

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Escola De Educação Física, Fisioterapia E Terapia Ocupacional  
Programa De Pós-Graduação Em Ciências Do Esporte

Ygor Antônio Tinoco Martins

**EXPEDIÇÃO BRASILEIRA À ANTÁRTICA: A aclimatização ao calor, observada durante um exercício físico em ambiente quente após o retorno ao Brasil, ocorre em concomitância com o aumento da tolerância ao frio nas mãos**

Belo Horizonte

2020

[Digite aqui]

Ygor Antônio Tinoco Martins

**EXPEDIÇÃO BRASILEIRA À ANTÁRTICA: A ACLIMATIZAÇÃO AO CALOR,  
OBSERVADA DURANTE UM EXERCÍCIO FÍSICO EM AMBIENTE QUENTE APÓS  
O RETORNO AO BRASIL, OCORRE EM CONCOMITÂNCIA COM O AUMENTO DA  
TOLERÂNCIA AO FRIO NAS MÃOS**

**Versão Final**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Danusa Dias Soares

Coorientadora: Dra. Michele Macedo Moraes

Belo Horizonte

2020

[Digite aqui]

## FICHA CATALOGRÁFICA

M386e Martins, Ygor Antônio Tinoco  
2020 Expedição brasileira à Antártica: A aclimatização ao calor, observada durante um exercício físico em ambiente quente após o retorno ao Brasil, ocorre em concomitância com o aumento da tolerância ao frio nas mãos. / [manuscrito]. Ygor Antônio Tinoco Martins – 2020.  
137 f.: il.

Orientadora: Danusa Dias Soares  
Coorientadora: Michele Macedo Moraes

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 94-112

1. Corpo – Temperatura – Regulação – Teses. 2. Alterações na temperatura corporal – Teses. 3. Calor – Teses. 4. Esportes – Aspectos fisiológicos – Teses. I. Soares, Danusa Dias. II. Moraes, Michele Macedo. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 612:796

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sheila Margareth Teixeira Adão, CRB 6: nº 2106, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

[Digite aqui]



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

### FOLHA DE APROVAÇÃO

**A ACLIMATIZAÇÃO AO CALOR EM INDIVÍDUOS JOVENS DE AMBOS OS SEXOS APÓS UMA  
EXPEDIÇÃO BRASILEIRA À ANTÁRTICA OCORRE EM CONCOMITÂNCIA A UM AUMENTO DA  
TOLERÂNCIA À EXPOSIÇÃO DA MÃO AO FRIO**

**YGOR ANTÔNIO TINOCO MARTINS**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós- Graduação em CIÊNCIAS DO ESPORTE, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DO ESPORTE, área de concentração TREINAMENTO ESPORTIVO.

Aprovada em 06 de agosto de 2019, pela banca constituída pelos membros:

Profa. Dra. Danusa Dias Soares (orientadora) – Universidade Federal de Minas Gerais

Dra. Michele Macedo Moraes (coorientadora) – Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Flávio de Castro Magalhães – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Dr. Thiago Teixeira Mendes – Universidade Federal do Maranhão

Belo Horizonte, 22 de outubro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por Thiago Teixeira Mendes, Usuário Externo, em 06/04/2021, às 21:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Danusa Dias Soares, Professora do Magistério Superior, em 07/04/2021, às 11:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Flávio de Castro Magalhães, Usuário Externo, em 07/04/2021, às 11:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Michele Macedo Moraes, Usuário Externo, em 07/04/2021, às 21:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 0661359 e o código CRC 6A41ACD3.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

### ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

#### YGOR ANTÔNIO TINOCO MARTINS

Às 14:00 horas do dia 22 de outubro de 2020, reuniu-se por videoconferência a Comissão Examinadora de Dissertação, indicada pelo Colegiado do Programa para julgar, em exame final, o trabalho intitulado "A ACLIMATIZAÇÃO AO CALOR EM INDIVÍDUOS JOVENS DE AMBOS OS SEXOS APÓS UMA EXPEDIÇÃO BRASILEIRA À ANTÁRTICA OCORRE EM CONCOMITÂNCIA A UM AUMENTO DA TOLERÂNCIA À EXPOSIÇÃO DA MÃO AO FRIO". Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, Profa. Dra. Danusa Dias Soares (UFMG), orientadora, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra para o candidato, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final.

#### MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Danusa Dias Soares (orientadora) – UFMG  
Dra. Michele Macedo Moraes (coorientadora) – UFMG  
Prof. Dr. Flávio de Castro Magalhães - UFVJM  
Prof. Dr. Thiago Teixeira Mendes - UFMA

Após as indicações a candidato foi considerado **APROVADO**

O resultado final foi comunicado publicamente para a candidata pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 22 de outubro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Teixeira Mendes, Usuário Externo**, em 06/04/2021, às 21:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Danusa Dias Soares, Professora do Magistério Superior**, em 07/04/2021, às 11:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Flávio de Castro Magalhães, Usuário Externo**, em 07/04/2021, às 11:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Michele Macedo Moraes, Usuário Externo**, em 07/04/2021, às 21:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0661327** e o código CRC **AE7D4D63**.

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob os auxílios concedidos pelo (a): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) [AEC-00017–18], Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e Edital 21/2018 CNPq/MCTIC/CAPES/FNDCT - PROANTAR [442645/2018-0].

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Olívia e Vamberto meu eterno agradecimento, mãe e pai esta conquista não seria possível sem vocês. Obrigado por em nenhum momento da minha vida vocês terem deixado de me apoiar, independente das dificuldades que vocês vieram a ter, vocês em nenhum momento mediram esforços para me ajudar e apoiar. Retribuir a altura tudo que vocês fazem por mim é algo difícil, mas saibam que darei sempre meu melhor para que vocês nunca deixem de me admirar e orgulhar de mim. Acabo de finalizar o projeto mais importante da minha vida e neste momento eu não estou só orgulhoso de tudo que foi feito, mas também me orgulho de ter pais tão incríveis como vocês, de fato sou um privilegiado. Shakespeare escreve no Menestrel que com o passar do tempo a gente aprende que há mais dos nossos pais em nós do que nós supúnhamos e sim com o passar do tempo eu passei a compreender melhor a frase e a partir do momento que passei a me ver em você, percebi que eu estou no caminho certo. Amo vocês.

Zaira e Rachel não tenho nada a falar de vocês, não gosto de vocês mesmo. Nada disto, amo vocês demais. Obrigado por terem sido pilares na minha formação de caráter e no meu amadurecimento. Sempre falo que se eu sou o que eu sou hoje é graças a vocês duas, ter vocês que são mulheres incríveis e fortes na minha vida foi fundamental para muita coisa. Obrigado por tudo, amo vocês! Mentira, amo não!

Agradecer meus sobrinhos lindos Mel e Miguel que vieram para adoçar e alegrar não só nossa vida, mas também de todos que nos rodeia.

Dona Yolanda, Dona Célia, vô Tinoco, vô Zé Martins e todos meus tios e tias, meu muito obrigado por todo carinho, proteção e apoio. Existe uma frase que no momento atual da política do nosso país, tornou-se mais representativa “A melhor forma de compreender o presente é olhar para o passado” esta frase me fez refletir e compreender não só o aspecto político que atravessamos, mas também, que se hoje estou me tornando mestre, é porquê todos vocês superaram todas as dificuldades principalmente na infância e adolescência. Meu muito obrigado!

Clarice, Cacau, Cla, a mulher que há dois anos vem construindo uma história tão bonita ao meu lado, a mulher que me desconstrói e constrói o tempo tendo, a mulher que aprendi admirar e amar. Obrigado por ter topado caminhar junto comigo, nos meus momentos de insegurança, de estresse e tristeza você foi fundamental para que eu seguisse em frente. Garota  
[Digite aqui]

eu irei sempre me entregar a você, porquê eu te amo e você é muito especial e importante para mim. E por fim, obrigado por ter sido uma peça fundamental nas coletas, sem dúvidas se você não tivesse me ajudado eu não teria conseguido. Amo você minha companheira e eu quero compartilhar uma vida toda com você.

Agradecer a minha sogra Meily, por ter me acolhido tão bem e por me permitir fazer parte de sua família, afinal vocês são minha família e minhas companhias aqui em BH. Saudade de me sentar com você tomar uma dose de Whisky, conversar sobre política, educação física e sobre a vida, e, também de “assistir” novela. Você é uma inspiração para mim como mãe, mulher e professora. Obrigado por tudo!

Agradecer ao meu sogro Wemerson, por estar sempre presente e me receber tão bem em Juiz de Fora. A sua personalidade, seu caráter e sua generosidade é de admirar, confesso que me vejo muito em você daqui alguns anos e isto com certeza me deixa feliz. A admiração por você é muito grande Wemerson. Obrigado!

Agradecer minha cunhada Sarah e concunhada Aline, por serem um exemplo para mim de amor, companheirismo e de luta pelos direitos das mulheres e por tudo aquilo que acreditam.

Rúbio, que momentos incríveis vivemos juntos nestes últimos 8 anos, companheiro, você foi parte e motivo de muitas decisões importantes da minha vida, você é uma pessoa importante da minha história. Nossas conversas, reflexões, viagens, rolês e coletas me ajudaram demais a construir quem eu sou hoje, obrigado por me fazer tão bem irmão. Te amo.

Marquinhos, caraca meu irmão como mudamos nestes 17 anos de amizade, estamos há dez anos morando longe um do outro, mas nunca estivemos tão presente na vida um do outro. Quero que saiba irmão que me orgulho muito de quem você se tornou, você é luz demais. Poucas coisas me fazem tão bem quando te vejo e você abre este sorriso bonito, obrigado por cuidar de mim e estar sempre comigo. Amo você irmão, que os bons espíritos e a Santa Maria continuem te protegendo sempre.

Geraldinho, quanta saudade eu tenho de pegar uma trilha com você em plena segunda feira, às 16:00 e se perder no caminho, ficar com lama até a cintura e chegar em casa só às 22:00 com nossas mães malucas atrás da gente, bons tempos. Irmão que orgulho vê você alcançando seu sonho de lutar no UFC, te ver na televisão fazendo o que mais ama, sempre me emociona e me enche de orgulho, você é incrível! Espero que no final da nossa caminhada a gente esteja morando mais perto um do outro, te amo demais e sinto muita saudade de você.

[Digite aqui]

Alexandre, companheiro a sua visão política, de sociedade é de admirar. A sua luta por uma sociedade mais justa é algo que me inspira muito, você sempre tem muito a me ensinar. Obrigado pela amizade, pelo seu companheirismo, não só na vida e nas trilhas, mas também no laboratório e nas coletas da Antártica. Estamos juntos sempre nesta caminhada companheiro e conta comigo sempre.

A minha amiga desnaturada Lais, espero que logo você esteja morando mais perto, para poder te encontrar mais vezes. Apesar de não termos conseguindo alcançar nosso principal objetivo com as ocupações, este movimento me deu um presentão que foi você. E agradeço você também por me presentear um “serumaninho” incrível que gerou um impacto muito positivo na minha vida, que foi o Kakarotinho. Estamos junto para o que der e vier companheira. Saudades!

Mariana Noronha, é minha prima lá se vão 25 anos de história, é muito legal ver o quanto a gente amadureceu e quanto que ao longo da vida ficamos mais parecidos. Admiro muito a mulher que se tornou e saiba que estarei sempre aqui para o que precisar. Quando todo este caos passar repetiremos nossa volta em ilha grande, te devo esta!

Shang, você foi um dos maiores presentes que o Lafise me deu. Obrigado por todas reflexões, conversas e por estar sempre presente na minha caminhada. Obrigado também pelas dietas. Amigo conta comigo para o que der e vier, te admiro muito como profissional, mas principalmente como pessoa.

Bruno Melo, obrigado por me inspirar tanto companheiro, não somente por ser um excelente pesquisador, mas também por ser uma excelente pessoa. Espero que em breve estejamos juntos explorando este Jalapão.

Aos meus companheiros de escalada Marden, Iule, Arthur, Igã, Vini e Marcelo, agradeço todos vocês pelas parcerias de sempre, por compartilharem não só as conquistas, mas também a frustrações que só a escalada nos proporciona. Obrigado por me ensinarem tanto! Kamonnnn galera! Muito climb, cadenas e vibe positiva para a gente. Viva o climb!

Meus companheiros de trilha e motocross, Assis, Vinícius, Ricardo, Marquinhos e Panda, obrigado por toparem entrar em todas as loucuras e furadas que eu proponho. A correria destes últimos dois anos estive um pouco ausente, mas sei que é momentâneo, logo estaremos mais juntos cambada de rôias.

[Digite aqui]

Ao meu pai de santo Fabiano e todos meus irmãos de asè, agradeço muito por compreenderem minha ausência nesta fase da minha vida, agradeço também por estarem sempre orando e cuidando de mim mesmo que a distância. Que Oxaguian ilumine sempre todos vocês e nossa casa. Asè!

Agradecer a minha terapeuta Sandra, que está sendo muito importante no meu processo de autoconhecimento, principalmente neste período tão complicado de pandemia.

Agradecer ao médico João Murilo por ser um excelente profissional e por ter resolvido tão bem minhas lesões durante este período, mas confesso que não quero encontrar com você na clínica tão cedo (kkkkkk). Meu muito obrigado!

Aos meus companheiros de república, Salomão, Hugo, Moura e Vagner. Não é nada fácil para gente morar longe de quem a gente ama, mas que bom que vocês cruzaram meu caminho e fazem do meu dia a dia mais fácil, aprendi e aprendo demais com vocês companheiros. Obrigado!

Agradeço imensamente aos meus velhos amigos, Allyson, Tulinho, João Daniel, André, Sionara, Diogo, Peixe, Rayza, João Vitor, Caio, Guilherme, Carlinhos, João Daniel, Sarah, vida me presenteou com a amizade de vocês e sou muito grato a isto, estive um pouco distante neste período do mestrado, mas sei que vocês entendem o momento.

Agradeço demais aos companheiros de LAFISE, Mahatma Ogando, Aline, Camila, Joyce, Pedro Carece, João Gabriel, Bob, Dudu, Nicolas, Telba e Tales, muito obrigado pela companhia diária e pelas discussões em alto nível que tivemos durante estes dois anos. Vocês foram fundamentais na construção, no desenvolvimento e na conclusão do meu trabalho muito obrigado.

O Lafise, faz parte da minha vida há 7 anos e ao longo destes anos me deu grandes amizades, apesar de hoje estarem um pouco mais distantes, foram essenciais na minha iniciação científica e na minha formação como pesquisador, assim agradeço ao Thiago Mendes, Adriano Araújo, Cristian Cabido. Vocês três foram meus orientadores, meus mentores e grandes amigos durante muito tempo e além de tudo acreditaram em mim, terei sempre admiração por vocês.

Agradecer a Renata Passos, por ter contribuído muito na construção do meu trabalho e por todo companheirismo durante as coletas tanto aqui no Brasil quanto na Antártica. Vivemos na pele a dificuldade que é coletar na Antártica e saímos muito bem, afinal dobramos a meta. Muito obrigado Rê, aprendi e aprendo muito com você.

[Digite aqui]

Agradecer a Alice Marques, por ter me ajudado e apoiado inteiramente nas minhas coletas e principalmente no meu piloto, você foi muito importante Alice. Muito obrigado.

Agradecer ao professor Dr. Cristian Núñez da Universidade de Magalhães, não só por toda receptividade, mas também por toda ajuda nas análises dos meus resultados. Foi um grande prazer conhecê-lo e espero que em breve te rever e passar um período trabalhando com você, pois sei que tenho muito a aprender com você.

Agradecer ao professor Dr. Flávio Magalhães por ser tão colaborativo e prestativo nos momentos em que precisei da sua ajuda. Saiba também que seu trabalho de mestrado foi uma grande inspiração para mim na construção deste estudo.

Agradecer ao professor Dr. Samuel Penna Wanner Pena. Samu muito obrigado pela confiança durante estes anos e por toda ajuda na construção deste trabalho, seus conselhos e suas dicas foram fundamentais. Me admira muito sua forma de trabalhar e de licenciar é uma inspiração não só para mim, mas para todos nós do Lafise.

Agradecer ao Professor Dr. Luciano Sales Prado, que com seu dom da palavra, faz da fisiologia mais encantadora do que já é. Professor agradeço muito pela sua amizade nestes anos, você foi o primeiro a me acolher no laboratório e eu serei sempre grato por isto.

Agradecer ao Professor Dr. Dawit Albieiro Pinheiro Gonçalves, Dawit sua chegada ao laboratório foi muito boa para todos nós, obrigado por todas suas sugestões. Sei também que ainda irei aprender muito com você. Muito obrigado!

Agradecer a Professora Dra. Rosa Arantes pelo carinho, dedicação e por confiar no meu trabalho desde o início. Você tem um impacto enorme na minha vida e na minha carreira Rosa, foi um prazer ter representado você e o MEDIANTAR na Antártica, sempre terei muita gratidão e muito carinho por tudo que você fez por mim e espero poder contribuir muito mais para o crescimento do nosso grupo.

Agradecer a Michele, por estes quatro anos de parceria, por confiar e acreditar em mim durante todo este período, você é uma inspiração para todos nós do Lafise e do Mediantar. Agradeço também, por você me permitir proporcionar aos meus pais um orgulho imenso que é esta conquista, serei sempre muito grato a tudo que você faz por mim. Obrigado também, pela sua amizade, pelos seus conselhos, pela paciência e toda incansável ajuda, sem você eu não teria um trabalho de tamanha qualidade. Agora é encarar novos desafios e que com eles possamos ter mais excelentes conquistas. Obrigado Michele, que os espíritos de luz te iluminem sempre e que você alcance seus principais objetivos logo, pois você merece!

Agradecer a minha orientadora e amiga Dra. Danusa Dias Soares, que é um exemplo de mulher e de professora. Danusa obrigado por confiar no meu trabalho e por ter me aceitado  
[Digite aqui]

como orientando, o impacto que você tem na minha vida é enorme. Obrigado também por todos os conselhos, ensinamentos e principalmente pela amizade. Hoje eu olho para você e além de ver minha orientadora, vejo também uma grande amiga, uma pessoa que quero caminhar junto por muito tempo. Da mesma forma que você deixou um legado muito bonito na minha vida eu quero deixar na sua. Com você aprendi uma coisa muito importante que é que não devemos comparar com os outros, mas sim com o melhor que podemos ser. Agradeço a você em nome dos meus pais e de toda minha família.

Agradecer ao Professor Dr. Andres Zarankin e todos os integrantes do LEACH, por toda ajuda e companheirismo nestes três anos de parceria na Antártica. Graças a confiança de vocês e por serem voluntários tão extraordinários consegui realizar um trabalho de tamanha qualidade. Muito obrigado!

[Digite aqui]

“Aventurar-se causa ansiedade, mas deixar de arriscar-se é perder a si mesmo.  
Aventurar-se no sentido mais amplo é, precisamente, tomar consciência de si próprio.”

Kierkegaard

“As dificuldades da jornada ficaram para trás”

Roald Amundsen

[Digite aqui]

## RESUMO

Os principais desafios para os indivíduos que se deslocam para a Antártica é a manutenção da temperatura corporal interna. A utilização de roupas específicas para o frio é um comportamento termorregulatório que garante a integridade física, pois estas são capazes de gerar um microclima quente, devido às características isolantes. Contudo, o microclima quente proporcionado pelas roupas, associado à elevação da produção de calor durante a realização de atividades em campo na Antártica que dependem de esforço físico, resultam em elevação da temperatura interna e nas consequentes respostas fisiológicas ao calor que se repetidas, podem gerar adaptações ao calor. Considerando o possível efeito do ambiente antártico sobre a termorregulação, o objetivo do estudo foi avaliar, em um grupo de pesquisadores brasileiros, se a realização de atividades de campo na Antártica com roupa isolantes na Antártica resulta em aclimatização ao calor e avaliar se esta resposta ocorreria conjuntamente com adaptações periféricas ao frio. A amostra deste estudo foi composta por sete voluntários (5 mulheres e 2 homens), que passaram por três situações experimentais: “Pré- Antártica”, realizada no Brasil 27 dias antes da viagem para início da expedição, “Antártica”, na qual foram coletados dados dentro do período de 32 dias de acampamento na Antártica, que ocorreram entre janeiro e março de 2018 e “Pós-Antártica”, realizada no Brasil 18 dias após a finalização do acampamento. Nas situações experimentais “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”, foram realizados os mesmos procedimentos experimentais, divididos em dois dias de coletas de dados, com 48h de intervalo entre estes. No primeiro dia experimental, foi realizada a avaliação das características físicas dos voluntários e um teste para a medida do consumo

máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ). No segundo dia de coletas de dados, foi realizado um exercício físico submáximo (60%  $V_{máx}$ ) em ambiente quente (31°C e 60% URA) e a avaliação da tolerância da exposição da mão à água a 2° C. Na situação “Antártica”, foi avaliada a temperatura corporal interna ao longo de um dia típico de campo, e avaliação da tolerância da exposição da mão à água a 2° C. Após o retorno da expedição à Antártica, os voluntários apresentaram um aumento no tempo total de exercício durante o teste para avaliação do  $\dot{V}O_{2MÁX}$ ; no entanto, não observamos diferença no  $\dot{V}O_{2MÁX}$ . Durante o exercício submáximo na situação “Pós-Antártica”, observamos aumento da taxa de sudorese local da testa e da quantidade de glândulas sudoríparas ativas na testa, bem como redução nas temperaturas da pele da testa e do peito. Em relação à tolerância da exposição da mão ao frio, os voluntários apresentaram redução da taxa de resfriamento e tendência ao aumento da tolerância à água a 2°

na situação “Antártica. A permanência em um acampamento na Antártica, durante 32 dias, foi o suficiente para provocar respostas fisiológicas adaptativas duradouras ao calor, resultar em melhora do desempenho físico em consequência do esforço físico em campo e levar ao aumento da tolerância de uma região periférica (mão) ao frio, apesar dessa última não ter sido mantida após 18 dias do final da expedição.

**Palavras-chave:** Adaptação. Calor. Esforço físico polar. Resfriamento. Termorregulação.

## ABSTRACT

The main challenges for the human organism of individuals moving to Antarctica are the maintenance of internal body temperature and the defense of the body's extremities from injuries by the cold. The use of specific clothing for the cold is a thermoregulatory behavior to guarantee physical integrity, as these are capable of generating a hot microclimate, due to the insulating characteristics. However, the warm microclimate provided by the clothes, associated with the increase in metabolic heat production during activities in the field in Antarctica that depend on physical effort, result in an increase in internal temperature and the consequent physiological responses to heat. Considering the possible effect of the Antarctic environment on thermoregulation, the objective of the study was to assess, in a group of Brazilian researchers, whether staying in a camp in Antarctica results in acclimatization to heat and to whether to assess this response would occur in conjunction with peripheral cold adaptations. The sample of this study was composed of seven volunteers (5 women and 2 men), who went through three experimental situations: "Pré-Antarctica" held in Brazil 27 days before the trip to start the expedition, "Antarctica" in which they were data were collected within the 32-day camp in Antarctica, and "Post-Antarctic" held in Brazil 18 days after the completion of the camp. In the "Pre-Antarctic" and "Post-Antarctic" experimental situations, the same experimental procedures were performed, divided into two days of data collection, with a 48-hour interval between them. On the first experimental day, the volunteers' physical characteristics assessed were and a test performed was to measure the maximum oxygen consumption ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ). On the second day of data collection, a submaximal physical exercise (60%  $Vmáx$ ) performed was in a warm environment (31°C and 60% URA) and the evaluation of the tolerance of hand exposure to water at 2° C. In the "Antarctic" situation, the internal body temperature evaluated was movement over a typical field day and evaluation of the tolerance of hand exposure to water at 2° C. After returning from the Antarctic expedition, the volunteers showed an increase in the total exercise time during the test to evaluate the  $\dot{V}O_{2MÁX}$ ; however, there was no difference in  $\dot{V}O_{2MÁX}$ . During submaximal exercise in the "Post-Antarctic" situation, we observed an increase in the the rate of local sweating on the forehead, and the number of active sweat glands on the forehead, as well as reducing in the skin temperatures of the forehead and chest. Regarding the tolerance of hand exposure to cold, the volunteers showed a reduction in the cooling rate and a tendency to increase the tolerance to water at 2° C in the "Antarctic" situation. Staying in a camp in Antarctica for 32 days was enough to elicit lasting adaptive

physiological responses to heat, resulting in improved physical performance as a result of physical exertion in the field and leading to increased tolerance in a peripheral region (hand) to cold, however the latter was not maintained 18 days after the end of the expedition.

**Keywords:** Adaptation. Heat. Polar physical effort. Cooling. Thermoregulation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – LINHA DO TEMPO DAS EXPERIMENTAIS. ....	26
FIGURA 2- LINHA DO TEMPO DOS PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS REALIZADOS NO SEGUNDO DIA DE COLETA DE DADOS DOS MOMENTOS “PRÉ-ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA” .....	31
FIGURA 3 - PROTOCOLO RESPOSTAS TERMORREGULATÓRIAS AO EXERCÍCIO FÍSICO SUBMÁXIMO (60% $V_{MÁX}$ ) REALIZADO EM AMBIENTE QUENTE. ....	33
FIGURA 4 - DESENHO EXPERIMENTAL – SITUAÇÃO “ANTÁRTICA” .....	35
FIGURA 5 – COLETAS DE DADOS “PRÉ-”, “PÓS-ANTÁRTICA” E “ANTÁRTICA” E DESLOCAMENTO ENTRE BRASIL E ANTÁRTICA. ....	36
FIGURA 6 - ILHA DE LIVINGSTON LOCAL ONDE FORAM FEITAS AS COLETAS EM CAMPO ANTÁRTICO. ....	37
FIGURA 7 - ESTRUTURA DO ACAMPAMENTO NA ANTÁRTICA. ....	38
FIGURA 8 - VISTA DO ACAMPAMENTO PARA O ALTO DO MORRO, ONDE FORAM REALIZADOS OS REGISTROS DE TEMPERATURA INTERNA NOS MOMENTOS “PICO 1” E “PICO 2” .....	39
FIGURA 9 - REGISTRO DA TEMPERATURA INTERNA NO ALTO DO MORRO.....	40
FIGURA 10 – LOCAL DE TRABALHO DOS VOLUNTÁRIOS – CAVERNA LIMA - LIMA. ....	41
FIGURA 11 - ANALISADOR DE GASES UTILIZADO NO TESTE PROGRESSIVO. ....	43
FIGURA 12 - TELETERMÔMETRO E CÁPSULA DE TEMPERATURA INTERNA (GASTROINTESTINAL). ....	44
FIGURA 13 - SENSOR INFRAVERMELHO.....	45
FIGURA 14 - REPOUSO 5 MINUTOS NA CÂMARA AMBIENTAL E MATERIAIS DE COLETA.....	51
FIGURA 15 - QUADRANTE SORTEADO PARA A REALIZAÇÃO DA CONTAGEM DO NÚMERO GSA. .	52
FIGURA 16 – MATERIAIS DE COLETA. ....	55

[Digite aqui]

FIGURA 17 – GRÁFICOS DE CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) E TEMPO TOTAL DE EXERCÍCIO NO TESTE DE CAPACIDADE AERÓBICA MÁXIMA. ....	59
FIGURA 18 – GRÁFICOS DE CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) RELATIVIZADO PELA MASSA CORPORAL LIVRE DE GORDURA (MCLG). ....	61
FIGURA 19 - GRÁFICO DA MEDIDA DA TEMPERATURA INTERNA, AO LONGO DE UM DIA DE TRABALHO EM CAMPO. ....	62
FIGURA 20 – GRÁFICOS DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E DA CONCENTRAÇÃO SANGUÍNEA DE LACTATO AO LONGO DO EXERCÍCIO SUBMÁXIMO REALIZADO EM AMBIENTE QUENTE, NAS SITUAÇÕES “PRÉ-ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA”. ....	65
FIGURA 21 - TEMPERATURA INTERNA AO LONGO DO EXERCÍCIO SUBMÁXIMO, NAS SITUAÇÕES “PRÉ-ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA”.....	67
FIGURA 22 –TEMPERATURAS DA PELE AO LONGO DO EXERCÍCIO SUBMÁXIMO EM AMBIENTE QUENTE, NAS SITUAÇÕES “PRÉ-ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA”.....	69
FIGURA 23 - TEMPERATURA MÉDIA DA PELE E TEMPERATURA MÉDIA DO CORPO AO LONGO DO EXERCÍCIO SUBMÁXIMO EM AMBIENTE QUENTE, NAS SITUAÇÕES “PRÉ-ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA”.....	70
FIGURA 24 - CONTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS DIFERENTES ÁREAS DA SUPERFÍCIE. ....	72
FIGURA 25 - GRAVIDADE ESPECÍFICA DA URINA ANTES E APÓS O EXERCÍCIO SUBMÁXIMO EM AMBIENTE QUENTE, NAS SITUAÇÕES “PRÉ-ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA”.....	74
FIGURA 26 – VARIÁVEIS PERCEPTIVAS DURANTE O EXERCÍCIO SUBMÁXIMO EM AMBIENTE QUENTE, NAS SITUAÇÕES “PRÉ- ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA”.....	76
FIGURA 27 – TEMPO TOTAL DE IMERSÃO DA MÃO À ÁGUA A 2° C E DAS NOTAS ATRIBUÍDAS NA EVA.....	77
FIGURA 28 –TEMPERATURAS DA PELE E DAS TAXAS DE RESFRIAMENTO DA PELE.....	80
FIGURA 29 - FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE A EXPOSIÇÃO DA MÃO À ÁGUA A 2° C.....	81

[Digite aqui]

## TABELAS

TABELA 1: PROTOCOLO COM BASE AO DE DITTRICH (2011). .....	28
TABELA 2: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E DESEMPENHO DOS VOLUNTÁRIOS, NAS SITUAÇÕES “PRÉ-ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA”. .....	58
TABELA 3: VARIÁVEIS MECÂNICAS E INGESTÃO DE ÁGUA DURANTE O EXERCÍCIO SUBMÁXIMO REALIZADO EM AMBIENTE QUENTE, NAS SITUAÇÕES “PRÉ-ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA”. .....	64
TABELA 4: VFC DURANTE O EXERCÍCIO SUBMÁXIMO REALIZADO EM AMBIENTE QUENTE, NAS SITUAÇÕES “PRÉ-ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA”. .....	66
TABELA 5: TAXA DE SUDORESE LOCAL AO LONGO DO EXERCÍCIO SUBMÁXIMO EM AMBIENTE QUENTE, NAS SITUAÇÕES “PRÉ-ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA”. .....	71
TABELA 6: NÚMERO DE GLÂNDULA SUDORÍPARAS ATIVAS (GSA) E TAXA DE SUDORESE POR GSA DURANTE O EXERCÍCIO SUBMÁXIMO EM AMBIENTE QUENTE, NAS SITUAÇÕES “PRÉ-ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA”. .....	73
TABELA 7: VFC DURANTE A EXPOSIÇÃO DA MÃO À ÁGUA A 2° C, NAS SITUAÇÕES “PRÉ-ANTÁRTICA”, “ANTÁRTICA” E “PÓS-ANTÁRTICA”. .....	82

[Digite aqui]

## LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM – Colégio Americano de Medicina do Esporte

ASC – Área de superfície corporal

ANOVA – Análise de variância

BRUMS – Escala de Humor de Brunel

CIVD - Cold-induced vasodilation

ELISA – Enzyme Linked Immunono Sorbent Assay

EVA – Escala Visual Analógica a Dor

FC – Frequência cardíaca

FC<sub>MÁX</sub> – Frequência cardíaca máxima

GC – Gordura corporal

GSA – Glândulas sudorípara ativas

ICE – Isolamento, confinamento e condições extremas

LAFISE – Laboratório de Fisiologia do Exercício

MC – Massa corporal

MCLG – Massa corporal livre de gordura

POMS – Perfil dos Estados de Humor

PROANTAR – Programa Antártico Brasileiro

PSE – Percepção subjetiva do esforço

S – Sul

T3 – Triiodotironina

T4 – Tiroxina (ou tetraiodotironina)

[Digite aqui]

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TE – Tamanho de efeito

TM – Taxa metabólica

$T_{\text{interna}}$  – Temperatura interna

$T_{\text{pele}}$  – Temperatura da pele

$T_{\text{braço}}$  – Temperatura da pele do braço

$T_{\text{coxa}}$  – Temperatura da pele da coxa

$T_{\text{peito}}$  – Temperatura da pele do peito

$T_{\text{testa}}$  – Temperatura da pele da testa

TSH – Hormônio tireoestimulante

TSL – Taxa de sudorese local

TST – Taxa de sudorese total

$T_{\text{GSA}}$  – Taxa de sudorese por glândula sudorípara ativa

UA – Unidades arbitrárias

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

URA – Umidade relativa do ar

V – Velocidade

$V_{\text{MÁX}}$  – Velocidade máxima

VFC – Variabilidade da frequência cardíaca

$\dot{V}_{\text{O}_{2\text{MÁX}}}$  – Consumo máximo de oxigênio

$\dot{V}_{\text{O}_{2\text{PICO}}}$  – Consumo de oxigênio pico

$V_{\text{TSLocal}}$  – Variação da taxa de sudorese local

WO – Oeste

[Digite aqui]

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 A Antártica: um desafio termorregulatório para a presença humana .....	13
1.1.1 Um desafio para a retenção de calor .....	13
1.1.2 Um desafio para a dissipação de calor .....	17
1.3.....	OBJETIVO
.....	22
1.4.....	HIPÓTESE
.....	23
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
2.1 Cuidados éticos.....	24
2.2 Amostra .....	24
2.3 Delineamento experimental.....	24
2.4 Caracterização da amostra.....	26
2.4.1 Avaliação antropométrica .....	26
2.5 Coletas de dados “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.....	27
2.5.1 Medida da capacidade aeróbica ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) .....	27
2.6 Protocolo experimental: exercício aeróbico submáximo em ambiente quente e avaliação da tolerância da exposição da mão à água a 2° C. ....	29
2.6.1 Teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C.....	31
2.6.2 Respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo (60% $V_{MÁX}$ ) realizado em ambiente quente. ....	32
2.7 Coletas de dados na situação “Antártica”.....	33

[Digite aqui]

2.7.1 Medida da temperatura interna durante um dia de trabalho de campo na Antártica .....	34
2.7.2 Teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C - Situação experimental “Antártica” .....	41
2.8 Variáveis medidas e calculadas .....	42
2.8.1 Condições ambientais .....	42
2.8.2 Condições ambientais na Antártica.....	42
2.8.3 Consumo de oxigênio pico ( $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ) .....	42
2.8.4 Temperatura interna.....	43
2.8.5 Temperaturas da pele .....	44
2.8.6 Temperatura média da pele.....	45
2.8.7 Temperatura média corporal.....	46
2.8.8 Frequência cardíaca e Variabilidade da frequência cardíaca.....	46
2.8.8.2 Área de superfície corporal (ASC), taxa de sudorese total (TST), taxa de sudorese local (TSL), contagem de glândulas sudoríparas ativas (GSA), taxa de sudorese por glândulas sudoríparas ativas ( $TS_{\text{GSA}}$ ) e variação da sudorese. ....	47
2.8.9 Área de superfície corporal (ASC) .....	47
2.8.10 Taxa de sudorese total (TST).....	48
2.8.11 Taxa de sudorese local (TSL).....	49
2.8.12 Glândulas sudoríparas ativas (GSA).....	49
2.8.13 Taxa de sudorese por glândulas sudoríparas ativas ( $TS_{\text{GSA}}$ ).....	50
2.8.14 Variação da taxa de sudorese local .....	50
2.8.15 Ingestão de água.....	52
2.8.16 Concentração sanguínea de lactato .....	53
2.8.17 Trabalho .....	53
2.8.18 Percepção subjetiva do esforço (PSE) .....	54
2.8.19 Sensação Térmica .....	54
[Digite aqui]	

2.8.20 Conforto Térmico .....	54
2.8.21 Escala Visual Analógica de Dor .....	55
2.9 Análise estatística .....	56
<b>3 RESULTADOS.....</b>	<b>58</b>
3.1 Características físicas e desempenho dos voluntários nas situações "Pré-Antártica" e "Pós-Antártica".....	58
3.1.1 Consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) e tempo total de exercício no teste de capacidade aeróbica máxima. ....	58
3.1.2 Consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) relativizado pela massa corporal livre de gordura (MCLG). ....	59
3.2 Medida da temperatura interna ao longo de um dia de trabalho em campo na Antártica. ....	62
3.3 Variáveis mecânicas, marcadores de intensidade de esforço, termorregulação e respostas perceptivas durante o exercício submáximo (60% $V_{MÁX}$ ) em ambiente quente (31° C e 60% URA), nas situações "Pré-Antártica" e "Pós-Antártica". ....	63
3.3.1 Variáveis mecânicas e marcadores de intensidade de esforço durante o exercício submáximo em ambiente quente, nas situações "Pré-Antártica" e "Pós-Antártica".....	63
3.3.2 Indicadores de intensidade de esforço durante o exercício submáximo realizado em ambiente quente, nas situações "Pré-Antártica" e "Pós-Antártica". ....	64
3.3.3 Respostas termorregulatórias e perceptivas durante o exercício submáximo realizado em ambiente quente, nas situações "Pré-Antártica" e "Pós-Antártica". ....	66
<b>3.5 Medidas de tolerância e respostas termorregulatórias no teste de exposição da mão à água a 2 °C.....</b>	<b>77</b>
3.5.1 Medidas de tolerância à exposição da mão à água a 2 °C. ....	77
3.5.2 Respostas termorregulatórias e cardiovasculares à exposição da mão à água a 2 °C.....	78
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>83</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>92</b>
[Digite aqui]	

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>129</b>

[Digite aqui]

## 1 INTRODUÇÃO

O continente antártico é o mais alto (altitude média é de 2300 m), possui as menores temperaturas (de 0° C a -70° C) e os ventos mais fortes da Terra, além de fotoperíodos extremos (quase 24h de luminosidade no verão e 24h de escuridão no inverno). A vastidão da cobertura de gelo da Antártica garante que este continente detenha cerca de 90% da água doce do planeta (OLSON, 2002; MARTINIC, 2002). Essas características resultam em desafios geográficos e climáticos extremos, enfrentados desde as primeiras incursões humanas na Antártica, na virada do século XVIII para o XIX, tanto através da exploração dos recursos naturais pelos baleeiros e foqueiros na costa da Península Antártica (HISSA, 2017; ZARANKIN e SENATORI, 2005), quanto através das expedições no continente para a conquista do Polo Sul, na “Idade Heroica”, entre 1895-1922 (GULY, 2012). Vale ainda lembrar que estas incursões no continente gelado foram marcadas por adversidades e mortes.

