

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA - BACHARELADO

MARCOS CEZAR PITOMBO DA SILVA JUNIOR

**O IMPACTO DA HIDRATAÇÃO SOBRE A CONTAGEM DE CÉLULAS
SANGUÍNEAS EM CICLISTAS SUBMETIDOS A EXERCÍCIO**

Maceió

2021

MARCOS CEZAR PITOMBO DA SILVA JUNIOR

**O IMPACTO DA HIDRATAÇÃO SOBRE A CONTAGEM DE CÉLULAS
SANGUÍNEAS EM CICLISTAS SUBMETIDOS A EXERCÍCIO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Alagoas, como requisito para obtenção do
grau de Bacharel em Educação Física, sob
orientação do Dr. Eduardo Seixas Prado.

Maceió

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA - BACHARELADO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

No dia 22 de janeiro de 2021, às 15h, em sessão pública via plataforma *Google Meet*, como orienta a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 03/2020 DE 27 DE ABRIL DE 2020 da Pró Reitoria de Graduação da Universidade Federal de Alagoas, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), intitulado: O IMPACTO DA HIDRATAÇÃO SOBRE A CONTAGEM DE CÉLULAS SANGUÍNEAS EM CICLISTAS SUBMETIDOS A EXERCÍCIO, do aluno Marcos Cezar Pitombo da Silva Junior (matrícula 13213946), do Curso de Educação Física - Bacharelado. A banca avaliadora foi constituída pela Prof.^a. Dra. Maria do Socorro Meneses Dantas (Presidente), Prof.^o. Dr. Eduardo Seixas Prado (Orientador), e a Prof.^a. Mestre Thássia Casado Lima França (Convidada). Iniciados os trabalhos, foi dado ao aluno um tempo máximo de 20 (vinte) minutos para apresentação, em seguida, a Banca Examinadora dispôs de até 30 (trinta) minutos para arguição e/ou considerações. Terminada a defesa do trabalho, procedeu-se o julgamento final, e o trabalho foi aprovado com nota nove vírgula zero (9,0). O aluno foi notificado do prazo de no máximo 30 (trinta) dias, a partir desta data, para enviar por e-mail (iefeedfbcoordenacao.ufal@gmail.com) para a Coordenação do Curso de Educação Física - Bacharelado, a versão definitiva do trabalho defendido, salvas em PDF, com as correções sugeridas pela Banca, sem o que, esta avaliação se tornará sem efeito, passando o aluno a ser considerado reprovado. Nada mais havendo a tratar, os trabalhos foram encerrados para a lavratura da presente ATA, que depois de lida e achada conforme, vai assinada pelos membros da Banca Examinadora e pelo aluno.

M do Socorro Meneses Dantas

_____(Presidente)

Eduardo Seixas Prado

_____(Orientador)

Thássia Casado Lima França

_____(Convidada)

Marcos Cezar P.

_____(Aluno)

RESUMO

A realização de exercício físico pode trazer benefícios à saúde e ao sistema imunológico. O sistema imunológico é um sistema de defesa, que protege o nosso organismo contra microrganismos invasores. O estado de hidratação do indivíduo é primordial para a prática de atividades físicas, e para impedir problemas de saúde. Um indivíduo desidratado e em estresse físico elevado, parece gerar um distúrbio maior na função das células imunes. Objetivo: verificar o impacto da hidratação na contagem de leucócitos e subpopulações em exercício físico prolongado, até à exaustão. Métodos: O estudo foi composto por 16 ciclistas atletas ($38,7 \pm 14,6$ anos; $70,3 \pm 5,5$ kg; $170,6 \pm 5,5$ cm; $10,2 \pm 4,3$ %G), do sexo masculino. Os ciclistas executaram uma sessão de 30 minutos de exercício em cicloergômetro, seguidas de um teste incremental máximo (TIM), em uma sala climatizada a ~ 25 °C. Houve coleta sanguínea antes da sessão de exercício (momento 0; M0), após 30 minutos da sessão de exercício (momento 1; M1) e logo após o esforço máximo (momento 2; M2). Resultados: Foi observada uma diferença significativa na contagem de leucócitos entre M0 ($5,8 \pm 0,5 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M1 ($8,8 \pm 0,8 \times 10^3/\text{mm}^3$), e M0 ($5,8 \pm 0,5 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M2 ($9,8 \pm 0,7 \times 10^3/\text{mm}^3$) dentro do grupo mais desidratado (+DES) ($P < 0,05$). No grupo menos desidratado (-DES) somente houve diferença entre M0 ($6,8 \pm 0,5 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M1 ($8,8 \pm 0,9 \times 10^3/\text{mm}^3$) ($P < 0,05$). Nos granulócitos houve uma diferença significativa entre o M0 ($1,6 \pm 0,3 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M1 ($2,4 \pm 0,5 \times 10^3/\text{mm}^3$), e entre o M0 ($1,6 \pm 0,3 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M2 ($2,7 \pm 0,5 \times 10^3/\text{mm}^3$) no grupo +DES. Nos linfócitos aconteceu um aumento e uma diferença significativa entre M0 e M1 e entre o M0 e o M2 (+DES) ($P < 0,05$). No grupo (-DES) houve diferença significativa entre M0 e M1. E os monócitos tiveram um aumento, e uma diferença significativa entre o M0 e o M1, M0 e M2, M1 e M2 (+DES) ($P < 0,05$). No grupo (-DES) houve diferença significativa entre M0 e M1, M0 e M2 ($P < 0,05$). Conclusão: O exercício prolongado, até à exaustão, induz um aumento mais acentuado no número de leucócitos circulantes e subpopulações ao maior nível de desidratação.

Palavras-chave: Exercício físico, sistema imune, hidratação, desempenho atlético.

