro Preto
Centro Desportivo
Bacharelado em Educação Física



“O efeito de uma corrida em ritmo auto ajustável sobre marcadores bioquímicos, comportamentais e imunológicos”

Autor: Mário Robson Oliveira Santana

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na disciplina EFD381 - Seminário de Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física pela Universidade Federal de Ouro Preto, defendido pelo autor e aprovado em 27 de 11 de 2018, pela banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. Albená Nunes da Silva
Orientador
CEDUFOP

Prof. Dr. Emerson Cruz de Oliveira
Membro da banca
CEDUFOP

Prof. Dr. Guilherme de Paula Costa
Membro da banca
DCBI

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me conduziu desde o início nesta minha jornada. Aos meus maiores incentivadores, meus pais, muito obrigado por absolutamente tudo que vocês são e representam em minha vida. À minha irmã Letícia pelo companheirismo e amor. Ao mestre, amigo, e orientador Albená, gratidão a você por tudo. À Vanessa pelo apoio incondicional, puxões de orelha, incentivo e amor. Aos numerosos familiares e amigos, muito obrigado a cada um de vocês. Ao Instituto Trampolim, todos os técnicos e atletas, em especial ao Estácio, obrigado pelas melhores experiências da vida. À república Tabor, por se tornar minha eterna casa e família. Por fim, a todos os membros do querido CEDUFOP que foram agentes transformadores em minha vida pessoal e profissional. Minha eterna gratidão a cada um de vocês!

EPÍGRAFE

"Depois de algum tempo você aprende"
(William Shakespeare)

RESUMO

INTRODUÇÃO: O número de corredores recreativos aumentou em todo o mundo e no Brasil, o número de competidores que completaram corridas já quase triplicou na última década. No entanto, há uma quantidade limitada de dados que demonstram a relação entre o estresse na corrida e a resposta do sistema imunológico. **OBJETIVO:** Investigar os efeitos de uma corrida de rua (10 km) sobre as respostas fisiológicas e imunológicas em voluntários masculinos saudáveis e bem treinados. **MÉTODOS:** Quatorze participantes do sexo masculino ($32,21 \pm 10,24$ anos, $78,80 \pm 9,30$ kg) participaram deste estudo. Avaliações de esforço percebido (EPR), escala visual analógica (EVA), frequência cardíaca (FC) e amostras de sangue foram obtidas antes, imediatamente após e 24 horas após a corrida. O número de leucócitos totais foram analisados. **RESULTADOS:** Os participantes completaram esta corrida em $49,85 \pm 7,04$ min. Houve aumento significativo da FC (67 ± 9 para 159 ± 21 bpm), EPR (6 ± 0 a 15 ± 2) e lactato ($3,6$ a $6,6$ mmol / dL) pós-corrida em relação à pré-corrida. Os valores da EVA passaram de 0 (antes) para $5,64 \pm 2,20$ (imediatamente após) e $2,21 \pm 2,86$ (24 horas após). O número de leucócitos circulantes ($5,83 \pm 0,89$ a $9,15 \pm 1,77 \cdot 10^3 / \mu\text{L}$), neutrófilos ($2,96 \pm 0,49$ a $4,34 \pm 0,73 \cdot 10^3 / \mu\text{L}$), linfócitos ($2,21 \pm 0,57$ a $3,92 \pm 1,27 \cdot 10^3 / \mu\text{L}$), monócitos ($0,46 \pm 0,10$ a $0,64 \pm 0,23 \cdot 10^3 / \mu\text{L}$) e basófilos ($0,05 \pm 0,02$ a $0,09 \pm 0,03 \cdot 10^3 / \mu\text{L}$) aumentou significativamente imediatamente após a corrida, retornando aos níveis basais em 24h. Não houve diferença no número de eosinófilos circulantes ($p < 0,0001$). **CONCLUSÃO:** Em conjunto, esses resultados sugerem que o exercício aeróbico intenso induz alterações bioquímicas, comportamentais e provoca modulação significativa, embora transitória, do sistema imunológico, especificamente da subpopulação de leucócitos.

Palavras-Chave: Exercício físico, corrida de rua, função imune.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The number of recreational runners has increased worldwide, in Brazil, the number of racers who have completed running races has nearly tripled over the last decade. However, there is a limited amount of data demonstrating the relationship between running race stress and the immune system response. **Aim:** Investigate the effects of a running race (10 km) on the physiological and immunological responses in healthy, well-trained male volunteers. **METHODS:** Fourteen male participants ($32,21 \pm 10,24$ years old, $78,80 \pm 9,30$ kg) participated in this study. Ratings of perceived exertion (RPE), visual analog scale (VAS), heart rate (HR) and blood samples were obtained before, immediately and 24 hours after the race. Leukocyte number was analyzed. **RESULTS:** Participants completed this race in $49,85 \pm 7,04$ min. There was a significant increase in HR (67 ± 9 to 159 ± 21 bpm), RPE (6 ± 0 to 15 ± 2) and lactate (3.6 to 6.6 mmol/dL) post-race compared to pre-race. The VAS values changed from 0 (before) to $5,64 \pm 2,20$ (immediately after) to $2,21 \pm 2,86$ (24 hours after). The number of circulating leukocytes ($5,83 \pm 0,89$ to $9,15 \pm 1,77$ $10^3/\mu\text{L}$), neutrophils ($2,96 \pm 0,49$ to $4,34 \pm 0,73$ $10^3/\mu\text{L}$), lymphocytes ($2,21 \pm 0,57$ to $3,92 \pm 1,27$ $10^3/\mu\text{L}$), monocytes ($0,46 \pm 0,10$ to $0,64 \pm 0,23$ $10^3/\mu\text{L}$) and basophils ($0,05 \pm 0,02$ to $0,09 \pm 0,03$ $10^3/\mu\text{L}$) increased significantly immediately after the race, returning to basal levels within 24h. There was no difference in the number of circulating eosinophils. These results are presented as the mean $\pm$ S.E.M. ($p < 0,0001$). **CONCLUSION:** Taken together, these results suggested that intense aerobic exercise induces physiological changes and cause a significant, although temporary, modulation of the immune system, specifically of the leukocyte sub-population.