Apesar da hostilidade climática da Antártica, a partir do século passado, tendo como base o Trato Antártico (1959) de cooperação e paz internacional, atividades com fins pacíficos e científicos passaram a ser desenvolvidas nesse continente. Atualmente, pesquisadores e militares brasileiros se deslocam para a Antártica com apoio do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR)<sup>1</sup>, tanto para o desenvolvimento de seus trabalhos científicos, no caso dos pesquisadores, como para a realização de atividades de apoio logístico das Operações Antárticas e manutenção da estação de pesquisa brasileira (Estação Antártica Comandante Ferraz), no caso dos militares da Marinha do Brasil. Nesse contexto, vale destacar que, apesar do PROANTAR ter sido instituído em 1982, a Educação Física, com foco na fisiologia do exercício, passou a figurar como um dos temas de investigação de pesquisadores do PROANTAR a partir de 2015/2016, com as suas questões científicas sendo levadas para um local extremo do planeta através do grupo multi e interdisciplinar ‘Medicina, Fisiologia e Antropologia Antártica’ (MEDIANTAR).

---

<sup>1</sup> Informações completas sobre o PROANTAR, acessar o site <https://www.marinha.mil.br/secirm/proantar>

Uma das regiões antárticas para onde há deslocamento anual de brasileiros é a Península Antártica. Indivíduos que permanecem nesta região são expostos à baixas temperaturas (-15 e 5 °C) e, diferentemente da região continental, que é seca, na Península Antártica há uma alta umidade relativa do ar (URA), podendo chegar a 98% <sup>2</sup>. Além dos fatores climáticos, o isolamento social e geográfico, a fadiga física e mental, a privação do sono e a desidratação desafiam o organismo humano (HALSEY e STROUD, 2012), o que faz este ambiente ser conhecido pelo acrônimo ICE: isolamento, confinamento e extremo (condições extremas) (*isolation, confinement, e extreme conditions*) (EHMANN *et al.*, 2018).

Em conjunto, as características climáticas associadas às condições possíveis de permanência fazem com que a Antártica seja considerada ‘um laboratório a céu aberto’ para os estudos das respostas humanas em condições extremas (FEUERRECKER *et al.*, 2014; KERAMIDAS *et al.*, 2018). Neste sentido, diferentes grupos de pesquisa buscam a compreensão das respostas fisiológicas decorrentes da permanência nesse ambiente, tais como a aclimatização ao frio (KERAMIDAS *et al.*, 2018; NAIDU e SACHDEVA, 1993; ELKINGTON, 1967), importante tanto para a saúde quanto para a sobrevivência humana em locais de condições extremas, e devido às circunstâncias do ambiente antártico é interessante estudar a aclimatização ao calor, devido o uso de roupas de características isolantes (WILKINS, 1973), além de alterações hormonais, incluindo os hormônios tireoidianos (HASSI; SIKKILÄ; RUOKONEN; LEPPALUOTO, 2001; REED, 1990), alterações dos estados de humor (PALINKAS *et al.*, 2007; PALINKAS *et al.*, 1995) e distúrbios do sono (BROADWAY e ARENDT, 1988; BROADWAY *et al.*, 1987). A literatura é bastante heterogênea em relação às respostas fisiológicas na Antártica, pois estas podem apresentar diferentes padrões, possivelmente em função da maior ou menor exposição dos indivíduos às condições extremas (DAANEN *et al.*, 2016) e experimentadas nos diferentes ambientes ICE da Antártica: navios, estações de pesquisas, refúgios e acampamentos. Dentre os ambientes ICE da Antártica, os acampamentos são os que apresentam as condições mais extremas, pois os desafios vivenciados

---

<sup>2</sup> Dados observados nos verões de 2017, 2018 e 2019, na região das ilhas Shetlands do Sul (principal local de deslocamento e permanência dos brasileiros) no verão, quando há deslocamento dos brasileiros para a região. O que está em acordo com o registro do site Time and Date. Disponível em: <https://www.timeanddate.com/weather/@6620723>. Acesso em: 28 ago. 2020.

pelos pesquisadores que ficam acampados, como a frequência e a intensidade da exposição ao frio, as restrições de comunicação, longos deslocamentos e as tempestades são frequentemente observados (PALINKAS *et al.*, 2008).

## 1.1 A Antártica: um desafio termorregulatório para a presença humana

### 1.1.1 Um desafio para a retenção de calor

Um dos fatores que faz da Antártica um ambiente extremo são as baixas temperaturas e os ventos fortes (que diferem em intensidade ao longo de um ano e conforme a região do continente) que, em conjunto, resultam em uma baixa sensação térmica. Assim, o principal desafio humano nesse ambiente é a manutenção da temperatura interna.

A manutenção da temperatura interna, entendida como um mecanismo de defesa, é feita através da associação entre os mecanismos autonômicos e as respostas comportamentais (ROMANOVSKY, 2007). Em relação às respostas autonômicas, os responsáveis por gerar os impulsos aferentes<sup>3</sup> são os receptores ao frio que estão localizados por toda a pele. Com a exposição da pele ao frio, esses receptores geram impulsos que percorrem as fibras A delta que, após serem integrados em vários níveis na medula espinhal e no encéfalo, chegam ao hipotálamo, onde situa-se o sistema de controle termorregulatório central (SESSLER, 1997; CASTELLANI e YOUNG, 2016). O hipotálamo recebe as informações aferentes, as integra e promove respostas eferentes levando às respostas compensatórias para defesa contra o frio, como o tremor, um mecanismo de produção de calor, e a vasoconstrição periférica, um mecanismo de retenção de calor (BRAZ, 2005; SESSLER, 1997) ativado pelas fibras nervosas simpáticas pós-ganglionares que inervam as camadas musculares lisas das pequenas artérias, arteríolas e esfíncteres pré-capilares (TANSEY e JOHNSON, 2015; MCARDLE ED.7, P.337; YOUNG e SAWKA, 1986). Com a vasoconstrição periférica, há diminuição do fluxo

---

<sup>3</sup> Estímulos sensoriais que conduzem o impulso nervoso da periferia para o sistema nervoso central.

sanguíneo para a extremidade, o que reduz a transferência de calor entre os órgãos internos do organismo e os tecidos superficiais (pele, gordura subcutânea e músculo esquelético) aumentando efetivamente o isolamento do corpo (YOUNG, 1986).

Apesar da vasoconstrição ser um eficiente mecanismo de defesa, em situações em que o resfriamento das extremidades atinge o limiar de condução nervosa ( $7^{\circ}\text{C} - 8^{\circ}\text{C}$ ) (VANGGAARD, 1975) ocorre a inibição do envio das informações periféricas ao sistema nervoso central, fazendo com que a sensação de dor cesse no local. O processo de detecção de dor em situações de frio excessivo é a percepção por nociceptores, receptores estes especializados em detectar estímulos potencialmente ou realmente prejudiciais. Com a inibição destes impulsos aferentes, a pessoa pode não perceber que o congelamento do tecido está começando e, assim, não tomar as medidas preventivas apropriadas para interromper o *frostbite* (LASKOWSKI *et al.*, 2018; MILLET *et al.*, 2016; FUDGE, 2016). O *frostbite* é uma lesão térmica causada pelo frio, que ocorre quando os tecidos são expostos a temperaturas abaixo de seu ponto de congelamento, entre  $2^{\circ}\text{C}$  e  $-0,55^{\circ}\text{C}$  (HANDFORD, 2014). Os locais mais comuns de ocorrência da lesão por congelamento são as regiões periféricas do corpo (mãos, nariz, orelhas e dedos das mãos e dos pés), por serem mais suscetíveis à vasoconstrição (LASKOWSKI *et al.*, 2018; MILLET *et al.*, 2016; DAANEN, 2003). A gravidade da lesão causada pelo *frostbite* é proporcional à temperatura, à duração da exposição e à quantidade e profundidade do tecido afetado, e varia de superficial (quando acomete apenas a pele, com a presença de edemas) a profunda (com danos adicionais em músculos e ossos) (LASKOWSKI *et al.*, 2018).

Apesar dos riscos que a exposição ao ambiente frio pode gerar, Leppaluoto e Hassi, (1991) afirmam que, após repetidas exposições, as respostas fisiológicas ao frio são alteradas. Essas alterações são definidas por três termos, pelo *Glossary of terms for thermal physiology*, (2001): 1) **adaptação**, referente às alterações que reduzem a tensão fisiológica produzida por componentes estressantes do ambiente. Essas alterações podem ocorrer durante a vida de um organismo (fenotípico) ou ser o resultado da seleção genética de uma espécie ou subespécie (genotípica); 2) **aclimatação**, referente a mudanças adaptativas fenotípicas que ocorrem dentro de um organismo em resposta às mudanças induzidas experimentalmente em fatores climáticos específicos, como a temperatura ambiente em um ambiente controlado; e 3) **aclimatização**, referente às alterações fisiológicas ou comportamentais que ocorrem durante a vida de um

[Digite aqui]

organismo que reduzem a tensão causada por mudanças estressantes no clima natural. Estas respostas fisiológicas são mecanismos de proteção que podem atenuar ou evitar os efeitos fisiopatológicos da exposição ao frio, e que podem apresentar diferentes características, por ajuste gerais ou locais ao frio (LAUNAY e SAVOUREY, 2001).

Uma das respostas adaptativas observadas após um protocolo de aclimação e/ou aclimatização é a alteração da temperatura da pele exposta a um determinado ambiente. Segundo Leppaluoto e Hassi, (1991) indivíduos que residem em regiões frias apresentam como adaptação, uma temperatura da pele mais alta quando comparados aos indivíduos que residem em regiões quentes, devido ao aumento do fluxo sanguíneo para a periferia, levando a uma maior capacidade de tolerância a baixas temperaturas do que pessoas não adaptadas. No mesmo sentido, Elsner *et al.*, (1960) ao compararem nativos do Ártico com cientistas não-adaptados ao frio, observaram que os nativos apresentavam uma temperatura média da pele maior durante um protocolo de imersão da mão em água a 0° C. Purkayastha *et al.*, (1992) também observaram que, durante a imersão dos dedos em água a 4° C, pessoas que residem em regiões frias apresentaram uma maior temperatura média da pele e uma maior temperatura mínima dos dedos quando comparadas com pessoas que residiam em região tropical. Keramidas *et al.*, (2018) acompanharam um grupo de indivíduos que residiam em locais temperados durante uma expedição ao platô<sup>4</sup> da Antártica e observaram que, após 11 dias de expedição, a vasoconstrição dos dedos durante a imersão da mão em água fria a 8° C foi atenuada, sugerindo uma modificação periférica adaptativa ao frio. É interessante notar que, nos estudos citados, o método de imersão da mão em água fria é amplamente empregado, o que se deve à sua eficiência para observação das respostas vasoconstritoras, pois a condutividade térmica da água é cerca de 25 vezes maior do que o ar, o que resulta em uma maior taxa de resfriamento do tecido, quando comparada à taxa observada em exposição ao ar com a mesma temperatura (DAANEN *et al.* 2003; MIRBOD e SUGIURA, 2017; HOFFMAN e WITIMERS, 1990; KERAMIDAS *et al.* 2018; ELSNER *et al.* 1960; PURKAYASTHA *et al.* 1992).

Assim como a temperatura da pele, a percepção de dor pode ser alterada após repetidas exposições ao frio. Daanen *et al.* (2012) observaram em seus voluntários que 15 dias de

---

<sup>4</sup> Região localizado no centro do continente, possui altitude de mais de 4.000 metros.

exposição de uma das mãos e um dos pés em água a 8° C, por 30 minutos, resultou em redução da dor, quando comparada à reportada por indivíduos que não foram expostos durante este período. Contudo, como neste caso a dor é um sinal de alerta do excesso de esfriamento do tecido, a redução da percepção de dor após repetidas exposições ao frio pode resultar em aumento do risco de lesões por frio (DAANEN *et al.* 2012).

Um mecanismo protetivo, associado às alterações da percepção de dor e da temperatura da pele durante a imersão da mão em água fria, é a resposta vasodilatadora induzida pelo frio (*Cold Induced Vasodilation* - CIVD) (LEWIS, 1930; DAANEN, 2003; KERAMIDAS *et al.* 2018). A CIVD é padrão cíclico de vasoconstrição e vasodilatação, que gera aumentos repentinos da temperatura da pele exposta ao frio. Uma consequência positiva do aumento do fluxo sanguíneo para uma região periférica do corpo é a atenuação dos riscos de lesões geradas pelo frio (LEWIS, 1930; DAANEN, 2003; LEE *et al.* 2016). Naidu e Sachdeva, (1993) analisaram as CIVD de 64 voluntários ao longo de oito semanas de permanência no continente antártico. Após uma semana, foi observado que a imersão da mão (até o punho) em água gelada (0° C), por dois minutos, resultou em um aumento do fluxo sanguíneo para os dedos; porém, mesmo com este aumento de fluxo, houve redução da temperatura da pele. Hoffman e Witimers, (1990) ao compararem exploradores do Ártico com um grupo controle, observaram que os exploradores apresentavam redução mais lenta da temperatura da pele do dedo no início do teste de imersão em água fria, menor magnitude na queda da temperatura da pele antes de ocorrer a vasodilatação e maiores valores da temperatura da pele do dedo ao final do teste. Além disso, os autores reportam que os exploradores relataram consideravelmente menos dor e desconforto do que o grupo controle. Assim, é possível que após uma expedição para o continente antártico, resulte em alterações na resposta fisiológica CIVD, levando a uma maior temperatura da pele e da tolerância ao frio durante a exposição a água a gelada.

Em uma expedição para a Antártica em que os indivíduos permanecem acampados, temos uma situação de exposição frequente das extremidades ao frio, já que, em grande parte do período de trabalho em campo, os indivíduos ficam com as mãos sem proteção de luvas para a realização tanto das tarefas de trabalho que dependem de destreza (como o manuseio de objetos e ferramentas, solo e água), quanto das tarefas de rotina do acampamento (como o manuseio de alimentos e equipamentos e ajustes das estruturas das barracas). Além disso, a permanência em um acampamento na Antártica pode resultar em respostas estressantes para os

[Digite aqui]

indivíduos (DAANEN *et al.* 2012; DAANEN, 2003; ELKINGTON, 1967), o que, somado à exposição das mãos ao frio, pode contribuir como um fator de estímulo para a vasoconstrição periférica. Dessa forma, é possível que a permanência em um acampamento na Antártica resulte em alterações na temperatura da pele de áreas periféricas e na alteração da percepção de dor dessas regiões quando expostas ao frio.

### 1.1.2 Um desafio para a dissipação de calor

A manutenção da temperatura interna, um mecanismo de defesa, é dependente das respostas autonômicas e de respostas comportamentais (ROMANOVSKY, 2018; MERCER, 2001). As respostas comportamentais, como a utilização de vestimentas adequadas, são essenciais para a sobrevivência humana em locais extremos (HEGGIE, 2019; HITOSHI *et al.* 2015; OLSON, 2002; SESSLER, 1997) como na Antártica.

As vestimentas utilizadas pelos pesquisadores na Antártica são compostas por uma primeira camada de roupa, ou “segunda pele”, que ajuda a manter a temperatura corporal, por uma segunda camada, ou “fleece”, compostas por materiais sintéticos ou por plumas de ganso que auxiliam na retenção de calor, e por uma terceira camada, ou “corta-vento”, composta por tecido com baixa permeabilidade e responsável por proteger do vento e da neve. A utilização correta das três camadas reduz a troca de calor entre o corpo e o ambiente externo. Dados coletados por nosso grupo de pesquisadores (ainda não publicados) mostraram que as vestimentas utilizadas por pesquisadores brasileiros na Antártica, que chegam a pesar  $9 \pm 0,5$  kg, são capazes de, entre a primeira camada e a última camada de roupa, manter uma temperatura de  $29,90 \pm 2,77^\circ$  C, o que para Koppen, (1931) é considerado um microclima quente.

Durante as expedições científicas brasileiras na Antártica, os indivíduos realizam longos deslocamentos em terrenos acidentados e, considerando a necessidade de transporte de materiais coletados e mantimentos, por muitas vezes transportam cargas que podem chegar a

[Digite aqui]

40% do peso corporal<sup>5</sup>. Em um dia típico de saída a campo, os indivíduos realizam esforço físico em intensidades entre 50-60% e 60-70% da  $FC_{MÁX}$  (permanecendo nestas intensidades durante 33% e 22% do tempo de deslocamento, respectivamente), com picos de 80-90% da  $FC_{MÁX}$ , o que resulta em aumento significativo da produção de calor (MORAES *et al.* 2018). Apesar do ambiente externo frio, a associação entre a produção de calor durante o esforço físico e o microclima mantido pelo isolamento térmico das vestimentas contribui para o aumento da temperatura interna durante as atividades físicas desempenhadas pelos pesquisadores, já que o isolamento produzido pela roupa dificulta a troca de calor por convecção e por evaporação do suor. Neste sentido, Wilkins, (1973) já apontava para as evidências de que indivíduos em expedições polares poderiam sofrer um estresse térmico acentuado devido ao esforço físico em alta intensidade associado às vestimentas isolantes, resultando em condições que dificultam a dissipação de calor do corpo. Em um estudo publicado pelo nosso grupo (MORAES *et al.* 2018) observamos uma elevação de 1,6° C na temperatura interna de um indivíduo durante o deslocamento em campo antártico. Esta resposta de elevação da temperatura também foi observada em uma segunda coleta em campo, em 2018, com 8 voluntários que, após 20 minutos de caminhada, apresentaram uma elevação de cerca de 0,7° C na temperatura interna (de  $37,59 \pm 0,30$  ° C para  $38,31 \pm 0,30$  ° C) (dados não publicados). Estes resultados vão ao encontro das conclusões de Budd *et al.* (1986) após registrarem o conforto térmico, as roupas e atividades de um grupo durante 60 dias de travessia com motos de gelo no platô Antártico. Budd *et al.* (1986) reportam que, durante as atividades que exigiam algum esforço físico, os voluntários relatavam desconforto térmico pelo calor e não e pelo frio, o que os autores atribuíram ao superaquecimento decorrente do esforço físico. Esses resultados em conjunto mostram que apesar dos indivíduos estarem expostos em um ambiente de baixa sensação térmica, podem sofrer um estresse térmico ao calor, em consequência da associação entre o esforço físico e a característica isolantes das vestimentas utilizadas pelos pesquisadores brasileiros.

Exposições repetidas ao exercício no calor que levam ao aumento da temperatura corporal e sudorese induzem adaptações conhecidas como aclimatização ou aclimatação ao

---

<sup>5</sup> Dados observados nos verões de 2017, 2018 e 2019, na região das ilhas Shetlands do Sul (principal local de deslocamento e permanência dos brasileiros) no verão, quando há deslocamento dos brasileiros para a região)

[Digite aqui]

calor. Aclimação ao calor induzida por exercício físico resulta em aumento de dissipação de calor, devido ao aumento da produção de sudorese e da atividade das glândulas sudoríparas (TAYLOR, 2014; MAGALHÃES, 2007; SHVARTZ *et al.* 1979). Embora seja aceito na literatura que os protocolos de longo prazo (>8 dias) de aclimação e aclimatização ao calor induzidos por exercício físico são mais eficientes na indução das adaptações fisiológicas do que os protocolos de curto prazo (<8 dias), vários fatores podem influenciar nas respostas adaptativas, como a temperatura do ambiente, a frequência de exposição e a intensidade do exercício (DAANEN, 2018; PÉRIARD, 2015; PANDOLF, 1998).

Os acampamentos brasileiros na Antártica possuem, em geral, uma duração mínima de duas semanas, chegando até a oito semanas. Durante a permanência em um acampamento, ocorrem saídas para trabalho de campo em cerca de 58 a 65% dos dias de acampamento (ainda não publicados), durante as quais a elevação da temperatura interna pode ser frequentemente experimentada pelos indivíduos, devido à associação entre esforço físico e o isolamento térmico proporcionado pelas roupas utilizadas na Antártica. Assim, apesar de parecer inicialmente contraditório, é possível que a permanência em campo na Antártica resulte em aclimatização ao calor, com o aumento da eficiência das respostas de dissipação de calor (WILKINS, 1973).

Segundo Chalmers *et al.* (2014) o processo de aclimação/aclimatização ao calor, através do treinamento físico no calor, facilita as adaptações que aprimoram as funções cardiovascular, termorregulatória, metabólica e perceptiva durante o exercício, melhorando o desempenho físico de um indivíduo. Assim, uma possível a aclimatização ao calor, após um período de campo na Antártica, poderia ajudar a explicar os achados anteriores de Moraes *et al.* (2018).

Sabe-se que as adaptações ao calor desaparecem gradualmente se não forem mantidas as repetidas exposições que resultem em elevação da temperatura corporal (TIPTON *et al.* 2008). Assim, um fator adicional a ser considerado em relação à possível aclimatização durante uma expedição à Antártica é o tempo entre o término dos estímulos térmicos e a observação das respostas adaptativas no indivíduo em seu local de origem; já que, entre o recolhimento de um acampamento e o deslocamento (através de navio e voos entre a Antártica, o Chile, o Rio de Janeiro e a cidade natal), decorre, em geral, cerca de uma a três semanas. Alguns autores apontam que após três semanas do término do protocolo de aclimação não é mais observada

[Digite aqui]

nenhuma das adaptações na temperatura interna, nas respostas cardiovasculares, na capacidade aeróbica ou no aumento da produção de sudorese (DAANEN *et al.*, 2018; ASHLEY *et al.* 2015; POIRIER *et al.* 2015; GARRETT *et al.* 2009). Weller *et al.* (2007) mostraram que as adaptações sudoríparas foram perdidas após um período de 26 dias. Já Daanen *et al.* (2018) mostraram que as mudanças observadas na temperatura retal persistiram por pelo menos duas semanas sem exposição ao calor, enquanto as alterações na frequência cardíaca e na variabilidade da frequência cardíaca decaíram mais rapidamente e, após duas semanas, não era mais possível observar as adaptações. Assim, estes resultados em conjunto, mostram que se deve levar em consideração o intervalo entre o protocolo de aclimatização e a avaliação das respostas adaptativas ao calor, pois segundo os autores, após cerca de 30 dias, não é mais possível observar nenhuma resposta adaptativa ao calor.

Assim como as adaptações ao calor, as adaptações ao frio também são reversíveis (DAANEN, 2003; MACNUTT, 2001). Sabe-se que quando o estímulo ao frio é removido, os ajustes compensatórios são perdidos dentro de um intervalo de tempo de 2 a 3 semanas (WARD *et al.* 2000) a dois meses (USAJ e BURNIK, 2009; MACNUTT, 2001; BONING *et al.* 2001). Embora pouco se discuta na literatura sobre a taxa de decaimento das adaptações ao frio, Macnutt, (2001) afirma que a melhor compreensão deste processo pode auxiliar na saúde, na segurança e na produtividade das pessoas que se expõe a climas extremos, como é o caso dos deslocamentos de grupos para a Antártica.

Tendo em vista que pesquisadores brasileiros que se deslocam para a Antártica e que permanecem acampados apresentam (i) exposição intermitente e repetidas das extremidades ao frio, e (ii) deslocamentos frequentes com usos de roupas de proteção ao frio que resultam em elevação da temperatura interna e na ativação dos mecanismos autonômicos para dissipação de calor, é possível que estes indivíduos apresentem tanto respostas adaptativas periféricas ao frio, bem como apresentem respostas de aclimatização ao exercício físico em ambiente quente, e que estas possam ser persistentes o suficiente até o retorno destes indivíduos para o local de origem.

Como exposto acima, este estudo pode ajudar a compreender se a permanência em um acampamento na Antártica resulta em (i) adaptação das extremidades (mãos) ao frio, devido à exposição intermitente às baixas temperaturas, e em (ii) adaptações ao calor, devido à elevação da temperatura interna durante o esforço no trabalho repetitivo de campo na Antártica com o

[Digite aqui]

uso das roupas de proteção contra o frio. Também será possível investigar se essas adaptações podem ser observadas após o retorno ao Brasil.

[Digite aqui]

### 1.3 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar se a permanência em um acampamento na Antártica - realizando atividades de deslocamento e de transporte de materiais de pesquisa e alimentos, associadas ao uso de roupas de proteção contra o frio - resulta em aclimatização duradoura ao calor e se estas respostas de aclimatização ao calor ocorrem em concomitância a adaptações periféricas ao frio, para retenção de calor.

[Digite aqui]

## 1.4 HIPÓTESE

A permanência em um acampamento na Antártica é capaz de gerar respostas adaptativas duradouras em decorrência da aclimatização ao calor em concomitância com adaptações periféricas ao frio de maneira a:

H1) Gerar respostas adaptativas duradouras como o aumento da produção de sudorese, redução das temperaturas corporais (interna gastrointestinal e da pele) e menores notas atribuídas às variáveis perceptivas (sensação térmica, conforto térmico e percepção subjetivas do esforço) durante o exercício realizado em ambiente quente.

H2) Gerar respostas adaptativas periféricas duradouras, como a maior temperatura da pele do dedo médio e da palma da mão, menor percepção de dor e maior tolerância ao frio durante a exposição da mão em água a 2° C.

[Digite aqui]

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Cuidados éticos

Este estudo respeitou as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional da Saúde (Resolução 466/2012) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (número do protocolo 21898619.6.0000.5149). Os voluntários foram informados sobre os objetivos e todos os procedimentos que seriam adotados durante a realização da pesquisa, dos possíveis riscos e benefícios relacionados à participação nos experimentos. Todos os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE I) após as explicações completas, estando todos cientes de que, a qualquer momento, poderiam deixar de participar do estudo sem precisar se justificar aos pesquisadores.

### 2.2 Amostra

A amostra deste estudo foi composta por sete pesquisadores do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), sendo 5 mulheres e 2 homens que permaneceram por quatro semanas em trabalho de campo na Península Antártica. A amostra deste estudo é caracterizada como amostra não probabilística por conveniência, dentro de um grupo que possuía como característica a realização do trabalho de campo da Antártica e que atendiam as demandas deste projeto. Os voluntários tinham idade de  $30 \pm 3,78$  anos e estatura  $171,66 \pm 6,77$  cm.

### 2.3 Delineamento experimental

Os voluntários foram inicialmente contatados por e-mail e, havendo a concordância na participação do estudo, cada um passou por três situações experimentais: **situação “Pré-**

[Digite aqui]

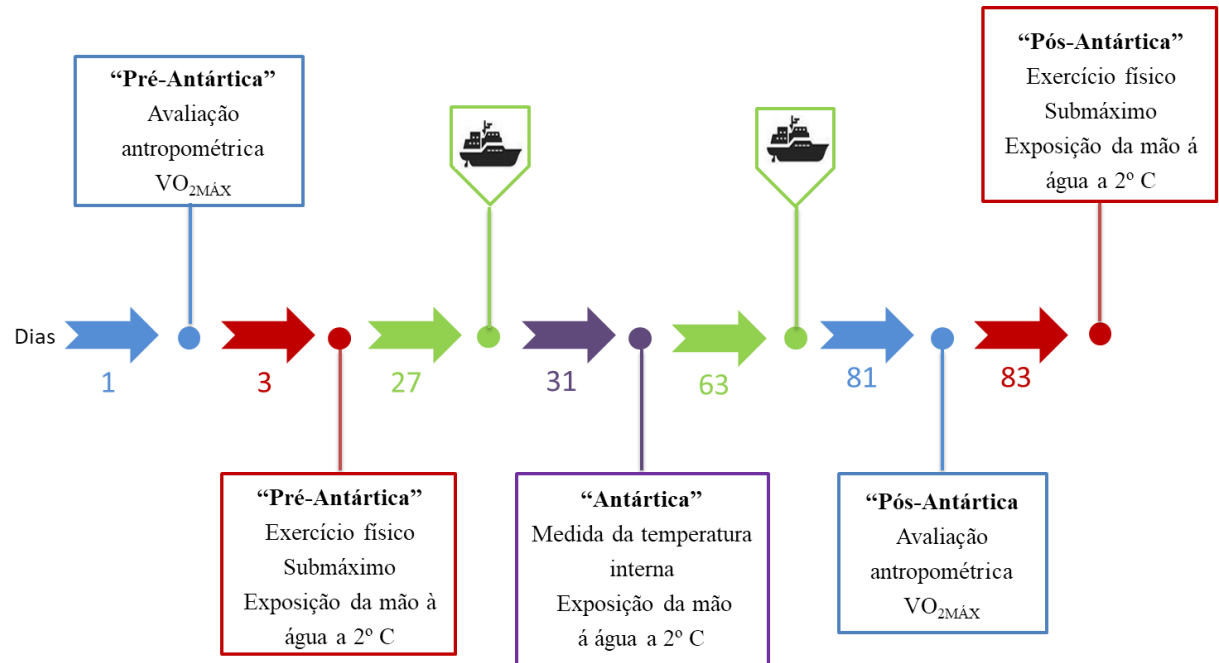
**Antártica**”, coleta de dados realizada no Brasil, três semanas antes do embarque para o início da expedição para a Antártica; **situação “Antártica”**, ao longo de 32 dias de acampamento; e **situação “Pós-Antártica”**, coleta de dados realizada novamente, no Brasil, 18 dias após o final do período em campo, no retorno da expedição. As coletas de dados “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica” foram realizadas nas instalações do Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE) da Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). As coletas de dados da situação “Antártica” foram realizadas na Península de Byers, na Ilha de Livingston, (S 62° 39.851’ WO 61° 05.998), localizada na península do continente Antártico, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2019.

Nas situações experimentais “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”, foram realizados os mesmos procedimentos experimentais, divididos em dois dias de coletas de dados, com 48h de intervalo entre estes. No primeiro dia experimental, foi realizada a avaliação das características físicas dos voluntários, com a avaliação antropométrica e a realização de um teste para a medida do consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) para avaliação da capacidade aeróbica. No segundo dia de coletas de dados, foram realizados os protocolos para (i) a avaliação das respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo ( $60\%V_{MÁX}$ ) realizado em ambiente quente e (ii) avaliação da tolerância da exposição da mão à água a 2° C.

Na Antártica, foram realizadas as coletas de dados para (i) caracterização termorregulatória ao longo de um dia típico de campo, com a medida da temperatura interna (gastrointestinal) e (ii) avaliação da tolerância da exposição da mão à água a 2° C.

[Digite aqui]

**Figura 1 – Linha do tempo das situações experimentais.**




<sup>6</sup> Fonte: Elaboração própria.

## 2.4 Caracterização da amostra.

### 2.4.1 Avaliação antropométrica

Para a avaliação das características físicas, a massa corporal foi aferida utilizando-se uma balança digital (*Filizola®*) com precisão de 0,02 kg, com os voluntários atrás de um biombo, os homens descalços e vestindo apenas cueca e as mulheres descalças e vestindo bermuda e um top. A estatura (cm) foi medida em um estadiômetro com precisão de 0,5 cm. As

<sup>6</sup> FIGURA 1 – Linha do tempo das situações experimentais em dias. Situações “Pré-Antártica”, “Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”), durante a expedição na Antártica (“Antártica”) e, novamente, no Brasil, após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”).  representa o deslocamento entre a América do sul e Antártica.

[Digite aqui]

dobras cutâneas (subescapular, do tríceps, peitoral, subaxilar, suprailíaca, abdominal e da coxa) para posterior cálculo do percentual de gordura corporal foram medidas com um plicômetro (*Lange*®), graduado em milímetros, de acordo com o protocolo proposto por Jackson e Pollock, (1978).

## 2.5 Coletas de dados “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.

### 2.5.1 Medida da capacidade aeróbica ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ )

No primeiro dia das situações experimentais "Pré-Antártica" e "Pós-Antártica", após a avaliação das características físicas, o voluntário foi encaminhado para um vestiário para coletar uma amostra de urina para a medida da gravidade específica da urina, com objetivo de verificar o nível de hidratação dos indivíduos. Aos voluntários cujas amostras de urina apresentaram valores de gravidade específica superiores a 1,030 g.ml<sup>-1</sup>, foi solicitada a ingestão de 500 mL de água e a permanência em repouso por 30 minutos; esta situação ocorreu para um voluntário na situação “Pré-Antártica” e para dois voluntários na situação “Pós-Antártica”. Após este tempo, novamente foi avaliada a gravidade específica da urina e, ao confirmar que os voluntários estavam euhidratados, deu-se início o teste de  $\dot{V}O_{2MÁX}$  em esteira ergométrica, de acordo com o protocolo adaptado de Dittrich (2011) (TABELA 1), considerando-se as seguintes diretrizes propostas por Bentley *et al.* (2007): 1) estado de treinamento da amostra; 2) velocidade do teste; 3) duração dos estágios. Um estudo piloto foi realizado para definir as adaptações realizadas. As adaptações feitas ao protocolo foram: 1) a velocidade inicial foi alterada de 9 km/h para 6,6 km/h e as velocidades nos estágios 3 e 4 ao invés de serem aumentadas em 1,2 km/h, foram aumentadas em 0,6 km/h; e 2) a inclinação, ao invés de ser mantida constante durante todo o protocolo, como no original, no presente estudo foi aumentada em 1% a cada estágio, exceto para o estágio 10 na qual foi mantida a mesma inclinação do estágio anterior. A duração dos estágios foi a mesma do protocolo original. O consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) foi medido por meio de um analisador de gases (*BIOPAC System*®, *GasSys2*, *EUA*) previamente calibrado. A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar (URA) foram

[Digite aqui]

controladas e mantidas a  $23 \pm 1^\circ \text{C}$  e 50% URA, respectivamente. A frequência cardíaca (FC) foi registrada a cada minuto e a percepção subjetiva do esforço (PSE), foi avaliada ao fim de cada estágio, por meio de uma tabela de 15 pontos, sendo 6 a nota atribuída a mais fácil e 20 o mais difícil (BORG, 1982) (ANEXO I). A velocidade máxima na esteira ergométrica atingida no teste  $\dot{V}O_{2MÁX}$ , foi utilizada para calcular a velocidade de corrida a ser utilizada no protocolo para a avaliação das respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo, determinada como 60% da velocidade máxima ( $V_{MÁX}$ ) alcançada no teste realizado em ambiente quente.

**Tabela 1: Protocolo com base ao de Dittrich, (2011).**

Estágio	Tempo (min)	Velocidade (km/h)	Inclinação (%)
1	0 - 3	6,6	1%
2	3 - 6	7,8	2%
3	6 - 9	8,4	3%
4	9 - 12	9	4%
5	12 - 15	10,2	5%
6	15 - 18	11,4	6%
7	18 - 21	12,6	7%
8	21 - 23	13,8	8%
9	23 - 26	15	9%
10	29 - 29	16,2	9%

TABELA 1: Com base ao protocolo proposto por Dittrich, (2011) considerando-se as diretrizes propostas por Bentley *et al.* (2007). Os valores de cada estágio do protocolo estão apresentados em minutos (min), a inclinação em porcentagem (%) e a velocidade em quilômetros por hora (km/h).

Fonte: Elaboração própria.

Os critérios adotados para a interrupção do teste foram os propostos pelas diretrizes do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 1996):

[Digite aqui]

- O voluntário solicitar a interrupção.
- O voluntário atribuir nota 20 à escala de percepção subjetiva do esforço.
- O voluntário não manter a velocidade estipulada.
- O voluntário apresentar tontura, confusão mental, palidez, cianose ou náusea.

Das ocorrências acima, apenas a última delas não ocorreu em quaisquer testes.

