

Madalena Duarte de Oliveira Lima

**EFEITOS DO HORÁRIO DO DIA E DO RESFRIAMENTO CORPORAL PRÉ-
EXERCÍCIO NA FREQUÊNCIA CARDÍACA E NA VARIABILIDADE DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA MEDIDAS ANTES, DURANTE E APÓS 10 KM DE
CORRIDA**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2019

Madalena Duarte de Oliveira Lima

**EFEITOS DO HORÁRIO DO DIA E DO RESFRIAMENTO CORPORAL PRÉ-
EXERCÍCIO NA FREQUÊNCIA CARDÍACA E NA VARIABILIDADE DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA MEDIDAS ANTES, DURANTE E APÓS 10 KM DE
CORRIDA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Penna Wanner

Co-orientador: Me. Rúbio Sabino Bruzzi

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2019

RESUMO

Existem evidências que o ritmo circadiano e o resfriamento corporal interferem na frequência cardíaca (FC) e na variabilidade da frequência cardíaca (VFC), uma medida indireta da atividade nervosa autonômica sobre o coração. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos do resfriamento corporal pré-exercício, realizado em diferentes horários do dia, sobre a FC e a VFC medidas antes, durante e após 10 km de corrida. Cada voluntário foi submetido a quatro situações experimentais, separadas por um intervalo de, no mínimo, cinco dias. Em duas situações experimentais, os voluntários foram submetidos a um procedimento de resfriamento corporal pré-exercício pela manhã ou à noite e, nas duas outras, iniciaram o exercício sem terem sido submetidos ao resfriamento prévio (de manhã ou à noite). Durante as situações experimentais, os voluntários foram orientados a percorrer os 10 km de distância, a uma inclinação de 0% e em intensidade autorregulada, no menor tempo possível. Os resultados encontrados mostraram que a FC antes e durante o exercício foi menor na situação de resfriamento em comparação com a situação sem resfriamento. Não foram observadas diferenças entre os períodos do dia (manhã vs. noite). Comparando a VFC nos momentos - início da coleta, pós-intervenção (i.e., resfriamento ou procedimento controle) e pós-exercício - não foram observadas diferenças causadas pelo horário do dia ou pelo resfriamento. No entanto, foi observado que os parâmetros no domínio do tempo [média dos intervalos RR, desvio padrão dos intervalos RR (SDT RR) e RMSSD] apresentaram menores valores no pós-exercício em comparação com os momentos início da coleta e pós-intervenção. Em relação ao domínio da frequência, o parâmetro LF/HF foi maior no pós-exercício em comparação com os dois outros momentos avaliados. Os nossos dados indicam que a imersão em água fria modificou a FC antes e durante o exercício em comparação com a situação sem resfriamento. Por outro lado, não foi observada alteração da FC em função do horário do dia. A VFC foi diferente no momento pós-exercício em comparação com os momentos início da coleta e pós-intervenção. A diferença observada sugere a existência de um maior tônus simpático e de um menor tônus parassimpático cardíaco após os 10 km de corrida. De maneira inesperada, o resfriamento corporal prévio e o horário do dia não interferiram na modulação autonômica cardíaca.

Palavras-chave: Respostas Cardiovasculares. Sistema Nervoso Autônomo. Resfriamento Corporal. Termorregulação. Calor. Ritmo Circadiano.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
1.1	OBJETIVO GERAL	7
1.2	HIPÓTESE.....	7
2	MATERIAL E MÉTODOS	8
2.1	CUIDADOS ÉTICOS	8
2.2	AMOSTRA	8
2.3	PROCEDIMENTOS PRÉVIOS AS SITUAÇÕES EXPERIMENTAIS	9
2.4	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	10
2.5	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	12
2.6	RESFRIAMENTO CORPORAL PRÉ-EXERCÍCIO	14
2.7	VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	17
2.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	18
3	RESULTADOS	21
3.1	TEMPERATURA AMBIENTE SECA E URA	21
3.2	TEMPERATURA DA ÁGUA NO RESFRIAMENTO	21
3.3	HORÁRIO DE INÍCIO DO R/SR E DO EXERCÍCIO.....	22
3.4	INGESTÃO DE ÁGUA, TEMPERATURA DA ÁGUA INGERIDA, SUDORESE, TAXA DE SUDORESE E ESTADO DE HIDRATAÇÃO (GEU) NO EXERCÍCIO.....	22
3.5	SONO DA NOITE ANTERIOR DAS SITUAÇÕES EXPERIMENTAIS	23
3.6	VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NO INÍCIO DA COLETA, PÓS-INTERVENÇÕES E PÓS-EXERCÍCIO.....	26
4	DISCUSSÃO.....	29
4.1	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	30
4.2	PERSPECTIVAS FUTURAS.....	31
5	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS.....	33
	ANEXOS	35
	ANEXO I ó QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA A ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q).....	35
	ANEXO II ó ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO.....	36
	APÊNDICES.....	37
	APÊNDICE I ó TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	37
	APÊNDICE II ó FORMULÁRIOS COM REGISTRO ALIMENTAR, SONO E TAREFAS DIÁRIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

É bem estabelecido que o controle do sistema cardiovascular depende, em parte, da atividade do sistema nervoso autônomo (SNA), o qual fornece nervos eferentes ao coração, mais especificamente terminações simpáticas por todo o miocárdio e terminações parassimpáticas para o nódulo sinusal, o miocárdio atrial e o nódulo ventricular. Esta atividade neural está intimamente ligada à regulação da frequência cardíaca (FC), do volume sistólico e da atividade reflexa barorreceptora. O aumento da FC é consequência da maior ação simpática e da menor atividade parassimpática, ou seja, inibição vagal. Inicialmente, em resposta ao exercício, a inibição vagal é o principal fator responsável pelo aumento da FC e, na sequência, observa-se importante contribuição do aumento da ação simpática. Por outro lado, a redução da FC depende basicamente do predomínio da atividade vagal e da diminuição da atividade simpática (HALL *et al.*, 2017).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) possibilita avaliar, de forma não invasiva, o controle autonômico cardíaco. A VFC é calculada a partir das oscilações entre os intervalos RR, os quais refletem modificações na FC em função da atuação conjunta dos ramos simpáticos e parassimpáticos do SNA. Trata-se, portanto, de uma medida que pode ser utilizada para avaliar a modulação do SNA em condições fisiológicas, tais como em situações de vigília e sono, diferentes posições do corpo, treinamento físico e exercício físico, assim como em condições patológicas. A análise da VFC pode ser feita em dois diferentes domínios: domínio do tempo e domínio da frequência (VANDERLEI *et al.*, 2009).

Considerando o contexto esportivo, a VFC vem sendo utilizada para auxiliar na identificação da fadiga extrema dos atletas, das modificações causadas pelo estresse térmico ambiental, dentre outros fatores. Outro aspecto importante relacionado ao monitoramento dessa variável é que ela auxilia a identificar os limites de cada pessoa em cada exercício (SANTOS, 2016).

O ritmo circadiano representa as alterações cíclicas que acontecem em um período de aproximadamente um dia (24h). As diferentes alterações circadianas podem interferir diretamente nos valores da FC. Dessa forma, a VFC também poderá sofrer oscilações circadianas, ligadas ao ciclo vigília-sono, por exemplo (ROCHA *et al.*, 2005). Porém, para o melhor dos nossos esforços, não encontramos estudos que comparassem a VFC em diferentes horários do dia.

O resfriamento corporal pré-exercício reduz a temperatura interna nos momentos iniciais do esforço físico, permitindo que o indivíduo apresente uma maior faixa para o aumento da temperatura interna ao longo do tempo (WEGMANN *et al.*, 2012). Nesse caso, durante o exercício, a FC aumentará para levar oxigênio e nutrientes tanto para os músculos esqueléticos realizarem as contrações musculares quanto para a pele, levando assim o sangue aquecido das regiões mais profundas do corpo. Ao chegar na pele, o sangue aquecido poderá ser resfriado e retornará para a parte interna do corpo, contribuindo para a atenuação do aumento da temperatura interna.

Em relação à FC, foram constatados maiores valores deste parâmetro fisiológico no início do exercício em ambiente quente quando comparado com o mesmo exercício realizado com resfriamento prévio (MAIA-LIMA *et al.* 2017), mesmo que o desempenho físico tenha sido maior após o resfriamento. Vale ressaltar que o estudo mencionado acima não realizou a comparação da FC entre os horários do dia e ao longo do exercício em ambiente quente e úmido. Assim sendo, verificar a FC em diferentes horários do dia, com e sem resfriamento corporal pré-exercício, permitiria entender melhor a modulação desta variável fisiológica e a sua contribuição no processo de fadiga (SANTOS, 2016). Em relação à VFC, por carência de estudos em relação ao ritmo circadiano, não se sabe se a mesma acompanhará as modificações da FC nas situações relatadas anteriormente.

O exercício físico exerce grande influência na FC, uma vez que induz a retirada parassimpática e o aumento da atividade simpática que inerva o coração. Dessa forma, a VFC pode ser utilizada também durante o exercício físico, mas ainda são escassos os estudos que comprovem a validade da medida nestas condições (SANTOS, 2016). Ao término do exercício físico, os valores da FC reduzem, voltando gradualmente aos valores observados em repouso. É com esse intuito que avaliaremos as possíveis interferências no controle autonômico cardíaco durante o repouso, o resfriamento, e no momento pós-exercício em diferentes períodos do dia. Durante o exercício, será medida somente a FC e não a VFC, por motivos já citados anteriormente.

Uma vez que podem existir diferenças na FC e na VFC em repouso ao longo do dia e em função das condições térmicas do organismo, é possível que uma estratégia de resfriamento corporal pré-exercício influencie diferentemente o controle autonômico cardíaco em diferentes horários do dia. Porém, não foi encontrado nenhum estudo que tenha avaliado os efeitos do resfriamento corporal pré-exercício no controle autonômico antes, durante e após esforços físicos realizados em ambiente quente e úmido e em diferentes períodos do dia.

1.1 Objetivo geral

Investigar os efeitos do horário do dia e do resfriamento corporal pré-exercício na frequência cardíaca e na variabilidade da frequência cardíaca medidas antes, durante e após 10 km de corrida.

1.2 Hipótese

H1: A frequência cardíaca (FC) será maior durante o exercício nas situações sem resfriamento corporal e será diferente em função do horário do dia.