ABSTRACT

Physical exercise can benefit health and the immune system. The immune system is a defense system, which protects our body against invading microorganisms. The hydration status of the individual is essential for the practice of physical activities, and to prevent health problems. An individual dehydrated and in high physical stress, seems to generate a greater disturbance in the function of immune cells. Objective: to verify the impact of hydration on the leukocyte count and subpopulations in prolonged physical exercise, until exhaustion. Methods: The study consisted of 16 athlete cyclists (38.7 ± 14.6 years; 70.3 ± 5.5 kg; 170.6 ± 5.5 cm; $10.2 \pm 4.3\%$ G), from male. Cyclists performed a 30-minute exercise session on a cycle ergometer, followed by a maximum incremental test (TIM), in an air-conditioned room at ~ 25 °C. Blood was collected before the exercise session (moment 0; M0), after 30 minutes of the exercise session (moment 1; M1) and immediately after the maximum effort (moment 2; M2). Results: A significant difference in leukocyte count was observed between M0 ($5.8 \pm 0.5 \times 10^3 / \text{mm}^3$) and M1 ($8.8 \pm 0.8 \times 10^3 / \text{mm}^3$), and M0 ($5.8 \pm 0.5 \times 10^3 / \text{mm}^3$) and M2 ($9.8 \pm 0.7 \times 10^3 / \text{mm}^3$) within the most dehydrated group (+ DES) ($P < 0.05$). In the less dehydrated group (-DES) there was only a difference between M0 ($6.8 \pm 0.5 \times 10^3 / \text{mm}^3$) and M1 ($8.8 \pm 0.9 \times 10^3 / \text{mm}^3$) ($P < 0.05$). There was a significant difference in granulocytes between M0 ($1.6 \pm 0.3 \times 10^3 / \text{mm}^3$) and M1 ($2.4 \pm 0.5 \times 10^3 / \text{mm}^3$), and between M0 ($1.6 \pm 0.3 \times 10^3 / \text{mm}^3$) and M2 ($2.7 \pm 0.5 \times 10^3 / \text{mm}^3$) in the + DES group. In the lymphocytes there was an increase and a significant difference between M0 and M1 and between M0 and M2 (+ DES) ($P < 0.05$). In the group (-DES) there was a significant difference between M0 and M1. And monocytes had an increase, and a significant difference between M0 and M1, M0 and M2, M1 and M2 (+ DES) ($P < 0.05$). In the group (-DES) there was a significant difference between M0 and M1, M0 and M2 ($P < 0.05$). Conclusion: Prolonged exercise, until exhaustion, induces a more marked increase in the number of circulating leukocytes and subpopulations at the highest level of dehydration.

Keywords: Physical exercise, immune system, hydration, athletic performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Contagem de leucócitos.....	15
Figura 2. Contagem de granulócitos.....	16
Figura 3. Contagem de linfócitos.....	17
Figura 4. Contagem de monócitos.....	18

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%G	Percentual de Gordura
+DES	Mais Desidratados
-DES	Menos Desidratados
$\Delta\%$ MC	Diferença Percentual da Massa Corporal
MC	Massa Corporal
PCT	Paracetamol
PLA	Placebo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIM	Teste Incremental Máximo
VO_2 Máx.	Volume de Oxigênio Máximo
W	Watts
IBUTG	Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAIS E MÉTODOS	10
2.1 Tipo de pesquisa.....	10
2.2 Amostra.....	10
2.3 Aspectos éticos	10
2.4 Procedimentos experimentais	11
2.5 Análise dos dados.....	13
5. RESULTADOS	14
6. DISCUSSÃO	19
7. CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	23
ANEXOS	26
ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	26
ANEXO B – ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO	28

1. INTRODUÇÃO

O exercício físico é uma atividade executada de forma ordenada, acompanhada de uma regularidade e intenção, que envolvem contrações musculares realizadas de formas concêntricas, isométricas, excêntricas, isoladas ou combinadas, que geram processos de adaptação no organismo, de acordo com a sua intensidade e duração (GONÇALVES, 2014; MARTÍNEZ; ALVÁREZ, 1999). Sabe-se que o exercício físico moderado pode trazer benefícios para a saúde, através do desenvolvimento da capacidade cardiorrespiratória, fortalecimento muscular, sensação de bem estar, melhoria da composição corporal, e também do sistema imunológico (GONÇALVES, 2014).

A imunologia é o estudo dos procedimentos fisiológicos, que são usados pelos seres, para que ocorra uma defesa contra a invasão de seres estranhos em seus corpos (PARHAM, 2011). Para Martínez e Álvarez (1999), o sistema imunológico pode ser definido, como um sistema eficaz de defesa, que protege o nosso organismo contra microrganismos invasores, e é constituído de uma rede de células e moléculas que são capazes de fazer um reconhecimento e desenvolver um ato de resposta devido a estes estímulos, fazendo com que haja uma destruição ou inativação.

Parham (2011), relata que o sistema imunológico pode ser dividido em inato e adaptativo: o inato se define por agir e dar uma resposta rápida (horas) e por responder de forma não específica; enquanto o adaptativo age de forma mais lenta (dias e semanas) e responde de maneira específica. Se conseguir passar pelo sistema inato, o microrganismo encontrará o sistema adaptativo.

Oliveira (2015), descreve que os leucócitos fazem parte do sistema imune e agem na proteção ao organismo contra os agentes infecciosos que invadem o nosso organismo, e são construídos na medula óssea ou em tecidos linfóides, se mantendo de forma provisória no sangue. São classificados em granulócitos (neutrófilos, eosinófilos e basófilos) e agranulócitos (monócitos e linfócitos), e ao levar estímulos, eles são capazes de acabar saindo da corrente sanguínea (diapedese), indo de encontro ao tecido conjuntivo, onde muitos pendem a ter uma morte por apoptose.

O exercício físico gera uma reorganização das respostas de diversos sistemas, inclusive do sistema imune, e sua prática de forma regular ocasiona alterações, tanto

da imunidade inata como também da imunidade adaptativa (COSTA ROSA; VAISBERG, 2002). Terra *et al.* (2012), menciona que as respostas geradas pelo exercício, tanto de forma aguda, como crônica, afetam diversos componentes do sistema imune.

Costa Rosa e Vaisberg (2002), noticiam que o exercício realizado de forma moderada e com regularidade, melhora a capacidade de resposta do sistema imune, gerando uma adaptação crônica ao exercício, fazendo com que o organismo consiga tolerar de forma mais adequada o estresse. Já o exercício de alta intensidade faz com que haja uma reação transitória ao estresse, que se relaciona com uma alteração bifásica dos leucócitos circulantes e ocasiona um estado transitório de imunodepressão.

A realização de exercício físico promove distúrbios no número e função dos leucócitos circulantes, aparentando depender da intensidade e duração do exercício, além da liberação correlacionada de hormônio do estresse (cortisol) (MITCHELL *et al.* 2002). Armstrong *et al.* (2010), também informam que essas respostas podem ser aumentadas ou reduzidas de acordo com a intensidade, duração e da frequência do exercício. Corroborando com isto, Nieman (1997), diz que a resposta imunológica depende de fatores como o da intensidade e duração, porém, também depende do tipo de exercício, concentrações de hormônios e citocinas, modificação na temperatura corporal, fluxo sanguíneo, composição corporal e estado de hidratação.

Por outro lado, Graciano *et al.* (2014), enfatiza que a água é indispensável para a vida humana, e que ela é extremamente importante na regulação do organismo. Manter o indivíduo em um estado hidratado, é relevante para que ele tenha um bom desempenho atlético (CAMERINO *et al.* 2019).

Silva *et al.* (2018), trazem que a água faz parte de 40 a 70% da massa corporal, variando de acordo com a idade, sexo e composição corporal, em média por volta de 60% da massa corporal é composta por água. Ela viabiliza que os eletrólitos entrem e saiam, fazendo com que exista uma preservação da homeostase, favorecendo as reações bioquímicas. Possuir o entendimento sobre o estado de hidratação do indivíduo é primordial para a realização de atividades físicas, e para impedir que ocorra problemas de saúde, devido a um estado de desidratação (MACHADO-MOREIRA *et al.* 2006).