## 2.6 Protocolo experimental: exercício aeróbico submáximo em ambiente quente e avaliação da tolerância da exposição da mão à água a 2° C.

No segundo dia de coleta de dados das situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”, foram realizados os protocolos para (i) a avaliação das respostas termorregulatórias durante um exercício físico submáximo ( $60\% V_{MÁX}$ ) realizado em ambiente quente e (ii) avaliação da tolerância da exposição da mão à água a 2° C. No dia anterior às coletas de dados, os voluntários receberam uma cápsula para a medida da temperatura interna, que ingeriram com água 12h antes do experimento. Cada voluntário foi orientado, por escrito e verbalmente, a: 1) abster-se da ingestão de cafeína ou álcool, assim como, da prática de exercício extenuante, 24 horas antes de qualquer uma das sessões de coleta de dados, 2) ingerir 500 mL de água 2 horas antes dos experimentos (ACSM, 1996), 3) realizar o jejum no mínimo duas horas antes dos experimentos e, 4) manter o padrão de ingestão de alimentos em todas as situações experimentais. Os voluntários chegaram ao laboratório às 9h ou às 13h. Devido à diferença de horário, para minimizar a interferência do ritmo circadiano nas variáveis estudadas, o horário da coleta de dados para cada voluntário foi o mesmo entre as situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.

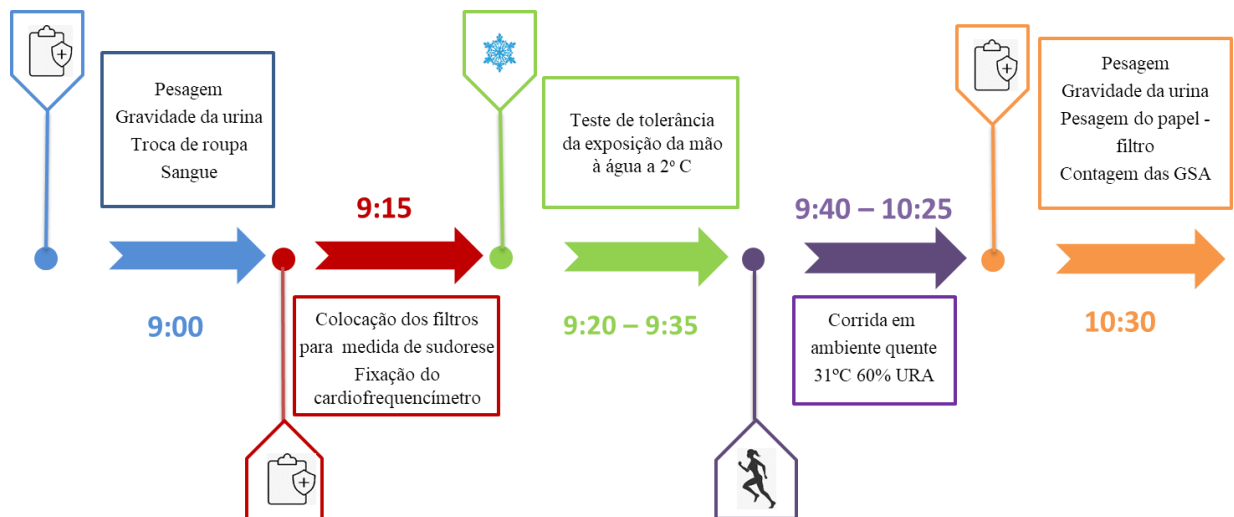
Ao chegarem no laboratório, os voluntários foram instruídos a se dirigirem ao banheiro para a realização da pesagem. Após a pesagem, foi solicitada uma amostra de urina para a avaliação do estado de hidratação (“Pré-exercício”). Em seguida, os voluntários trocaram de roupa e se deslocaram para uma sala e apropriada para o manuseio de amostras biológicas e

[Digite aqui]

com acesso restrito, a fim de evitar qualquer tipo de interferência externa. Foi afixado um cardiofrequencímetro no tronco dos voluntários para as medidas da frequência cardíaca e da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante os protocolos experimentais. Após fixar o cardiofrequencímetro, foi coletada uma gota de sangue através de uma punção na polpa digital, com uma agulha própria e descartável, para a medida do lactato. Após a coleta de sangue, foram afixados aos voluntários papéis-filtro para as medidas das taxas de sudorese local (TSL) nas regiões da testa (centro da testa), peito, braço, antebraço (região anterior no terço proximal) e coxa, como proposto por Vimieiro-Gomes *et al.* (2005) ao longo do protocolo de avaliação das respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo em ambiente quente. Após esses procedimentos, os voluntários realizarão o teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C (descrito a seguir, ítem 2.6.1). Em seguida, os voluntários foram conduzidos para a câmara ambiental onde, inicialmente, permaneceram sentados por 5 minutos, a 31° C e 60% URA. Foram registradas as temperaturas da pele e interna, da FC, temperatura ambiente seca e URA. Os voluntários também reportaram, através de notas atribuídas às escalas específicas, a sensação térmica e o conforto térmico; e, ao final dos cinco minutos, deu-se início ao exercício submáximo (60%  $V_{MÁX}$ ) em ambiente quente (descrito a seguir, ítem 2.6.2). Após a conclusão do exercício, foi coletada uma gota de sangue para posterior análise do lactato, em seguida, ainda com a câmara ambiental ligada e com os voluntários sentados, foram retirados os papéis filtros para medida de sudorese. Imediatamente após a retirada destes, foi realizada a impressão do número de glândulas sudoríparas ativas (GSA) de acordo com o protocolo utilizado por Vimieiro-Gomes *et al.* (2005). Por fim os voluntários foram novamente pesados e foi coletada uma amostra de urina para a avaliação do estado de hidratação “Pós-exercício” (FIGURA 2).

[Digite aqui]

**Figura 2- Linha do tempo dos procedimentos experimentais realizados no segundo dia de coleta de dados dos momentos “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”**



<sup>7</sup>Fonte: Elaboração própria.

### 2.6.1 Teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C.

Para avaliação da tolerância da exposição da mão à água a 2° C, os voluntários ficaram sentados de forma confortável e imergiram a mão direita em um recipiente com água a 2° C até a altura do punho, permanecendo com a mão na água o tempo máximo que conseguissem, como proposto previamente por Naidu *et al.* (1993). Durante o teste, a cada 10 segundos, os

---

<sup>7</sup> FIGURA 2 – Procedimentos experimentais realizados no segundo dia de coleta de dados das situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”. Ao chegarem ao laboratório, os voluntários foram pesados; em seguida, forneceram uma amostra de urina para a análise da gravidade específica da urina e trocaram de roupa. Foram coletadas 1 gota de sangue para a análise sanguínea de lactato. Em seguida, foram afixados os papéis filtros-filtro, para medida de sudorese, e o cardiofrequencímetro. Após esses procedimentos, iniciou-se o teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C. Em seguida, os voluntários se deslocaram para a câmara ambiental, para a realização do exercício físico submáximo (60%  $V_{MÁX}$ ) em ambiente quente (31° e 60% URA). Em seguida, foi analisado o estado de hidratação através da medida da gravidade específica da urina. Por fim, os papéis-filtro foram pesados e foi feita a contagem das GSA.

[Digite aqui]

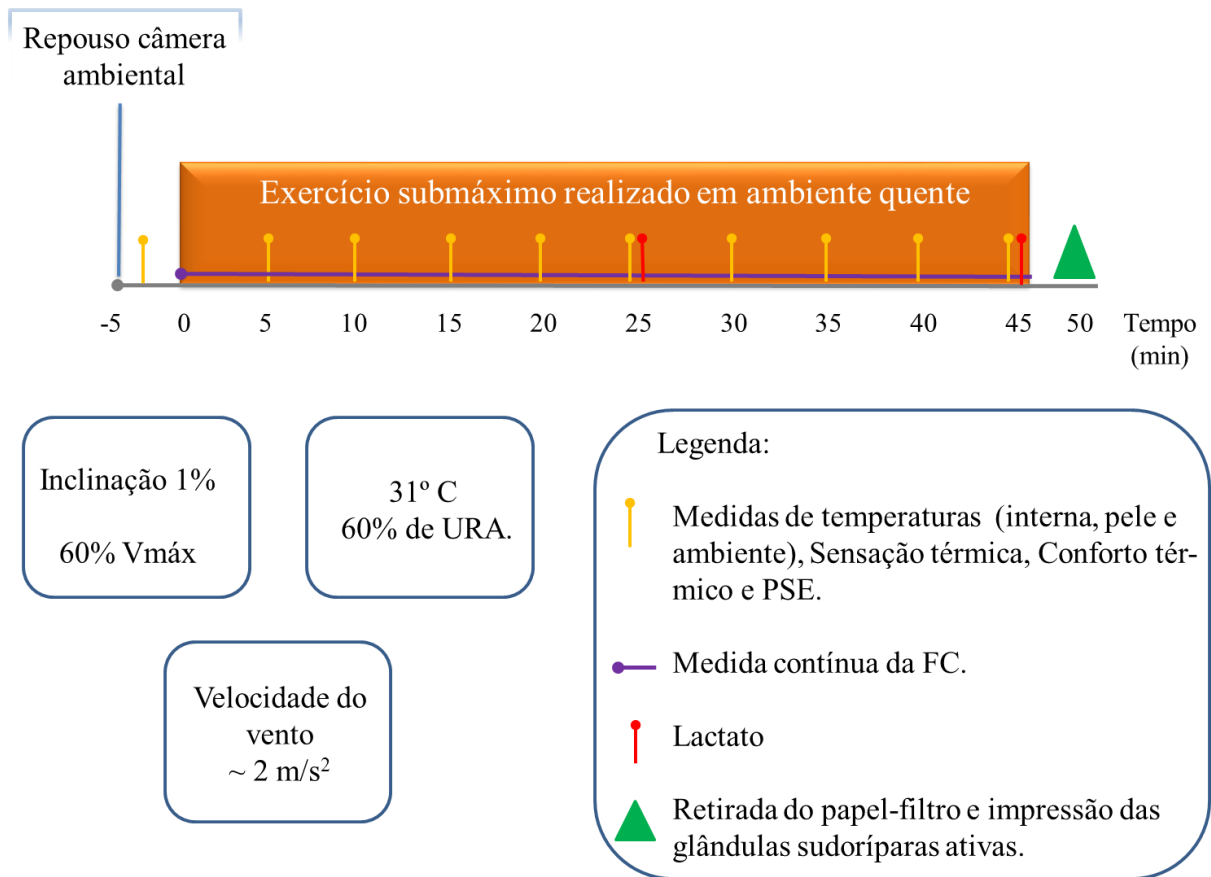
voluntários responderam a Escala Visual Analógica a Dor (EVA) e foi registrada a frequência cardíaca. A VFC foi medida continuamente durante o período em que o voluntário permaneceu com a mão imersa na água a 2° C. Antes do teste e imediatamente após a retirada da mão da água, foram registradas as temperaturas da pele do dedo médio da mão e da palma da mão dos voluntários. A temperatura da água foi registrada imediatamente antes de iniciar o teste, através de um termômetro infravermelho.

#### 2.6.2 Respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo (60% $V_{MÁX}$ ) realizado em ambiente quente.

Para a avaliação das respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo realizado em ambiente quente, os voluntários realizaram 45 minutos de corrida a 60% da velocidade máxima atingida no teste de capacidade aeróbica máxima ( $V_{MÁX}$ ) em uma esteira rolante (*HPX350, Total Health Evolution, Brasil*) com inclinação de 1%. O ambiente foi controlado e mantido a 31° C e 60% URA por uma câmara ambiental (*Russels Technical Products, WMD 1150-5, Holland, MI, USA*). Durante os 45 minutos de corrida foram registradas, a cada 5 minutos, as temperaturas da pele (testa, braço, peito e coxa) e interna (gastrointestinal), a sensação térmica, o conforto térmico, FC e a PSE. A VFC foi registrada continuamente durante os 45 minutos de corrida. A concentração de lactato foi avaliada nas amostras sanguíneas coletadas no minuto 25 e imediatamente após o exercício. Ao final do exercício, foram retirados o papéis-filtro para a medida do suor para posterior cálculo da TSL, e imediatamente após a retirada dos papéis-filtro, foi realizada a impressão do número de GSA. Para simular o movimento do ar durante uma corrida, um ventilador foi utilizado, posicionado em frente ao voluntário (ventilação de  $\sim 2 \text{ m/s}^2$ ), a medida da velocidade do vento foi feita na mesma posição em que o voluntário correu na esteira. A Figura 3 representa o desenho experimental do presente estudo.

[Digite aqui]

**Figura 3 - Protocolo respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo (60% V<sub>MÁX</sub>) realizado em ambiente quente.**



<sup>8</sup>Fonte: Elaboração própria.

## 2.7 Coletas de dados na situação “Antártica”.

Ao longo da estadia na Antártica foram realizadas as coletas: 1) medida da temperatura interna durante um dia de trabalho de campo Antártica; e 2) teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C.

<sup>8</sup> FIGURA 3 – Desenho experimental do protocolo de exercício submáximo (60% V<sub>MÁX</sub>) realizado em ambiente quente. Temperatura ambiente seca 31° C e 60% de URA.

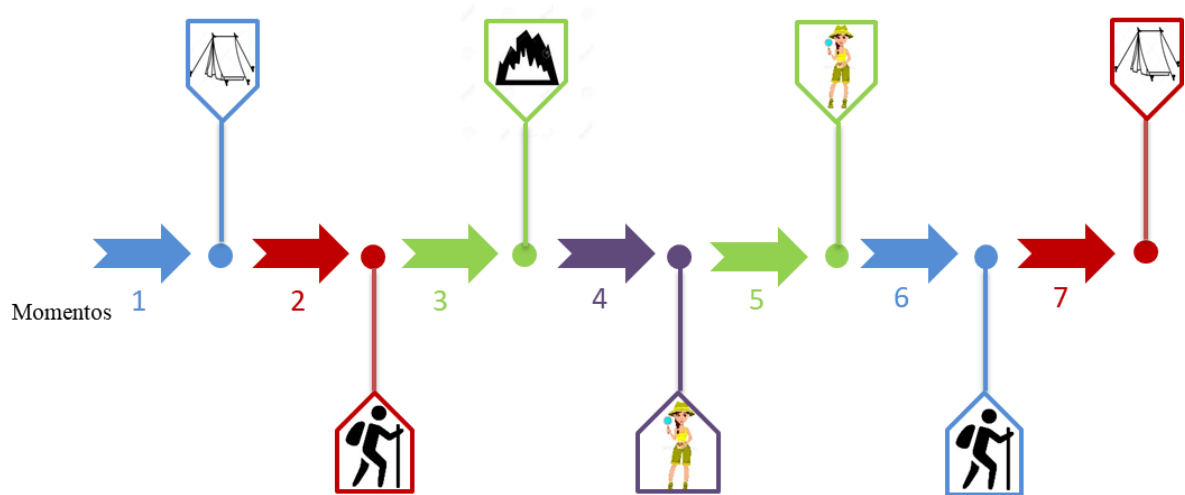
[Digite aqui]

### 2.7.1 Medida da temperatura interna durante um dia de trabalho de campo na Antártica.

As medidas da temperatura interna (gastrointestinal) dos voluntários foram realizadas a partir do 7º dia de acampamento, por meio de cápsula para medição de temperatura por telemetria (*CoreTempTelemetry System – HQ Inc. Wireless Sensing System and Design, Palmetto, Florida, USA*). Esta coleta foi realizada apenas com um voluntário por dia, para que a interferência da coleta fosse a mínima possível na execução do trabalho de campo dos voluntários. Na situação “Antártica”, no mesmo dia da coleta de dados, os voluntários ingeriram, com água, as cápsulas de medida da temperatura interna, às 6 horas da manhã (3 horas antes da saída para campo) (DOMITROVICH *et al.* 2010). A alteração do horário de ingestão da cápsula foi devido à possibilidade de cancelamento das saídas para campo em função da possibilidade de instabilidade climática da Antártica, podendo ter a ocorrência de neve, chuva e redução da visibilidade por nevoeiro (“white-out”). Desta forma, foi minimizada a chance do voluntário ingerir a cápsula em um dia em que não haveria a coleta de campo, evitando procedimentos adicionais com os voluntários, bem como a perda de dados e de material de pesquisa. A temperatura interna de cada voluntário foi registrada em sete momentos distintos durante o dia de trabalho de campo antártico: 1) “Saída”, no acampamento, momento imediatamente antes da saída para o trabalho de campo, realizada sempre às 9h; 2) “Pico 1”, local situado no alto de um morro, em que os voluntários chegaram após cerca de média de 22 minutos de caminhada; 3) “Sítio 1”, momento em que chegaram no local de trabalho (sítio arqueológico – caverna Lima-Lima), caminhada com duração de cerca de 50 minutos; 4) “Sítio 2”, 1 hora após a coleta “Sítio 1”; 5) “Sítio 3”, momento em que os voluntários finalizaram o trabalho de campo, aproximadamente às 17h; 6) “Pico 2”, mesmo local da coleta do Pico 1, no qual os voluntários chegaram após caminhada de aproximadamente 40 minutos, no retorno do sítio arqueológico para o acampamento; 7) “Chegada”, momento em que chegaram ao acampamento, com tempo de caminhada semelhante ao momento “Saída” (FIGURA 4). O trabalho em campo durou cerca de 7 horas por dia, porém, em alguns dias, este período foi menor devido às condições climáticas. Os voluntários, ao longo de todo acampamento, realizaram este trajeto em 18 dos 32 dias (56% dos dias de acampamento).

[Digite aqui]

**Figura 4 - Desenho experimental – Situação “Antártica”**

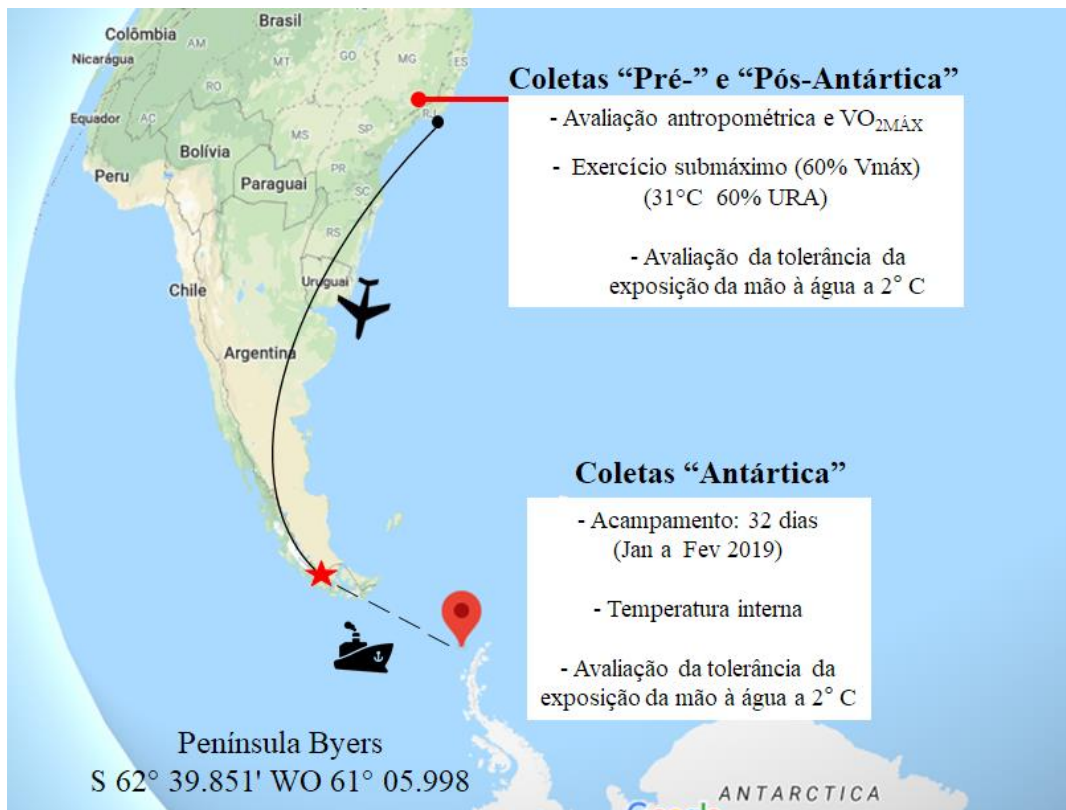


<sup>9</sup>Fonte: Elaboração própria.

<sup>9</sup> FIGURA 4 – Desenho experimental dos momentos de coleta da temperatura interna durante o dia de trabalho dos voluntários, na situação “Antártica”. Momentos referentes a: 1) “Saída” imediatamente antes de sair do acampamento”; 2) “Pico 1”; 3) “Sítio 1” 4) “Sítio 2”; 5) “Sítio 3”; 6) “Pico 2”; 7) “Chegada”.

[Digite aqui]

**Figura 5 – Coletas de dados “Pré-”, “Pós-Antártica” e “Antártica” e deslocamento entre Brasil e Antártica.**



<sup>10</sup>Fonte: Google Earth.

<sup>10</sup> FIGURA 5 – Coleta de dados “Pré-”, “Pós-Antártica” e “Antártica”. ✈️ Deslocamento de avião entre o Rio de Janeiro – Brasil e Punta Arenas – Chile. ⚓ Deslocamento de navio entre Punta Arenas e Península Byers – Livingston. 📍. Coordenada geográfica S 62° 39,851' WO 61° 05,998.

[Digite aqui]

**Figura 6 - Ilha de Livingston local onde foram feitas as coletas em campo antártico.**



<sup>11</sup>Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/IlhaKoshava>.

---

<sup>11</sup> FIGURA 6 - Ilhas Shetlands do Sul, na Península Antártica, compostas pelas ilhas Rei George (a maior em extensão da região), Nelson, Robert, Deception, Greenwich, Snow, Low e Graham Land. Em vermelho, está destacada a ilha Livingston, onde está localizada a península de Byers, local onde foram realizadas as coletas de dados.

[Digite aqui]

**Figura 7 - Estrutura do acampamento na Antártica.**



<sup>12</sup>Fonte: Arquivo pessoal.

---

<sup>12</sup> FIGURA 7 – Estrutura do acampamento. São vistas as barracas individuais, amarelas (11 barracas *North Face VE-25*), a barraca de convivência, branca e vermelha (barraca *Polar Haven*), duas barracas-banheiro, com as cores amarela, azul e vermelha (barraca *Jabuti*) e uma barraca ao lado direito da imagem, também do modelo *Jabuti*, utilizada para guardar equipamentos de coletas. À frente das barracas individuais, é possível observar as caixas plásticas de marfinite, contendo todos os alimentos e equipamento essenciais para o acampamento, além da bombona para rejeitos (azul), onde são descartados todos os rejeitos do acampamento, para retorno para o Brasil.

[Digite aqui]

**Figura 8 - Vista do acampamento para o alto do morro, onde foram realizados os registros de temperatura interna nos momentos “Pico 1” e “Pico 2”.**



<sup>13</sup>Fonte: Arquivo pessoal.

---

<sup>13</sup> FIGURA 8 – Sinalização do alto do morro (referente ao “Pico 1” e “Pico 2”) visto do acampamento.

[Digite aqui]

**Figura 9 - Registro da temperatura interna no alto do morro**



<sup>14</sup>Fonte: Arquivo pessoal.

---

<sup>14</sup> FIGURA 9 - Momento de medida da temperatura interna, em um voluntário, no alto do morro, local onde foram realizados os registros dos momentos “Pico 1” e “Pico 2”.

[Digite aqui]

**Figura 10 – Local de trabalho dos voluntários – Caverna LIMA - LIMA.**



<sup>15</sup>Fonte: Arquivo pessoal.

#### 2.7.2 Teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C - Situação experimental “Antártica”.

No trigésimo dia de acampamento (dois dias antes do retorno ao navio), às 9h, em uma barraca-laboratório (barraca *Polar Haven*), previamente aquecida ( $16,7 \pm 1,9$  ° C;  $95,2 \pm 9,4$  URA), os voluntários repetiram o teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C. Para a realização do teste, os voluntários permaneceram sentados de forma confortável e o mesmo protocolo descrito no teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C nas situações “Pré-” e “Pós-Antártica”. Ao final do teste, após a medida das temperaturas da pele, os voluntários secaram e aqueceram a mão em um aquecedor portátil a gás.

---

<sup>15</sup> FIGURA 10 – Vista da entrada da caverna Lima- Lima, local de trabalho dos voluntários. Temperatura ambiente dentro da caverna  $-6,4 \pm 3,7$ ° C.

[Digite aqui]

## 2.8 Variáveis medidas e calculadas

### 2.8.1 Condições ambientais

A temperatura ambiente e a URA durante os testes progressivo para a medida do VO<sub>2</sub> e durante o protocolo de exercício submáximo foram controladas por uma câmara ambiental (*Russels Technical Products, WMD 1150-5, Holland, MI, USA*), localizada no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Universidade Federal de Minas Gerais. Para o monitoramento da temperatura e URA, foi utilizado um medidor de estresse térmico (TGD-200, HIGHMED – Soluções em Tecnologia de Medição Ltda – M, São Paulo – Brasil). O teste progressivo para a medida  $\dot{V}O_{2MÁX}$  foi realizado em ambiente temperado (25° C e 50% URA).

### 2.8.2 Condições ambientais na Antártica

Durante o período de acampamento na Antártica, a temperatura ambiente seca variou de -2 a 6° C, a URA variou de 55 a 98%, e a velocidade do vento variou de 5 a 65 km/h (Time and Date).

### 2.8.3 Consumo de oxigênio pico ( $\dot{V}O_{2pico}$ )

A medida de consumo de oxigênio foi realizada nas situações experimentais “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”, por meio de um analisador de gases (*BIOPAC System®, GasSys2, EUA*). O equipamento foi previamente calibrado com gases padronizados em concentrações conhecidas. Ao final do teste, os dados no formato “txt” foram exportados para uma planilha no programa Excel para serem analisados. O  $\dot{V}O_{2pico}$  (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) foi determinado como a média do valor da taxa de consumo de oxigênio observado em um período de 1 minuto.

[Digite aqui]

O consumo máximo de oxigênio, também foi relativizado pela massa corporal livre de gordura (MCLG). Este cálculo foi realizado, pois a massa corporal total é determinante para o cálculo o cálculo do  $\dot{V}O_{2MÁX}$ ; assim, com a relativização, eliminamos o efeito de possíveis variações do percentual de gordura nos resultados.

Os voluntários que apresentaram maiores valores de  $\dot{V}O_{2MÁX}$  medido na situação “Pré-Antártica”, quando relativizados pela MCLG foram analisados separadamente dos voluntários que apresentaram menores valores.

**Figura 11 - Analisador de gases utilizado no teste progressivo.**



Fonte: Manual do equipamento.

#### 2.8.4 Temperatura interna

A temperatura gastrointestinal, um indicador da temperatura interna, foi medida por meio de cápsula para medição de temperatura por telemetria (*CoreTempTelemetry System – HQ Inc. Wireless Sensing System and Design, Palmetto, Florida, USA*). Esta medida foi coletada a cada 5 minutos no protocolo de respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo [Digite aqui]

(60%  $V_{MÁX}$ ) realizado em ambiente quente e na situação “Antártica”, durante o dia de trabalho em campo.

**Figura 12 - Teletermômetro e cápsula de temperatura interna (gastrointestinal).**

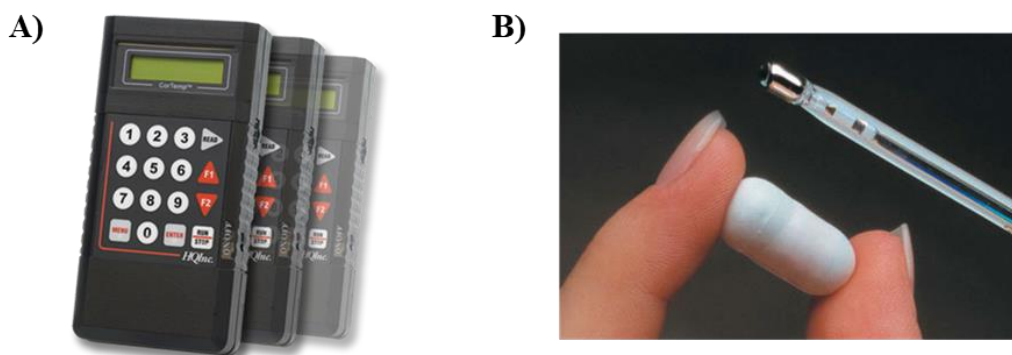


FIGURA 12 – A) Teletermômetro de temperatura gastrointestinal e B) Cápsula de temperatura gastrointestinal.

Fonte: <https://www.hqinc.net>

### 2.8.5 Temperaturas da pele

As temperaturas da pele ( $T_{pele}$ ) foram medidas por um sensor infravermelho (*Fluke – 566. Fluke Corporation, Everett, Washington, EUA*), com o auxílio de uma mira a laser, em locais da pele do corpo previamente marcado. As temperaturas da pele da testa ( $T_{testa}$ ), do peito ( $T_{peito}$ ), do braço ( $T_{braço}$ ) e da coxa ( $T_{coxa}$ ) foram coletadas a cada 5 minutos no protocolo de exercício submáximo em ambiente quente nas situações “Pré-” e “Pós-Antártica”. As temperaturas da pele da palma da mão e do dedo médio foram registradas imediatamente antes da imersão da mão na água e imediatamente após a retirada da mão da água no teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C nas situações “Pré-Antártica”, “Antártica” e “Pós-Antártica”.

[Digite aqui]

**Figura 13 - Sensor infravermelho**



Fonte: <https://www.fluke.com>

#### 2.8.6 Temperatura média da pele

A temperatura média da pele foi calculada de acordo com a equação de Roberts *et al.* (1977):

$$T_{Pele} = (0,43 \times T_P) + (0,25 \times T_B) + (0,32 \times T_C)$$

Onde:

“ $T_{Pele}$ ” é a temperatura média da pele.

“ $T_P$ ” é a temperatura do peito.

“ $T_B$ ” é a temperatura do braço.

“ $T_C$ ” é a temperatura da coxa.

[Digite aqui]

### 2.8.7 Temperatura média corporal

A temperatura média corporal foi calculada de acordo com Marino *et al.* (2004):

$$T_c = (0,8 \times T_{GI}) + (0,2 \times T_P)$$

Onde:

“T<sub>c</sub>” é a temperatura média do corpo

“T<sub>GI</sub>” é a temperatura gastrointestinal

“T<sub>P</sub>” é a temperatura da pele

### 2.8.8 Frequência cardíaca e Variabilidade da frequência cardíaca

A FC (bpm) foi medida por um cardiofrequencímetro (*Polar® V800*) e registrada a cada mudança de estágio do teste para a medida do  $\dot{V}O_{2MÁX}$ , a cada 5 minutos durante o exercício físico submáximo (60%  $V_{MÁX}$ ) realizado em ambiente quente, e a cada 10 segundos do teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C.

A VFC foi analisada pelo registro contínuo dos intervalos R-R durante o exercício físico submáximo (60%  $V_{MÁX}$ ) realizado em ambiente quente e durante o teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C.

#### 2.8.8.1 Análise dos dados de VFC

Para a avaliação da VFC, obteve-se o registro dos intervalos R-R (intervalo entre batimentos cardíacos consecutivos), através de um cardiofrequencímetro (*Polar® V800*). Os  
[Digite aqui]

registros dos intervalos R-R em arquivos “.txt” foram exportados e analisados através do software Kubios (*HRV Standard versão 3.3*). Para análise da VFC foram utilizados índices obtidos por meio de métodos lineares, no domínio do tempo e da frequência. No domínio do tempo, foram obtidos os índices seguintes: RMSSD - raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em milissegundos (ms), que representa a atividade parassimpática; SDNN - desvio padrão de todos os intervalos R-R normais gravados em um intervalo de tempo; que representa a atividade simpática e parassimpática, porém não é possível distinguir quando as alterações da VFC são devidas a retirada do tônus vagas ou do aumento do tônus simpático. No domínio da frequência, foram obtidos componentes de baixa frequência (*Low Frequency - LF*), com variação entre 0,04 e 0,15Hz, gerado pelo sistema nervoso simpático e parassimpático, e o componente de alta frequência (*High Frequency - HF*), com variação de 0,15 a 0,4Hz, modulado pelo sistema nervoso parassimpático e gerado pela respiração (SHAFFER e GINSBERG, 2017).

Houve perda amostral dos dados de VFC devido a interferências no sinal. As perdas amostrais foram: dois voluntários no teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C, um na situação “Pré-Antártica”, um voluntário na situação “Pós-Antártica”, uma perda amostral na situação “Pré-Antártica” no teste respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo realizado em ambiente quente.

2.8.8.2 Área de superfície corporal (ASC), taxa de sudorese total (TST), taxa de sudorese local (TSL), contagem de glândulas sudoríparas ativas (GSA), taxa de sudorese por glândulas sudoríparas ativas (TS<sub>GSA</sub>) e variação da sudorese.

### 2.8.9 Área de superfície corporal (ASC)

A área de superfície corporal (ASC) foi calculada de acordo com a equação de Dubois e Dubois, (1916):

[Digite aqui]

$$A_s = 0,00718 \times (\text{massa corporal})^{0,425} \times (\text{estatura})^{0,725}$$

Onde:

“ $A_s$ ” é a área de superfície corporal ( $\text{m}^2$ ).

“Massa corporal” é a massa do voluntário (kg).

“Estatura” em cm.

#### 2.8.10 Taxa de sudorese total (TST)

A TST foi calculada ao final do protocolo respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo realizado em ambiente quente, pela seguinte equação (MAGALHÃES *et al.* 2010; PASSOS, 2011):

$$TST = \frac{(Massa_{total}/ASC)}{\text{tempo}}$$

Onde:

“TST” é a taxa de sudorese total ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

“ $Massa_{(total)}$ ” é a diferença da massa corporal entre “Pré-exercício” e “Pós-exercício” (kg).

“ $A_s$ ” é a área de superfície corporal ( $\text{m}^2$ ).

“tempo” é o tempo entre as pesagens “Pré-exercício” e “Pós-exercício” (min).

A taxa de sudorese foi corrigida pela ingestão de água ocorrida durante o experimento.

[Digite aqui]

### 2.8.11 Taxa de sudorese local (TSL)

A TSL foi medida ao final do protocolo de exercício submáximo para avaliar as respostas termorregulatórias em ambiente quente. As regiões analisadas (testa, peito, braço, antebraço e coxa), foram depiladas e limpadas com álcool 70%. Foram utilizados recortes de papel filtro com 4 cm<sup>2</sup> (2 x 2 cm; *J. Prolab, gramatura 250*), previamente pesados em uma balança de precisão (*Shimadzu ® Modelo BL320H precisão 0,001 g*). Os recortes de papel-filtro foram colocados em contato com a pele e, para evitar que o suor evaporasse, os papéis foram cobertos com plástico e fixados à pele por meio de esparadrapo impermeável (*3M. Fita Transpore, Brasil*). A TSL foi calculada através da seguinte equação (VIMIEIRO-GOMES *et al.* 2005; MAGALHÃES *et al.* 2010; PASSOS, 2011):

$$TSL = \frac{Massa_{(final)} - Massa_{(inicial)}}{cm^2 \times min}$$

Onde:

“TSL” é a taxa de sudorese local (mg.cm<sup>-2</sup>.min<sup>-1</sup>).

“Massa<sub>(final)</sub>” é a massa dos papéis filtros (mg) ao final do exercício.

“Massa<sub>(inicial)</sub>” é a massa dos papéis filtros (mg) antes do exercício.

“cm<sup>2</sup>” é a área do papel filtro.

“min” é o tempo de contato do papel com a pele durante o exercício.

### 2.8.12 Glândulas sudoríparas ativas (GSA)

Para a contagem das GSA, foram utilizados recortes de papel tipo sulfite A4 de 9 cm<sup>2</sup> (3x3). Os recortes de papel foram mantidos em um recipiente de vidro hermeticamente fechado

[Digite aqui]

e protegido da luz, juntamente com 40 mg de cristais de iodo (*Labsynth, Brasil*), por cerca de 48 horas, até que os papéis atingissem uma coloração amarronzada homogênea para a facilitação da visualização e a contagem das glândulas ativas (BUONO e SJOHOLM, 1988; PASSOS, 2011). A obtenção das GSA foi realizada após o protocolo de exercício submáximo em ambiente quente, quando, imediatamente após a retirada de cada papel filtro, um recorte de papel iodado foi pressionado contra a pele durante 3 segundos. A determinação do número de GSA foi feita através da contagem dos pontos azuis impressos no papel, em três quadrantes de 1 cm<sup>2</sup> previamente sorteados, com o auxílio de uma lupa (*Chalimex®*, 50 mm, *Alemanha*). A média dos valores encontrados nos três quadrantes de um mesmo papel foi considerada o número de GSA da região avaliada e esses dados também foram utilizados para calcular a taxa de sudorese por GSA (PASSOS, 2011).