H2: A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) será menor entre as situações de resfriamento corporal e sem resfriamento e nos diferentes momentos de coleta (repouso, pré-exercício e pós-exercício).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Cuidados Éticos

Esse estudo respeitou todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/12) envolvendo pesquisas com seres humanos e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (CAAE: 80315917.9.0000.5149).

Inicialmente, foi realizada uma reunião com cada voluntário, quando foram fornecidas informações sobre os objetivos da pesquisa e os procedimentos experimentais que seriam adotados. Durante a reunião, os voluntários tiveram a oportunidade de esclarecer quaisquer dúvidas antes de concordarem em participar do estudo. O termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE; APÊNDICE I) foi levado para casa, lido e assinado pelos participantes, os quais estavam, portanto, cientes: a- dos riscos relacionados à participação na pesquisa; b- que poderiam deixar de participar do estudo sem a necessidade de justificativa, a qualquer momento; c- que as informações relacionadas às coletas de dados seriam usadas apenas para fins científicos e a identidade deles seria mantida em sigilo.

2.2 Amostra

Corredores recreativos e/ou amadores foram convidados a participar do estudo, por meio de cartazes publicados em redes sociais ou afixados em murais da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG. Além disso, foram enviadas mensagens para coordenadores de grupos de corrida em Belo Horizonte.

A amostra desse estudo foi composta por onze homens saudáveis, com idade entre 18 e 50 anos e consumo pico de oxigênio ($VO_{2\text{pico}} \times 45 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), e que realizavam treinamento regular de corrida. Como critérios de inclusão, os voluntários não poderiam ter sofrido lesões musculoesqueléticas nos membros inferiores, coluna e pelve nos seis meses anteriores à participação na pesquisa, e deveriam ser considerados aptos para a realização de exercício físico de acordo com o questionário médico PAR-Q (ANEXO I), cujo preenchimento não deveria indicar a existência fatores de riscos associados com a realização de exercícios físicos (THOMAS *et al.*, 1992). Algumas características físicas dos voluntários estão descritas na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 ó Características físicas dos voluntários

	Idade (anos)	MC (kg)	Estatura (m)	FC _{MÁX} (bpm)	GC (%)	VO ₂ pico (mLO ₂ .kg ⁻¹ .min ⁻¹)
Média ± DP	31 ± 9	77,60 ± 12,1	1,75 ± 0,10	185 ± 5	18,39 ± 6,74	50,77 ± 4,46
Mínimo	22	58,38	1,56	180	10,27	45,00
Máximo	50	103,50	1,90	194	29,11	55,38

Número de voluntários participantes da pesquisa = 11; MC - Massa corporal; GC - Gordura corporal; VO₂pico - Consumo pico de oxigênio; FC_{máx} - Frequência cardíaca máxima; DP - Desvio padrão.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.3 Procedimentos prévios as situações experimentais

Após a aceitação do voluntário em participar da pesquisa, foram marcadas duas visitas, ambas no período da manhã: a primeira para realização de uma avaliação física para a caracterização da amostra e a segunda para realização de uma sessão de familiarização às situações experimentais. Todas as coletas de dados foram realizadas no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da UFMG no período compreendido entre agosto de 2018 e janeiro de 2019.

Na primeira visita, foram realizadas as medidas da massa corporal, estatura, espessura das dobras cutâneas e VO₂pico. O teste de VO₂pico (adaptado de DITTRICH *et al.*, 2011, considerando-se as diretrizes propostas por BENTLEY *et al.*, 2007) consistiu de um exercício progressivo, realizado em ambiente temperado (24°C de temperatura seca e 50% de URA), utilizando-se um espirômetro com analisador de gases (BIOPAC System®, GasSys2, EUA). O aparelho foi previamente calibrado com gases padronizados em concentrações conhecidas e a turbina calibrada com uma seringa de 2 L. O teste progressivo foi realizado em esteira, a uma velocidade de 9 km/h e uma inclinação de 1%. A cada 3 minutos, foram realizados incrementos de 1,2 km/h na velocidade e de 1% na inclinação, até que o voluntário não fosse capaz de continuar o exercício. Antes do teste, foi realizada uma atividade preparatória que consistiu de uma caminhada a 5 km/h com duração de 3 min. A frequência cardíaca (FC) foi registrada ao final de cada estágio e no momento de interrupção do exercício progressivo.

Além disso, a percepção subjetiva de esforço (PSE - ANEXO II) também foi avaliada nos mesmos momentos, utilizando-se uma tabela de 15 pontos, sendo 6 o mais fácil e 20 o mais difícil (BORG, 1982).

O maior valor da taxa de consumo de oxigênio observado num período de 60 s foi considerado como o $VO_{2\text{pico}}$ ($\text{mLO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) quando, pelo menos, dois dos critérios estabelecidos pelo ACSM (2013) foram observados:

- FC atingida maior que 90% da $FC_{\text{máx}}$ prevista pela equação ($FC_{\text{máx}} = 220 - \text{idade}$);
- Razão de trocas respiratórias (R) maior que 1,10;
- PSE maior que 17 (BORG, 1982);
- Platô da taxa de consumo de oxigênio mesmo com o aumento da intensidade do esforço. Foi considerado que os voluntários atingiram o platô, caso o aumento na taxa de consumo de oxigênio tenha sido menor que $45 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ durante os últimos 30s de teste (YOON *et al.*, 2007).

Todos os voluntários participantes da pesquisa alcançaram, pelo menos, dois dos quatro critérios descritos anteriormente.

Vale ressaltar que o estado de hidratação antes do exercício foi avaliado, por meio da medida da gravidade específica da urina através de um refratômetro portátil. Todos os voluntários estavam hidratados. No decorrer do teste, não tivemos nenhum voluntario desidratado. O teste progressivo foi realizado com antecedência mínima de 72 h em relação à familiarização.

Na segunda visita, o voluntário foi submetido a uma sessão de familiarização à corrida de 10 km no calor (33°C e 70% URA) e aos procedimentos que seriam realizados nas situações experimentais. Todos os testes e exercícios foram realizados em uma esteira (HPX350, Total Health Evolution), posicionada dentro de uma câmara ambiental (WMD 1150-5, Russels Technical Products®, Holland, MI, EUA; precisão de 1°C). Em todos os procedimentos, os voluntários usaram bermudas e tênis de costume nas suas rotinas de corrida, e realizaram o exercício sem camisa, repetindo o uso desta vestimenta nas situações experimentais.

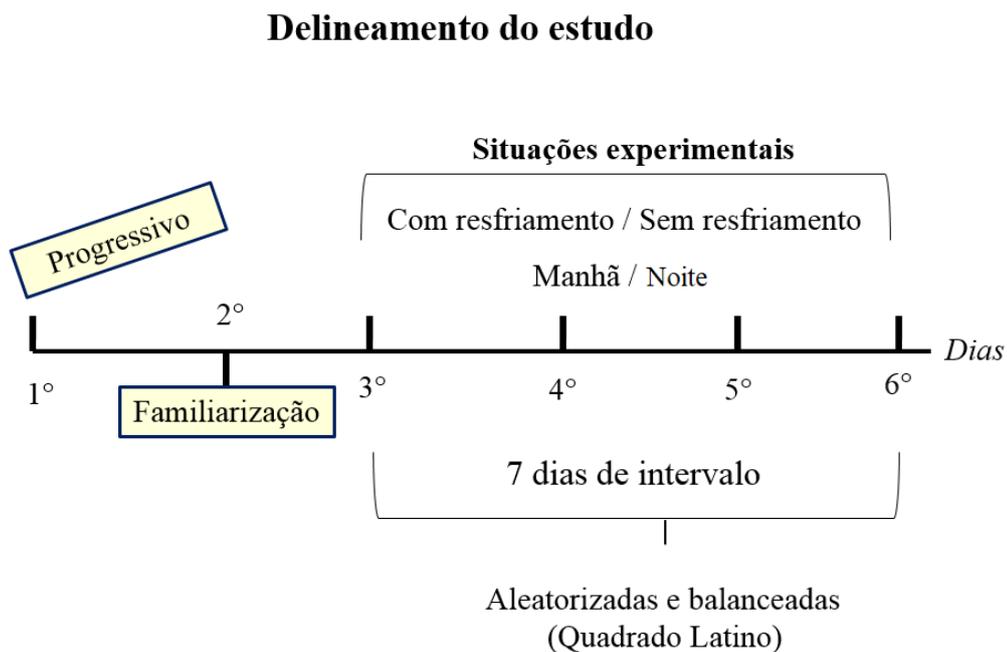
2.4 Delineamento experimental

Cada voluntário foi submetido a quatro situações experimentais, separadas por um intervalo de, no mínimo, 5 dias. A ordem das situações foi aleatória e balanceada através da adoção de um delineamento em quadrado latino, o qual realiza uma distribuição das situações de forma que os efeitos de ordem sejam minimizados (KIRK, 2010; SAMPAIO, 2007).

As situações experimentais foram realizadas entre às 07:00 e 10:30 h no período da manhã e entre às 17:00 e 20:30 h no período da noite; horários semelhantes foram utilizados nos estudos de Reilly *et al.* (1998), Waterhouse *et al.* (2004) e Hobson *et al.* (2009). Com isso, após todos os procedimentos prévios ao exercício, a expectativa de realização do exercício era em torno das 9:00 h no período da manhã e 19:00 h no período da noite.

Em duas situações experimentais, os voluntários foram submetidos a um procedimento de resfriamento corporal (descrito no item 2.6) antes do exercício (uma situação pela manhã e a outra à noite) e nas outras duas iniciaram o exercício sem terem sido submetidos ao resfriamento prévio. O exercício foi realizado em ambiente quente e úmido (33°C, 70% URA), semelhante ao ambiente utilizado no estudo de Maia-Lima *et al.* (2017). Portanto, o delineamento do estudo demandou seis visitas (duas para procedimentos prévios e quatro para situações experimentais) dos voluntários ao laboratório, além da reunião prévia para explicação sobre os objetivos e procedimentos que seriam adotados durante a pesquisa, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 ó Esquema ilustrativo do delineamento do estudo



Fonte: Elaborado pela autora.

Durante as situações experimentais, os voluntários foram orientados a percorrer os 10 km de distância em uma esteira, sem inclinação e em intensidade autorregulada, no menor tempo possível. O exercício autorregulado permite que a velocidade da corrida possa ser selecionada pelo próprio voluntário, de forma semelhante ao que ocorre na prática de exercícios no cotidiano e/ou situações de competição (GOULET, 2013).