Os estudos sobre a fisiologia da desidratação foram iniciados no início no século XVII, e que ela é uma palavra geralmente compreendida para caracterizar uma

carência na água corporal total (CHEUVONT; KENEFICK, 2014). Lopes *et al.* (2016), contam que a desidratação pode ser estabelecida como um procedimento em que acontece uma perda de água, que é ocasionada pela perda de suor durante a prática de atividade física, devido a geração própria de calor e não ocorre uma reposição apropriada, estando ligada a atenuação da atividade do sistema imunológico.

A realização de atividade física de maneira prolongada, faz com que haja um aumento na dissipação de calor, e quando o atleta ou praticante tem uma perda próxima de 2% do volume líquido corporal, ele se encontra no processo fisiológico da desidratação, onde é possível verificar uma diminuição na performance (SILVA *et al.* 2018). Dill e Costill (1974), falam que apesar de que o acontecimento mais evidente na desidratação seja a redução de água no suor, a redução de eletrólitos que também ocorre, deve ser considerada.

É visto na literatura que há dois tipos de desidratação: a intracelular que ocorre no interior das células e a extracelular que ocorre fora das células (CHEUVONT; KENEFICK, 2014).

De acordo com Rosa, Salum e Faustino (2019), uma restrição no consumo de líquidos no decorrer do exercício físico de duração prolongada, pode fazer com que haja uma elevação na concentração plasmática de cortisol, e isto pode afetar o funcionamento do sistema imunológico, aumentando o risco de infecções. Na verdade, a desidratação pode conduzir ao acontecimento de variações hematológicas, como nos glóbulos brancos, glóbulos vermelhos e contagem de plaquetas (HERCULANO *et al.* 2019).

Mitchell *et al.* (2002), alegam que um indivíduo que se encontra em um estado de estresse físico alto e em desidratação, podem gerar um distúrbio maior na função das células imunes, se compararmos com outro indivíduo que se encontra em um estado hidratado.

A desidratação faz com que o estresse na realização da atividade física aumente, trazendo também um crescimento da temperatura corporal, prejudicando as respostas fisiológicas, o desempenho físico e trazendo riscos à saúde, podendo ocorrer em situações de desidratação leve ou moderada. A ocorrência de 1% a 2% de perda de massa corporal, caracteriza uma desidratação considerada leve, enquanto que a partir de 3% uma queda significativa no desempenho é mais pronunciada, podendo haver uma fadiga térmica e risco de choque térmico com perdas de massa corporal entre 4% e 6% (PERRELA; SAYURI; ROSSI, 2005).

Embora existam alguns estudos demonstrando as alterações de células sanguíneas após um estado de desidratação induzido por exercício físico, ainda há um desconhecimento sobre o assunto, especialmente em níveis diferentes de desidratação. A hipótese do estudo é que a contagem de leucócitos sofrerá um aumento agudo devido a realização da atividade exaustiva, especialmente no estado de desidratação. Dessa forma, o objetivo desse estudo é verificar o impacto da hidratação na contagem de leucócitos e subpopulações em ciclistas submetidos a exercício físico prolongado, até à exaustão.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Tipo de pesquisa

Trata-se de um estudo controlado randomizado, duplo-cego, do tipo experimental, que faz parte de um projeto maior intitulado “EFEITO AGUDO DO PARACETAMOL NA TEMPERATURA CORPORAL, AMONEMIA E DESEMPENHO EM CICLISTAS DURANTE EXERCÍCIO EM AMBIENTE TERMONEUTRO”.

2.2 Amostra

A amostra deste estudo foi composta por 16 ciclistas atletas ($38,7 \pm 14,6$ anos; $70,3 \pm 5,5$ kg; $170,6 \pm 5,5$ cm; $10,2 \pm 4,3$ % de gordura corporal), do sexo masculino, voluntários, os quais não fazem uso de drogas farmacêuticas, recursos nutricionais ergogênicos, ou apresente doenças que possam interferir nos resultados da pesquisa, com níveis semelhantes de consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x.}$) determinado previamente, aclimatados ao treinamento em um ambiente quente. Os participantes tinham que ter em média três anos de treinamento no ciclismo, e terem participado de competições de longa duração deste esporte.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética para Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Alagoas (protocolo: 3.032.385) e conduzido de acordo com a declaração de Helsinki.

2.3 Aspectos éticos

Os critérios de inclusão para participar da pesquisa foram: serem ciclistas atletas do sexo masculino; não fazer uso de drogas farmacêuticas ou recursos nutricionais ergogênicos; não apresentar doenças que possam interferir nos resultados da pesquisa; possuir níveis semelhantes de $VO_{2m\acute{a}x.}$; serem aclimatados ao treinamento em um ambiente quente.

Por outro lado, como critério de exclusão, não participaram do estudo, ciclistas que não conseguiram realizar as avaliações propostas, em qualquer fase do estudo;

e não cumpriram, adequadamente, qualquer procedimento exigido para a execução do trabalho.

2.4 Procedimentos experimentais

Delineamento e procedimento para a coleta de dados: Uma semana antes do início do protocolo experimental, os participantes compareceram ao laboratório para uma primeira visita, onde variáveis antropométricas como MC, altura e dobras cutâneas, para determinar o percentual de gordura (%G), de acordo com Jackson e Pollock (1978), foram coletadas.

Em seguida, foi realizado uma familiarização com o cicloergômetro do experimento, além da realização de um teste para determinação do $VO_{2m\acute{a}x.}$ e limiar de lactato, através de um teste incremental máximo (TIM). O limiar de lactato foi determinado com base no teste incremental e na resposta de lactato sanguíneo. A cada 3 minutos, uma punção capilar (lóbulo da orelha) também era realizada para posterior análise do lactato sanguíneo. O TIM consistiu de um aquecimento de três minutos com carga inicial de 25 Watts (W) com cadência livre. Imediatamente, após o aquecimento, a carga foi modificada para 50 W, depois a cadência aumentada para 80 W e a cada minuto do teste foi feito um incremento de 25 W (min.^{-1}). A exaustão ficou definida quando o participante relatou a exaustão e a incapacidade de manter a cadência pré-estabelecida por mais do que cinco segundos.

Para avaliar o $VO_{2m\acute{a}x.}$ foi utilizado um analisador de gases automático (Quark CPET da Cosmed, Roma, Itália), sendo determinado quando dois ou mais dos seguintes critérios foram alcançados: um aumento do $VO_{2m\acute{a}x.}$ menor do que $2,1 \text{ ml}(\text{kg}^{-1})\cdot(\text{min.}^{-1})$ em dois estágios consecutivos, um quociente respiratório maior do que 1,1; e um alcance do índice de percepção subjetiva de esforço maior do que 19 (HOWLEY *et al.* 1995; BORG *et al.* 1982).

Após os testes para determinar o $VO_{2m\acute{a}x.}$, os atletas foram avaliados quanto a sua dieta, através da aplicação de um questionário de 24h conforme Fisberg (2005), e analisados através do software avanutri[®] versão 4.5. De posse dos resultados da avaliação dietética, os participantes tiveram uma orientação para que adotassem o mesmo consumo de energia e nutrientes para os dias do experimento. Além disso,

foram orientados a não realizar treinamento e adotar um consumo de líquidos (~ 3 L.d⁻¹, sem uso de bebidas cafeinadas) nos dois dias antes do experimento.

Uma semana depois, os participantes chegaram ao laboratório 2 horas antes do início do protocolo experimental, para uma segunda visita, onde realizaram novas coletas de MC, para avaliação do estado de hidratação, através do delta percentual da MC (Δ % MC), antes e após a sessão de exercício, usando uma balança Welmy®, Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo. O resultado do estado de hidratação foi classificado de acordo com Casa *et al.* (2000).

Após avaliação do estado de hidratação inicial, os ciclistas realizaram um alongamento seguido de um aquecimento de 10 minutos a 50 % da frequência cardíaca máxima. Em seguida, os participantes executaram uma sessão de 30 minutos de exercício em cicloergômetro, para induzir desidratação, com cadência a 80 rpm e intensidade acompanhada pela frequência cardíaca (FC), usando um frequencímetro (Polar® FT1, Kempele, Finlândia), equivalente ao limiar de lactato realizado (TIM). Todos os testes experimentais foram realizados sempre no mesmo horário do dia (~ 09:00h) em uma sala climatizada a ~ 25 °C (ambiente termoneutro). Essa temperatura foi previamente determinada, através de ajustes entre um aquecedor de ar elétrico portátil e um ar condicionado para resfriar, instalados na sala. Os participantes não receberam líquidos durante todo protocolo experimental.

Imediatamente antes da sessão de exercício (momento 0; M0), um cateter foi inserido na veia mediana cubital do braço do atleta, e sangue foi obtido em repouso. As amostras de sangue (2 mL) foram colocadas em tubos a vácuo com anticoagulante EDTA e armazenados para subsequente análise hematológica, dentro de um período de 24 h. A análise hematológica foi determinada pelas seguintes variáveis: leucócitos e subpopulações (granulócitos, linfócitos e monócitos) em valores absolutos e percentuais, por meio de um analisador hematológico (Human®, Wiesbaden, Hessen, Alemanha).

Imediatamente após 30 minutos da sessão de exercício no cicloergômetro, novas coletas sanguíneas foram realizadas (momento 1; M1). Após a coleta de sangue, um novo TIM (sem análise de gases) foi até o ciclista demonstrar exaustão voluntária ou incapacidade para manter a cadência estabelecida por mais do que 5 segundos. Após esse novo TIM, foram realizadas novas coletas sanguíneas, para a contagem de células brancas e o estado de hidratação foi calculado pelo Δ % MC. E

foram divididos em dois grupos: ciclistas que tiveram perda da MC maior que 1,4% (+DES) (n=8), e os ciclistas com perda de MC inferior ou igual a 1,4% (-DES) (n=8). A definição do limite do Δ % MC no valor de 1,4 %, para determinação dos grupos, foi adotada para que tivéssemos uma distribuição igual de oito ciclistas em cada grupo.

Durante o protocolo experimental, foi mensurada a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento e a radiação solar para calcular o índice de bulbo úmido e temperatura de globo (IBUTG), através do termômetro da Instrutemp® (São Paulo, Brazil), e determinar o índice de estresse térmico.

2.5 Análise dos dados

Os dados são apresentados como média e erro padrão. Após o teste de normalidade (Kolmogorov–Smirnov) e de igualdade de variância (Levene), as mudanças nas variáveis hematológicas, entre os momentos, foram analisadas por ANOVA one-way (tratamentos) e as mudanças no grupo foram analisadas por ANOVA two-way (tratamentos x tempo) por medidas repetidas. Nível de Significância de $P < 0,05$ foi confirmada usando o teste de Tukey como uma análise *post hoc*. O estado de hidratação foi analisado por teste *t* student pareado e não-pareado e diferenças significativas também foram confirmadas com valores de $P < 0,05$.

5. RESULTADOS

A análise da cetonúria revelou que nenhum sujeito estava sob cetose antes da sessão de ciclismo. A intensidade durante os 30 minutos de exercício variou entre ~ 160 bpm e ~ 170 bpm. O IBUTG revelou que ambos os grupos realizaram o estudo sob baixo estresse térmico ($\sim 22,4 \pm 0,05$ °C).

Houve diferença significativa na contagem de leucócitos entre M0 ($5,8 \pm 0,5 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M1 ($8,8 \pm 0,8 \times 10^3/\text{mm}^3$), e M0 ($5,8 \pm 0,5 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M2 ($9,8 \pm 0,7 \times 10^3/\text{mm}^3$) dentro do grupo +DES ($P < 0,05$). No grupo -DES somente houve diferença entre M0 ($6,8 \pm 0,5 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M1 ($8,8 \pm 0,9 \times 10^3/\text{mm}^3$) ($P < 0,05$).

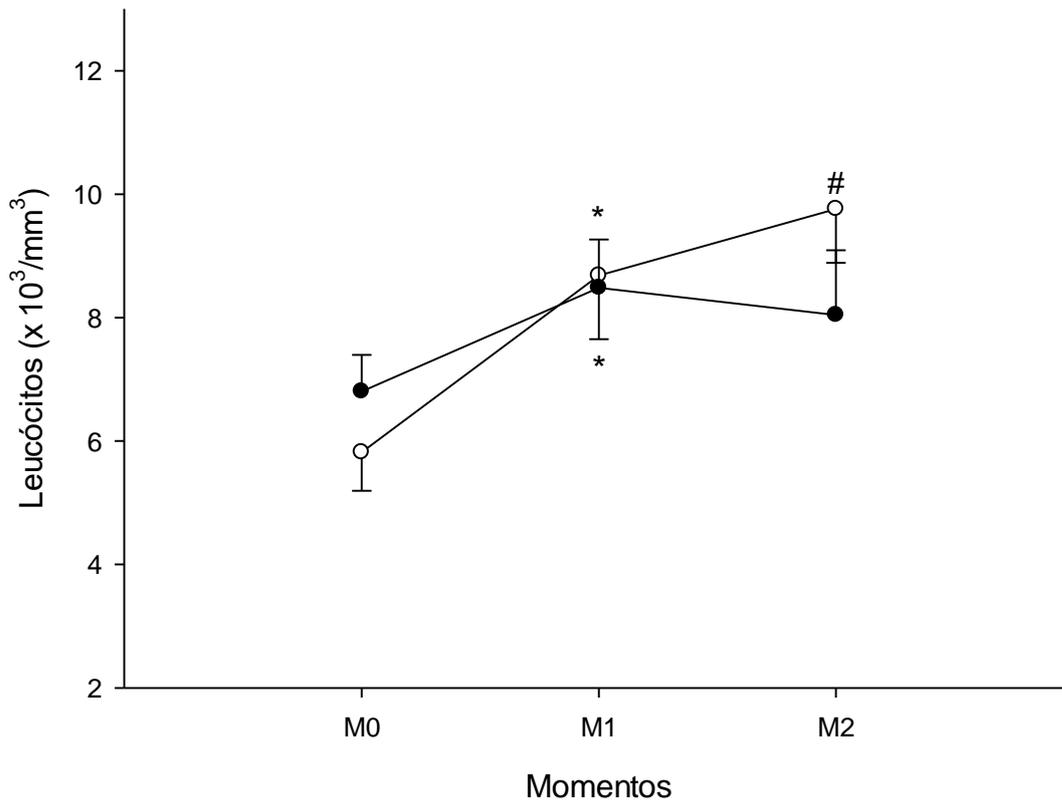


Figura 1. Contagem de leucócitos nos momentos pré exercício (M0), pós 30 min de exercício (M1) e pós esforço máximo (M2). Círculos brancos – grupo mais desidratado (+DES); círculos pretos – grupo menos desidratado (-DES). * Diferença significativa entre M0 e M1 dentro do grupo +DES; # Diferença significativa entre M0 e M2 dentro do grupo +DES ($P < 0,05$). * Diferença significativa entre M0 e M1 dentro do grupo -DES ($P < 0,05$).

Houve também uma diferença significativa na contagem de granulócitos, entre o M0 ($1,6 \pm 0,3 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M1 ($2,4 \pm 0,5 \times 10^3/\text{mm}^3$), M0 ($1,6 \pm 0,3 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M2 ($2,7 \pm 0,5 \times 10^3/\text{mm}^3$) no grupo +DES ($P < 0,05$).

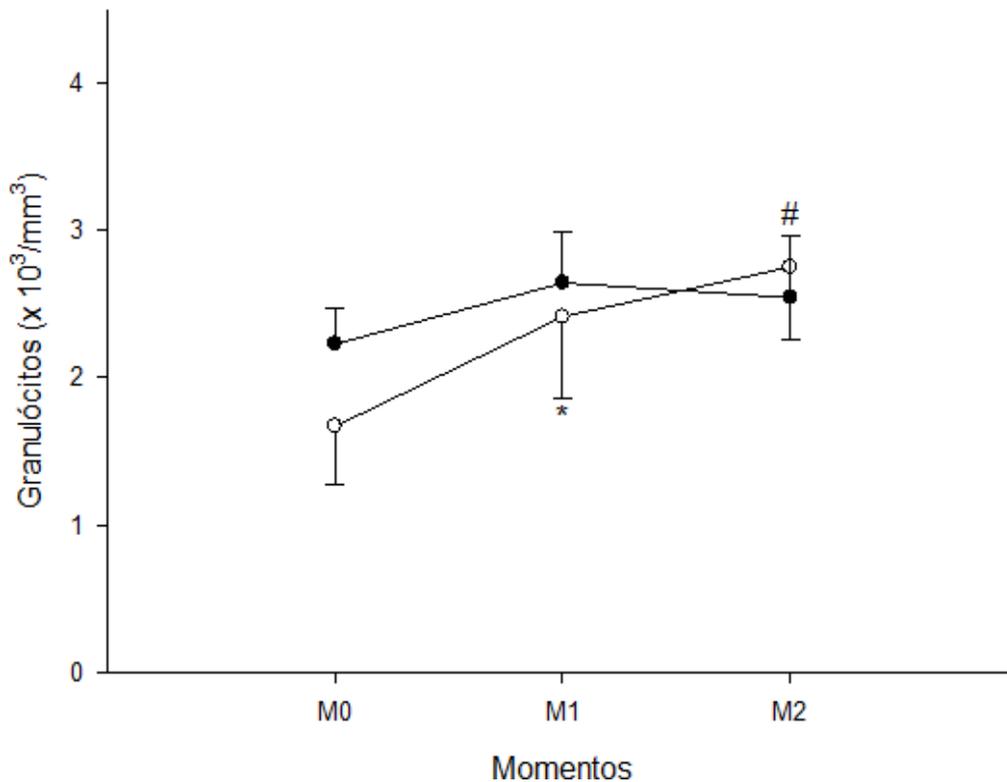


Figura 2. Contagem de granulócitos nos momentos pré exercício (M0), pós 30 min de exercício (M1) e pós esforço máximo (M2). Círculos brancos – grupo mais desidratado (+DES); círculos pretos – grupo menos desidratado (-DES). * Diferença significativa entre M0 e M1 dentro do grupo +DES; # Diferença significativa entre M0 e M2 dentro do grupo +DES ($P < 0,05$).

Similarmente houve uma diferença significativa de linfócitos no M0 ($3,4 \pm 0,2 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M1 ($5,2 \pm 0,6 \times 10^3/\text{mm}^3$), e M0 ($3,4 \pm 0,2 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M2 ($5,7 \pm 0,5 \times 10^3/\text{mm}^3$) no grupo +DES ($P < 0,05$). No grupo -DES houve diferença significativa entre M0 ($3,6 \pm 0,4 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M1 ($5,2 \pm 0,6 \times 10^3/\text{mm}^3$) ($P < 0,05$).

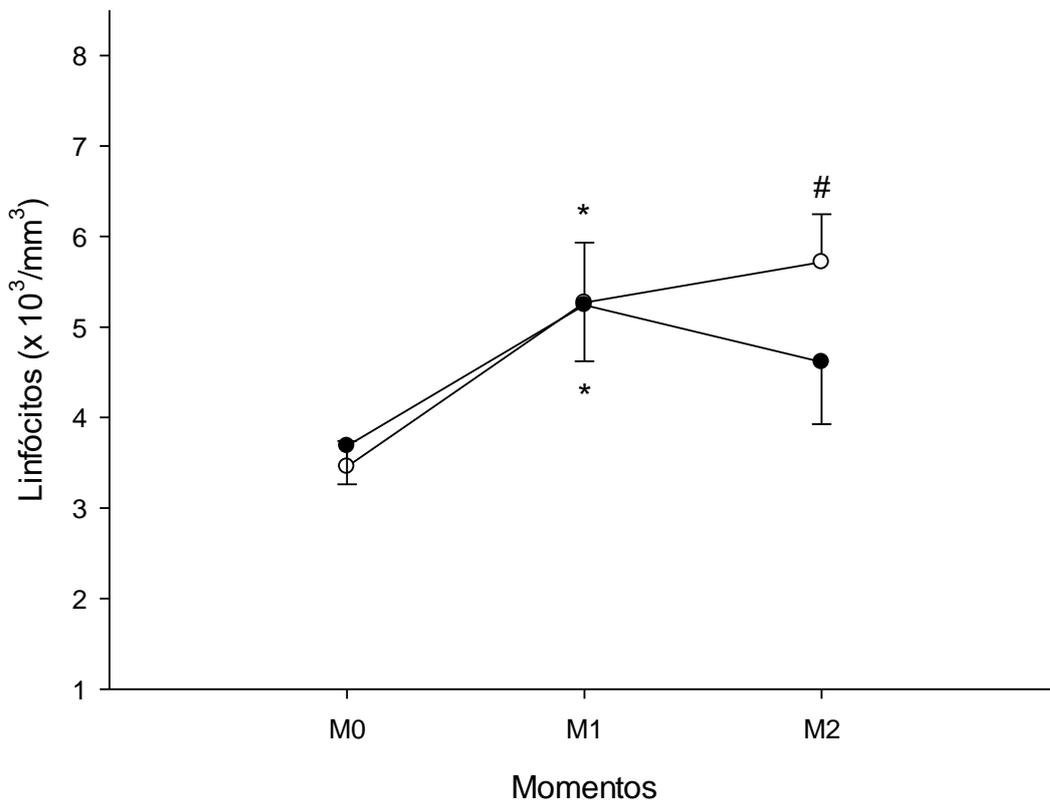


Figura 3. Contagem de linfócitos nos momentos pré exercício (M0), pós 30 min de exercício (M1) e pós esforço máximo (M2). Círculos brancos – grupo mais desidratado (+DES); círculos pretos – grupo menos desidratado (-DES). * Diferença significativa entre M0 e M1 dentro do grupo +DES; # Diferença significativa entre M0 e M2 dentro do grupo +DES ($P < 0,05$). * Diferença significativa entre M0 e M1 dentro do grupo -DES ($P < 0,05$).

Na contagem de monócitos, existiu também uma diferença significativa no M0 ($0,7 \pm 0,08 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M1 ($1,1 \pm 0,1 \times 10^3/\text{mm}^3$), e no M0 ($0,7 \pm 0,5 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M2 ($1,3 \pm 0,1 \times 10^3/\text{mm}^3$), porém houve também entre o M1 ($1,1 \pm 0,1 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M2 ($1,3 \pm 0,1 \times 10^3/\text{mm}^3$) no grupo +DES ($P < 0,05$). No grupo -DES houve diferença significativa entre M0 ($0,8 \pm 0,08 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M1 ($1,09 \pm 0,09 \times 10^3/\text{mm}^3$), M0 ($0,8 \pm 0,08 \times 10^3/\text{mm}^3$) e M2 ($1,03 \pm 0,1 \times 10^3/\text{mm}^3$) ($P < 0,05$).

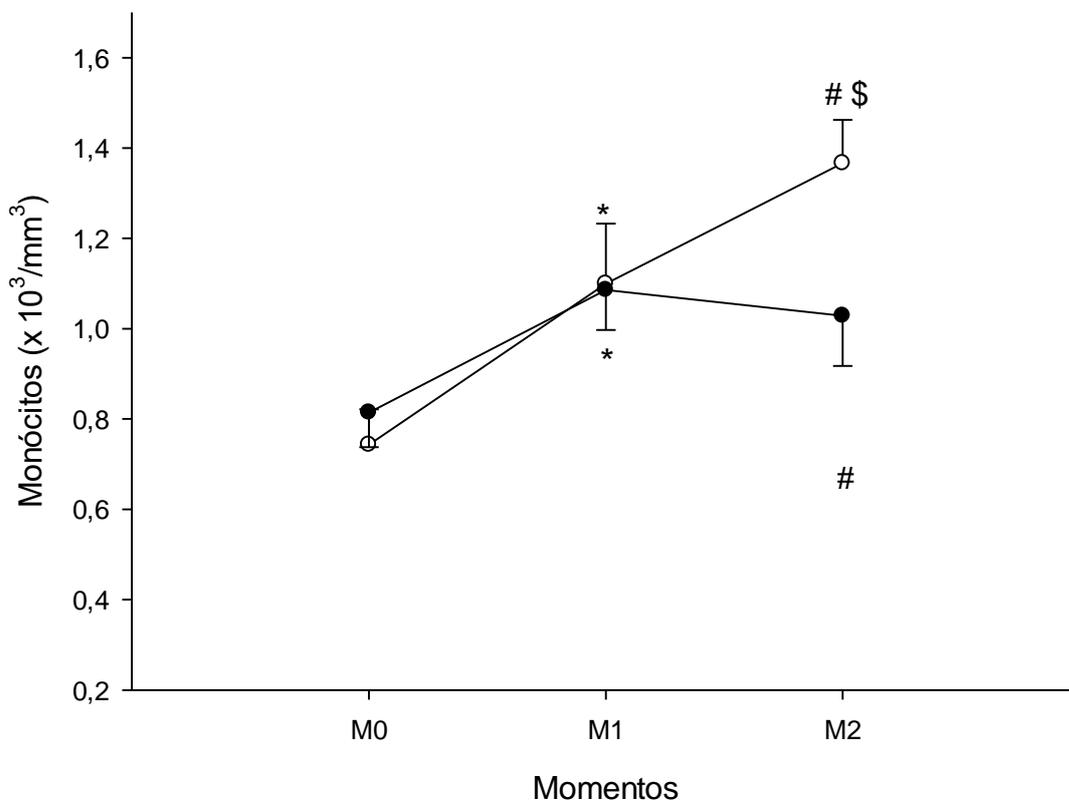


Figura 4. Contagem de monócitos nos momentos pré exercício (M0), pós 30 min de exercício (M1) e pós esforço máximo (M2). Círculos brancos – grupo mais desidratado (+DES); círculos pretos – grupo menos desidratado (-DES). * Diferença significativa entre M0 e M1 dentro do grupo +DES; # Diferença significativa entre M0 e M2 dentro do grupo +DES; e \$ Diferença significativa entre M1 e M2 dentro do grupo +DES ($P < 0,05$). * Diferença significativa entre M0 e M1 dentro do grupo -DES; # Diferença significativa entre M0 e M2 dentro do grupo -DES ($P < 0,05$).

6. DISCUSSÃO

Em nosso estudo, observou-se que ciclistas mais desidratados apresentaram uma maior contagem de leucócitos e suas subpopulações, se comparado com ciclistas menos desidratados, após serem submetidos ao exercício prolongado até a exaustão, em ambiente termoneutro (~25°).

Ohira *et al.* (1981), demonstram que a desidratação pode afetar os leucócitos de diversas formas. A perda de fluidos corporais e conseqüentemente a entrada em um estado de desidratação, pode interagir com o calor e o exercício, alterando a função do sistema imunológico de forma mais pronunciada (MITCHELL *et al.* 2002). Isto corrobora com o nosso estudo, onde houve uma combinação entre desidratação, exercício físico e conseqüentemente um aumento de temperatura corporal, ocorrendo um distúrbio mais acentuado no sistema imunológico.

Penkman *et al.* (2008), realizou um estudo onde sete remadoras completaram dois ensaios simulados de corrida a remo de 2000 m, separados por 72 h, em uma condição hidratada e desidratada / reidratada. Os efeitos da desidratação / reidratação não influenciaram negativamente o desempenho, mas produziram uma temperatura timpânica mais alta e tiveram um efeito diferencial nos leucócitos se comparada com a condição hidratada. As concentrações de leucócitos, linfócitos e monócitos foram significativamente maiores do que antes do exercício.

Mestre-alfaro *et al.* (2012), dizem que os músculos durante o exercício produzem calor, o que resulta em um aumento na temperatura do corpo. A prática de atividade física pode aumentar a produção de calor entre 15 e 20 vezes, e que a queda do calor pela evaporação do suor, gera perdas de líquidos (suor, especialmente), que contribuem para a desidratação (SILVA *et al.* 2018; DILL; COSTILL 1974). Como consequência, essa desidratação causa um aumento na tensão térmica durante o exercício, elevando a temperatura central e prejudicando a dissipação do calor corporal (MONTAIN; LATZKA; SAWKA, 1995). Para Servers *et al.* (1996), o aumento da temperatura central pode estar servindo principalmente como um gatilho para a liberação de hormônios mediadores da função imunológica.

Herculano *et al.* (2019), observaram que em uma corrida de ciclismo simulada no calor, que após o exercício a contagem de leucócitos aumentou significativamente e que a desidratação não afetou negativamente o desempenho cognitivo-motor em ciclistas aclimatados.

Vale ressaltar que, no atual estudo, mesmo que os mais desidratados tenham tido uma diferença significativa se comparado com o outro grupo, grupo dos menos desidratados também tiveram um aumento no número de leucócitos após o exercício físico. Uma leucocitose pós exercício, independente de estresse térmico é comum acontecer (COSTA ROSA; VAISBERG, 2002). Besedovsky, Rey e Sorkin (1983), demonstram que o exercício realizado de maneira intensa, provoca um aumento considerável de leucócitos.

Por outro lado Svendsen, Killer e Gleeson (2014), demonstraram que não só os desidratados, como também os que se encontravam hidratados, tiveram um aumento significativo no número total de leucócitos e mesmo, a desidratação moderada, induzida por um protocolo de restrição de líquidos de 24 horas, e com perda de massa corporal de 4%, não causou um diferença significativa com os hidratados. Também Mestre-Alfaro *et al.* (2012), demonstram que o estado de hidratação não afetou o número ou a função das células quando comparada com um estado desidratado. Assim como Mitchell *et al.* (2002), no qual notaram que o estado de hidratação não afetou o número ou função celular, quando comparado com o estado desidratado. Isto difere do nosso estudo, em que se observou diferenças significativas entre os estados mais desidratado e menos desidratados.

Costa Rosa e Vaisberg (2002), observaram que houve um incremento de 50% a 100% do número total de leucócitos após o exercício, e que se deu principalmente pelos neutrófilos e em menor proporção de monócitos. Foi notado um aumento no número de leucócitos em atletas que participaram de sessões de ciclismo prolongadas, sendo mais acentuado nos neutrófilos, e em menor proporção nos monócitos (HERCULANO *et al.* 2019).

Baganha *et al.* (2017), descrevem que a explicação para os neutrófilos serem os mais recrutados está no fato de eles terem uma função bastante importante na resposta imune inata, pois geralmente eles são as primeiras células a intervir nos tecidos danificados. Os neutrófilos são importantes na resposta imune inata, sendo geralmente a primeira célula recrutada para o sítio da infecção (TERRA *et al.* 2012).

A resposta imune induzida pelo exercício, depende de sua intensidade e duração (MESTRE-ALFARO *et al.* 2012). Terra *et al.* (2012), citam que durante a prática de exercício, várias subpopulações de leucócitos são alteradas de acordo com a intensidade e duração da atividade desempenhada, e para Niess *et al.* (2003), os exercícios extenuantes de resistência induzem a uma resposta imune aguda.

Diferentemente, Hillman *et al.* (2011), demonstram que o exercício realizado em um ambiente termoneutro ou quente, com ou sem desidratação e independente da intensidade do exercício e estado de hidratação do indivíduo, causam um aumento na concentração de monócitos, devido a hipertermia provocada pelo exercício. Em evidências disponíveis, foi visto que os exercícios realizados sob o calor não afetam o sistema imunológico de forma mais pronunciada se comparado a realização em ambiente termoneutro (WALSH *et al.* 2011).

Uma explicação para os resultados desse estudo, pode ser pelo descrito por Mitchell *et al.* (2002), para eles a execução do exercício físico pelo indivíduo desidratado, faz com que haja uma resposta excessiva do hormônio do estresse (cortisol), se comparado com a observada durante o exercício em um indivíduo hidratado, e este estresse associado a desidratação, pode gerar um distúrbio mais pronunciado na função das células imunológicas. Isto pode se aliar aos outros quesitos já mencionados e explicar o fato de quanto maior a desidratação do indivíduo, maior foi a quantidade vista de leucócitos circulantes em nosso estudo. Ou seja, o estresse físico, agregado à desidratação pode fazer que haja uma perturbação mais enfática na incumbência das células imunes, se comparado com um estado hidratado.

7. CONCLUSÃO

Em conclusão, foi verificado que o exercício prolongado, até a exaustão, induziu um aumento mais acentuado no número de leucócitos circulantes e subpopulações, de linfócitos e monócitos em ciclistas que estavam sob uma maior desidratação do que aqueles sob uma menor desidratação.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, L. *et al.* Human hydration indices: acute and longitudinal reference values. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 20, n. 2, 145–153, 2010.
- BAGANHA, R. J. *et al.* Variações agudas na contagem leucocitária após aula de ciclismo indoor. **Conscientiae Saúde**, v. 16, n. 2, p. 234–240, 2017.
- BESEDOVSKY, H. O.; REY, A.; SORKIN, E. What do the immune system and the brain know about each other? **Immunology Today**, v. 4, n. 12, p. 342–346, 1983.
- CAMERINO, S. *et al.* Efeito de diferentes estados de hidratação sobre o desempenho físico e cognitivo-motor de atletas submetidos a exercício em ambiente de baixo estresse ao calor. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 43, n. 2S, p. 176, 2019.
- CHEUVRONT, S. N.; KENEFICK, R. W. Dehydration: Physiology, assessment, and performance effects. **Comprehensive Physiology**, v. 4, n. 1, p. 257–285, 2014.
- COSTA ROSA, L. F. P. B.; VAISBERG, M. W. Influências do exercício na resposta imune. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 4, p. 167–172, 2002.
- DILL, D. B.; COSTILL, D. L. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. **Journal of Applied Physiology**, v. 37, n. 2, p. 247–248, 1974.
- GONÇALVES, P. **Exercício físico e Sistema imunológico**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2014.
- GRACIANO, L. *et al.* Nível de conhecimento e prática de hidratação em praticantes de atividade física em academia. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 8, n. 45, p. 2, 2014.
- HERCULANO, E. A. *et al.* Investigating the Hydration Status, Metabolic Responses and Cognitive-Motor Performance in Cyclists Under Heat Stress. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 27, n. 2, p. 5, 2019.
- HILLMAN, A. *et al.* Exercise-induced dehydration with and without environmental heat stress results in increased oxidative stress. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 36, n. 5, p. 698–706, 2011.
- LOPES, A. P. *et al.* Desidratação em atletas de artes marciais mistas durante o treino. **Coleção Pesquisa em Educação Física**. v. 15, n. 03, p. 79–86, 2016.
- MACHADO-MOREIRA, C. *et al.* Hidratação durante o exercício: a sede é suficiente? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 6, p. 405–409, 2006.