Key-Words: physical exercise, running race, immune function.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Escala BORG.....	16
Figura 2: Escala Visual Analógica (EVA)	16
Gráfico 1: Nível de lactato, frequência cardíaca, percepção do esforço e escala visual analógica.....	Error!
Bookmark not defined.	
Gráfico 2: Glóbulos brancos, neutrófilos, linfócitos, monócitos, eosinófilos e basófilos	Error! Bookmark not defined.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CA- Califórnia

CEDUFOP- Centro Desportivo da Universidade Federal de Ouro Preto

E.P- Erro padrão

EDTA- Ácido etilenodiamino tetra-acético

EUA- Estados Unidos da América

EVA- Escala Visual Analógica

FC- Frequência cardíaca

IVAS- Infecção do Trato Respiratório Superior

Kg- Quilogramas

KM- Quilômetros

Lac- Lactato

MG- Minas Gerais

mL- Mililitros

PSE- Percepção Subjetiva do Esforço

TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFOP- Universidade Federal de Ouro Preto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 JUSTIFICATIVA	12
3 OBJETIVO	13
3.1 Objetivo Geral	13
3.2 Objetivos Específicos	13
4 MÉTODOS E MATERIAIS	14
4.1 Cuidados éticos	14
4.2 Caracterização da Amostra	14
4.3 Desenho do Estudo	14
4.4 Coleta de Amostras	15
4.5 Frequência Cardíaca	15
4.6 Percepção Subjetiva de esforço (PSE) e de dor (EVA)	15
4.7 Concentração de Lactato “lac”	17
4.8 Hemograma Completo	17
4.9 Análise Estatística	18
5 RESULTADOS	19
6 DISCUSSÃO	22
7 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIA	26
APÊNDICE A: Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	29
APÊNDICE B: Declaração do orientador	31

1 INTRODUÇÃO

O sistema imune é composto por um complexo conjunto de células e moléculas que interagem para fornecer a proteção contra possíveis invasores patogênicos (bactérias, vírus e parasitas) (LIMA e SAMPAIO, 2007). Este sistema integra-se de dois principais componentes: o sistema imune inato e o adquirido. O inato está presente desde o nascimento, não é específico e pode responder aos diferentes agentes da mesma forma sem produzir células de memória. Contém barreiras estruturais como pele e membranas mucosas, também possui barreiras fisiológicas como pH e níveis de oxigênio. Além disso, células fagocitárias e outros leucócitos, estão envolvidas diretamente na fagocitose, pinocitose, morte celular e resposta inflamatória. Estes processos não sofrem influência do contato prévio com o agente infeccioso, formando a linha de frente da defesa do organismo, eliminando células infectadas por vírus e células tumorais, retardando o estabelecimento da infecção (DELCENSERIE *et al.*, 2008).

O número de corredores recreativos aumentou em todo o mundo inclusive no Brasil. No estado de São Paulo a quantidade de competidores nas provas passou de 283.960 em 2007 para 922.870 em 2017, o número de participantes mais que triplicou em uma década (FPA, 2017). O fácil acesso e o baixo custo tanto para o praticante quanto para o organizador, possivelmente são os principais responsáveis por este crescimento. A corrida de rua não tem muitas regras, basicamente, há um ponto de largada, um percurso a se seguir e um ponto de chegada. O participante pode correr por esse percurso da maneira que ele achar melhor e no ritmo que ele quiser, tornando assim o ritmo da prova auto ajustável, pois cada corredor determina seu próprio ritmo.

O exercício físico é conhecido como um fator estressor da homeostase do sistema imune. Estudos do sistema imune demonstraram alterações no número total de leucócitos e concentrações de subgrupo de células brancas, como neutrófilos, linfócitos T, monócitos, eosinófilos, basófilos (WALSH, 2011).

O sistema imunológico também responde ao estresse físico em atletas e praticantes amadores, isso se tornou um componente importante na preparação para a competição e promoção de estilos de vida saudáveis, que também inclui treinamento, recuperação e nutrição (PEDERSEN; HOFFMAN-GOETZ, 2000). Há uma preocupação com esse aspecto do controle do exercício físico, e atualmente há

uma grande quantidade de informações sobre a estreita relação entre a modulação do sistema imunológico pelo exercício alterando o número de leucócitos, especificamente o exercício intenso (GLEESON, 2007). De acordo com este trabalho, muitos estudos têm demonstrado que durante exercícios intensos de endurance, como corrida, ciclismo e esqui, o sistema imune apresenta alterações em sua resposta.

A resposta aguda do sistema imune em amadores e atletas tem sido extensivamente estudada. Alterações nas variáveis imunes humorais e celulares também foram descritas e sua ligação com um aumento na ocorrência de doenças após exercício de longa duração, como corrida, foi relatado. Foi proposto que após uma sessão aguda de um treino de resistência, a supressão de algumas variáveis imunológicas pode tornar o hospedeiro mais suscetível à micro organismos que entraram no corpo (PEDERSEN, 2000; KAKANIS, 2010). Esta alteração na resposta imunológica pode aumentar o risco de infecção do trato respiratório superior. Esse conceito é conhecido como teoria da janela aberta, do inglês "Open Window" (NIEMAN, 2000).

O modo que o lactato sanguíneo responde ao exercício tem sido usado para identificar parâmetros de aptidão aeróbica. Parâmetro esse que pode ser usado também para controle da intensidade do treinamento físico (DE OLIVEIRA *et al.*, 2006). Além disso, a percepção subjetiva do esforço (PSE) e a escala visual analógica (EVA) são bons indicadores da intensidade do exercício.