Os ajustes na velocidade foram realizados pelo voluntário através do painel da esteira, utilizando dois botões, um ao lado do outro, que possibilitavam aumentar ou diminuir a velocidade. Somente a distância percorrida foi visualizada pelos voluntários em tempo real; o tempo transcorrido e outras variáveis que pudessem trazer informações sobre o desempenho não foram visualizadas. A ingestão de água a uma temperatura de 10°C ocorreu de forma *ad libitum*, sendo que os voluntários foram informados que poderiam pedir e ingerir água em qualquer momento e à vontade. Quando solicitado, foi fornecida uma garrafa contendo 500 ml de água. A temperatura da água foi medida no início dos quilômetros um, cinco e dez; a partir destas três medidas, foi feito cálculo do valor médio para cada situação.

2.5 Procedimentos experimentais

Os voluntários deveriam estar, no mínimo, em 3 h de jejum de alimentos ao chegar ao laboratório, pois foi fornecido um lanche padronizado previamente às quatro situações experimentais. Este lanche foi elaborado por um nutricionista, conforme recomendações apresentadas no estudo de Carvalho (2009). O lanche está descrito no quadro 1 e foi composto por uma quantidade suficiente de alimentos para que o voluntário não sentisse fome ou empanzimento. O lanche foi o mesmo em todas as situações experimentais para todos os voluntários. O tempo de intervalo entre o desjejum e o início do exercício foi de uma hora e meia. Além disso, os voluntários deveriam preencher dois recordatórios - alimentar e de tarefas diárias nas últimas 24 h - antes da primeira situação experimental; os mesmos hábitos deveriam ser reproduzidos antes das outras três situações subsequentes. Os voluntários que não cumprissem os procedimentos solicitados pelos pesquisadores do estudo seriam excluídos da pesquisa. Nenhum voluntário foi excluído e todos cumpriram os procedimentos solicitados pelos pesquisadores.

Quadro 1 ó Lanche das situações experimentais

Alimento	Medida caseira	Massa (g)	Energia (kcal)	Proteínas	Carboidratos	Lipídeos
Pão de Forma	3 fatias	75	201,75	6,97	42,52	0,15
Queijo Muçarela	3 fatias médias	60	195,00	16,32	0,00	14,40
Presunto Cozido	2 fatias médias	30	82,80	5,02	0,00	6,96
Banana Prata	1 unidade média	70	72,90	1,12	17,81	0,24
Barra de Cereais	1 unidade	25	96,00	1,60	18,00	2,00
Massa fracionada dos nutrientes (g)			----	31,03	78,33	23,75
Conteúdo calórico (kcal)			648,45	124,12	313,32	213,75
Teor percentual dos nutrientes (%)			100	19,14	48,32	32,96

Fonte: Elaborado pela autora.

Antes do exercício, após o lanche, foram feitas as medidas da densidade urinária e da massa corporal do voluntário, e o voluntário foi orientado a colocar um cardiofrequencímetro (Polar® RS800CX), que registra os intervalos RR. Após essa etapa, o voluntário foi submetido ou ao resfriamento corporal (descrito no item 2.6) ou permaneceu uma hora em repouso e, logo em seguida, foi encaminhado à câmara ambiental para o início do exercício, de acordo com situação experimental a ser realizada no dia. Ao entrar na câmara ambiental, o voluntário permaneceu sentado por 5 min antes do início do exercício. Nesse período, foi registrada a frequência cardíaca de repouso.

Durante o exercício, a frequência cardíaca (FC) foi registrada a cada 1 km. Imediatamente após o término do procedimento anterior, o voluntário foi encaminhado ao vestiário, onde o suor foi secado antes da pesagem. Todos os procedimentos relatados nesta sessão estão apresentados em forma de esquema na Figura 1.

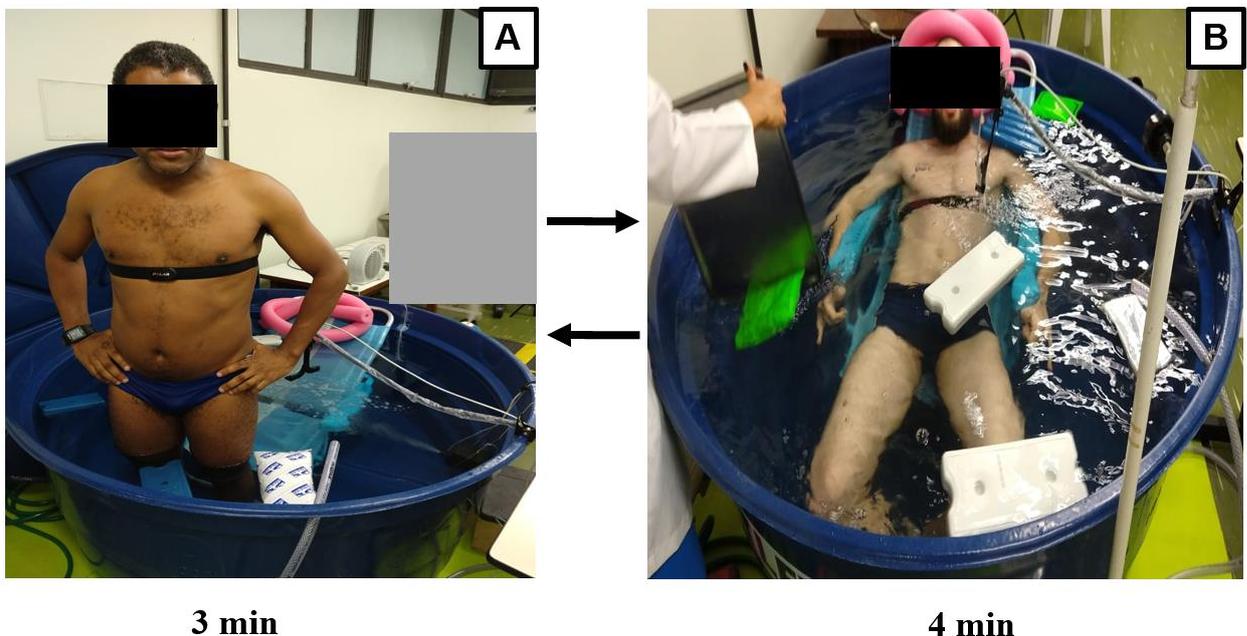
2.6 Resfriamento corporal pré-exercício

O método de resfriamento foi o mesmo utilizado por Maia-Lima *et al.* (2017). Inicialmente, os voluntários permaneceram 10 min sentados em uma sala com ambiente

controlado (25°C de temperatura ambiente seca e 80% URA). Após o período de repouso, a FC e a VFC foram registradas e então os voluntários entraram em uma caixa d'água, onde permaneceram imersos com água a 24°C até o pescoço. Cinco minutos após a entrada na caixa d'água, no primeiro estágio, os voluntários se levantaram (ainda com as pernas dentro da água) e enxugaram as partes do corpo onde foi feita a medida de FC. Três minutos após se levantarem, essa mesma variável foi coletada novamente e os voluntários permaneceram mais 4 min imersos antes de se levantarem mais uma vez (figura 2). Portanto, após esse momento inicial, foi repetido um novo ciclo, que consistiu de 4 min imersão e de 3 min com o voluntário em pé (ainda com as pernas dentro da água). Nestes ciclos, também foram registradas a temperatura ambiente seca, a URA e a temperatura da água.

Os procedimentos relatados anteriormente foram repetidos até que a Temperatura Retal (T_{RET}) diminuísse 0,4°C em relação à primeira medida realizada ou atingisse a duração máxima de uma hora. O período em que os voluntários permaneceram em pé foi estipulado para aumentar o gradiente de temperatura entre a pele e a água, aumentando a troca de calor (MAIA-LIMA *et al.*, 2017).

Figura 2 6 Procedimento para o resfriamento corporal dos voluntários. Momento em que os voluntários permaneceram 3 min em pé (painel A) ou imersos na água (painel B).



Fonte: Elaborado pela autora.

Foi instalado na caixa d'água um filtro interno de aquário com bomba (Minjiang Ns F980 2000 L/h), que limpava e fazia a convecção da água para facilitar a dissipação de calor por convecção a partir da pele do voluntário, retirando a água mais aquecida das proximidades

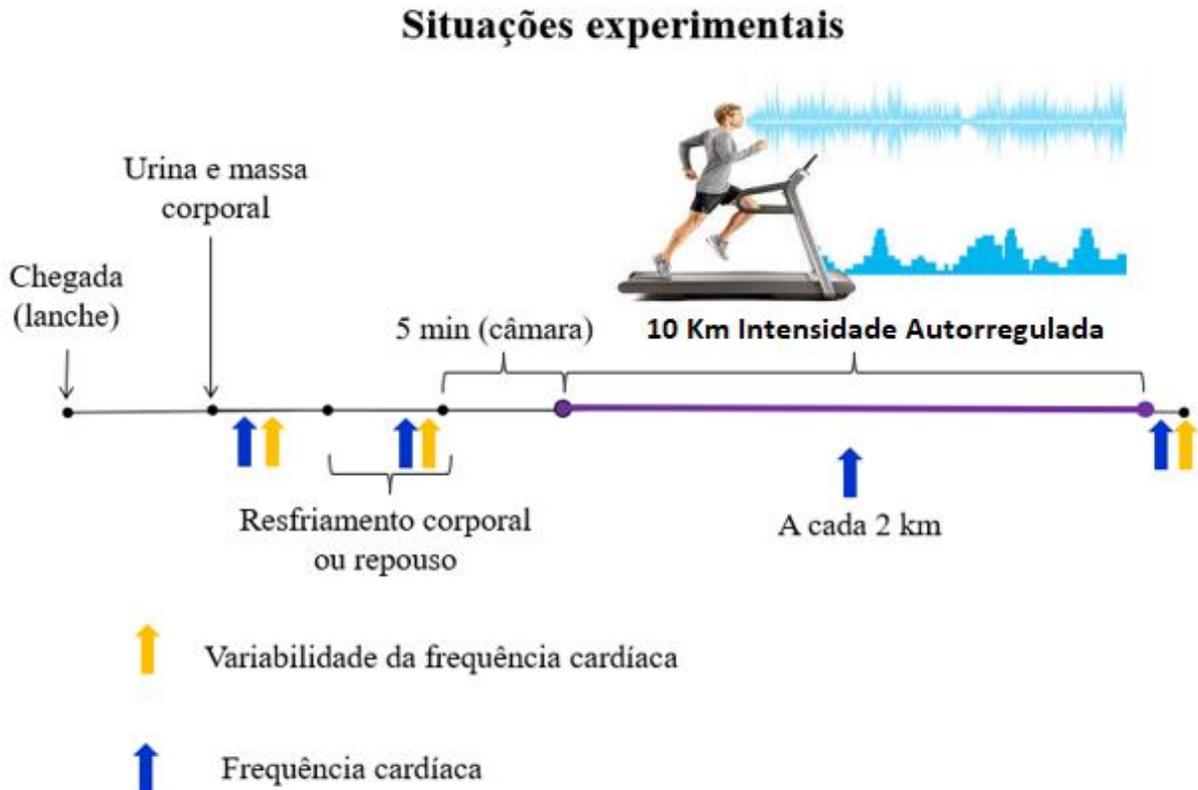
do voluntário. Além disso, durante o período no qual o voluntário estava imerso, foi feita a movimentação da água com uma bandeja por um dos pesquisadores para facilitar a troca de calor por convecção. O filtro e a movimentação da água com uma bandeja estão demonstrados na figura 3.