#### 2.8.13 Taxa de sudorese por glândulas sudoríparas ativas ( $TS_{GSA}$ )

A taxa de sudorese por GSA, dada pela seguinte equação (PASSOS, 2011; ANDERSON *et al.* 1987):

$$TS_{GSA} = \frac{TST}{GSA_{média}}$$

Onde:

“ $TS_{GSA}$ ” é a taxa de sudorese por glândulas sudoríparas ativas ( $TS_{GSA}$ ) ( $g \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{GSA}^{-1}$ ).

“TST” é o valor referente a taxa de sudorese total.

“ $GSA_{média}$ ” é média do número de GSA a partir das contagens realizadas nos sítios da testa, antebraço, braço, peito e coxa.

#### 2.8.14 Variação da taxa de sudorese local

[Digite aqui]

A variação da taxa de sudorese local foi calculada pela seguinte equação:

$$VTS_{Local} = TSL \times \frac{TS}{100}$$

Onde:

“ $VTS_{Local}$ ” é percentual de contribuição da sudorese local (%).

“ $TSL$ ” é a taxa de sudorese local ( $\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

“ $TS$ ” é a soma da taxa de sudorese de todas as regiões analisadas ( $\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

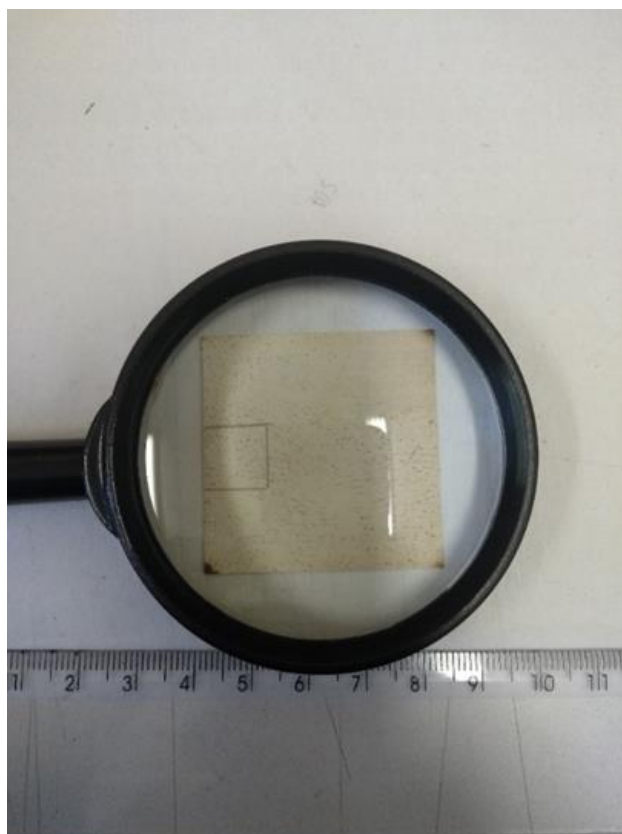
**Figura 14 - Repouso 5 minutos na câmara ambiental e materiais de coleta**



<sup>16</sup>Fonte: Arquivo pessoal.

<sup>16</sup> FIGURA 14: Registro fotográfico durante os cinco minutos de repouso na câmara ambiental, com os detalhes dos materiais de coleta: **1.** sensor de temperatura por infravermelho (*Fluke*), utilizado para medida de temperatura da pele; **2.** teletermômetro, para obtenção do sinal por telemetria da cápsula de temperatura e registro da [Digite aqui]

**Figura 15 - Quadrante sorteado para a realização da contagem do número GSA.**



<sup>17</sup>Fonte: Arquivo pessoal.

### 2.8.15 Ingestão de água

---

temperatura interna (gastrointestinal), **3.** planilhas de coleta; **4.** setas indicando os papéis-filtro para medida de sudorese; **5.** lixeira própria para descarte de material biológico; **6.** escala de Percepção Subjetiva do Esforço (PSE); **7.** álcool 70%; **8.** pote com algodão; **9.** tiras de reagentes para medidas de lactato sanguíneo; **10.** lactímetro.

<sup>17</sup> FIGURA 15 – Quarto quadrante de 1cm<sup>2</sup>, sorteado imediatamente antes de iniciar a contagem do número de GSA. Para a realização do sorteio, foi considerada uma divisão de nove quadrantes de 1cm<sup>2</sup> no papel com as GSA impressas, onde o primeiro quadrante do ponto mais alto e mais à esquerda do papel representava o quadrante número um, o da sua direita representava o número dois, e assim sucessivamente até chegar ao quadrante referente ao número nove, no ponto mais baixo e mais à direita do papel com as GSA impressas. Foram sorteados três quadrantes para a contagem das glândulas sudoríparas em cada papel.

[Digite aqui]

Durante a realização do protocolo de exercício físico submáximo em ambiente quente, foi permitida a ingestão de água *ad libitum*. A água foi fornecida em uma garrafa de 500 mL. O volume total de água ingerido foi medido para posterior cálculo da taxa de sudorese total.

#### 2.8.16 Concentração sanguínea de lactato

A medida da concentração sanguínea de lactato foi realizada, através do equipamento portátil Accutrend Plus (*Roche Sistemas de Diagnósticos, Basileia, Suíça*). A medida foi realizada durante o exercício físico submáximo em ambiente quente, nos momentos (i) “Pré-exercício”, (ii) 25 minutos e (iii) 45 minutos de exercício.

#### 2.8.17 Trabalho

O trabalho realizado durante o exercício físico submáximo ( $60\% V_{MÁX}$ ) em ambiente quente foi calculado através da seguinte equação:

$$T = \frac{(\text{tempo} \times \text{velocidade} \times \text{massa corporal} \times 9,8 \times \text{sen } 0,53)}{1000}$$

Onde:

“T” é o trabalho realizado durante o exercício submáximo (kJ).

“tempo” é o tempo de duração do exercício submáximo (min).

“velocidade” é a velocidade de corrida (m/min).

“massa corporal” é a massa do voluntário (kg).

“9,8” é a gravidade ( $m/s^2$ ).

“sen 0,53” é referente à inclinação de 1% da esteira.

[Digite aqui]

“1000” transformação de J para kJ.

#### 2.9.18 Percepção subjetiva do esforço (PSE)

A PSE foi medida através de uma escala de quinze pontos (6 a 20), onde seis representa o menor esforço durante um exercício e o vinte ao maior esforço possível (BORG, 1982). A PSE foi medida a cada 5 minutos durante o exercício físico submáximo ( $60\%V_{MÁX}$ ) realizado em ambiente quente e durante o teste progressivo (ANEXO I).

#### 2.8.19 Sensação Térmica

A sensação térmica foi medida através de uma escala de 7 pontos (1 a 7), no qual 1 indica percepção do ambiente muito frio, e 7 muito quente (GAGGE *et al.* 1967). A sensação térmica foi registrada a cada cinco minutos durante o exercício físico submáximo realizado em ambiente quente (ANEXO II).

#### 2.8.20 Conforto Térmico

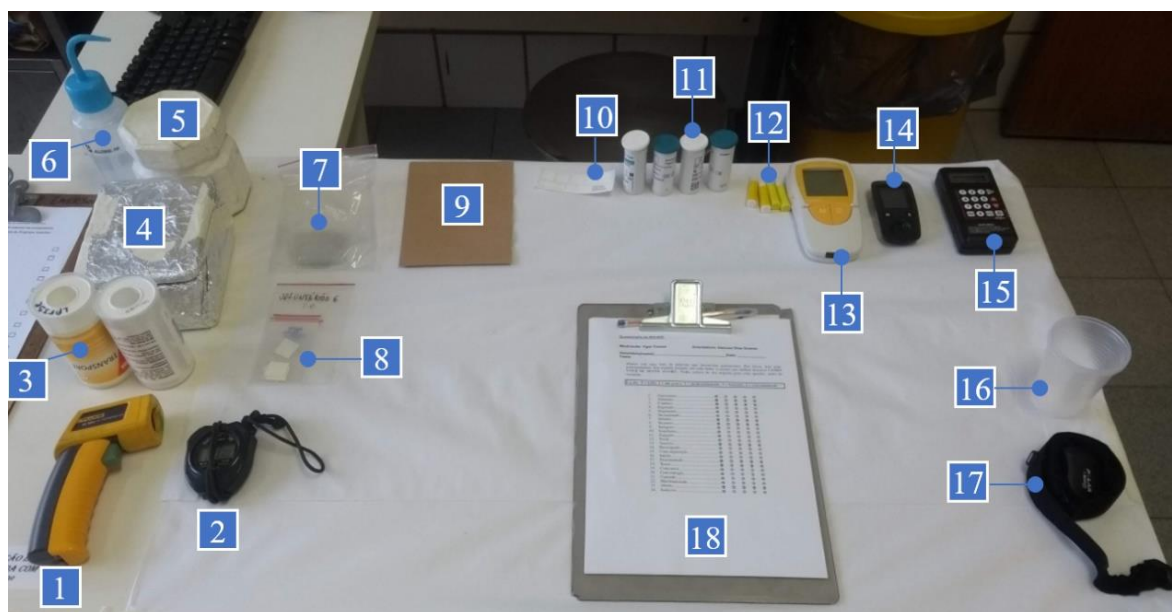
O conforto térmico foi medido através de uma escala de 4 pontos (1 a 4), no qual 1 atribuído a confortável e 4 desconfortável em relação ao ambiente (GAGGE *et al.* 1967). O conforto térmico foi registrado a cada cinco minutos durante o exercício físico submáximo realizado em ambiente quente (ANEXO III).

[Digite aqui]

### 2.8.21 Escala Visual Analógica de Dor

A escala visual analógica de dor (EVA) foi utilizada para a medida da intensidade da dor do voluntário. Sua escala vai de 0 a 10, sendo 0 a nota atribuída à ausência de dor e 10 à dor insuportável (ANEXO IV). A EVA foi apresentada para o voluntário a cada dez segundos, durante o teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C.

**Figura 16 – Materiais de coleta.**



<sup>18</sup>Fonte: Arquivo pessoal.

---

<sup>18</sup> FIGURA 16 - Materiais de coleta: **1.** sensor de temperatura da pele infravermelho (*Fluke*), **2.** cronômetro, **3.** esparadrapo impermeável (*transpore*), **4.** caixa de armazenamento de papel filtro, **5.** recipiente de vidro hermeticamente fechado e protegidos da luz juntamente com 40 mg de cristais de iodo e papeis para análise de GSA **6.** álcool, **7.** plásticos utilizados para fixar e proteger o papel filtro realizado nas medidas de sudorese, **8.** papel filtro para medida de sudorese, **9.** envelope para armazenar papel filtro para medida de tsh, **10.** papel filtro para medida de tsh, **11.** tiras de reagentes para medidas de lactato e glicemia, **12.** lancetas (*Accu chek guide, Brasil*), **13.** lactímetro, **14.** glicosímetro, **15.** teletermômetro de medida da temperatura interna (gastrointestinal), **16.** copo [Digite aqui]

## 2.9 Análise estatística

Primeiramente foi realizada a avaliação dos pressupostos de normalidade e homocedasticidade dos dados através dos testes de Levene e Shapiro Wilk. Após confirmação da distribuição normal das variáveis, a elas foram aplicados testes paramétricos.

Para as variáveis paramétricas avaliadas durante o protocolo de respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo (60%  $V_{MÁX}$ ) realizado em ambiente quente, foi utilizado o teste-t de *Student* para comparação entre as médias das situações “Pré-” e “Pós-Antártica”: GSA (antebraço, coxa, peito e testa), TSL (antebraço, braço, coxa, peito), ASC, gravidade específica da urina, velocidade média de exercício, trabalho realizado e ingestão de água. As variáveis que não apresentaram distribuição normal, foram submetidas a uma transformação ( $\log_{10}$ ) e foram analisadas e comparadas como dados de distribuição normal: GSA (braço), TST, TST<sub>(GSA)</sub>, TSL (testa). Para as variáveis PSE, sensação térmica e conforto térmico, foi utilizado o teste não paramétrico Wilcoxon Signed Rank. Foi utilizada ANOVA one way RM (FV: situação) a saber os parâmetros da VFC. A ANOVA *two way* RM (FV: situação vs momento), foi utilizada a saber: Tinterna, temperaturas da pele (Tbraço, Tpeito, Tantebraço, Ttesta, Tcoxa e temperatura média da pele), temperatura média do corpo, FC, lactato e gravidade específica da urina.

Quando necessário, foi utilizado um *post-hoc* adequado de acordo com o coeficiente de variação (CV) da variável, ou seja, CV abaixo de 15%, foi utilizado o *post-hoc* de *Tukey* e CV entre 15 a 30%, foi utilizado o *post-hoc de Student-Newman-Keuls* e para variáveis com CV acima de 30%, foi utilizado o *post-hoc de Duncan* (SAMPALHO, 2007)

Para as variáveis paramétricas avaliadas durante o teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C, foram utilizadas: 1) ANOVA one way RM (FV: situação) e, quando necessário, foi utilizado um *post-hoc de Student-Newman-Keuls* para as comparações do tempo

---

descartável para medida da gravidade da urina, **17.** fita e transmissor para medida da frequência cardíaca e vfc, **18.** planilhas com questionário estado de humor (BRUMS) e escala analógica visual de dor.

[Digite aqui]

de tolerância da exposição da mão à água a 2° C, das taxas de resfriamento da pele (da palma da mão e do dedo médio), e dos parâmetros da VFC; 2) ANOVA *two way* RM (FV: situação vs percentual do tempo) e, para as comparações de FC, EVA. E ANOVA *two way* RM (FV: situação vs momento), para a comparação das médias da temperatura da pele (dedo médio da mão e palma mão).

A ANOVA *one way* RM (FV: Momento) e o *post-hoc Student-Newman-Keuls*, foram utilizados para a análise da temperatura interna ao longo do dia de trabalho em campo.

Para a comparação entre as médias das situações “Pré-” e “Pós-Antártica”, para as variáveis capacidade aeróbica máxima ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ), consumo de oxigênio relativizado pela massa corporal livre de gordura ( $\dot{V}O_{2MÁX} / MCLG$ ), tempo total do teste de capacidade aeróbica máxima, massa corporal, gordura corporal, área de superfície corporal e a massa livre de gordura foi utilizado o teste-t de *Student*.

Os dados foram analisados através do pacote estatístico SigmaPlot 11.0. Os resultados estão apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. O nível de significância adotado neste estudo foi  $P \leq 0,05$ .

Como o número de sujeitos que participaram do estudo foi limitado ( $n = 7$ ), foi realizado o cálculo do tamanho do efeito (TE), comparando-se duas médias, e utilizou-se a seguinte equação:  $d = PA - POA / \sigma$ . Onde PA e POA são as médias das situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica” (POA) e  $\sigma$  representa o desvio padrão agrupado (COHEN, 1988).

O tamanho do efeito considerado nas ANOVAS foi o  $\eta^2$ , calculado a partir da equação seguinte:  $\eta^2 = SQ \text{ efeito} / SQ \text{ total}$ . Onde SQ = soma dos quadrados. Os valores de  $\eta^2$  foram convertidos a partir da tabela proposta Cohen, (1988) e Grissom, (1994).

Como classificação da magnitude dos efeitos, usou-se critério estabelecido por Cohen (1988) em que os valores de TE foram classificados como trivial ( $TE < 0,2$ ), pequeno ( $TE = 0,2 - 0,6$ ), moderado ( $TE = 0,6 - 1,2$ ) ou grande ( $TE \geq 1,2$ ). (HOPKINS, 2019).

[Digite aqui]

### 3 RESULTADOS

3.1 Características físicas e desempenho dos voluntários nas situações "Pré-Antártica" e "Pós-Antártica".

**Tabela 2: Características físicas e desempenho dos voluntários, nas situações "Pré-Antártica" e "Pós-Antártica".**

Situação	MC (kg)	MCLG (kg)	GC (%)	ASC (m <sup>2</sup> )	$\dot{V}O_{2MÁX}$ (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	$V_{MÁX}$ (km/h)
Pré-Antártica	66,5 ± 15,2	49,76 ± 11,23	23,78 ± 5,21	1,74 ± 0,20	45,12 ± 8,60	5,64 ± 0,83
Pós-Antártica	66,0 ± 12,9	50,44 ± 10,05	25,71 ± 4,18	1,75 ± 0,18	46,65 ± 5,78	6,21 ± 0,62*
<i>P</i>	0,44	0,50	0,51	0,35	0,36	0,002
<i>d</i>	0,03 <sup>T</sup>	0,06 <sup>T</sup>	0,15 <sup>T</sup>	0,11 <sup>T</sup>	0,09 <sup>T</sup>	0,77 <sup>M</sup>

TABELA 2: Características físicas dos voluntários obtidas nas situações "Pré-Antártica" e "Pós-Antártica". Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártico ("Pré-Antártica") e dados coletados no Brasil, após o retorno da expedição ("Pós-Antártica"). MC: Massa corporal; MCLG: Massa corporal livre de gordura; GC: gordura corporal; ASC: área de superfície corporal;  $V_{MÁX}$ : Velocidade do  $\dot{V}O_{2MÁX}$ . *d*: Tamanho de efeito; <sup>(P)</sup> *d* pequeno, <sup>(T)</sup> *d* trivial, <sup>(M)</sup> *d* moderado. *P*: probabilidade de significância. Análise estatística: Teste-t pareado de Student,  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados como média ± desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

3.1.1 Consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) e tempo total de exercício no teste de capacidade aeróbica máxima.

Para a variável  $\dot{V}O_{2MÁX}$ , não houve diferença entre as situações "Pré-" e "Pós-Antártica" ( $P = 0,96$ ) e o TE foi trivial entre as situações experimentais ( $d = 0,009$ ) (TABELA 2) (FIGURA 17 A). No entanto, os voluntários apresentaram aumento no tempo total de exercício no teste de capacidade aeróbica máxima na situação "Pós-Antártica", quando comparado a "Pré-Antártica" ( $P = 0,001$ ), com efeito moderado entre as situações experimentais ( $d = 0,76$ )

[Digite aqui]

(TABELA 2) (FIGURA 17 B). Quatro dos voluntários apresentaram um aumento da capacidade aeróbica na situação “Pós-Antártica”, no entanto, três dos voluntários tiveram uma redução da capacidade aeróbica (FIGURA 17 A). No tempo total de exercício no teste de capacidade aeróbica máxima todos os voluntários apresentaram um aumento na duração do teste na situação “Pós-Antártica” (FIGURA 17 B).

**Figura 17 – Gráficos de consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) e tempo total de exercício no teste de capacidade aeróbica máxima.**

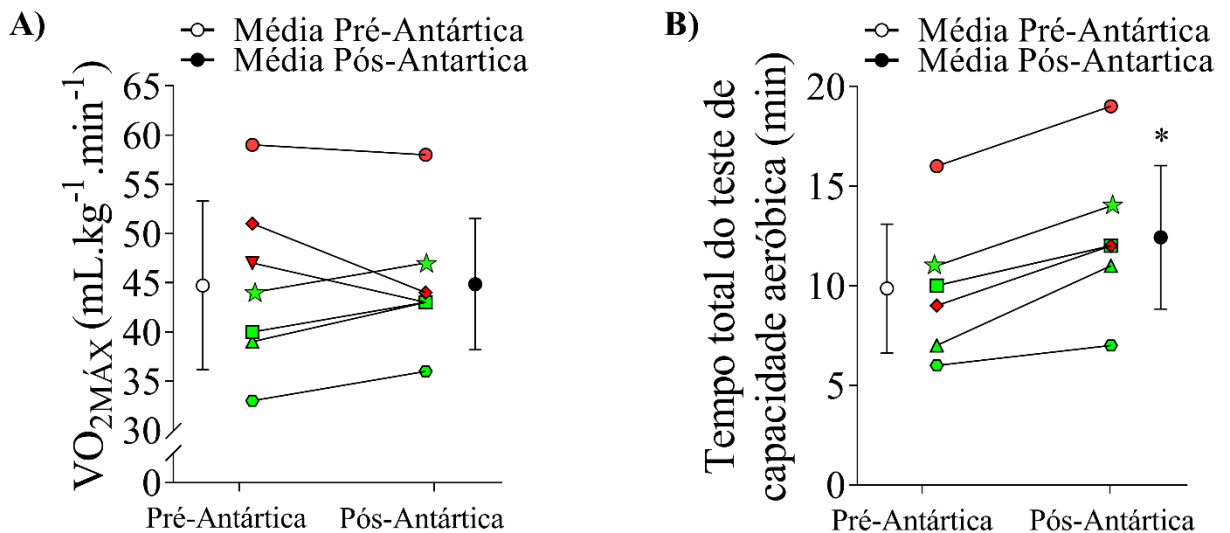


FIGURA 17 – Gráficos A) consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) e B) tempo total do teste de capacidade aeróbica máxima, medidas nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”. \*Diferença estatística entre as situações experimentais. Análise estatística: Teste-t de *Student* pareado,  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão da média, e também, estão apresentados os dados individuais (cada símbolo representa um voluntário).

Fonte: Elaboração própria.

3.1.2 Consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) relativizado pela massa corporal livre de gordura (MCLG).

[Digite aqui]

O  $\dot{V}O_{2MÁX}$  foi relativizado pela MCLG, com o objetivo de eliminar possíveis influências da massa de gordura nos valores de  $\dot{V}O_{2MÁX}$ . Quando os dados de todos os voluntários ( $n=7$ ) foram avaliados juntos, os valores do  $\dot{V}O_{2MÁX}$  relativizado pela MCLG não foram diferentes entre as situações “Pré-” e “Pós-Antártica” e observamos um TE pequeno ( $P = 0,41$  e  $d = 0,56$ ) (FIGURA 18 A). Quando analisamos separadamente os dois voluntários que apresentaram média + 1 DP dos demais voluntários na situação “Pré-Antártica” ( $n=2$ ), ou seja, que apresentaram maiores valores de  $\dot{V}O_{2MÁX}$ , não foi possível observar diferenças entre as situações experimentais e houve TE moderado ( $P = 0,49$ ;  $d = 0,75$ ) (FIGURA 18 C), com média de 6% de redução (FIGURA 18 B). No entanto, ao analisarmos os cinco voluntários que apresentaram menores valores de  $\dot{V}O_{2MÁX}$  na situação “Pré-Antártica”, identificamos um aumento da aptidão aeróbica para este grupo na situação “Pós-Antártica” e observamos um TE moderado ( $P = 0,03$ ;  $d = 0,67$ ) (FIGURA 18 D), com média de 8% de aumento.

[Digite aqui]

**Figura 18 – Gráficos de consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) relativizado pela massa corporal livre de gordura (MCLG).**

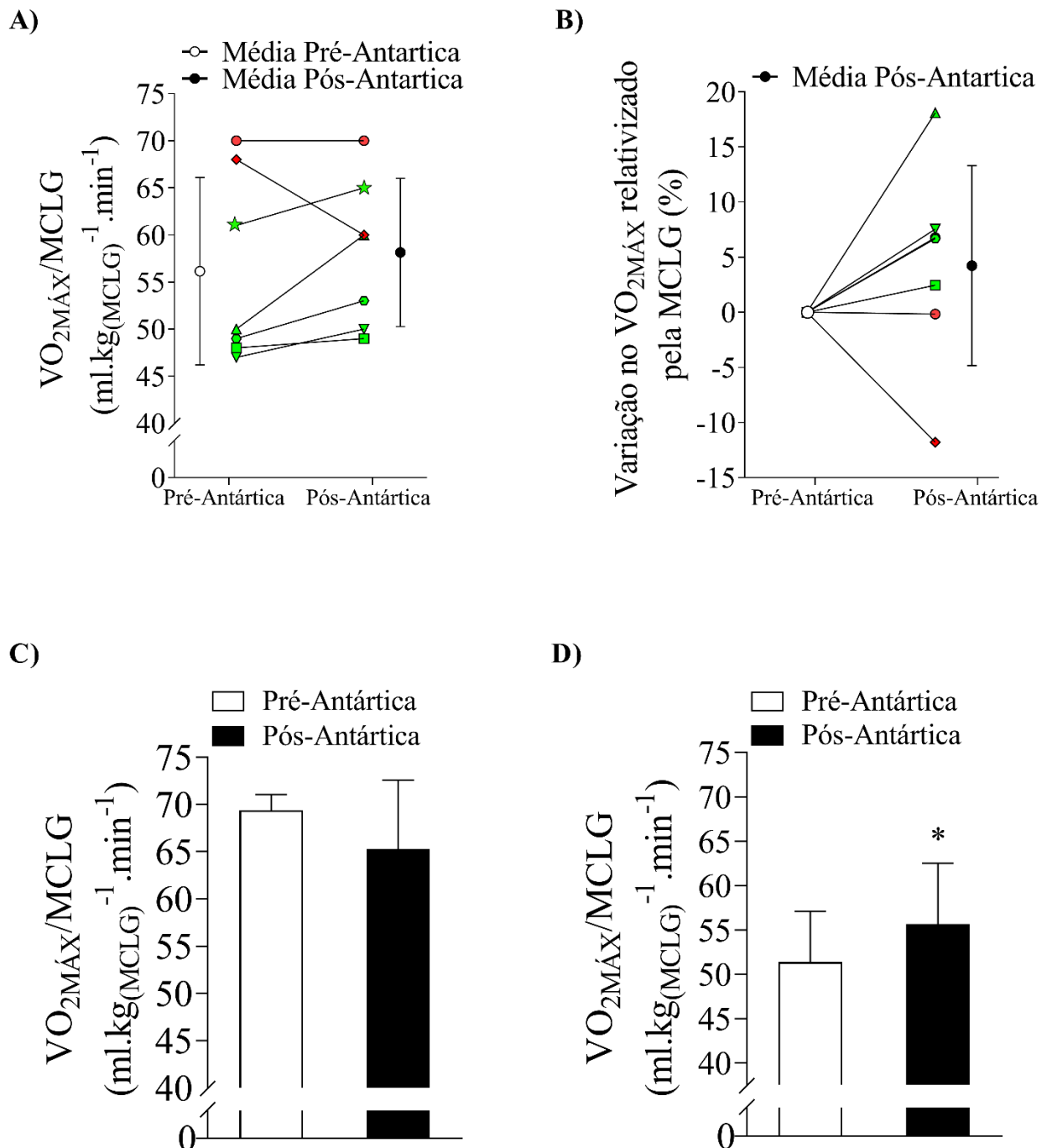


FIGURA 18 - Gráficos de consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) relativizado pela massa corporal livre de gordura (MCLG) medidas nas situações "Pré-Antártica" e "Pós-Antártica". A) Todos os voluntários (n=7), B) Variação em porcentagem do consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ) (n=7). C) Voluntários que apresentaram maiores valores de  $\dot{V}O_{2MÁX}$  medido na situação "Pré-Antártica" (n=2) e D) Voluntários que apresentaram menores

[Digite aqui]

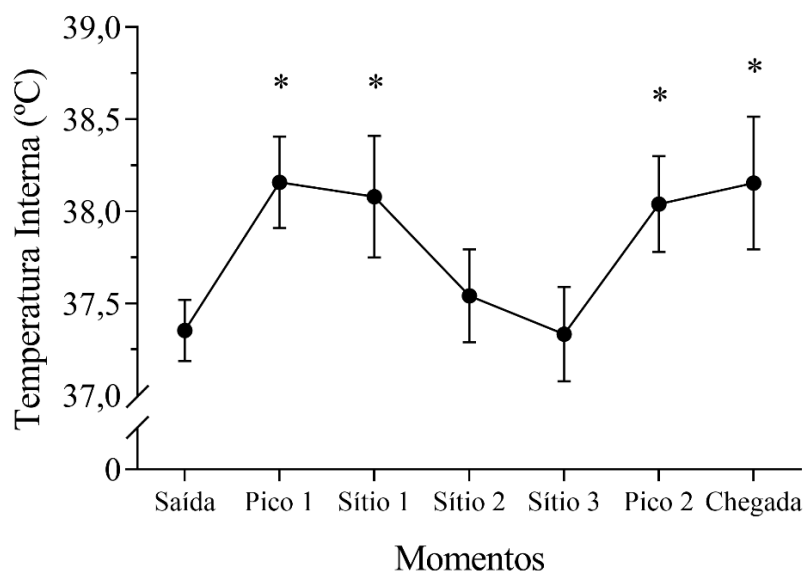
valores de  $\dot{V}O_{2MAX}$  medido na situação “Pré-Antártica” (n=5). \*Diferença estatística entre as situações experimentais. Análise estatística: Teste-t de *Student* pareado,  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão da média, e também, estão apresentados os dados individuais (cada símbolo representa um voluntário)

Fonte: Elaboração própria.

### 3.2 Medida da temperatura interna ao longo de um dia de trabalho em campo na Antártica.

O deslocamento em campo na Antártica, associado ao uso de roupas de proteção ao frio, resultou em aumento da  $T_{interna}$ , com elevação nos momentos “Pico 1” e “Sítio 1”, quando comparados ao momento Saída ( $P = 0,001$  e  $P = 0,001$ , respectivamente) e aos momentos “Sítio 2” ( $P = 0,001$  e  $P = 0,001$ ) e “Sítio 3” ( $P = 0,001$  e  $P = 0,001$ ). Ao final do dia de trabalho, o deslocamento novamente resultou em elevação da temperatura interna, com os momentos “Pico 2” e “Chegada” apresentando maiores valores para  $T_{interna}$  em relação a “Saída” ( $P = 0,001$  para ambas as comparações) e aos momentos de trabalho “Sítio 2” ( $P = 0,009$  e  $P = 0,005$ ) e “Sítio 3” ( $P = 0,001$ , para ambas as comparações). Houve um TE grande entre os momentos ( $d = 3,0$ ) (FIGURA 19).

**Figura 19 - Gráfico da medida da temperatura interna, ao longo de um dia de trabalho em campo.**



[Digite aqui]

FIGURA 19 - Gráfico da medida da temperatura interna, ao longo de um dia de trabalho em campo, situação “Antártica”. “Saída”: Imediatamente antes de sair do acampamento. “Pico 1”: local situado no alto de um morro. “Sítio 1”: momento em que os voluntários chegaram no local de trabalho (sítio arqueológico). “Sítio 2”: 1 hora após a coleta. “Sítio 3”: momento em que os voluntários finalizaram o trabalho. “Pico 2”: mesmo local da coleta do “Pico 1”. “Chegada”: momento em que os voluntários chegaram ao acampamento. \*Efeito de tratamento ( $P \leq 0,001$ ). Análise estatística: ANOVA *one way* RM, *post-hoc* de *Student-Newman-Keuls*,  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

3.3 Variáveis mecânicas, marcadores de intensidade de esforço, termorregulação e respostas perceptivas durante o exercício submáximo ( $60\% V_{MÁX}$ ) em ambiente quente ( $31^\circ C$  e  $60\%$  URA), nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.

3.3.1 Variáveis mecânicas e marcadores de intensidade de esforço durante o exercício submáximo em ambiente quente, nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.

Quando comparamos as situações “Pré-” e “Pós-Antártica”, observamos que, na situação “Pós-”, a velocidade média de corrida dos voluntários foi maior em relação à situação “Pré-”, e o TE entre as situações foi moderado ( $P = 0,03$ ;  $d = 0,78$ ). O trabalho realizado durante os 45 minutos de corrida também foi maior na situação “Pós-Antártica”, quando comparado a situação “Pré-” e, para esta variável, observamos um TE pequeno ( $P = 0,001$ ,  $d = 0,44$ ). Por fim, a ingestão de água dos voluntários não foi diferente entre as situações experimentais, apresentando TE pequeno ( $P = 0,35$ ;  $d = 0,47$ ) (TABELA 3).

[Digite aqui]

**Tabela 3: Variáveis mecânicas e ingestão de água durante o exercício submáximo realizado em ambiente quente, nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.**

Situação	Velocidade média (km/h)	Trabalho (kJ)	Ingestão de água (ml)
Pré-Antártica	5,64 ± 0,83	1468,40 ± 414,3	40,00 ± 52,00
Pós-Antártica	6,21 ± 0,83 *	1649,6 ± 395,5 *	107,14 ± 140,08
<i>P</i>	0,03	0,001	0,35
<i>d</i>	0,78 <sup>M</sup>	0,44 <sup>P</sup>	0,47 <sup>P</sup>

TABELA 3: Variáveis mecânicas do protocolo respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo (60% V<sub>MAX</sub>) realizado em ambiente quente (31° C e 60% URA), nas situações “Pré-Antártica e “Pós-Antártica.” Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”) e após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). *d*: Tamanho de efeito; <sup>(M)</sup> *d* moderado <sup>(P)</sup> *d* pequeno. *P*: probabilidade de significância. \*Diferente da situação ‘Pré-Antártica’. Análise estatística: Teste-t pareado de *Student*,  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados como média ± desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

3.3 Indicadores de intensidade de esforço durante o exercício submáximo realizado em ambiente quente, nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.

3.3.1 Frequência cardíaca e concentração sanguínea de lactato.

Conforme esperado, houve aumento da FC ao longo do exercício, e o cálculo de TE apresentou um efeito grande ( $P = 0,71$ ;  $d = 2,8$ ). Contudo, a FC não foi diferente entre as situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”, e o TE foi pequeno entre as situações experimentais ( $P = 0,71$ ;  $d = 0,01$ ) (FIGURA 20 A).

Assim como a FC, a concentração sanguínea de lactato apresentou um aumento progressivo ao longo do exercício, com um TE grande ( $P = 0,005$ ;  $d = 1,4$ ). A concentração de lactato não foi diferente entre as situações “Pré-” e “Pós-Antártica”, e o cálculo de TE apresentou um efeito pequeno ( $P = 0,09$ ;  $d = 0,4$ ). (FIGURA 20 B).

[Digite aqui]

Não houve interação entre os principais fatores (situação vs. tempo) em nenhuma das análises apresentadas acima ( $P = 0,06$  e  $P = 0,23$  respectivamente).

**Figura 20 – Gráficos da frequência cardíaca e da concentração sanguínea de lactato ao longo do exercício submáximo realizado em ambiente quente, nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.**

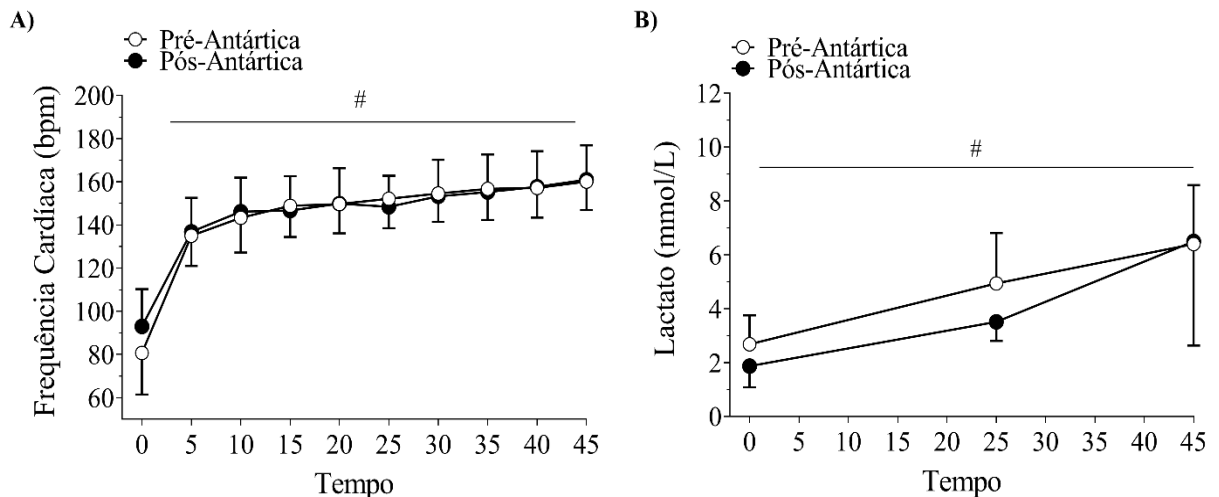


FIGURA 20 – Gráficos das medidas de: A) frequência cardíaca e B) Concentração de lactato, medidas durante o exercício submáximo ( $60\% V_{MÁX}$ ) em ambiente quente ( $31^{\circ} C$  e  $60\% URA$ ), nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”) e após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). #Diferença ao longo do tempo ( $p \leq 0,001$ ). Análise estatística: ANOVA two way RM e *post-hoc* de *Student-Newman-Keuls*,  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.3.2 VFC durante o exercício submáximo.

Quando comparadas as situações “Pré-” e “Pós-Antártica”, ao longo do exercício submáximo, não observamos diferenças das bandas da VFC: SDNN, RMSSD, LF e HF ( $P = 0,27$ ;  $P = 0,13$ ;  $P = 0,50$  e  $P = 0,57$  respectivamente). O cálculo de TE das variáveis SDNN, RMSSD e HF apresentaram um efeito pequeno ( $d = 0,30$ ;  $d = 0,23$  e  $d = 0,20$  respectivamente) e a LF apresentou um efeito trivial ( $d = 0,09$ ) (TABELA 4).

[Digite aqui]

**Tabela 4: VFC durante o exercício submáximo realizado em ambiente quente, nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.**

	Pré - Antártica	Pós-Antártica	Teste- <i>t</i> pareado	Cohen's <i>d</i>
SDNN (ms <sup>2</sup> )	5,55 ± 2,31	4,95 ± 1,61	<i>P</i> = 0,27	0,30 <sup>P</sup>
RMSSD (ms <sup>2</sup> )	4,90 ± 1,34	4,62 ± 1,07	<i>P</i> = 0,13	0,23 <sup>P</sup>
LF (ms <sup>2</sup> )	10,5 ± 5,44	11,14 ± 7,84	<i>P</i> = 0,50	0,09 <sup>T</sup>
HF (ms <sup>2</sup> )	5 ± 4,54	6,14 ± 6,51	<i>P</i> = 0,57	0,20 <sup>P</sup>

TABELA 4: Parâmetros da VFC, no domínio do tempo (RMSSD e SDNN) e no domínio da frequência (LF e HF), avaliados durante o protocolo de respostas termorregulatórias ao exercício físico submáximo (60% V<sub>MÁX</sub>) realizado em ambiente quente (31° C e 60% URA), nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”) e após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). SDNN: desvio padrão de todos os intervalos RR; RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes; LF (*Low Frequency*): componente de baixa frequência com variação entre 0,04 e 0,15Hz; HF (*High Frequency*): componente de alta frequência, com variação de 0,15 a 0,4Hz. *d*: Tamanho de efeito. *P*: probabilidade de significância; <sup>(P)</sup> *d* pequeno <sup>(T)</sup> *d* trivial. Análise estatística: Teste-*t* pareado de *Student*, *P* ≤ 0,05. Dados apresentados como média ± desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.4 Repostas termorregulatórias e perceptivas durante o exercício submáximo realizado em ambiente quente, nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.

#### 3.4.1 Temperatura interna.

Como esperado, a T<sub>interna</sub> aumentou ao longo do exercício e apresentou um TE de grande magnitude (*P* = 0,001; *d* = 1,4). A ANOVA não mostrou diferença para a T<sub>interna</sub> entre as situações experimentais e houve um TE trivial (*P* = 0,12; *d* = 0,1). Não foi observado efeito de interação entre os fatores principais (situação vs tempo) (*P* = 0,87) (FIGURA 21).

[Digite aqui]

**Figura 21 - Temperatura interna ao longo do exercício submáximo, nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.**

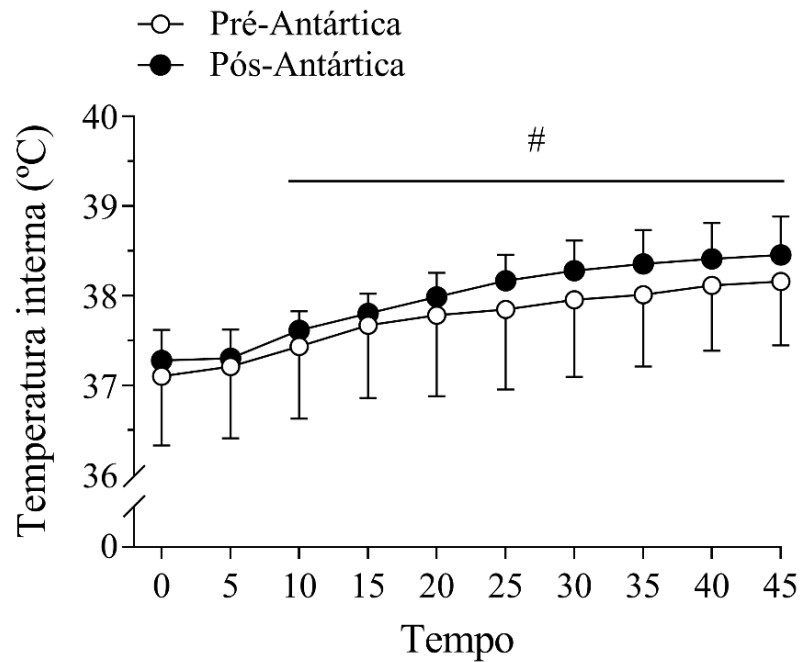


FIGURA 21 - Temperatura interna ao longo do exercício físico submáximo ( $60\% V_{MAX}$ ) realizado em ambiente quente ( $31^{\circ}C$  e  $60\%URA$ ), nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”) e após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). #Diferença ao longo do tempo ( $p \leq 0,001$ ). Análise estatística: ANOVA *two way* RM e *post-hoc* de *Student-Newman-Keuls*. Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão da média.  $P \leq 0,05$ .

Fonte: Elaboração própria.

### 3.4.2 Temperaturas da pele (do braço, da coxa, do peito e da testa).

As temperaturas do braço e da coxa apresentaram aumento ao longo do exercício, com TE moderado ( $P = 0,001$ ;  $d = 0,9$ ) e TE grande ( $P = 0,001$ ;  $d = 1,4$ ) e sem diferenças entre as situações “Pré-” e “Pós-Antártica”, com TE trivial ( $P = 0,13$ ;  $d = 0,1$ ) e TE pequeno ( $P = 0,66$ ;  $d = 0,3$ ), respectivamente (FIGURA 22 A e B). Não houve interação entre os principais fatores (situação vs tempo) em nenhuma variável apresentada acima ( $P = 0,49$  e  $P = 0,28$  respectivamente).

[Digite aqui]

Para temperatura do peito, houve uma tendência à diferença em relação à situação “Pré-Antártica” e com um TE pequeno ( $P = 0,081$ ;  $d = 0,2$ ), diferença ao longo do tempo de exercício e um TE moderado ( $P = 0,001$ ;  $d = 0,7$ ) e interação entre os fatores (situação vs. tempo) e um TE trivial ( $P = 0,013$ ;  $d = 0,1$ ). Na situação “Pré-Antártica”, houve redução da Tpeito ao longo do exercício (tempos 30 a 45 min diferentes de 0 a 10 min; e tempos 20 e 25 min diferentes de 5 min), enquanto o *post-hoc* não revelou diferenças ao longo do tempo para a situação “Pós-Antártica”. As comparações de *post-hoc* mostraram que, comparada à situação “Pré-Antártica”, a Tpeito foi menor na situação “Pós-Antártica” para os minutos 0 ( $P = 0,001$ ) e 5 ( $P = 0,008$ ) (FIGURA 22 C).

A Ttesta foi menor na situação “Pós-Antártica” em relação à situação “Pré-” e apresentou um TE moderado ( $P = 0,001$ ;  $d = 0,8$ ) e apresentou interação entre fatores (situação vs. tempo) ( $P = 0,001$ ) e um TE moderado ( $ES = 0,7$ ). Na situação “Pré-Antártica” houve redução da Ttesta ao longo do tempo de exercício (tempos 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45 min diferentes de 0 e 10 min) e um TE moderado ( $P = 0,001$ ;  $d = 0,8$ ), enquanto o *post-hoc* não revelou diferenças ao longo do tempo para a situação “Pós-Antártica”. As comparações de *post-hoc* mostraram que, comparada à situação “Pré-Antártica”, a Testa foi menor na situação “Pós-Antártica” para os minutos 0 ( $P = 0,001$ ), 5 ( $P = 0,001$ ), 10 ( $P = 0,017$ ), 20 ( $P = 0,015$ ) e 25 ( $P = 0,046$ ) (FIGURA 22 D).

[Digite aqui]

**Figura 22 – Temperaturas da pele ao longo do exercício submáximo em ambiente quente, nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.**

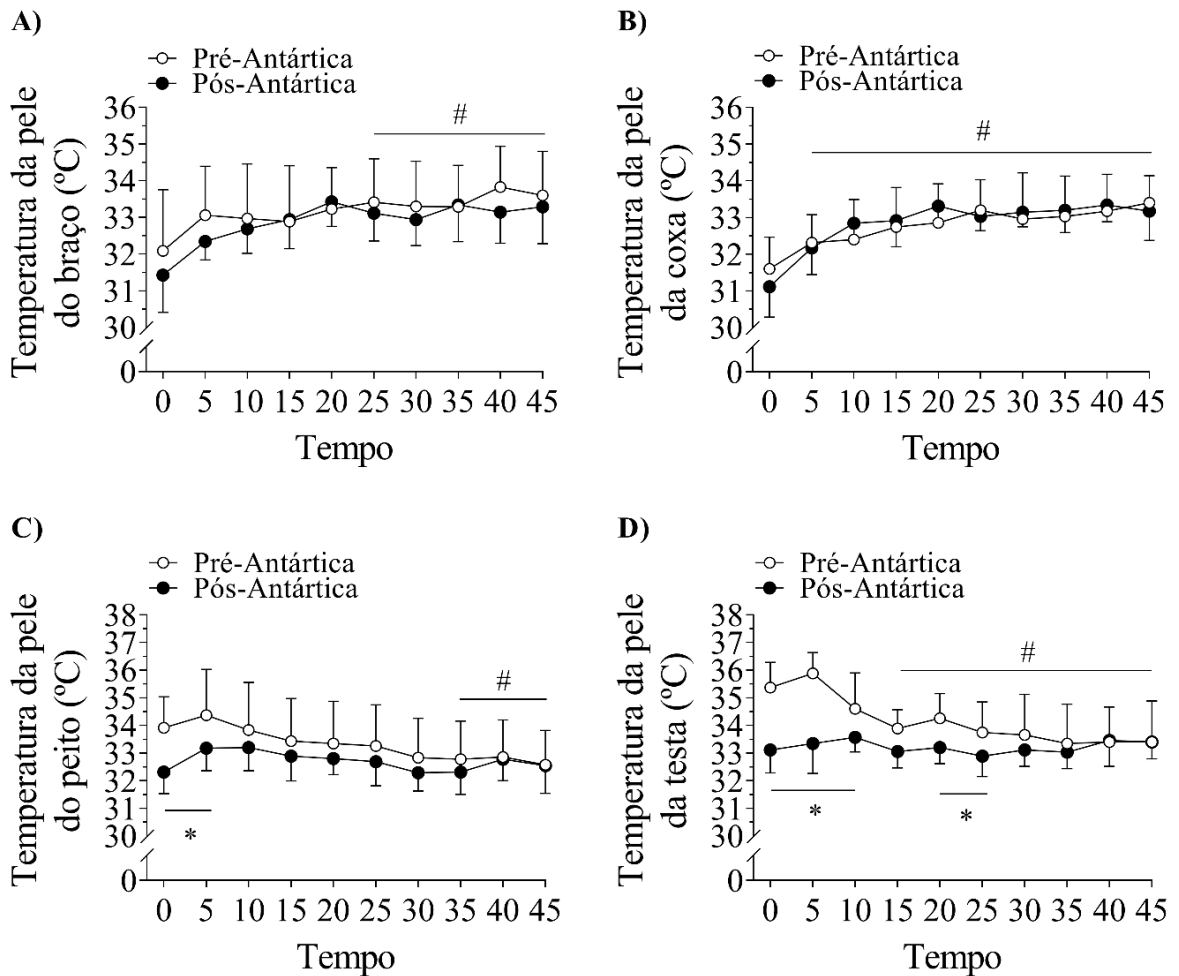


FIGURA 22. Gráficos das temperaturas medidas durante o exercício físico submáximo ( $60\% V_{MAX}$ ) realizado em ambiente quente ( $31^{\circ}C$  e  $60\% URA$ ), nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”) e após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). A) Temperatura da pele do braço (Tbraço), B) Temperatura da pele da coxa (Tcoxa), C) Temperatura da pele do peito (Tpeito), D) Temperatura da pele da testa (Ttesta). \* Diferença entre as situações experimentais. #Diferença ao longo do tempo ( $P \leq 0,001$ ): para a temperatura da pele do peito, houve diferença na situação “Pré-Antártica” entre os momentos sinalizados e os minutos 0, 5 e 10; para a temperatura da pele da testa houve diferença na situação “Pré-Antártica” entre os momentos sinalizados e os minutos 0 e 5. Análise estatística: ANOVA *two way* RM e *post-hoc* de Tukey. Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão da média.  $P \leq 0,05$

Fonte: Elaboração própria.

[Digite aqui]

### 3.4.3 Temperatura média da pele e temperatura média do corpo.

A temperatura média da pele aumentou ao longo do exercício e apresentou TE pequeno ( $P = 0,001$ ;  $d = 0,6$ ) (FIGURA 23 A), e não foi diferente entre as situações “Pré-” e “Pós-Antártica”, com TE pequeno ( $P = 0,15$ ;  $d = 0,4$ ). A temperatura média do corpo aumentou durante o exercício, com um TE grande ( $P = 0,001$ ;  $d = 1,3$ ), e não foi diferente entre as situações experimentais, com TE moderado ( $P = 0,78$ ;  $d = 0,9$ ) (FIGURA 23 B). Não observamos interação entre os fatores (situação vs tempo) ( $P = 0,11$  e  $P = 0,89$ , respectivamente) nas variáveis apresentadas acima.

**Figura 23 - Temperatura média da pele e temperatura média do corpo ao longo do exercício submáximo em ambiente quente, nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.**

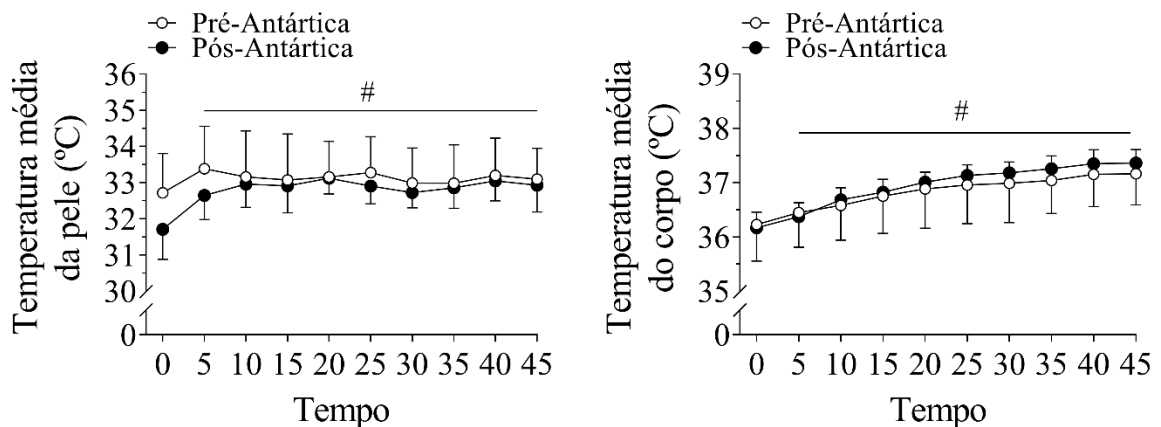


FIGURA 23 – Gráficos das temperaturas medidas durante o exercício físico submáximo ( $60\% V_{MAX}$ ) realizado em ambiente quente ( $31^{\circ} C$  e  $60\% URA$ ), nas situações “Pré- Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”) e após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). A) temperatura média da pele e B) temperatura média do corpo. #Diferença ao longo do tempo ( $P \leq 0,001$ ). Análise estatística: ANOVA two way RM e *post-hoc* de *Student-Newman-Keuls*.  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

[Digite aqui]

### 3.4.4 Taxa de sudorese local (TSL) e taxa de sudorese total (TST).

Quando comparadas as situações “Pré-” e “Pós-Antártica”, observamos um aumento na TSL da testa na situação “Pós-Antártica”, com TE de grande magnitude ( $P = 0,03$ ;  $d = 1,79$ ). A TSL do antebraço, apesar de não ter apresentado diferenças entre as situações experimentais, apresentou um TE grande ( $P = 0,09$ ;  $d = 2,28$ ). A ANOVA não identificou diferenças entre as situações experimentais na TSL do peito e do braço ( $P = 0,17$  e  $P = 0,63$  respectivamente) e houve um TE moderado e trivial respectivamente ( $d = 0,67$  e  $d = 0,06$ ). A TSL da coxa também não foi diferente entre as situações e identificamos um TE pequeno ( $P = 0,14$ ;  $d = 0,48$ ). A ANOVA não identificou diferença TST entre as situações experimentais e o cálculo de TE apresentou um efeito moderado ( $P = 0,33$ ;  $d = 0,61$ ) (TABELA 5).

**Tabela 5: Taxa de sudorese local ao longo do exercício submáximo em ambiente quente, nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.**

	Testa (mg.cm <sup>-2</sup> .min <sup>-1</sup> )	Peito (mg.cm <sup>-2</sup> .min <sup>-1</sup> )	Braço (mg.cm <sup>-2</sup> .min <sup>-1</sup> )	Antebraço (mg.cm <sup>-2</sup> .min <sup>-1</sup> )	Coxa (mg.cm <sup>-2</sup> .min <sup>-1</sup> )	TST (g.m <sup>-2</sup> .min <sup>-1</sup> )
Pré-Antártica	1,132 ± 0,233	1,245 ± 0,062	1,017 ± 0,408	1,037 ± 0,220	0,612 ± 0,538	6,52 ± 3,88
Pós-Antártica	1,348 ± 0,120*	1,145 ± 0,195	1,041 ± 0,229	1,200 ± 0,071	0,760 ± 0,413	8,70 ± 3,20*
<b><i>P</i></b>	0,03	0,17	0,63	0,09	0,14	0,33
<b><i>d</i></b>	1,79 <sup>G</sup>	0,67 <sup>M</sup>	0,06 <sup>T</sup>	2,28 <sup>G</sup>	0,48 <sup>P</sup>	0,61 <sup>M</sup>

TABELA 5: Taxa de total (TST) e taxa de sudorese local (TSL), durante o exercício físico submáximo (60% V<sub>MAX</sub>) realizado em ambiente quente (31°C e 60% URA), nas situações “Pré- Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”) e após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). *d*: Tamanho de efeito; <sup>(G)</sup> *d* grande, <sup>(P)</sup> *d* pequeno <sup>(T)</sup> *d* trivial. *P*: probabilidade de significância. \*Diferente da situação “Pré-Antártica”. Análise estatística: Teste-t pareado de *Student*,  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados como média ± desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

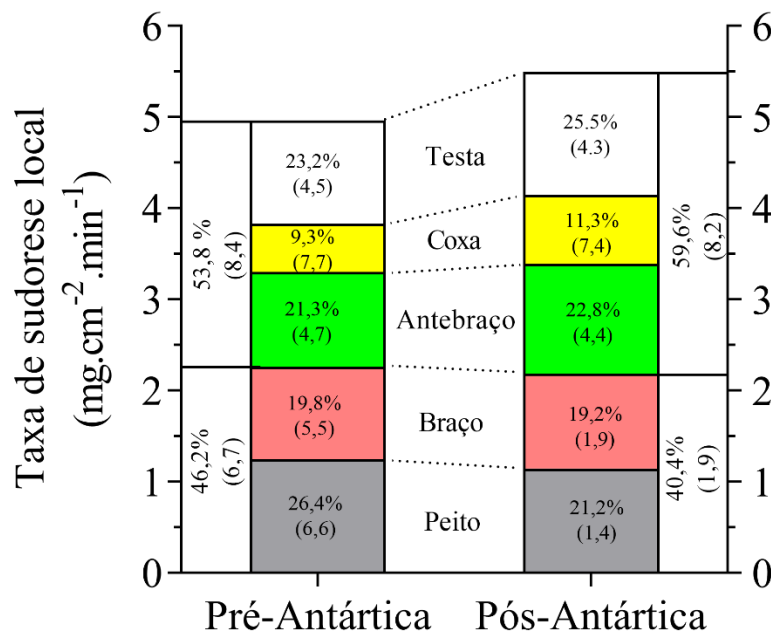
[Digite aqui]

### 3.4.5 Variação da taxa de sudorese local.

Quando comparamos as situações “Pré-” e “Pós-Antártica”, observamos, na situação “Pós-Antártica”, um aumento de 2,9% da contribuição relativa da produção de sudorese das regiões agrupadas testa, coxa e antebraço e um TE pequeno entre as situações ( $P = 0,02$ ;  $d = 0,37$ ). No entanto, a ANOVA não indicou diferenças entre as situações experimentais para as regiões agrupadas do peito e do braço, e houve um TE pequeno ( $P = 0,11$ ;  $d = 0,58$ ).

Considerando os sítios de medidas de sudorese local individualmente, a contribuição da sudorese do peito na situação “Pós-” reduziu em relação à situação “Pré- Antártica”, e apresentou um efeito moderado ( $P = 0,05$ ;  $d = 1,08$ ). As regiões do braço e da coxa não foram diferentes entre as situações experimentais ( $P = 0,81$  e  $P = 0,18$ , respectivamente) e apresentaram um TE pequeno ( $d = 0,20$  e  $d = 0,26$ , respectivamente). As regiões da testa e do antebraço também não foram diferentes entre as situações ( $P = 0,13$  e  $P = 0,51$ , respectivamente), mas identificamos um TE pequeno para ambas as regiões ( $d = 0,51$  e  $d = 0,33$  respectivamente) (FIGURA 24).

**Figura 24 - Contribuição percentual das diferentes áreas da superfície.**



[Digite aqui]

FIGURA 24 - Gráfico referente à contribuição para a sudorese, em percentual (%), com o respectivo desvio padrão em parênteses, dos diferentes locais avaliados durante o exercício submáximo ( $60\% V_{MAX}$ ) realizado em ambiente quente ( $31^{\circ}C$  e  $60\%$  URA), nas situações “Pré- Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”) e após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão das médias.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.4.6 Número de glândulas sudoríparas ativas (GSA) e taxa de sudorese por glândulas sudoríparas ativas ( $TS_{GSA}$ ).

Quando comparadas as GSA nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”, observamos um aumento no número de GSA da testa e uma redução do número de GSA do peito na situação “Pós-Antártica” ( $P = 0,01$  e  $P = 0,02$  respectivamente) e um TE grande entre as situações para ambos os locais. Observamos uma tendência a um aumento do número de GSA do antebraço e o cálculo de TE apresentou um efeito de grande magnitude ( $P = 0,07$ ;  $d = 1,41$ ). Para o número de GSA na coxa e do braço não houve diferença entre as situações experimentais ( $P = 0,29$  e  $P = 0,10$  respectivamente) e um TE apresentou um pequeno efeito para ambos os locais ( $d = 0,57$  e  $d = 0,51$  respectivamente). A taxa de sudorese relativizada pelo número de GSA também não foi diferente entre as situações experimentais e observamos um TE pequeno ( $P = 0,69$ ;  $d = 0,20$ ) (TABELA 6).

**Tabela 6: Número de glândula sudoríparas ativas (GSA) e taxa de sudorese por GSA durante o exercício submáximo em ambiente quente, nas situações “Pré- Antártica” e “Pós-Antártica”.**

Local	Testa	Peito	Braço	Antebraço	Coxa	$TS_{(GSA)}$
	(gland.cm <sup>2</sup> )	(gland.cm <sup>2</sup> )	(gland.cm <sup>2</sup> )	(gland.cm <sup>2</sup> )	(gland.cm) <sup>2</sup>	(g.min <sup>-1</sup> GSA <sup>-1</sup> )
Pré-Antártica	61 $\pm$ 23	45 $\pm$ 28	73 $\pm$ 53	20 $\pm$ 27	51 $\pm$ 34	0,15 $\pm$ 0,10
Pós-Antártica	135 $\pm$ 58 *	6 $\pm$ 8*	44 $\pm$ 56	84 $\pm$ 41	33 $\pm$ 25	0,17 $\pm$ 0,10
<b>P</b>	0,01	0,02	0,10	0,07	0,29	0,69
<b>d</b>	3,21 <sup>G</sup>	1,86 <sup>G</sup>	0,51 <sup>P</sup>	1,41 <sup>G</sup>	0,57 <sup>P</sup>	0,20 <sup>P</sup>

[Digite aqui]

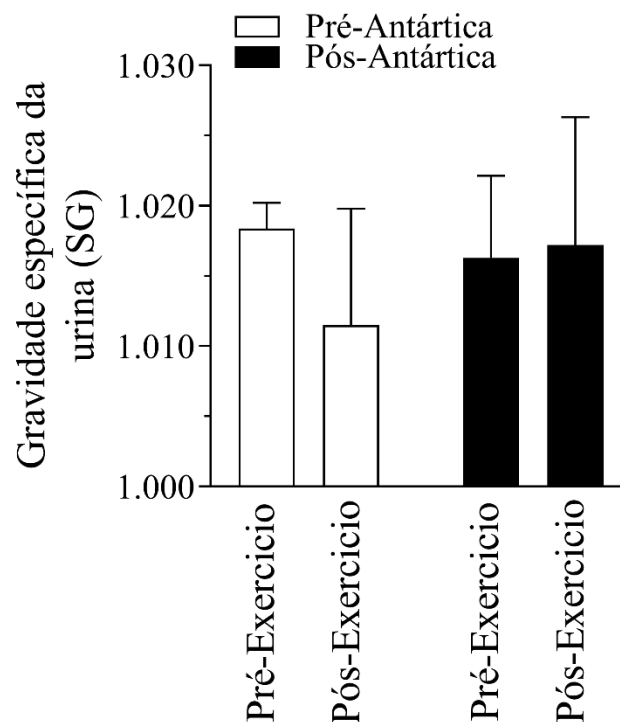
TABELA 6: Glândulas sudoríparas ativas (GSA) durante o exercício físico submáximo ( $60\% V_{MÁX}$ ) no ambiente quente ( $31^{\circ}\text{C}$  e  $60\%$  URA), nas situações “Pré- Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”) e após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”).  $d$ : Tamanho de efeito.  $P$ : probabilidade de significância; <sup>(G)</sup>  $d$  grande, <sup>(P)</sup>  $d$  pequeno. \* Diferente da situação ‘Pré-Antártica’. Análise estatística: Teste-t de *Student* pareado,  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.4.7 Gravidade específica da urina.

Para a gravidade específica da urina, não foram observadas diferenças entre os momentos “Pré-exercício” e “Pós-exercício” ( $P = 0,16$ ) ou entre as situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”, e houve efeito moderado entre a situações experimentais ( $d = 1,0$ ) (FIGURA 25).

**Figura 25 - Gravidade específica da urina antes e após o exercício submáximo em ambiente quente, nas situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”.**



[Digite aqui]

FIGURA 25 - Gravidade específica da urina, antes e após o exercício submáximo ( $60\% V_{MÁX}$ ) realizado em ambiente quente ( $31^{\circ}\text{C}$  e  $60\%$  URA), nas situações “Pré- Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”) e após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). Análise estatística: ANOVA *one way* RM,  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão das médias.

Fonte: Elaboração própria.

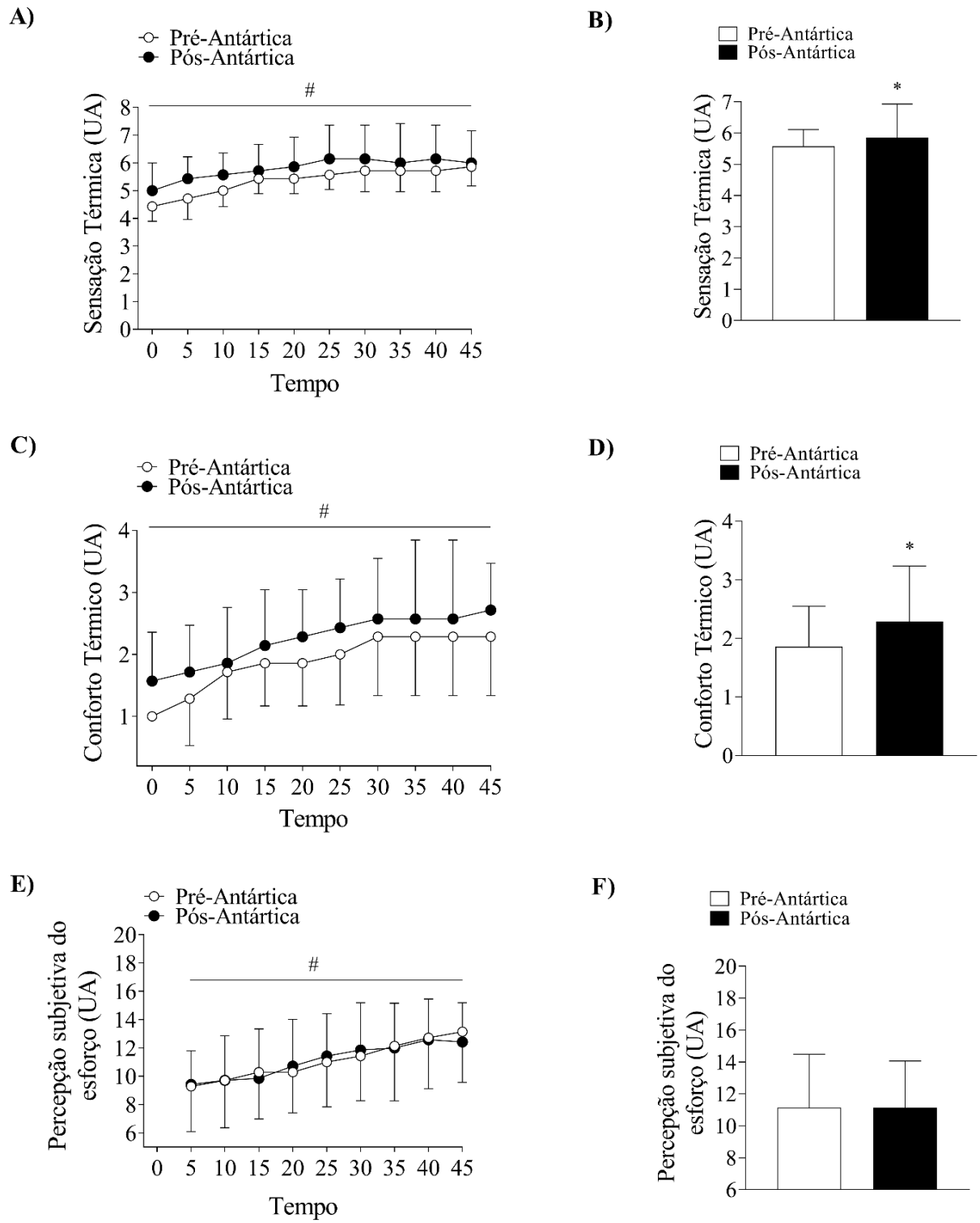
### 3.4.8 Variáveis perceptivas.

Para as variáveis sensação térmica, conforto térmico e percepção subjetiva do esforço analisadas ao longo do tempo não observamos diferenças entre as situações experimentais ( $P = 0,36$ ;  $P = 0,45$ ;  $P = 0,91$  respectivamente). Todas as variáveis aumentaram ao longo do tempo ( $P = 0,001$ , para ambas as comparações). Não observamos interação entre os fatores (situação vs tempo) ( $P = 0,28$ ;  $P = 0,97$ ;  $P = 0,67$  respectivamente). Houve um TE trivial para as variáveis apresentadas acima ( $d = 0,1$  para ambas as comparações) (FIGURA 26 A, C e E).

No entanto, quando comparamos os valores médios das variáveis perceptivas entre as situações experimentais, os voluntários atribuíram maiores notas à sensação térmica e ao conforto térmico na situação “Pós-Antártica” em relação à “Pré-Antártica” ( $P = 0,001$  e  $P = 0,03$  respectivamente), sendo observado, para a sensação térmica e o conforto térmico, um TE pequeno ( $d = 0,47$  e  $d = 0,38$  respectivamente) (FIGURA 26 B e D). Para a variável percepção subjetiva do esforço, não houve diferença entre as situações experimentais e o TE foi trivial ( $P = 0,93$ ;  $d = 0,10$ ) (FIGURA 26 F).

[Digite aqui]

**Figura 26 – Variáveis perceptivas durante o exercício submáximo em ambiente quente, nas situações “Pré- Antártica” e “Pós-Antártica”.**



[Digite aqui]

FIGURA 26 - Variáveis perceptivas durante o exercício submáximo ( $60\%V_{MAX}$ ) realizado em ambiente quente ( $31^{\circ}C$  e  $60\%$  URA), nas situações “Pré- Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”) e após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). A) Sensação Térmica C) Conforto Térmico, E) Percepção Subjetiva do Esforço. Gráficos das médias  $\pm$  desvio padrão da média. B) Sensação Térmica D) Conforto Térmico e F) Percepção Subjetiva do Esforço \*Diferença estatística entre as situações “Pré- Antártica” e “Pós-Antártica”. Análise estatística: teste não paramétrico *Wilcoxon Signed Rank*,  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

3.5 Medidas de tolerância e respostas termorregulatórias no teste de exposição da mão à água a  $2^{\circ}C$ .

3.5.1 Medidas de tolerância à exposição da mão à água a  $2^{\circ}C$ .

3.5.1.1 Tempo total de tolerância da exposição da mão na água a  $2^{\circ}C$  e nota atribuída na escala visual analógica de dor (EVA).

Os voluntários apresentaram tendência a uma maior tolerância à água fria na situação “Antártica” ( $P = 0,051$ ), em comparação com as situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”, com TE moderado entre as situações experimentais ( $d = 0,96$ ) (FIGURA 27 A).

Com relação às notas atribuídas à Escala Analógica Visual de Dor, como esperado, houve aumento da dor ao longo do teste, com TE grande ( $P = 0,001$ ;  $d = 4,0$ ), e observamos uma tendência de diferença entre as situações “Pré-”, “Antártica” e “Pós-Antártica”, no 25% do tempo inicial ( $P = 0,06$ ), com TE moderado ( $d = 0,87$ ). Não houve interação entre os fatores de variação (situação *vs* tempo) e o cálculo de TE apresentou um efeito trivial ( $P = 0,88$ ;  $d = 0,1$ ) (FIGURA 27 B).

**Figura 27 – Tempo total de imersão da mão à água a  $2^{\circ}C$  e das notas atribuídas na EVA.**

[Digite aqui]

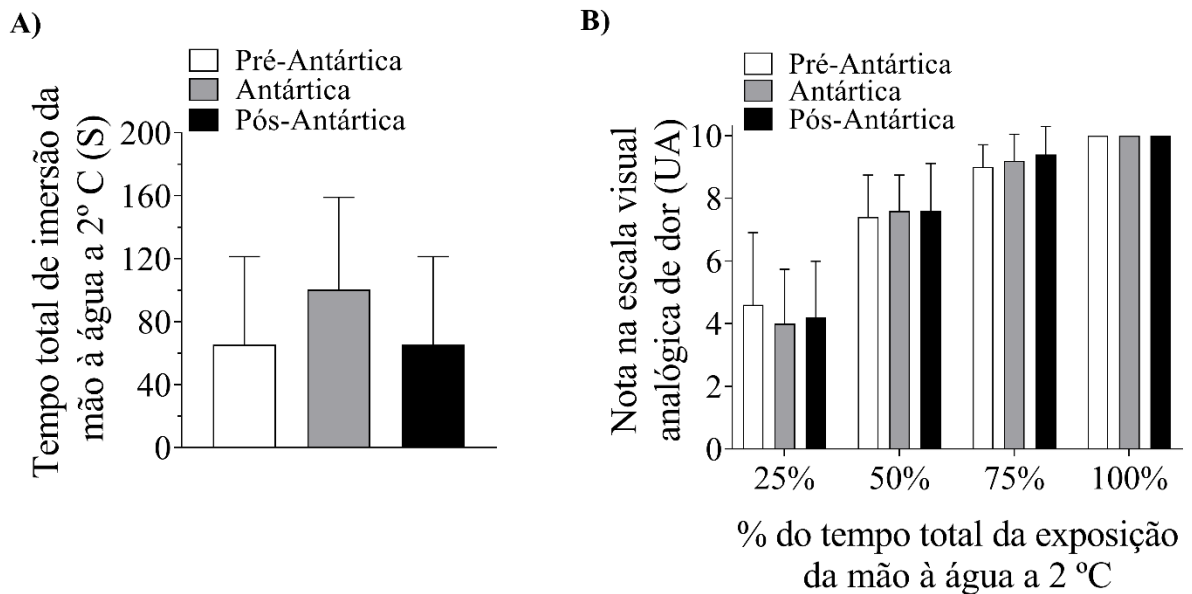


FIGURA 27 – Gráficos de medidas obtidas durante teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C, nas situações “Pré-Antártica”, “Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”), durante a expedição Antártica e novamente no Brasil, após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). A) Tempo total de imersão. B) Gráfico referente às notas atribuídas na escala visual analógica de dor a 25%, 50%, 75% e 100% do tempo total do teste. Análise estatística: ANOVA *two way* RM.  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.5.2 Respostas termorregulatórias e cardiovasculares à exposição da mão à água a 2 °C.

#### 3.5.2.1 Temperaturas da pele da mão (dedo médio e palma) e taxa de resfriamento da pele.

A temperatura da pele do dedo médio da mão apresentou efeito de interação entre os fatores de variação (situação vs momento) e um TE moderado ( $P = 0,004$ ), com menores valores no “Pós-imersão” em relação ao momento “Pré-imersão”, nas situações “Pré-Antártica” e “Antártica” ( $P = 0,001$ , para ambas as comparações). No entanto, esta diferença não foi observada na situação “Pós-Antártica” ( $P = 0,45$ ). A temperatura da pele do dedo médio foi menor no momento “Pós-imersão” na situação “Antártica”, quando comparada ao mesmo momento da situação “Pós-Antártica” ( $P = 0,004$ ). Entre as situações “Pré-Antártica” e “Pós-

[Digite aqui]

Antártica”, não houve diferença no momento “Pré-imersão” ( $P = 0,28$ ) e no “Pós-imersão” ( $P = 0,17$ ). Houve um TE efeito pequeno entre as situações experimentais ( $d = 0,02$ ) (FIGURA 28 A). A redução da temperatura da pele do dedo médio “Pré-imersão” e “Pós-imersão” não foi diferente entre as situações experimentais e houve um tamanho de efeito pequeno ( $P = 0,35$ ;  $d = 0,3$ ).

A taxa de resfriamento da pele do dedo da mão na situação “Antártica” não foi diferente em relação à “Pré-Antártica” ( $P = 0,15$ ), mas foi menor do que na situação “Pós-Antártica” ( $P = 0,01$ ). Apesar de não terem sido observadas diferenças entre as situações “Pré-” e “Pós-Antártica” ( $P = 0,13$ ), houve um TE grande entre as situações experimentais ( $d = 1,40$ ) (FIGURA 28 B).

A imersão em água fria reduziu a temperatura da pele da palma da mão em todas as situações ( $P = 0,001$ ) e para todas as situações experimentais, não houve diferenças entre as situações “Pré-Antártica” e “Antártica” ( $P = 0,65$ ), “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica” ( $P = 0,41$ ) e “Antártica” com “Pós-Antártica” ( $P = 0,21$ ). O cálculo de TE apresentou um efeito pequeno entre as situações experimentais ( $d = 0,5$ ). Não observamos a interação entre os fatores de variação (situação *vs* momento) e o TE apresentado foi pequeno ( $P = 0,16$ ;  $d = 0,2$ ) (FIGURA 28 C). A comparação do delta entre a temperatura da pele da palma da mão “Pré-imersão” e “Pós-imersão” não foi diferente entre as situações experimentais e houve um TE grande ( $P = 0,73$ ;  $d = 1,4$ ).

A ANOVA não revelou diferenças na taxa de resfriamento da pele da palma da mão entre as situações, mas observamos um TE grande entre as situações experimentais ( $P = 0,28$ ;  $d = 1,30$ ) (FIGURA 28 D).

[Digite aqui]

Figura 28 – Temperaturas da pele e das taxas de resfriamento da pele.

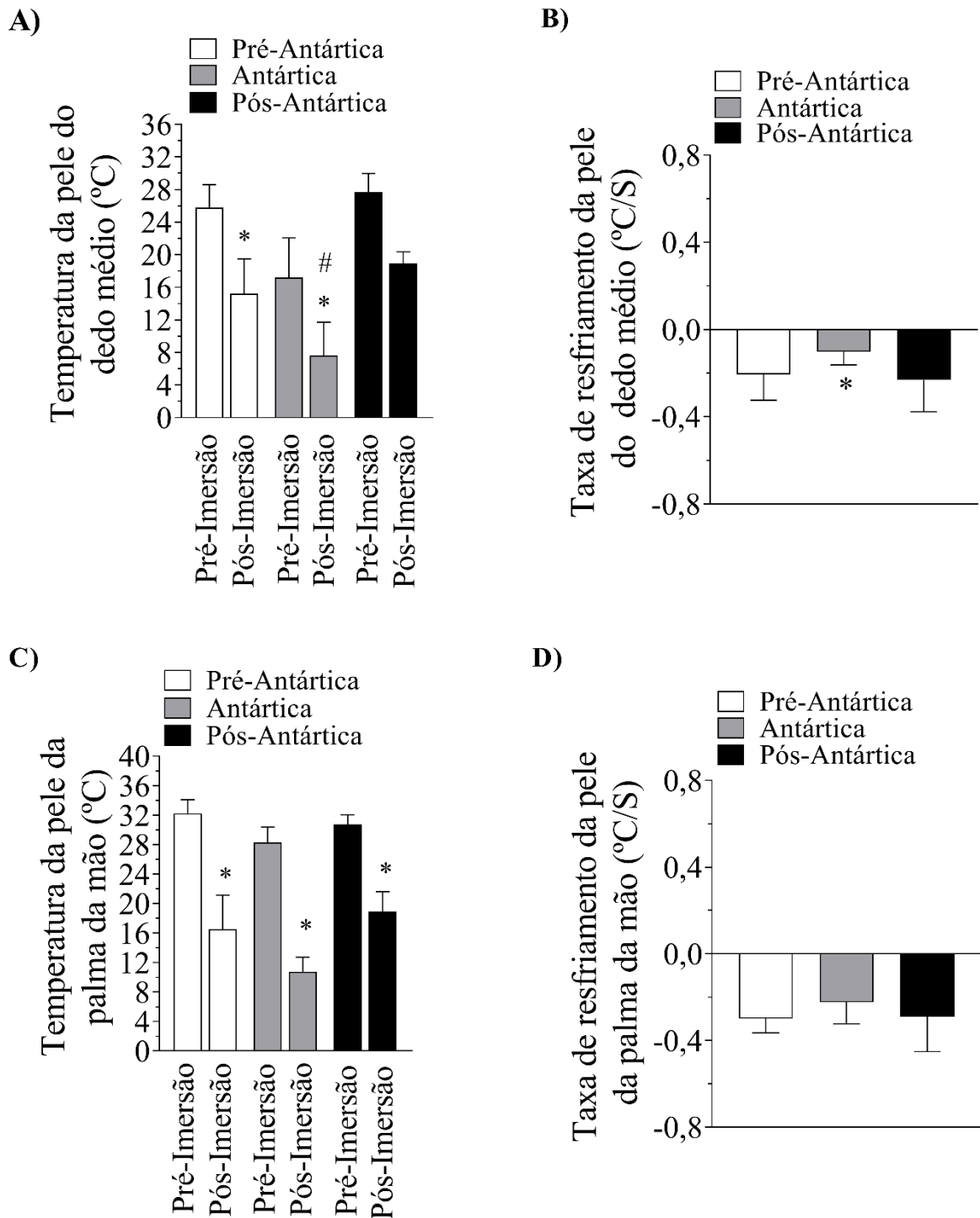


FIGURA 28 – Gráficos de medidas de temperaturas e de resfriamento da pele da região da mão durante o teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C, nas situações “Pré-Antártica”, “Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”), durante a expedição na

[Digite aqui]

Antártica (“Antártica”) e, novamente, no Brasil, após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”): A) Temperatura da pele do dedo médio, B) Taxa de resfriamento da pele dedo médio, C) Temperatura da pele da palma da mão, D) Taxa de resfriamento da pele da palma da mão, \*Diferença em relação ao momento “Pré-imersão” e “Pós-imersão”. #Diferença entre as situações “Antártica” e “Pós-Antártica” no momento “Pós-imersão”. Análises estatísticas: ANOVA *two way* RM e *post-hoc* de *Tukey*. ANOVA *one way* RM e *post-hoc* de *Student-Newman-Keuls*,  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.5.2.2 Frequência cardíaca (FC) durante a exposição da mão à água a 2° C.

A FC apresentou efeito de tempo com TE de grande magnitude ( $P = 0,001$ ;  $d = 2,88$ ). Não houve diferença na frequência cardíaca entre as situações “Pré-Antártica”, “Antártica” e “Pós-Antártica”, para quaisquer tempos avaliados, e o TE apresentado foi pequeno ( $P = 0,19$ ;  $d = 0,22$ ). Houve uma tendência à interação entre os fatores (situação *vs* tempo) e o TE foi trivial ( $P = 0,06$ ;  $d = 0,1$ ) (FIGURA 29).

**Figura 29 - Frequência cardíaca durante a exposição da mão à água a 2° C.**

[Digite aqui]

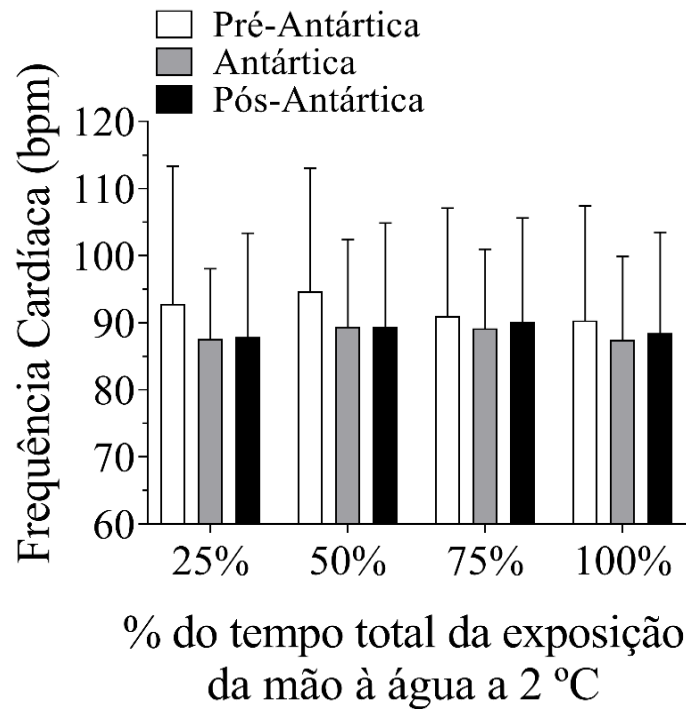


FIGURA 29 - Frequência cardíaca a 25%, 50%, 75% e 100% do tempo total do teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C, nas situações “Pré-Antártica”, “Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para o continente Antártico (“Pré-Antártica”), na Antártica (“Antártica”) e, novamente, no Brasil, após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). Análise estatística: ANOVA *two way* RM.  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.5.2.3 Variabilidade da frequência cardíaca.

Quando comparadas as situações “Pré-Antártica”, “Antártica” e “Pós-Antártica”, observamos uma tendência à diferença estatística na banda SDNN e um TE moderado entre as situações experimentais. As bandas RMSSD e HF não foram diferentes entre as situações experimentais, mas apresentaram um TE moderado. Para a banda LF não houve diferença entre as situações experimentais e TE foi pequeno (Valores apresentados na tabela 7).

**Tabela 7: VFC durante a exposição da mão à água a 2° C, nas situações “Pré-Antártica”, “Antártica” e “Pós-Antártica”.**

[Digite aqui]

	Pré-Antártica	Antártica	Pós-Antártica	ANOVA <i>One-way</i>	Cohen's <i>d</i>
RMSSD (ms <sup>2</sup> )	37,61 ± 21,71	21,8 ± 16,69	25,06 ± 11,61	<i>P</i> = 0,16	0,69 <sup>M</sup>
SDNN (ms <sup>2</sup> )	46,73 ± 17,64	28,34 ± 17,63	35,05 ± 15,01	<i>P</i> ≤ 0,05	0,94 <sup>M</sup>
LF (ms <sup>2</sup> )	1742 ± 2227	526 ± 688	555 ± 978	<i>P</i> = 0,30	0,58 <sup>P</sup>
HF (ms <sup>2</sup> )	195 ± 141	105 ± 57	335 ± 240	<i>P</i> = 0,14	1,03 <sup>M</sup>

TABELA 7: Parâmetros da VFC, no domínio do tempo (RMSSD e SDNN) e no domínio da frequência (LF e HF), medidos durante o teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C, nas situações “Pré-Antártica”, “Antártica” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártica (“Pré-Antártica”), na Antártica (“Antártica”) e, novamente, no Brasil, após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). SDNN: desvio padrão de todos os intervalos RR; RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes; LF (*Low Frequency*): componente de baixa frequência com variação entre 0,04 e 0,15Hz; HF (*High Frequency*): componente de alta frequência, com variação de 0,15 a 0,4Hz. *d*: Tamanho de efeito; <sup>(M)</sup> *d* moderado, <sup>(P)</sup> *d* pequeno. *P*: probabilidade de significância. Análise estatística: ANOVA *one way* MR, *P* ≤ 0,05. Dados apresentados como média ± desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

## 4 DISCUSSÃO

[Digite aqui]

O período em acampamento na Antártica foi suficiente para gerar alterações nas respostas termorregulatórias que foram duradouras o bastante para, após o retorno para o Brasil, serem observadas após 18 dias durante o exercício realizado em ambiente quente. A aclimatização ao calor ocorreu de forma concomitante com adaptações periféricas ao frio, como observado pela tendência ao aumento da tolerância da exposição da mão à água a 2° C na situação “Antártica”.

Durante o deslocamento em campo na Antártica (situação experimental “Antártica”), foi possível observar um aumento da temperatura interna nos momentos Pico 1 e Pico 2. O aumento da temperatura interna, ao longo do deslocamento em campo antártico, se deu pela associação entre a produção de calor gerado pelo esforço físico e o microclima mantido pelo isolamento térmico das vestimentas. É possível que esta elevação da temperatura interna durante os deslocamentos em campo, que ocorreram em 18 dias, ao longo dos 32 dias de acampamentos, tenham resultado nas respostas de aclimatização duradouras, observadas em laboratório, após o retorno dos voluntários para o Brasil. Cabe salientar que nossos resultados estão de acordo com os achados de Moraes *et al.* (2018) obtidos em pesquisa anterior de nosso grupo que encontrou uma elevação de até 1,6° C na temperatura interna de um indivíduo durante o deslocamento em campo antártico.

Na situação experimental “Pós-Antártica” encontramos aumentos na TSL e no número de GSA na região da testa, e aumento da contribuição relativa das regiões agrupadas testa, coxa e antebraço e a redução da contribuição relativa do peito na sudorese. Tem sido sugerido que, após um período de aclimatação/aclimatização, as principais adaptações da função sudomotora observadas são a redução do limiar sudomotor e mudanças na capacidade das glândulas sudoríparas (TYLER *et al.* 2016; TAYLOR, 2014; MAGALHÃES, 2010). A testa é o local com maior densidade de glândulas sudoríparas; além disso, essas geralmente apresentam maiores respostas na produção de suor quando comparadas às glândulas sudoríparas de outros segmentos corporais (MACHADO-MOREIRA *et al.* 2007). Após um protocolo de aclimatação ao ambiente quente, nos quais os voluntários realizavam 1h de exercício em um ambiente 40° C e 45% URA, durante 11 dias, Magalhães *et al.* (2010) não encontraram alterações na produção de suor da testa, mas uma redistribuição da sudorese, com aumento da sudorese nos membros. Contudo, é possível que as diferenças nos resultados entre o presente estudo e o de MAGALHÃES *et al.* (2010) reflitam diferenças entre os desenhos experimentais e as

[Digite aqui]

características do trabalho em campo investigado no presente estudo. No estudo de Magalhães *et al.* (2010) os voluntários corriam apenas de bermuda em um ambiente quente e seco ( $40 \pm 0^\circ$  C,  $45,1 \pm 0,2\%$  URA), o que permitia a troca de calor através de todos os segmentos corporais. Já Regan *et al.* (1996) observaram um aumento da produção da sudorese da testa; assim sendo os autores destacaram um maior aumento na produção de suor do antebraço em comparação ao aumento observado na testa, após um protocolo de aclimação ao calor. No presente estudo, durante todos os deslocamentos realizados pelos voluntários na Antártica, apenas a face e, menos frequentemente, as mãos (com uso de luvas), eram expostas e, portanto, locais que permitiam a dissipação do calor corporal. Dessa forma, é possível que o aumento da TSL esteja relacionado a uma adaptação local devido à dificuldade de dissipação de calor pelo restante do corpo. Assim, é possível que o resultado de TSL da testa do presente estudo reflita um padrão de aclimação recorrente em indivíduos que permanecem um período em campo na Antártica.

Vale destacar que nossos resultados mostram que houve um aumento da contribuição relativa da produção de sudorese das regiões agrupadas da testa, coxa e antebraço e uma redução da contribuição do peito na situação “Pós-Antártica”. Estes achados nos indicam que, após a estadia e trabalho de campo na Antártica, há uma redistribuição sudorípara para os membros. Segundo Magalhães (2007 apud KERSLAKE, 1963) o aumento da sudorese nos membros significa uma melhor utilização da superfície corporal para evaporação do suor, pois o coeficiente de evaporação nos membros é maior do que o do tronco, e essa redistribuição da sudorese representa uma adaptação ao exercício realizado em ambiente quente. Shvartz *et al.* (1979) ao utilizarem um protocolo de aclimação ao calor através de exercício em ambiente quente com intensidade constante, a  $50\% \dot{V}O_{2MÁX}$ , por oito dias, encontraram, uma redistribuição de suor para o braço e para a coxa. Regan *et al.* (1996) também relataram um maior aumento na produção de suor do antebraço em comparação ao aumento observado na testa, após um protocolo de aclimação ao calor. Já Patterson *et al.* (2004) ao utilizar a técnica de hipertermia controlada em um ciclo ergômetro por 16 dias em um ambiente quente e úmido ( $40^\circ$  C,  $60\%$  URA) observou o aumento relativo da produção de suor do peito em relação à coxa, um padrão de redistribuição diferente dos nossos achados. Um possível fator de influência para os achados de Patterson *et al.* (2004) é a utilização do cicloergômetro. No entanto não está

[Digite aqui]

claro na literatura, se o tipo de exercício realizado e a posição do corpo poderiam influenciar nas respostas de redistribuição de produção de suor.

Outros achados importantes em nosso estudo foram que as temperaturas da pele do peito e da testa foram menores na situação “Pós-Antártica”, quando comparadas à situação “Pré-Antártica”. Em relação à temperatura da pele da testa, a maior TSL da testa, observada em nosso trabalho, pode explicar a menor temperatura da pele nos minutos 0, 5, 10, 20 e 25, em consequência da alta taxa de sudorese (e, possivelmente, taxa de evaporação) observada nesta região durante o exercício. Os resultados do presente estudo corroboram o modelo de resfriamento cerebral seletivo proposto por Falk, (1990) segundo o qual um maior fluxo sanguíneo para a região da testa aumenta a produção do suor nesta região, que chega a ser duas vezes maior que em outras regiões (SATO e DOBSON, 1970). Deste modo, com um fluxo constante de suor, a troca de calor se torna mais eficiente, reduzindo a temperatura da pele (TAYLOR, 2014). Assim, a maior troca de calor entre a pele da testa e o ambiente pode explicar a menor temperatura da pele da testa nos voluntários durante o exercício.

A temperatura da pele do peito na situação “Pós-Antártica” também foi menor no minuto 0 e no minuto 5 em relação à “Pré-Antártica”, porém não observamos diferenças estatísticas na TSL acompanhada com uma redução do número de GSA do peito. Uma possível hipótese para esta resposta é que a redução da temperatura da pele seja consequência de uma resposta adaptativa ao frio, dentro de uma resposta insulativa de conservação de calor - adaptação observada após períodos longos de aclimatização e, também encontrada nos povos Aborígenes que vivem no norte da costa da Austrália (LAUNAY e SAVOUREY, 2009). Contudo, de forma oposta, outra hipótese é que a menor Tpele do peito reflita uma antecipação da ativação dos mecanismos de perda de calor, ou seja, uma redução do limiar para a sudorese, decorrente das adaptações ao calor (HOROWITZ, 2007). Nadel *et al.* (1971) observaram que, após um protocolo de 20 sessões de exercício um cicloergômetro a 80% do  $\dot{V}O_{2MÁX}$ , realizado em ambiente temperado e seco (26° C e 40% de URA), houve uma tendência à redução do limiar de início da sudorese nas regiões do peito, costas e abdômen, pois estes locais apresentarem uma temperatura da pele maior. Assim, é possível que a redução da temperatura do peito durante o exercício após o retorno da Antártica, tenha ocorrido devido à antecipação da produção de suor do peito no início do exercício, decorrente da redução do limiar de início da sudorese e uma maior termossensibilidade da resposta sudorípara (GAGNON e

[Digite aqui]

CRANDALL, 2018; WYNDHAM, 1967). Esse aumento da produção de suor no início do exercício, combinado com o deslocamento de ar promovido pelo ventilador utilizado para simular o vento durante a corrida, possivelmente induziu um aumento da troca de calor por convecção, devido à evaporação do suor no início do exercício e, assim, resfriou a pele. No entanto, a medida da sudorese do peito no presente estudo foi realizada ao longo de todo exercício (e não de forma segmentada), assim, não é possível afirmarmos os mecanismos termorregulatórios associados à resposta observada.

No que tange as respostas de desempenho físico, apesar do  $\dot{V}O_{2MÁX}$  não ter sido diferente entre as situações experimentais, após a permanência em um acampamento na Antártica, o que inclui todas as atividades nele desenvolvidas (de manutenção do acampamento aos deslocamentos e atividades de trabalho), houve um aumento do tempo total de exercício no teste de capacidade aeróbica máxima da velocidade absoluta e do trabalho total realizado durante o exercício físico submáximo, reforçando o aumento de desempenho físico na situação “Pós-Antártica”. Essa melhora no desempenho é corroborada pelas respostas fisiológicas e perceptivas durante o exercício submáximo em ambiente quente. Apesar de alcançarem uma intensidade absoluta maior (devido ao cálculo com base no tempo total do teste incremental), esta não resultou em maior estresse fisiológico ou perceptivo (o que mostra que a intensidade relativa foi mantida), como mostrado pela ausência de diferença da VFC entre as situações experimentais. A ausência de alteração significativa da atividade simpática ou parassimpática nos indica a manutenção da mesma intensidade de esforço relativa. Sabe-se que a melhora da capacidade aeróbica e da aptidão física tem influência sobre a resposta da frequência cardíaca e que esta, durante o exercício, é mediada pelo sistema nervoso autônomo (GIFFORD *et al.* 2018). Para Uusitalo *et al.* (2002) um programa de exercícios de intensidade leve já é o suficiente para induzir algum grau de melhora na função autonômica de indivíduos adultos saudáveis, ou seja, o aumento da regulação parassimpática e/ou a redução da regulação simpática do coração durante o exercício (FU *et al.* 2013; LEVY *et al.* 1998; SCHMITT, 2008). Deste modo, a ausência de diferença do tônus autonômico entre as situações experimentais, confirma a afirmação de Uusitalo *et al.* (2002) pois apesar da elevação da intensidade na situação “Pós-Antártica”, não observamos um aumento da atividade simpática.

Apesar da melhora no desempenho físico dos voluntários na situação “Pós- Antártica” não foi observado aumento na capacidade aeróbica dos voluntários. Ao analisarmos A FIGURA [Digite aqui]

17 A, é interessante notar que os voluntários que apresentam maior capacidade aeróbica antes da expedição (3 voluntários) tiveram uma redução do  $\dot{V}O_{2MÁX}$  e aqueles com menor capacidade aeróbica aumentaram após a expedição (4 voluntários). Nossos achados corroboram os de Moraes *et al.* (2018) que observaram que os indivíduos com  $\dot{V}O_{2MÁX}$  medido inicial mais baixo (ou seja, pesquisadores), após 24 dias de acampamento, tiveram aumento na capacidade aeróbica, devido aos momentos de esforço físico de alta intensidade ( $>70\% FC_{MÁX}$ ) durante o trabalho em campo; por outro lado, os indivíduos com maior  $\dot{V}O_{2MÁX}$  estimado inicial (ou seja, montanhistas) mostraram aptidão aeróbica reduzida, indicando que a demanda fisiológica não foi o suficiente para manter ou aumentar o  $\dot{V}O_{2MÁX}$  nestes indivíduos.

Apesar da ausência de diferenças estatísticas no  $\dot{V}O_{2MÁX}$ , encontramos um aumento de 27% no tempo total do teste de capacidade aeróbica máxima entre as situações “Pré-” e “Pós-Antártica”. Sabe-se que a massa corporal é determinante para o cálculo do  $\dot{V}O_{2MÁX}$ , e que há uma correlação inversa entre o percentual de gordura e o  $\dot{V}O_{2MÁX}$ , ou seja, quanto maior o percentual de gordura, menor o  $\dot{V}O_{2MÁX}$  (FRANCHINNI, 2004). Porém, o aumento do percentual de gordura em 57% dos nossos voluntários na situação “Pós-Antártica”, não explica a redução do  $\dot{V}O_{2MÁX}$  observado pois, ao relativizarmos o  $\dot{V}O_{2MÁX}$  pela massa magra, não encontramos diferenças entre as situações experimentais. Contudo, ao analisarmos separadamente os voluntários que apresentaram menores valores no  $\dot{V}O_{2MÁX}/MCLG$  antes da expedição Antártica (n=5) (voluntários 2, 3, 4, 5 e 6) a aptidão aeróbica deste grupo de pesquisadores aumentou na situação “Pós-Antártica”, confirmando o efeito do percentual de gordura neste grupo de pesquisadores. Porém, quando analisamos os dois voluntários que apresentaram maiores valores no  $\dot{V}O_{2MÁX}$  na situação “Pré-Antártica”, não encontramos o aumento do  $\dot{V}O_{2MÁX}$  na situação “Pós-”. Uma explicação plausível para a melhora do desempenho dos nossos voluntários no teste é um possível aumento da economia de corrida na situação “Pós-Antártica”, ou seja, um menor custo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ) para uma mesma intensidade absoluta de exercício (DANIELS, 1985).

Para as variáveis perceptivas, os voluntários atribuíram maiores notas para as escalas de conforto e sensação térmica na situação “Pós-Antártica”. Segundo Mower, (1976) a sensação térmica é amplamente ditada pela temperatura da pele, independente da temperatura central. Flouris e Schlader (2015 apud SCHLADER *et al.* 2011) afirmam que esta relação também permanece durante o exercício realizado em ambiente quente, situação na qual as alterações na

[Digite aqui]

sensação térmica refletem aumentos ou diminuições da temperatura da pele, apesar dos aumentos contínuos na temperatura central. É interessante notar que, no presente estudo, após o retorno da Antártica, os voluntários reportaram aumento da sensação térmica durante o exercício submáximo realizado em ambiente quente, apesar de apresentarem menores temperaturas da pele do peito, e da testa e de não apresentarem alteração da temperatura média da pele. Cabe observar que Gagge *et al.* (1967) apontam que, no início de um exercício de intensidade constante, é a mudança da temperatura corporal média, e não a temperatura da pele, o fator que determina a sensação térmica. Assim, no presente estudo, observamos uma grande magnitude de efeito para o aumento da temperatura corporal média na situação “Pós-Antártica”, o que pode ter sido determinante na sensação térmica tanto no início, quanto durante todo o exercício realizado em ambiente quente.

O conforto térmico, além de estar relacionado com a temperatura da pele, também está intimamente relacionado à temperatura central, ou seja, durante o exercício físico, o conforto térmico diminui em função do aumento da temperatura central (CABANAC *et al.* 1971; ARMADA-DA-SILVA *et al.* 2004; FLOURIS e SCHLADER, 2014). No entanto, em situações em que há elevação na temperatura da pele, e não ocorre alteração da temperatura central, a temperatura da pele se torna o principal preditor do conforto térmico (FLOURIS e SCHLADER, 2014). Quando comparadas as médias das notas atribuídas ao conforto térmico, os voluntários do presente estudo apresentaram um maior desconforto térmico na situação “Pós-Antártica”, apesar de não terem sido observadas alterações da temperatura média da pele e da temperatura interna. Uma possível explicação para este resultado é o aumento da TSL da testa na situação “Pós-Antártica” pois, segundo Fukazawa e Havenith, (2009) o conforto térmico durante o exercício realizado em ambiente quente pode ser modulado pelo acúmulo de suor na pele, o que vai de encontro aos nossos achados. Recentemente, Park *et al.* (2019) observaram que um programa de aclimação alternada de 14 dias entre o frio e o calor não induziu qualquer melhoria no conforto térmico. Os autores não afirmam que a ausência de melhora no conforto térmico seja resultado da alternância entre o frio o calor, mas atribui a ausência de melhora ao fato do conforto térmico ser uma medida avaliativa; ou seja, diferentes fatores como experiências, tempo de exposição e estimulação ambiental podem influenciar nessa resposta. Embora alguns autores sugeriram que a aclimatização ao calor melhora as repostas de conforto

[Digite aqui]

térmico dos indivíduos, não há ainda consenso na literatura no que concerne aos possíveis efeitos da aclimatização nas respostas de conforto térmico.

Um ponto a ser destacado é que, no presente estudo, as alterações nas respostas termorregulatórias foram observadas após um intervalo de 18 dias entre o final do acampamento e a situação “Pós-Antártica”. Weller *et al.* (2007) mostraram que as adaptações sudoríparas foram perdidas após 26 dias da conclusão de um protocolo de aclimatação de dez dias consecutivos de exercício realizado em ambiente quente e seco ( $46,1 \pm 0,1^\circ \text{C}$  e  $17,9 \pm 0,1\%$  URA). Segundo Daanen *et al.* (2018) um período de aclimatização/aclimatação de pelo menos cinco dias é o suficiente para gerar adaptações estáveis de FC e temperatura corporal interna e que estas adaptações são perdidas a uma taxa de 2,5% de queda por dia. No mesmo estudo, os autores também identificaram uma dependência significativa entre o número de dias de aclimatização e a taxa de decaimento das adaptações sudoríparas, ou seja, períodos mais longos de aclimatização/aclimatação estão relacionados a adaptações sudoríparas mais duradouras. Portanto, o fato dos voluntários do presente estudo, em 18 dias durante o período de acampamento, terem realizado esforços físicos, suficientes para elevar a temperatura interna em até  $1^\circ \text{C}$ , em 18 de 32 dias durante o período de acampamento pode ter contribuído para observarmos as adaptações sudoríparas na situação “Pós-Antártica”.

Além das alterações observadas no protocolo de teste em ambiente quente, o período em campo na Antártica resultou em alterações periféricas decorrentes da exposição ao frio. Na situação “Antártica”, os indivíduos apresentaram menores valores para a temperatura do dedo médio após a exposição da mão em água a  $2^\circ \text{C}$ , em comparação com a situação “Pós-Antártica”, e a taxa de resfriamento da pele foi menor em relação às situações “Pré-” e “Pós-Antártica”, com uma tendência a uma maior tolerância ao frio na situação “Antártica”, com os voluntários apresentando menor percepção de dor. A temperatura do dedo indicador no momento “Pós-imersão” foi menor na situação “Antártica” em comparação com a situação “Pós-Antártica”. Nosso resultado corrobora com o estudo de Naidu e Sachdeva, (1993) que observaram que, após uma semana de estadia na Antártica, houve uma redução da temperatura da pele mesmo com um aumento do fluxo sanguíneo para a região, durante um teste de 2 minutos de imersão da mão em água a fria a  $0^\circ \text{C}$ . Contudo, segundo Daanen, (2003) pessoas aclimatizadas ao frio apresentam temperatura média da pele maior durante uma exposição ao frio, quando comparados a pessoas não aclimatizadas. Nesse sentido, é preciso considerar que,

[Digite aqui]

no presente estudo, a temperatura da pele apresentava-se menor no momento "Pré-imersão" da situação "Antártica", em relação as outras situações experimentais, o que é uma limitação do estudo. Assim, é possível que se tivéssemos partido de uma mesma temperatura da pele no momento "Pré-imersão", encontraríamos respostas diferentes. A menor temperatura inicial da pele do dedo na situação Antártica, pode também ter sido a causa da redução da taxa de resfriamento da pele do dedo médio em comparação com as situações "Pré-Antártica" e "Pós-Antártica". Contudo, é preciso também considerar que indivíduos aclimatados/aclimatizados ao frio apresentam uma atenuação significativa da vasoconstrição durante à imersão dos dedos em água a 2° C, e, conseqüentemente, queda mais lenta na temperatura da pele (Hoffman e Witimers, 1990). Na situação "Antártica" observamos uma menor taxa de resfriamento da pele dos dedos, o que pode ter sido determinante no comportamento de redução na percepção de dor dos voluntários, o que representa uma resposta adaptativa importante para a prevenção de lesões contra o frio. Já a para a pele da palma da mão, a temperatura e a taxa de resfriamento não foram diferentes entre as situações experimentais, o que pode ser explicado por uma maior vascularização dessa região quando comparada à do dedo (DAAENEN, 2003).

A redução da percepção de dor após 32 dias de acampamento na Antártica, devido à reorientação cognitiva dessa sensação após repetidas exposições ao frio (HOFFMAN e WITIMERS, 1990) possivelmente contribuiu para o aumento, em média, de 50 segundos no teste de tolerância da exposição da mão à água a 2° C na situação Antártica. No entanto, após o retorno para o Brasil, essa resposta não foi mais observada. Estudos que examinam as respostas adaptativas ao frio consideram que apenas duas semanas de exposição já são suficientes para detectar as principais alterações fisiológicas; contudo, se o estímulo for interrompido, ocorre uma reversão gradual destas respostas (MAKINEN, 2010; TIPTON *et al.* 2008). Nossos dados estão de acordo com a literatura, pois observamos que, após 18 dias de intervalo entre as situações "Antártica" e "Pós-Antártica", o tempo médio de tolerância da exposição da mão dos nossos voluntários na situação "Pós-Antártica" praticamente retornou aos valores da situação "Pré-Antártica".

Ao observamos os resultados da VFC no teste de imersão da mão em água fria, encontramos uma redução do índice SDNN com TE moderado na situação "Antártica". Apesar de diversos estudos apontarem que indivíduos após um protocolo de aclimatização/aclimação ao frio apresentam uma redução da regulação simpática e um aumento da parassimpática, não

[Digite aqui]

observamos estas respostas no presente estudo e, sim, uma menor VFC durante o teste (MAKINEN *et al.* 2008; HARINATH, 2005; FARRACE *et al.* 2003). Como a VFC não apenas reflete a regulação fisiológica, mas também a regulação cognitiva e emocional (APPELHANS e LUECKEN, 2006), outros fatores, como o estado de estresse dos voluntários (devido aos vários dias de trabalho, ao confinamento e o fato da retirada do acampamento ter sido adiada), podem ter interferido nas respostas de VFC. A fadiga também pode afetar as respostas autonômicas; neste sentido, estudos apontam que repetidos estímulos físicos sem a recuperação completa podem reduzir a VFC (KUIPERS, 1998). Considerando que o teste foi realizado em um momento em que o acampamento estava sendo finalizado, e as demandas físicas se tornaram mais intensas, a fadiga pode ter sido um fator determinante para a redução da VFC.

Nossos resultados nos permitem afirmar que a estadia na Antártica em situação de acampamento é o suficiente para gerar respostas duradouras tanto ao calor quanto ao frio, o que pode ser um efeito da elevação da temperatura interna durante os deslocamentos em campo (pela associação do esforço físico às roupas térmicas), e da exposição constante das mãos ao ambiente frio.

## **5 CONCLUSÃO**

[Digite aqui]

A permanência em um acampamento na Antártica, durante 32 dias, foi o suficiente para provocar respostas fisiológicas adaptativas duradouras ao calor, resultar em melhora do desempenho físico em consequência do esforço físico em campo e levar ao aumento da tolerância de uma região periférica (mão) ao frio, apesar dessa última não ter sido mantida após 18 dias do final da expedição.

[Digite aqui]

## REFERÊNCIAS

AKERSTEDT, T.; GILLBERG, M. Subjective and objective sleepiness in the active individual. **International Journal of Neuroscience.**, v.52, p. 29-37, 1990.

AKSELROD, S.; GORDON, D.; UBEL, F.A. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. **Science.**; v. 213, n. 4504, p. 220–222, 1981.

APPELHANS, B. M; LUECKEN, L. J. Heart Rate Variability as an Index of Regulated Emotional Responding. **Biological Psychology.**, v. 77, p. 174 - 182, 2006.

ARMADA-DA-SILVA, P.A.; WOODS, J.; JONES, D.A. The effect of passive heating and face cooling on perceived exertion during exercise in the heat. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 91, p. 563–571, 2004.

ASHLEY, C. D.; FERRON, J.; BERNARD, T.E. Loss of heat acclimation and time to re-establish acclimation. **J. Occup. Environ. Hyg.**, v.12, n.5, p. 302–8, 2015.

ATTIA, M. Thermal pleasantness and temperature regulation in man. **Neurosci. Biobehav.**, v. 8, p.335–342, 1984.

BABURAJ, T. P.; GULAB SINGH, A. C.; BAJAJ, P. K.; BANERJEE; W. SELVAMURTHY. Thermoregulatory effects of tropical man in Antarctica with reference to special clothing. **Department of Ocean Development. Technical Publication.**, v.16, p.305-336, 2002.

BAKER, M. A. A brain-cooling system in mammals. **Sci. Am.**, v. 240, p. 130-139, 1979.

BENTLEY, D. J.; NEWELL, John; BISHOP, David. Incremental exercise test design and analysis. **Sports medicine**, v. 37, n. 7, p. 575-586, 2007.

BERGLUND, L.G.; GONZALEZ, R.R. Evaporation of sweat from sedentary man in humid environments. **J. Appl. Physiol.**, v. 42, p. 767-772, 1977.

[Digite aqui]

BERGMAN, B. C. Active muscle and whole-body lactate kinetics after endurance training in men. **Journal of Applied Physiology**, v. 5, n.87, p. 1684-1696, 1999.

BITTEL, J. H., NONOTTE-VARLY, C., LIVECCHI-GONNOT, G. H., SAVOUREY, G. L., HANNIQUET, A. M. Physical fitness and thermoregulatory reactions in a cold environment in men. **J. Appl. Physiol.**, v. 65, n. 5, p. 1984–1989, 1988.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med. Sci. Sports Exercise**, v.14, n.5, p. 377–381, 1982.

BOUTELIER, C. Hormone response of normal and intermittent cold-preadapted humans to continuous cold. **J. Appl. Physiol. Respir. Environ. Exerc. Physiol.**, v 53, v. 3, p. 610-6, 1982.

BROTHERHOOD, J.R.; BUDD, G.M.; REGNARD, J. The physical characteristics of the members during the International Biomedical Expedition to the Antarctic. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.**, v. 55, n.5, p. 517–523, 1986.

BUDD, G. M. Effects of cold exposure and exercise in a wet, cold Antarctic climate. **Journal Applied Physiology**, v. 20, n. 3, p.417- 422, 1965.

BUDD, G. M. HENDRIE, A. L.; JEFFERY, E. S. Behavioural temperature regulation during a motor-toboggan traverse in Antarctica. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 55, p. 507-516, 1986.

BUDD, G. M. Brotherhood JR, Hendrie AL, Jeffery SE. Effects of fitness, fatness, and age on men's responses to whole body cooling in air. **Journal Applied**, v. 71, n. 6, p. 2387-93, 1991.

BUTSON, A.R. Acclimatization to Cold in the Antarctic. *Nature*, v.163, p.132. 1949.

BRAZ, J. R. C. Fisiologia da termorregulação normal. **Neurociências**, v. 13, n. 3, 2005.

BROADWAY, J.W.; ARENDT, J. Seasonal and bright light changes of the phase position of the human melatonin rhythm in Antarctica. **Arctic Med. Res.**, v. 1 n. 7, p. 201–203, 1988.

BROADWAY, J.W. Bright light phase shifts the human melatonin rhythm during the Antarctic winter. **Neurosci.**, v. 79, 185–189, 1987.

[Digite aqui]

CABANAC, M. Physiological role of pleasure. **Science.**, v,173, p. 1103–1107, 1971.

CARLSON, L.D.; BURNS, H.L.; HOLMES, T.H.; WEBB, P.P. Adaptive changes during exposure to cold. **Appl Physiol.**, v. 1 n.5, p.672-676, 1953.

CAROLINA FRANCO WILKE. **Potência máxima alcançada em um teste progressivo estima intensidade correspondente à máxima fase estável de lactato em cicloergômetro antes e após um período de treinamento.** Orientador: Emerson Silami Garcia. 2010. Monografia do curso de graduação em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

CASTELLANI, J. W.; ANDREW, J. Y.; DAVID, W. DEGROOT; DEAN, A. STULZ; BRUCE, S. CADARETTE; SHAWN, G. RHIND; JIRI, ZAMECNIK; PANG, N. SHEK; MICHAEL, N. SAWKA. Thermoregulation during cold exposure after several days of exhaustive exercise. **J. Appl. Physiol.**, v. 90, p. 939–946, 2001.

CASTELLANI, J. W.; ANDREW J. Y. Human physiological responses to cold exposure: Acute responses and acclimatization to prolonged exposure. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical.**, p. 12, 2016.

CHALMERS, S., ESTERMAN, A., ESTON, R. Short-Term Heat Acclimation Training Improves Physical Performance: A Systematic Review, and Exploration of Physiological Adaptations and Application for Team Sports. **Sports Med.**, v. 44, p. 971–988, 2014.

CRAMER, M. N.; JAY, O. Biophysical aspects of human thermoregulation during heat stress. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical.**, p. 3-43, 2016.

DANIELS, J.A. A physiologist's view of running economy. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 17, p. 332-338, 1985.

DAVIS, T.R.A. Chamber cold acclimatization in man. **J. Appl. Physiol.**, v.16, p. 1011 - 1015, 1961.

DAANEN, H. A. M. Finger cold-induced vasodilation: a review. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 89, p. 411–426, 2003.

[Digite aqui]

DAANEN, H. A. M.; JONKMAN, A. G.; LAYDENM, J. D. Optimising the acquisition and retention of heat acclimation. **Int. J. Sports Med.**, v. 32, n.11, p. 822–8, 2011.

DAANEN, H. A. M; Sebastien, R.; Julien D. P. Heat Acclimation Decay and Re-Induction: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med.** V. 48, p. 409–430, 2018.

DE GROOT, D. W.; LARRY KENNEY, W. Impaired defense of core temperature in aged humans during mild cold stress. **J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.**, v. 292, p. 103–108, 2007.

DICK, A.L.; PEEL, D.A. Trace elements in Antarctic air and snowfall. **International Glaciological Society.** *Annals of Glaciology*, p.7, 1985.

DITTRICH, NAIANDRA. Validity of Carminatti's test to determine physiological indices of aerobic power and capacity in soccer and futsal players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 11, p. 3099-3106, 2011.

DOMITROVICH, J. W.; CUDDY, J. S.; RUBY, B. C. Core-temperature sensor ingestion timing and measurement variability. **Journal of athletic training.**, v. 45, n.6, p. 594–600, 2010.

DUBOIS, D.; DUBOIS, E.F. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. **Arch. Intern. Med.**, v. 17, p. 863–871, 1916.

DUNCAN, R. Variations in resting metabolic rates of men in Antarctica. **European Journal Applied Physiology Occupational Physiology.**, v.57, p. 514–8. 1988.

EHMANN, B.; ALTBÄCKER, A.; BALÁZS, L. Emotionality in isolated, confined and extreme (ICE) environments: Content analysis of diaries of Antarctic Winteroverers. **Journal Environ. Psychology.**, v. 60, p.112-115, 2018.

EHRENTHAL, J.C; HERRMANN-LINGEN, C.; FEY, M.; SCHAUENBURG, H. Altered cardiovascular adaptability in depressed patients without heart disease. **World Journal of Biological Psychiatry.**, v. 11, p. 586 – 593, 2010.

[Digite aqui]

ELKINGTON, E. J. Finger blood flow in Antarctica. **Journal Physiology**. Great Britain. n. 199, p.1-10,1968.

EYOLFSON, D. A.; TIKUISIS, P.; XU, X.J., WESEEN, G.; GIESBRECHT, G. G. Measurement and prediction of peak shivering intensity in humans. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 84, p. 100–106, 2001.

FALK, D. Brain evolution in Homo: the “radiator” theory. **Behav. Brain Sci.**, v. 13, p. 333-381, 1990.

FARRACE, S. M.; FERRARA, C.; DE ANGELIS, R.; TREZZA, P.; CENNI, A.; PERI, M.; CASAGRANDE, L.; DE GENNARO. Reduced sympathetic outflow and adrenal secretory activity during a 40-day stay in the Antarctic. **International Journal of Psychophysiology.**, v. 49, p. 17–27, 2003.

FEUERECKER, M. Early Adaption to the Antarctic Environment at Dome C: Consequences on Stress - Sensitive Innate Immune Functions. **High Altitude Medicine & Biology.**, v. 15, n. 3, p. 341-348, 2014.

FLOURIS, A. D.; POIRIER, M. P.; BRAVI, A.; WRIGHT-BEATTY, H. E.; HERRY, C.; SEELY, A. J.; KENNY, G. P. Changes in heart rate variability during the induction and decay of heat acclimation. **European Journal of Applied Physiology.**, v.114, n.10, p. 2119–2128, 2014.

FLOURIS, A. D. e SCHLADER, Z. J. Human behavioral thermoregulation during exercise in the heat. **J. Med. Sci. Sports.**, v. 25, p. 52–64, 2015.

FRANCHINNI, E. Influência da aptidão aeróbia sobre o desempenho em uma tarefa anaeróbia láctica intermitente. **Motriz - Revista de Educação Física da UNESP.**, v. 5, n. 1, p. 58-66, 1999.

FRITZ, C. O.; PETER, E. M. Effect Size Estimates: Current Use, Calculations, and Interpretation. **Journal of Experimental Psychology: General.**, v. 141, n. 1, p. 2–18, 2012.

FUDGE, J. Exercise in the Cold. **Sports Health: A Multidisciplinary Approach.**, v. 8, n. 2, p. 133–139, 2016.

[Digite aqui]

FUKAZAWA, T.; HAVENITH G. Differences in comfort perception in relation to local and whole-body skin wettedness. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v.106, p. 15–24, 2009.

GAGGE, A. P.; STOLWIJK, J. A. J.; HARDY, J. D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. **Environmental Research.**, v. 1, n.1, p. 1–20, 1967.

GAGNON, D; CRANDALL, C.G. Sweating as a heat loss thermoeffector. **Handb Clin Neurol.**, v. 156, p. 211-232, 2018.

GARRETT, A.T.; GOOSENS, N.G.; REHRER, N.G. Induction and decay of short-term heat acclimation. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 107, n. 6, p. 659–70, 2009.

GARRETT, A.T.; REHRER, N.J.; PATTERSON, M.J. Induction and decay of short-term heat acclimation in moderately and highly trained athletes. **Sports Med.**, v.41, n.9, p. 757–71, 2011.

GIFFORD, R.M.; CHRISTOPHER, J. B.; REBECCA, M.; REYNOLDS; DAVID, R. W. Recovery time and heart rate variability following extreme endurance exercise in healthy women. **Physiol. Rep.**, v. 6, n. 21, p 1-7, 2018.

GISOLFI, C. V.; MORA, F. Working memory dysfunction in schizophrenia. **Journal Neuropsychiatry Clinic Neuroscience.**, v. 6, p. 348-357, 2000.

GLOSSARY OF TERMS FOR THERMAL PHYSIOLOGY. **The Japanese Journal of Physiology.**, v. 51, n. 2, 2001.

GOLDSMITH, R., HAMPTON, I. F. G., LAYMAN, D. B. Changes in cardiorespiratory fitness in men on the international biomedical expedition to the Antarctic (IBEA). **Journal Physiol.**, v.429, n.104, 1990.

GOMES, L. H.; CARNEIRO-JÚNIOR, A.; MARINS, M.; JOÃO C. B. Respostas termorregulatórias de crianças no exercício em ambiente de calor. **Revista Paulista de Pediatria.**, v. 31, n. 1, p. 104-110, 2013.

[Digite aqui]

GULY, H. Psychiatric illness and suicide in the heroic age of Antarctic exploration. **History of Psychiatry.**, v. 23, n. 2, p. 206–215, 2012.

HAGBERG, J. M.; HICKSON, R. C.; MCLANE, J. A.; EHSANI, A. A.; WINDER, W. W. Disappearance of norepinephrine from the circulation following strenuous exercise. **Journal of Applied Physiology.**, v. 47, n.6. p. 1311- 1314, 1979.

HALSEY, L.G.; STROUD, M.A. 100 Years Since Scott Reached the Pole: A Century of Learning About the Physiological Demands of Antarctica. **Physiological Reviews.**, v. 92, n. 2, p. 521-36, 2012.

HANDFORD. C.; BUXTON, P.; RUSSELL. Frostbite: a practical approach to hospital management. **Extrem. Physiol. Med.**, v.3, p.7, 2014.

HASSI, J., KORHONEN, I. The Huurre Expedition to the North Pole at 1984. **Technical Research Centre of Finland.**, v. 685, p. 44-52, 1987.

HEGGIE, V. Blood, race and indigenous peoples in twentieth century extreme physiology. **Springer.**, v.41. p. 26, 2019.

HISSA, S. B. V. Arqueologia de marinheiros-caçadores do século XIX: ensaio sobre o tempo e a Antártica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas.**, v. 12, n. 1, p. 11-29, 2017.

HITOSHI, W.; JUHA, O.; MICHAEL, T. Exercise performance in acute and chronic cold exposure. **Journal Physiology Fitness Sports Medicine.**, v. 4, n. 2, p. 177-185, 2015.

HOFFMAN, R.G.; WITIMERS, L.E. Cold vasodilatation, pain and acclimatization in arctic explorers. **Journal of Wilderness Medicine.**, v.1, p.225-234, 1990.

HOFLER, W. Changes in regional distribution of sweating during acclimatization to heat. **Journal of Applied Physiology.**, v. 25, n. 5, 1968.

HOLMER, I. Swimming Physiology. **Ann. Physiol. Anthropol.**, v.11, n. 3, p. 269-276, 1992.

[Digite aqui]

HOROWITZ M. Heat acclimation, epigenetics, and cytoprotection memory. **Compr. Physiol.**, 2014.

HU, Y. C.; CONVERSE, M.C.; LYONS; HSU, W. H. Neural control of sweat secretion: a review. **British Journal of Dermatology.**, n.178, p.1246–1256, 2018.

INBAR, O.; BAROR, O.; SKINNER, J. S. The Wingate anaerobic test Champaign: **Human Kinetics.**, 1996.

JUNIOR, N.K.M. Altas temperaturas. **Movimento e Percepção.**, v. 9, n. 12, 2008.

JACKSON, A.S; POLLOCK. M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **Br. J. Nutr.**, v. 40, n.3, p. 497–504,1978.

JURGEN WERNER. Process and controller-adaptations determine the physiological effects of cold acclimation. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 104, p.137-143, 2008.

KASIGANESAN, H.; ANAND, S. M.; KARAN, P.; RAJENDRA, P.; RAJESH, K.; RAMESH, C. S. Autonomic Nervous System and Adrenal Response to Cold in Man at Antarctica. **Wilderness and Environmental Medicine.**, v. 16, p. 81 91, 2005.

KAWAHARA, J.; SANO, H.; FUKUZAKI, H.; SAITO, K.; HIROUCHI, H. Acute effects of exposure to cold on blood pressure, platelet function and sympathetic nervous activity in humans. **American Journal of Hypertension.**, v. 2, p. 724–726, 1989.

KENEFICK, R. W.; ST PIERRE, A.; RIEL, N. A.; CHEUVRONT, S. N.; CASTELLANI, J. W. Effect of increased plasma osmolality on cold-induced thirst attenuation. **European Journal of Applied Physiology.**, v. 104, n. 6, p. 1013–1019, 2008.

KENJI-SAGA. Structure and Function of Human Sweat Glands Studied with Histochemistry and Cytochemistry. **Urban & Fischer.**, v. 37, n. 4, p. 323-386, 2002.

KERAMIDAS, M, W.; ROGER KÖLEGÅRD; OLA EIKEN. In Shackleton's trails: Central and local thermoadaptive modifications to cold and hypoxia after a man-hauling expedition on the Antarctic Plateau. **Journal of Thermal Biology.**, v. 73, p. 80–90, 2018.

[Digite aqui]

KERSLAKE, D. M. Errors arising from the use of mean heat exchange coefficients in the calculation of the heat exchange of a cylindrical body in a transverse wind. In: *Temperature, its measurement and control in science and industry*. **New York: Reinhold.**, v. 3, 1963.

KEYS, A. Coronary heart disease in seven countries. **Nutrition.**, v.41, n.1, p.186-195, 1970.

KINGWELL, B. A.; ARNOLD, P.J.; JENNINGS, G.L.; DART, A. M. The effects of voluntary running on cardiac mass and aortic compliance in Wistar-Kyoto and spontaneously hypertensive rats. **J. Hypertens.**, v.16, n. 2, p. 181–5, 1998.

KOPPEN, W. Grundriss der Klimakunde. **Outline of climate science.**, p. 388, 1931.

KOVRT, W. M.; O'CONNOR, J. S.; SKINNER, J. S. Longitudinal assessment of responses by triathletes to swimming, cycling, and running. **Medicine and science in sports and exercise.**, v. 5, n. 21, p. 569-575, 1989.

KUIPERS, H. Training and overtraining: an introduction. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.30, p. 1137-1139, 1998.

KUNO Y. Human Perspiration. **Springfield.**, p. 287–291, 1956.

LAMBERTS, R. P. Adapting workload improves the measurement of heart rate recovery. **Sports Med.**, v. 32, p. 698-702, 2011.

LASKOWSKI-JONES, L.; JONES, L. J. Frostbite. **Nursing.**, v. 48, n. 2, p. 26–33, 2018.

LAUNAY, J. C. SAVOUREY, G. Cold adaptations. **Industria Health.**, v. 47, p. 221-227, 2009.

LAURSEN, P.B.; SURIANO R.; QUOD M.J. Core temperature and hydration status during an Ironman triathlon. **J. Sports Med.**, v. 40, n. 4, p. 320-325, 2006.

LEBLANC, J. Man in the cold. **Springfield.**, v. 3, 1975.

[Digite aqui]

LEBLANC, J.; DULAC, S.; COTE J.; GIRARD, B. Autonomic nervous system and adaptation to cold in man. **J. Appl. Physiol.**, v. 39, p.181–186, 1975.

LEE, J-B.; JEONG-HO, K.; HIROYUKI, M. Perspiration Functions in Different Ethnic, Age, and Sex Populations: Modification of Sudomotor Function. **Curr. Probl. Dermatol.**, v. 51, p. 109–119, 2016.

LEE, J-Y.; JOONHEE, P.; EUNSOOK, K.; SEONGWON, C. Finger cold-induced vasodilation of older Korean female divers: effects of chronic cold exposure and aging. **International journal of biometeorology.**, v.61, n.7, p. 1299-1307, 2017.

LEONARD, W.M. Polar exploration and medical research. **The Boston Medical and Surgical Journal.**, p. 425-426, 1912.

LEPPALUOTO, J. HASSI, J. P. Human Physiological Adaptations to the Arctic Climate. **Artic.**, v. 44, n. 2, p. 134-145, 1991.

LEPPALUOTO, J. T. PAAKKONEN, I. KORHONEN AND J. HASSI. Review. Pituitary and autonomic responses to cold exposures in man. **Acta Physiol. Scand.**, v. 184, p. 255–264, 2005.

LEPPALUOTO, J.; KORHONEN, A.; HASSI, J. The pituitary–thyroid axis in healthy men living under subarctic climatological conditions. **Journal of Endocrinology.**, v. 169, p. 195–203, 2001.

LEWIS, T. Observations upon the reactions of the vessels of the human skin to cold. **Heart.**, v.15, p.177–208, 1930.

MACHADO-MOREIRA, C.A; MAGALHÃES, F. C.; VIMIEIRO-GOMES, A. C. VIANA-LIMA, N. R.; RODRIGUES, L. O. C. Effects of heat acclimation on sweating during graded exercise until exhaustion. **Journal of Thermal Biology.**, v. 30, p. 437–442, 2005.

MACHADO-MOREIRA, C. A.; WILMINK, F.; MEIJER, F. A.; IGOR, B. M.; TAYLOR, N.A. S. Local differences in sweat secretion from the head during rest and exercise in the heat. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v, 104, p. 257–264, 2008.

[Digite aqui]

MACNUTT, M. J. Acclimatisation, de-acclimatisation and re-acclimatisation to hypoxia. **Meaghan J. MacNutt.**, 2011.

MAEDA, T. Relationship between maximum oxygen uptake and peripheral vasoconstriction in a cold environment. **Journal of Physiological Anthropology.**, v. 36, n. 42, p. 1-9, 2017.

MAGALHÃES, F.C. **Efeitos de um período de adaptação ao exercício em ambiente quente e seco sobre a função sudorípara e a eficiência termorregulatória em habitantes dos trópicos.** Orientador: Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues. 2007. Dissertação (Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

MAGALHÃES, F.C. Possible biphasic sweating response during a short-term heat acclimation protocol for tropical natives. **Journal Physiology Anthropology.**, v. 25, p. 215-219, 2006.

MAGALHÃES, F. C.; RENATA, L. F. PASSOS; MICHELE, A. FONSECA; KENYA, P. M. OLIVEIRA; JOÃO, B. FERREIRA-JÚNIOR; ANGELO, R. P. MARTINI; MILENE, R. M. LIMA; JULIANA, B. GUIMARÃES; VALÉRIO, G. BARAÚNA; EMERSON SILAMI-GARCIA; LUIZ O. C. RODRIGUES. Thermoregulatory Efficiency is Increased after Heat Acclimation in Tropical Natives. **J. Physiol. Anthropol.**, v. 29, p. 1-12, 2010.

MAKINEN, T. M. Different types of cold adaptation in humans. **Frontiers in Bioscience.**, p. 1047-1067, 2010.

MAKINEN, T.M.; MÄNTYSAARI, M.; PAAKKONEN T. Autonomic nervous function during whole-body cold exposure before and after cold acclimation. **Aviat Space Environ Med.**, v. 79, n.9, p. 875-882, 2008.

MARGARIA, R.; AGHEMO, P.; ROVELLI, E. Measurement of muscular power (anaerobic) in man. **J. Appl. Physiol.**, v. 21, p.1662-1664, 1996.

MARINO, F.E.; LAMBERT, M.I.; NOAKES, T.D. Superior performance of African runners in warm humid but not in cool environmental conditions. **J. Appl. Physiol.** v. 96, p. 124, 2004.

MARRIOTT, I. MARSHALL, J.M. JOHNS, E.J. Cutaneous vascular responses evoked in the hand by the cold pressor test and by mental arithmetic. **Clin. Sci.**, v.79, p. 43–50, 1990.

[Digite aqui]

MARTINIC, M. Brief history of the land of Magellan. **Punta Arenas: La Prensa Austral**, 2002.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. L.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício. Energia, nutrição e desempenho humano.**, 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

MERCER, J. Glossary of terms for thermal physiology. **The Japanese Journal of Physiology.**, v.51, n.2, p.245-280, 2001.

MEREGE-FILHO, C. A.; Abujabra, A.; Christiano, R. R.; Sepúlveda, C. A.; Costa, A. S.; Lancha J.; Antônio, H.; Gualano, B. Influência do exercício físico na cognição: uma atualização sobre mecanismos fisiológicos. **Ver. Bras. Med. Esporte**, v. 20, n. 3, p. 237-241, 2014.

MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L. R.; JONES, A. M. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance: can valid recommendations be given to runners and coaches based on current scientific knowledge? **Sports Medicine.**, v. 10, n. 37, p. 857-880, 2007.

MILLET, J. D., BROWN, R. K. J., LEVI, B., KRAFT, C. T., JACOBSON, J. A., GROSS, M. D., WONG, K. K. Frostbite: Spectrum of Imaging Findings and Guidelines for Management. **Radio Graphics.**, v. 36, n.7, p. 2154–2169, 2016.

MORAES, M. M.; MENDES, T. T.; MARTINS, Y. A.T.; ESPINOSA, C. N.; MALUF, C. B.; SOARES, D. D.; WANNER, S. P.; E ARANTES, R. M. E. The changes in maximal oxygen uptake ( $\dot{V}O_{2MAX}$ ) induced by physical exertion during an Antarctic expedition depend on the initial  $\dot{V}O_{2MAX}$  of the individuals: a case study of the Brazilian expedition. **International Journal of Circumpolar Health.**, v. 77, p. 1-11, 2018.

MORIMOTO, T. SLABOCHOVA, R. K. NAMAN, F. SARGENT. Sex differences in physiological reactions to thermal stress. **American Physiological Society.**, 1967.

MOWER, G. D. Perceived intensity of peripheral thermal stimuli is independent of internal body temperature. **J. Comp. Physiol. Psychol.**, v. 90, p. 1152–1155, 1976.

[Digite aqui]

MUKAKA, M. M Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi medical journal: the journal of Medical Association of Malawi.**, v. 24, n. 3, p. 69–71, 2012.

NADEL, E.R.; JOHN W.; MITCHELL, B. S.; STOLWIJK, J. A. J. Peripheral modifications to the central drive for sweating. **Journal of Applied Physiology.**, v. 31, n. 6, 1971.

NAGAI, N.; HAMADA, T.; KIMURA, T.; MORITANI, T. Moderate physical exercise increases cardiac autonomic nervous system activity in children with low heart rate variability. **Childs Nerv. Syst.**, v.20, n.4, p. 209–14, 2004.

NAIDU, M.; SACHDEVA, U. Effect of local cooling on skin temperature and blood flow of men in Antarctica. **Intenational Journal Biometeorol.**, v. 37, p. 218-221, 1993.

NAVES, L. A.; VILAR, L., COSTA, A. C. F.; DOMINGUES, L.; CASULARI, L. A. Distúrbios na secreção e ação do hormônio antidiurético. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 47, n. 4, p. 467-481, 2003.

NIELSEN, B.; HALES, J.R.S.; STRANGE, S.; JUEL CHRISTENSEN, N.; WARBERG, J.; SALTIN, B. Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. **J. Physiol.**, v. 460, p. 467-485, 1993.

O'BRIEN, C.; CASTELLANI, J. W.; YOUNG, A. J. Exertional fatigue alters cold-induced vasodilation. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 31, n. 5, p. 894, 1999.

O'BRIEN, C.; YOUNG, A.J; SAWKA, M.N. Hypohydration and thermoregulation in cold air. **J. Appl. Physiol.**, v. 84, p. 185–189, 1998.

OLSON, J. J. Antarctica: a review of recent medical research. **Science e Society.**, v.23 n. 10, p. 487-490, 2002.

PALINKAS, L. A. Environmental influences on hypothalamic pituitary thyroid. **Physiology & Behavior.**, v. 92, n. 790-799, 2007.

[Digite aqui]

PALINKAS, L.A.; CRAVALHO, M.; BROWNER, D. Seasonal variation of depressive symptoms in Antarctica. **Acta. Psychiatr. Scand.**, v.9, 1p. 423–9, 1995.

PALINKAS, L.A.; REED, H.L.; REEDY, K.R.; VAN DO N.; CASE, H.S.; FINNEY, N.S. Circannual pattern of hypothalamic–pituitary–thyroid (HPT) function and mood during extended Antarctic residence. **Psychoneuroendocrinology.**, v. 26, p. 421–431, 2001.

PALINKAS, L. A.; SUEDFELD, P. Psychological effects of polar expeditions. **Lancet.**, v. 371, p. 153-163, 2008.

PANDOLF, B.K. Time course of heat acclimation and its decay. **Int. J. Sports Med.**, v. 19, p.157–160, 1998.

PATTERSON, M. J.; STOCKS, J. M.; TAYLOR, N. A. S. Humid heat acclimation does not elicit a preferential sweat redistribution towards the limbs. **Am. J. Physiol.**, v. 286, p. 512-518, 2004.

POIRIER, M. P.; GAGNON, D.; FRIESEN, B. J. Whole-body heat exchange during heat acclimation and its decay. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 47, n. 2, p. 390–400, 2015.

PONDOLF, K. B. Time Course of Heat Acclimation and its Decay. **J. Sports Med.**, v. 19, v. 5, p. 157- 160, 1998.

PEREIRA, R. H. F. A.; LIMA, W. P. Influência do treinamento de força na economia de corrida em corredores de endurance. **Revista Corpoconsciência.**, v. 13, n. 1, pág. 29-52, 2009.

PÉRIARD, J. D.; RACINAIS, S.; SAWKA, M. N. Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: applications for competitive athletes and sports. **Scand. J. Med. Sci. Sports.**, v. 25, n. 1, p. 20–38, 2015.

PICHAN, G.; SRIDHARAN, K. SWAMY, Y.V. Physiological acclimatization to heat after a spell of cold conditioning in tropical subjects. **Aviat. Space Environ. Med.**, v.56, n. 5, p. 436–40, 1985.

[Digite aqui]

PIRES, W.; VENEROSO, C. E.; WANNER, S. P.; PACHECO, D. A. S.; VAZ, G. C.; AMORIM, F. T.; TONOLI, C.; SOARES, D. D.; COIMBRA, C. C. Association Between Exercise-Induced Hyperthermia and Intestinal Permeability: A Systematic Review. **Sports Med.**, v. 47, p. 1389–1403, 2017.

PORTER, A. M. W. Sweat and thermoregulation in hominids. Comments prompted by publications of P. E. Wheeler 1984-1993. **J. Hum. Evol.**, v. 25, p. 417-423, 1993.

PURKAYASTHA, S.S.; SELVAMURTHY, W.; ILAVAZHAGAN, G. Peripheral vascular response to local cold stress of tropical men during sojourn in the Arctic cold region. **Jpn. J. Physiol.**, v. 42, p. 877–889, 1992.

REED, H. L. Changes in Serum Triiodothyronine (T3) Kinetics after Prolonged Antarctic Residence: The Polar T3 Syndrome. **Journal Clinical Endocrinology Metabolic**, v. 70, n. 4, p. 965-974, 1990.

REGAN, J. M.; MACFARLANE, D. J.; TAYLOR, N. A. S. An evaluation of the role of skin temperature during heat adaptation. **Acta Physiol. Scand.**, v. 158, p. 365-375, 1996.

RENATA LANE DE FREITAS PASSOS. Idosos apresentam menor capacidade sudorípara do que jovens durante exercício de intensidade autorregulada sob o sol. Prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues. 2011, páginas: 64, Fisiologia do exercício. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.

ROBERTS, M.F., WENGER, C.B., STOLWIJK, J.A.J., NADEL, E.R. Skin blood flow and sweating changes following exercise training and heat acclimatization. **J. Appl. Physiol.**, v.43, p. 133-137, 1977.

ROHLFS, I.C.P.M.; ROTTA, T.M.; ANDRADE, A.; TERRY, P.C.; KREBS, R.J.; CARVALHO, T. The Brunel of mood scale (BRUMS): instrument for detection of modified mood states in adolescents and adults athletes and non athletes. **Fiep. Bulletin.**, v. 75, p. 281-4, 2005.

ROMANOVSKY, A. A. Thermoregulation: some concepts have changed. Functional architecture of the thermoregulatory system. **Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.**, v. 292, p. 37– 46, 2007.

[Digite aqui]

ROMANOVSKY, A. A. The thermoregulation system and how it Works. **Handbook of Clinical Neurology.**, v. 156, part. 1, 2018.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal.** 2.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2002. 265p.

SATO, K.; DOBSON, R. L. Regional and individual variations in the function of the human eccrine sweat gland. **J. Invest. Derm.**, v. 54, n. 6, p. 443-449, 1970.

SATO, K., KANG, W. H., SAGA. Biology Normal of sweat glands and their disorders. In sweat gland function. **Journal of The American Academy of Dermatology.**, v. 20, n. 4, 1989.

SATO, K. The mechanism of eccrine sweat secretion. In Exercise, heat, and thermoregulation. **Dubuque: Brown e Benchmark.**, v. 11, n.7, p. 85-1993.

SAVOUREY G, N.; GARCIA, Y.; BESNARD, A.; GUINET, A. M.; HANNIQUET, J.; BITTEL. Pre-adaptation, adaptation and de-adaptation to high altitude in humans: cardio-ventilatory and hematological changes. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.**, v. 73, p. 529-35, 1996.

SCHLADER, Z. J.; SIMMONS, S.E.; STANNARD, S. R.; MUNDEL, T. Skin temperature as a thermal controller of exercise intensity. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 11, p.1631–1639, 2011.

SEALS, D. R.; HURLEY, B. F.; HAGBERG, J. M.; SCHULTZ, J.; LINDER, B. J.; NATTER, L. Effects of training on systolic time intervals at rest and during isometric exercise in men and women 61 to 64 years old. **Am. J. Cardiol.**, v.55, p. 797-800, 1985.

SESSLER, M.D.; DANIEL I. Mild perioperative hypothermia. **The New England Journal of Medicine.** Massachusetts Medical Society. v. 336, n. 24, p. 1730-1737, 1997.

SHAFFER, F.; GINSBERG, J. P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. **Frontiers in public health.**, v. 5, p. 258, 2017.

SHEPANEK; LUGG. Space analogue studies in Antarctica. **Pergamon.**, v. 44, n. 7-12. p. 693-699, 1999.

[Digite aqui]

SHIBASAKI, M.; YOSHIMITSU, I.; NARIHIKO, K. A. I. Thermoregulatory responses of prepubertal boys and young men during moderate exercise. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 75, p. 212-218, 1997.

SHVARTZ, E.; BHATTACHARYA, A.; SPERINDE, S.J.; BROCK, P.J.; SCIARAFFA, D.; VAN BEAUMONT, W. Sweating response during heat acclimation and moderate exercise. **J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.**, v. 46, n.4, p. 675-680, 1979.

SILAMI-GARCIA, E.; RODRIGUES, L.O.C. Hipertermia durante a prática de exercícios físicos: riscos, sintomas e tratamento. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte.**, v. 19, p. 85-94, 1998.

SILVESTRI, E.; L. SCHIAVO, A.; LOMBARDI; F. GOGLIA. Review. Thyroid hormones as molecular determinants of Thermogenesis. **Acta Physiol. Scand.**, v. 184, p. 265–283, 2005.

STACKPOLE, E. The voyage of the Huron and the Huntress: the American sealers and the discovery of the continent of Antarctica. **Connecticut: Connecticut Printers Incorporated.**, 1955.

TANSEY, E. A.; JOHNSON, C. D. **Advances in Physiology Education.**, v. 39, p. 139-148, 2015.

TAYLOR, N.A. Human heat adaptation. **Compr. Physiol.**, v. 4, n. 1, p. 325–65, 2014.

THEODOSIUS DOBZHANSKY. Evolução humana. **Revista de antropologia.** Columbia University, N. York. v. 4, n° 2, p.1-6, 1956.

TIME AND DATE. Disponível em: <https://www.imeanddate.com/weather/@6620723/climate>. Acesso em: 15 julho 2020.

TIPTON, M.J.; PANDOLF, K.B.; SAWKA, M.N.; WERNER, J. **Physiological adaptation to hot and cold environments.** In: Taylor NAS, Groeller, H. Physiological bases of human performance during work and exercise. p. 379-400, 2008.

[Digite aqui]

TYLER, CHRISTOPHER JAMES; TOM, REEVE; STEPHEN, S. C. Cold-Induced Vasodilation during Single Digit Immersion in 0° C and 8° C Water in Men and Women. **Plos One.**, v. 10, n.4, p.1-13, 2015.

USAJ, A.; BURNIK, S. Blood oxygen saturation and heart rate during exercise a month after a high-altitude alpinist expedition. **Kinesiology.**, v. 41, p. 156-63, 2009.

UUSITALO, A. L. T.; LAITINEN, T.; VÄISÄNEN, S.B.; LÄNSIMIES, E.; RAURAMAA, R. Effects of endurance training on heart rate and blood pressure variability. **Cli. Physiol. & Func. Im.**, v.22, p.173-179, 2002.

VANGGAARD, L. Physiological reactions to wet cold. **Aviat. Space Environ. Med.**, v. 46, n. 1, p. 33–36, 1975.

VIMIEIRO-GOMES, A. C. e RODRIGUES L. O. C. Avaliação do estado de hidratação dos atletas, estresse térmico do ambiente e custo calórico do exercício durante sessões de treinamento em voleibol de alto nível. **Rev. paul. Educ. Fís.** São Paulo, v.15, n.2, p. 201-11, 2001.

VIMIEIRO-GOMES, A. C.; MAGALHÃES, F.C.; AMORIM, F.T.; MACHADO-MOREIRA, C.A.; ROSA, M.S.; LIMA, N.R.V.; RODRIGUES, L.O.C. Comparison of sweat rate during graded exercise and the local rate induced by pilocarpine. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, v. 38, n.7, p. 1133-1139, 2005.

WARD, M.P.; MILLEDGE, J.S.; WEST, J.B. Altitude acclimatization. In: High Altitude Medicine and Physiology. **Oxford University Press**, New York, 2000.

WELLER, A.S.; LINNANE, D.M.; JONKMAN, A.G. Quantification of the decay and re-induction of heat acclimation in dry-heat following 12 and 26 days without exposure to heat stress. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 102, n. 1, p. 57–66, 2007.

WILKINS, D.C. Acclimation to heat in the Antarctic. **Polar human biology. Heinemann Medical Books.**, London, p. 171–181, 1973.

WILLIAMS, C. G.; WYNDHAM, C. H.; MORRISON, J. F. Rate of loss of acclimatization in summer and winter. **J. Appl. Physiol.**, v.22, n.1, p.21–6, 1967.

[Digite aqui]

WILSON, O. Human Adaptation to Life in Antarctic. **Springer.**, v. 15, p. 690-752, 1965.

WYNDHAM, C.H Effect of acclimatization on the sweat rate-rectal temperature relationship. **J. Appl. Physiol.**, v.22, p.27–30, 1967.

YOUNG, A. J. Human thermoregulatory responses to cold air are altered by repeated cold water immersion. **Journal Applied Physiology.**, v. 60, n.1542, p. 8-144, 1986.

ZARANKIN, A.; SENATORE, M. X. Archaeology in Antarctica: Nineteenth-Century Capitalism Expansion. **Strategies International Journal of Historical Archaeology.**, v. 9, n. 1, 2005.

ZHANG, Z.; XIANGNING, T.; JUN, L.; WENYI, Y. The effect of dynamic friction with wet fabrics on skin wetness perception. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics.**, v. 14, p. 1-57, 2018.

## APÊNDICES

### APÊNDICE I

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Projeto de Pesquisa em aclimatação ao ambiente extremo: **“Aclimatização ao ambiente extremo e efeito de quatro semanas em acampamento antártico sobre a termorregulação, a capacidade aeróbica e sobre os parâmetros metabólicos e inflamatórios de participantes do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR)”**.

---

Convidamos você para ser voluntário do projeto de pesquisa intitulado *“Aclimatização ao ambiente extremo e efeito de quatro semanas em acampamento antártico sobre a termorregulação, a capacidade aeróbica e sobre os parâmetros metabólicos e inflamatórios de participantes do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR)”*, cujo objetivo é avaliar a adaptação ao ambiente Antártico e qual a influência da capacidade física sobre essa adaptação.

Você passará, em dias diferentes, por quatro ocasiões de coletas de dados em dias distintos com intervalo mínimo de tempo de 48 horas entre as situações. Duas delas antes da viagem para o continente antártico e duas após. Sendo que, o início dos experimentos não poderão passar de 4 dias após o retorno ao Brasil.

As coletas serão feitas nas dependências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) na Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE). Caso seja difícil seu deslocamento até a UFMG, algum pesquisador responsável ficará à disposição de levá-lo (a) até o local do experimento e após os procedimentos levá-lo (a) de volta à sua casa. No dia anterior da coleta de dados, você receberá uma cápsula de temperatura interna, na qual irá ingeri-la com água 12h antes do experimento. No dia de todas as coletas você receberá um recipiente descartável no qual você deverá urinar. Será utilizada uma gota de urina para a medida da densidade da sua urina, o que permitirá a nós verificarmos o seu estado de hidratação. Caso você não esteja hidratado (a), será fornecido

[Digite aqui]

500ml de água e você ficará em repouso por 30 minutos para que se reidrate. A primeira coleta de dados e a terceira coleta, esta, a primeira após o retorno da Antártica, após a análise da densidade da urina serão feitas as medidas de massa corporal, estatura, percentual de gordura, será afixado uma fita de cardiofrequencímetro para medida das variáveis cardiovasculares. Em seguida um teste de potência máxima em esteira com intensidade progressiva para medida do seu consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2MÁX}$ ), o  $\dot{V}O_{2MÁX}$  será calculado através de um espirometro (BIOPAC). Antes e após o teste será coletado uma gota de sangue na polpa digital com uma agulha própria e descartável.

No segundo e no quarto dia experimental este cerca de 3 dias após o retorno da Antártica a análise da urina, será realizada coleta de saliva para medida de cortisol e testosterona (a saliva será coleta 1 vez por semana durante toda a viagem); aproximadamente 5 gotas de sangue na polpa digital para medidas hormonais e uma gota para medida da glicemia; Em seguida será fixado uma fita de cardiofrequencímetro; Serão afixados também papéis específicos para análise de sudorese na testa, braço, antebraço, peito e coxa, caso estes locais possuam pelos, pode ser que seja necessário a raspagem dos mesmos com um aparelho de lâmina descartável; Será aplicado questionários (sono e humor) de preenchimento simples e um teste cognitivo de memória de trabalho; Após esta etapa, você passará por uma avaliação de gasto energético no qual será realizada a técnica de calorimetria indireta, onde você permanecerá com um bocal limpo e esterelizado e você permanecerá sentado (a) por 12 minutos até que a calorimetria seja estabilizada, após a estabilização ainda com o bocal e o calorímetro registrando seu gasto calórico, será realizado o teste de aclimatização ao ambiente frio, você irá imergir a mão direita, até a altura do punho em um recipiente com água fria (0 e 4° C) e você ficará com a mão na água durante o tempo máximo que conseguir permanecer com a mão na água fria e será registrada a temperatura do seu dedo médio e da sua mão ao final e após 30 segundos da retirada da sua mão, ao longo deste teste você irá responder uma escala visual analógica de dor a cada dez segundos e também será registrada a sua frequência cardíaca e após os 30 segundos será interrompido o teste de calorimetria. A última etapa será o teste para avaliar as adaptações termorregulatórias em exercício ao ambiente quente. O exercício se dá por meio de corrida com duração de 45 minutos em esteira rolante a uma inclinação de 1% ( $\cong$  60% da velocidade máxima do teste de capacidade aeróbica).

[Digite aqui]

O ambiente será controlado e mantido a 30° C, 60% de umidade relativa do ar. A cada 5 minutos serão registradas as temperaturas da pele, interna e também, você irá responder através de escalas, a sua percepção de esforço físico (PSE) e sua sensação e conforto térmico. Ao final serão retirados os papéis de análise de sudorese e em seguida será fixado nos mesmos locais por cerca de 3 segundos um papel próprio para contagem de glândulas sudoríparas. E após sair da câmara ambiental irá novamente preencher os questionários e realizar o teste cognitivo.

Os riscos deste estudo são relativamente pequenos e estão associados com a prática de exercícios físicos (no teste progressivo), como o surgimento de lesões músculo-esqueléticas e pela possível dor durante e após a realização de um exercício com intensidade máxima. Caso ocorram efeitos adversos do exercício no dia do teste com intensidade progressiva, os pesquisadores o levarão, em carro próprio, para o serviço de pronto atendimento da UFMG. Você não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e não receberá remuneração por sua participação. Ao final do estudo será enviado para você um relatório com os todos os seus dados individuais.

Você passará, na Antártica, por um dia de coletas de dados para a caracterização da sua demanda física e das suas respostas termorregulatórias a este ambiente.

Ao chegar ao acampamento será fornecido para você um pedômetro (contador de passos) que deverá ficar preso em sua roupa durante toda a estadia na Antártica e cujos dados serão aferidos diariamente.

No dia anterior à coleta de dados – que será realizada em um dia da segunda semana de acampamento -, será fornecida para você uma cápsula ingerível para a medida da sua temperatura interna. Você deverá ingerir a cápsula 12h antes do início das medidas experimentais, a cápsula deverá ser ingerida com água. Nos dias experimentais, às 7h, e em jejum, será solicitado que você colete duas amostras de sua saliva em dois tubos específicos (um para posterior análise do hormônio cortisol e outro para posterior análise do hormônio testosterona).

Serão entregues para você outros três tubos – dois para que, às 19h, você realize as coletas de saliva para as posteriores análises dos hormônios cortisol e testosterona e outro tubo

[Digite aqui]

para que às 00:00 ou antes de dormir você realize uma última coleta de saliva (na qual será dosado o hormônio melatonina).

Após este procedimento, serão coletadas 8 gotas de sangue, através de uma punção na polpa digital, com uma agulha própria e descartável (será utilizado o procedimento do “teste do pezinho”). Em seguida, você deverá vestir uma roupa adequada e padronizada (com bermuda por baixo da roupa) e será entregue para você um recipiente descartável no qual você deverá urinar. Será utilizada uma gota de sua urina para a medida da densidade da urina, o que permitirá a verificação do seu estado de hidratação. Serão afixados em você sensores flexíveis para as medidas de temperaturas da pele do Tpeito, do Tbraço, da Tcoxa, da Tmão e do Tpé, uma fita de cardiofrequencímetro para medida das variáveis cardiovasculares e serão afixados também papéis específicos para análise de sudorese na testa, no braço, no antebraço, no peito e na coxa. Caso os locais para a fixação dos papéis-filtro para a análise de sudorese possuam pelos, pode ser necessária a raspagem dos mesmos, com um aparelho de lâminas descartável. Será solicitado a você, em seguida, o preenchimento de três questionários (sono, humor e nutricionais), cujo preenchimento é simples. Logo após o preenchimento dos questionários, você será liberado para suas atividades rotineiras, durante as quais serão feitas, a cada 60 minutos, as medidas cardiovasculares através da fita do Polar®, e as medidas de temperatura (pele exposta e interna), ao longo de seu trabalho externo. Durante a realização das medidas em campo, não será preciso que você interrompa seus trabalhos.

Solicitamos que um dia antes de todas as coletas de dados você abstenha-se da ingestão de álcool. Todos os seus dados pessoais serão confidenciais, sua identidade não será revelada publicamente e somente os pesquisadores envolvidos neste estudo terão acesso a essas informações. Os dados coletados serão utilizados para fins de pesquisa e ensino e ficarão armazenados no Laboratório de Fisiologia do exercício por 10 anos.

Os riscos deste estudo são relativamente pequenos e estão associados com o possível surgimento de hematomas devido à punção na polpa digital e ao desconforto da afixação de sensores em pontos de seu corpo. Você não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e não receberá remuneração por sua participação. Ao final do estudo será enviado para você um relatório com os todos os seus dados individuais.

[Digite aqui]

Não está prevista qualquer forma de remuneração para os voluntários. Todas as despesas especificamente relacionadas ao estudo são de responsabilidade do Laboratório de Fisiologia do Exercício da UFMG.

De acordo com a resolução do Conselho Nacional de Saúde Nº 441, DE 12 DE MAIO DE 2011 é de seu direito e conhecimento que:

Todo seu material sanguíneo e de saliva será utilizado apenas para fins desta pesquisa,

Você terá todo acesso e conhecimento dos resultados obtidos da utilização do seu material biológico.

A qualquer momento você poderá solicitar tanto o cancelamento das análises e ou pedir o descarte do material correspondente.

Após todas análises concluída entraremos em contato com você para solicitar a autorização para o descarte do material.

Todo material biológico estará sobre inteira responsabilidade dos pesquisadores responsáveis e do Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE) da Universidade Federal de Minas Gerais.

Você dispõe de total liberdade para esclarecer as questões que possam surgir durante a pesquisa. Qualquer dúvida, por favor, entre em contato com as pesquisadoras responsáveis pelo estudo: Dr<sup>a</sup>. Danusa Dias Soares, tel. (31)99102-5060, email: [danusa56@gmail.com](mailto:danusa56@gmail.com) e Ygor Antônio Tinoco Martins, tel. (31)98850-7965/ email: [tinocoedfis@gmail.com](mailto:tinocoedfis@gmail.com); ou com o Comitê de Ética em Pesquisa: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º andar, sl. 2005 cep. 31270901 - BH/MG,; tel.: (31)34094592; email: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br). Você poderá se recusar a participar deste estudo e/ou abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar se justificar e sem que isso seja motivo de qualquer tipo de constrangimento para você. Os pesquisadores podem decidir sobre a sua exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais você será devidamente informada.

Antes de concordar em participar desta pesquisa e assinar este termo, as pesquisadoras deverão responder todas as suas dúvidas e, se você concordar em participar do estudo, será entregue uma via deste termo para você.

[Digite aqui]

*CONSENTIMENTO*

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito de todos os dados que li e concordo, voluntariamente, em participar do estudo “*Aclimatização ao ambiente extremo e efeito de quatro semanas em acampamento antártico sobre a capacidade aeróbica de participantes do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR)*”, que será realizado pelo Laboratório de Fisiologia do Exercício da Universidade Federal de Minas Gerais em suas dependências e também no continente antártico.

Belo Horizonte \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020.

---

Assinatura do voluntário:

Declaro que expliquei os objetivos deste estudo para o voluntário, dentro dos limites dos meus conhecimentos científicos.

---

Ygor Antônio Tinoco Martins

Mestrando em Ciências do Esporte

---

Dr<sup>a</sup>. Danusa Dias Soares

Professora EEEFTO/ UFMG

[Digite aqui]

## **APÊNDICE II** – Expedição brasileira para a Antártica: variáveis hormonais (TSH e T4) e medidas de estados de humor

Além das medidas para a compreensão das respostas termorregulatórias e aclimatização, realizadas ao longo do período em campo na Antártica, foram realizadas medidas adicionais para a compreensão das respostas hormonais (TSH e T4) e dos estados de humor ao longo da expedição. Contudo, considerando o objetivo primário das comparações termorregulatórias apresentadas nesta dissertação, não incluir os dados presentes neste apêndice foi uma opção para melhor direcionamento dos resultados. A seguir, estão apresentados uma breve introdução às medidas adicionais realizadas e são apresentados os resultados encontrados.

### **INTRODUÇÃO**

A permanência nos ambientes ICE (isolados, confinados e extremos) da Antártica, como navios, estações de pesquisas e acampamentos, podem resultar em alterações, hormonais e psicossociais, devido às condições ambientais extremas e às condições de permanência. Os hormônios tireoidianos podem sofrer alterações tanto em condições de exposição ao frio

[Digite aqui]

extremo, como em situações de estresse como o isolamento social e ciclos prolongados de luz (OLSON, 2002; REED *et al.* 2001, 1990; Simoni *et al.*, 1990). Durante a permanência na Antártica, estudos anteriores observaram alterações nos hormônios tireoidianos, tanto durante a estadia em estações de pesquisas (PALINKAS *et al.*, 2007) como em acampamento (MORAES *et al.*, 2020), tendo sido, no último caso, observada redução da concentração de tanto de hormônio estimulante da tireoide (TSH) quanto de tetraiodotironina (T4) no sangue.

Estudos mostram que pesquisadores que permanecem durante um ano nas estações de pesquisa no continente antártico apresentam comprometimentos não só físicos, mas também alterações negativas no humor (PALINKAS *et al.*, 2007), bem como a permanência em acampamentos pode também resultar em aumento das notas atribuídas às categorias negativas de humor (MORAES *et al.*, 2020), resultado corroborado por outro estudo prévio realizado pelo nosso grupo (dados não publicados), no qual observamos que duas semanas de permanência no ambiente antártico, durante um acampamento, resultaram em aumento das notas atribuídas as dimensões negativas de humor dos voluntários, com aumento da fadiga, da tensão e da raiva.

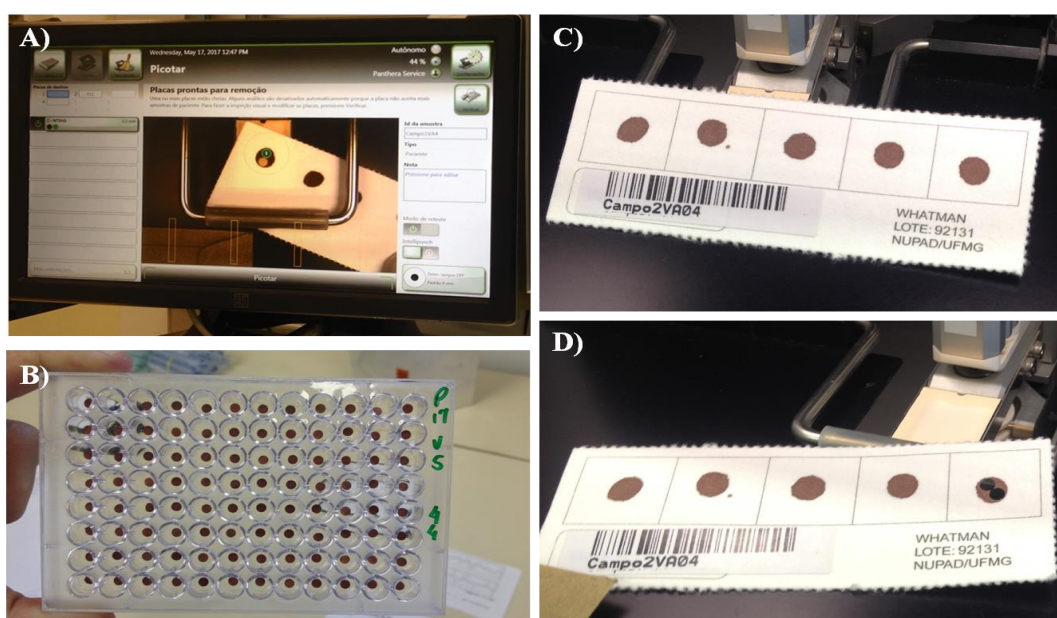
## **MÉTODOS**

Ao longo do estudo sempre às 7:00, foram realizadas 4 coletas de TSH e T4 em diferentes momentos: 1) “Pré-Antártica”, coleta de dados realizada no Brasil, três semanas antes do embarque para o início da expedição para a Antártica. 2) “Semana 1”, “Semana 2” e “Semana 3”, coletas de dados ao longo de 32 dias de acampamento. 3) “Pós-Antártica”, coleta de dados realizada novamente, no Brasil, 18 dias após o final do período em campo, no retorno da expedição. Os voluntários preencheram o questionário de humor BRUMS (*Brunel Mood Scale*) (ROHLFS *et al.*, 2008), imediatamente após as coletas de sangue para posteriores análises de TSH e T4, em todas as situações experimentais.

### ***Análises de TSH e T4***

[Digite aqui]

Para a dosagem de TSH e T4, realizadas em duplicata, foram utilizados dois discos de 3mm de diâmetro das gotas de sangue armazenadas no papel. Os círculos foram dispostos em uma placa, e diluídos em solução e analisados por fluoroimunoensaio tempo-resolvido de dois sítios com a técnica direta de duplo sanduíche (AutoDELFIA® Neonatal htsh; Wallac Oy, Turku, Finlândia), que se baseia nas reações antígeno-anticorpo detectáveis através de reações enzimáticas. Para este ensaio é utilizado uma solução tampão de európio que dilui o sangue seco nos discos de papel filtro.



Preparação do papel filtro com a gota de sangue seca para análise de TSH e T4. A) Seleção do local de picote do disco de 3mm de diâmetro para B) colocação na placa para posterior análise. Detalhe do papel filtro com sangue seco e identificado C) antes da realização do picote de 3mm e D) após o picote de 3mm para a análise.

Fonte: Arquivo pessoal.

### Questionário: *Escala de humor BRUMS*

Escala de BRUMS é derivado do Perfil dos Estados de Humor (POMS) composto por seis dimensões e validado no Brasil (ROHLFS *et al.*, 2008) para a detecção de estados de humor. Cada dimensão compreendida por quatro itens, a saber:

a) Tensão, que representa a tensão músculoesquelética e preocupação e é composta de itens designados como apavorado, ansioso, preocupado e tenso.

[Digite aqui]

b) Vigor, representando o estado de energia e força física, nomeados por termos como animado, com disposição, com energia e alerta.

c) Raiva, designa um estado de hostilidade, representado pelas palavras irritado, zangado, com raiva e mal-humorado.

d) Depressão, um estado emocional de desânimo, tristeza e infelicidade, composto pelos itens deprimido, desanimado, infeliz, triste.

e) Fadiga, um estado de cansaço e baixa energia, consistindo em itens como exausto, esgotado, sonolento e cansado.

f) Confusão, sensação de atordoamento e instabilidade das emoções, composta por inseguro, confuso, desorientado e indeciso.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Primeiramente foi realizada a avaliação dos pressupostos de normalidade e homocedasticidade dos dados através dos testes de Levene e Shapiro Wilk. Após confirmação da distribuição normal das variáveis, a elas foram aplicados testes paramétricos.

A ANOVA *one way* RM (FV: Momento) e o *post-hoc Student-Newman-Keuls*, foram utilizados para a análise de TSH, T4 e questionário BRUMS ao longo do estudo.

Os dados foram analisados através do pacote estatístico SigmaPlot 11.0. Os resultados estão apresentados como média  $\pm$  desvio padrão da média. O nível de significância adotado neste estudo foi  $P \leq 0,05$ .

Como o número de sujeitos que participaram do estudo foi limitado ( $n = 7$ ), foi realizado o cálculo do tamanho do efeito (TE), comparando-se duas médias, e utilizou-se a seguinte equação:  $d = PA - POA / \sigma$ . Onde PA e POA são as médias das situações “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica” (POA) e  $\sigma$  representa o desvio padrão agrupado.

[Digite aqui]

O tamanho do efeito considerado nas ANOVAS foi o  $\eta^2$ , calculado a partir da equação seguinte:  $\eta^2 = \text{SQ efeito} / \text{SQ total}$ . Onde SQ = soma dos quadrados. Os valores de  $\eta^2$  foram convertidos a partir da tabela proposta Cohen, (1988) e Grissom, (1994).

Como classificação da magnitude dos efeitos, usou-se critério estabelecido por Cohen (1988) em que os valores de TE foram classificados como trivial ( $TE < 0,2$ ), pequeno ( $TE = 0,2 - 0,6$ ), moderado ( $TE = 0,6 - 1,2$ ) ou grande ( $TE \geq 1,2$ ). (HOPKINS, 2019).

## RESULTADOS

### Hormônios tireoestimulante (TSH) e Tiroxina (T4)

A concentração do hormônio TSH aumentou na “Semana 3” quando comparada com a “Semana 1” ( $P = 0,008$ ), com a semana 2 ( $P = 0,017$ ), e com a situação “Pré-Antártica” ( $P = 0,025$ ). Na situação “Pós-Antártica”, a concentração de TSH também aumentou em relação a “Semana 1” ( $P = 0,011$ ), com a “Semana 2” ( $P = 0,013$ ) e com o momento “Pré-Antártica” ( $P = 0,028$ ). Não foram observadas diferenças nas demais situações. Houve um TE moderado entre as situações experimentais ( $d = 0,9$ ) (FIGURA 1 A).

A concentração do hormônio T4 aumentou na situação “Pós-Antártica” em relação à “Pré-Antártica”, “Semana 1”, “Semana 2”, “Semana 3” ( $p \leq 0,001$  para ambas as comparações). Houve um TE moderado entre as situações experimentais ( $d = 1,0$ ) (FIGURA 1 B).

[Digite aqui]

**Figura 1 - Hormônios tireoestimulante (TSH) e Tiroxina (T4) avaliados ao longo do estudo.**

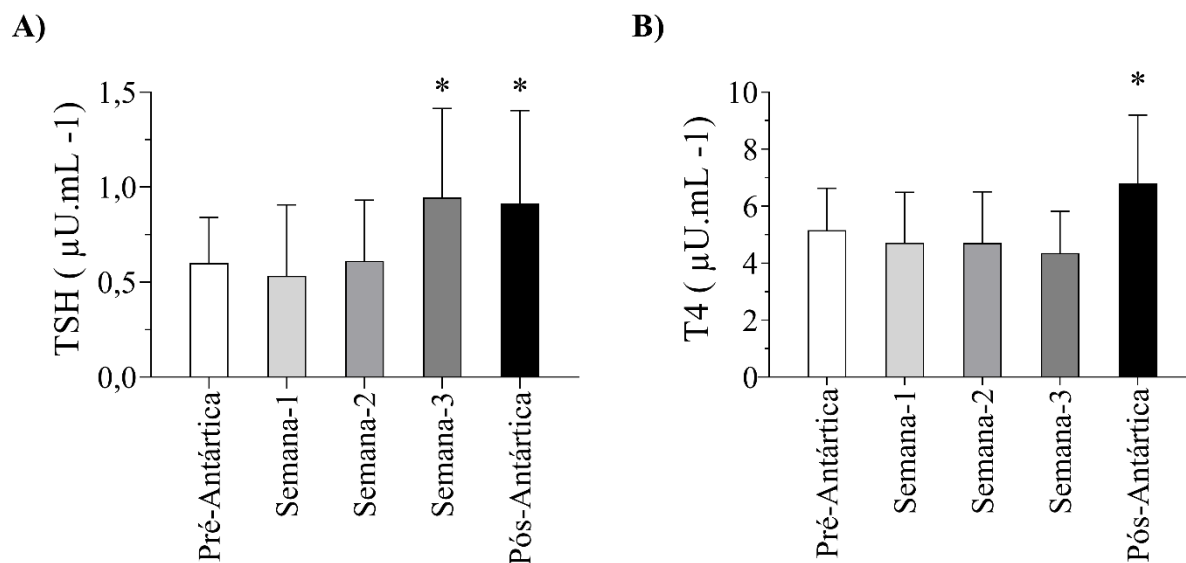


FIGURA 1 – Gráficos referentes a: A) Concentração do hormônio tireoestimulante (TSH). B) Concentração do hormônio tiroxina (T4) nas situações “Pré-Antártica”, “Semana 1”, “Semana 2”, “Semana 3” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártico (“Pré-Antártica”), durante a expedição (“Semana 1”, “Semana 2”, “Semana 3”) e novamente no Brasil, após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). \*Diferença estatística entre as situações experimentais. Análise estatística: ANOVA one way RM e *post-hoc* de *Student-Newman-Keuls*.  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

### Escala de humor de Brunel (BRUMS)

Houve um aumento das notas atribuídas para a dimensão fadiga na “Semana 3” em relação a situação, “Semana 1”, “Semana 2”, ( $P = 0,02$  e  $P = 0,04$  respectivamente), mas não foi diferente entre “Pré-” e “Pós-Antártica” ( $P = 0,77$  e  $P = 0,88$  respectivamente). A situação “Pós-Antártica” também foi maior em relação à situação, “Semana 1”, “Semana 2”, ( $P = 0,01$  e  $P = 0,02$  respectivamente) e não foi diferente entre as situações “Pré-Antártica” e “Semana 3” ( $P = 0,66$  e  $P = 0,77$  respectivamente). A ANOVA identificou um aumento da fadiga na “Semana 1” em relação a situação “Pré-Antártica”. Não foi observada diferenças estatísticas entre a “Semana 1” e “Semana 2” ( $P = 0,88$ ). TE moderado entre as situações ( $d = 0,28$ ) (GRÁFICO A).

[Digite aqui]

Na dimensão vigor, observamos um aumento das notas atribuídas na situação “Pré-” em relação a “Semana 3” e “Pós-Antártica” e “Semana 1” ( $P = 0,04$ ;  $P = 0,05$  e  $P = 0,001$  respectivamente), mas não foi diferente da situação “Semana 2” ( $P = 0,86$ ). A fadiga reduziu na “Semana 2” em relação a “Semana 3” e “Pós-Antártica” e “Semana 1” ( $P = 0,04$  e  $P = 0,05$ ;  $P = 0,01$  respectivamente) e não foi diferente em comparação a “Pré-Antártica” ( $P = 0,86$ ). Não foram observadas diferenças entre as situações “Pós-Antártica” e “Semana 1”, “Pós-Antártica” e “Semana 3” e “Semana 1” e “Semana 3” ( $P = 0,06$ ;  $P = 0,39$ ;  $P = 0,86$  e  $P = 0,49$  respectivamente) e observamos uma tendência a diferença entre a situação “Pré-Antártica” e “Pós-Antártica”. Houve um TE moderado entre as situações ( $d = 0,73$ ) (GRÁFICO B)

Na dimensão raiva a ANOVA identificou diferença estatística entre as situações experimentais ( $P = 0,02$ ), porém o *post hoc* não apontou as diferenças. Observamos um TE grande entre as situações ( $d = 2,12$ ) (GRÁFICO C).

Não observamos diferença estatística entre as situações experimentais para a dimensão depressão e houve um TE pequeno ( $P = 0,26$ ;  $d = 0,35$ ) (GRÁFICO D).

A dimensão confusão a ANOVA não apontou diferenças entre as situações e observamos um TE pequeno. ( $P = 0,48$ ;  $d = 0,96$ ) (GRÁFICO E).

Assim como a dimensão confusão, a tensão também não foi diferente entre as situações experimentais e o houve um TE foi moderado ( $P = 0,61$ ;  $d=0,28$ ) (GRÁFICO F).

[Digite aqui]

**Figura 2 - Gráficos das dimensões da Escala de humor de Brunel (BRUMS), avaliados ao longo do estudo.**

[Digite aqui]

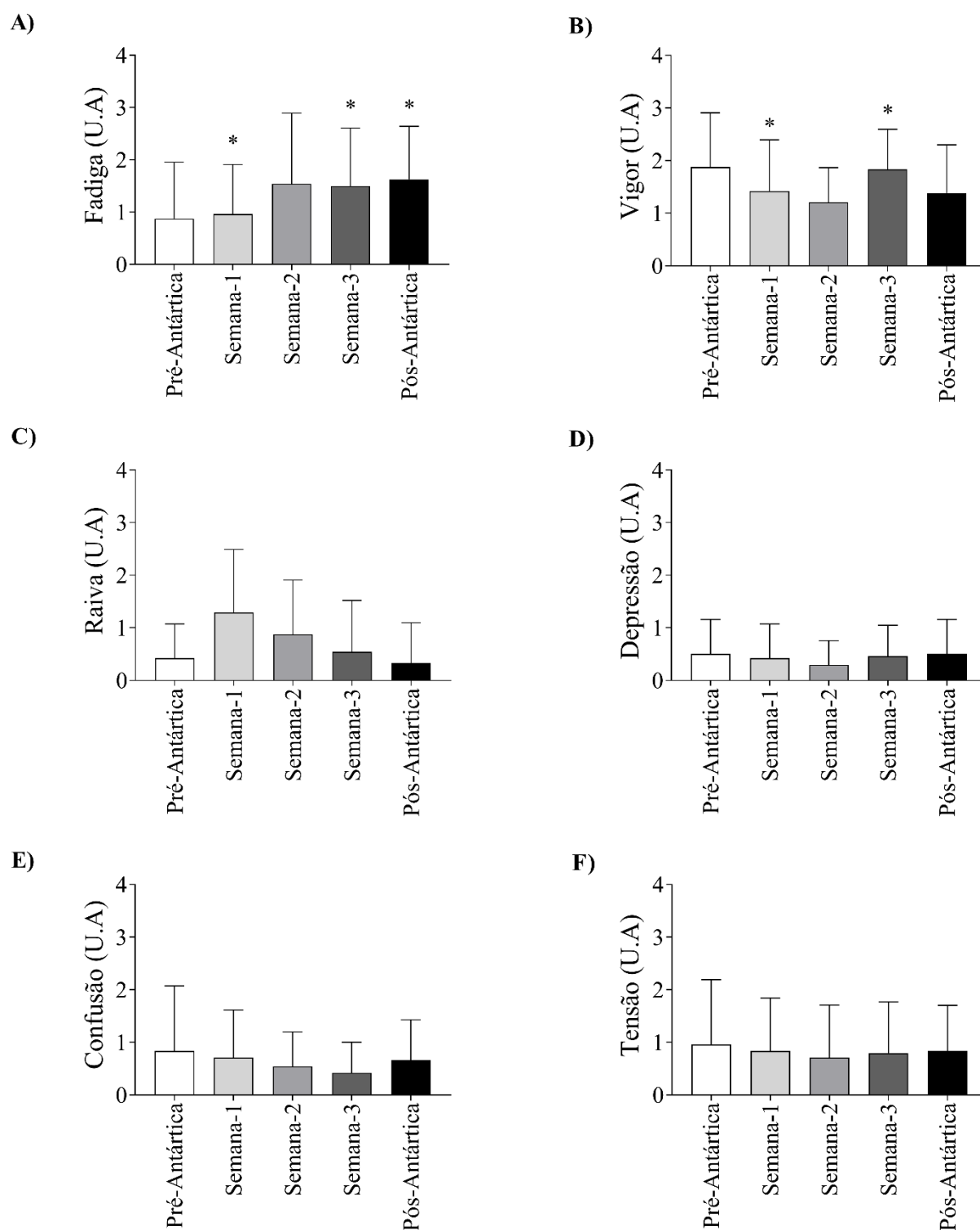


FIGURA 2 - Gráficos referentes ao questionário de humor de BRUMS. nas situações “Pré-Antártica”, “Semana 1”, “Semana 2”, “Semana 3” e “Pós-Antártica”. Dados coletados no Brasil, antes do início da expedição para a Antártico (“Pré-Antártica”), durante a expedição (“Semana 1”, “Semana 2”, “Semana 3”) e novamente no Brasil, após o retorno da expedição (“Pós-Antártica”). Dimensões: A) Fadiga. B) Vigor. C) Raiva D) Depressão E) Confusão F) Tensão \*Diferença estatística entre as situações experimentais. Análise estatística: Friedman

[Digite aqui]

Repeated Measures Analysis of Variance on Ranks. *Post Hoc* de *Student-Newman-Keuls*.  $P \leq 0,05$ . Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão da média.

Fonte: Elaboração própria.

## CONCLUSÃO

A permanência em um acampamento na Antártica, durante 32 dias, foi o suficiente para provocar em aumento da concentração de TSH na terceira semana de acampamento, que se manteve aumentada após 18 dias do final da expedição, assim como a concentração de T4. Além disso, a permanência no acampamento na Antártica resultou em aumento da fadiga dos voluntários, o que pode ser consequência as demandas físicas do campo, porém os voluntários se sentiram mais dispostos e com mais energia, como observado pelo aumento das notas atribuídas ao vigor.

[Digite aqui]

**ANEXOS****ANEXO I****Escala de PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO****O que você está sentindo?**

- 6 -
- 7 muito fácil
- 8 -
- 9 fácil
- 10 -
- 11 relativamente fácil
- 12 -
- 13 ligeiramente cansativo
- 14 -
- 15 cansativo
- 16 -
- 17 muito cansativo
- 18 -
- 19 exaustivo
- 20 -

Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)  
Borg, Noble (1982)

[Digite aqui]

**ANEXO II****ESCALA DE SENSAÇÃO TÉRMICA**

Como você percebe a temperatura do seu corpo?

**1 Muito Frio**

**2 Frio**

**3 Um pouco frio**

**4 Neutro**

**5 Um pouco quente**

**6 Quente**

**7 Muito quente**

---

[Digite aqui]

Referência: GAGGE, A. Pharo; STOLWIJK, J. A. J.; HARDY, J. D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. **Environmental research**, v. 1, n. 1, p. 1-20, 1967.

[Digite aqui]

**ANEXO III****ESCALA DE CONFORTO TÉRMICO**

**Quão confortável você está com a temperatura do seu corpo?**

**1 Confortável**

**2 Um pouco desconfortável**

**3 Desconfortável**

**4 Muito desconfortável**

[Digite aqui]

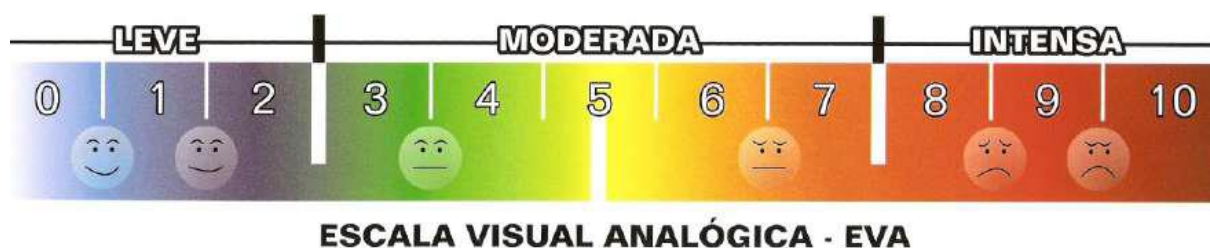
Referência: GAGGE, A. Pharo; STOLWIJK, J. A. J.; HARDY, J. D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. **Environmental research**, v. 1, n. 1, p. 1-20, 1967.

[Digite aqui]

## ANEXO IV

## ESCALA VISUAL ANALÓGICA – EVA

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_



Escala Visual Analógica – EVA consiste em auxiliar na aferição da intensidade da dor no paciente, é um instrumento importante para verificarmos a evolução do paciente durante o tratamento e mesmo a cada atendimento, de maneira mais fidedigna. Também é útil para podermos analisar se o tratamento está sendo efetivo, quais procedimentos têm surtido melhores resultados, assim como se há alguma deficiência no tratamento, de acordo com o grau de melhora ou piora da dor. A EVA pode ser utilizada no início e no final de cada atendimento, registrando o resultado sempre na evolução. Para utilizar a EVA o atendente deve questionar o paciente quanto ao seu grau de dor sendo que **0** significa **ausência total de dor** e **10** o nível de **dor máxima** suportável pelo paciente.

Dicas sobre como interrogar o paciente:

- Você tem dor?
- Como você classifica sua dor? (deixe ele falar livremente, faça observações na pasta sobre o que ele falar).

[Digite aqui]

**Questione-o:**

- a) Se não tiver dor, a classificação é **zero**.
- b) Se a dor for moderada, seu nível de referência é **cinco**.
- c) Se for intensa, seu nível de referência é **dez**.

[Digite aqui]

## ANEXO V

## QUESTIONÁRIO DE BRUMS

Voluntário: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Abaixo está uma lista de palavras que descrevem sentimentos. Por favor, leia tudo atenciosamente. Em seguida assinale, em cada linha, o círculo que melhor descreve **COMO VOCÊ SE SENTE AGORA**. Tenha certeza de sua resposta para cada questão, antes de assinalar.

<b>Escala: 0 = nada, 1 = um pouco, 2 = moderadamente, 3 = bastante, 4 = extremamente</b>
--

- |     |                     |   |   |   |   |   |
|-----|---------------------|---|---|---|---|---|
| 1.  | Apavorado .....     | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2.  | Animado .....       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3.  | Confuso .....       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4.  | Esgotado .....      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5.  | Deprimido.....      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6.  | Desanimado .....    | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7.  | Irritado.....       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8.  | Exausto .....       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 9.  | Inseguro.....       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 10. | Sonolento.....      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 11. | Zangado .....       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 12. | Triste .....        | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 13. | Ansioso.....        | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 14. | Preocupado .....    | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15. | Com disposição..... | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 16. | Infeliz .....       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 17. | Desorientado.....   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 18. | Tenso .....         | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 19. | Com raiva .....     | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 20. | Com energia.....    | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 21. | Cansado .....       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 22. | Mal-humorado .....  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 23. | Alerta.....         | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 24. | Indeciso .....      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

[Digite aqui]