Os mecanismos por trás destes eventos ainda não são evidentes, portanto o presente estudo visa contribuir com a literatura mostrando o comportamento do sistema imune durante a prática da corrida. Para mais, não foi encontrado na literatura, na consulta literária do grupo, estudos com praticantes amadores em provas de 10 km.

2 JUSTIFICATIVA

A corrida de rua de 10km tem se tornado uma crescente prática devido ao seu fácil acesso. Sendo assim, se torna importante conhecer o comportamento das populações de leucócitos durante a corrida, para melhorar a prescrição do treinamento e aplicação na manutenção da saúde dos praticantes.

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo Geral

De que modo uma corrida de 10 quilômetros em ritmo auto ajustável é capaz de alterar a homeostase de parâmetros bioquímicos, comportamentais e imunológicos.

3.2 Objetivos Específicos

Quantificar a concentração sanguínea de lactato antes e imediatamente após a corrida.

Analisar parâmetros comportamentais (PSE e EVA) nos indivíduos estudados.

Analisar a frequência cardíaca antes e imediatamente após a corrida.

Quantificar, nos momentos propostos no estudo, diferentes populações de leucócitos (neutrófilos, linfócitos, monócitos, eosinófilos e basófilos).

4 MÉTODOS E MATERIAIS

4.1 Cuidados éticos

A liberação ética para este estudo foi obtida na Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte sobre o número de parecer 074/2007 e os voluntários foram informados dos riscos e benefícios da participação da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

4.2 Caracterização da Amostra

Este estudo foi realizado com quatorze homens fisicamente ativos, (32 ± 10 anos e $78,80 \pm 9,30$ kg) saudáveis, sem lesões osteomusculares, não fumantes e que não fazem uso de esteroides anabólicos que conseguiram praticar exercícios físicos de acordo com o questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q).

4.3 Desenho do Estudo

Os sujeitos foram avaliados em três ocasiões distintas: 1) uma sessão de entrevista, onde os voluntários foram recrutados, assinaram o TCLE e firmaram compromisso da data e horário dos testes; 2) corrida ao ar livre, onde ocorreram as primeiras duas coletas, uma pré e a outra pós a execução dos 10 km; 3) terceira coleta de sangue e EVA que aconteceu 24 horas após o término da corrida.

Os testes envolvendo a corrida de 10 km com o ritmo auto ajustável ocorreram às 8:00 horas da manhã. Os voluntários tiveram um café da manhã típico e também acesso à água da maneira que achassem necessário, além de dois postos de hidratação ao longo do percurso. Amostras de sangue foram colhidas antes,

imediatamente após e 24 horas depois do término do exercício. A frequência cardíaca (FC), foi analisada a partir de monitores cardíacos personalizado a cada um dos voluntários, as avaliações de percepção subjetiva do esforço (PSE) e a escala visual analógica (EVA) foram obtidas imediatamente antes e depois da corrida de rua de 10 km, sendo que a escala referente a dor foi coletada uma terceira vez 24h após o término da corrida, momento em que também foi coletado nova amostra de sangue. Os indivíduos foram orientados a não se exercitarem ou consumir álcool entre o final da corrida de 10 km e a coleta de amostras pós-exercício de 24 horas.

4.4 Coleta de Amostras

Um coletador de sangue profissional obteve, transportou e armazenou as amostras de sangue. Antes, imediatamente após e 24 horas após a corrida, foram utilizados tubos de 5ml com (EDTA) de sangue periférico para realização do hemograma.

4.5 Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca dos voluntários foi analisada antes e após a corrida. Ao chegarem ao local marcado para o início da corrida os voluntários aguardaram cinco minutos permanecendo sentados para registro da frequência cardíaca em repouso. Durante a corrida os voluntários permaneceram com os monitores cardíacos e após cruzarem a linha de chegada foi registrada a frequência cardíaca pós-exercício. Foram utilizados monitores cardíacos da marca POLAR® personalizados a cada um dos voluntários.

4.6 Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) e de dor (EVA)

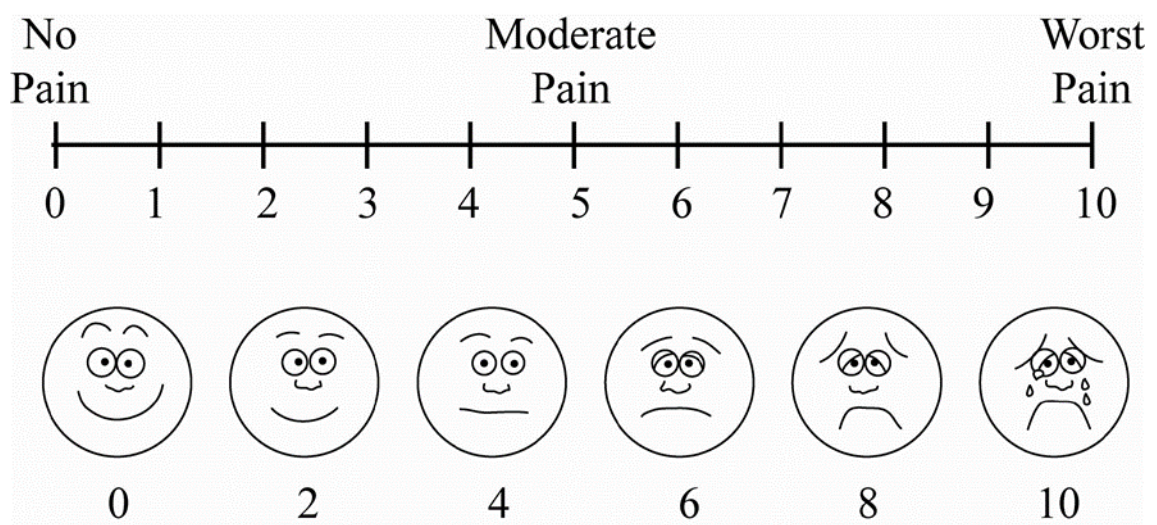
Foi utilizada neste estudo a escala de BORG para medir a PSE dos voluntários juntamente com a Escala Visual Analógica (EVA) para avaliar percepção subjetiva de dor sentida pelo voluntário na musculatura dos membros inferiores após o exercício, sendo zero nenhuma dor, cinco uma dor moderada e dez a pior dor que é possível sentir. O registro dos escores aconteceram pré, pós para PSE e EVA, e 24 horas depois da corrida de 10km apenas a EVA foi coletada.