Figura 3 ó A movimentação da água realizada por um dos pesquisadores (painel A). Imagem do filtro interno de aquário (painel B)



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 4 ó Esquema ilustrativo das situações experimentais



Fonte: Elaborado pela autora.

2.7 Variabilidade da Frequência Cardíaca

A análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é realizada a partir de valores medidos em intervalos consecutivos dos batimentos cardíacos em um tempo que pode variar de 5 minutos até muitas horas. Pelo grande número de batimentos envolvidos e pela precisão da ordem de milésimos de segundo com que se deve medir os intervalos entre batimentos, é impraticável que esse processo seja realizado manualmente (SANTOS, 2016). A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi analisada através do método linear do domínio tempo nos parâmetros desvio padrão, média de intervalo e RMSSD. O parâmetro desvio padrão representa as oscilações dos batimentos em função do tempo; a média de intervalo corresponde à média dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos em um determinado tempo; e o parâmetro RMSSD representa uma comparação com base entre dois intervalos imediatos.

A prática regular de atividade física tem sido referida como um fator de melhora do tônus vagal em repouso. Isto acontece por conta de adaptações fisiológicas desencadeadas pelo aumento do trabalho cardíaco durante o exercício, já que há uma redução da sensibilidade dos receptores beta-adrenérgicos. Assim, a elevação da modulação parassimpática induz uma estabilidade elétrica do coração, ao passo que a atividade simpática elevada aumenta a vulnerabilidade do coração e o risco de eventos cardiovasculares (SANTOS, 2016). As alterações referidas anteriormente podem ser monitoradas através da variabilidade da frequência cardíaca (VFC).

Uma elevada variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é sinal de boa adaptação, caracterizando um indivíduo saudável, com mecanismos autonômicos eficientes, enquanto que baixa variabilidade é frequentemente um indicador de adaptação anormal e insuficiente do SNA, implicando a presença de mau funcionamento fisiológico no indivíduo (SANTIAGO; SILVA, 2015).

Dentre algumas modificações que já foram citadas e existentes da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), podemos considerar que a alteração causada pelo estresse térmico ambiental também pode acarretar mudanças nessa variável (SANTOS, 2016). Entretanto, apesar da recente divulgação científica sobre os efeitos do horário do dia e resfriamento corporal na frequência cardíaca de forma separada, variável presente também em vários estudos, são raros os estudos empregando o método da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) para se investigar as alterações autonômicas cardíacas observadas em função do resfriamento corporal pré-exercício e dos diferentes horários do dia nos seguintes momentos: em repouso, durante o exercício e no pós-exercício.

2.8 Análise estatística

Inicialmente foi realizada a avaliação dos pressupostos de normalidade e homogeneidade dos dados através dos testes Shapiro Wilk e Levene, respectivamente. Além disso, para as análises de variância com medidas repetidas foi feito o teste de esfericidade de Mauchly. Para análise dos dados que não atenderam a, pelo menos, um dos pressupostos citados acima, foram tomadas as seguintes decisões:

1º - Análise da normalidade dos dados do grupo controle.

2º - Caso ainda não fosse alcançada uma distribuição normal dos dados, foi feita uma transformação simples (logarítmica ó Log10 ó e/ou raiz quadrada).

3° - Caso a distribuição continuasse sendo não normal após a transformação descrita anteriormente, foram seguidos dois caminhos: a ó para a comparação simples entre duas médias (teste t) ou mais de duas médias (ANOVA one-way), foi utilizado o teste não paramétrico correspondente, b ó no caso das ANOVAs two- ou three-way, foi feita uma análise como se os dados fossem normais, já que não há uma análise não paramétrica análoga à ANOVA two- ou three-way nos softwares estatísticos convencionais.

Callegari-Jacques (2019) sugere que mesmo quando a variável apresenta uma distribuição bastante desviada da normal e há notável heterocedasticidade, a ANOVA fornece resultados confiáveis, desde que os tamanhos amostrais sejam iguais ou aproximadamente iguais. Portanto, a análise de variância é robusta e não há necessidade de usar um teste não paramétrico nas condições relatadas anteriormente para a ANOVA two- ou three-way.

No caso da comparação entre duas médias em amostras que atenderam os pressupostos de normalidade, foi utilizado um teste t (t). Quando as amostras não atenderam os pressupostos, foi utilizado o teste Mann-Whitney Rank Sum (U). Para as demais variáveis, foi utilizado o teste t. Variáveis: delta do tempo para completar os 10 km e temperatura da água nas situações envolvendo o resfriamento.

No caso das variáveis que atenderam todos os pressupostos, foram realizadas ANOVAs one-way de medidas repetidas para comparações de mais de duas médias com um fator de variação. No caso das variáveis que não atenderam pelo menos um dos pressupostos, foi feito um teste de Friedman Analysis of Variance on Ranks com medidas repetidas (Qui-quadrado). Variáveis: temperatura ambiente e URA nas intervenções e no exercício, horário das intervenções e do exercício, sudorese e taxa de sudorese, volume de água ingerido no exercício, temperatura da água ingerida no exercício e estado de hidratação.

No caso das comparações envolvendo mais de duas médias com dois fatores de variação foram utilizadas ANOVA two-way com medidas repetidas (F) para as análises em delta (efeito das intervenções ou efeito global das intervenções) (período do dia vs. resfriamento) e em relação às situações experimentais (período do dia vs. resfriamento). Variáveis: análises em delta da FC.

No caso de mais de duas médias e 3 fatores de variação foram utilizadas ANOVAs three-way (F) para as variáveis medidas durante o exercício (distância vs. período do dia vs. resfriamento) e ou durante diferentes momentos de coleta (início da coleta, pós-intervenções e pós-exercício) (momento vs. período do dia vs. resfriamento). Variáveis: análise da FC e VFC.

Caso algum efeito principal ou alguma interação nas análises de variância tenha sido observada, foi utilizado um teste *post hoc* adequado ao coeficiente de variação (CV) das variáveis medidas (TABELA 2).

Neste estudo, todas as variáveis que apresentaram algum efeito principal ou interação em uma das variáveis nas análises de variância tinham um CV abaixo de 15% e, portanto, foi utilizado o *post hoc* de Tukey.

Tabela 1 ó Determinação do teste *post hoc*

Instabilidade da variável	CV	Teste <i>Post hoc</i>
Baixa	Ö15%	Tukey
Média	15 a 30%	Student-Newman-Keuls
Alta	×30%	Duncan

Fonte: Sampaio (2007).

Todos os cálculos foram realizados através pacote estatístico Sigma Plot 11.0. O nível de significância adotado foi = 5%.

3 RESULTADOS

3.1 Temperatura ambiente seca e URA

A temperatura ambiente seca ($p=0,48$) e URA ($p=0,28$) não foram diferentes, após as intervenções e durante o exercício, entre as quatro situações experimentais.

Tabela 3 ó Temperatura ambiente seca e URA no R/SR e no exercício

Pós-Intervenções	SR9h	R9h	SR19h	R19h
Temperatura ambiente seca (°C)	24,75 ± 0,84	24,86 ± 0,77	24,81 ± 0,80	24,94 ± 0,76
URA (%)	78,99 ± 7,22	80,63 ± 5,81	78,89 ± 5,75	79,38 ± 4,34
Exercício				
Temperatura ambiente seca (°C)	33 ± 0,12	33,05 ± 0,04	33,06 ± 0,06	32,98 ± 0,23
URA (%)	70,83 ± 0,62	70,97 ± 0,18	70,76 ± 0,5	70,97 ± 0,49

Os valores estão expressos como média ± desvio padrão.

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2 Temperatura da água no resfriamento

A temperatura da água ($p=0,48$) não foi diferente entre as duas situações de resfriamento (R9h e R19h).

Tabela 4 ó Temperatura da água no resfriamento

	SR9h	R9h	SR19h	R19h	p
Temperatura da água (°C)	-	24,02 ± 0,02	-	24,01 ± 0,02	0,487

Os valores estão expressos como média ± desvio padrão.

Fonte: Elaborado pela autora.

3.3 Horário de início do R/SR e do exercício

O horário de início nas situações de R/SR no período da manhã ($p=0,53$) e das situações de R/SR no período da tarde ($p=0,39$) não foi diferente. Logo, os voluntários iniciaram as situações no mesmo horário.

Tabela 5 ó Horário de início do R/SR e do exercício

	SR9h	R9h	SR19h	R19h
Horário do R/SR (h:min ± min)	7h46 ± 10min	7h51 ± 23min	17h45 ± 11min	17:49 ± 8min
Horário do exercício (h:min ± min)	9h03 ± 11min	9h02 ± 25min	19h01 ± 12min	19h02 ± 10min

Os valores estão expressos como média ± desvio padrão.
Fonte: Elaborado pela autora.

3.4 Ingestão de água, temperatura da água ingerida, sudorese, taxa de sudorese e estado de hidratação (GEU) no exercício

Não houve diferença entre as situações experimentais em nenhuma das variáveis listadas a seguir, sendo elas: ingestão de água ($p=0,79$); temperatura da água ingerida ($p=0,79$); sudorese ($p=0,54$); taxa de sudorese ($p=0,37$); e GEU ($p=0,26$).

