

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

PRISCILA FERNANDES

**ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES AGUDAS ELETROQUÍMICAS E DO DISTÚRBIO
ÁCIDO-BÁSICO EM COMPETIDORAS DE ULTRAMARATONA DE MONTANHA
DURANTE UMA PROVA DE 45 KM.**

CURITIBA

2019

PRISCILA FERNANDES

**ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES AGUDAS ELETROQUÍMICAS E DO DISTÚRBIO
ÁCIDO-BÁSICO EM COMPETIDORAS DE ULTRAMARATONA DE MONTANHA
DURANTE UMA PROVA DE 45 KM.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do grau de “Mestre em Educação Física”- Área: Ciências do Movimento Humano.
Linha de pesquisa: Exercício e Esporte

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cessar Bassan

CURITIBA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

F363a Fernandes, Priscila

Análise das alterações agudas eletroquímicas e do distúrbio ácido básico em competidoras de ultramaratona de montanha durante uma prova de 45 km [recurso eletrônico] / Priscila Fernandes.-- 2019.

1 arquivo eletrônico (58 f.) : PDF ; 708 KB.

Modo de acesso: World Wide Web.

Texto em português com resumo em inglês. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica

Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Educação Física. Área de Concentração: Ciências do Movimento

Humano. Linha de pesquisa: Exercício e Esporte, Curitiba, 2019.

Bibliografia: f. 41-49.

1. Educação física - Dissertações. 2. Mulheres corredores de longa distância. 3. Análise eletroquímica. 4. Desequilíbrio ácido-base. 5. Composição corporal - Medição. 6. Gasometria. 7. Periodização do treinamento físico. 8. Corrida de montanha - Mulheres. I. Bassan, Júlio Cesar, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Educação Física. III. Título.

CDD: Ed. 23 -- 796

Biblioteca Central do Câmpus Curitiba – UTFPR
Bibliotecária: Luiza Aquemi Matsumoto CRB-9/794



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 07

A Dissertação de Mestrado intitulada **Análise das alterações agudas eletroquímicas e do distúrbio ácido básico em competidoras de ultramaratona de montanha durante uma prova de 45 km**, defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) **Priscila Fernandes**, no dia **28 de Fevereiro de 2019**, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Educação Física, área de concentração Ciências do Movimento Humano, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Júlio Cesar Bassan - Presidente – UTFPR

Prof. Dr. – Anderson Caetano Paulo - UTFPR

Prof. Dr. Rubens Alexandre de Faria – UTFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 28 de Fevereiro de 2019.

Profa. Dra. Cintia Rodacki
Coordenadora do PPGEF/UTFPR.

Dedico este trabalho, assim como estes dois anos de estudo aos meus dois tesouros. Gabriel e Camila, meus maiores projetos de vida, sem dúvida vocês me fazem melhor, juro-lhes amor eterno.

AGRADECIMENTOS

Pelo maior presente por mim recebido, pela chance de fazer melhor, por estar sempre me guiando e nunca me abandonar, agradeço a Deus.

Por ter me recebido, acompanhado e proporcionado agradeço a meus pais. Que me oportunizaram estudo de qualidade e me educaram para ser quem sou. E sem dúvidas nenhuma, todos, absolutamente todos os méritos a minha MÃE. Mulher forte, determinada, destemida, reescreveu a sua história e a nossa. Mudou a sua vida por nós, as filhas, não mediu esforços, tirou de si para nos dar, mesmo passando por tantas rasteiras da vida. Mãe, você sempre foi e sempre será meu maior exemplo de vitória.

Por toda a cumplicidade, parceria, incentivo e presença. Por dividir comigo esta existência, por caminharmos juntos e construirmos uma vida com respeito e dignidade. Por ser meu riso fácil, minha casa na rocha, meu esteio. Estava escrito e você já sabia, amo-te de corpo e alma. Marcelo, meu maridão, meu amigão, meu amor, obrigada por me aceitar como sou, pela preocupação, pelos exemplos de ser humano admirável que é. Nossa família é o meu tudo, vocês dão sentido aos meus dias e minha história. Sem você nada disso seria possível.

Por acreditar em mim, quando nem mesmo eu o fazia. Por estar comigo nesta jornada, por abrir as portas da academia e da sua casa. Obrigada, de coração ao meu orientador, prof. Dr. Julio Cesar Bassan. O senhor tem meu respeito e admiração, exemplo de ética e seriedade. Não tenho palavras para agradecer o seu acolhimento e paciência diante de uma das decisões mais importantes da minha vida. Encarar um mestrado grávida. E o senhor, com todo seu apoio e humanidade me tranquilizou. Meu muito obrigada.

E por fim, quero agradecer a todas as pessoas que conheci e fizeram parte da minha vida nestes dois anos. Professores e colegas de turma, em especial meu parceiro Juarez da Silva Trancoso Netto, que dividiu comigo as angústias, trabalhos e conhecimentos. Foi um prazer te conhecer. E não poderia deixar de enaltecer, o prof. Dr. Anderson Caetano Paulo, com todo o compromisso pelo seu ofício.

Muito Obrigada!!!!

FERNANDES, Priscila. **Análise das alterações agudas eletroquímicas e do distúrbio ácido-básico em competidoras de ultramaratona de montanha durante uma prova de 45 km.** 2019. 57 f. Dissertação Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba PR, 2019.

RESUMO

Poucos estudos têm pesquisado as alterações agudas eletroquímicas e o distúrbio ácido-básico em ultramaratonistas de montanha, do sexo feminino. O presente estudo teve por objetivo analisar as alterações agudas eletroquímicas e do distúrbio ácido-básico em competidoras de ultramaratona de montanha após uma prova de 45 km. Foram analisados os parâmetros de 19 mulheres com média de idade de $42 \pm 5,8$ anos e massa corporal total de $56,78 \pm 7,42$ kg. As análises sanguíneas foram realizadas pelo equipamento de Gasometria GEM Premier 3000, e os seguintes parâmetros foram avaliados: pH, pO_2 , pCO_2 , HCO_3^- , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Lac^- e Hct. Para comparar as alterações eletroquímicas e o distúrbio ácido-básico Pré e Pós-prova foi realizado o teste t amostras pareadas, adotando como nível de significância $p < 0,05$. A análise eletroquímica mostrou valores para o K^+ Pré- prova de $4,99 \pm 0,64$ mmol e Pós-prova de $3,87 \pm 0,73$ mmol/L ($p < 0,0001$). Os Hct Pré-prova de $44,74 \pm 0,06\%$ e Pós-prova de $42,63 \pm 3,05\%$ ($p = 0,004$). O Lac^- Pré- prova foi de $2,52 \pm 0,74$ mmol/L e Pós-prova $3,63 \pm 2,62$ mmol/L ($p = 0,01$). Sobre a análise dos gases, os resultados do Pré-prova para o HCO_3^- $25,54 \pm 2,55$ mmol/L e para o Pós-Prova $21,08 \pm 3,09$ mmol/L, o pCO_2 Pré-prova $38,47 \pm 4,63$ mm/Hg e Pós-Prova de $33,58 \pm 4,96$ mm/Hg ($p < 0,0001$) e a pO_2 Pré-prova $63,68 \pm 8,24$ mm/Hg e Pós-Prova $58,68 \pm 6,67$ mm/Hg ($p = 0,03$). A análise eletroquímica e do distúrbio ácido-básico apresentaram distúrbio ácido-básico não estaticamente significativo, hipocapnia e alcalose respiratória.

Palavras-chave: Atleta; Ultraendurance; Gasometria.

FERNANDES, Priscila. **Analysis of acute electrochemical and acid-basic disturbances in female mountain ultramaraton competitors during a 45 km race 2019.** XXp. Dissertation – Post-Graduation Program em Educação Física. Federal University of Technology – Paraná. Curitiba, 2019.

ABSTRACT

Few studies have investigated the acute electrochemical alterations and the acid-base disturbance in mountain ultramarathons, female. The present study aimed to analyze acute electrochemical changes and acid-base disturbance in mountain ultramarathon competitors after a 45-km race. The parameters of 19 women with a mean age of 42 ± 5.8 years and total body mass of 56.78 ± 7.42 kg were analyzed. The blood samples were analyzed using the GEM Premier 3000 Blood Gas Analyzers, and the following parameters were evaluated: pH, pO₂, pCO₂, HCO₃⁻, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Lac⁻ and Hct. To compare the electrochemical changes and the acid-base disorder Pre and Post-test, the t-test was performed paired, adopting as significance level p0,05. The electrochemical analysis showed values for K⁺ Pre-test of 4.99 ± 0.64 mmol and Post-test of 3.87 ± 0.73 mmol / L (p<0,0001). The Hct Pre-test of $44.74 \pm 0.06\%$ and Post-test of $42.63 \pm 3.05\%$ (p = 0.004). Lac-Pretest was 2.52 ± 0.74 mmol / L and Post-test 3.63 ± 2.62 mmol / L (p = 0.01). On the gas analysis, the results of the Pre-test for HCO₃⁻ 25.54 ± 2.55 mmol / L and for the Post-Test 21.08 ± 3.09 mmol / L, the pCO₂ Pre-test $38, 47 \pm 4.63$ mm / Hg and Post-Test of 33.58 ± 4.96 mm / Hg (p<0,0001) and the pO₂ Pre-test 63.68 ± 8.24 mm / Hg and Post-Test 58.68 ± 6.67 mm / Hg (p = 0.03). Electrochemical analysis and acid-base disturbance showed non-statically significant acid-base disturbance, hypocapnia, and respiratory alkalosis.

KEYWORDS: Athlete; Ultraendurance; Gasometry.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Valores de normalidade da gasometria arterial e venosa.....	22
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interpretação da gasometria sanguínea.....	23
Figura 2 – Altimetria Maratona dos Perdidos 45 km.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Perfil antropométrico de mulheres pré- e pós-competição de 45 km em montanha.	30
Tabela 2 – Perfil eletroquímico de mulheres pré- e pós-competição de 45 km em montanha.	31
Tabela 3 – Comportamento do distúrbio ácido básico das 19 atletas de montanha.	32
Tabela 4 - Comportamento das variáveis eletroquímicas das 19 atletas de montanha conforme o tempo de conclusão da prova de 45 km.	33
Tabela 5 – Comportamento do distúrbio ácido básico das 19 atletas de montanha conforme o tempo de conclusão da prova de 45 km.	34

LISTA DE SIGLAS

ATP – Adenosina trifosfato

BE – Excesso de base

Ca²⁺ - Íon Cálcio

DEXA – Densitometria óssea

EAB – Equilíbrio ácido-básico

ESTT – Estatura total

FC máx – Frequência Cardíaca máxima

H⁺ - Íons de hidrogênio

HCO₃⁻ - Bicarbonato

Hct – Hematócrito

H₂O – Água

K⁺ - Íon Potássio

Lac⁻ - Lactato

MCT – Massa corporal total

MCT1 – Transportador de monocarboxilato 1

MCT4 – Transportador de monocarboxilato 4

mg/dL – miligramas por decilitros

mmHg – milímetros de mercúrio

mmol/L - milimol por litro

Na⁺ - Íon Sódio

NADH – Hidrogeno Niacina adenina dinucleotídeo

OBLA – Ponto de acumulação do lactato sanguíneo

pCO₂ – Pressão parcial de dióxido de carbono

%G – Percentual de gordura

pH – Potencial hidrogeniônico

pO₂ – Pressão parcial de Oxigênio

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido

VT1 – Primeiro limiar ventilatório

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	14
2 PROBLEMA DE PESQUISA	15
3 OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo Geral	15
3.2 Objetivos Específicos	15
4 HIPÓTESES	16
5 REVISÃO DA LITERATURA	16
5.1 Demanda Fisiológica das Corridas de Montanha	16
5.2 Comportamento eletroquímico em esportes aeróbios.	19
5.3 Distúrbio ácido-básico oriundo da atividade física aeróbia.	20
6 METODOLOGIA	25
6.1 Delineamento do tipo de pesquisa	25
6.2 Amostra	25
6.3 Seleções dos participantes, grupos dos participantes, grupos especiais, Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), fatores de inclusão e exclusão.	26
6.4 Critérios de inclusão e exclusão	26
6.4.1 Fatores de Inclusão	26
6.4.2 Fatores de exclusão	26
6.5 Procedimentos	27
6.5.1 Desenho do Estudo	27
6.5.2 Descrição das avaliações e dos instrumentos de pesquisa	27
6.5.3 Avaliação antropométrica	27
6.5.4 Bioimpedância	28
6.5.5 Coleta de Sangue	28
6.6 Riscos e benefícios	29
6.6.1 Riscos	29
6.6.2 Benefícios	29
6.7 Monitoramento e segurança dos dados	29
6.8 Avaliação dos dados	29
7 RESULTADOS	30
8 DISCUSSÃO	34
9 CONCLUSÃO	40

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS	50
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	51
APENDICE B – Parecer Consubstanciado do CEP	54

1 INTRODUÇÃO

Ao pensar nas inúmeras habilidades que transformaram o homem em um sobrevivente, a capacidade de correr, de maneira rápida, em curtas ou longas distâncias, por aclives, declives, para fugir, caçar, lutar ou levar uma mensagem, através dos mais diferentes terrenos, sem qualquer equipamento foi à capacidade mais determinante para a humanidade perdurar (MEI-DAN e CARMONT, 2013). Todavia, a modernização e os avanços tecnológicos tem conduzido o homem a um comportamento cada vez mais urbanizado.

Com a modernização, o homem deixou de utilizar a habilidade de correr e ficou longe da natureza. Devido a tal situação, a busca por aventura na natureza, como a ultramaratona de montanha vem se tornando uma crescente (REZENDE et., 2016). Cabe enfatizar que a corrida em montanha, é uma modalidade oriunda do atletismo tradicional, classificadas como uma corrida de ultraresistência. Tais provas, são disputadas em percursos quase todo “*off-road*”, nas mais diferentes distâncias e condições ambientais. Essas provas são disputadas em um número considerável de aclives e declives, com inclinação entre 5% até 20% em altitudes de 3.000 m (COICEIRO e COSTA, 2010).

Dada às particularidades desta modalidade, percebe-se que tal estilo de corrida, oferece inúmeros desafios fisiológicos, como alterações em padrões bioquímicos e danos musculares (KIM *et al.*, 2007; DEL COSO *et al.* 2013). Nesta linha Ramos-Campos *et al.* (2016), ao determinar as mudanças bioquímicas e fisiológicas em 11 corredores após a realização de uma corrida de ultraresistência em montanha de 54 km, mostraram aumento das plaquetas de 23,7% e dos glóbulos brancos em 180,6%, sugerindo a ocorrência de inflamação temporária. O estudo revelou também, aumento nos valores de troponina I de 49%, indicando alguma forma de isquemia. Tem-se sugerido que ultramaratona e outros eventos de corrida prolongados podem ser prejudiciais para as estruturas musculares e cartilaginosas, aumentando a incidência de condições degenerativas.

KIM *et al.*, 2007, ao investigar 54 corredores de participaram de uma prova de 200 km a nível do mar, mostraram após a prova que a creatinafosfoquinase aumentou

90 vezes em relação ao valor pré-corrída a enzima lactatodesidrogenase aumentou 3,7 vezes. A aspartato aminotransferase aumentou 15 vezes e a alanina aminotransferase aumentou 3,9 vezes. O lactato sanguíneo e os níveis de glicose não se alteraram de maneira significativa. Sobre a magnitude dessas respostas transitórias, parece que as mesmas são proporcionais à intensidade do exercício e a distância que este está sendo realizado, observa-se que exercícios mais vigorosos provocam respostas de maior magnitude (BIRD *et al.*, 2014).

Assim, monitorar e avaliar os parâmetros bioquímicos e de desempenho pode ser um método eficaz para prevenir patologias e lesões (RAMOS-CAMPOS *et al.*, 2016). Todavia percebe-se que os estudos supracitados focaram nas respostas metabólicas induzidas durante eventos de ultraresistência e muita pouca atenção tem sido dedicada à hemostasia e à homeostase $[H^+]$ durante o exercício de endurance realizado sob condições competitivas no campo (Waskiewicz *et al.*, 2012).

Em estudo realizado com 14 corredores amadores com idade média de $43,0 \pm 10,8$ anos Waskiewicz *et al.* (2012), verificaram que após uma corrida de 24 h em circuito oval, os gases sanguíneos capilares e os índices do equilíbrio ácido-base estavam dentro dos limites normais em repouso, mas eles mudaram significativamente com o progresso da corrida. A alcalose respiratória progressiva contribuiu para um aumento significativo no pH de 0,067 unidades de descanso para o fim da competição, coincidente com hipocapnia significativa resultante de uma diminuição de 23% em p de CO_2 . Isto foi acompanhado por um aumento progressivo na pO_2 de cerca de 11 mmHg, saturação de oxigênio e potássio plasmático, aumento de quase 30 vezes na IL-6 demonstrando lesão muscular e uma tendência para menor cálcio livre (ionizado), enquanto a concentração de sódio no plasma permaneceu inalterada.

Cabe enfatizar que as reduções induzidas pela hiperventilação nas concentrações plasmáticas de CO_2 , $[H^+]$ e cálcio disponível, atuam como vasodilatadores durante o exercício. Tais concentrações podem limitar a liberação de O_2 ao músculo esquelético produzindo constrição vascular e redução do fluxo sanguíneo, podendo desencadear o processo de fadiga (CHIN *et al.* 2007; GREEN *et al.*, 2011; BROCH-LIPS *et al.*, 2012). Neste cenário, compreende-se que monitorar o perfil do distúrbio ácido básico e dos eletrólitos, parece ser uma linha a ser seguida,

para entender o processo de fadiga destes corredores (HOLFELDER *et al.*, 2013).

Pelo fato destes marcadores bioquímicos apresentarem concentrações diferentes, quando estes são correlacionados em relação ao sexo, nível de treinamento e diferentes habilidades, especificidade do esporte e intensidade de esforço (HINZPETER *et al.*, 2014; SANTOS-CONCEJERO *et al.*, 2013).

Todavia até o momento não foram encontrados estudos que se propuseram a estudar as alterações eletroquímicas e do distúrbio ácido básico em atletas de corrida de montanha do sexo feminino. Os benefícios do exercício físico são evidenciados tanto em homens como mulheres. Todavia, na mulher esta abordagem adquire algumas abordagens próprias passando por alterações no perfil hormonal até as respostas e adaptações ao exercício (LEITÃO *et al.*, 2000). Sendo assim, a presente investigação teve como objetivo analisar as alterações agudas eletroquímicas e do distúrbio acidobásico em competidoras de ultramaratona de montanha após uma prova de 45 km.

1.1 JUSTIFICATIVA

A corrida de montanha vem conquistando novos adeptos, dados estatísticos mostram que os números de corredores a nível mundial têm aumentado na faixa de 10 a 15% ao ano (REZENDE *et al.*, 2016). Nota-se que no contexto mundial os esportes de aventura e risco extremos tem sido uma opção cada vez mais popular (BLACK *et al.*, 2012; COICEIRO e COSTA, 2010). Prova concreta é a Espanha, onde anualmente acontecem cerca de 1.900 corridas de montanha nos seus múltiplos variantes, estima-se cerca de 700.000 pessoas correndo por espaços naturais únicos. (EUROPARC-SPAIN, 2016).

No entanto, pesquisas científicas voltadas à corrida em montanha, que podem trazer novas informações sobre as demandas e alterações fisiológicas deste estilo de corrida, são escassas e quem sabe inexistentes quando a amostra é composta por atletas mulheres. Em estudo realizado por Rüst *et al.* (2013) com ultramaratonistas de montanha feminino e masculino, na maratona Alpina Suíça de 78 km, os pesquisadores mostraram que o número de mulheres com idade acima de 30 anos aumentou ao longo

dos anos e, o desempenho foi melhorado em mulheres de 40 a 44 anos. Na pesquisa de Eichenberger *et al.* (2012), ao examinar a interação de idade e sexo na corrida de montanha Alpina Suíça de 78 km no período de 1998 a 2011, estes investigadores observaram que a participação das mulheres aumentou de aproximadamente 10% em 1998 para aproximadamente de 16% em 2011.

Haja visto o crescimento do sexo feminino em provas de montanha, entende-se ser de suma importância que os atletas e treinadores tenham controle dos parâmetros bioquímicos e, suas possíveis alterações geradas pelo treinamento. Visando melhores resultados e o seu desempenho nas provas. A presente pesquisa pode colaborar com essas informações inerentes à modalidade, bem como servir como base para a periodização das corredoras de montanha na distância de 45 km.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais seriam as alterações agudas eletroquímicas e do distúrbio ácido-básico induzidas por uma corrida de montanha de 45 km em competidoras?

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Analisar as alterações agudas eletroquímicas e do distúrbio ácido-básico em competidoras de ultramaratona de montanha após uma prova de 45 km.

3.2 Objetivos Específicos

- Comparar a composição corporal das atletas em pré-competição e pós-competição;
- Avaliar o comportamento nos marcadores eletroquímicos Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Lac^- nas atletas no pré- e pós-competição e compará-las;

- Comparar o comportamento de variáveis relacionadas ao distúrbio do equilíbrio ácido-básico nas atletas no pré- e pós-competição;
- Avaliar as alterações nos marcadores eletroquímicos nas atletas no pré- e pós-competição conforme o tempo de prova;
- Verificar o comportamento de variáveis relacionadas ao distúrbio do equilíbrio ácido-básico nas atletas no pré- e pós-competição em relação ao tempo de prova;

4 HIPÓTESES

- H1: Acredita-se que haverá alterações eletroquímicas e do equilíbrio ácido-básico significativas em competidoras de corrida de montanha após uma prova de 45 km.
- H0: Acredita-se que não haverá alterações eletroquímicas e do equilíbrio ácido-básico significativas em competidoras de corrida de montanha após uma prova de 45 km.

5 REVISÃO DA LITERATURA

5.1 Demanda Fisiológica das Corridas de Montanha.

Nas ultramaratonas de montanha, se corre ou caminha sobre trilhas na montanha a uma distância maior que a maratona tradicional (de 42,2 a 350 km), com um considerável ganho cumulativo de elevação (até 25.000 m), durante os eventos mais extremos, estas são particularidades importantes a considerar quando da preparação física dos corredores. Tais competições ocorrem em ambientes montanhosos que por muitas vezes são terrenos irregulares, que apresentam declives positivos e negativos (SAUGY *et al.*, 2013; FORNASIERO *et al.*, 2017).

Pelas características ambientais das provas, percebe-se que os corredores de montanha, durante as provas ficam expostos a múltiplos estressores internos e externos, de exercícios e ambiente, incluindo possíveis flutuações amplas de temperatura e altitude, e quase sempre têm que suportar cargas de exercício extremas

(MILLET e MILLET, 2012). Sobre as cargas extremas de exercícios, as mesmas são realizadas por um considerado trabalho concêntrico prolongado, contra a força da gravidade durante as subidas e, um extenso trabalho excêntrico durante as seções de descida (VERNILLO *et al.*, 2015).

Devido as suas peculiaridades, estes eventos são uma oportunidade para investigar os efeitos fisiológicos agudos bem como as resposta adaptativas induzidas pelas corridas em montanha Millet e Millet, (2012), e ainda os mecanismos que contribuem para a limitação do desempenho de resistência humana (ZANCHI *et al.*, 2017). Este tipo de prova tem sido associada à lesão muscular severa e inflamação Carmona *et al.*(2015); Saugy *et al.* (2013), fadiga neuromuscular acentuada Easthope *et al.* (2010); Millet *et al.* (2011); Saugy *et al.* (2013), danos musculares Ramos-Campos *et al.* (2016); disfunções cardíacas e dano miocárdico Vitiello *et al.* (2013), alterações na difusividade da água com alterações do espaço intercelular no nível cerebral Zanchi *et al.* (2017), comprometimento das funções pulmonares (VERNILLO *et al.*, 2014; WUTHRICH *et al.*, 2015).

A respeito dos padrões hemodinâmicos, poucos estudos, baseados no monitoramento da frequência cardíaca, relataram a intensidade sustentada durante corridas de montanha. As intensidades médias de 64% da FC máx. e 82% da FC máx. foram relatadas nesta ordem para os competidores que completaram uma prova de 54 km em ≈ 14 h Clemente-Suarez, (2015) e ≈ 7 h (RAMOS-CAMPO *et al.*, 2016). A maior parte de uma prova de 65 km e realizada na intensidade abaixo do primeiro limiar ventilatório (VT1), representando um limite tolerável para os corredores completarem a prova em um tempo maior de 10 horas (FORNASIERO *et al.*, 2017).

Em corridas de longa duração é preciso que o atleta saiba dosar o seu ritmo, pois à medida que o exercício se intensifica, a concentração basal de lactato sanguínea 1,0 a 1,8 mmol/L se altera, ocorrendo uma transição metabólica entre o sistema aeróbio e anaeróbio, responsável pelo aumento súbito do lactato e da acidose metabólica (POSTERINO *et al.*, 2001). Essa transição ocorre em torno de 4,0 mmol/L de lactato, e conhecido como limiar de lactato, intensidade durante a corrida que o metabolismo energético suporta sem passar de aeróbico para anaeróbico. O limiar de lactato fornece um bom nível de condicionamento físico bem como considerado o melhor preditor de

desempenho (FACEY *et al.*, 2013).

Sobre a fadiga em ultramaratonas, sabe-se que a mesma é multifatorial, e pode ser influenciada pelo tipo, intensidade e duração do exercício, grupos musculares envolvidos, padrões de ativação e tipos de contração muscular, portanto, o tipo de locomoção em consideração também é crítico (MILLET *et al.*, 2011). No entanto, atletas em todos os níveis estão procurando maneiras de aperfeiçoar seu desempenho, a fim de atenuar os efeitos da fadiga neuromuscular. Quando da prática de exercícios de resistência e ultraresistência, fatores como a desidratação, depleção de carboidratos, são responsáveis pela fadiga e redução do desempenho (JEUKENDRUP, 2011).

Em se tratando da corrida de montanha, tais episódios de fadiga podem ser induzidos pelas condições climáticas extremas do meio ambiente em que as provas são realizadas (NEBOT *et al.*, 2015). Perdas de água por meio do suor, induzidas por exercícios prolongados, como a caminhada e a corrida, podem levar a um estado de desidratação (COSTA *et al.*, 2014). Tais taxas de suor podem dificultar a termorregulação, o que pode ocasionar riscos para saúde e quedas do desempenho esportivo (SILVA *et al.*, 2011).

A perda de líquidos afeta o desempenho aeróbio, diminui o volume de ejeção ventricular pela redução no volume sanguíneo e aumenta a frequência cardíaca. Tais alterações se acentuam em climas quentes e úmidos, pois a maior vasodilatação cutânea transfere grande parte do fluxo sanguíneo para a periferia, em vez da musculatura esquelética, ocasionando importantes reduções da pressão arterial, do retorno venoso e do débito cardíaco (HERNANDEZ *et al.*, 2009).

A fadiga é uma condição de rápida deterioração da função contrátil, causada pelo exercício intenso ou contrações repetidas. Desta maneira, manter os níveis de ATP é essencial para realizar as funções fisiológicas do corpo. Como já citado, a mudança do metabolismo aeróbico para o anaeróbico aumenta de maneira súbita os níveis de lactato no sangue e, os níveis de acidose metabólica. Tal situação fisiológica parece prejudicar a contração muscular, levar à fadiga e, por fim, à cessação do exercício. (PROIA *et al.*, 2016).

5.2 Comportamento eletroquímico em esportes aeróbios.

Enquanto a atividade física regular promove benefícios sobre a saúde cardiovascular, um exercício de longa duração pode produzir alterações consideráveis nos biomarcadores sanguíneos relacionados a dano muscular e cartilaginoso (KIM *et al.* 2007). Sendo assim, diversas variáveis bioquímicas, são utilizadas para monitorar o metabolismo do atleta de alto rendimento, quer na condição de treinamento ou competição. Nesta linha, o comportamento eletroquímico tem sido estudado por apresentar relações no processo de fadiga, que por sua vez interfere no desempenho desportivo (ANDRADE JUNIOR *et al.*, 2014).

Sobre a fadiga, esta ocorre quando da realização de exercícios intensos Allen *et al.* (2008), seu processo é multifatorial Sostaric (2012), podendo ter início com o aumento dos níveis de potássio (K^+) (acima de 8 mmol/l^{-1}) no espaço extracelular da célula muscular em virtude do exercício extenuante, devido à excitabilidade da membrana prejudicada Nielsen *et al.* (2003), que por sua vez reduz a liberação de cálcio (Ca^{2+}), pelo retículo sarcoplasmático e inibindo as pontes cruzadas da actina com a miosina, no entanto seu início ocorre devido ao acúmulo de H^+ (MERO *et al.*, 2014). Em complemento, a fadiga pode ser entendida como a incapacidade do músculo de manter a ação muscular. Bem provável pela queda no pH, oriundas da atividade do sistema glicolítico para gerar ATP (ALLEN *et al.*, 2008).

Um mecanismo que está associado ao acúmulo de H^+ , refere-se à produção de lactato por meio da via glicolítica. Contudo o lactato não é a fonte do aumento de H^+ . Historicamente, o acúmulo de ácido láctico nos músculos tem sido sugerido como a principal causa de fadiga muscular. A produção de ácido láctico desempenha uma ação tampão metabólica, em vez de determinar o início da acidose. A reação catalisada pela lactato desidrogenase usa dois elétrons e um próton do NADH e um segundo próton do citosol para reduzir o piruvato ao lactato. O que demonstra ser a produção de lactato muscular essencial para o efeito tampão, bem como para regenerar o NAD^+ , servindo ao mesmo tempo para remover o piruvato extra (PROIA *et al.*, 2016).

Cabe enfatizar que aumentos da atividade contrátil resultam em mudanças significativas na estrutura e função muscular. Alterações morfológicas como a ruptura

da linha Z do sarcômero e a vacuolização do retículo sarcoplasmático são características da lesão muscular induzida pelo exercício. Enquanto os mecanismos precisos subjacentes às perturbações do músculo após o exercício continuam a ser elucidado, está claro que ocorrem perturbações na homeostasia do Ca^{2+} e mudanças na taxa de degradação de proteína (BELCASTRO *et al.*, 1998).

Quando a relação de sódio (Na^+)/ K^+ ATPase não pode ser mantida pelo sarcolema em ações musculares repetidas, o K^+ aumenta no exterior da membrana e diminui no interior da célula, fato que promove uma despolarização da célula bem como a redução do potencial de ação. A despolarização gradual do sarcolema poderia acarretar uma alteração da função dos túbulos T, incluindo um bloqueio do seu potencial de ação. Se isso ocorresse, o Ca^{2+} teria suas concentrações bloqueadas (ALLEN *et al.*, 1992).

Sobre as contrações excêntricas, estas demonstrou elevar os níveis séricos de mioglobina e os níveis plasmáticos da atividade da creatinafosfoquinase, indicando liberação de proteína do músculo esquelético em particular de mioglobina (DEL COSO *et al.*, 2013). O exercício prolongado extenuante, também promove a hemólise, que por sua vez pode contribuir para que ocorra anemia no atleta (ROBACH *et al.*, 2014).

5.3 Distúrbio ácido-básico oriundo da atividade física aeróbia.

O equilíbrio ácido-básico (EAB) é fundamental para a manutenção da vida. A interpretação precisa e oportuna de um distúrbio ácido-básico pode salvar a vida, mas o estabelecimento de um diagnóstico correto pode ser um desafio. Nesta linha, os três principais métodos de quantificação de transtornos ácido-básico são: a abordagem fisiológica, o excesso de base e a físico-química, uma abordagem conhecida como método Stewart (BEREND *et al.*, 2014).

Avaliar o estado ácido-básico do sangue, não apenas mostra os desvios do EAB, mas também fornecer dados sobre a função respiratória e as condições de perfusão de O_2 tecidual. Todavia para manter o EAB, o organismo precisa equilibrar a disposição da cota fixa de ácidos ingerida na dieta diária e o destino dado ao dióxido de carbono (CO_2) gerado como produto final do metabolismo. Entende-se que para manter o pH em limites compatíveis com os processos vitais, o corpo lança mão de uma série de

mecanismos bioquímicos, com destaque para o papel desempenhado pelo chamado sistema-tampão (ÉVORA e GARCIA, 2008).

Tais sistemas são capazes de doar ou receber íons de hidrogênio (H^+) minimizando alterações no pH e têm por objetivo deslocar a reação para maior produção de CO_2 e água (H_2O) que podem ser eliminados pela respiração (FURONI *et al.*, 2010). Em complemento, os tampões do espaço extracelular como o bicarbonato (HCO_3^-) e as proteínas plasmáticas desempenham papel relevante, enquanto a hemoglobina e os fosfatos estão em primeiro plano no compartimento intracelular (ÉVORA e GARCIA, 2008).

Para explicar o EAB, a abordagem fisiológica, utiliza-se do sistema de tampão do ácido carbônico/bicarbonato. O referido sistema se fundamenta no princípio isohídrico. Nele os ácidos são caracterizados como doadores H^+ e as bases como aceitadores de H^+ . A medida para tal concentração de hidrogênio é chamada pH. O sistema de ácido carbônico/bicarbonato é importante na manutenção do controle homeostático. Na abordagem fisiológica, uma mudança primária na pressão parcial do dióxido de carbono (pCO_2) causa uma resposta secundária “adaptativa” na concentração de HCO_3^- e vice-versa; outras mudanças no CO_2 ou HCO_3^- refletem mudanças adicionais no estado ácido-básico (BEREND *et al.*, 2014).

A Lei Fisiológica do EAB estabelece que o organismo procura manter o pH do sangue em torno de um valor médio normal 7,40 (HOPKINS e SHARMA, 2018). Tal função fica a cargo dos tampões, pois quedas abruptas do pH, desnaturaria enzimas provocando desequilíbrios na função celular (MAUGHAN, SHIRREFFS e LEIPER, 2007). Um fato importante na lei do EAB é a interação entre o potássio (K^+) e o H^+ em relação ao intra- e extracelular. No caso de acidose, na tentativa de manter o pH do sangue dentro de uma normalidade, o potássio sai da célula com a entrada do H^+ , ocorrendo o contrário na alcalose, ou seja, a saída do H^+ e entrada do K^+ para o compartimento intracelular (ÉVORA e GARCIA, 2008).

O processo no qual a concentração de H^+ é aumentada é chamado de acidose metabólica ($pH < 7,35$), e o processo no qual a concentração de H^+ é diminuída é chamado de alcalose ($pH > 7,45$) (MORRIS e LOW, 2008; HOPKINS e SHARMA, 2018). Cabe destacar que o diagnóstico das alterações do EAB, é feito pela análise dos

valores obtidos pela gasometria sanguínea. No (Quadro 1), são apresentados os parâmetros dos valores normais da gasometria arterial e venosa (RIELLA, 2003).

Quadro 1 – Valores de normalidade da gasometria arterial e venosa

Parâmetros	Arterial	Venoso
pH	7,35 – 7,45	0,05 unidade menor
pO₂	80 – 100 mmHg	50% menor
pCO₂	35 – 45 mmHg	6 mmHg maior
HCO₃⁻	21 – 28 mmol/l	21 – 28 mmol/l
BE	-2 a + 3 mEq/l	-3,9 a + 1,0 mEq/l
Saturação O₂	93,5 – 98,1%	65 – 85%

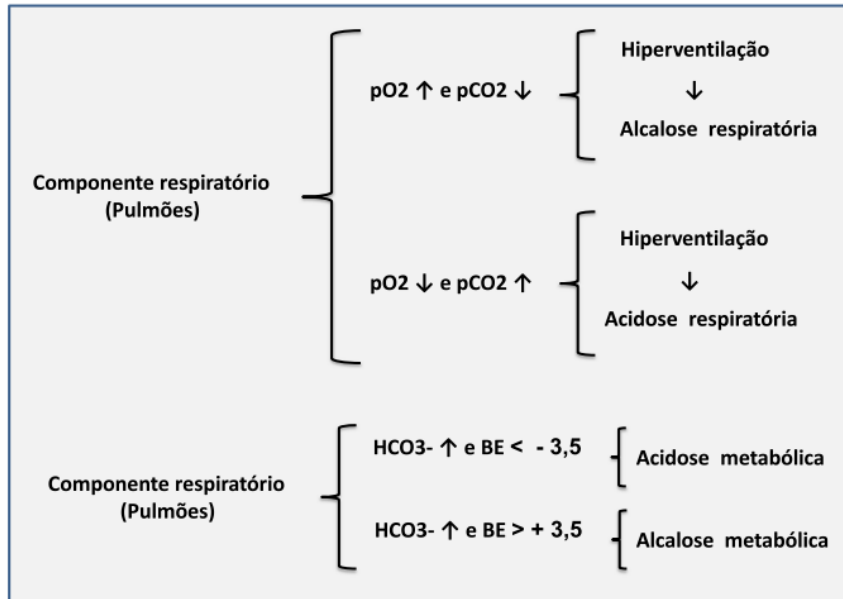
Fonte: (RIELLA, 2003).

Por meio desta avaliação é possível o diagnóstico dos desvios do componente respiratório (O₂/oxigenação e pCO₂/ventilação) e do componente metabólico excesso de base (BE) e HCO₃⁻ (Figura 1) (ÉVORA *et al.*, 1999). O corpo humano experimenta quatro tipos principais de distúrbios baseados em ácido: acidose metabólica, alcalose metabólica, acidose respiratória e alcalose respiratória. Se uma dessas condições ocorrer, o corpo humano deve induzir um contrapeso na forma de uma condição oposta. Por exemplo, se uma pessoa está experimentando uma acidose metabólica, seu corpo tentará induzir uma alcalose respiratória para compensar. Em termos fisiológicos, a variação do pH pode ser interpretada por meio dos valores de pCO₂, HCO₃⁻ e BE. Assim, um valor de pCO₂ superior a 45 mmHg está associado a ineficiências respiratórias e diminuição do pH em valores ácidos (MUELLER *et al.*, 2013).

Para uma pCO₂ abaixo de 35 mmHg, a mesma está associado à hiperventilação e a um aumento do pH no estágio de alcalose (BROWN *et al.*, 2006). O BE ou HCO₃⁻ a um valor de -2 mEq/l e <22 mEq/l, respectivamente, está associado ao pH ácido. Um aumento no excesso de HCO₃⁻ e base superior a 2 mEq/l, e 22 mEq/l, está ligado a um pH alcalino (SÁNCHEZ *et al.*, 2015). Ao mesmo tempo, o pH do sangue altera a ligação do Ca²⁺ às proteínas séricas. Na alcalose, uma quantidade aumentada de cálcio liga-se às proteínas plasmáticas, resultando numa menor percentagem de cálcio

ionizado. Assim, um aumento do pH está associado a um valor diminuído de cálcio (WICK, 2007).

Figura 1 – Interpretação da gasometria sanguínea



Fonte: (ÉVORA *et al.*, 1999).

A capacidade de ler de maneira rápida e eficiente uma gasometria sanguínea, especialmente em referência à medicina de pacientes internados, é fundamental para a qualidade do atendimento ao paciente (HOPKINS e SHARMA, 2018).

1. Olhe o pH.
2. Decida se é ácido, alcalino ou dentro da faixa fisiológica.
3. O nível de pCO₂ determina a contribuição respiratória; um nível alto significa que o sistema respiratório está diminuindo o pH e vice-versa.
4. O nível de HCO₃⁻ denota efeito metabólico / renal. Um HCO₃⁻ elevado aumenta o pH e vice-versa.
5. Se o pH é ácido, procure o número que corresponde a um pH mais baixo. Se for uma acidose respiratória, o CO₂ deve ser alto. Se o indivíduo está compensando metabolicamente, o HCO₃⁻ também deve ser alto. Uma acidose metabólica será descrita por baixos valores de HCO₃⁻.
6. Se o pH for alcalino, determine novamente qual valor está causando isso. Uma alcalose respiratória significará que o CO₂ é baixo; uma alcalose metabólica deve emprestar um alto teor de HCO₃⁻. Compensação com qualquer um dos sistemas

será refletida de forma oposta; para uma alcalose respiratória, a resposta metabólica deve ser baixa em HCO_3^- e, para alcalose metabólica, a resposta respiratória deve ser alta em CO_2 .

7. Se o nível de pH estiver na faixa fisiológica, mas a pCO_2 e / ou HCO_3^- não estiverem dentro dos limites normais, provavelmente haverá um distúrbio misto. Além disso, a compensação nem sempre ocorre; isto é quando a informação clínica se torna primordial.

A respeito de exercícios inabituais, os mesmo podem levar a danos musculares que persistem por alguns dias diminuindo a capacidade de desempenho em decorrência da fadiga. Além disso, o aumento da acidose intramuscular pode limitar o metabolismo celular no processo de gerar trabalho (PELICER *et al.*, 2011). Todavia, muito pouca atenção foi dedicada à homeostasia e à homeostase H^+ durante o exercício de endurance realizado sob condições competitivas (WASKIEWICZ *et al.*, 2012).

Uma corrida contínua e duradoura provoca taquipneia associada a graus variáveis de hipocapnia e alcalose respiratória (Hanson *et al.* 1982). A hipocapnia se desenvolve quando um forte estímulo respiratório faz com que os pulmões removam mais CO_2 do que o produzido em tecidos metabólicos ativos. No estudo conduzido por Waskiewicz *et al.* (2012), em uma ultramaratona de 24h com 14 corredores amadores, do sexo masculino, com idade média de $43,0 \pm 10,8$ anos foi evidenciado um grau variável de hipocapnia e alcalose respiratória durante a corrida.

Os autores verificaram alcalose na conclusão da corrida, mostrando valores de pH acima do normal (7,46–7,51) e pCO_2 menores de 35 mmHg. Tal quadro pode ser associado a uma tendência para uma menor concentração de cálcio ionizado livre. Reduções induzidas pela hiperventilação nas concentrações plasmáticas de CO_2 , H^+ e cálcio disponível, atuando como vasodilatadores potentes durante o exercício, podendo limitar a liberação de O_2 ao músculo esquelético ativo causando constrição vascular e reduzindo o fluxo sanguíneo (CHIN *et al.* 2007).

Os valores obtidos que determinam a acidez ou alcalinidade são diretamente proporcionais aos fatores que influenciam o estado de recuperação do corpo, após o treinamento. Assim, a combinação de HCO_3^- , EB e pCO_2 com valores de pH fornecerão

informações concretas sobre como o corpo reage, diretamente relacionado à recuperação metabólica e recuperação respiratória do atleta.

6 METODOLOGIA

6.1 Delineamento do tipo de pesquisa

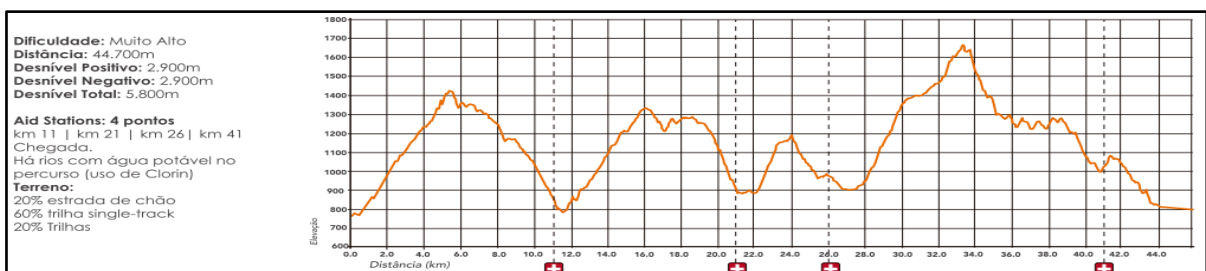
Esta pesquisa de campo foi caracterizada como sendo quantitativa descritiva, que consistiu em investigações empíricas, cuja finalidade foi à descrição de uma determinada população (LAKATOS E MARCONE, 2003; GIL 2002).

6.2 Amostra

Das 34 participantes, 15 não manifestaram interesse em participar do estudo, sendo assim obteve-se 55,88% da amostra, com 19 corredoras com idade de $42 \pm 5,8$ anos, na prova de 45 km na montanha. Cabe ressaltar as especificidades da prova, que eram, a saber: como desnível total 5.800m, sendo 2.900 de desnível positivo e 2.900 de desnível negativo. O terreno era composto por cerca de 20% de estrada de chão, 20 % de trilhas e 60% de trilha *single-track*. As atletas foram divididas em dois grupos conforme o tempo que levaram para completar a prova. Sobre a prova, as condições climáticas de temperatura foram 22°C a máxima e 8°C a mínima, com uma umidade relativa do ar de 81%, com horário de largada as 06h05min. da manhã.

A título de informação, o evento integrava as provas de 13 km, 25 km, 45 km e 105 km, todas com participação feminina e masculina. Contudo, o presente estudo contemplou apenas as atletas que realizaram o percurso de 45 km.

Figura 2 – Altimetria Maratona dos Perdidos 45 km



Fonte: Guia Ultramaratona dos Perdidos, 2017.

6.3 Seleções dos participantes, grupos dos participantes, Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Todas as atletas foram selecionadas de maneira equitativa, ou seja, todas tiveram as mesmas chances de participar da pesquisa. Foi enviado previamente um correio eletrônico para todas as participantes, convidando a fazer parte e explicando sobre a pesquisa e todas as suas etapas. Todas, que concordaram com a participação na presente investigação, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A). Esta pesquisa pertence a um projeto integrador, que foi autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Dom Bosco sob o parecer nº 2.147.225, e desenvolvida junto a equipe de pesquisadores do ITech - Laboratório de Inovação em Biotecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.

6.4 Critérios de inclusão e exclusão

6.4.1 Fatores de Inclusão

Fizeram parte da pesquisa somente corredoras com experiência em pelos menos (2) duas provas acima de 21 km e 1 (uma) acima de 42 km entre os anos de 2015 e 2016, que não apresentaram relatos de patologias.

6.4.2 Fatores de exclusão

Os critérios de exclusão adotados foram: 1) atletas que não entregarem o termo de consentimento devidamente assinado; 2) atletas que não completarem a prova no tempo limite de 11h00min; 3) não realizaram a coleta de sangue pré- ou pós- prova de 45 km.

6.5 Procedimentos

6.5.1 Desenho do Estudo

As corredoras que fizeram parte da amostra do presente estudo foram submetidas a duas avaliações antropométricas e sanguíneas no pré- e pós-competição. A coleta do momento pré-, foi realizada na Loja Território Mountain Shop, endereço na Rua Vicente Machado, nº 2855, bairro Batel em Curitiba – Paraná – Brasil, e se deu um dia antes da prova, junto à retirada dos kits (condição obrigatória para a participação da prova).

A coleta do momento pós-, foi realizada na cidade de Tijucas do Sul – Paraná – Brasil, mais precisamente no Sítio Morro dos Perdidos, na BR 376, sentido Sul, km 662, no dia 15 de julho de 2017, na Ultramaratona dos Perdidos SkyMarathon®.

A fim de comparar o comportamento das variáveis eletroquímicas e do distúrbio ácido-básico, as 19 atletas foram divididas em dois grupos conforme o tempo médio de prova 9h38min32s. Assim as atletas que obtiveram seus tempos abaixo do tempo médio compuseram o grupo dos tempos mais baixos e as atletas que realizaram os tempos acima do tempo médio fizeram parte do grupo dos tempos mais altos.

Coleta 1 Pré-	<ul style="list-style-type: none"> • Um ou dois dias antes da competição; • Mensuração de massa corporal, estatura, composição corporal por bioimpedância, coleta sanguínea por meio de sangue capilarizado.
Coleta 2 Pós-	<ul style="list-style-type: none"> • Após o término da corrida (em campo); • Mensuração de massa corporal, composição corporal por bioimpedância, coleta sanguínea por meio de sangue capilarizado.

6.5.2 Descrição das avaliações e dos instrumentos de pesquisa

6.5.3 Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica foi composta por medidas de massa corporal total (MCT), estatura total (ESTT), percentual de gordura (%G). A MCT foi aferida em uma balança antropométrica tipo plataforma (Filizola®, Filizola S.A., Brasil) com precisão de 100 gramas, e a ESTT foi determinada com estadiômetro portátil (Seca®, Hamburgo, Alemanha) com precisão de 0,1cm, considerando como valor final a média aritmética de três medidas consecutivas (LOHMAN *et al.*, 1988).

6.5.4 Bioimpedância

O percentual de gordura foi determinado utilizando o aparelho BIA tetra polar de corpo inteiro Maltron modelo BF – 906, frequência elétrica de 50 kHz. Embora a bioimpedância seja um procedimento duplamente indireto, a mesma possui correlações com métodos considerados padrão-ouro, tais como o DEXA Lohman *et al.* (1988) e a pesagem hidrostática (ISJWARA *et al.*, 2007). A avaliação foi realizada com o avaliado deitado em decúbito dorsal com os eletrodos colocados em locais pré-definidos após limpeza com álcool. Um eletrodo emissor foi colocado próximo à articulação metacarpo-falangeano, da superfície dorsal da mão direita e o outro distal do arco transversal da superfície superior do pé direito. Um eletrodo detector foi colocado entre as proeminências distais do rádio e da ulna do punho direito e o outro entre os maléolos, medial e lateral do tornozelo direito (CARVALHO e NETO, 1999).

6.5.5 Coleta de Sangue

As amostras de sangue venoso foram coletadas por meio de sangue capilarizado, mediante técnica de pulsão da polpa de um dos dedos da mão por coleta (BISHOP; MARTINO, 1993). A pele dos dedos foi limpa com álcool 70° e, seca para evitar mistura com o suor ou água. Evitando a pressão do local, a gota grossa de sangue foi recolhida utilizando capilar com capacidade de 200µL (Capillary Tubes 250 Roche®), tratado com heparina. Todo o procedimento foi realizado por uma enfermeira especializada. Para realizar a análise de sangue foi utilizado o equipamento de Gasometria GEM *Premier* 3000, e os seguintes parâmetros foram utilizados: pH, pO₂,

pCO₂, HCO₃⁻, Na⁺, K⁺, Ca²⁺ Lac⁻ e hematócrito (Hct). A amostra sanguínea foi processada logo em seguida de sua coleta, garantindo a confiabilidade e obtendo resultados logo após a coleta. Os resultados foram obtidos em aproximadamente 85 segundos após a introdução da amostra (BÉNÉTEAU-BURNAT *et al.*, 2004).

6.6 Riscos e benefícios

6.6.1 Riscos

Os riscos presentes na realização deste estudo foram relacionados à coleta das amostras sanguíneas, tais como sensação de dor moderada no local da punção, sangramento excessivo e baixo risco de infecção, os quais foram passíveis de controle por meio de medidas preventivas. Para isso foram utilizados materiais esterilizados e descartáveis para a punção (agulhas, seringas e luvas), assepsia prévia do local a ser puncionado por meio da utilização de álcool 70%. Para prevenção da formação de hematomas todos os indivíduos tiveram o local da punção comprimido de forma adequada ao ser retirada a agulha.

6.6.2 Benefícios

Como benefício os participantes da pesquisa receberam os resultados pré-competição e pós-competição com os marcadores bioquímicos que podem auxiliar os treinadores e as atletas a aperfeiçoar seu planejamento de treino.

6.7 Monitoramento e segurança dos dados

Os dados foram tabulados e avaliados estatisticamente. Todos os dados foram codificados, sendo os dados das participantes protegidos e confidenciais.

6.8 Avaliação dos dados

Os dados foram analisados por meio do *software IBM SPSS Statistics 20*. Foi realizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk que verificou distribuição normal. Desta maneira, foi utilizada a estatística descritiva e os dados foram apresentados na forma de média e desvio padrão. O teste t amostras pareadas foi realizado para determinar a diferença entre os valores de composição corporal e determinantes bioquímicos em repouso e Pós-prova no grupo geral e entre os grupos. Para todos os procedimentos estatísticos foi adotado o nível de significância de $p < 0,05$.

7 RESULTADOS

A Tabela 1 mostra os valores referentes ao perfil antropométrico das 19 atletas corredoras de montanha na distância de 45 km. A massa corporal total no pré- para o pós-competição mostrou valores de $56,78 \pm 7,42$ kg e $55,94 \pm 7,19$ kg, uma perda de 1,47% para $p = 0,03$. Em se tratando da massa gorda, o comportamento desta variável no momento pré para o pós-competição tiveram valores de $7,52 \pm 1,54$ kg para $6,84 \pm 1,74$ kg nesta ordem, uma perda de 1,16% para $p = 0,03$. Sobre o % G os percentuais na condição pré- foram de $13,73 \pm 1,72$ % e Pós-competição de $12,26 \pm 1,75$ % respectivamente, uma perda de 10,70 % para $p = 0,005$. Bem provável tais diferenças significativas tenham ocorrido devido à demanda energética durante a prova, que não foram contempladas pela alimentação ou suplementação.

Tabela 1– Perfil antropométrico de mulheres pré- e pós-competição de 45 km em montanha.

Variáveis (n=19)	Pré	Pós	% Perda	p valor
MCT (kg)	$56,78 \pm 7,42$	$55,94 \pm 7,19$	↓1,47	0,03
MM (kg)	$49,05 \pm 6,14$	$49,62 \pm 5,69$	↑1,16	0,623
MG (kg)	$7,52 \pm 1,54$	$6,84 \pm 1,74$	↓9,04	0,03
% G	$13,73 \pm 1,72$	$12,26 \pm 1,75$	↓10,70	0,005

MCT = massa corporal total; MM = massa magra; MG = massa gorda; %G = percentual de gordura.

Fonte: Autor.

A Tabela 2 apresenta os valores referentes a análise eletroquímica das 19 atletas corredoras de montanha na distância de 45 km. O Na^+ no pré- para o pós-competição mostrou valores de $141,74 \pm 2,73$ mmol/L para $142,0 \pm 2,29$ mmol/L, sem alteração significativa $p=0,942$. A respeito do K^+ , o comportamento desta variável no momento pré- para o pós-competição revelou valores de $4,99 \pm 0,64$ mmol/L para $3,87 \pm 0,73$ mmol/L nesta ordem para $p < 0,0001$. Sobre o íon Ca^{++} os valores no pré- foram de $1,24 \pm 0,09$ mmol/L e pós-competição de $1,20 \pm 0,15$ mmol/L respectivamente para $p=0,312$. Referente ao Lac^- na condição pré- foi encontrado valores de $2,52 \pm 0,74$ mmol/L e pós-competição $3,63 \pm 2,62$ mmol/L para $p=0,01$. Por fim o Hct exibiu valores de $44,74 \pm 0,06$ % para o pré- de $42,63 \pm 3,05$ % no pós-competição onde $p=0,004$.

Tabela 2 – Perfil eletroquímico de mulheres pré- e pós-competição de 45 km em montanha.

Marcadores Bioquímicos	Pré	Pós	p valor
Na^+ (mmol/L)	$141,74 \pm 2,73$	$142,0 \pm 2,29$	0,942
K^+ (mmol/L)	$4,99 \pm 0,64$	$3,87 \pm 0,73$	$< 0,0001$
Glu (mg/dL)	$99,63 \pm 25,77$	$96,58 \pm 25,08$	0,6856
Ca^{++} (mmol/L)	$1,24 \pm 0,09$	$1,20 \pm 0,15$	0,312
Lac^- (mmol/L)	$2,52 \pm 0,74$	$3,63 \pm 2,62$	0,01
Hct (%)	$44,74 \pm 0,06$	$42,63 \pm 3,05$	0,004

Na^+ = sódio; K^+ = potássio; Ca^{++} = cálcio; Lac^- = lactato; Hct = hematócrito; mmol/L = milimol por litro.

Fonte: Autor.

A Tabela 3 exibe os valores referentes à análise do distúrbio ácido básico das 19 atletas corredoras de montanha na distância de 45 km. O pH na condição pré- para o pós-competição mostrou valores de $7,72 \pm 0,06$ para $7,41 \pm 0,03$, sem alteração significativa $p=0,396$. A respeito do HCO_3^- , o comportamento desta variável no momento pré- para o pós-competição revelou valores de $25,54 \pm 2,55$ mmol/L para $21,08 \pm 3,09$ mmol/L nesta ordem para $p < 0,0001$. Sobre a pCO_2 os valores pré- foram de $38,47 \pm 4,63$ mm/Hg e pós-competição de $33,58 \pm 4,96$ mm/Hg respectivamente para

$p < 0,0001$. Referente ao pO_2 na condição pré- foi encontrado valores de $63,68 \pm 8,24$ mm/Hg e pós-competição $58,68 \pm 6,67$ mm/Hg para $p = 0,03$.

Tabela 3 – Comportamento do distúrbio ácido básico das 19 atletas de montanha.

Gasometria arterial	Pré	Pós	Valores de Referência	p valor
pH	$7,42 \pm 0,06$	$7,41 \pm 0,03$	7,30 – 7,40	0,396
HCO_3^- (mmol/L)	$25,54 \pm 2,55$	$21,08 \pm 3,09$	21 - 28	$< 0,0001$
pCO_2 (mmHg)	$38,47 \pm 4,63$	$33,58 \pm 4,96$	41 – 51	$< 0,0001$
pO_2 (mmHg)	$63,68 \pm 8,24$	$58,68 \pm 6,67$	40 - 50	0,03

pH = potencial hidrogeniônico; HCO_3^- = bicarbonato; pCO_2 = pressão parcial de gás carbônico; pO_2 = pressão parcial de oxigênio; valores de referência = (RIELLA, 2003).

Fonte: Autor.

O comportamento das variáveis eletroquímicas conforme o resultado final na prova de 45 km das 19 atletas da presente amostra é analisado na Tabela 4. O grupo que terminou a prova em menor tempo até 10h de prova apresentou quedas para os valores de K^+ pré- e pós-competição $4,89 \pm 2,56$ mmol/L para $4,50 \pm 3,91$ mmol/L e um aumento nos níveis de Ca^{++} $1,21 \pm 0,10$ mmol/L para $1,50 \pm 0,04$ mmol/L no momento pré- para pós-competição nesta ordem. As atletas que completaram a prova com tempo superior às 10h, mostraram uma queda nos níveis de K^+ pré- $5,10 \pm 0,63$ mmol/L para pós-competição $3,83 \pm 2,65$ mmol/L. Uma baixa nos valores de Ca^{2+} $1,25 \pm 0,09$ mmol/L para $1,18 \pm 0,04$ mmol/L no momento pré- para pós-competição nesta sequência foi evidenciada. Quanto ao Lac^- , este marcador fisiológico demonstrou um comportamento aumentado da situação pré- para pós-competição, $2,54 \pm 0,73$ mmol/L para $3,29 \pm 1,18$ mmol/L respectivamente. O Hct demonstrou uma tendência a uma queda significativa ao analisar a situação de pré- $45,11 \pm 2,51\%$ para o pós-competição $42,67 \pm 2,91\%$, conforme o tempo de prova vai aumentando.

Tabela 4 - Comportamento das variáveis eletroquímicas das 19 atletas de montanha conforme o tempo de conclusão da prova de 45 km.

Gasometria arterial	Tempos mais baixos		p valor
(n=10)	<u>Pré-Competição</u>	<u>Pós-Competição</u>	
Na ⁺ (mmol/L)	141,60±2,06	141,20±2,09	0,7052
K ⁺ (mmol/L)	4,89±2,56	4,50±3,91	0,06
Glu (mg/dL)	96,40±13,52	97,40±26,43	0,8899
Ca ⁺⁺ (mmol/L)	1,21±0,10	1,50±0,04	0,06
Lac ⁻ (mmol/L)	2,54±0,73	3,29±1,18	0,13
Hct (%)	44,40±3,32	42,60±3,17	0,1435
Gasometria arterial	Tempos mais Altos		p valor
(n=9)	<u>Pré-Competição</u>	<u>Pós-competição</u>	
Na ⁺ (mmol/L)	141,89±3,31	142,89±2,18	0,4419
K ⁺ (mmol/L)	5,10±0,63	3,83±2,65	0,05
Glu (mg/dL)	103,89±34,27	95,67±23,45	0,6031
Ca ⁺⁺ (mmol/L)	1,25±0,09	1,18±0,04	0,05
Lac ⁻ (mmol/L)	2,52±0,90	4,03±1,77	0,05
Hct (%)	45,11±2,51	42,67±2,91	0,004

Na⁺ = sódio; K⁺ = potássio; Glu = glicose; Ca⁺⁺ = cálcio; Lac⁻=lactato; Hct = hematócrito; mmol/L = milimol por litro.

.Fonte: Autor.

A Tabela 5 mostra o comportamento do distúrbio ácido básico das 19 corredoras de montanha na distância de 45 km, divididas em dois grupos em relação ao tempo de prova. Ao comparar no próprio grupo a situação pré- e pós-competição as atletas que realizaram a prova em menor tempo, apresentaram uma queda significativa para o HCO₃⁻ da condição de pré- para pós-competição de 25,51±2,56 mmol/L para 21,48±3,40 mmol/L nesta ordem. A respeito da pCO₂ esta variável mostrou-se com valores significativamente menores, quando comparados os momentos pré- e pós-competição 39,00±5,83 mm/Hg para 33,30±6,09 mm/Hg, nesta sequência. As corredoras que completaram a prova em um tempo mais alto mostraram uma queda

considerável para o HCO_3^- pré- $25,57 \pm 2,54$ mmol/L para pós-competição $20,63 \pm 2,65$ mmol/L. A respeito da pCO_2 , o comportamento desta variável no momento pré- para o pós-competição revelou valores de $37,89 \pm 3,25$ mm/Hg para $33,89 \pm 3,81$ mm/Hg para $p=0,006$. Sobre a pO_2 os valores de pré- foram de $65,22 \pm 8,83$ mm/Hg e para pós-competição de $56,67 \pm 2,91$ mm/Hg para $p=0,02$. Ao avaliar a condição de pré- e pós-competição entre os grupos não foram encontradas diferenças significativas $p>0,05$.

Tabela 5 – Comportamento do distúrbio ácido básico das 19 atletas de montanha conforme o tempo de conclusão da prova de 45 km.

Gasometria arterial	Tempos mais baixos		p valor
(n=10)	<u>Pré-competição</u>	<u>Pós-competição</u>	
pH	7,40±0,08	7,42±0,04	1,0000
HCO_3^- (mmol/L)	25,51±2,56	21,48±3,40	0,0006
pCO_2 (mmHg)	39,00±5,83	33,30±6,09	0,01
pO_2 (mmHg)	62,30±7,80	60,50±8,82	0,5222

Gasometria arterial	Tempos mais Altos		p valor
(n=9)	<u>Pré-competição</u>	<u>Pós-competição</u>	
pH	7,44±0,02	7,39±0,02	1,0000
HCO_3^- (mmol/L)	25,57±2,54	20,63±2,65	<0,0001
pCO_2 (mmHg)	37,89±3,25	33,89±3,81	0,006
pO_2 (mmHg)	65,22±8,83	56,67±2,91	0,02

pH = potencial hidrogeniônico; HCO_3^- = bicarbonato; pCO_2 = pressão parcial de gás carbônico; pO_2 = pressão parcial de oxigênio.

Fonte: Autor.

8 DISCUSSÃO

A presente investigação teve como objetivo analisar as alterações agudas eletroquímicas e do distúrbio acidobásico em competidoras de ultramaratona de

montanha durante uma prova de 45 km. Como existem poucos dados de pesquisa sobre o equilíbrio ácido-base, em ultramaratonistas de montanha mulheres amadores e profissionais, é difícil discutir o assunto. Em se tratando do perfil antropométrico Pré- e Pós-competição Tabela 1, foi observada uma perda de 1,47% para a MCT da situação Pré- para a Pós-prova, uma perda de peso considerada adequada, durante o exercício físico (HOFFMAN *et al.*, 2018). Diretrizes atuais do ACMS indicam que o desempenho físico e cognitivo são prejudicados, quando mais de 2% da massa corporal é perdida durante o exercício (ACMS, 2007). A fadiga e o cansaço percebidos, tem se mostrado comprometido durante uma leve perda 1-3% em indivíduos em exercício (GANIO *et al.*, 2011). No entanto, tal perda de peso não reflete uma perda equivalente de água corporal, diversos são os fatores diferentes que influenciam de forma separada essas duas entidades durante o exercício (MAUGHAN, SHIRREFFS e LEIPER, 2007). A massa corporal pode ser alterada durante o exercício de endurance por uma série de fatores, podendo citar a utilização de substratos endógenos como os carboidratos, gorduras e proteínas armazenados no organismo (HOFFMAN *et al.*, 2018). A respeito da massa gorda e percentual de gordura, estas variáveis antropométricas tem se demonstrado as principais influenciadoras da *performance* em corredores de prova de 42 km e 100 km quando o % G é $\geq 15\%$ (TANDA e KNECHTLE, 2015).

As atletas da presente investigação na situação de Pré- e Pós-competição, mostraram uma perda de 9,04% e 10,70% nesta ordem. Tal perda pode ser fundamentada na necessidade energética durante as provas de corrida de ultraresistência, cujos combustíveis predominantes são os carboidratos e as gorduras (TARNOPOLSKY, 2004). Contudo como os estoques de carboidratos no corpo são limitados e, a longa duração da atividade muscular aumenta a necessidade de carboidratos para fornecer energia para os músculos, o organismo precisa metabolizar as gorduras em busca de energia, para fornecer glicose para o funcionamento normal dos músculos e do sistema nervoso central (CLEMENTE-SUAREZ 2015). Assim, entende-se que este tipo de prova tem grande impacto no metabolismo das gorduras, cuja oxidação aumenta o consumo do triglicerídeo como substrato energético, a fim de fornecer energia para os músculos em contração e cérebro (FALLON *et al.* 1996).

Referente aos valores do perfil eletroquímico das 19 atletas corredoras Tabela 2, nenhum caso na presente amostra de hiponatremia (nível sérico de sódio inferior a 135 mmol/L) Scotney e Reid (2015), associada ao exercício ocorreu. Ao avaliar 11 mulheres que competiram em uma prova de ultramaratona de 100 km Knechtle *et al.* (2012) verificaram que os níveis de Na^{+2} não apresentaram alterações significativas 138,3±1,7 mmol/L e 137,4±2,4 mmol para o momento Pré- e Pós-prova nesta ordem. Retenção de sódio em provas de ultramaratona está associada ao aumento da aldosterona pelo sistema renina-angiotensina (FELLMANN *et al.*, 1999). Tem-se observado que após exercício físico intenso a aldosterona aumenta e, esta por sua vez aumenta a absorção do sódio pelos rins (FREUND *et al.*, 1999).

Referente aos valores de K^{+} Pré e Pós-competição se mantiveram dentro do intervalo de referência 3,5 – 5,1 mmol/L (WU, 2006). Contudo ao comparar o K^{+} Pré-com o Pós-competição se evidenciou uma queda significativa nas ultramaratonistas de montanha. Tal queda pode ser atribuída à melhora da recaptação de K^{+} plasmático pelas células musculares após o exercício, induzidas pela regulação da bomba $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$. Tal regulação ocorre, devido à elevação induzida da excitação do Na^{+} intracelular nas células musculares ativas e ao aumento nas catecolaminas plasmáticas, devido ao exercício intenso (CLAUSEN, 2010).

No tocante a glicose esta não apresentou mudanças significativas. Em uma corrida de 200 km Kim *et al.* (2007) acompanharam 54 corredores e averiguaram que a glicose Pré - 110±39 mg/dL para Pós-competição 98±45 mg/dL, não mostraram alterações significativas. Em outro estudo Khodaei *et al.* (2015) coletaram amostras sanguínea pré e pós-corrida de 10 corredores que participaram de uma ultramaratona de 100 km, os valores encontrados para a glicose pré e pós-prova foram de 93 mg/dL variando entre (67-122) e 124 mg/dL variando entre (94-179) nesta ordem, não reportada diferença significativa entre os momentos, comportamento que corrobora com a presente pesquisa. Tal comportamento da glicose justifica-se devido os atletas de ultraendurance, se alimentarem com quantidades consideradas de carboidratos durante a prova, a fim de retardar o aparecimento da fadiga, poupar glicogênio e fornecendo glicose para os músculos em atividade (FERREIRA *et al.*, 2001).

Relativo ao cálcio, os valores Pré- e Pós-competição não apresentaram

variações significativas. Tal ação ocorreu devido ao exercício físico, que está correlacionado com queda dos níveis de pH, bicarbonato, aumento do lactato, albumina, cálcio total e alcalose respiratória ocorridos durante atividades físicas (FERREIRA-JUNIOR *et al.*, 2014).

Sobre o Lac^- , mesmo os valores Pré- Pós-competição deste marcador fisiológico tendo aumentado de forma significativa, os valores demonstram que a intensidade da corrida estava abaixo do OBLA (4,0 mmol/L) (RAMOS-CAMPOS *et al.*, 2016). Na investigação realizado por Clemente-Suarez (2011), com oito atletas de montanha na distância de 42 Km, o comportamento do lactato sanguíneo dos atletas Pré- Pós-prova foram de $2,0 \pm 0,9$ e $3,7 \pm 1,1$ mmol/L. No estudo de Jastrzebski *et al.* (2015) com 14 atletas ultracorretores de montanha em prova de 100 Km, o valor final de lactato dos corretores foi de 3,07 mmol/L. Em outra pesquisa Clemente-Suárez (2015), investigou 6 corretores de ultramaratona em montanha na distância de 54 km, os atletas completaram juntos a corrida em 14 h e 6 min. Após o evento de ultraendurance, os atletas apresentaram uma concentração de lactato sanguíneo de $2,8 \pm 0,3$ mmol/L. Observa-se que a longa duração dos eventos não permitiram aumento da intensidade dos atletas durante suas respectivas provas, o que contribui para que não ocorra acúmulo do lactato (CLEMENTE-SUÁREZ, 2015).

Percebe-se que o Lac^- aumentou, no entanto, o mesmo não foi superior ao limiar de lactato. O exercício induz a produção e liberação de Lac^- no sangue, podendo ser utilizado como fonte de energia pela musculatura esquelética, coração e o cérebro quando a disponibilidade de oxigênio é adequada (PROIA *et al.*, 2016; CHATHAM, 2002). Tal situação acontece devido aos transportadores monocarboxilatos, MCT1 e MCT4. Tais transportadores tem a capacidade de levar o Lac^- do meio de maior concentração para o de menor concentração, o que possibilita o metabólito ser absorvido, oxidado e utilizado como energia (ADEVA-ANDANY *et al.*, 2014).

Em relação ao percentual de Hct valores de referencia feminino estão dentro de um intervalo de normalidade de 36,7% - 46,3% Karazawa e Jamra (1989), embora as atletas da presente pesquisa tenham apresentado valores dentro de uma normalidade, mostrando que as mesmas estavam bem hidratadas e não sofriam de anemia aguda Yusof *et al.* (2007) os dados revelaram uma queda significativa ao comparar o Pré- e

Pós-prova de 4,8%. Em particular Hct baixo é indicativo de anemia esportiva transitória, gerada pela destruição acelerada de eritrócitos mais velhos que ocorre em particular no início dos eventos de corrida (YUSOF *et al.*, 2007). Em complemento, tal anemia, não é causada apenas por hemólise devido a trauma mecânico, mas também por lesões oxidativas dos eritrócitos (WU *et al.*, 2004).

A Tabela 3 mostra o comportamento agudo do distúrbio ácido básico da situação Pré para o Pós-competição. A capacidade de manter o equilíbrio ácido-base é um dos principais fatores que limitam a capacidade física. Portanto, as medidas de equilíbrio ácido-base são amplamente utilizadas nos esportes (JASTRZEBSKI *et al.*, 2015). Ao avaliar os resultados das atletas da atual pesquisa, ao final da prova, constatou-se um insignificante distúrbio ácido básico, onde o pH estava no intervalo fisiológico ($7,41 \pm 0,03$) mas $p\text{CO}_2$ ($33,58 \pm 4,96$ mmHg), HCO_3^- ($21,08 \pm 3,09$ mmol/L) não estavam dentro dos valores de normalidade. Uma corrida contínua de longa duração provoca um padrão de resposta ventilatória. A característica marcante é uma taquipneia associada a graus variáveis de hipocapnia e alcalose respiratória (WASKIEWICZ *et al.* 2012).

Quando da análise do equilíbrio ácido-base e a pressão parcial dos gases sanguíneos de 14 corredores durante uma corrida de 100 km Jastrzebski *et al.* (2015), encontraram uma diminuição significativa nos valores médios do HCO_3^- repouso $23,13 \pm 1,21$ mmol/L para final 100 km $22,02 \pm 1,79$ mmol/L, o estudo sugeriu por meio da gasometria que alguns problemas ventilatórios ou deficiências de difusão ocorreram com os atletas durante a prova. Uma redução significativa na compressibilidade do oxigênio foi observada após 100 km $p\text{O}_2$ repouso $92,80 \pm 15,67$ mmHg para $88,36 \pm 13,71$ mmHg. A $p\text{CO}_2$ repouso $40,90 \pm 2,19$ mmHg e após 100 km $36,89 \pm 2,53$ mmHg. Uma diminuição em $p\text{CO}_2$ também foi relatado por Waskiewicz *et al.* (2012), durante um corrida de ultramaratona de 24h. Para Nielsen (2003) a hipoxemia ocorre como resultado do exercício físico, alguns motivos que podem explicar tal situação são danos nas membranas alveolares, decaimento induzido de basófilos, desencadeiam uma liberação de histamina, limitando assim a diminuição da $p\text{O}_2$, aumento do HCO_3^- , a difusão limitada de gases ou a redução na concentração de hemoglobina e a rivalidade pelo oxigênio entre os órgãos e tecidos em casos de hipóxia.

Os valores eletroquímicos e do distúrbio ácido básico conforme o tempo de conclusão da prova das atletas do referido estudo Tabela 4 e Tabela 5 mostraram alterações significativas nas atletas que concluíram a prova de 45 km em maior tempo.

Em relação aos valores do K^+ ambos os grupos mostraram quedas significativas, induzida pela excitação do Na^+ intracelular, este por sua vez não teve alterações significativas (CLAUSEN, 2010). A alcalose respiratória hipocapnica foi evidenciada, mas mulheres do presente estudo. A causa mais provável do declínio progressivo observado no cálcio ionizado, relatado para os maiores tempos de prova parece ser devido à alcalose, esta por sua vez tendem a favorecer o aumento da ligação do cálcio à albumina (BAIRD, 2011).

No estudo de Klapcińska *et al.* (2013), com 44 participantes amadores de meia idade que correram uma ultramaratona de 48 h, foi verificado um decréscimo progressivo do Ca^{2+} , repouso $1,22 \pm 0,03$ mmol/L para $1,17 \pm 0,02$ mmol/L final de prova. Tais valores foram correlacionados com a distância total percorrida ($R = -0,47$, $p < 0,05$). Na pesquisa de Waskiewicz *et al.* (2012), devido a alcalose respiratória, ocorreu a diminuição da pCO_2 de 23% e um aumento de 11% de pO_2 , as concentrações de sódio permaneceram inalteradas Pré-corrida $141,8 \pm 4,1$ mmol/L para $141,9 \pm 2,5$ mmol/L e uma tendência para menor Ca^{2+} livre $1,25 \pm 1,04$ mmol/L Pré-corrida para $1,21 \pm 0,06$ mmol/L Pós-prova, tais valores são consistentes com a atual pesquisa.

No que refere-se o Lac^- , o grupo de corredoras que realizou a distância de 45 km em tempo maior, apresentaram níveis mais elevados para este metabólico. Um benefício adicional da produção de lactato diz respeito ao tamponamento metabólico de prótons. A reação da lactato desidrogenase usa dois elétrons e um próton do NADH e um segundo próton da solução para reduzir o piruvato ao lactato. Como tal, a produção de lactato retarda, e não causa o desenvolvimento de acidose metabólica (BAKE *et al.*, 2010).

Sobre os Hematócritos, as atletas que demoraram mais tempo para cumprir a prova tiveram uma perda significativa de 5,40% do Pré- para o Pós-Competição. Chlíbková *et al.* (2019) o estado de hidratação de seis mulheres depois de uma corrida de inverno de 24h em condições extremas, observaram valores para os Hct Pré-corrida de 38,1 a 44,6% e Pós-corrida atingiu 35,0-41,1% onde $p < 0,0001$, valores estes

próximos a atual investigação. Chlíbková *et al.* (2019) acreditam que tais valores de Hct, se deva ao impacto da extensão da atividade física e a uma pseudoanemia em reação ao exercício extenuante de longa duração.

9 CONCLUSÃO

Em conclusão, os resultados da presente pesquisa mostraram uma perda considerável de massa gorda que refletiu no percentual de gordura das atletas. Tal perda pode ser fundamentada, na necessidade do organismo em metabolizar gorduras a fim, de suprir as exigências energéticas durante uma prova de ultramaratona de 45 km em montanha. Em relação ao comportamento eletroquímico a presente amostra não apresentou nenhum caso de hiponatremia, bem provável pela característica da prova que tende a aumentar a aldosterona, que tem por função reter sódio pelos rins. Em contrapartida pelos níveis de sódio, se apresentar dentro do intervalo de normalidade, o potássio revelou uma queda significativa, porém dentro da normalidade. O lactato se mostrou abaixo do OBLA, fato que sugere que o metabólito pode ter sido utilizado como fonte de energia pela musculatura esquelética durante a prova, por estar ter sido em intensidade moderada. A pesquisa também revelou um insignificante distúrbio ácido básico, uma hipocapnia e alcalose respiratória. Ao comparar os resultados eletroquímicos e do distúrbio ácido básico, em relação ao tempo de prova os valores das atletas que completaram a prova em tempos maiores, forma mais significativos do que os resultados das atletas que finalizaram a prova em tempos menores. Em estudo futuros com ultramaratonas em montanha, sugere-se determinar a osmolaridade no plasma e na urina e a atividade da aldosterona, a fim de verificar a correlação destes padrões com o sódio e potássio antes e depois uma prova. Os resultados obtidos podem ser utilizados pelos treinadores, como um parâmetro de referência de alterações eletroquímicas e do distúrbio ácido básico, para desenvolver programas de treinamento específicos para atletas mulheres que realizam ultramaratona de 45 km em montanha. Cabe salientar que fatores limitantes do estudo merecem ser citados, como o baixo número amostral, o não controle de ingestão alimentar e de líquidos durante a prova,

bem como a não realização do recordatório alimentar na semana que antecedeu a prova.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adeva-Andany M, López-Ojén M, Funcasta-Calderón R, Ameneiros-Rodríguez E, Donapetry-García C, Vila-Altesor M, Rodríguez-Seijas J. Comprehensive review on lactate metabolism in human health. **Mitochondrion**. 2014; 17: 76 - 100.

American College of Sports Medicine, Armstrong LE, Casa DJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. **Med Sci Sports Exerc**. 2007; 39: 556-72.

Allen DGH, Westerblad JAL, Lannergren J. Role of excitation-contraction coupling in muscle fatigue. **Sports Med**. 1992; 13(2): 116-26.

Allen DG, Lamb GD, Westerblad H. Skeletal Muscle Fatigue: Cellular Mechanisms. **Physiol Rev**. 2008; 88: 287-32.

Andrade Junior CD, Adriano Junior LS, Orsso CE, Ferreira LS, Bassan JC. Comportamento eletroquímico em nadadores candidatos às olimpíadas de 2016. **XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB**. 2014; Anais p. 346-49.

Baker JS, McCormick MC, Robergs RA. Interaction among skeletal muscle metabolic energy systems during intense exercise. **J Nutr Metab**. 2010; 2010:1-13.

Belcastro AN, Shewchuk LD, Raj DA. Exercise-induced muscle injury: a calpain hypothesis. **Mol Cell Biochem**. 1998;179 (1-2):135-45.

Bénéteau-Burnat B, Bocque MC, Lorin A, Martin C, Vaubourdolle M. Evaluation of the blood gas analyzer Gem PREMIER 3000. **ClinChem Lab Med**. 2004; 42(1):96-101.

Berend K, de Vries APJ, Gans ROB. Physiological approach to assessment of acid-base disturbances. **N Engl J Med**. 2014; 371: 1434-45.

Bird SR, Linden M, Hawley JA. Acute changes to biomarkers as a consequence of prolonged strenuous running. **Ann Clin Biochem**. 2014; 51(Pt 2):137-50.

- Bishop PE, Martino M. Blood lactate measurement in recovery as adjunct to training: practical considerations. **Sports Medicine**. 1993; 16(1): 5-13. 1993.
- Black KE, Skidmore PM, Brown RC. Energy intakes of ultraendurance cyclists during competition, an observational study. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**. 2012; 22(1):19-23.
- Baird GS. Ionized calcium. **Clin Chim Acta**. 2011; 412: 696-01.
- Broch-Lips M, de Paoli F, Pedersen TH, Nielsen OB, Benziene B, Chibalin AV, Pirkmajer S, Mckenna MJ, Goodman C.A. Commentaries on viewpoint: maximal Na(+) - K(+)-ATPase activity is upregulated in association with muscle activity. **J Appl Physiol**. 2012. 112(12): 2124-26.
- Brown B, Eilerman B. Understanding Blood Gas Interpretation. **Newborn and Infant Nursing Reviews**. 2006; 6(2):57-62.
- Carmona G, Roca E, Guerrero M, Cussò R, Irurtia A, and Nescolarde L. Sarcomere disruptions of slow fiber resulting from mountain ultramarathon. **Int J Sports Physiol Perform**. 2015; 10(8): 1041-47.
- Carvalho RBA, Neto PSC. Composição corporal através dos métodos da pesagem hidrostática e impedância bioelétrica em universitários. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**. 1999; 1(1): 18-23.
- Chatham JC. Lactate - The forgotten fuel! **J Physiol**. 2002; 542(2): 333.
- Chlíbková D, Nikolaidis PT, Rosemann T, Knechtle B, Bednář J. Maintained Hydration Status After a 24-h Winter Mountain Running Race Under Extremely Cold Conditions. **Front Physiol**. 2019; 11(9): 1959.
- Chin LMK, Leigh RJ, Heigenhauser GJF, Rossiter HB, Paterson DH, Kowalchuk JM. Hyperventilation-induced hypocapnic alkalosis slows the adaptation of pulmonary O₂ uptake during the transition to moderate-intensity exercise. **J Physiol**. 2007; 583(pt1): 351-64.
- Clausen T. Hormonal and pharmacological modification of plasma potassium homeostasis. **Fundam Clin Pharmacol**. 2010; 24(5): 595-05.

Clemente-Suárez VJ. Modificaciones de parámetros bioquímicos después de una maratón de montaña. **Motri Eur J Hum Movement**. 2011; 27: 75-3.

Clemente-Suárez VJ. Psychophysiological response and energy balance during a 14-h ultraendurance mountain running event. **Appl Physiol Nutr Metab**. 2015; 40(3):269-73.

Coiceiro GA, Costa VLM. Ultramaratona: em busca do limite humano. **Rev Bras Ci Mov**. 2010; 18(3): 21-28.

Costa HA, Maia CE, Marques RF, Frazão AFG, Castro Filha JGL de, Navarro F, Oliveria Junior MNS de. Desidratação e balanço hídrico em meia maratona. **Rev Bras Ciênc Esporte**. 2014; 36(2): 341-51.

Del Coso J, Fernández de Velasco D, Abián-Vicen J, Salinero JJ, González-Millán C, Areces F, Ruiz D, Gallo C, Calleja-González J, Pérez-González B. Running pace decrease during a marathon is positively related to blood markers of muscle damage. **PLoS ONE**. 2013; 8(2): e57602.

Easthope CS, Hausswirth C, Louis J, Lepers R, Vercruyssen F, and Brisswalter J. Effects of a trail running competition on muscular performance and efficiency in well-trained young and master athletes. **Eur J Appl Physiol**. 2010; 110(6): 1107-16.

Eichenberger E, Knechtle B, Rüst CA, Rosemann T, Lepers R. Age and sex interactions in mountain ultramarathon running – the Swiss Alpine Marathon. **J Sports Med**. 2012; 3: 73–80.

EUROPARC-SPAIN. Guide to good practices for holding races in protected natural areas. Published by the Fernando González Bernáldez Foundation. Madrid, 2016.

Évora PRB, Reis CL, Ferez MA, Conte DA, Garcia LV. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico e do equilíbrio ácido básico. Uma revisão prática. **Medicina (Ribeirão Preto)**. 1999; 32: 451-69.

Évora PRB, Garcia LV. Equilíbrio ácido-base. **Medicina (Ribeirão Preto)**. 2008; 41(3): 301-11.

Facey A, Irving R, Dilworth L. Overview of Lactate Metabolism and the Implications for Athletes. **Am J Sports SciMed**. 2013; 1(3):42-6.

Fallon KE, Sivyer G, Sivyer K, Dare A. The biochemistry of runners in a 1600 km ultramarathon. **Br J Sports Med.** 1996; 33(4): 264-69.

Fellmann N, Ritz P, Ribeyre J, Beaufrère B, Delaître M, Coudert J. Intracellular hyperhydration induced by a 7-day endurance race. **Eur J Appl Physiol.** 1999; 80:353-9.

Ferreira AMD, Ribeiro BG, Soares EA. Consumption of carbohydrates and lipids in ultra-endurance exercise performance. **Rev Bras Med Esp.** 2001; 7(2), 67-74.

Ferreira-Junior M, Lichtrenstein A, Sales MM, Taniguchi LU, Aguiar FJB, Fonseca LAM, Sumita NM, Duarte AJS. Rational use of blood calcium determinations. **Medical Journal.** 2014;132(4): 243-8.

Fornasiero A, Savoldelli A, Fruet D, Boccia G, Pellegrini B, Schena F. Physiological intensity profile, exercise load and performance predictors of a 65-km mountain ultramarathon. **J Sports Sci.** 2017; 36(11): 1287-95.

Freund BJ, Shizuru EM, Hashiro GM, Claybaugh JR. Hormonal, electrolyte, and renal responses to exercise are intensity dependent. **J Appl Physiol.** 1999; 70:900-6.

Furoni RM, Pinto Neto SM, Buck Giorgi RB, Guerra EMM. Distúrbios do equilíbrio ácido-básico. **Rev Fac Ciênc Méd.** 2010; 12(1): 5-12.

Ganio MS, Armstrong LE, Casa DJ, McDermott BP, Lee EC, Yamamoto LM, Marzano S, Lopez RM, Jimenez L, Le Bellego L, Chevillotte E, Lieberman HR. Mild dehydration impairs cognitive performance and mood of men. **Br J Nutr.** 2011; 106(10):1535-43.

Green HJ, Duhamel TA, Smith IC, Rich SM, Thomas M, Ouyang J, Yau JE. Muscle fatigue and excitation-contraction coupling responses following a session of prolonged cycling. **Acta Physiologiae Plantarum Journal.** 2011; 203(4): 441-55.

Hanson P, Claremont A, Dempsey J, Reddan W. Determinants and consequences of ventilatory responses to competitive endurance running. **J Appl Physiol.** 1982; 52(3): 615-23.

Hernandez AJ et al. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Rev Bras Med Esporte**.2009; 15(3): 1-12.

Hinzpeter J, Zamorano A, Cuzmar D, Lopez M, Burboa J. Effect of active versus passive recovery on performance during intrameet swimming competition. *Sports Health*. 2014; 6(2):119-21.

Holfelder B, Brown N, Bubeck D. The influence of sex, stroke and distance on the lactate characteristics in high performance swimming. 2013; **PLoS One**. 8(10): e77185.

Khodae M, Spittler J, VanBaak K, Changstrom BG, Hill JC. Effects of Running an Ultramarathon on Cardiac, Hematologic, and Metabolic Biomarkers. **Int J Sports Med**. 2015; 36(11): 867-71.

Knechtle, B; Knechtle, P; Wirth, A; Alexander Rüst, C; Rosemann, T. A faster running speed is associated with a greater body weight loss in 100-km ultra-marathoners. **J Sports Sciences**. 2012; 30(11): 1131-40.

Hoffman MD, Goulet EDB, Maughan RJ. Considerations in the Use of Body Mass Change to Estimate Change in Hydration Status During a 161-Kilometer Ultramarathon Running Competition. **Sports Med**. 2018; 11: 1-8.

Hopkins E, Sharma S. **Physiology, Acid Base Balance**. Stat Pearls [Internet]. Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing; 2018.

Isjwara IR, Lukito W, Schultink WJ. Comparison of body compositional indices assessed by underwater weighing, bioelectrical impedance and anthropometry in Indonesian adolescents girls. **Asia Pac J Clin Nutr**. 2007; 16(4):641-48.

Jastrzebski Z, Zychowska M, Konieczna A, Ratkowski W, Radziminski L. Changes in the acid-base balance and lactate concentration in the blood in amateur ultramarathon runners during a 100-km run. **Biol Sport**. 2015; 32(3): 261-5.

Jeukendrup AE. Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. **J Sports Sci**. 2011; 29(1):S91-S9.

- Karazawa EHI, Jamra M. Parâmetros hematológicos normais. **Rev Saúde Pública.** 1989; 21(1): 58-66.
- Kim HJ, Lee YH, Kim CK. Biomarkers of muscle and cartilage damage and inflammation during a 200 km run. **Eur J Appl Physiol.** 2007; 99(4): 443-47.
- Klapcińska B, Waśkiewicz Z, Chrapusta SJ, Sadowska-Krępa E, Czuba M, Langfort J. Metabolic responses to a 48-h ultra-marathon run in middle-aged male amateur runners. **Eur J Appl Physiol.** 2013; 113(11): 2781-93.
- Lakatos EM, Marcone MA. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 5. ed. Atlas, 2003.
- Leitão MB, Lazzoli JK, Oliveira MAB, Nóbrega ACL, Silveira GG, Carvalho T, Fernandes EO, Leite N, Ayub AV, Michels G, Drummond FA, Magni JRT, Macedo C, Rose EH. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: atividade física e saúde na mulher. **Rev Bras Med Esporte.** 2000; 6(6): 215-20.
- Lohman GT, Roche FA, Martorell R. **Anthropometric standardization reference manual.** Illinois: Champaign; 1988.
- Martin V, Kerhervé H, Messonnier LA, Banfi JC, Geysant A, Bonnefoy R, Féasson L, Millet GY. Central and peripheral contributions to neuromuscular fatigue induced by a 24-h treadmill run. **J Appl Physiol.** 2010; 108(5):1224-33.
- Maughan RJ, Shirreffs SM, Leiper JB. Errors in the estimation of hydration status from changes in body mass. **J Sports Sci.** 2007; 25:797-04.
- Mei-Dan O, Carmont MR. *Adventure and Extreme Sports Injuries Epidemiology, Treatment, Rehabilitation and Prevention*, London; New York: Springer; 2013.
- Millet GY, Tomazin K, Verges S, Vincent C, Bonnefoy R, and Boisson RC. Neuromuscular consequences of an extreme mountain ultramarathon. **PLoS One.** 2011; 6(2): e17059.
- Millet GP, and Millet GY. Ultramarathon is an outstanding model for the study of adaptive responses to extreme load and stress. **BMC Medicine.** 2012; 10(77): 1-3.

Mero AA, Hirvonen P, Saarela J, Hulmi JJ, Hoffman JR, Stout JR. Effect of sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation on maximal sprint swimming. **J Int Soc Sports Nutr.** 2013 Nov 11;10(1):52

Morris CG, Low J. Metabolic acidosis in the critically ill: part 1. Classification and pathophysiology. **Anaesthesia.** 2008; 63(3):294-01.

Mueller SM, Gehrig SM, Frese S, Wagner CA, Boutellier U, Toigo M. Multiday acute sodium bicarbonate intake improves endurance capacity and reduces acidosis in men. **J IntSoc Sports Nutr.** 2013; 10(16): 1-9.

Nebot V, Drehmer E, Elvira L, Sales S, Sanchis C, Esquiús L, Pablos A. Efectos de la ingesta voluntaria de líquidos (agua y bebida deportiva) en corredores por montaña amateurs. **Nutr Hosp.** 2015; 32(5): 2198-07.

Nielsen JJ, Mohr M, Klarskov C, Kristensen M, Krstrup P, Juel C, Bangsbo J. Effect of high-intensity intermittent training on potassium kinetics and performance in human skeletal muscle. **J Physiol.** 2003; 554(3): 857-70.

Posterino GS, Dutka T, Lamb GD. L(+)-lactate does not affect twitch and tetanic responses in mechanically skinned mammalian muscle fibres. **Pflügers Arch.** 2001; 442(2):197-03.

Pelicer FR, Higino WP, Horita RY, Meira FC, Alves AP. A Influência da Fadiga Neuromuscular e da Acidose Metabólica Sobre a Corrida de 400 Metros. **Rev Bras Med Esporte.** 2011; 17(2): 127-31.

Proia P, Di Liegro C.M, Schiera G, Fricano A, Di Liegro I. Lactate as a Metabolite and a Regulator in the Central Nervous System. **Int J Mol Sci.** 2016. 17(9): E1450.

Yusof A, Leithauser RM, Roth HJ, Finkernagel H, Wilson MT, Beneke R. Exercise-induced hemolysis is caused by protein modification and most evident during the early phase of an ultraendurance race. **J Appl Physiol.** 2007; 102(2):582-6.

Ramos-Campo DJ, Ávila-Gandia V, Alacid F, Soto-Méndez F, Alcaraz PE, andLópez-Roman FJ. Muscle damage, physiological changes and energy balance in ultra-endurance mountain event athletes. **Appl Physiol Nutr Metab.** 2016; 41, 872-78.

Rezende PEN, Santos WS, de Souza RF. Corrida de montanha: resposta do lactato em diferentes níveis de dificuldade. **Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT**. 2016; 3(2): 111-18.

Riella MC. **Princípios de nefrologia e distúrbios hidroelétrólíticos**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.

Robach P, Boisson RC, Vincent L, Lundby C, Moutereau S, Gergelé L, Michel N, Duthil E, Féasson L, Millet GY.. Hemolysis induced by an extreme mountain ultra-marathon is not associated with a decrease in total red blood cell volume. **Scand J Med Sci Sports**. 2014; 24(1):18-27.

Rüst CA, Knechtle B, Eichenberger E, Rosemann T, Lepers R. Finisher and performance trends in female and male mountain ultramarathoners by age group. **Int J Gen Med**. 2013; 6:707-18

Sánchez SM, Fuciño LC, Cabeza EF, García de Lorenzo Mateos SM. Acid-base metabolism disorders: alkalosis. **Medicine**. 2015; 11(79): 4759-67.

Santos-Concejero J, Granados C, Irazuta J, Bidaurrezaga-Letona I, Zabala-Lili J, Maria S. Tempo para exaustão no acúmulo de lactato sanguíneo em corredores com diferentes habilidades atléticas. 2013; **Rev Bras Esporte**. 19(4): 297-02.

Saugy J, Place N, Millet GY, Degache F, Schena F, and Millet GP. Alterations of neuromuscular function after the world's most challenging mountain ultra-marathon. **PLoS ONE**. 2013; 8(6): e65596.

Scotney B, and Reid S. Body Weight, Serum Sodium Levels, and Renal Function in an Ultra-Distance Mountain Run. **Clin J Sport Med**. 2015; 25(4): 341-46.

Silva FIC, Santos AML, Adriano LS, Lopes RS, Vitalino R, SA NAR. A importância da hidratação hidroeletrólítica no esporte. **R Bras Ci Mov**. 2011; 19(3):120-28.

Sostaric SM. Alkalosis and digoxin effects on plasma potassium, ionic homeostasis and exercise performance in healthy humans [tese]. Melbourne: Victoria University; 2012.

Tanda G, Knechtle B. Effects of training and anthropometric factors on marathon and 100 km ultramarathon race performance. **J Sports Med**. 2015; 6: 129-36.

- Tarnopolsky M. Protein requirements for endurance athletes. **Nutrition**. 2004; 20(7-8):662–8.
- Vernillo G, Rinaldo N, Giorgi A, Esposito F, Trabucchi P, and Millet GP. Changes in lung function during an extreme mountain ultramarathon. **Scand J Med Sci Sports**. 2014; 25(4):e374-80.
- Vernillo G, Savoldelli A, Zignoli A, Skafidas S, Fornasiero A, and La Torre A. Energy cost and kinematics of level, uphill and downhill running: Fatigue-induced changes after a mountain ultramarathon. **Journal of Sports Sciences**. 2015; 33(19): 1998-05.
- Vitiello D, Rupp T, Bussière JL, Robach P, Polge A, and Millet GY. Myocardial damages and left and right ventricular strains after an extreme mountain ultra-long duration exercise. **Inter J Cardiology**. 2013; 165: 391-92.
- Waskiewicz Z, Kłapcińska B, Sadowska-Krępa E, Czuba M, Kempa K, Kimsa E, Gerasimuk D. Acute metabolic responses to a 24-h ultra-marathon race in male amateur runners. **Eur J Appl Physiol**. 2012; 112(5):1679-88.
- Wick JY. Immobilization hypercalcemia in the elderly. **Consult Pharm**. 2007; 22(11): 892-05.
- Wu HJ, Chen KT, Shee BW, Chang HC, Huang YJ, Yang RS. Effects of 24 h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters. **World J Gastroenterol**. 2004; 10(18):2711-4.
- Wu AHB. **Tietz clinical guide to laboratory tests**. 5th edition. Saunders, St. Louis. 2006.
- Wuthrich TU, Marty J, Kerherve H, Millet GY, Verges S, and Spengler CM. Aspects of respiratory muscle fatigue in a mountain ultramarathon race. **Med Sci Sports Exerc**. 2015; 47(3): 519-27.
- Zanchi D, Viallon M, Le Goff C, Millet GGP, Giardini G, and Croisille P. Extreme mountain ultra-marathon leads to acute but transient increase in cerebral water diffusivity and plasma biomarkers levels changes. **Front Physiol**. 2017; 7(664): 1-10.

ANEXOS

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Por favor, leia com atenção as informações contidas abaixo antes de dar o seu consentimento para participar deste estudo.

Este é um convite formal para que você participe voluntariamente da pesquisa intitulada: **Estudo da correlação de parâmetros biomoleculares em corredores de longas distâncias**. As informações presentes neste documento são para que você entenda os objetivos e saiba sobre sua participação na pesquisa. Esclarecimentos e eventuais dúvidas durante a leitura do documento, assim como antes, durante e após o término do estudo consulte o pesquisador responsável Marcelo Romanovitch Ribas. Se após a leitura deste documento concordar com os procedimentos metodológicos, pedimos sua assinatura ao final do documento e também sua rubrica em todas as páginas do mesmo.

Favor verificar se você se enquadra nos critérios de inclusão do presente estudo: participante de Corrida de Montanha com experiência de duas (2) provas acima de 21 km e uma (1) acima de 42 km entre os anos de 2015 e 2016, e possuir idade igual ou superior a 18 anos. Como critérios de exclusão, serão adotados os seguintes: a) atletas que não assinem o termo de consentimento livre e esclarecido; b) atletas que não completarem a prova no tempo limite de 11h00min; c) não realizar a coleta de sangue pré e pós prova; d) apresentar alguma patologia.

Esta pesquisa se justifica pelo fato da corrida de montanha estar ganhando novos adeptos diariamente, tanto para a prática recreacional quanto de rendimento. No entanto estudos que podem trazer novas informações sobre o perfil dos praticantes da modalidade, não acompanham esta demanda. Sabendo que o sucesso esportivo é resultado do treinamento, nutrição, fatores psicológicos e também atributos genéticos, a presente pesquisa tem por objetivo traçar o perfil genotípico para os genes: Alfa Actina 3 (ACTN3), Enzima Conversora de Angiotensina (ECA) e Creatina Quinase (CK), além de verificar as alterações agudas eletroquímicas e do distúrbio ácido básico em corredores de montanha de longa distância. Dessa maneira, a pesquisa colaborará com o conhecimento científico servindo como referência para futuras pesquisas na corrida de montanha.

Caso tenha interesse em participar da pesquisa, você será submetido a duas coletas de dados em momentos distintos, sendo uma pré e outra após a corrida. A primeira coleta será realizada dois dias antes da competição e contará com os seguintes passos: 1) Preenchimento de um questionário; 2) Coleta salivar, método para determinação do genótipo para os genes ACTN3, ECA e CK; 3) Coleta sanguínea para análise dos componentes eletroquímicos e ácido básico, sendo analisados os seguintes parâmetros: pH, pCO₂, pO₂, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Lactato, glicose, excesso de base, hematócrito e HCO₃⁻; 4) Avaliação antropométrica, sendo mensurada massa corporal, estatura e composição corporal por meio da bioimpedância. Já a segunda coleta de dados, que será feita logo após o término da prova, contará com: 1) Avaliação antropométrica e 2) Coleta sanguínea.

Fui alertado que, da pesquisa a ser realizar, é possível desconforto ou risco como: Uma leve picada no dedo para coletar o meu sangue, bem como risco de infecções. Porém para evitar tais desconfortos e risco todos os dados serão coletados por enfermeiras capacitados e será usado material estéril descartável, fato que minimiza os riscos de infecções. Em relação aos benefícios gerados receberei os resultados dos genótipos para os genes ACTN3, ECA e CK, dados pré e pós-competição dos marcadores bioquímicos e da composição corporal que serão investigados. Tais dados podem auxiliar no planejamento do treinamento físico. No que diz respeito aos benefícios gerados para os acadêmicos, a pesquisa contribuirá não apenas para conhecimento científico, mas também para a elaboração de programas de promoção a saúde desta população. Embora, muitas vezes o participante voluntário da pesquisa não seja beneficiado diretamente com os resultados obtidos, seus dados serão importantes para o avanço científico.

Caso queira entrar em contato com o comitê de ética, responsável pela aprovação desta pesquisa, poderá contatar o Comitê de Ética e pesquisa da Faculdade Dom Bosco pelo telefone (41) 3218-5582, e-mail: cep@dombosco.sebsa.com.br. O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, com “munus público”, que existe nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da

pesquisa dentro de padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos - Res. CNS n.º 466/12).

A sua participação neste estudo é voluntária. Contudo, se você não quiser mais fazer parte da pesquisa tem liberdade para aceitar ou recusar a participação, agora, ou em qualquer momento, e poderá solicitar de volta o termo de consentimento livre esclarecido assinado. Caso você sofra qualquer tipo de dano resultante da metodologia apresentada nesta pesquisa, prevista no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, você terá direito à indenização prescrita por lei. As despesas necessárias para a realização da pesquisa, não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro.

As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos responsáveis que executam a pesquisa e pelas autoridades legais. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito de maneira codificada, para que sua privacidade seja respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, lhe identificar, será mantido em sigilo, a fim de evitar tipo de discriminação e/ou estigmatização, individual ou coletiva.

Eu, _____, portador do CPF _____, declaro que li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi também que sou livre para interromper a investigação do projeto e para encerrar a minha própria participação no estudo a qualquer momento, sem precisar justificar minha decisão. Eu CONCORDO VOLUNTARIAMENTE em participar deste estudo.

Curitiba, ____ de _____ de 20____.

Pesquisador: Marcelo Romanovitch Ribas, CPF – 018.791.059-69.

OBS: este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao participante de pesquisa.

APENDICE B – Parecer Consubstanciado do CEP

FACULDADE DOM BOSCO/ PR



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ALTERAÇÕES ELETROQUÍMICAS E DO DISTÚRBO ÁCIDO BÁSICO INDUZIDO POR UMA ULTRAMARATONA DE MONTANHA

Pesquisador: MARCELO ROMANOVITCH RIBAS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 70274017.1.0000.5223

Instituição Proponente: Faculdades Dom Bosco/ PR

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.147.225

Apresentação do Projeto:

As corridas em montanha estão se tornando cada vez mais populares e atraindo mais adeptos. Serão analisados 40 atletas, 20 atletas do sexo masculino e 20 atletas do sexo feminino que irão competir na Ultramaratona dos Perdidos realizada no Brasil.

Objetivo da Pesquisa:

Analisar as alterações agudas eletroquímicas e do distúrbio acidobásico em competidores de corrida de montanha de longa distância.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos

Os riscos presentes na realização deste estudo estão relacionados à coleta da amostra sanguínea, tais como sensação de dor moderada no local da punção, sangramento excessivo e baixo risco de infecção, os quais são passíveis de controle por meio de medidas preventivas, para isso serão utilizados materiais esterilizados e descartáveis para a punção (agulhas, seringas e luvas), assepsia prévia do local a ser puncionado por meio da utilização de álcool 70%. Para prevenção da formação de hematoma todos os indivíduos terão o local da punção comprimido de forma adequada ao ser retirada a agulha.

Endereço: Rua Paulo Martins, 332

Bairro: Mercês

CEP: 80.710-010

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3218-5582

Fax: (41)3218-5559

E-mail: cep@dombosco.sebsa.com.br

FACULDADE DOM BOSCO/ PR



Continuação do Parecer: 2.147.225

Benefícios

Como benefício os participantes da pesquisa receberam os resultados pré-competição e pós-competição com os marcadores bioquímicos auxiliando o atleta a otimizar seu planejamento de treino.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O tema apresenta relevância científica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos obrigatórios foram apresentados.

Recomendações:

Recomenda-se a aprovação do projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todos os itens obrigatórios foram apresentados e estão de acordo com a Resolução 466/2012.

Considerações Finais a critério do CEP:**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_946623.pdf	27/06/2017 08:52:19		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	autorizacaolocal.pdf	27/06/2017 08:51:58	MARCELO ROMANOVITCH RIBAS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetonelson2006.docx	21/06/2017 10:37:13	MARCELO ROMANOVITCH RIBAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termonelson2106.docx	21/06/2017 10:36:54	MARCELO ROMANOVITCH RIBAS	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostonelson2106.docx	21/06/2017 10:32:35	MARCELO ROMANOVITCH RIBAS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Paulo Martins, 332

Bairro: Mercês

CEP: 80.710-010

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3218-5582

Fax: (41)3218-5559

E-mail: cep@dombosco.sebsa.com.br

FACULDADE DOM BOSCO/ PR 

Continuação do Parecer: 2.147.225

CURITIBA, 29 de Junho de 2017

Assinado por:
RENATA WASSMANSDORF
(Coordenador)

Endereço: Rua Paulo Martins, 332
Bairro: Mercês **CEP:** 80.710-010
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3218-5582 **Fax:** (41)3218-5559 **E-mail:** cep@dombosco.sebsa.com.br