Figura 1: Escala BORG.

6	7	Muito Facil
8	9	Facil
10	11	Relativamente Facil
12	13	Ligeiramente Cansativo
14	15	Cansativo
16	17	Muito Cansativo
18	19	Exaustivo
20		

Fonte: BORG, 1982

Figura 2: Escala Visual Analógica (EVA)



Fonte: BARBOSA, 2017

4.7 Concentração de Lactato (Lac)

Antes do início da corrida, foi higienizado a polpa digital dos voluntários com álcool 70% e utilizado lancetas descartáveis para retirada da amostra de sangue, sendo a primeira gota descartada a fim de eliminar possíveis gotas de suor e sangue residual que poderiam afetar o resultado. O mesmo procedimento foi adotado imediatamente após a conclusão dos 10 km. Utilizou-se o aparelho da marca “Accutrend Plus Roche Monitor” e tiras de lactato da marca ROCHE®.

4.8 Hemograma Completo

Foi utilizado um analisador hematológico automático e multiparâmetro (Cell Dyn Ruby Abbott®). O equipamento usa três métodos básicos exemplificados a seguir.

- O método óptico é utilizado para obter contagens de glóbulos vermelhos, plaquetas e globulinas de leucócitos. Um detector fotossensível mede a dispersão da luz. O comprimento do pulso detectado é proporcional ao tamanho da partícula (leucócito, eritrócito ou plaqueta), o que permite a identificação do volume de cada um dos elementos constituintes do sangue.
- Na Citometria de Fluxo a Laser, um fluxo de material particulado passa através do feixe de laser cruzando em um ângulo de 90 graus, dispersando a luz em um fotomultiplicador, que gera pulsos nos histogramas determinando o tamanho e granularidade das células. Esta análise é usada para realizar contagens globais e diferenciais de leucócitos em 5 partes (neutrófilos, linfócitos, monócitos, eosinófilos e basófilos).

- A colorimetria é um método que utiliza uma mudança de cor de reação química e a reação final de leitura de absorbância e é usado para a hemoglobina. As contagens sanguíneas completas foram realizadas utilizando um analisador hematológico diferencial de cinco partes (Beckman Coulter AcT 5 diff AL Analisador Hematológico, CA, EUA). O analisador de hematologia usa um sistema de diluição sequencial e tecnologias de dinâmica de fluidos de fluxo de foco duplo, empregando o Princípio Coulter de impedância para contar e medir o tamanho das células.

4.9 Análise Estatística

Todos os resultados são apresentados como a média $\pm$ E.P. Os dados normais foram analisados utilizando análise de variância unidirecional, e as diferenças entre os grupos foram avaliadas utilizando o pós-teste de Student-Newman-Keuls. Valores de p menores que 0,05 foram considerados significativos.

5 RESULTADOS

A corrida de 10 km com ritmo auto ajustável induziu alterações nos parâmetros analisados. Após a aplicação do protocolo, os voluntários atingiram uma velocidade média de 11,9 km / h e completaram o percurso em um período de tempo de $49,8 \pm 7,0$ min. Como esperado, a concentração de lactato sanguíneo aumentou em comparação com aqueles obtidos antes da corrida (Gráfico 1A). Os níveis de FC aumentaram após o exercício (Gráfico 1B). A percepção de dor, analisada pela (EVA) assim como o (PSE) percepção subjetiva do esforço, foi maior quando comparados com os níveis iniciais. (Gráfico 1C e 1D).

O exercício intenso aeróbico elevou a contagem de leucócitos alterando os níveis plasmáticos verificados anteriormente. O protocolo de exercício aumentou o número de leucócitos (glóbulos brancos) no sangue periférico imediatamente após a corrida (Gráfico 2A). Os dados mostraram um aumento no número de neutrófilos circulantes (Gráfico 2B) e linfócitos (Gráfico 2C). Além disso, o número de monócitos (Gráfico 2D) e basófilos (Gráfico 2F) aumentou após a corrida. No entanto, o número de eosinófilos não se alterou (Gráfico 2E). Todos esses valores retornaram aos níveis basais 24 horas após o exercício.