Tabela 6 ó Ingestão de água, temperatura da água ingerida, sudorese, taxa de sudorese e estado de hidratação (GEU) no exercício

	SR9h	R9h	SR19h	R19h
Ingestão de água (ml)	264,55 ± 239,04	337,27 ± 316,94	343,27 ± 247,17	296,27 ± 263,41
Temperatura da água ingerida (°C)	10,21 ± 0,7	10,30 ± 1,4	10,27 ± 1,28	10,30 ± 0,91
Sudorese (L)	1,52 ± 0,31	1,53 ± 0,5	1,64 ± 0,49	1,51 ± 0,43
Taxa de sudorese (L.h⁻¹)	1,51 ± 0,38	1,57 ± 0,59	1,78 ± 0,81	1,61 ± 0,66
GEU (g.ml⁻¹)	1016,55 ± 4,82	1019,36 ± 9,53	1017,45 ± 8,31	1014,09 ± 9,08

Os valores estão expressos como média ± desvio padrão.
Fonte: Elaborado pela autora.

3.5 Sono da noite anterior das situações experimentais

A duração do sono na noite anterior não foi diferente entre as situações experimentais ($p=0,573$).

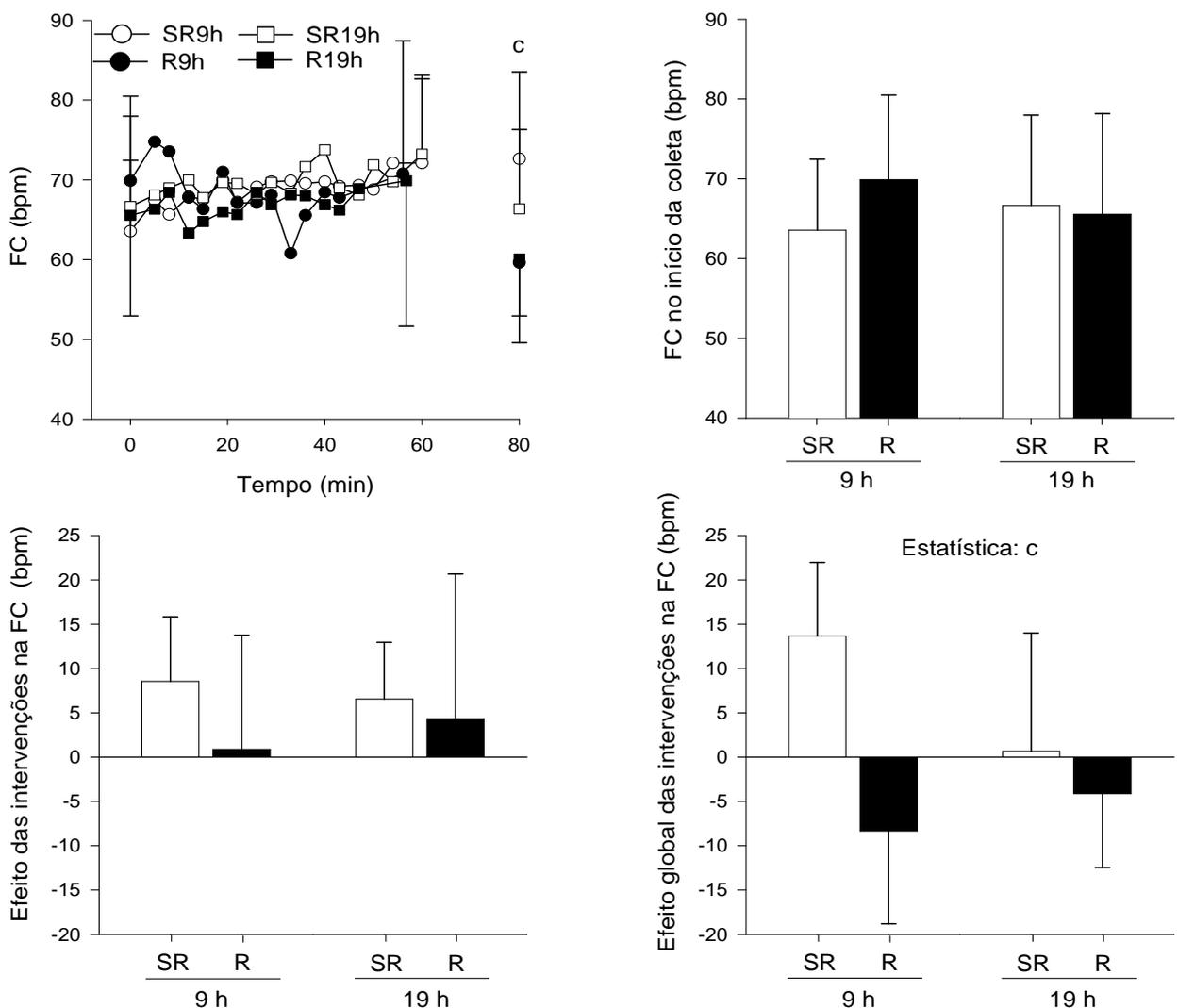
Tabela 7 ó Sono na noite anterior das situações experimentais

	SR9h	R9h	SR19h	R19h	p
Sono na noite anterior (h:min ± min)	6h14 ± 55 min	6h22 ± 107 min	7h32 ± 187 min	7h13 ± 74 min	0,573

Os valores estão expressos como média ± desvio padrão.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5 ó FC nas situações experimentais A- no início da coleta, pós-intervenções e imediatamente antes do exercício (minuto 0, aproximadamente 60 e 80, respectivamente), B- no início da coleta, C- delta do efeito das intervenções, D- delta do efeito global das intervenções. c - indica que o R é diferente de SR.



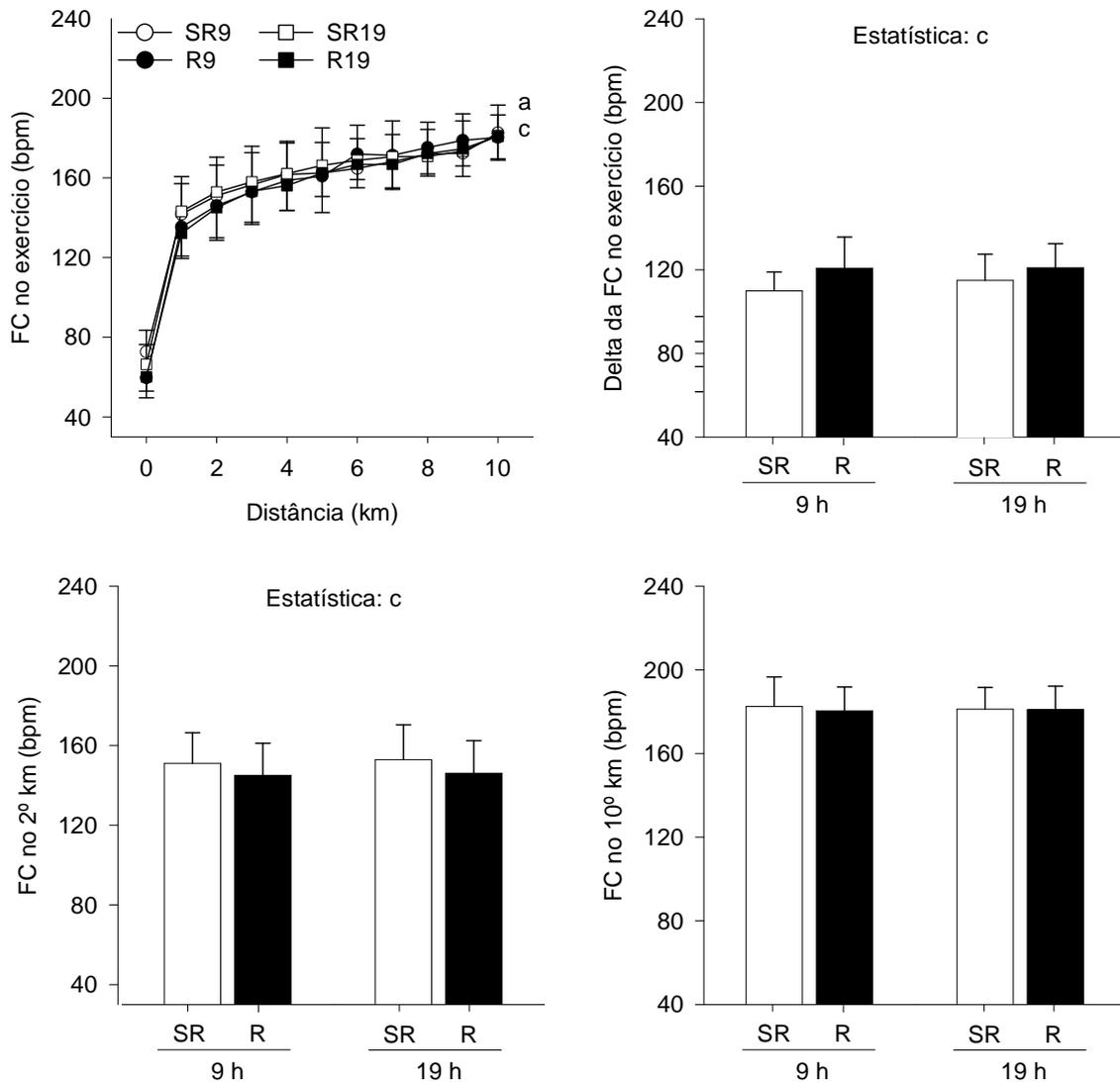
A- Painel à esquerda superior; B- painel à direita superior; C- painel à esquerda inferior; D- painel à direita inferior.

Fonte: Elaborado pela autora.

A frequência cardíaca não foi diferente no início das situações de R/SR ($p=0,312$) tanto no período da manhã quanto no período da noite ($p=0,082$) (FIGURA 5/A-B). Além disso, nas situações de pós-intervenções, a FC não foi diferente ao se comparar o R com o SR ($p=0,68$) e também não foi diferente entre os períodos manhã e noite ($p=0,96$) (FIGURA 5/A).

Imediatamente antes do exercício, a FC foi menor no R quando comparado com o SR ($p=0,002$), mas não foi diferente entre os períodos manhã e noite ($p=0,22$) (FIGURA 5/A). O efeito das intervenções na FC ($\hat{e} = FC$ pós-intervenções - início das coletas) não foi diferente entre os períodos manhã e noite ($p=0,81$) e também no momento do R e SR ($p=0,25$) (FIGURA 5/C). O efeito global das intervenções na FC ($\hat{e} = FC$ imediatamente antes do início do exercício ó início da coleta) não foi diferente entre os períodos manhã e noite ($p=0,2$). Quando comparamos a FC nas situações de R e SR, foi observada uma diminuição da FC no R ($p < 0,001$) (FIGURA 5/D).

Figura 6 FC nas quatro situações experimentais no A- exercício de 10km, B- delta no exercício, C- 2º km, D- 10º km. a ó Indica aumento ao longo dos 10km e c - indica que o R é diferente de SR.