MARTÍNEZ, A. C.; ALVAREZ-MON, M. O sistema imunológico (I): conceitos gerais, adaptação ao exercício físico e implicações clínicas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 5, n. 3, p. 120–125, 1999.

MARTÍNEZ, A. C.; ALVAREZ-MON, M. O sistema imunológico (II): importância dos imunomoduladores na recuperação do desportista. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 5, n. 4, p. 159–166, 1999.

MESTRE-ALFARO, A. *et al.* Body temperature modulates the antioxidant and acute immune responses to exercise. **Free Radical Research**, v. 46, n. 6, p. 799–808, 2012.

MITCHELL, J. B. *et al.* Effect of exercise, heat stress, and hydration on immune cell number and function. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 12, p. 1941–1950, 2002.

MONTAIN, S. J.; LATZKA, W. A.; SAWKA, M. N. Control of thermoregulatory sweating is altered by hydration level and exercise intensity. **Journal of Applied Physiology**, v. 79, n. 5, p. 1434–1439, 1995.

NIEMAN, D. C. Exercise immunology: Practical applications. **International Journal of Sports Medicine, Supplement**, v. 18, n. 1, 1997.

NIESS, A. M. *et al.* Impact of elevated ambient temperatures on the acute immune response to intensive endurance exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 3–4, p. 344–351, 2003.

OHIRA, Y. *et al.* Responses of leukocytes and other hematologic parameters to thermal dehydration. **Journal of Applied Physiology Respiratory Environmental and Exercise Physiology**, v. 50, n. 1, p. 38–40, 1981.

OLIVEIRA, L. P. DE. **Tecido sanguíneo e hematopoiético**. Laboratório de Anatomia Animal. Universidade Federal de Goiás, 2015. p. 4.

PARHAM, P. **O Sistema Imune**. 03. ed. São Paulo: Artmed, 2011.

PENKMAN, M. A. *et al.* Effect of hydration status on high-intensity rowing performance and immune function. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 3, n. 4, p. 531–546, 2008.

PERRELLA, M. M.; SAYURI, P.; ROSSI, L. Avaliação da perda hídrica durante treino intenso de rugby. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 04, p. 229–232, 2005.

ROSA, G. C.; SALUM, A.; FAUSTINO, G. K. Hydration strategies during exercise: planned fluid intake and drinking ad libitum. **Revista Brasileira de Nutrição Funcional**, p. 37–43, 2019.

SEVERS, Y. *et al.* Effects of heat and intermittent exercise on leukocyte and sub-population cell counts. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 74, n. 3, p. 234–245, 1996.

SILVA, T. *et al.* Hidratação Em Atividades Físicas De Longa Duração: Uma Revisão. **SALUSVITA**, Bauru, v. 37, n. 1, p. 119- 137, 2018.

SVENDSEN, I. S.; KILLER, S. C.; GLEESON, M. Influence of Hydration Status on Changes in Plasma Cortisol, Leukocytes, and Antigen-Stimulated Cytokine Production by Whole Blood Culture following Prolonged Exercise. **ISRN Nutrition**, v. 2014, p. 1–10, 2014.

TERRA, R. *et al.* Efeito do exercício no sistema imune: resposta, adaptação e sinalização celular. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 3, p. 208–214, 2012.

Walsh, Neil P. *et al.* Position Statement Part two: Maintaining immune health. **Exercise Immunology Review**, v. 17, p. 64–103, 2011.

ANEXOS

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (T.C.L.E.)

Eu, _____, portador do RG _____, residente da(o) _____, estou sendo convidado como voluntário(a) à participar da pesquisa denominada: O IMPACTO DA HIDRATAÇÃO SOBRE A CONTAGEM DE CÉLULAS SANGUÍNEAS EM CICLISTAS SUBMETIDOS A EXERCÍCIO, cujos objetivos são: objetivo geral é o de verificar o impacto da hidratação sobre a contagem de células sanguíneas em ciclistas submetidos à exercício. Objetivo(s) Específicos são os de verificar os Leucócitos, verificar os Granulócitos e verificar os Linfócitos.

A justificativa para este estudo, é devido a sua contribuição para a população praticante do ciclismo do Estado de Alagoas, ofertando um acompanhamento, melhor controle de treinamento e orientação para uma melhora de performance, compreender se há impactos sobre a contagem de células sanguíneas em ciclistas, através do estado de hidratação. De forma conclusiva, este estudo busca auxiliar no desenvolvimento teórico e prático dos praticantes do ciclismo do Estado de Alagoas, na cidade de Maceió, visando uma melhora no desempenho atlético.

A minha participação no referido estudo será no sentido de Amostra. Fui alertado de que, da pesquisa a se realizar, posso esperar alguns benefícios, tais como: verificar meus níveis de hidratação, verificar a quantidade de células sanguíneas. Recebi, por outro lado, os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo.

Estou ciente de que o(a) pesquisador(a) irá tratar a minha identidade com padrões profissionais de sigilo. Meu nome ou o material que indique a minha participação não será liberado sem a minha permissão. Não serei identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Fui informado de que sou livre para recusar-me a participar desta pesquisa, retirar meu consentimento ou interromper a minha participação a qualquer momento. Com a minha recusa em participar, não irá acarretar-me qualquer penalidade ou perda de benefícios ou modificação na forma em que sou atendido pelo pesquisador.

A minha participação no estudo não me trará qualquer custo, ocorrendo gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa e que não receberei nenhuma compensação financeira. Caso eu venha sofrer algum dano decorrente dessa pesquisa serei indenizado, desde que devidamente comprovado.

Em caso de dúvidas poderei chamar o(a) pesquisador(a) no telefone (82) _____, e-mail _____ ou o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas, sito à Av. Dr. Lourival Melo Mota, S/N, Campus A. C. Simões – Cidade Universitária – Tabuleiro do Martins, Maceió – AL.

Sendo assim, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome, assinatura e CPF do voluntário.

Nome, assinatura e CPF do pesquisador.

ANEXO B – ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

Modelo da escala de Percepção Subjetiva de Esforço (6 – 20) de Borg (1982).

ESCALA DE PERCEPÇÃO DE ESFORÇO	
6	MUITO, MUITO LEVE
7	
8	
9	MUITO LEVE
10	
11	LEVE
12	
13	UM POUCO PESADO
14	
15	PESADO
16	
17	MUITO PESADO
18	
19	EXTREMAMENTE PESADO
20	