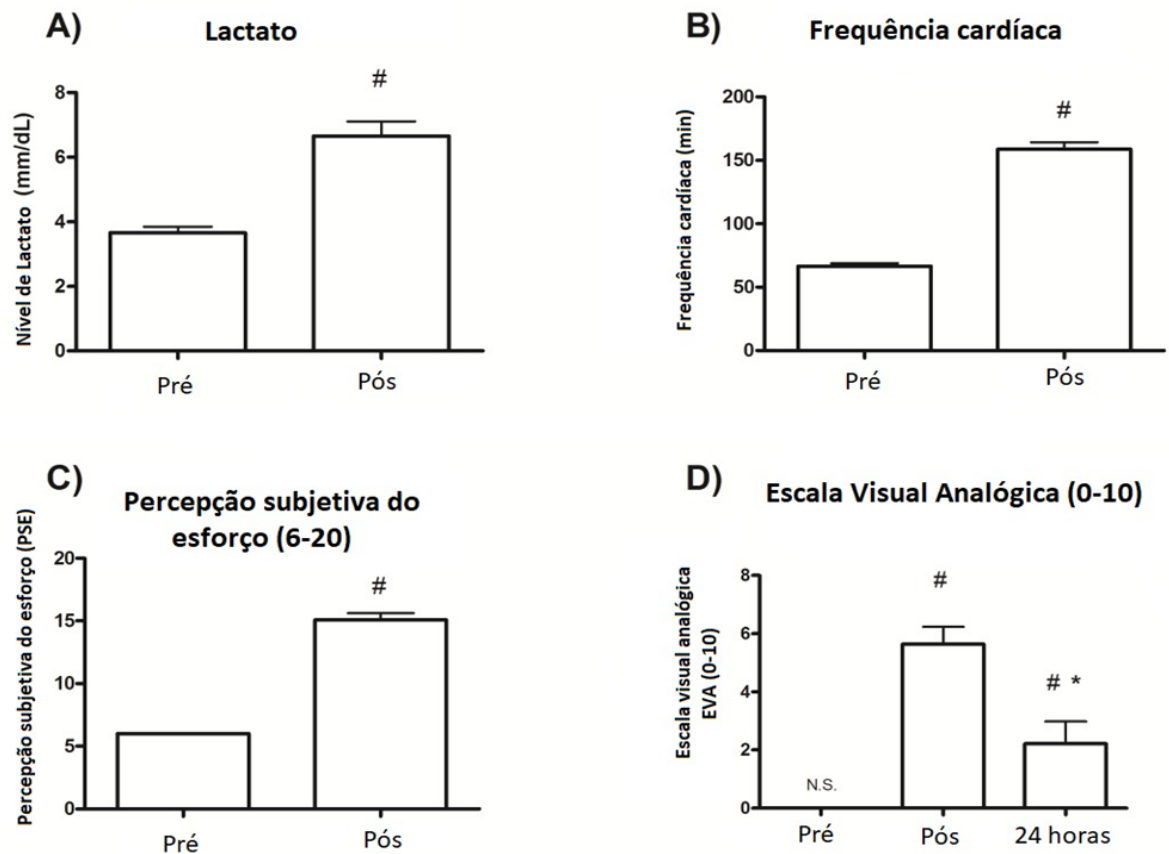


Gráfico 1: Nível de lactato no sangue e frequência cardíaca (FC). Uma corrida de 10 km induziu um aumento no nível periférico de lactato (A) elevação na frequência cardíaca (B), percepção do esforço (C) e escala visual analógica (D) imediatamente após o exercício. Estes resultados são apresentados como a média $\pm$ E.P. ($n = 5$). * $p < 0,05$.