Os valores estão expressos como média \pm DP.

A- Painel à esquerda superior; B- painel à direita superior; C-painel à esquerda inferior; D- painel à direita inferior.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os valores da FC antes do exercício (momento 0), foram menores na situação de R quando comparada com a situação SR ($p < 0,05$), mas não foram diferentes entre os períodos da manhã e da noite ($p=0,65$) (FIGURA 6/A). O delta na FC no exercício (\hat{e} = FC no final do exercício ó FC imediatamente antes do exercício) não teve diferença entre os períodos manhã e noite ($p=0,29$), mas houve maior aumento da FC nas situações de R ($p=0,007$).

Na FC medida no 2º km de exercício, foi encontrada no R uma menor FC em comparação com o SR ($p=0,01$); no entanto, não foi encontrada diferença entre os períodos manhã e noite ($p=0,85$) (FIGURA 6/C). Na FC medida no 10º km, não foram observadas

diferenças entre o R em comparação com a SR ($p=0,58$), assim como não foram observadas diferenças entre os períodos manhã e noite ($p=0,97$) (FIGURA 6-D).

3.6 Variabilidade da Frequência Cardíaca no início da coleta, pós-intervenções e pós-exercício

As figuras representadas que apresentam a média de intervalo RR ($p < 0,001$), o desvio padrão do intervalo RR (STD RR) ($p < 0,001$) e o RMSSD ($p < 0,001$) indicam a existência de menores valores no momento pós-exercício em comparação com os momentos referentes ao início da coleta e pós-intervenções. Por outro lado, o índice LF/HF no pós-exercício foi maior quando comparado com o início da coleta e pós intervenções ($p=0,004$). Vale destacar que não foram observados efeitos nos parâmetros da VFC induzidos pelo resfriamento corporal ou pelo horário do dia.

Não foi encontrada diferença para a média de intervalo de RR no início da coleta, pós-intervenções e pós-exercício no período da noite ($806,787 \pm 257,58\text{ms}$) comparado com o período da manhã ($8071 \pm 251,42\text{ms}$) ($p=0,94$; $F = 0,01$), e situação de R ($806,79 \pm 257,58\text{ms}$) comparado a situação SR ($798,49 \pm 247,25\text{ms}$) ($p=0,65$; $F = 0,2$) (TABELA 8).

Não foi encontrada diferença para RMSSD no início da coleta, pós-intervenções e pós-exercício no período da noite ($43,63 \pm 39,17\text{ms}$) comparado com o período da manhã ($44,01 \pm 43,71\text{ms}$) ($p=0,9$; $F = 0,02$), e situação de R ($45,22 \pm 43,93\text{ms}$) comparado a situação SR ($42,44 \pm 38,96\text{ms}$) ($p=0,71$; $F = 0,13$) (TABELA 8).

Não foi encontrada diferença para STD RR no início da coleta, pós-intervenções e pós-exercício no período da noite ($41,44 \pm 31,59\text{ms}$) comparado com o período da manhã ($45,45 \pm 36,45\text{ms}$) ($p=0,43$; $F = 0,63$), e situação de R ($45,26 \pm 36,67\text{ms}$) comparado a situação SR ($41,69 \pm 33,41\text{ms}$) ($p=0,43$; $F = 0,64$) (TABELA 8).

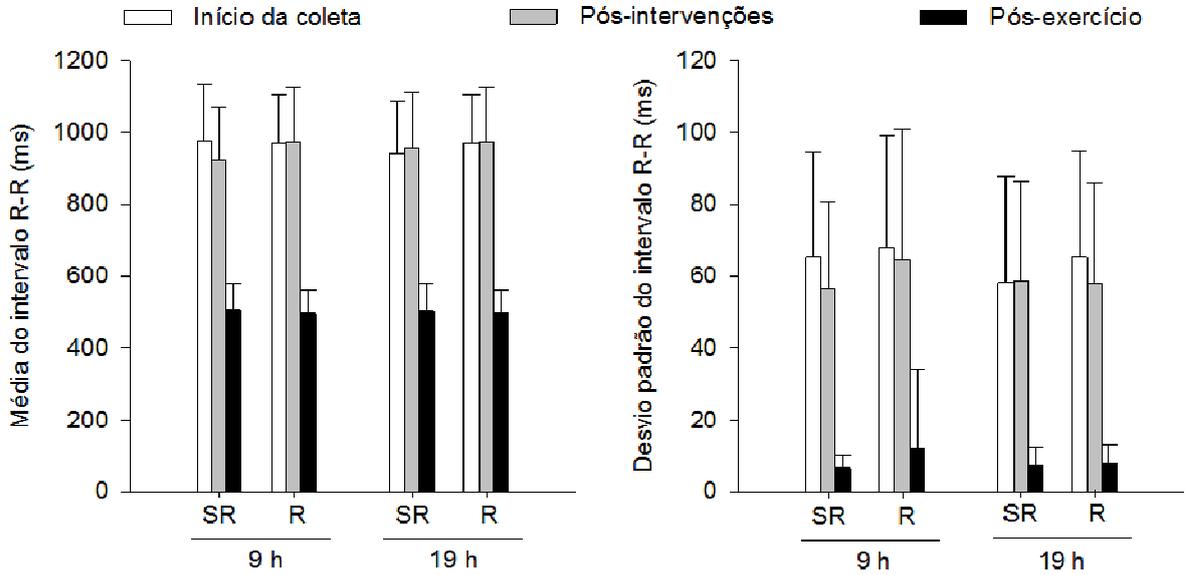
Não foi encontrada diferença para o índice LF/HF no início da coleta, pós-intervenções e pós-exercício no período da noite ($4,24 \pm 4,88$) comparado com o período da manhã ($3,96 \pm 3,73$) ($p=0,76$; $F = 0,08$), e situação de R ($3,99 \pm 4,54$) comparado a situação SR ($4,2 \pm 4,14$) ($p=0,78$; $F = 0,64$) (TABELA 8).

Tabela 8 - VFC no início da coleta, pós-intervenções e pós-exercício nas situações experimentais

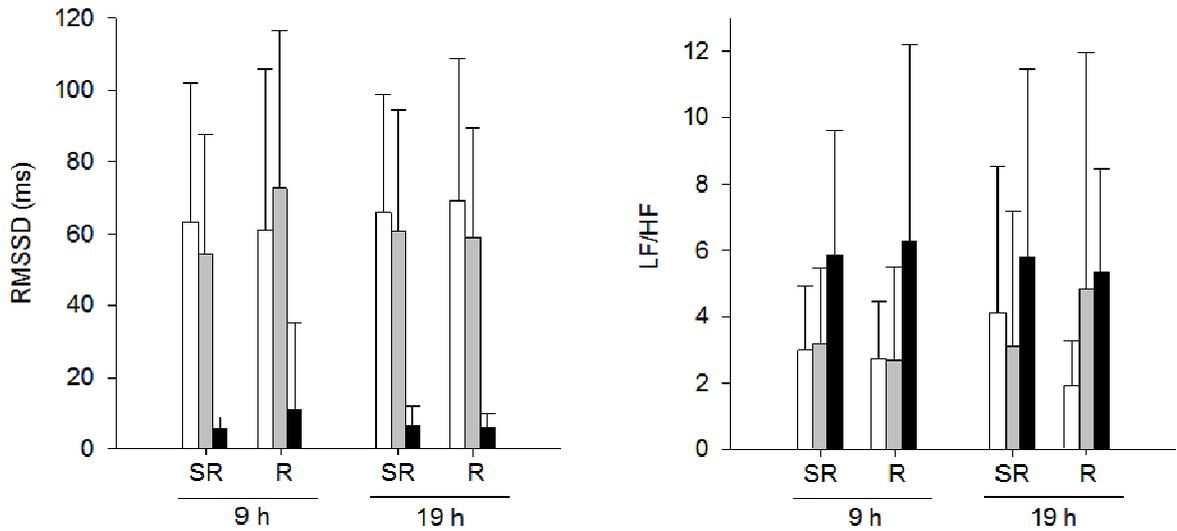
INÍCIO DA COLETA	SR9h	R9h	SR19h	R19h
Média do intervalo RR (ms)	977,33 ± 156,26	968,58 ± 137,47	942,25 ± 144,87	971,1 ± 169,53
RMSSD (ms)	63,22 ± 40,53	61,17 ± 47,01	66,02 ± 34,34	69,12 ± 41,69
STD RR (ms)	67,95 ± 31,12	64,86 ± 35,73	57,92 ± 29,88	65,42 ± 29,4
Índice LF/HF	3 ± 2	2,74 ± 1,81	4,12 ± 4,65	1,93 ± 1,41
PÓS-INTERVENÇÕES	SR9h	R9h	SR19h	R19h
Média do intervalo RR (ms)	923,51 ± 148,9	972 ± 154,88	954,07 ± 157,49	954,06 ± 176,68
RMSSD (ms)	54,47 ± 36,76	72,65 ± 45,97	60,79 ± 35,13	59,07 ± 35,04
STD RR (ms)	56,14 ± 24,5	64,86 ± 35,73	58,39 ± 27,78	57,69 ± 28,35
Índice LF/HF	3,18 ± 2,37	2,69 ± 2,92	3,11 ± 4,33	4,83 ± 7,52
PÓS-EXERCÍCIO	SR9h	R9h	SR19h	R19h
Média do intervalo RR (ms)	505,7 ± 73,04	495,57 ± 63,79	502,31 ± 77,04	507,73 ± 68,23
RMSSD (ms)	5,4 ± 3,76	11,05 ± 25,24	6,41 ± 6,15	5,8 ± 4,27
STD RR (ms)	6,42 ± 3,74	11,93 ± 22,03	7,41 ± 4,8	7,53 ± 5,36
Índice LF/HF	5,86 ± 3,92	6,3 ± 6,2	5,83 ± ,91	5,34 ± 3,25

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 7 ó Início da coleta, pós-intervenções e pós-exercício durante as quatro situações experimentais, A- na média do intervalo R-R, B- no STD RR, C- no RMSSD e D- no LF/HF. a ó Indica diferença de pós-exercício em relação ao início da coleta e pós-intervenções.



Estadística de todas figuras: a



Fonte: Elaborado pela autora.

4 DISCUSSÃO

No presente estudo, não observamos efeito do ritmo circadiano na FC. A ausência de efeito foi independente de a análise foi realizada no início da coleta, antes ou durante o exercício. Fatores como a alimentação dos voluntários, as atividades físicas diárias, aspectos emocionais, dentre outros, podem provocar alterações na FC e se sobrepor a possíveis alterações circadianas neste parâmetro fisiológico. É importante destacar que esses fatores não foram mensurados no presente estudo. O resultado do nosso estudo é similar ao resultado encontrado por Aldemir *et al.* (2000). Estes autores realizaram o exercício em condições de estresse térmico compensável (temperatura de 20°C e 70% URA; exercício a 70% do $VO_{2\text{máx}}$ por 30 min) e também não observaram alterações na FC causadas pelo ritmo circadiano.

O resfriamento corporal pré-exercício reduz a temperatura interna dos indivíduos, permitindo uma maior faixa para o aumento da temperatura interna ao longo da duração do esforço físico subsequente (WEGMANN *et al.*, 2012). Nesse caso, durante o exercício, a FC aumentará para levar oxigênio e nutrientes tanto para o músculo realizar exercício quanto para a pele, levando assim o sangue aquecido das regiões mais profundas do corpo para a pele. Ao chegar na pele, este sangue aquecido poderá ser resfriado e retornar para a parte interna do corpo, contribuindo para um melhor controle da temperatura interna e para evitar o superaquecimento corporal.

Outro resultado interessante que obtivemos foram os menores valores de FC antes e durante o exercício na situação de resfriamento em comparação com a situação SR. As respostas fisiológicas da FC observadas durante o resfriamento, são condizentes com resultados reportados no estudo de Maia-Lima *et al.* (2017). É importante destacar que a cada 4 min no R, o voluntário levantava e isso poderia aumentar a FC quando comparado à situação SR, quando os voluntários permaneciam assentados (não imersos) por 1 h. Entretanto, este aumento não foi observado e, pelo contrário, houve redução na FC após o resfriamento. Este resultado poderia ser explicado pelo aumento do retorno venoso, conseqüente a uma maior vasoconstrição cutânea e aumento do fluxo sanguíneo na região central do corpo após o resfriamento corporal (GONZÁLEZ-ALONSO *et al.*, 1999). Portanto, em uma condição de maior retorno venoso e de manutenção do débito cardíaco, seria observada uma diminuição da FC (MITCHELL *et al.*, 2003).

Comparando os momentos referentes ao início da coleta e pós-intervenção, não foram observadas diferenças na VFC causadas pelo horário do dia ou pelo resfriamento. Entretanto,

quando comparamos o momento pós-exercício com os demais, observamos alterações: a análise da VFC no pós-exercício apresentou diferenças significativas nos seguintes parâmetros: a- desvio padrão, que representa as oscilações dos batimentos em função do tempo; b- duração média dos intervalos RR, que corresponde à média dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos em um determinado tempo; c- RMSSD, que corresponde a uma comparação com base entre dois intervalos imediatos. Em contraste, a razão LF/HF foi maior no pós-exercício quando comparado aos momentos descritos anteriormente. A razão LF/HF representa uma interação entre os componentes do sistema nervoso autônomo, caracterizado pelas vias parassimpática e simpática. Quando os voluntários terminaram o exercício, a duração média dos intervalos RR, o desvio padrão dos intervalos e o índice RMSSD foram menores possivelmente em função das concentrações aumentadas de catecolaminas circulantes, as quais aumentaram devido à ativação do eixo simpático-medula adrenal durante o exercício físico. O índice LF/também reflete as alterações de atividade simpática, sendo que, quanto maior for esta atividade, mais elevado será o índice.

A atividade cardíaca forma é controlada por fatores intrínsecos e extrínsecos ao coração. A regulação intrínseca depende, por exemplo, do retorno venoso. Ao receber maior quantidade de sangue via retorno venoso aumentado, as fibras musculares cardíacas são distendidas em função do maior enchimento cardíaco. Uma maior excitabilidade dessas fibras, faz com as descargas rítmicas sobre os nódulos átrio-ventriculares também aumentem. A FC por consequência aumenta e, dessa forma, ocorre um aumento do débito cardíaco via regulação intrínseca. A regulação extrínseca, por sua vez, reflete a atuação do sistema nervoso autônomo através dos feixes simpático e parassimpático. As fibras simpáticas liberam noradrenalina, o que provoca um aumento da FC e da força de contração e, consequentemente, o débito cardíaco. Em contraste, as fibras parassimpáticas liberam acetilcolina provocando os efeitos opostos de redução da FC e do débito cardíaco.

4.1 Limitações do estudo

A atividade física diária dos voluntários não foi avaliada e este comportamento pode influenciar o ritmo circadiano na FC, assim como o jejum também pode provocar variações na FC. Não foi realizada a medida a variabilidade durante o resfriamento, pois os indivíduos começaram a tremer na tentativa de aumentar a produção corporal de calor. A VFC poderia

ser também avaliada durante o exercício físico, mas ainda há uma discussão acerca da validade desses valores no exercício, visto que observa-se aumento marcante da ventilação, resposta fisiológica que interfere na VFC. Por fim, não foi medido o metabolismo dos voluntários durante o resfriamento pré-exercício; a medida do metabolismo poderia auxiliar na compreensão dos mecanismos subjacentes às alterações da FC causadas pela imersão em água fria.

4.2 Perspectivas Futuras

Como perspectivas futuras, propomos a análise dos questionários que contém as informações sobre as atividades físicas diárias e o registro alimentar dos voluntários, uma vez que estes comportamentos podem influenciar os parâmetros avaliados no presente estudo. Digno de nota, estes registros foram realizados durante as coletas de dados.

5 CONCLUSÃO

Os nossos dados indicam que a imersão em água fria modificou a FC antes e durante o exercício em comparação com a situação sem resfriamento. Por outro lado, não foi observada alteração da FC em função do horário do dia.

A VFC foi diferente no momento pós-exercício em comparação com os momentos início da coleta e pós-intervenção. A diferença observada sugere a existência de um maior tônus simpático e de um menor tônus parassimpático cardíaco após os 10 km de corrida. De maneira interessante, o resfriamento corporal prévio e o horário do dia não interferiram na modulação autonômica cardíaca.

REFERÊNCIAS

- ACSM. **Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição**. 9. ed. Guanabara Koogan, 2014.
- ALDEMIR, H. *et al.* A comparison of the immediate effects of moderate exercise in the early morning and late afternoon on core temperature and cutaneous thermoregulatory mechanisms. **Chronobiology international**, v. 17, n. 2, p. 197-207, 2000.
- BENTLEY, D. J.; NEWELL, J.; BISHOP, D. Incremental exercise test design and analysis. **Sports medicine**, v. 37, n. 7, p. 575-586, 2007.
- BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and science in sports exercise**, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.
- CARVALHO, M. V. **Efeitos da temperatura e do volume de água ingerido no desempenho durante 40 km de ciclismo com intensidade auto-regulada no calor**. 2009. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) ó Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- DITTRICH, N. *et al.* 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.
- GONZÁLEZ-ALONSO, J. *et al.*. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. **Journal of applied physiology**, v. 86, n.3, p. 1032-1039, 1999.
- GOULET, E. D. B. Effect of exercise-induced dehydration on endurance performance: evaluating the impact of exercise protocols on outcomes using a meta-analytic procedure. **Br J Sports Med**, v. 47, n. 11, p. 679-686, 2013.
- HALL, John Edward; GUYTON, Arthur C. **Guyton & Hall tratado de fisiologia médica**. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017
- HOBSON, R. M. *et al.* Exercise capacity in the heat is greater in the morning than in the evening in man. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 1, p. 174-180, 2009.
- KIRK, R. E. Latin square design. **Corsini Encyclopedia of Psychology**, 2010.
- MAIA-LIMA, A. *et al.* Effects of Precooling on 30-km Cycling Performance and Pacing in Hot and Temperate Environments. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 1, p. 48-54, 2017.
- MITCHELL, J. B.; MCFARLIN, B. K.; DUGAS, J. P. The effect of pre-exercise cooling on high intensity running performance in the heat. **International journal of sports medicine**, v. 24, n. 02, p. 118-124, 2003.

REILLY, T.; GARRETT, R. Investigation of diurnal variation in sustained exercise performance. **Ergonomics**, v. 41, n. 8, p. 1085-1094, 1998.

ROCHA, R. M.; ALBUQUERQUE, D. C. de; ALBANESI FILHO, F. M. Variabilidade da frequência cardíaca e ritmo circadiano em pacientes com angina estável. **Rev Socerj**, v. 18, n. 4, p. 429-42, 2005.

SAMPAIO, I. B. M.: **Estatística aplicada à experimentação animal**. 3. ed., Belo Horizonte, editora FEPMVZ, 2007.

SANTIAGO, A. L. C. SILVA, F. M. F. **Influência da variabilidade da frequência cardíaca na reabilitação cardiovascular: revisão bibliográfica**. 2015. 11F. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia Cardiopulmonar e Terapia Intensiva) ó CEAFI, Fisioterapia Cardiopulmonar e Terapia Intensiva, Goiânia/GO, 2015.

SANTOS, W. H. M. **Associação entre a variabilidade da frequência cardíaca e o desempenho físico durante o exercício realizado em diferentes condições ambientais**. 2016. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) ó Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

THOMAS, S.; READING, J.; SHEPHARD, R. J. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). **Canadian Journal of Sport Sciences**, v.17, n. 4, p. 338-345, 1992.

VANDERLEI, L. C. M. *et al.* Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular/Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

WATERHOUSE, J. *et al.* Thermoregulation during mild exercise at different circadian times. **Chronobiology international**, v. 21, n. 2, p. 253-275, 2004.

WEGMANN, M. *et al.* Pre-cooling and sports performance: a meta-analytical review. **Sports Medicine**, v. 42, n. 7, p. 545- 564, 2012.

YOON, B. K.; KRAVITZ, L.; ROBERGS, R. VO_{2max} , protocol duration, and the VO_2 plateau. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, p. 1186-1192, 2007.

ANEXOS

ANEXO I ó Questionário de Prontidão para a Atividade Física (PAR-Q)

Graduanda: Madalena Duarte de Oliveira Lima Orientador: Samuel Penna Wanner

Voluntário (nome): _____ Data: _____

PAR-Q

Este questionário deve ser aplicado antes do início de um programa de atividade física regular, visando identificar os indivíduos para quem a atividade física pode ser inadequada ou aqueles que precisam de acompanhamento médico durante o exercício.

RESPONDA HONESTAMENTE ÀS QUESTÕES ABAIXO:

1 - Alguma vez um médico lhe disse que você possui um problema do coração e lhe recomendou que só fizesse atividade física sob supervisão médica?