Fonte: Próprio Autor

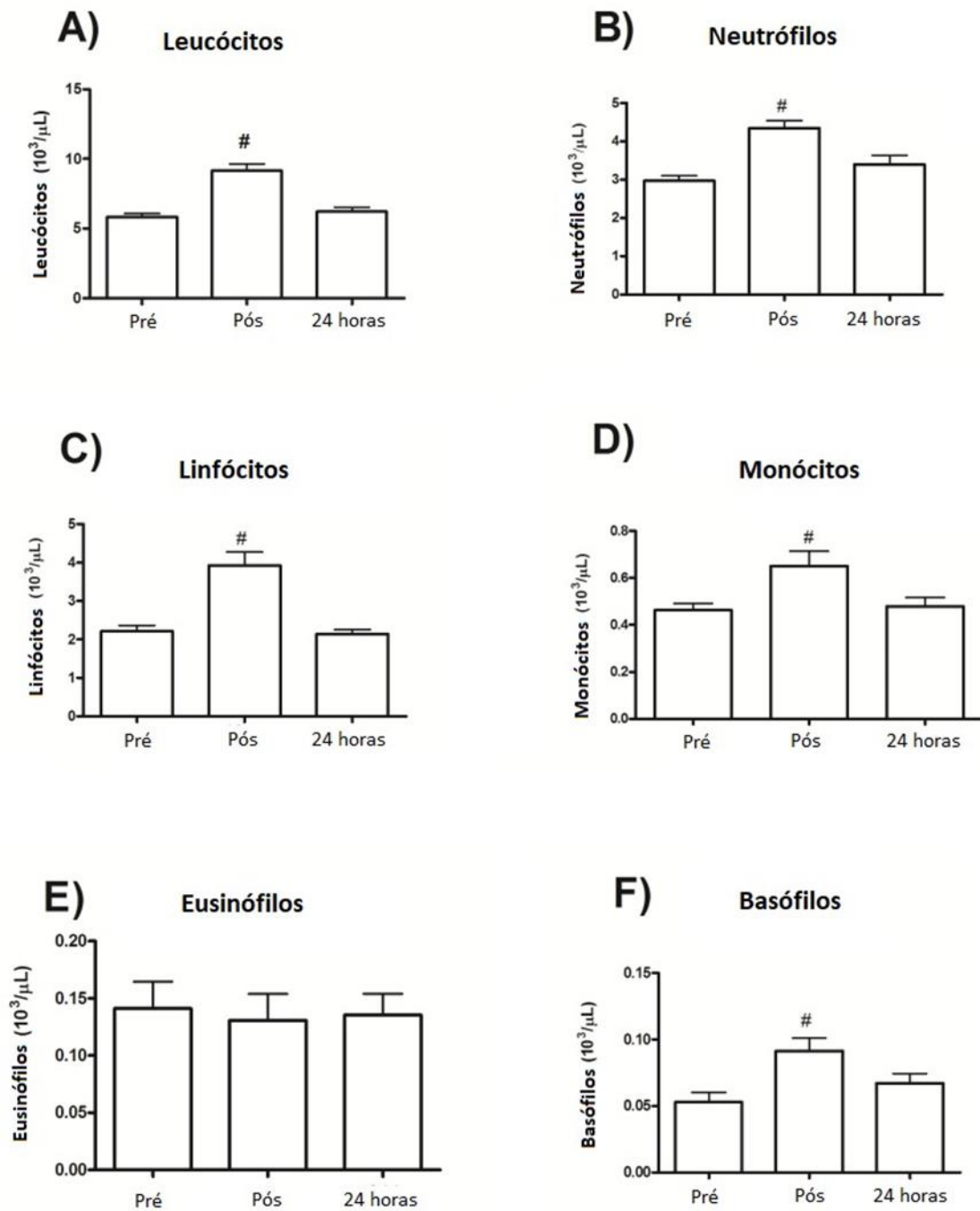


Gráfico 2: Exercício aeróbico intenso aumentou a população de leucócitos na circulação sanguínea periférica. Uma corrida de 10 km aumentou o número de glóbulos brancos (A), neutrófilos (B), linfócitos (C), monócitos (D) e basófilos (F). O número de eosinófilos não se alterou (E). * $p < 0,05$.

Fonte: Próprio Autor

6 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo fornecem mais evidências de que o sistema imune pode ser modulado a partir do exercício físico. Para mais, esses dados sugerem que alguns aspectos da função imunológica retornam aos níveis próximos dos normais 24 horas após um exercício aeróbico intenso (10 km de corrida).

Como esperado, a corrida induziu alterações nos parâmetros analisados, como mudanças nos níveis de lactato no sangue periférico, que pode ser associado ao nível de intensidade do exercício e nível de treinamento do indivíduo (SEIP, 1991). A frequência cardíaca acompanhou a resposta do lactato, já que é esperado que treinos mais intensos apresentem frequências cardíacas mais altas. As avaliações comportamentais do esforço percebido (PSE) e escala visual analógica (EVA) também apresentaram resultados semelhantes, já que ao relatarem pontos mais altos na escala de Borg, coincidiu com o aumento no EVA. Além disso, o presente estudo corrobora com a literatura demonstrando um aumento dos níveis de PSE, FC assim como concentração de lactato sanguíneo. Borg (1987) demonstrou em seu trabalho correlações positivas entre as variáveis citadas demonstrando assim o resultado esperado.

Este estudo demonstra mudanças nos parâmetros imunológicos através deste protocolo de exercícios. As contagens de glóbulos brancos aumentaram significativamente do momento pré exercício para imediatamente após o exercício conduzidos principalmente por neutrófilos, a primeira resposta do sistema imune. Nunes-Silva (2014) em modelo animal, demonstrou a importância dos neutrófilos na resposta imediata do sistema imune após uma sessão de corrida onde pode ser observado o rolamento, aderência e transmigração de neutrófilos em direção ao centro do musculo exercitado. O aumento no número de leucócitos circulantes em um sangue periférico após sessões agudas de exercício foi relatado anteriormente por Gabriel, (1995); Chinda, (2003); Sureda, (2009), esses dados indicam que essas células sanguíneas extras são mobilizadas a partir do contingente marginal de leucócitos porque não havia tempo suficiente para produzir novas células na medula óssea (HACK, 1992).

Os mecanismos específicos pelos quais o número de leucócitos aumentam têm sido intensamente discutidos (ORTEGA, 2003), e alguns estudos sugerem que o

exercício induz o aumento dos hormônios e neurotransmissores (hormônio do crescimento, epinefrina e norepinefrina) e que esses hormônios podem desempenhar um papel na mobilização dos glóbulos brancos (KAKANIS, 2010). O aumento da produção e liberação desses hormônios no início do exercício também pode estimular o aumento inicial do número de leucócitos em circulação (RHIND, 1999). O aumento do número de leucócitos circulantes provavelmente resulta do número marginal de leucócitos porque não houve tempo suficiente (em torno de $49,8 \pm 7,0$ minutos) para produzir e liberar grandes quantidades de células da medula óssea. É também sugerido que a neutrofilia seja mantida por uma hora após o exercício (YAMADA, 2000; HALSON, 2008).

Importante destacar que a contagem de linfócitos mudou em resposta ao exercício agudo. Pedersen (2002) em seu estudo demonstrou uma linfocitose durante o exercício seguido por uma queda na contagem de linfócitos nas horas subsequentes. Os cortes de tempo utilizados no presente estudo não puderam demonstrar este comportamento o que para futuros estudos com atletas recreacionais é de grande relevância uma vez que a supressão temporária do sistema imunológico poderia causar infecções das vias aéreas superiores (IVAS) através da chamada teoria da janela aberta (KAKANIS, 2010).

Exercícios intensos em atletas de resistência podem causar um estresse fisiológico extremo associado à imunodepressão temporária e a um maior risco de IVAS (GUNZER *et al.*, 2012). As células linfocitárias T desempenham um papel importante no sistema imunológico, particularmente no sistema imune adaptativo ajudando a regular a atividade de outras células imunológicas, liberando citocinas de células T, como interleucina-2 (IL-2). Essas células ajudam a suprimir ou regular as respostas imunes e são essenciais na troca de classe de anticorpos de células B, na ativação e crescimento de células T citotóxicas e na maximização da atividade bactericida de fagócitos, como macrófagos. Essa alteração pode estar relacionada ao uso de imunossuppressores induzidos pelo exercício, condição comum em atletas amadores e profissionais após provas de endurance, como maratonas e triatlos. Entretanto, observa-se o retorno da contagem de linfócitos aos níveis basais pré exercício demonstrando assim uma mudança transiente, ou seja, 24h após a sessão de treino a perturbação na homeostase dos linfócitos circulantes foi recuperada nos corredores.

Concomitante a contagem total de leucócitos, os monócitos apresentaram aumento significativo imediatamente após a sessão de corrida de 10km. Descritos na literatura como responsivos ao exercício agudo (PEDERSEN, 2002), o presente estudo corrobora demonstrando uma alteração na contagem total de monócitos. Após a transmigração do monócito para o tecido muscular ocorre a diferenciação dessa célula para um macrófago onde possui um papel importante na regeneração do tecido muscular (KHARRAZ, 2013). No trabalho de Chazaud (2014) é descrito que logo após um dano no tecido muscular monócitos rastreados infiltram no tecido muscular fagocitam debris, restos necróticos das células e depois mudam seu perfil inflamatório para resolutivo. No presente estudo o aumento da contagem de monócitos da corrente sanguínea não pode ser associado diretamente ao reparo do tecido, entretanto pode-se entender como uma resposta do sistema a um desbalanço na homeostase preparando-se para combater um possível invasor ou, no caso do exercício físico, uma possível regeneração do tecido muscular.

Poucos trabalhos na literatura descrevem o comportamento de basófilos e eosinófilos. No entanto, Morgan *et al.* (1983) sugerem uma correlação positiva entre histamina e basófilos em indivíduos controle e asmáticos após uma sessão de exercício demonstrando que mesmo sem uma resposta inflamatória anafilática ou alérgica é esperado um aumento na contagem de basófilos.

Em geral, este estudo demonstra a capacidade do exercício de causar um desequilíbrio transiente no organismo como um todo, proporcionando uma situação adequada para o mecanismo de super compensação atuar em parâmetros bioquímicos, comportamentais e imunes.

7 CONCLUSÃO

Uma corrida de 10 km em ritmo auto ajustável, induz alterações fisiológicas e imunológicas transitórias nos parâmetros analisados. Portanto, um sujeito praticante desta atividade apresentará alterações comportamentais, bioquímicas e imunológicas transientes.

REFERÊNCIA

BARBOSA, L. S. M. **Efeito de uma sessão de treino de força com diferentes durações de ações musculares em marcadores fisiológicos e imunológicos**. 2017, 31f Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Educação Física) Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017

BORG, G.; HASSMÉN, P.; LAGERSTRÖM, M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 56, n. 6, p. 679-685, Jan. 1987.

CHAZAUD, B. Macrophages: Supportive cells for tissue repair and Regeneration. **Immunology**, v. 214, n. 7, p. 1-23, Jul. 2009

CHINDA, D. *et al.* A competitive marathon race decreases neutrophil functions in athletes. **Luminescence**, v. 18, n. 6, p. 324-329, Nov./Dec. 2003.

DELCENSERIE, V. *et al.* Immunomodulatory effects of probiotics in the intestinal tract. **Current issues in molecular biology**, v. 10, n. 1/2, p. 37-54, Aug. 2008.

DE OLIVEIRA, J. C. *et al.* Identificação do limiar de lactato e limiar glicêmico em exercícios resistidos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 6, p. 333-338, Nov./Dez. 2006.

FPA. Demonstrativo de Corridas de Rua nos Últimos Anos no Estado de São Paulo. **Federação Paulista de Atletismo**, São Pulo, 2017, Disponível em: <http://www.atletismofpa.org.br/source/Demonstrativo-de-Corridas-de-Rua-nos-Ultimos-Anos-no-Estado-de-Sao-Paulo-2017.pdf>. Acesso em: 03 Dez 2018

GABRIEL, H. *et al.* Increased phagocytic capacity of the blood, but decreased phagocytic activity per individual circulating neutrophil after an ultradistance run. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 71, n. 2-3, p. 281-283, Mar. 1995.

GLEESON, M. Immune function in sport and exercise. **Journal of applied physiology**, v. 103, n. 2, p. 693-699, Aug. 2007.

GUNZER, W.; KONRAD, M.; PAIL, E. Exercise-induced immunodepression in endurance athletes and nutritional intervention with carbohydrate, protein and fat—what is possible, what is not? **Nutrients**, v. 4, n. 9, p. 1187-1212, Sep. 2012.

HACK, V. *et al.* The effect of maximal exercise on the activity of neutrophil granulocytes in highly trained athletes in a moderate training period. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 65, n. 6, p. 520-524, Jul. 1992.

HALSON, S. L. *et al.* Physiological responses to cold water immersion following cycling in the heat. **International journal of sports physiology and performance**, v. 3, n. 3, p. 331-346, Oct. 2008.

HAWLEY, J. A. *et al.* Integrative biology of exercise. **Cell**, v. 159, n. 4, p. 738-749, Nov. 2014.

IBFELT, T. *et al.* Exercise-induced change in type 1 cytokine-producing CD8⁺ T cells is related to a decrease in memory T cells. **Journal of applied physiology**, v. 93, n. 2, p. 645-648, Aug. 2002.

KAKANIS, M. *et al.* The open window of susceptibility to infection after acute exercise in healthy young male elite athletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, p. e85-e86, Dec. 2010.

KHARRAZ, Y. *et al.* Macrophage plasticity and the role of inflammation in skeletal muscle repair. **Mediators of inflammation**, v. 2013, n. 10, p. 491-497, Jan. 2013.

LIMA, F. A.; SAMPAIO, M. C. The role of the thymus in the development of the immune system. **Pediatrics**, v. 29, n. 1, p. 33-42, Jan. 2007.

MORGAN, D. J. *et al.* Plasma histamine in asthmatic and control subjects following exercise: influence of circulating basophils and different assay techniques. **Thorax**, v. 38, n. 10, p. 771-777, Oct. 1983.

NIEMAN, D. C. Exercise effects on systemic immunity. **Immunology and Cell Biology**, v. 78, n. 5, p. 496-501, Oct. 2000.

NUNES-SILVA, A. *et al.* Treadmill exercise induces neutrophil recruitment into muscle tissue in a reactive oxygen species-dependent manner. An intravital microscopy study. **PLoS One**, v. 9, n. 5, p. e96464, May 2014.

ORTEGA, E. Neuroendocrine mediators in the modulation of phagocytosis by exercise: physiological implications. **Exercise immunology review**, v. 9, p. 70-93, Feb. 2003.

PEAKE, J. M. *et al.* Exercise-Induced Muscle Damage, Plasma Cytokines, and Markers of Neutrophil Activation, **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 5, p. 737-745, May. 2005.

PEDERSEN, B. K.; HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. **Physiological reviews**, v. 80, n. 3, p. 1055-1081, Jul. 2000.

RHIND, S. G. *et al.* Contribution of exertional hyperthermia to sympathoadrenal-mediated lymphocyte subset redistribution. **Journal of Applied Physiology**, v. 87, n. 3, p. 1178-1185, Sep. 1999.

SALGADO, J. V. V.; MIKAIL, M. P. T. C. Corrida de rua: Analise do crescimento do número de provas e de praticantes. **Conexões**, v. 4, n. 1, p. 90-98, Nov. 2007.

SEIP, R. L. *et al.* Perceptual responses and blood lactate concentration: effect of training state. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 23, n. 1, p. 80-87, Jan. 1991.

SUREDA, A. *et al.* Effects of L-citrulline oral supplementation on polymorphonuclear neutrophils oxidative burst and nitric oxide production after exercise. **Free radical research**, v. 43, n. 9, p. 828-835, Jul. 2009.

WALSH, N. P. *et al.* Position statement part one: immune function and exercise. **Exercise Immunology Review**, v. 17, n. 1, p. 6-63, Dec. 2011.

WALSH, N. P. *et al.* Position statement part two: immune function and exercise. **Exercise Immunology Review**, v. 17, n. 1, p. 64-103, Dec. 2011.

YAMADA, M. *et al.* Effect of exhaustive exercise on human neutrophils in athletes. **Luminescence**, v. 15, n. 1, p. 15-20, Jan./Feb. 2000.

APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE):

“O efeito de uma corrida em ritmo auto ajustável sobre marcadores bioquímicos, comportamentais e imunológicos”

Venho por meio deste convidá-lo a participar do projeto de pesquisa cujo título está supracitado, que tem como objetivo avaliar o efeito de uma corrida de 10 km sobre marcadores bioquímicos, comportamentais e imunológicos. Será realizada uma sessão de corrida ao ar livre (Pampulha) o sangue será coletado antes, imediatamente após e 24 horas após o final da sessão de treino.

Riscos e Benefícios esperados

A realização deste estudo envolve os riscos gerais relacionados à prática de exercícios físicos, como lesões musculoesqueléticas, e à coleta de sangue periférico. Porém, a frequência com que esses eventos ocorrem em condições laboratoriais é mínima e, tanto a sessão de treino quanto a coleta de sangue, serão realizadas por profissionais treinados sob condições de segurança. Não haverá benefício direto ao voluntário, entretanto, esta pesquisa ajudará na compreensão de mecanismos importantes associados aos benefícios do exercício físico para a população.

Questionamentos

Em caso de quaisquer dúvidas, você poderá perguntar e esclarecer seus questionamentos com os pesquisadores a qualquer momento da pesquisa.

Suspensão da pesquisa

Você tem a liberdade de não participar ou de desistir a qualquer momento, sem qualquer penalidade ou qualquer outro transtorno para você.

Eventuais Danos materiais e morais

Todas as despesas especificamente relacionadas com o estudo são de responsabilidade dos pesquisadores deste estudo. Se durante ou após o estudo, você tenha outras dúvidas ou entenda que apresentou qualquer consequência negativa, por favor, entre em contato com o pesquisador responsável pelo estudo: Professor Dr. Albená Nunes da Silva, telefone (031): 99992-3426. Você poderá recusar-se a participar deste estudo e/ou abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar se justificar. Você também deve compreender que os pesquisadores podem decidir sobre a sua exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais você será devidamente informado.

Uso das informações obtidas

As informações obtidas durante o teste serão tratadas de forma restrita e confidencial. Os dados da pesquisa serão armazenados pelo coordenador da pesquisa (Professor Dr. Albená Nunes da Silva) em sua sala (Sala 20 A) do Centro Desportivo da Universidade Federal de Ouro Preto (CEDUFOP) por um período de 5 anos. Os dados não serão liberados ou revelados para mais nenhuma pessoa a não ser os responsáveis pela análise e escrita dos resultados. As informações obtidas serão usadas por uma análise estatística com objetivos científicos. Pode estar certo que sua privacidade e anonimato serão garantidos.

Contato com o pesquisador e como o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto

Qualquer esclarecimento entre em contato com o pesquisador do presente projeto pelo e-mail: albenanunes@hotmail.com , ou pelo telefone: 99992-3426.

Segue também o contato do comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Universitário – Morro do Cruzeiro, na Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, ICEB - Ouro Preto (MG), ou pelo telefone (31) 3559-1368, sempre que desejar sanar dúvidas éticas. Uma cópia desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Livre Consentimento:

Concordo participar voluntariamente do presente projeto. Eu entendo que eu estou livre para desistir da participação a qualquer momento. Eu dou meu consentimento para participar deste estudo.

Data Assinatura do Voluntário

Data Assinatura do Responsável

Telefone para contato: 31 99992-3426 (Albená) 31 97555-2405 (Mário)

APÊNDICE B: DECLARAÇÃO DO ORIENTADOR

Certifico que o aluno **Mário Robson Oliveira Santana**, autor do trabalho de conclusão de curso, “**O efeito de uma corrida em ritmo auto ajustável sobre marcadores bioquímicos, comportamentais e imunológicos**”, efetuou as alterações sugeridas pela banca examinadora e que estou de acordo com a versão final do trabalho.

Albená Nunes da Silva, MSc, PhD
Professor Adjunto
Centro Desportivo da UFOP (CEDUFOP)
CREF6 - 04918-G/MG



Albená Nunes da Silva
Orientador

Ouro Preto, 04 de dezembro de 2018