Sim Não

2 - Você sente dor no peito, causada pela prática de atividade física?

Sim Não

3 – Recentemente você sentiu dor no peito?

Sim Não

4 - Você tem frequentes sensações de desmaio ou crises severas de tontura?

Sim Não

5 – Alguma vez seu médico lhe disse que você tem problemas ósseos ou articulares que podem ser agravados ou que pioraram com a prática de exercícios?

Sim Não

6 - Algum médico já lhe recomendou o uso de medicamentos para controle da pressão arterial ou para algum problema cardíaco?

Sim Não

7 - Você sabe de algum outro motivo não mencionado para que você não faça atividade física regular?

Sim Não

Se você respondeu SIM a uma ou mais perguntas, recomenda-se avaliação médica antes do início do programa de exercícios.

ANEXO II ó Escala de Percepção subjetiva do esforço

Percepção subjetiva do esforço (PSE)

Nota	Sensação
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	-

Fonte: Borg, 1982.

APÊNDICES

APÊNDICE I ó Termo de consentimento livre e esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Projeto: Efeitos do resfriamento corporal pré-exercício no desempenho aeróbio em respostas psicofisiológicas durante 10 km de corrida em ambiente quente e úmido em diferentes períodos do dia

Pesquisador responsável: Dr. Samuel Penna Wanner

Graduanda: Madalena Duarte de Oliveira Lima

Convidamos você para ser voluntário do projeto de pesquisa intitulado *õEfeitos do resfriamento corporal pré-exercício no desempenho aeróbio e em respostas psicofisiológicas durante 10 km de corrida em ambiente quente e úmido em diferentes períodos do dia*. Este documento fornece informações sobre os experimentos, além de informações sobre riscos e benefícios. Nele, seus direitos como participante de um estudo experimental são detalhados. Por favor, leia este documento completamente e pergunte sobre qualquer dúvida relacionada à sua participação no estudo.

O objetivo deste estudo é comparar os efeitos do resfriamento corporal pré-exercício no desempenho aeróbio e em respostas psicofisiológicas ao longo de uma corrida de 10 km em ambiente quente e úmido em diferentes períodos do dia.

Você passará por um exercício progressivo, uma sessão de familiarização com o protocolo de exercício físico desta pesquisa e por quatro situações experimentais em dias diferentes. Na sessão de familiarização, você fará o mesmo protocolo de exercício a ser realizado na primeira situação experimental: correr 10 km na maior velocidade possível em uma esteira.

As situações experimentais serão as seguintes: correr 10 km na maior velocidade possível com o resfriamento corporal pré exercício e sem o resfriamento, em um ambiente de 33°C e 70% de URA na parte da manhã e da noite.

Nos dias experimentais você chegará ao Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, fará um lanche, responderá alguns questionários, um teste cognitivo e será encaminhado para o vestiário para a colocação do sensor de temperatura retal descartável. O sensor de temperatura

retal é feito de um material flexível, possui 3,5 mm de diâmetro e deverá ser inserida a cerca de 12 cm do esfíncter anal - distância que virá marcada na sonda. As sondas retais que serão utilizadas nos experimentos serão descartáveis. Em duas situações experimentais, você permanecerá em repouso por aproximadamente uma hora em uma piscina com água a 24°C, com o objetivo de causar um efeito de resfriamento no seu corpo antes do início do exercício. Para o registro da temperatura interna, a sonda é conectada a um teletermômetro. Ao chegar no laboratório, será entregue para você um recipiente descartável no qual você deve 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, lhe será fornecida água. Após todos procedimentos anteriores você será encaminhado para a câmara ambiental, aonde serão realizados os experimentos. Durante o exercício serão medidas as seguintes variáveis: temperatura retal, temperatura da pele no peito, braço e coxa (com um termômetro digital), a FC, sudorese total, conforto térmico e a sua percepção subjetiva do esforço. Durante o exercício, será coletado sangue (30 L) da polpa digital a cada 3 km para a medida da concentração de lactato. Todos os seus dados pessoais serão confidenciais, sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma e somente os pesquisadores envolvidos neste estudo terão acesso a essas informações.

Não está prevista qualquer forma de remuneração para os voluntários. Todas as despesas especificamente relacionadas ao estudo são de responsabilidade do LAFISE.

Em relação ao benefício do estudo, o voluntário terá acesso aos principais dados coletados após o estudo, ou caso queira, todos os dados coletados pelo pesquisador referente a ele. Será feito um documento com uma exposição clara sobre o resultado e principalmente sobre seu desempenho, e o pesquisador estará a total disposição do voluntário para tirar dúvidas sobre as informações apresentadas e assuntos relacionados. Assim o voluntário poderá obter dados que o ajudarão e/ou complementarão nos seus treinos, podendo proporcionar uma expectativa de possível melhora na modalidade que disputa e contribuir para a ciência. Além disso, o voluntário terá o benefício de fazer um teste (VO2MÁX), que no mercado seria pago.

Os riscos deste estudo estão associados com a prática de exercícios físicos, como o surgimento de lesões músculo-esqueléticas e incômodos causados pela dor durante e após a realização de um exercício com intensidade máxima. Possíveis reações indesejáveis serão monitoradas pela equipe de professores responsáveis pelo estudo. Você receberá um cartão com a identificação de sua participação no estudo e os nomes e números de telefones dos

responsáveis pelo estudo que poderão ser utilizados para qualquer informação complementar sempre que achar necessário. Todas as informações individuais obtidas no estudo estarão disponíveis somente para um número limitado de pessoas diretamente envolvidas com o estudo (professores responsáveis e equipe de avaliação). Sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma.

Na eventualidade da sua participação neste estudo resultar em algum problema médico, inclusive tratamento de emergência, você receberá assistência da equipe responsável pelo estudo. Entretanto, o estudo não dispõe de recursos para pagamentos de exames complementares ou quaisquer outras despesas médicas ou hospitalares, que deverão ser cobertas por seus próprios recursos ou pelo Sistema Único de Saúde (SUS). Em caso de emergência, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU / 192) e/ou será encaminhado para o setor de enfermagem da EEEFTO. Se você julgar necessária qualquer outra informação antes de dar seu consentimento para participar do estudo, você dispõe de total liberdade para esclarecer as questões que possam surgir durante a pesquisa. Qualquer dúvida, por favor, entre em contato com os pesquisadores responsáveis pelo estudo.

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.

Antes de concordar em participar desta pesquisa e assinar este termo, os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas e, se você concordar em participar do estudo, deve ser entregue uma cópia deste termo para você.

Eu discuti os riscos e benefícios de minha participação no estudo com os pesquisadores responsáveis. Eu li todo o documento e tive tempo suficiente para considerar minha participação no estudo. Eu perguntei e obtive as respostas para todas as minhas dúvidas. Eu sei que posso me recusar a participar do estudo ou que posso abandoná-lo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento. Eu recebi uma cópia deste documento que foi assinado em duas vias idênticas. Portanto, forneço o meu consentimento para participar dos experimentos do estudo *“EFEITOS DO RESFRIAMENTO CORPORAL PRÉ-EXERCÍCIO NO DESEMPENHO AERÓBIO DURANTE 10 KM DE CORRIDA EM AMBIENTE QUENTE E ÚMIDO EM DIFERENTES PERÍODOS DO DIA”*.

Você pode contatar os pesquisadores pessoalmente, por e-mail (madadol@hotmail.com; samuelwanner@eefito.ufmg.br) ou por telefone [Madalena: cel. e whatsapp (31) 9.9506-9203; Samuel: (31) 9.9991-8791; LAFISE: (31) 3409-2328] para esclarecer dúvidas referentes à pesquisa ou à sua participação, a qualquer momento, antes ou depois de consentir em participar da mesma.

Esta pesquisa foi aprovada (BRUZZI, 2018 - CAAE: 80315917.9.0000.5149) pelo Comitê de Ética em Pesquisas (COEP) da UFMG, cujo telefone é: (31) 3409-4592, e-mail: coep@prpq.ufmg.br. Este comitê funciona no Campus Pampulha da UFMG: Av. Antonio Carlos, 6627, Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005, Belo Horizonte, MG, CEP 31270-901. Assim esse termo está de acordo com a Resolução 466 do Conselho Nacional de Saúde de 2012, que protege os direitos dos seres humanos em pesquisas. Qualquer dúvida quanto aos seus direitos como sujeito participante em pesquisas, ou se sentir que foi colocado em riscos não previstos, você poderá contatar o COEP para esclarecimentos.

CONSENTIMENTO

Após ter lido as informações descritas neste termo, recebido orientações sobre a natureza, riscos e benefícios do projeto e tendo oportunidade de formular perguntas, consinto de boa vontade em participar do estudo submetendo-me aos testes descritos. Comprometo-me a colaborar voluntariamente e compreendo que posso retirar meu consentimento e interromper minha participação a qualquer momento, sem penalidades.

Declaro que após assinar este termo, recebi uma via do mesmo, no entanto não estou desistindo de quaisquer direitos meus.

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____

Voluntário CPF:

Pesquisadora ó Madalena Duarte de Oliveira Lima

Pesquisador responsável - Prof. Dr. Samuel Penna Wanner

APÊNDICE II ó Formulários com registro alimentar, sono e tarefas diárias

MODELO DE REGISTRO ALIMENTAR

REGISTRO ALIMENTAR (anterior ao dia de experimento ó 24 h)

Graduanda: Madalena Duarte de Oliveira Lima Orientador: Samuel Penna Wanner

Sujeito: _____ Data: ____/____/ 2018

SR9h () SR19h () R9h () R19h () FAM ()

OBS: REGISTRAR O MÁXIMO DE INFORMAÇÕES POSSÍVEIS

Refeição e horário	Alimento (medidas, bebidas, etc., açúcar), quantidade / marca (caso tenha)
Observações gerais sobre o dia caso necessário:	

MODELO DE REGISTRO DE ATIVIDADE DIÁRIA
REGISTRO DE ATIVIDADE DIÁRIA (anterior ao dia de experimento ó 24 h)

Graduanda: Madalena Duarte de Oliveira Lima Orientador: Samuel Penna Wanner

Sujeito: _____ Data: ____/____/ 2018

SR9h () SR19h () R9h () R19h () FAM ()

OBS: REGISTRAR O MÁXIMO DE INFORMAÇÕES POSSÍVEIS

Horário (início e fim)	Atividade / Descrição da atividade	Observações

Observações gerais sobre o dia caso necessário: