

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ATIVIDADE FÍSICA

THAÍS COELHO MARIN

**Efeito da intensidade da luz nas respostas autonômicas cardiovasculares após uma
sessão de exercício aeróbico moderado**

SÃO PAULO

2022

THAÍS COELHO MARIN

**Efeito da intensidade da luz nas respostas autonômicas cardiovasculares após uma
sessão de exercício aeróbico moderado**

Versão corrigida

Dissertação apresentada à Escola de Artes,
Ciências e Humanidades da Universidade de
São Paulo como requisito para obtenção do
título de Mestre em Ciências, pelo Programa
de Pós-graduação em Ciências da Atividade
Física.

Área de Concentração:
Atividade Física, Saúde e Lazer

Orientador:
Prof. Dr. Leandro Campos de Brito

SÃO PAULO

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Artes, Ciências e Humanidades,
com os dados inseridos pelo(a) autor(a)
Brenda Fontes Malheiros de Castro CRB 8-7012; Sandra Tokarevicz CRB 8-4936

Marin, Thais Coelho

Efeito da intensidade da luz nas respostas autonômicas cardiovasculares após uma sessão de exercício aeróbico moderado / Thais Coelho Marin; orientador, Leandro Campos de Brito. -- São Paulo, 2022.

70 p: il.

Dissertacao (Mestrado em Ciencias) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, 2022.

Versão corrigida

1. Sistema Nervoso Autonômico. 2. Controle Barorreflexo. 3. Exercício Fisico. 4. Luz. I. Brito, Leandro Campos de, orient. II. Título.

Nome: MARIN, Thaís Coelho.

Título: Efeito da intensidade da luz nas respostas autonômicas cardiovasculares após uma sessão de exercício aeróbico moderado

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências, pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Atividade Física.

Área de concentração:
Atividade Física e Saúde.

Aprovado em: ___ / ___ / _____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por essa oportunidade concedida. Aos meus pais, Ana Lúcia e Dorival, por me apoiar e estar ao meu lado nessa caminhada, em todos os momentos. Muito obrigada. Amo vocês, ***.

Quero agradecer também as minhas tias, os meus familiares e amigos que estiveram comigo nessa jornada me apoiando desde o início. Aos voluntários. Aos meus amigos do LAHAM que contribuíram para que esse projeto pudesse acontecer. Ao meu amigo de coleta, Gustavo, pela paciência e parceria no projeto. Ao meu orientador, Leandro Campos de Brito, por ser o exemplo, por orientar, estar sempre presente em todos os momentos. Obrigada por me ajudar a crescer e a ter maturidade, por guiar o caminho nesse processo. Ao Professor Ruy pela colaboração com as luminárias.

À Profa. Cláudia Forjaz, coordenadora do Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora da Escola de Educação Física e Esporte da USP, por abrir as portas do seu laboratório permitindo a realização das coletas de dados e pela ajuda no crescimento acadêmico e pessoal.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-graduação do Programa de Ciências da Atividade Física da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP, pois sem eles nada disso seria possível.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - 2019/24327-5) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (PROEX e Demanda Social) pelo financiamento à pesquisa.

RESUMO

MARIN, THAÍS COELHO. **Efeito da intensidade da luz nas respostas autonômicas cardiovasculares após uma sessão de exercício aeróbico moderado.** 2022. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. Versão corrigida.

Introdução; Após a realização de uma sessão de exercício aeróbico espera-se que a frequência cardíaca (FC) permaneça elevada. Essa resposta ocorre devido à maior modulação simpática e menor modulação parassimpática para o coração acompanhadas pela diminuição da sensibilidade barorreflexa nesse período. Estudos prévios demonstraram que o estímulo provocado pela exposição à luz intensa (LI) provoca o aumento da FC devido ao aumento do balanço simpatovagal cardíaco, além de aumentar a pressão arterial (PA) sistólica e a atividade nervosa simpática periférica. Entretanto, não se sabe se a exposição à intensidades de luz diferentes pode interferir na resposta cardiovascular após uma sessão de exercício aeróbico.

Objetivo: Comparar o efeito da intensidade da luz sobre as respostas autonômicas cardiovasculares em repouso e após uma sessão de exercício aeróbico. **Métodos:** Vinte homens adultos normotensos (27 ± 5 anos) participaram do estudo. Os indivíduos foram submetidos à três sessões experimentais, em ordem aleatória, nas quais foram realizados exercícios em ciclo ergômetro (30 min à 50-60-% FC_{reserva}) conduzidas sob LI (5000 lux), luz controle (LC 500 lux) e penumbra (PN ≤ 8 lux). Foram avaliados antes e após o exercício, FC, PA, a modulação autonômica cardíaca por meio da variabilidade da FC, a modulação simpática vasomotora por meio da variabilidade da PA sistólica, a recuperação da FC aos 60s e aos 300s, e por fim a sensibilidade barorreflexa cardíaca através do método sequencial. O efeito da intensidade da luz em repouso e nas repostas pós-exercício foi analisado através de ANOVAs de dois fatores para medidas repetidas. Para comparar o efeito da luz em repouso os fatores principais forma a sessão (LI, LC e PN) e o tempo (Basal e Pré-ex). Para a comparação do efeito da luz nas repostas pós-exercício, os fatores principais forma a sessão (LI, LC e PN) e o tempo (pré-exercício, e pós-exercício aos 10 e 40 minutos). Quando necessário, foi empregado o teste post-hoc de Newman Keuls e valores de $P \leq 0,05$ como significante. Os dados foram apresentados em média \pm desvio padrão. **Resultados:** A FC apresentou efeito principal de tempo aumentando em relação aos valores pré-exercício de maneira similar nas três sessões experimentais, tanto aos 10 minutos ($+10 \pm 5$ bpm) quanto aos 40 minutos ($+3 \pm 3$ bpm) pós-exercício, ($P_t < 0,00$), isso ocorreu principalmente devido a diminuição da modulação parassimpática cardíaca (20 ± 12 u.n) que perdurou até os 40 minutos (7 ± 6 u.n) pós-exercício ($P_t < 0,00$). A PAS diminuiu após o

exercício, porém somente na sessão PN essa redução permaneceu significativamente diferente dos valores pré-exercício até os 40 minutos pós-exercício com valores inferiores na ordem de -4 ± 3 e -5 ± 3 mmHg comparados à LI e LC, respectivamente ($P = 0,01$). **Conclusão:** Em homens adultos jovens e recreacionalmente ativos, a intensidade da luz não influenciou o controle autonômico cardiovascular avaliada em repouso nem sobre a resposta pós-exercício.

Palavras-chaves: Sistema Nervoso Autonômico; Controle Barorreflexo; Exercício Físico, luz.

ABSTRACT

MARIN, THAÍS COELHO. **Effect of intensity light on responses cardiovasculares autonomicas after only session moderate aerobic exercise.** 2022. 71 p. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2022. Corrected version.

Introduction: After performing an aerobic exercise session, heart rate (HR) is expected to remain high. This response occurs due to greater sympathetic modulation and less parasympathetic modulation for the heart accompanied by a decrease in baroreflex sensitivity during this period. Previous studies have shown that the stimulus caused by exposure to intense light (LI) causes an increase in HR due to an increase in cardiac sympathovagal balance, in addition to increasing systolic blood pressure (BP) and peripheral sympathetic nerve activity. However, it is not known whether exposure to different light intensities can interfere with the cardiovascular response after an aerobic exercise session. **Objective:** To compare the effect of light intensity on cardiovascular autonomic responses at rest and after an aerobic exercise session. **Methods:** Twenty normotensive adult men (27 ± 5 years) participated in the study. Subjects underwent three experimental sessions, in random order, in which exercises were performed on a cycle ergometer (30 min at 50-60-% HR reserve) conducted under LI (5000 lux), control light (LC 500 lux) and penumbra (PN ≤ 8 lux). Before and after exercise, HR, BP, cardiac autonomic modulation through HR variability, sympathetic vasomotor modulation through systolic BP variability, HR recovery at 60s and 300s, and finally sensitivity cardiac baroreflex through the sequential method. The effect of light intensity alone and on post-exercise responses was analyzed using two-way ANOVAs for repeated measures. To compare the effect of light at rest the main factors from the session (LI, LC, and PN) and time (Basal and Pre-ex). To compare the effect of light on post-exercise responses, the main factors from the session (LI, LC, and PN) and time (pre-exercise, and post-exercise at 10 and 40 minutes). When necessary, the Newman Keuls post-hoc test was used and $P\leq 0.05$ values were used as significant. Data were presented as mean \pm standard deviation. **Results:** HR increased at 10 minutes ($+10\pm 5$ bpm) and 40 minutes ($+3\pm 3$ bpm) post-exercise compared to pre-exercise values ($P_1<0.00$), which mostly occurred due to the decrease in parasympathetic cardiac modulation observed at 10 (20 ± 12 u.n) and 40 minutes post-exercise (7 ± 6 u.n) ($P_1<0.00$). SBP decreased post-exercise, but only in PN it remains for 40 minutes with a magnitude of -4 ± 3 and -5 ± 3 mmHg difference from LI and LC, respectively ($P = 0.01$). **Conclusion:** In recreationally

active young adult men, light intensity did not influence cardiovascular autonomic control neither evaluated at rest nor post-exercise.

Keywords: Autonomic nervous system; baroreflex control; exercise, light.

I. LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características gerais dos indivíduos medidas nos exames preliminares.....	34
Tabela 2. Respostas cardiovasculares e de esforço durante o exercício nas três sessões experimentais: LC (Luz controle, 500 lux), LI (Luz intensa, 5000 lux) e PN (Penumbra, <8lux).....	35
Tabela 3. Influência da intensidade da luz sobre a frequência cardíaca (FC bpm) medida no basal e pré-exercício (Pré-ex) nas três sessões experimentais.....	36
Tabela 4. Influência da intensidade da luz sobre o logaritmo da variância total do intervalo R-R ($\ln VT_{R-R}$ ms ²) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.....	37
Tabela 5. Influência da intensidade da luz sobre os valores da banda de baixa frequência da variabilidade da frequência cardíaca (BF_{R-R} n.u) medida no basal e pré-exercício (Pré-ex) nas três sessões experimentais.....	37
Tabela 6. Influência da intensidade da luz sobre os valores da banda de alta frequência da variabilidade da frequência cardíaca ($AF_{n.u}$) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.....	38
Tabela 7. Influência da intensidade da luz sobre os valores logaritmo da razão entre as banda de baixa e alta frequência da variabilidade da frequência cardíaca $\ln BF/AF_{(u.a.)}$ medido no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.....	38
Tabela 8. Influência da intensidade da luz sobre os valores de pressão arterial sistólica (PAS mmHg) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.....	39
Tabela 9. Influência da intensidade da luz sobre os valores de logaritmo da variância total da pressão arterial sistólica ($\ln VT_{PAS}$ mmHg ²) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.....	39
Tabela 10. Influência da intensidade da luz sobre os valores de logaritmo da $\ln BF_{PAS}$ (mmHg ²) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.....	40

Tabela 11. Influência da intensidade da luz sobre os valores de pressão arterial sistólica (PAD mmHg) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.....	40
Tabela 12. Influência da intensidade da luz sobre os valores de logaritmo da sensibilidade barorreflexa cardíaca ($\ln\text{SBRc mmHg}\cdot\text{ms}^2$) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.....	41
Tabela 13. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da frequência cardíaca (FC bpm) medida pré-exercício e aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....	41
Tabela 14. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício do logaritmo da variância total do I-RR ($\ln\text{VT}_{\text{R-R}} \text{ms}^2$) medida no pré-exercício e aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....	42
Tabela 15. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da banda de baixa frequência do I-RR ($\text{BF}_{\text{R-R}}$ n.u) medido no pré-exercício e aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....	42
Tabela 16. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da banda de alta frequência do I-RR ($\text{AF}_{\text{R-R}}$ n.u) medido no pré-exercício e aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais	43
Tabela 17. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da razão entre as bandas de baixa e alta frequência do I-RR $\text{AF}/\text{BF}_{\text{R-R}}$ (u.a) medido no pré-exercício e aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....	43
Tabela 18. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da pressão arterial sistólica (PAS mmHg) medida no pré-exercício, aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....	44
Tabela 19. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício do valor logaritmo da variância total da pressão arterial sistólica ($\ln\text{VT}_{\text{PAS}} \text{mmHg}^2$) medida no pré-exercício, aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....	44
Tabela 20. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício do valor logaritmo da variabilidade da banda de baixa frequência da pressão arterial sistólica ($\ln\text{BF}_{\text{PAS}}$	

mmHg²) medida no pré-exercício, aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....45

Tabela 21. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da pressão arterial diastólica (PAD mmHg) medida no pré-exercício, aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....45

Tabela 22. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício do valor logaritmo sensibilidade barorreflexa cardíaca ($\ln SBRC$ mmHg*ms²) medida no pré-exercício, aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....46

Tabela 23. Efeito da intensidade da luz sobre o valore de delta da frequência cardíaca no 1° ($\Delta RECFC1'$) e no 5° ($\Delta RECFC5'$) minuto de recuperação pós-exercício nas três sessões experimentais.....46

II. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Luminárias customizadas utilizadas durante o estudo.....	30
Figura 2. Representação Esquemática do Protocolo Experimental.....	31
Figura 3. Desenho da sessão experimental.....	32
Figura 4. Disposição das luminárias no laboratório.....	36

III. LISTA DE ABREVIATURAS

Frequência cardíaca	FC
Pressão arterial	PA
Núcleo supraquiasmáticos.....	NSQ
Condição experimental sob luz controle.....	LC
Condição experimental sob luz intensa.....	LI
Condição experimental sob penumbra	PN
Núcleo trato solitário	NTS
Recuperação da frequência cardíaca	RECFC
Variabilidade da frequência cardíaca	VFC
Variabilidade da pressão arterial	VPA
Batimentos por minuto	bpm
Baixa Frequência.....	BF
Alta Frequência	AF
Sensibilidade Barorreflexa Cardíaca	SBRC
Pré-exercício	Pré-ex.
Variância total da variabilidade do intervalo R-R.....	VT _{R-R}
Banda normalizada de alta frequência da variabilidade da frequência cardíaca.....	AF _{R-R n.u}
Banda normalizada de baixa frequência da variabilidade da frequência cardíaca.....	BF _{R-R un}
Razão entre as bandas de baixa e alta frequência da variabilidade da frequência cardíaca.....	BF/AF _{R-R}
Banda de baixa frequência da variabilidade das PAS.....	BF _{PAS}
Variância Total da Pressão Arterial Sistólica	VT _{PAS}
Percepção subjetiva de esforço	PSE
Logaritmo.....	ln
Unidade arbitrária.....	u.a.
Unidade	un

IV. LISTA DE ANEXOS

I. Comitê de Ética.....	56
II. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	59
III. PAR-Q+.....	62
IV. Questionário de matutividade e vespertividade de Horne e Ostberg.....	66
V. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), versão curta.....	70

Sumário

1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS	18
2.1. Geral	18
2.2. Específicos.....	18
3. REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1. Exercício aeróbico	19
3.2. Respostas autonômicas cardiovasculares à uma sessão de exercício aeróbico ...	19
3.3. Fatores que influenciam a resposta autonômica cardiovascular ao exercício	21
3.4. Ritmo circadiano.....	22
3.5. Luz como pista temporal para o ritmo circadiano	23
3.6. Efeito da luz sobre sistema autonômico cardiovascular	23
3.7. Luz e respostas fisiológicas ao exercício físico.....	24
3.8. Considerações finais	24
4. MATERIAS E MÉTODOS	25
4.1. Cálculo Amostral.....	25
4.2. Casuística.....	25
4.3. Procedimentos preliminares	26
4.3.1. Avaliação clínica	26
4.3.2. Avaliação do nível de atividade física.....	26
4.3.3. Avaliação da pressão arterial de repouso	26
4.3.4. Avaliação do Nível de obesidade	27
4.3.5. Identificação do Cronotipo	27
4.4. Medidas	27
4.4.1. Pressão Arterial.....	27
4.4.2. Frequência cardíaca	27
4.4.3. Respiração	28
4.4.4. Modulação autonômica do sistema cardiovascular	28
4.4.5. Avaliação da Sensibilidade barorreflexa cardíaca.....	28
4.4.6. Recuperação da Frequência Cardíaca.....	29
4.4.7. Medida da intensidade da Luz.....	29
4.5. Exercício Aeróbico.....	29
4.6. Intervenção	30
4.6.1. Luz.....	30
4.7. Protocolo experimental.....	31
4.8. Análise estatística	33
5. RESULTADOS	33
5.1. Casuística.....	33
5.2. Respostas cardiovasculares e de esforço durante o exercício.....	34
5.2.1. Intensidade de luz durante as sessões	35
5.3. Efeito da intensidade da luz em repouso sobre o controle autonômico cardiovascular..	36
5.4. Efeito da intensidade de luz sobre as respostas do controle autonômico cardiovascular pós-exercício.....	41
5.4.1. Efeito da intensidade de luz sobre a Recuperação da Frequência Cardíaca (RECFC) .	46
.....	46
6. DISCUSSÃO	47
6.1. Resultados principais.....	47
6.2. Efeito da intensidade da luz em repouso sobre o controle autonômico cardiovascular.	47
6.3. Efeito da Luz sobre a resposta autonômica pós-exercício.....	48
7. CONCLUSÃO	50
8. REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO

A frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA) sistêmica aumentam durante uma sessão de exercício aeróbico para atender à demanda metabólica dos músculos e de outros tecidos. (1) Tal aumento é regulado através de mecanismos centrais e periféricos que interagem com o sistema nervoso autonômico, mais precisamente o núcleo trato solitário (2,3). Destaca-se que a ação deste núcleo implica em diminuição da atividade vagal e aumento da atividade simpática cardíaca acarretando no aumento da FC (4) e esta por sua vez é modulada pelo controle barorreflexo, que ao reduzir sua sensibilidade e alterar seu ponto de operação permite que a PA sistêmica se eleve paralelamente (2,3). Esse aumento de atividade simpática é geral durante o exercício e também ocorre para os vasos (5). No entanto, o processo conhecido como simpátólise funcional, diminuindo a atividade tanto pré- quanto pós-sináptica do nervo simpático por reduzir a sensibilidade dos receptores α -adrenérgicos(6) permite que a ação das substâncias vasodilatadoras produzidas no local promova vasodilatação nas artérias da musculatura ativa durante o exercício (7,8). Estes mesmos mecanismos autonômicos cardiovasculares permanecem alterados no período de recuperação do exercício (8).

Por conta disso, comparado aos valores pré-exercício, é esperado que a FC permaneça elevada principalmente devido ao aumento do balanço simpátovagal cardíaco pós-exercício aeróbico, ou seja, aumento da modulação simpática e redução da modulação parassimpática para o coração (9). Isso porque a sensibilidade barorreflexa cardíaca deve estar reduzida pós-exercício, o que pode perdurar por até 3 horas (5). Na literatura, alguns fatores parecem influenciar a recuperação autonômica cardiovascular, como a intensidade (10), a duração do exercício (11), tipo de recuperação, podendo ser ativa ou passiva (12) (e, mais recentemente, estudos do nosso grupo demonstraram que o ritmo circadiano pode influenciar essas respostas (9,13). Entretanto, não se sabe se ao manipular as variáveis que auxiliam na sincronização do ritmo circadiano do ser humano, como a intensidade de luz do ambiente pode influenciar a recuperação autonômica cardiovascular pós-exercício.

Os ritmos biológicos nos mamíferos são coordenados por um relógio central, os núcleos supraquiasmáticos (NSQ) (14), essa coordenação ocorre tanto de forma independente (i.e., por ritmicidade própria), como através de pistas temporais advindas do comportamento e do ambiente (14). Nos seres humanos a luz é a pista temporal mais relevante na organização da ritmicidade biológica (14). Nos olhos a intensidade de luz é detectado através de duas principais vias, o sistema clássico de formação de imagem, e o sistema não formador de imagem (15). Esse último, age principalmente através da melanopsina, um fotopigmento encontrado nos fotorreceptores da retina, elas são células ganglionares fotossensíveis, que projetam as

informações para os NSQ principalmente através do trato retino-hipotalâmico (16,17), e sua estimulação impacta em respostas fisiológicas e comportamentais (15). Estudos recentes têm demonstrado que intensidades elevadas de luz com aproximadamente 5000 lux podem acarretar aumentos de PA (+13 mmHg) e FC (+26 bpm) (15,18). Parte destas mudanças podem ser explicadas pelo efeito da luz intensa em aumentar a modulação simpática e reduzir a modulação parassimpática para o coração (19). Além disso, exposição à intensidade elevada de luz promoveu também aumento considerável da atividade nervosa simpática muscular (+50%) (19). Destaca-se ainda que o aumento em paralelo da FC e PA sugere que a exposição à luz diminui a sensibilidade barorreflexa. Dessa forma, é possível sugerirmos que a exposição à luz intensa pode atenuar o retorno do aumento do balanço simpátovagal cardíaco bem como da modulação simpática vasomotora pós-exercício, enquanto que essa condição seria facilitada na penumbra.

Portanto, o objetivo desse projeto foi comparar o efeito da intensidade de luz que o indivíduo é exposto sobre a recuperação autonômica cardiovascular pós exercício aeróbico. A hipótese foi de que a sessão experimental conduzida sob luz intensa (LI– 5000 lux) atenua ou impeça a recuperação autonômica cardiovascular enquanto a sessão conduzida sob penumbra (PN \leq 8 lux) potencializará a recuperação autonômica cardiovascular comparadas à sessão LC.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Comparar o efeito da intensidade da luz sobre as respostas autonômicas cardiovasculares em repouso e após uma sessão de exercício aeróbico moderado.

2.2. Específicos

Analisar e comparar as respostas em repouso e após uma sessão de exercício aeróbico realizado na condição de PN (\leq 8 lux), LC (500 lux) e LI (5000 lux), em relação à:

- (a) PA sistólica, diastólica;
- (b) FC;
- (c) Determinantes da modulação autonômica cardíaca: modulação simpática e parassimpática cardíaca;

- (d) Modulação simpática vasomotora;
- (e) Sensibilidade Barorreflexa Cardíaca;
- (f) Recuperação da FC.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Exercício aeróbico

O exercício aeróbico é definido por utilizar predominantemente a via aeróbia como produção de energia. É reconhecido como aquele que utiliza grande grupo muscular, que se contraí de forma cíclica, como, correr, pedalar, caminhar por um período prolongado de mais de 15 minutos e de intensidade baixa e moderada (20).

3.2. Respostas autonômicas cardiovasculares à uma sessão de exercício aeróbico

Para atender a demanda metabólica muscular e de outros tecidos durante a execução do exercício a FC e a PA sistêmica aumentam. Isso é possível devido às ações de mecanismos centrais e periféricos que interagem com comando central responsável pelo controle do sistema nervoso autonômico. Esse centro exerce papel fundamental na regulação da resposta cardiovascular durante o exercício. Antes mesmo do início do exercício, a região do córtex motor diminui a atividade parassimpática do coração e aumenta a atividade simpática aos vasos através do NTS (21,22). No início do exercício, as fibras sensoriais do grupo III por serem sensíveis à deformação e as fibras do grupo IV sensíveis à mudanças metabólicas durante a contração muscular, por meio de mecanismos denominados de “mecanorreflexo” e “metaborreflexo”, respectivamente, enviam sinais aferentes ao NTS que por sua vez aumenta o balanço simpatovagal cardíaco e atividade simpática para os vasos, esse fenômeno é denominado de reflexo pressor do exercício. A interação desses mecanismos leva inicialmente à redução da atividade parassimpática cardíaca e com o decorrer do exercício o aumento da atividade simpática para o coração. Aumento de atividade simpática também é observado para os vasos gerando vasoconstrição (23). Porém, os metabólitos gerados através da contração na musculatura ativa desencadeiam um processo chamado de simpatólise funcional, diminuindo a atividade do nervo simpático tanto pré- quanto pós-sináptica diminuindo a sensibilidade dos receptores alfa-adrenérgicos (24). Esse fator permite que a ação das substâncias vasodilatadoras produzidas no local (e.g., histamina, óxido nítrico etc.) promovam vasodilatação nessas artérias durante o exercício, enquanto as artérias de tecidos inativos (i.e., região esplânica) são contraídas (7,8). Adicionalmente, ajustes suprabulbares permitem que o ajuste da sensibilidade

barorreflexa tenha seu ponto de operação ajustado para valores mais altos de PA durante o exercício (8). Com isso é possível se observar aumentos em paralelo de PA e FC, permitindo a perfusão tecidual adequada durante o esforço e atendendo a demanda metabólica (23).

Embora haja uma diminuição da demanda, no período de recuperação pós-exercício aeróbico as respostas autonômicas permanecem alteradas em relação aos valores pré-exercício. A regulação autonômica é o resultado da integração de diversos mecanismos cardiovasculares centrais e periféricos, como o comando central, mecano e metaborreflexo muscular e a termorregulação (3). Imediatamente após o exercício, seja com recuperação ativa ou inativa, a análise dos índices de recuperação da FC (RECFC) demonstram a restauração autonômica cardíaca. Com essa análise, podemos observar que alguns índices abordam apenas a fase rápida, ou seja marcadores de reativação parassimpática, ou incluem ambas as fases, rápida e lenta, sendo considerados marcadores de reativação parassimpática e retirada simpática. (25). Já com o indivíduo em repouso pós-exercício aeróbico, os valores continuam alterados, estudo prévios reportam balanço simpátovagal cardíaco elevado através análise de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (26). Isso é representado pelo aumento na banda de baixa frequência e redução na banda de alta frequência do intervalo R-R cardíaco pós-exercício o que demonstra predominância na modulação simpática cardíaca (26). Embora a VFC seja um método indireto de medida da modulação autonômica cardíaca, estudos com bloqueio farmacológico já demonstraram que o bloqueio da atividade parassimpática com atropina praticamente some com a banda de alta frequência e acarretam em aumento da FC (26). Enquanto estudos com beta-bloqueador demonstram diminuição, mas não desaparecimento da banda de baixa frequência e diminuição da FC (26).

Não apenas do ponto de vista cardíaco, mudanças nas respostas autonômicas com relação ao repouso também são observadas para os vasos. Nesse sentido, Halliwill e colaboradores observaram que a atividade nervosa simpática muscular medida de maneira direta através da técnica de microneurografia está reduzida pós-exercício aeróbico (27). Nesta técnica, ocorre o registro de potenciais de ação simpática neural, permitindo análise de respostas efectoras simpáticas, normalmente do nervo fibular, utilizando-se microelétrodos de tungstênio flexíveis. Depois disso, o número bruto de disparos por minuto ou corrigidos pela FC representam a atividade nervosa simpática muscular. Entretanto, utilizando a medida indireta da modulação simpática vasomotora através da análise da variabilidade da PA (VPA) os resultados são controversos. Enquanto já foi observada diminuição da VPA após uma sessão de exercício aeróbico (28), a manutenção desses valores também já foi encontrada previamente (29). Essa diferença entre as técnicas se dá em partes pelo fato da medida de VPA refletir um

comportamento sistêmico e a microneurografia avaliada no estudo de Halliwill e colaboradores pós-exercício aeróbico em cicloergômetro poder refletir um fator local da musculatura ativa durante o exercício (27). Além disso, a análise da VPA acaba sendo influenciada não somente pelos disparos nervosos simpáticos, mas também pelo reflexo cardiopulmonar, fatores hormonais e reológicos (i.e., propriedades do fluxo sanguíneo) (30). Essa quantidade de fatores favorece grande variação dos dados (28).

Considerando que a sensibilidade barorreflexa, tanto a cardíaca (5) quanto a periférica (27) que está reduzida durante o exercício permanece reduzida no pós-exercício também. Além de outros mecanismos suprabulbares, a produção de substância P pelas fibras aferentes musculares que se ligam aos receptores de neurocinina tipo R (NK-1R) inibem a atividade GABAérgica dos interneurônios inibitórios no NTS permitindo o reflexo pressor do exercício (31). Alguns autores sugerem que isso continuaria acontecendo pós-exercício. Um estudo conduzido com animais que receberam infusões de um antagonista de substância P dentro do NTS encontraram atenuação de 37% na redução de PA pós-exercício (32). Além disso, disparos inibitórios a neurônios que recebem aferências barorreflexas no NTS estavam diminuídos após uma sessão de exercício em modelo animal (33).

3.3. Fatores que influenciam a resposta autonômica cardiovascular ao exercício

Existem diversas características dos protocolos de exercício e também dos próprios indivíduos que podem influenciar as respostas autonômicas cardiovasculares pós-exercício.

O nível de treinamento influencia recuperação autonômica. Um estudo prévio que comparou participantes treinados à nível amador atletas que competiam à nível nacional (i.e., Noruega) encontrou valores inferiores de modulação parassimpática cardíaca (-30%) nos amadores por até 60 min após sessão de exercício intervalado acima do ponto de compensação respiratória por 3 min com 2 min de recuperação inativa repetido por 5 vezes (34). No que diz respeito ao sexo, os resultados podem variar. De modo que nenhuma diferença foi observada para índices de VFC e sensibilidade barorreflexa cardíaca entre os sexos após sessão de exercício aeróbico moderado (35), porém o balanço simpatovagal cardíaco apresentou maior aumento em mulheres do que em homens após exercício de alta intensidade (e.g., teste de Wingate) (36).

Fatores relacionados ao protocolo de exercício também parecem influenciar, as respostas autonômicas ao exercício. De fato, um estudo prévio que avaliou índices de VFC por 4 horas após sessões de exercício em atletas, não encontrou influência da duração da sessão de exercício comparando 60 min versus 120 min de exercício realizado abaixo do limiar anaeróbio

(e.g., primeiro limiar ventilatório) (34). No que diz respeito à intensidade do exercício, nesse mesmo estudo, a sessão de exercício realizada acima do ponto de compensação respiratória (e.g., 2 limiar respiratório), sendo 3 min nessa intensidade intercalado com 2 min de recuperação inativa, repetidos por 6 vezes, promoveu maiores valores de FC (+15 bpm) e menores valores de modulação parassimpática cardíaca, tanto para índices de domínio do tempo (PNN50 e RMSSD) quanto no domínio da frequência (HF) (-40%) por 15 min da recuperação comparadas às sessões realizadas abaixo do limiar anaeróbio (34). É importante destacar que talvez o nível de treinamento de alguns participantes pode ter atenuado maiores influências tanto da duração quanto da intensidade do exercício. Outro aspecto relevante dentro do contexto deste estudo é a fase do dia em que o exercício é realizado. Tanto após teste de esforço máximo, quanto após uma sessão de exercício aeróbico moderado à 50% VO_2 pico, índices de RECFC e de VFC apresentaram recuperação autonômica cardíaca mais acelerada quando o exercício foi conduzido pela manhã comparado ao final dia indicando uma influência da ritmicidade circadiana nessa resposta (9,12).

3.4. Ritmo circadiano

Fruto da evolução, todas as funções fisiológicas exibem ritmicidade nas mais diferentes espécies de animais, denominados de ritmos biológicos. Esses ritmos são classificados em três diferentes categorias, ritmos circadianos, infradianos e os ultradianos. Os ritmos circadianos são aqueles que completam ciclos a cada 24 h aproximadamente; os ultradianos encerram mais de um ciclo a cada 20 h; já os infradianos completam ciclos acima de 28 h (37).

Nos seres humanos, o ritmo mais presente é circadiano. Os responsáveis pela organização desses ritmos são conhecidos como relógios biológicos. Esta é uma rede de estruturas hierarquizada na qual os NSQ, localizados no hipotálamo anterior, acima do quiasma ótico, são conhecidos como o relógio central (14), e contam com a ajuda de relógios periféricos nos mais diferentes tecidos, por exemplo no coração (38) e vasos (39) para cumprir sua função. Embora possua ritmicidade própria, os NSQ e relógios periféricos contam com o auxílio de pistas temporais advindas do ambiente e do comportamento para ajustar a sincronização dos ritmos biológicos com o ciclo claro/escuro (14). Para o ser humano a principal pista temporal é a luz (15).

3.5. Luz como pista temporal para o ritmo circadiano

Nos olhos dos mamíferos existem 2 sistemas de detecção para perceber a luz: o sistema visual clássico, que serve para a formação de imagem, e o sistema não formador de imagem (15). Neste último, a luz é percebida através de fotopigmentos específicos encontrados nas células ganglionares da retina que são extremamente fotossensíveis, chamados de melanopsina (15,40). Quando estimuladas pelo aumento da luz, essas células enviam aferências aos NSQ através do trato retino-hipotalâmico (41). Com isso ocorre alteração da atividade neuronal dos NSQ, esse por sua vez através de projeções multisinápticas estimula o centro de regulação autonômica cardiovascular, o núcleo trato solitário (6,42).

Essa mesma via está presente na supressão e produção de melatonina. A melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina) é o principal marcador endógeno do ritmo circadiano, sintetizada somente durante a fase escura do dia pela glândula pineal. Sua produção é bloqueada com a luz pois inibe a estimulação noradrenérgica simpática da glândula pineal via gânglio cervical superior (43,44).

3.6. Efeito da luz sobre sistema autonômico cardiovascular

A influência da intensidade de luz sobre as respostas autonômicas já foi observada em diversos contextos. No intuito de testar essa influência, o estudo conduzido por Saito e colaboradores (1996) (19) em sujeitos adultos jovens quem foram expostos a uma luz de 5000 Lux durante 20 minutos entre 10h – 12h e pode concluir que durante a exposição a luz a FC se elevou 7 bpm, enquanto se manteve comparada a sessão controle sob luz de 500 lux (11). Além disso, os autores também observaram aumento da atividade nervosa simpática muscular (11) o que certamente contribui para o aumento da resistência vascular periférica e da PA. De fato, a exposição à luz intensa pode gerar elevação da PA sistólica na ordem de ~13 mm Hg (15).

A influência da luz sobre as respostas autonômicas cardiovasculares também já foi observada sob condições de estresse. Em estudo realizado por Yokoi et al. (45) indivíduos adultos jovens expostos a luz intensa de 2800 lux apresentaram maiores valores de PA sistólica (+5 mm Hg) sem diferença na FC comparado à condição de luz reduzida de 120 lux durante o desempenho de tarefa mental no teste *Stroop color-word conflict test*.

As diferenças observadas com maior balanço simpátovagal cardíaco e atividade simpática nervosa muscular quando há exposição à luz intensa pode ser atribuída ao estímulo provocado pela luz intensa aumentando a atividade das melanopsinas. Com isso, aumento de atividade neuronal nos NSQ estimula a região de NTS levando às alterações sobre o controle

autônomo cardiovascular descritas acima. Além disso, se sabe que intensidade de luz de ~500 lux já bloqueiam a produção de melatonina (44). Como esperado, Yokoi et al. (45) observaram valores reduzidos de melatonina quando os indivíduos foram expostos à luz intensa. Assim, os indivíduos ficaram privados da capacidade hipotensora e vasodilatadora da melatonina (43) o que pode ter colaborado para maiores aumentos da PA sistólica durante o teste de estresse.

Embora não houve medidas de controle autonômico cardiovascular no estudo de Yokoi et al. (45), a influência da intensidade de luz sobre a resposta de PA sistólica também sob uma condição de estresse, e não somente em condições de repouso (18,19), reforça a hipótese deste estudo em que a luz intensa pode atenuar as respostas autonômica cardiovasculares após sessão de exercício aeróbico.

3.7. Luz e respostas fisiológicas ao exercício físico

Embora a influência da luz sobre as respostas autonômicas cardiovasculares pós-exercício ainda não tenha sido investigada. Um estudo prévio com animais que realizaram um protocolo de exaustão com natação sob luz vermelha encontrou diferenças em diversos parâmetros fisiológicos e menor desempenho quando comparados à situação de penumbra (43). Dentro do contexto deste estudo, os autores encontraram maiores níveis de glóbulos brancos (e.g., leucócitos) imediatamente após o esforço. O aumento nos níveis de glóbulos brancos é comum após o exercício (18), e normalmente associado ao aumento da atividade simpática (43). Dessa forma, é possível que esse aumento dos níveis de glóbulos brancos tenha ocorrido em paralelo à maiores níveis de atividade simpática desses animais, o que não foi avaliado.

Luz vermelha e azul isoladas, e é claro a luz brilhante de LED, a qual contém todos os espectros sendo o azul o mais presente (18), parecem aumentar os níveis de estresse o que inevitavelmente afeta o controle autonômico cardiovascular (18,19,46). No presente estudo procuraremos preencher a lacuna da literatura com essas informações associadas com a resposta ao exercício aeróbico.

3.8. Considerações finais

Portanto, está bem estabelecido que após uma sessão de exercício aeróbico se espera manutenção da FC elevada em comparação aos níveis pré-exercício, e que isso vem acompanhado de aumento no balanço simpátovagal cardíaco e redução na sensibilidade barorreflexa cardíaca. Por outro lado, a modulação simpática vasomotora deve diminuir, permitindo que a vasodilatação promovida durante o exercício permaneça no período de recuperação favorecendo a redução de PA nesse período. Entretanto, os resultados variam

bastante entre os estudos, e isso pode ser devido aos fatores de influência discutidos nessa revisão de literatura. Adicionalmente, luz intensa promove alterações na regulação autonômica cardiovascular, como aumento do balanço simpátovagal cardíaco e da atividade nervosa simpática muscular. Essas mudanças estão refletidas também nos achados de aumento de FC e PA sistólica.

Desta forma, é importante avaliarmos se a recuperação autonômica cardiovascular após uma sessão de exercício aeróbico pode ser influenciada também pela intensidade de luz que o indivíduo é exposto.

De acordo com o que foi discutido até o presente momento, a hipótese deste estudo foi que a sessão experimental conduzida sob LI (5000 lux) atenua ou impeça a recuperação autonômica cardiovascular enquanto a sessão conduzida sob PN (≤ 8 lux) potencialize a recuperação autonômica cardiovascular comparadas à sessão LC.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Cálculo Amostral

O cálculo amostral foi estabelecido considerando um poder de 0,80 e um erro alfa de 0,05 para uma ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas. O cálculo foi realizado a partir de um tamanho de efeito moderado do f de Cohen = 0,30 baseado na resposta do balanço simpátovagal cardíaco em um estudo prévio (9). O tamanho mínimo foi estabelecido em 18 indivíduos. No intuito de garantir a análise adequada, foram recrutados 20 considerando uma perda amostral de 10%. Foi utilizado o software G*Power v.3.1.9.2.

4.2. Casuística

Participaram deste estudo indivíduos jovens, recreacionalmente ativos, do sexo masculino, na faixa etária de 20 a 39 anos, não fumantes, índice de massa corporal (IMC) $< 30 \text{ kg/m}^2$, sem diagnóstico de hipertensão arterial e com PA sistólica/diastólica menor que 140/90 mmHg respectivamente, sem diagnóstico de diabetes e dislipidemia e que não fazem uso de medicamentos que afetem o sistema cardiovascular ou quaisquer complexos vitamínicos regularmente. Os indivíduos não podiam fazer uso de medicação e complexo vitamínico. Todos os indivíduos receberam esclarecimentos quanto aos procedimentos experimentais e possíveis riscos envolvidos no estudo. Em seguida, aqueles que assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido participarão do estudo. O estudo foi aprovado no Comitê de Ética em

Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (3.742.479) e foi registrado nos Ensaios Clínicos Brasileiros (REBEC-RBR- 5msn9mw).

O recrutamento dos indivíduos foi feito através de mídia eletrônica e escrita, com distribuição de cartazes e panfletos no campus da Universidade.

4.3. Procedimentos preliminares

4.3.1. Avaliação clínica

Os indivíduos responderam à uma anamnese sobre dados pessoais e histórico de saúde pessoal e de seus familiares. Informações a respeito do uso de medicamentos, vitaminas e suplementos nutricionais foram registradas. Os indivíduos com algum diagnóstico de doença e/ou os que faziam uso de medicamentos, suplementos ou vitaminas de forma regular foram excluídos. Além disso, foram removidos do estudo aqueles que responderem sim para alguma das perguntas do questionário PAR-Q+ (47) por não terem assegurada a ausência de limitações para a prática de exercício.

4.3.2. Avaliação do nível de atividade física

Para avaliar o nível de atividade física, foi aplicado o questionário internacional de atividade física (IPAQ), versão curta (48). O qual considera os níveis de atividade física de locomoção, lazer e laboral ou domiciliar no período dos últimos 7 dias. Foram excluídos do estudo os indivíduos que forem classificados como muito ativos pelo IPAQ, ou seja, aqueles que praticarem atividades física vigorosas ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão ou que praticarem atividades vigorosas ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão + moderada e/ou caminhada ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão.

4.3.3. Avaliação da pressão arterial de repouso

A PA foi aferida após 5 minutos de repouso e foi realizada três vezes em cada braço, com o voluntário na posição sentada, como sugere o 7º Relatório do JNC e as últimas diretrizes da Sociedade Brasileira de Hipertensão (49). Foi utilizado para medida da PA um esfigmomanômetro aneróide (Missouri, Mikato Ltda, São Paulo, Brasil) e a PAS e PAD foram considerados a partir da identificação das fases I e V de Korotkoff, respectivamente, sendo considerada a média o valor obtido nos braços de maior valor. Foram excluídos do estudo os indivíduos com valores de PAS ≥ 140 mmHg e/ou de PAD ≥ 90 mmHg.

4.3.4. Avaliação do Nível de obesidade

O nível de obesidade foi avaliado através do cálculo do IMC, que é calculado pelo quociente entre o peso (kg) e o quadrado da estatura m². O peso e a estatura dos indivíduos foram medidos em uma balança (Welmy, W200a Led, Brasil). Para participar do estudo IMC deverá ser < 30Kg/m², considerando no máximo sobrepeso (50).

4.3.5. Identificação do cronotipo

O cronotipo foi avaliado pelo questionário de Horne e Ostberg (51), que categoriza os indivíduos como matutinos, vespertinos ou intermediários. O presente estudo foi realizado apenas com indivíduos que tenham escore entre > 30 e < 70 nesse questionário, ou seja, que não tenham cronotipo extremamente matutino nem vespertino para evitar a influência da preferência extrema por uma fase do dia nas respostas ao exercício conduzido sob diferentes intensidades de luz.

4.4. Medidas

4.4.1. Pressão Arterial

A PA sistólica e diastólica foram avaliadas batimento a batimento através da técnica de fotopletismografia, para isso foi utilizado o equipamento Finometer (FMS – Finapress Mensurament System, Arnhem, Holanda) posicionado no dedo médio da mão não dominante do indivíduo (i.e. o membro que não realiza o exercício). A onda de PA obtida por esse equipamento foi digitalizada e registrada em microcomputador por um analisador de sinais biológicos (Windaq, DI-720, Akron, EUA) com uma frequência de amostragem de 500Hz. A determinação do pico (PA sistólica) e do vale (PA diastólica) das ondas de PA foram realizadas utilizando um software específico (Heart Scope II, v. 1.3.0.1, A.M.P.S. LLC, Nova Iorque, EUA).

4.4.2. Frequência cardíaca

A FC foi avaliada através do registro dos intervalos R-R cardíacos dos dados do eletrocardiograma, utilizando-se um eletrocardiógrafo (EMG SYSTEM do Brasil, 030110/00B, Campo Grande, Brasil). A onda eletrocardiográfica foi digitalizada e registrada em microcomputador pelo programa WINDAQ (Windaq, Dataq Instruments, Akron, EUA) com frequência de amostragem de 500Hz/canal. A FC durante o período de exercício foi medida através de um cardiofrequencímetro (Polar, CRX800, Kempele, Finlândia).

4.4.3. Respiração

Para o registro dos movimentos respiratórios foi utilizada uma cinta respiratória piezoelétrica (Pneumotrace 2, UFI) posicionada no tórax do indivíduo. O sinal respiratório foi então amplificado (Bioamplifier, 2121/2-R) digitalizado e registrado em microcomputador através do programa WINDAQ (DI-720), com frequência de amostragem de 500Hz/canal.

4.4.4. Modulação autonômica do sistema cardiovascular

A modulação autonômica cardiovascular foi avaliada pelo método de análise espectral da variabilidade da FC e da PA utilizando um software específico (Heart Scope II, v. 1.3.0.1, A.M.P.S. LLC, Nova Iorque, EUA) e aderindo às recomendações do “Task Force” sobre o assunto (50). Para isso, as ondas eletrocardiográficas, da respiração e da PA batimento a batimento registradas pelo sistema WINDAQ (Windaq, Dataq Instruments, Akron, EUA) foram analisadas para fornecer valores de intervalo R-R, PAS, PAD e respiração a cada ciclo cardíaco, gerando quatro séries temporais. Em seguida, a variabilidade desses sinais foi analisada no domínio da frequência pelo método autorregressivo. Dessa forma, foi possível calcular o poder espectral total e quantificar a frequência central e o poder de cada componente relevante do espectro, considerando-se componentes de baixa e alta frequências (BF e AF, respectivamente). Foram considerados picos AF aqueles obtidos entre frequências de 0,15 e 0,4 Hz e picos BF aqueles obtidos entre 0,04 e 0,15Hz. O poder de cada componente foi calculado em valores absolutos e normalizados e o processo de normalização foi realizado dividindo-se o valor da banda pelo valor total do espectro do qual foi subtraído o valor da banda de muito baixa frequência ($MBF < 0,04\text{Hz}$) e o resultado foi multiplicado por 100. Para a interpretação dos resultados, os valores de variância total do intervalo R-R (VT R-R) e os valores normalizados de AFR-R foram considerados como representantes da modulação parassimpática cardíaca, enquanto o valor normalizado de BFR-R foi interpretado como da modulação predominantemente simpática para o coração. A razão entre as bandas de baixa e alta frequências do intervalo R-R (BF/AF) foi considerada como o balanço simpátovagal cardíaco. A modulação simpática vasomotora foi considerada pela análise dos valores absolutos da banda de baixa frequência da variabilidade da PAS (BF PAS) (50).

4.4.5. Avaliação da Sensibilidade barorreflexa cardíaca

A sensibilidade espontânea barorreflexa cardíaca (SBRc) foi avaliada pelo método sequencial, com a intenção de analisar a relação entre as alterações da PA e da FC (39), através do uso de um software específico (Heart Scope II, v. 1.3.0.1, A.M.P.S. LLC, Nova Iorque,

EUA). Nesse método, foram selecionadas sequências de três ou mais batimentos consecutivos com mudanças no mesmo sentido nos quais os intervalos cardíacos apresentem pelo menos 4 ms entre eles e, com mudança da PAS de pelo menos 1 mmHg (52). Em cada sequência, a regressão linear foi calculada e só foram aceitas como relacionadas ao controle barorreflexo aquelas com os coeficientes de correlação igual ou maior que 0,8. Para cada sequência válida, a inclinação da reta de regressão linear foi calculada, e o valor médio de todas as inclinações válidas foi considerado para representar a SBRc.

4.4.6. Recuperação da frequência cardíaca

Os dados para essa análise foram obtidos durante o período de volta a calma do exercício, durante 5 minutos a 30 watts. Os índices da frequência cardíaca (RecFC) calculados foram: a) o delta da FC de 1 minuto ($\Delta FC1'$) – calculado pela subtração entre a F_{cpico} do exercício (a média da FC dos últimos 60s do exercício) e o valor da FC no 1º minuto após o exercício; e b) o delta da FC de 5 min ($\Delta FC5'$) – calculado pela subtração entre F_{cpico} do exercício e o valor da FC no 5º min após o exercício (12).

4.4.7. Medida da intensidade da luz

Para a medida da luz foi utilizado um luxímetro portátil (Instrutemp, ITLD270, São Paulo), o qual foi posicionado na altura dos olhos dos indivíduos, como determinado pela Comissão Internacional de Iluminação (International Commission of Illumination).

4.5. Exercício Aeróbio

Em todas as sessões experimentais os indivíduos realizaram uma sessão de exercício aeróbico em cicloergômetro (Lode, Corival Cycle, Groningen, Holanda). Após posicionados no cicloergômetro os sujeitos realizaram 5 min de aquecimento à 30 watts, seguidos de 30 minutos de exercício à 50-60% de $F_{creserva}$ (53), e finalizaram com 5 min de recuperação ativa na mesma intensidade do aquecimento. A FC foi monitorada durante toda a execução do exercício através de um cardiofrequencímetro (Polar, CRX800, Kempele, Finlândia). A PA foi verificada no minuto 15 da parte principal do exercício. O esforço percebido pelo indivíduo em cada sessão foi avaliado pela escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) de Borg aos 29 minutos de exercício. Para tal o indivíduo teve de indicar na escala que varia de 6 (Sem nenhum esforço) à 20 (Máximo esforço) (54).

A intensidade do exercício durante as sessões foi determinada na primeira visita após os exames preliminares através do cálculo da $F_{creserva}$ utilizando a fórmula de Karvonen (53), na qual $[(F_{cmáxima} - F_{crepouso}) \times \text{intensidade (\%)} + F_{crepouso}]$. A $F_{cmáxima}$ considerada foi a predita para a idade ($220 - \text{idade}$) e a $F_{crepouso}$ foi obtida após 5 min de repouso na posição deitada (53). Em seguida, os indivíduos foram encaminhados ao cicloergômetro para a determinação da carga de trabalho (watts). Para isso, inicialmente pedalarão por 3 minutos à 30 watts como aquecimento seguidos de incrementos de 20 watts a cada 5 minutos, até que o indivíduo alcançasse o valor de FC entre 50 – 60% da $F_{creserva}$.(53)

4.6. Intervenção

4.6.1 Luz

Para o controle da luz foi utilizada uma luminária customizada, que pode ser regulada na altura e no ângulo, oscilando em 120° . Foram utilizadas lâmpadas de LED de luz policromática (Luz branca), fria de 5500 k, que pode ser dimerizada e produzir de 0 à 8000 lux. Com essa luminária direcionamos a luz na altura dos olhos do indivíduo posicionada no máximo a 1 metro de distância do mesmo.

Para garantir intensidade da luz, a mesma, foi medida na altura dos olhos do indivíduo utilizando se um luxímetro.



Figura 1. Luminárias customizadas utilizadas durante o estudo

4.7. Protocolo experimental

A figura 2 apresenta a sequência do protocolo experimental.

Os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, então foram submetidos a avaliações preliminares (anamnese sobre a saúde, questionário para avaliação do nível de atividade física, avaliação antropométrica e medida da PA). A partir dos resultados das avaliações, permaneceram no estudo somente aqueles indivíduos identificados como possuindo risco baixo, não fumantes, normotensos, não diabéticos, com IMC $<30 \text{ kg/m}^2$ e recreacionalmente ativos segundo o IPAQ+.

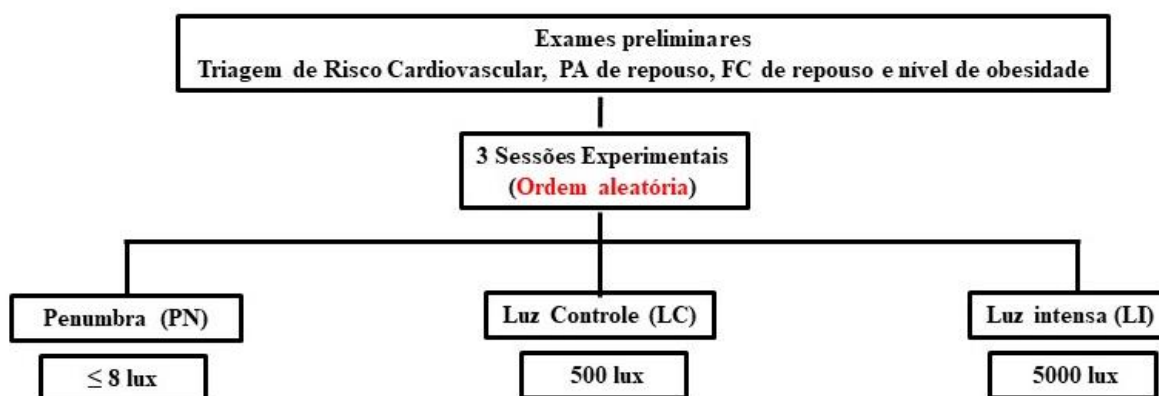


Figura 2. Representação Esquemática do Protocolo Experimental

Aqueles indivíduos que atenderam aos critérios do estudo foram submetidos à três sessões experimentais, em ordem aleatória, com intervalo mínimo de 72 horas entre elas. Todas as sessões experimentais tiveram início às 13hs, para que seja evitado qualquer efeito do ritmo circadiano sobre a resposta autonômica cardiovascular (9,25). Em todas as sessões os indivíduos chegaram ao laboratório com um jejum de 4 horas. Para cada sessão, os indivíduos foram orientados a comparecerem ao laboratório com roupas adequadas para a prática de exercício físico. Além disso, todos foram instruídos a não ingerir álcool nas 24 horas e cafeína nas 12 horas antecedentes, além de não realizar exercícios físicos nas 48 horas precedentes. Durante as sessões experimentais, a temperatura do laboratório foi mantida entre 20 e 22° C.

O desenho experimental de cada sessão está apresentado na figura 3. A luz foi ajustada a intensidade de 500 lux desde o início de cada sessão experimental, considerada como LC neste estudo. Assim que chegar ao laboratório, o indivíduo recebeu uma refeição padronizada com 2 barras de cereal e 100 ml de água. Em seguida, foi incentivado a esvaziar a bexiga e, quando voltar tiveram sua massa corporal medida e em seguida foi encaminhado à maca para permanecer na posição supina. A partir desse momento, o indivíduo foi orientado a retirar óculos ou lentes de contato quando em uso dos mesmos, e também mantendo o olhar em direção

à luz durante todo o experimento. Deste momento em diante se iniciou o período basal. Nesse momento, após a paramentação, dos 10 aos 20 min os sinais do intervalo R-R, PA e respiração foram registrados para análise da modulação autonômica cardiovascular e registros da PA e da FC. Finalizada essa sequência iniciou o período pré-exercício, no qual uma das três sessões experimentais ocorreu e a luz à altura dos olhos do indivíduo foi ajustada para uma das três condições a seguir: LC (500 lux), LI (5000 lux) ou PN (≤ 8 lux). Independente de qual delas, houve um intervalo de 20 min antes de começar as medidas, após esse período foi repetido o registro os sinais do intervalo R-R, PA e respiração para análise da PA, FC e da modulação autonômica cardiovascular.

Após o período de pré-exercício, os indivíduos se deslocaram para o cicloergômetro para a realização do exercício no período intervenção, que teve duração de 40 minutos e seguiu os procedimentos descritos na sessão exercício. Nos últimos 5 min que compreendem a volta à calma, foram registrados os intervalos R-R cardíacos no intuito de avaliar a RECFC como um parâmetro de modulação autonômica cardíaca. Imediatamente após o período de intervenção, os indivíduos retornaram à posição supina e teve início o período pós-exercício com duração de 50 min. No qual, dos 10 aos 20 min e dos 40 aos 50 min foram registrados os sinais de intervalo R-R, PA e respiração para análise da PA, FC e da modulação autonômica cardiovascular. Após este período os aparelhos foram desconectados e os indivíduos foram liberados.

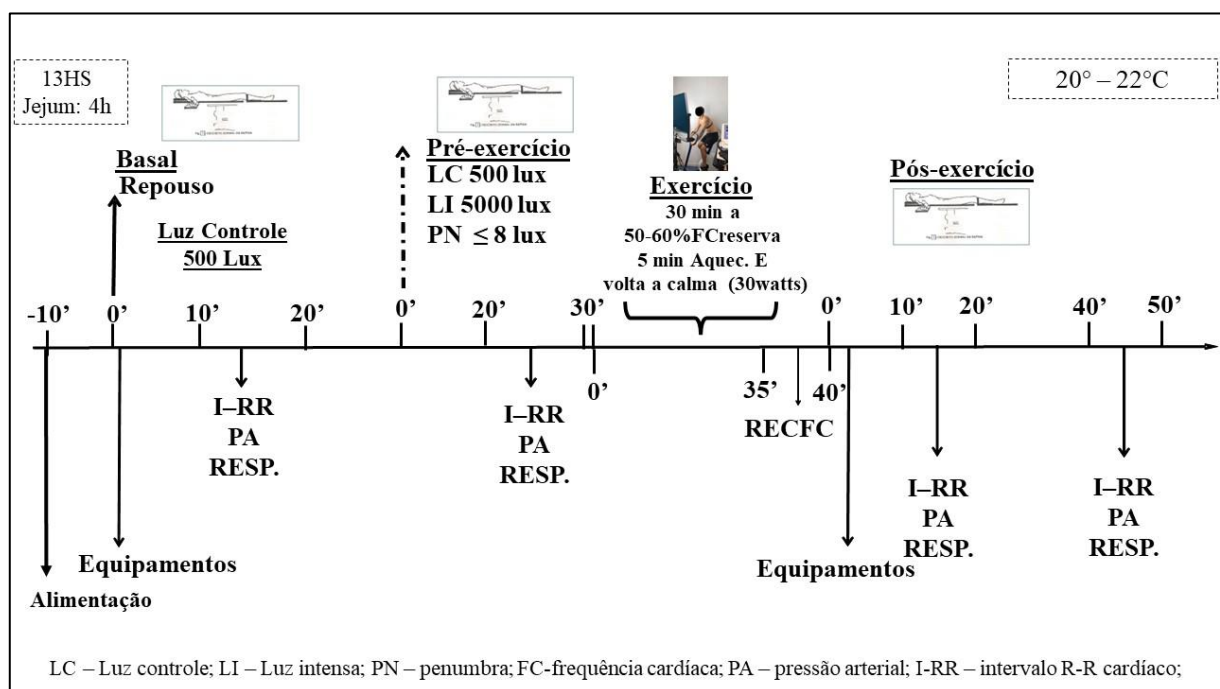


Figura 3. Desenho da sessão experimental.

4.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores extremos foram checados através da construção de gráficos de box plot e a normalidade dos dados foi avaliada através do teste de Shapiro-Wilk, sendo que aqueles que não apresentaram distribuição normal foram transformados logaritmicamente no intuito de se encontrar a normalidade (SPSS, Illinois, USA).

Para investigarmos o efeito da intensidade da luz em repouso, os valores absolutos do período basal foram comparados ao período pré-exercício através da análise de variância ANOVAs de 2 fatores para medidas repetidas, tendo como fatores principais: a sessão (LC, LI ou PN) e o momento (Basal vs. Pré-exercício).

Para investigarmos o efeito da intensidade da luz sobre a resposta pós-exercício, aos valores absolutos do período pré-exercício e pós-exercício foram comparados através de análises de variância ANOVAs de 2 fatores para medidas repetidas, tendo como fatores principais: a sessão (LC, LI ou PN) e o momento (pré-exercício e pós-exercício 10 e 40).

Em todas as ANOVAs, foi empregado o teste post-hoc de Newman-Keuls quando necessário. Foram aceitos como significante valores de $P \leq 0,05$. Os dados foram apresentados em média \pm desvio padrão.

5. RESULTADOS

5.1 Casuística

Trinta e dois indivíduos se apresentaram para participar do estudo. Na triagem inicial, 7 não aceitaram participar. Assim, 25 indivíduos assinaram o termo de consentimento e iniciaram os procedimentos preliminares. Destes, 5 indivíduos foram excluídos, sendo 3 por abandonarem o estudo por motivos pessoais e 2 por utilizar medicações. Desta forma, 20 indivíduos completaram todo o protocolo experimental e formaram a amostra dos estudos. Entretanto, um indivíduo foi removido do resultado por baixa qualidade dos sinais adquiridos, o que impossibilitou a análise dos dados. As características gerais, antropométricas e hemodinâmicas dos indivíduos incluídos nas análises estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características gerais dos indivíduos medidas nos exames preliminares.

Variáveis	Valores
N	19
Idade (anos)	28 ± 4
Cronotipo (pontos)	48 ± 10
Antropométricas	
Estatura (m)	1,77 ± 0,05
Peso (Kg)	77,61 ± 13,03
IMC (kg/m ²)	24,67 ± 3,50
Hemodinâmicas	
PAS (mmHg)	115 ± 8
PAD (mmHg)	77 ± 5
PAM (mmHg)	89 ± 6
FC repouso (bpm)	72 ± 13

Dados: média ± desvio padrão. IMC= índice de massa corporal, PAS= pressão arterial sistólica, PAD= pressão arterial diastólica, PAM= pressão arterial média, FC= frequência cardíaca.

As características gerais, antropométricas e hemodinâmicas dos indivíduos seguiram os critérios de inclusão do estudo. Todos os indivíduos eram saudáveis, normotensos, possuindo valores de PAS < 140 mmHg e/ou de PAD < 90 mmHg, recreacionalmente ativos e de cronotipo intermediário. Nenhum dos indivíduos possuía qualquer doença e não faziam uso de qualquer medicamento que afetasse o sistema cardiovascular.

5.2. Respostas cardiovasculares e de esforço durante o exercício

A FC, PA, carga de trabalho e PSE medidos durante o exercício nas sessões experimentais estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Respostas cardiovasculares e de esforço durante o exercício nas três sessões experimentais: LC (Luz controle, 500 lux), LI (Luz intensa, 5000 lux) e PN (Penumbra, <8lux).

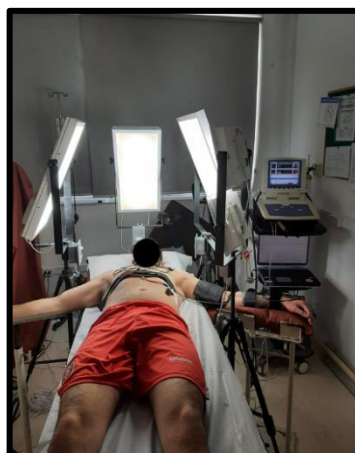
		Pré-ex.	Exercício	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{sxt}</i>
FC (bpm)	LC	61 ± 8	125 ± 7*	0,66	0,00	0,38
	LI	62 ± 10	127 ± 8*			
	PN	61 ± 8	127 ± 7*			
PAS (mmHg)	LC	116 ± 17	153 ± 17*	0,94	0,00	0,18
	LI	119 ± 9	151 ± 14*			
	PN	118 ± 8	152 ± 12*			
PAD (mmHg)	LC	74 ± 8	71 ± 8*	0,43	0,01	0,32
	LI	74 ± 8	70 ± 8*			
	PN	74 ± 7	70 ± 7*			
Carga (Watts)	LC	--	103 ± 20	0,90	--	--
	LI	--	104 ± 21			
	PN	--	104 ± 23			
PSE (escore)	LC	--	14 ± 2	0,08	--	--
	LI	--	15 ± 2			
	PN	--	14 ± 2			

Frequência cardíaca (FC); pressão arterial sistólica (PAS); diastólica (PAD); percepção subjetiva de esforço (PSE). Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$; *Diferente do Pré-exercício (Pré-ex.).

Durante o exercício, não houve diferença na carga de trabalho nem na percepção de esforço entre as sessões experimentais. O aumento observado na FC e PAS, bem como a redução na PAD ocorreram de forma similar sob as três intensidades de luz.

5.2.1. Intensidade de luz durante as sessões

A intensidade de luz foi medida sempre no início de cada período do experimento: Basal, pré-exercício e pós-exercício aos 10 e 40 minutos de todas as sessões experimentais. A figura 4 permite observar a disposição das luminárias e a configuração do laboratório durante as sessões experimentais.



Sessão LI

Figura 4. Disposição das luminárias no laboratório.

5.3. Efeito da intensidade da luz em repouso sobre o controle autonômico cardiovascular

Algumas variáveis não apresentaram distribuição normal, e por isso, foram transformadas em logaritmo natural (\ln), sendo elas a VT_{R-R} , a razão entre BF/AF_{R-R} , VT_{PAS} , BF_{PAS} absoluto e a $SBRc$.

Os valores FC medidos no basal e pré-exercício, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados na Tabela 3.

Tabela 3. Influência da intensidade da luz sobre a frequência cardíaca (FC bpm) medida no basal e pré-exercício (Pré-ex) nas três sessões experimentais.

		Basal	Pré-ex.	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
FC (bpm)	LC	62 ± 7	61 ± 8#	0,77	0,01	0,54
	LI	63 ± 11	61 ± 11#			
	PN	63 ± 8	61 ± 8#			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$; # diferente do Basal na mesma sessão experimental.

Não houve diferença entre os valores basais de FC nas 3 sessões experimentais. Quanto ao comportamento da FC, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal significativa na FC, a qual reduziu entre o momento basal e o pré-exercício de maneira semelhante entre as sessões.

Os valores de $VT_{I-RR}(ms^2)$ medidos no basal e pré-exercício, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados na Tabela 4.

Tabela 4. Influência da intensidade da luz sobre o logaritmo da variância total do intervalo R-R ($\ln VT_{R-R}$ ms²) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.

		Basal	Pré-ex.	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
$\ln VT_{R-R}(ms^2)$	LC	8,00 ± 0,92	7,92 ± 0,88	0,98	0,15	0,08
	LI	7,76 ± 1,05	8,14 ± 0,95			
	PN	7,90 ± 1,16	8,06 ± 0,80			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$.

Não houve diferença significativa nos valores basais de $\ln VT_{R-R}(ms^2)$ nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da $\ln VT_{R-R}$, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas não identificou efeito principal ou interação significativa na $\ln VT_{R-R}$, a qual não se modificou de acordo com a intensidade da luz entre o momento basal e o pré-exercício.

Os valores da $BF_{R-R}(n.u)$ medidos no basal e pré-exercício, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados na Tabela 5.

Tabela 5. Influência da intensidade da luz sobre os valores da banda de baixa frequência da variabilidade da frequência cardíaca (BF_{R-R} n.u) medida no basal e pré-exercício (Pré-ex) nas três sessões experimentais.

		Basal	Pré-ex.	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
$BF_{R-R}(n.u)$	LC	46,90 ± 17,32	43,96 ± 16,42	0,61	0,09	0,52
	LI	49,73 ± 19,10	49,09 ± 17,57			
	PN	51,49 ± 15,58	45,33 ± 21,15			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$.

Não houve diferença significativa nos valores basais de BF nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da BF, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas não identificou diferenças significantes com a intensidade da luz nem entre o momento basal e o pré-exercício.

Os valores da AF no basal e pré-exercício, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados na Tabela 6.

Tabela 6. Influência da intensidade da luz sobre os valores da banda de alta frequência da variabilidade da frequência cardíaca (AF n.u) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.

		Basal	Pré-ex.	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
AF (n.u)	LC	49,35±16,96	49,53±18,01	0,45	0,35	0,22
	LI	45,72±19,19	44,72±17,96			
	PN	44,42±14,33	50,43±20,74			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$.

Não houve diferença significativa nos valores basais de AFu.n nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da AFu.n, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas não identificou diferenças significantes de acordo com a intensidade da luz nem entre o momento basal e o pré-exercício.

Os valores da razão $\ln \text{BF}/\text{AF}$ medidos no basal e pré-exercício, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados na Tabela 7.

Tabela 7. Influência da intensidade da luz sobre os valores logaritmo da razão entre as banda de baixa e alta frequência da variabilidade da frequência cardíaca $\ln \text{BF}/\text{AF}_{(u.a)}$ medido no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.

		Basal	Pré-ex.	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
$\ln \text{BF}/\text{AF}_{(u.a)}$	LC	-0,06 ± 0,76	-0,12 ± 0,77	0,37	0,23	0,36
	LI	0,13 ± 0,99	0,16 ± 0,94			
	PN	0,16 ± 0,66	-0,10 ± 0,98			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$.

Não houve diferença significativa nos valores basais de $\ln \text{BF}/\text{AF}$ nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da $\ln \text{BF}/\text{AF}$, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas não identificou diferenças significantes com a intensidade da luz nem entre o momento basal e o pré-exercício.

Os valores da PAS medidos no basal e pré-exercício, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados na Tabela 8.

Tabela 8. Influência da intensidade da luz sobre os valores de pressão arterial sistólica (PAS mmHg) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.

		Basal	Pré-ex.	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
PAS (mmHg)	LC	118 ± 9	123 ± 10#	0,59	0,00	0,23
	LI	116 ± 7	125 ± 7#			
	PN	118 ± 8	124 ± 8#			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$; # diferente do Basal na mesma sessão experimental.

Não houve diferença significativa nos valores basais de PAS nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da PAS, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas identificou efeito principal para PAS, a qual aumentou entre o momento basal e o pré-exercício de maneira similar nas três sessões experimentais.

Os valores de variância total da \ln VTPAS medidos no basal e pré-exercício, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados na Tabela 9.

Tabela 9. Influência da intensidade da luz sobre os valores de logaritmo da variância total da pressão arterial sistólica (\ln VTPAS mmHg²) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.

		Basal	Pré-ex.	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
\ln VTPAS (mmHg ²)	LC	3,11 ± 0,81	2,75 ± 0,76	0,19	0,09	0,11
	LI	2,88 ± 0,80	2,91 ± 0,61			
	PN	3,09 ± 0,50	3,02 ± 0,87			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$.

Não houve diferença significativa nos valores basais de \ln VTPAS nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da \ln VTPAS, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas não identificou diferenças significantes entre os momentos entre o momento basal e o pré-exercício de maneira similar nas três sessões experimentais.

Os valores de logaritmo de variabilidade da banda de baixa frequência da PAS \ln BF_{PAS} medidos no basal e pré-exercício, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados na Tabela 10.

Tabela 10. Influência da intensidade da luz sobre os valores de logaritmo da $\ln \text{BF}_{\text{PAS}}$ (mmHg^2) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.

		Basal	Pré-ex.	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
$\ln \text{BF}_{\text{PAS}}$ (mmHg^2)	LC	1,53 ± 1,47	0,64 ± 0,85	0,80	0,11	0,96
	LI	1,48 ± 1,30	0,64 ± 1,11			
	PN	1,68 ± 1,24	0,68 ± 1,04			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$;

Não houve diferença significativa nos valores basais de $\ln \text{BF}_{\text{PAS}}$ nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da $\ln \text{BF}_{\text{PAS}}$, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas não identificou diferenças significantes entre os momentos entre o momento basal e o pré-exercício de maneira similar nas três sessões experimentais.

Os valores de PAD medidos no basal e pré-exercício, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados na Tabela 11.

Tabela 11. Influência da intensidade da luz sobre os valores de pressão arterial sistólica (PAD mmHg) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.

		Basal	Pré-ex.	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
PAD (mmHg)	LC	67 ± 9	71 ± 10	0,59	0,08	0,23
	LI	68 ± 7	74 ± 7			
	PN	67 ± 8	72 ± 8			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$;

Não houve diferença significativa nos valores basais de PAD nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da PAD, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas não identificou diferenças significantes entre o momento basal e o pré-exercício de maneira similar nas três sessões experimentais.

Os valores de SBRC medidos no basal e pré-exercício, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados na Tabela 12.

Tabela 12. Influência da intensidade da luz sobre os valores de logaritmo da sensibilidade barorreflexa cardíaca ($\ln\text{SBRc}$ mmHg*ms²) medida no basal e pré-exercício nas três sessões experimentais.

		Basal	Pré-ex.	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
$\ln\text{SBRc}$ (mmHg*ms ²)	LC	2,94 ± 0,34	3,00 ± 0,48	0,08	0,48	0,39
	LI	2,84 ± 0,52	2,58 ± 0,97			
	PN	2,76 ± 0,52	2,54 ± 0,64			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$.

Não houve diferença significativa nos valores basais de $\ln\text{SBRc}$ nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da $\ln\text{SBRc}$, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas não identificou diferenças significantes para $\ln\text{SBRc}$ entre o momento basal e o pré-exercício de maneira similar nas três sessões experimentais.

5.4. Efeito da intensidade da luz sobre as respostas do controle autonômico cardiovascular pós-exercício

Os valores de FC medidos pré-exercício e pós-exercício aos 10 e 40 minutos estão representados na Tabela 13.

Tabela 13. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da frequência cardíaca (FC bpm) medida pré-exercício e aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	PÓS10	PÓS40	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
FC (bpm)	LC	61 ± 8	71 ± 10*	65 ± 10*	0,92	0,00	0,68
	LI	61 ± 10	70 ± 13*	64 ± 11*			
	PN	61 ± 8	71 ± 10*	64 ± 10*			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$; *Diferente do Pré-ex. na mesma sessão experimental.

Não houve diferença entre os valores pré-exercício de FC nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da FC pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal significativo para a FC, a qual aumentou aos 10 e 40 minutos pós-exercício em relação aos valores pré-exercício nas três sessões experimentais.

Os valores da $\ln VT_{R-R}$ (ms^2) medidos no pré-exercício e no pós-exercício nos 10 e 40 minutos estão representados na Tabela 14.

Tabela 14. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício do logaritmo da variância total do I-RR ($\ln VT_{R-R}$ ms^2) medida no pré-exercício e aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	PÓS10	PÓS40	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
$\ln VT_{R-R}$ (ms^2)	LC	7,92 ± 0,88	7,44 ± 1,19*	7,77 ± 1,11	0,82	0,00	0,09
	LI	8,14 ± 0,95	7,13 ± 1,25*	7,80 ± 0,98			
	PN	8,06 ± 0,80	7,42 ± 1,27*	7,79 ± 1,04			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$; *Diferente do Pré-ex. na mesma sessão experimental.

Não houve diferença entre os valores pré-exercício de $\ln VT_{R-R}$ nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da $\ln VT_{R-R}$ pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal significativo para a $\ln VT_{R-R}$, a qual diminuiu aos 10 minutos pós-exercício em relação aos valores pré-exercício nas três sessões experimentais.

Os valores BF_{R-R} (u.n) medidos no pré-exercício e no pós-exercício nos 10 e 40 minutos estão representados na Tabela 15.

Tabela 15. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da banda de baixa frequência do I-RR BF_{R-R} (n.u) medido no pré-exercício e aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	PÓS10	PÓS40	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
BF_{R-R} (n.u)	LC	43,96±16,42	66,14±17,51*	57,46±16,18	0,26	0,00	0,11
	LI	49,09±17,57	61,58±13,48*	52,26±18,30			
	PN	45,33±21,15	63,04±13,86*	46,76±19,30			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$; *Diferente do Pré-ex. na mesma sessão experimental.

Não houve diferença entre os valores pré-exercício de BF_{R-R} nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da BF_{R-R} pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal significativo para a BF_{R-R} , a qual aumentou aos 10 minutos pós-exercício em relação aos valores pré-exercício nas três sessões experimentais.

Os valores AF_{R-R} medidos no pré-exercício e no pós-exercício nos 10 e 40 minutos estão representados na Tabela 16.

Tabela 16. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da banda de alta frequência do i-rr AF_{R-R} (n.u) medido no pré-exercício e aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	PÓS10	PÓS40	P_s	P_t	$P_{s \times t}$
AF_{R-R} (n.u)	LC	49,53±18,01	26,04±13,50*	38,50±16,71*	0,20	0,00	0,34
	LI	44,72±17,96	30,49±15,98*	41,56±18,10*			
	PN	50,43±20,74	31,10±12,75*	44,67±15,99*			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$; *Diferente do Pré-ex na mesma sessão experimental.

Não houve diferença entre os valores pré-exercício de AF_{R-R} nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da AF_{R-R} pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal significativo para a AF_{R-R} , a qual permaneceu reduzida até os 40 minutos pós-exercício em relação aos valores pré-exercício nas três sessões experimentais.

Os valores da Razão $\ln BF/AF_{(u.a)}$ medidos no pré-exercício e no pós-exercício nos 10 e 40 minutos estão representados na Tabela 17.

Tabela 17. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da razão entre as bandas de baixa e alta frequência do I-RR AF/BF_{R-R} (u.a) medido no pré-exercício e aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	PÓS10	PÓS40	P_s	P_t	$P_{s \times t}$
$\ln BF/AF$ (u.a)	LC	-0,12 ± 0,77	1,02 ± 0,77*	0,51 ± 0,92	0,19	0,00	0,26
	LI	0,16 ± 0,94	0,90 ± 0,97*	0,27 ± 0,87			
	PN	-0,10 ± 0,98	0,83 ± 0,83*	0,02 ± 1,00			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$; *Diferente Pré-ex. na mesma sessão experimental.

Não houve diferença entre os valores pré-exercício de $\ln BF/AF_{(u.a)}$ nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da $\ln BF/AF$ pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal significativo para a $\ln BF/AF$, a qual aumentou aos 10 minutos pós-exercício em relação aos valores pré-exercício nas três sessões experimentais.

Os valores da PAS medidos no pré-exercício e no pós-exercício nos 10 e 40 minutos estão representados na Tabela 18.

Tabela 18. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da pressão arterial sistólica (PAS mmHg) medida no pré-exercício, aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	PÓS10	PÓS40	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
PAS (mmHg)	LC	123 ± 10	118 ± 10*	123 ± 12	0,71	0,00	0,01
	LI	125 ± 7	116 ± 9*	121 ± 9			
	PN	124 ± 8	120 ± 9*	117 ± 8*¥			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$; *Diferente do Pré-ex na mesma sessão experimental; ¥ Diferente do LC no mesmo tempo da medida.

Não houve diferença entre os valores pré-exercício de PAS nas três sessões experimentais. Quanto à análise do comportamento da PAS nessas sessões, a ANOVA de 2 identificou interação significativa entre os fatores sessão e tempo da PAS. Assim, a PAS apresentou redução nas três sessões experimentais aos 10 min mas somente a PN permaneceu reduzida em relação aos valores pré-exercício aos 40 minutos o que foi significativamente diferente das sessões LI e LC para o mesmo tempo.

Os valores da $\ln VT PAS_{(mmHg^2)}$ medidos no pré-exercício e no pós-exercício nos 10 e 40 minutos estão representados na Tabela 19.

Tabela 19. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício do valor logaritmo da variância total da pressão arterial sistólica ($\ln VTPAS$ mmHg²) medida no pré-exercício, aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	PÓS10	PÓS40	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
$\ln VT PAS$ (mmHg²)	LC	2,35 ± 0,76	3,29 ± 0,61*	2,70 ± 0,84	0,09	0,00	0,52
	LI	2,57 ± 0,61	3,18 ± 0,63*	2,78 ± 0,82			
	PN	2,87 ± 0,87	3,48 ± 0,73*	2,86 ± 1,04			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$;

Não houve diferença entre os valores pré-exercício de $\ln VT_{PAS}$ (mmHg²) nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da $\ln VT_{PAS}$ pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores

identificou efeito principal significativo para a $\ln VT_{PAS}$, a qual aumentou aos 10 minutos pós-exercício em relação aos valores pré-exercício nas três sessões experimentais.

Os valores da $\ln BF_{PAS}$ medidos no pré-exercício e no pós-exercício nos 10 e 40 minutos estão representados na Tabela 20.

Tabela 20. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício do valor logaritmo da variabilidade da banda de baixa frequência da pressão arterial sistólica ($\ln BF_{PAS}$ mmHg²) medida no pré-exercício, aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	PÓS10	PÓS40	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
$\ln BF_{PAS}$ (mmHg²)	LC	0,64 ± 0,85	1,86 ± 1,17*	0,95 ± 1,15	0,94	0,00	0,72
	LI	0,64 ± 1,11	1,52 ± 1,07*	1,11 ± 1,28			
	PN	0,68 ± 1,04	1,90 ± 1,17*	0,85 ± 1,43			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$; *Diferente do Pré-ex. na mesma sessão experimental.

Não houve diferença entre os valores pré-exercício de $\ln BF_{PAS}$ nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da $\ln BF_{PAS}$ pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal significativo para a $\ln BF_{PAS}$, a qual aumentou aos 10 minutos pós-exercício em relação aos valores pré-exercício nas três sessões experimentais.

Os valores da PAD medidos no pré-exercício e no pós-exercício nos 10 e 40 minutos estão representados na Tabela 21.

Tabela 21. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da pressão arterial diastólica (PAD mmHg) medida no pré-exercício, aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	PÓS10	PÓS40	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
PAD (mmHg)	LC	71 ± 10	73 ± 10	73 ± 12	0,71	0,45	0,64
	LI	74 ± 7	76 ± 9	75 ± 9			
	PN	72 ± 8	74 ± 9	75 ± 8			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$.

Não houve diferença entre os valores pré-exercício de PAD nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento do PAD pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores não identificou nenhum efeito ou interação significativa PAD.

Os valores de $\ln\text{SBRc}$ medidos no pré-exercício e no pós-exercício nos 10 e 40 minutos estão representados na Tabela 22.

Tabela 22. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício do valor logaritmo sensibilidade barorreflexa cardíaca ($\ln\text{SBRc}$ mmHg*ms²) medida no pré-exercício, aos 10 e 40 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	PÓS10	PÓS40	<i>P_s</i>	<i>P_t</i>	<i>P_{s x t}</i>
$\ln\text{SBRc}$ (mmHg*ms ²)	LC	2,94 ± 0,34	2,49 ± 0,48	2,92 ± 0,66	0,09	0,12	0,22
	LI	2,84 ± 0,52	2,30 ± 0,57	2,94 ± 0,78			
	PN	2,76 ± 0,52	2,38 ± 0,68	2,33 ± 1,20			

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$.

Não houve diferença entre os valores pré-exercício de $\ln\text{SBRc}$ nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento do $\ln\text{SBRc}$ pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores não identificou nenhum efeito ou interação significativa $\ln\text{SBRc}$.

5.4.1. Efeito da intensidade da luz sobre a recuperação da frequência cardíaca

Os dados da RECFC foram analisados apenas com 13 sujeitos, devido a problemas com equipamento durante o período de coleta.

Os valores de delta de 1 min e de 5 min da RECFC medidos durante recuperação pós-exercício estão representados na Tabela 23.

Tabela 23. Efeito da intensidade da luz sobre o valor de delta da frequência cardíaca no 1° ($\Delta\text{RECFC1}'$) e no 5° ($\Delta\text{RECFC5}'$) minuto de recuperação pós-exercício nas três sessões experimentais.

	LC	LI	PN	<i>P_s</i>
$\Delta\text{RECFC1}'$ (bpm)	18 ± 6	19 ± 9	19 ± 8	0,56
$\Delta\text{RECFC5}'$ (bpm)	60 ± 10	58 ± 12	61 ± 11	0,77

Dados: Média ± desvio padrão. $P \leq 0,05$.

A ANOVA de 1 fator não identificou efeito significativo para ambos, $\Delta\text{RECFC1}'$ e $\Delta\text{RECFC5}'$.

6. DISCUSSÃO

6.1. Resultados principais

Os principais resultados do estudo foram:

- a) A intensidade da luz de forma isolada não influenciou o controle autonômico cardiovascular;
- b) A FC permaneceu elevada por 40 minutos pós-exercício de forma semelhante entre as sessões;
- c) A modulação parassimpática permaneceu reduzida até os 40 minutos pós-exercício, comportamento semelhante nas três sessões.
- d) O efeito hipotensor PAS foi maior na sessão PN em relação a sessão LC
- e) A SBRc reduziu pós-exercício, mas não houve influência da intensidade da luz.

6.2. Efeito da luz em repouso sobre o controle cardiovascular autonômico

Os resultados da FC do basal para o pré-exercício, medidas realizadas em repouso, apresentou diminuição na ordem de -1 bpm e relação aos valores de pré-exercício sem diferença entre as sessões. Esse resultado foi acompanhado pelo comportamento dos índices de variabilidade da FC que também não foram influenciados pela intensidade da luz. Ao contrário dos dados prévios publicados na literatura que observaram aumento da FC em ~7 bpm (19) e do balanço simpatovagal cardíaco após exposição à luz intensa (45). No mesmo sentido, nenhuma influência da intensidade da luz foi observada sobre os valores de PA, modulação simpática vasomotora e sensibilidade barorreflexa cardíaca. Prévios estudos na literatura haviam também indicado que a luz intensa promoveu aumento da PAS em ~13 mmHg (15) e também da atividade nervosa simpática muscular (19).

A não reprodução dos resultados publicados anteriormente poderia ser explicada pelo horário do dia no qual o experimento foi realizado. Todas as sessões experimentais iniciaram às 13hs no presente estudo. As melanopsinas, fotopigmentos encontrados nas células ganglionares da retina e sensíveis a claridade, possuem menor sensibilidade quando os olhos são expostos à luz intensa ao no início da tarde (55). Dessa forma, é possível sugerir que a ausência de influência da luz sobre o controle autonômico cardiovascular observado no presente

estudo esteja relacionada à hora do dia em que o experimento iniciou, o que precisa ser investigado no futuro. Até a nossa última revisão de literatura não encontramos um estudo original que comparou o efeito da intensidade da luz em diferentes fases do dia sobre o controle autonômico cardiovascular. Cabe destacar que o planejamento inicial do estudo previa o início das coletas de dados para às 17 horas, contudo a pandemia do COVID-19 nos obrigou a mudar nosso planejamento da coleta de dados uma vez que a permanência na Escola de Educação Física e Esporte da USP foi permitida apenas até as 18 inicialmente.

Outro fator relacionado à exposição da luz, como intensidade da mesma, não parece ser o motivo da ausência de influência da luz no presente estudo. Saito e colaboradores utilizaram a mesma intensidade de luz do presente estudo (5000 lux) e encontraram aumento de atividade simpática (19). Dessa forma, descartando a possibilidade de que a intensidade de lux teria sido insuficiente para promover o efeito do presente estudo.

6.3. Efeito da Luz sobre a resposta autonômica pós-exercício

Como esperado, a FC permaneceu elevada pós-exercício nos 10 e 40 minutos em relação aos valores pré-exercício. Isso ocorreu devido a uma redução da modulação parassimpática (~17%) e o aumento da modulação simpática (~26%) para o coração. Destaque para a diminuição da modulação parassimpática que permaneceu reduzida durante os 40 minutos pós-exercício acompanhando o comportamento da FC. A diminuição da modulação parassimpática está de acordo com a literatura prévia que apresentou reduções na ordem de -40% aos 15 min pós-exercício (34) comparado a diminuição de -32% do presente estudo aos 10 minutos; além de quedas similares aos 40 min de recuperação na ordem de -20% (9,56) comparado aos -18% no presente estudo. Demonstrando que o protocolo de exercício utilizado foi efetivo em promover as mudanças esperadas sobre o controle autonômico cardiovascular e não influenciou a não diferença encontrada entre as três sessões experimentais.

Na ausência de outros estudos que compararam o efeito da intensidade da luz sobre a FC e seu controle autonômico pós-exercício, a intensidade da luz não indicou influência sobre a FC e índices de VFC pós-estresse mental (45). Nesse estudo, os indivíduos ficaram expostos à 2800 ou 120 lux (ordem aleatória) por 7 h. Embora sejam estresses diferentes, o presente estudo também não encontrou diferenças na interação da luz com o exercício físico, mesmo utilizando uma intensidade maior na luz intensa (5000 lux). Tal comparação sugere que nem a duração da exposição à luz, nem sua intensidade, devam ser a razão da ausência da diferença observada sobre a FC e sua modulação autonômica pós-exercício no presente estudo. Como destacado na discussão da fase 1 do estudo (i.e., influência da luz isolada), é possível que o

horário de início do experimento possa ter influenciado as respostas. Isso seria possível a menor sensibilidade das melanopsinas à mudanças na intensidade de luz no período da tarde (55) também acarretasse em menor atividade no trato retino-hipotalâmico e na via não-formadora de imagem. Assim, não promovendo diferenças nos disparos dos neurônios pré-simpáticos presentes nos NSQ (6) para o núcleo trato solitário, o que precisa ser investigado no futuro. Adicionalmente, é possível que o estresse em aumentar o balanço simpato-vagal cardíaco tenha sido superior ao possível aumento que poderia ser causado pela intensidade da luz, embora, na fase 1 do estudo o efeito da luz isolado já não tenha sido observado.

Se nenhum efeito da intensidade da luz foi observado sobre a FC, a luz intensa atenuou o efeito hipotensor para a PAS aos 40 min pós-exercício e na condição PN permaneceu por mais tempo. De maneira semelhante aos resultados observados por Yokoi e colaboradores (45), no qual a luz intensa acarretou em maior aumento da PAS pós-estresse mental, a redução observada. Esse resultado sugere que a atividade nervosa simpática muscular estaria, então, com níveis maiores pós-exercício na sessão LI. Entretanto, a medida da modulação simpática vasomotora apresentou primeiramente um aumento aos 10 min pós-exercício que retornou a valores semelhantes ao pré-exercício sem diferença entre as sessões. Estudos futuros deveriam avaliar o efeito da intensidade da luz sobre outros fatores vasoconstrictores decorrentes de um possível aumento da atividade simpática, como por exemplo aumentos na produção de renina por aumento da atividade simpática renal (57).

Limitações

Pontos fortes e limitações podem ser destacados no presente estudo. Um ponto forte é a intensidade do exercício que não apresentou diferença entre as sessões experimentais, o que foi confirmado através dos valores semelhantes de carga de trabalho (Watts), FC e PSE, garantindo assim que os resultados observados não foram influenciados pela intensidade do exercício. Porém, não é possível garantir que estudos realizados com intensidades diferentes encontrariam os mesmos resultados. Como limitações, é necessário cautela para a generalização dos resultados de acordo com a população estudada. No atual estudo, foram investigados homens adultos jovens, saudáveis e recreacionalmente ativos. De modo que os resultados não deveriam ser extrapolados para mulheres, indivíduos em outras idades, nível de treinamento físico e condições clínicas. Quanto aos aspectos do protocolo experimental, um ponto importante é o horário do dia no qual o experimento foi conduzido. Todas as sessões experimentais tiveram início às 13 hs. Desse modo, é necessário que no futuro seja investigado o efeito da intensidade da luz em outras fases do dia sobre o controle autonômico cardiovascular pós-exercício.

7. Conclusão

Em homens adultos jovens e recreacionalmente ativos, a intensidade da luz não influenciou o controle autonômico cardiovascular nem avaliada em repouso nem sobre a resposta pós-exercício.

8. REFERÊNCIAS

1. Brito LC de. Influência da fase do dia nas adaptações cardiovasculares e no sono promovidas pelo treinamento aeróbico em hipertensos [Internet]. 2018; [citado 2022 set. 15] Available from: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/39/39135/tde-06092018-145236/>
2. Fadel PJ.; Raven PB. Human Investigations into the Arterial and Cardiopulmonary Baroreflexes during Exercise. NIH-PA Author Manuscript. 2012;97(1):39–50.
3. Oliveira, Tiago Peçanha de. Recuperação da frequência cardíaca pós-exercício: mecanismos reguladores em normotensos e hipertensos. 2016. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo (USP). Escola de Educação Física e Esportes (EEFE/BT) São Paulo.
4. White DW, Raven PB. Autonomic neural control of heart rate during dynamic exercise: Revisited. *J Physiol*. 2014;592(12):2491–500.
5. Heffernan KS, Collier SR, Kelly EE, Jae SY, Fernhall B. Arterial stiffness and baroreflex sensitivity following bouts of aerobic and resistance exercise. *Int J Sports Med*. 2007;28(3):197–203.
6. Kalsbeek A, Palm IF, La Fleur SE, Scheer FAJL, Perreau-Lenz S, Ruiters M, et al. SCN outputs and the hypothalamic balance of life. *J Biol Rhythms*. 2006;21(6):458–69.
7. Halliwill JR, Buck TM, Lacewell AN, Romero SA. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: What happens after we exercise? *Exp Physiol*. 2013;98(1):7–18.
8. Romero SA, Minson CT, Halliwill XR. The cardiovascular system after exercise. *J Appl Physiol*. 2017;122(4):925–32.
9. De Brito LC, Rezende RA, Da Silva ND, Tinucci T, Casarini DE, Cipolla-Neto J, et al. Post-exercise hypotension and its mechanisms differ after morning and evening exercise: A randomized crossover study. *PLoS One*. 2015;10(7):1–16.
10. Peçanha T, Paula-ribeiro M De, Nasario-junior O, Peçanha T, Paula-ribeiro M De, Nasario-junior O. Post-exercise heart rate variability recovery: a time-frequency analysis Post-exercise heart rate variability recovery: a time-frequency analysis. 2018;5385.
11. Duarte A, Soares PP, Pescatello L, Farinatti P. Aerobic training improves vagal reactivation regardless of resting vagal control. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(6):1159–67.
12. Peçanha T, Bartels R, Brito LC, Paula-Ribeiro M, Oliveira RS GJ. Methods of

- assessment of the post-exercise cardiac autonomic recovery: A methodological review. *Int J Cardiol.* 2017;227:795–802.
13. Nakagawa H, Okumura N. Coordinated regulation of circadian rhythms and homeostasis by the suprachiasmatic nucleus. *Proc Japan Acad Ser B.* 2010;86(4):391–409.
 14. Golombek DA, Rosenstein RE. Physiology of circadian entrainment. *Physiol Rev.* 2010;90(3):1063–102.
 15. Chellappa SL, Lasauskaite R, Cajochen C. In a heartbeat: Light and cardiovascular physiology. *Front Neurol.* 2017;8(OCT):1–7.
 16. Hankins MW, Peirson SN, Foster RG. Melanopsin: an exciting photopigment. *Trends Neurosci.* 2008;31(1):27–36.
 17. Ralph M, Foster R, Davis F, Menaker M. Transplanted suprachiasmatic nucleus determines circadian period. *Science (80-).* 1990;247:975–8.
 18. Viola AU, Gabel V, Chellappa SL, Schmidt C, Hommes V, Tobaldini E, et al. Dawn simulation light: A potential cardiac events protector. *Sleep Med.* 2015;16(4):457–61.
 19. Saito Y, Shimizu T, Takahashi Y, Mishima K, Takahashi KI, Ogawa Y, et al. Effect of bright light exposure on muscle sympathetic nerve activity in human. *Neurosci Lett.* 1996;219(2):135–7.
 20. McArdle, WD., Katch, FI., Katch, VL. *Fisiologia do Exercício - Energia, Nutrição e Desempenho Humano.* 7ª ed. Guanabara Koogan, organizador. Rio de Janeiro; 2011.
 21. Teixeira AL, Fernandes IA VL. Cardiovascular Control During Exercise: The Connectivity of Skeletal Muscle Afferents to the Brain. *Exerc Sport Sci Rev.* 2020;48(2):83–91.
 22. Thornton JM, Guz A, Murphy K, Griffith AR, Pedersen DL, Kardos A, et al. Identification of higher brain centres that may encode the cardiorespiratory response to exercise in humans. *J Physiol.* 2001;533(3):823–36.
 23. Bishop VS. *Exercise and the Autonomic Nervous System.* Prim Auton Nerv Syst Second Ed. 2004;183–4.
 24. Fecchio RY, Brito LC, Peçanha T, Fojaz C. Exercício físico na redução da pressão arterial: Por quê? Como? Quanto?. *Hipertensão.* 2017. 20. 3-15.
 25. Brito L, Peçanha T, Tinucci T, Silva-Junior N, Costa L FC. Time of day affects heart rate recovery and variability after maximal exercise in pre-hypertensive men. *Chronobiol Int.* 2015;32(10):1385–90.
 26. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Barger AC, Cohen RJ. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: A quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular

- control. *Science* (80-). 1981;213(4504):220–2.
27. Halliwill JR, Taylor JA, Eckberg DL. Impaired sympathetic vascular regulation in humans after acute dynamic exercise. *J Physiol*. 1996;495(1):279–88.
 28. Pagonas N, Dimeo F, Bauer F, Seibert F, Kiziler F, Zidek W, et al. The impact of aerobic exercise on blood pressure variability. *J Hum Hypertens* [Internet]. 2014;28(6):367–71. Available at: <http://dx.doi.org/10.1038/jhh.2013.121>
 29. Fecchio, R.Y., Brito, L.C., Peçanha T et al. Consistency of hemodynamic and autonomic mechanisms underlying post-exercise hypotension. *J Hum Hypertens*. 2020;(1476-5527 (online)).
 30. Parati G, Ochoa JE, Lombardi C, Bilo G. Assessment and management of blood-pressure variability. *Nat Rev Cardiol*. 2013;10(3):143–55.
 31. Williams CA, Ecay T, Reifsteck A, Fry B, Ricketts B. Direct injection of substance P-antisense oligonucleotide into the feline NTS modifies the cardiovascular responses to ergoreceptor but not baroreceptor afferent input. *Brain Res*. 2003;963(1–2):26–42.
 32. Chen CY, Munch PA, Quail AW, Bonham AC. Postexercise hypotension in conscious SHR is attenuated by blockade of substance P receptors in NTS. *Am J Physiol - Hear Circ Physiol*. 2002;283(5 52-5):1856–62.
 33. Chen CY, Bechtold AG, Tabor J, Bonham AC. Exercise reduces GABA synaptic input onto nucleus tractus solitarii baroreceptor second-order neurons via NK1 receptor internalization in spontaneously hypertensive rats. *J Neurosci*. 2009;29(9):2754–61.
 34. Seiler S, Haugen O, Kuffel E. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: Intensity and duration effects. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1366–73.
 35. Cote AT, Bredin SSD, Phillips AA, Koehle MS, Warburton DER. Greater autonomic modulation during post-exercise hypotension following high-intensity interval exercise in endurance-trained men and women. *Eur J Appl Physiol*. 2015;115(1):81–9.
 36. Mendonca GV, Heffernan KS, Rossow L, Guerra M, Pereira FD FB. Sex differences in linear and nonlinear heart rate variability during early recovery from supramaximal exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010;35(4):439–46.
 37. Afeche SC CNJ. *Ritmos biológicos*. Guanabara-Koogan, organizador. Rio de Janeiro; 2012.
 38. Zhang L, Prosdocimo DA, Bai X, Fu C, Zhang R, Campbell F, et al. KLF15 Establishes the Landscape of Diurnal Expression in the Heart. *Cell Rep* [Internet]. 2015;13(11):2368–75. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.celrep.2015.11.038>
 39. Rudic RD, McNamara P, Reilly D, Grosser T, Curtis AM, Price TS, et al. Bioinformatic

- analysis of circadian gene oscillation in mouse aorta. *Circulation*. 2005;112(17):2716–24.
40. Buijs RM, Guzmán Ruiz MA, Méndez Hernández R, Rodríguez Cortés B. The suprachiasmatic nucleus; a responsive clock regulating homeostasis by daily changing the setpoints of physiological parameters. *Auton Neurosci Basic Clin*. 2019;218(November 2018):43–50.
 41. Meijer JH, Watanabe K, Dètàri L, Schaap J. Circadian rhythm in light response in suprachiasmatic nucleus neurons of freely moving rats. *Brain Res*. 1996;741(1-2):352–5.
 42. Scheer FAJL, Ter Horst GJ, Van Der Vliet J, Buijs RM. Physiological and anatomic evidence for regulation of the heart by suprachiasmatic nucleus in rats. *Am J Physiol - Hear Circ Physiol*. 2001;280(3 49-3):1391–9.
 43. Simko F, Pechanova O. Potential roles of melatonin and chronotherapy among the new trends in hypertension treatment. *J Pineal Res*. 2009;47(2):127–33.
 44. Lewy AJ, Wehr TA, Goodwin FK, Newsome DA, Markey SP. Light suppresses melatonin secretion in humans. *Science*. 1980. 210(4475), 1267–1269. <https://doi.org/10.1126/science.7434030>
 45. Yokoi M, Aoki K, Shimomura Y, Iwanaga K, Katsuura T. Exposure to bright light modifies HRV responses to mental tasks during nocturnal sleep deprivation. *J Physiol Anthropol*. 2006;25(2):153–61.
 46. Beck W, Gobatto C. Effect of high wavelengths low intensity light during dark period on physical exercise performance, biochemical and haematological parameters of swimming rats. *Physiol Int*. 2016;103(1):112–20.
 47. Warburton, Jamnik, Bredin, Gledhill. Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+). Vol. 4, Health & Fitness Journal of Canada. 2011. p. 3–23.
 48. Hallal PC, Victora CG. Reliability and validity of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) [2]. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(3):556.
 49. Chobanian A, Bakris G, Black H, Cushman W, Green LA, Izzo JL, et al. Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension*. 2003;42(6):1206–52.
 50. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing, Electrophysiology. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*. 1996;93(5):354–81.

51. Horne JA, Ostberg O. A Self Assessment Questionnaire to Determine Morningness Eveningness in Human Circadian Rhythms. *Int J Chronobiol.* 1976;4(2):97–110.
52. Bertinieri G, di Rienzo M, Cavallazzi A, Ferrari AU, Pedotti A, Mancia G. A new approach to analysis of the arterial baroreflex. *J Hypertens Suppl.* 1985;
53. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn.* 1957: 35(3), 307–315.
54. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sport Exerc.* 1982;14(5):377–81.
55. Schoonderwoerd RA, de Rover M, Janse JAM, Hirschler L, Willemse CR, Scholten L, et al. The photobiology of the human circadian clock. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2022;119(13):1–8.
56. Peçanha T, Prodel E, Bartels R, Nasario-Junior O, Paula RB, et al. 24-h Cardiac Autonomic Profile after Exercise in Sedentary Subjects. *Int J Sport Med.* 2013;35(3):245–52.
57. Dibona G. Interaction Between Renal Sympathetic Nerves and the Renin-angiotensin System in the Control of Renal Function. *Hypertension.* 2000;36:1083–8.

IV. ANEXOS

I. Comitê de Ética

USP - ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO / EEFE-USP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Influência do nível de clareza nas respostas hemodinâmicas, autonômicas e de ritmicidade circadiana pós-exercício aeróbico realizado ao final do dia

Pesquisador: CLAUDIA LUCIA DE MORAES FORJAZ

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 25691919.1.0000.5391

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.742.479

Apresentação do Projeto:

Estudos prévios demonstraram que o exercício realizado ao final do dia promove maior redução da pressão arterial (PA) clínica e de sono pós exercício, sendo esse fenômeno denominado hipotensão pós-exercício (HPE). A maior HPE ao final do dia é acompanhada por maior aumento na vasodilatação, da frequência cardíaca (FC) e do balanço simpato-vagal cardíaco. Esses resultados indicam a influência do ritmo circadiano nas

respostas cardiovasculares pós-exercício. Esse ritmo é controlado em parte, pela liberação de melatonina pela glândula pineal. Embora possuam ritmicidade própria, são sincronizados por pistas temporais, sendo a clareza a principal pista nos seres humanos. Nesse sentido, estudos prévios demonstraram que a exposição à clareza elevada bloqueia a liberação de melatonina e quando isso é feito ao final do dia, provoca aumento da PA e da FC por aumentar o balanço simpato-vagal. Entretanto, não é conhecido se a realização do exercício nessa fase do dia sob exposição a níveis de clareza diferentes pode interferir nas respostas cardiovasculares pós-exercício.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar se as respostas de PA clínica e ambulatorial, vasodilatação, modulação autonômica cardiovascular e produção de melatonina pós-exercício aeróbico realizado ao final do dia são influenciadas pelo nível de clareza ao qual o indivíduo é exposto durante e após o exercício. Para

Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 65
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-030
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3097 **Fax:** (11)3812-4141 **E-mail:** cep39@usp.br

USP - ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO / EEFÉ-USP



Continuação do Parecer: 3.742.479

tanto, serão investigados homens de 20 a 40 anos, saudáveis, inativos ou recreacionalmente ativos, que realizarão, em ordem aleatória, 3 sessões experimentais, nas quais será realizado um exercício em ciclo ergômetro (30 min em 70-75% FC de reserva) sob as seguintes condições de claridade: elevada (CE~5000 lux), controle (CC~500 lux) e penumbra (PN~50 lux).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Todos os exames da são seguros, bem estabelecidos na literatura e bem tolerados. Entretanto, alguns desconfortos podem ocorrer, como:

- a) Sensação de cansaço e dor nas pernas tanto durante quanto ao final do exercício;
- b) Sensação de dor e formigamento em membros por insuflação prolongado do manguito de aferição da PA e para avaliação do fluxo sanguíneo com ultrassom

Como benefícios, os voluntários receberão orientações sobre as medidas da pressão arterial, assim como orientações em relação às práticas de exercícios físicos de um profissional de educação física, sem custo algum.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa bem elaborada, com detalhamento da metodologia e descrição adequada dos riscos e benefícios.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos obrigatórios foram apresentados de maneira adequada

Recomendações:

nenhuma

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1456869.pdf	11/11/2019 09:39:25		Aceito

Endereço: Av. Profª Mello Moraes, 65
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-030
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3097 **Fax:** (11)3812-4141 **E-mail:** cep39@usp.br

USP - ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO / EEFE-USP



Continuação do Parecer: 3.742.479

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Luz_Geral_FINAL.pdf	11/11/2019 09:38:46	CLAUDIA LUCIA DE MORAES FORJAZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_LUZ.docx	11/11/2019 09:03:40	CLAUDIA LUCIA DE MORAES FORJAZ	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Estudo_Luz.pdf	11/11/2019 09:03:01	CLAUDIA LUCIA DE MORAES FORJAZ	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 03 de Dezembro de 2019

Assinado por:
Edilamar Menezes de Oliveira
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Profª Mello Moraes, 65
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-030
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3097 **Fax:** (11)3812-4141 **E-mail:** cep39@usp.br

II. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
Comitê de Ética em Pesquisa

Formulário E

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. DADOS DO INDIVÍDUO

Nome completo _____

Sexo Masculino
 Feminino

RG _____

Data de nascimento _____

Endereço completo _____

CEP _____

Fone _____

e-mail _____

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. Título do Projeto de Pesquisa

Influência do nível de claridade nas respostas hemodinâmicas, autonômicas e de ritmicidade circadiana pós-exercício aeróbico realizado ao final do dia.

2. Pesquisador Responsável

Profa. Dra. Claudia Lúcia de Moraes Forjaz

3. Cargo/Função

Docente do Departamento de Biodinâmica do Movimento do Corpo Humano e Coordenadora do Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

4. Avaliação do risco da pesquisa:

RISCO MÍNIMO RISCO BAIXO RISCO MÉDIO RISCO MAIOR
(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

5. Duração da Pesquisa

24 meses

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

1. Justificativa e os objetivos da pesquisa;

O senhor está sendo convidado para participar de uma pesquisa que tem o objetivo de verificar como a claridade da sala em que o exercício é realizado pode influenciar as respostas do seu organismos durante e após o esforço.

2. Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais;

Um dos responsáveis pela pesquisa lhe explicará, detalhadamente, todos os procedimentos da pesquisa no primeiro encontro. Ao concordar em participar, o senhor participará dos seguintes procedimentos:

(1) uma avaliação, na qual será feita uma entrevista sobre sua saúde e seus hábitos de vida, além disso, sua pressão arterial, seu peso e sua altura serão medidos. O senhor responderá também um questionário sobre sua prática de atividade física (que atividades o senhor costuma fazer) e um questionário sobre o seu cronotipo, ou seja, se o senhor é uma pessoa que possui hábitos mais diurnos (manhã), mais noturnos (noite) ou intermediários.

(2) três sessões experimentais, sendo que uma será conduzida sob claridade usual (500 lux), outra sob claridade elevada (5000 lux) e a outra sob penumbra (50 lux). Em todas as sessões, o senhor pedalará por 40 minutos em uma bicicleta ergométrica com uma intensidade moderada. A ordem dessas sessões será sorteada e todas serão iniciadas às 16h e durarão cerca de 5 horas. Nessas, serão realizadas as seguintes medidas:

- ✓ Medida da frequência cardíaca. Serão colocados eletrodos em seu peito, que registrarão os batimentos do seu coração.
- ✓ Medida da respiração. Será colocada uma cinta em volta do seu tórax, que medirá os movimentos da sua respiração.
- ✓ Medida da pressão arterial. Serão colocados aparelhos de medida da pressão arterial no seu braço e no seu dedo, que medirão sua pressão arterial em vários momentos. Ao final das sessões, após um tempo para o senhor tomar banho, será colocado um manguito de medida da pressão no seu braço e esse aparelho fará medidas da sua pressão arterial por 24hs, com o senhor realizando suas atividades diárias normais.
- ✓ Medida do fluxo sanguíneo (velocidade do seu sangue) e do funcionamento das artérias (vasos sanguíneos) do seu braço e da sua perna. Para isso utilizaremos um aparelho de ultrassom, que será posicionado no seu braço e depois na sua perna em dois locais, na região da virilha e no meio da coxa, além disso, dois manguitos serão posicionados ao redor do seu antebraço e acima do seu joelho. Para as medidas, esse equipamento fará imagens dos seus vasos sanguíneos. Essas imagens serão registradas antes e após os manguitos posicionados no seu braço e perna serem insuflados por 5 minutos.
- ✓ Medida dos níveis de melatonina. Nos momentos de se fazer essa medida, você será instruído a colocar um rolinho de algodão (muito parecido com aquele que os dentistas usam em consultas) na boca e mantê-lo por 3 min.

3. Desconfortos e riscos esperados;

Todos os exames desta pesquisa são seguros e bem tolerados. Entretanto, alguns desconfortos podem ocorrer. De maneira geral, pode-se esperar:

- a) Em todas as sessões que envolverem o exercício físico, o senhor poderá sentir cansaço e dor nas pernas tanto durante quanto ao final do exercício;
- b) Para a avaliação dos vasos sanguíneos, a manutenção dos manguitos inflados por 5 minutos pode causar desconforto no membro e/ou uma sensação de formigamento.
- c) O uso do monitor de medida da pressão arterial por 24 horas pode causar, em algumas pessoas, algum desconforto.

4. Benefícios que poderão ser obtidos

Sem custo algum, o senhor fará medidas de pressão arterial e avaliação dos vasos sanguíneos. Adicionalmente, o senhor poderá receber orientações sobre a prática de exercícios físico de um profissional de educação física, sem custo algum. As informações obtidas neste estudo poderão ter importância para entendermos a importância da claridade sobre as respostas cardiovasculares quando fazemos exercícios.

5. Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo.

Não há procedimentos alternativos nesse estudo.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. O senhor terá acesso, quando quiser, às informações constantes nesta declaração ou a qualquer outra informação que deseje sobre este estudo, incluindo os resultados das medidas realizadas.
2. O senhor pode se recusar a participar e pode também desistir de participar a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.
3. A pesquisa é confidencial e sigilosa, garantindo a privacidade dos participantes. Assim, o senhor não terá sua imagem ou seu nome publicado em qualquer via de comunicação como revistas, artigos, textos na internet, etc. Seus dados serão tratados sempre de maneira anônima.
4. Em caso de algum dano à saúde relacionado à pesquisa, está garantido seu encaminhamento ao Hospital Universitário da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
 ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
 Comitê de Ética em Pesquisa

Formulário E

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Profª. Dra. Claudia Lucia de Moraes Forjaz / cforjaz@usp.br
 Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo
 Av. Prof. Mello Moraes, nº 65 - Cidade Universitária - São Paulo - CEP 05508-030
 Tel.: 3091-8730

Profº Leandro Campos de Brito / leandrobrito@usp.br
 Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo
 Av. Prof. Mello Moraes, nº 65 - Cidade Universitária - São Paulo - CEP 05508-030
 Tel.: 97139-3962 ou 3091-8792

VI. - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Comitê de Ética da EEFE-USP
 Escola de Educação Física e Esporte - USP
 Av. Prof. Mello Moraes, 65 - Cidade Universitária
 CEP: 05508-030 - São Paulo - SP
 Telefone (011) 3091-3097
 E-mail: cep39@usp.br

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, ____ / ____ / ____

 assinatura do sujeito da pesquisa
 ou responsável legal

 assinatura do pesquisador
 (carimbo ou nome legível)

III. PAR-Q+

2020 PAR-Q+ Problemas Médicos

1. Você tem artrite, osteoporose ou problemas na coluna?

Caso tenha algum, responda as questões 1a-1c Não, vá para a questão 2

1a. Você está enfrentando dificuldade para controlar esse seu problema com medicamentos ou outra forma de tratamento prescrita pelo seu médico? (Responda NÃO caso não tome remédios ou não faça nenhum outro tratamento)

Sim Não

1b. Você algum problema articular que causa dor, como uma fratura recente ou uma fratura causada por osteoporose ou câncer, ou uma vértebra que saiu do lugar (espondilolistese), e/ou espondilolise (fratura no corpo da vértebra que ocorre na coluna vertebral)?

Sim Não

1d. Você tomou injeções ou fez uso de medicamentos corticoesteróides regularmente por mais de 3 meses?

Sim Não

2. Você possui diagnóstico de Câncer?

Se sim, responda as questões 2a e 2b. Não, vá para a questão 3.

2a. Você possui diagnóstico de câncer no pulmão, mieloma múltiplo (câncer das células plasmáticas), cabeça e/ou pescoço?

Sim Não

2b. Você esta no momento fazendo algum tratamento para o câncer (como quimioterapia ou radioterapia)?

Sim Não

3. Você possui doença cardíaca ou cardiovascular, incluindo Doença da Artéria Coronária, Insuficiência Cardíaca ou Arritmia?

Se sim, responda as questões 3a-3d. Não, vá para a questão 4.

3a. Você está enfrentando dificuldade para controlar seu problema cardiovascular com remédios ou outra forma de tratamento prescrita pelo seu médico? (Responda NÃO se não tomar medicamento nem fizer outro tratamento para doenças cardiovasculares)

Sim Não

3b. Você possui batimentos cardíacos irregulares e precisa tomar remédio para isso (ex. Fibrilação Atrial ou Contração Ventricular Precoce)?

Sim Não

3c. Você tem Insuficiência Cardíaca?

Sim Não

3d. Você possui doença da artéria coronária ou não realizou atividades físicas nos últimos 2 meses?

Sim Não

4. Você tem pressão alta ou Hipertensão Arterial?

Se sim, responda as questões 4a e 4b. () **Não**, vá para a questão 5.

4a. Você está com dificuldade em controlar a pressão arterial com medicamentos ou outros tratamentos prescritos pelo seu médico? (Responda **NÃO** se não tomar medicamento nem fizer outro tratamento para a pressão arterial)

() Sim () Não

4b. Sua pressão arterial de repouso é superior ou igual a 160/90 mmHg com ou sem medicamento ou outro tratamento? Responda **SIM** se não souber a sua pressão arterial de repouso.

() Sim () Não

5. Você possui alguma doença metabólica como o Diabetes tipo I, Diabetes tipo II ou pré-Diabetes?

Se sim, responda as questões 5a-5e. () **Não**, vá para a questão 6.

5a. Você tem dificuldade em controlar o nível de açúcar do sangue com a alimentação, remédios ou outro tratamento prescrito pelo seu médico?

() Sim () Não

5b. Você costuma ter queda do açúcar do sangue (hipoglicemia) depois de praticar atividades físicas ou durante atividades do dia-a-dia? Alguns sintomas da hipoglicemia são o tremor, o nervosismo e irritabilidade, sudorese anormal, tontura, dor de cabeça, confusão mental, dificuldade para falar, fraqueza e sonolência.

() Sim () Não

5c. Você sente algum sinal ou sintoma de complicações do diabetes como doença cardíaca, vascular, ou complicações nos olhos, rins ou sensibilidade nos dedos dos pés e nos pés?

() Sim () Não

5d. Você tem algum outro problema metabólico, como diabetes gestacional, doença renal crônica ou problemas nos fígados?

() Sim () Não

5e. Você está planejando praticar alguma atividade física que você considera forte ou de alta intensidade no futuro próximo?

() Sim () Não

6. Você possui alguma doença mental ou distúrbio de aprendizagem? Isso inclui Doença de Alzheimer, Depressão, Ansiedade, Distúrbios Alimentares, Deficiência Intelectual, Síndrome de Down.

Se sim, responda as questões 6a e 6b. () **Não**, vá para a questão 7.

6a. Você está enfrentando dificuldade para controlar esse seu problema com remédios ou outra forma de tratamento prescrita pelo seu médico? (Responda **NÃO** se não tomar medicamento nem fizer outro tratamento)

() Sim () Não

6b. Você possui Síndrome de Down e também problemas nas costas que estão afetando os nervos e os músculos?

() Sim () Não

7. Você possui alguma Doença Respiratória? Isso inclui Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, Asma, Hipertensão Pulmonar.

Se sim, responda às questões 7a-7d. Não, vá para a questão 8.

7a. Você está enfrentando dificuldade para controlar esse seu problema com remédios ou outra forma de tratamento prescrita pelo seu médico? (Responda NÃO se não tomar medicamento nem fizer outro tratamento)

Sim Não

7b. Alguma vez seu médico lhe disse que sua oxigenação sanguínea é baixa em repouso ou durante o exercício físico, ou que você necessita oxigenoterapia?

Sim Não

7c. Se você tem Asma, costuma apresentar os sintomas peito fechado, ofegância, respiração difícil, tosse frequente (mais de dois dias/semana), ou tem usado algum medicamento de urgência mais de duas vezes na última semana?

Sim Não

7d. Alguma vez seu médico lhe disse que você possui hipertensão arterial nos vasos dos seus pulmões?

Sim Não

8. Você possui alguma lesão na Medula Espinhal? Isso inclui Tetraplegia e Paraplegia.

Se sim, responda às questões 8a-8c. Não, vá para a questão 9.

8a. Você está enfrentando dificuldade para controlar esse seu problema com remédios ou outra forma de tratamento prescrita pelo seu médico? (Responda NÃO se não tomar medicamento nem fizer outro tratamento)

Sim Não

8b. Você frequentemente apresenta pressão arterial baixa a ponto de causar tontura, escurecimento da vista e/ou desmaio?

Sim Não

8c. O seu médico já lhe disse que você teve picos de hipertensão arterial (conhecido como Disfunção Autonômica)?

Sim Não

9. Você já teve Derrame ou AVC, incluindo Ataque Isquêmico Transitório (AIT) ou Evento Cerebrovascular?

Se sim, responda às questões 9a-9c. Não, vá para a questão 10.

9a. Você está enfrentando dificuldade para controlar esse seu problema com remédios ou outra forma de tratamento prescrita pelo seu médico? (Responda NÃO se não tomar medicamento nem fizer outro tratamento)

Sim Não

9b. Você possui alguma dificuldade de locomoção ou mobilidade?

Sim Não

9c. Você teve um derrame ou dano nos nervos ou músculos nos últimos 6 meses?

Sim Não

10. Você possui alguma outra condição de saúde não listada acima ou possui duas ou mais condições de saúde?

Se sim, responda às questões 10a-10c. () Não, leia as recomendações da página 4.

10a. Você teve um “apagão”, desmaio ou perda de consciência por consequência de um trauma na cabeça nos últimos 12 meses ou teve diagnosticada Concussão nos últimos 12 meses?

() Sim () Não

10b. Você tem algum problema de saúde não listado (como a Epilepsia, doenças neurológicas, doenças renais)?

() Sim () Não

10c. Você possui dois ou mais problemas de saúde?

POR FAVOR LISTE SEUS PROBLEMAS DE SAÚDE _____

E OS REMÉDIOS QUE FAZ USO AQUI _____

IV. Questionário de matutividade e vespertividade de Horne e Ostberg



Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte

Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora

QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE INDIVÍDUOS MATUTINOS E VESPERTINOS

INSTRUÇÕES:

1. Leia com atenção cada questão antes de responder.
2. Responda todas as questões.
3. Responda as questões na ordem numérica.
4. Cada questão deve ser respondida independentemente das outras; não volte atrás e nem corrija suas respostas anteriores.
5. Para cada questão coloque apenas uma resposta (uma cruz no local correspondente); algumas questões tem uma escala, nestes casos coloque a cruz no ponto apropriado da escala.
6. Responda a cada questão com toda a honestidade possível. Suas respostas e os resultados são confidenciais.
7. Se você quiser escrever algum comentário, faça-o em folha separada.
8. Não esqueça de preencher os dados pessoais.

(traduzido e adaptado de Horne, J. A. & Ostberg, O., A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythm. *International Journal of Chronobiology*, vol.4: 97-110, 1976), pelo GRUPO MULTIDISCIPLINAR DE DESENVOLVIMENTO E RITMOS BIOLÓGICOS. DEPTO. FISILOGIA E BIOFÍSICA - INST. CIÊNCIAS BIOMÉDICAS/USP.

Nome: _____ Idade: _____ anos

Sexo: M() F()

Profissão: _____

Horário habitual de trabalho: _____
(use o verso se necessário, especialmente se tiver atividade fora da rotina)

Data: ____ / ____ / ____

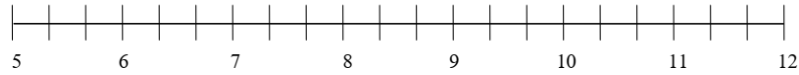
Cidade: _____



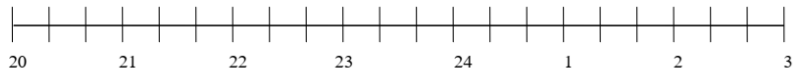
Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte

Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora

1. Considerando apenas seu bem-estar pessoal e com liberdade total de planejar seu dia, a que horas você se levantaria?



2. Considerando apenas seu bem-estar pessoal e com liberdade total de planejar sua noite, a que horas você se deitaria?



3. Até que ponto você depende do despertador para acordar de manhã?

Nada dependente _____ ()
 Não muito dependente _____ ()
 Razoavelmente dependente _____ ()
 Muito dependente _____ ()

4. Você acha fácil acordar de manhã?

Nada fácil _____ ()
 Não muito fácil _____ ()
 Razoavelmente fácil _____ ()
 Muito fácil _____ ()

5. Você se sente alerta durante a primeira meia hora depois de acordar?

Nada alerta _____ ()
 Não muito alerta _____ ()
 Razoavelmente alerta _____ ()
 Muito alerta _____ ()

6. Como é seu apetite durante a primeira meia hora depois de acordar?

Muito ruim _____ ()
 Não muito ruim _____ ()
 Razoavelmente bom _____ ()
 Muito bom _____ ()

7. Durante a primeira meia hora depois de acordar você se sente cansado?

Muito cansado _____ ()
 Não muito cansado _____ ()
 Razoavelmente em forma _____ ()
 Em plena forma _____ ()



Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte

Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora

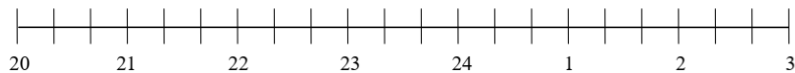
8. Se você não tem compromisso no dia seguinte e comparando com sua hora habitual, a que horas você gostaria de ir deitar?

Nunca mais tarde _____ ()
 Menos que uma hora mais tarde _____ ()
 Entre uma e duas horas mais tarde _____ ()
 Mais do que duas horas mais tarde _____ ()

9. Você decidiu fazer exercícios físicos. Um amigo sugeriu o horário das 07:00 às 08:00 horas da manhã, duas vezes por semana. Considerando apenas seu bem-estar pessoal. O que você acha de fazer exercícios nesse horário?

Estaria em boa forma _____ ()
 Estaria razoavelmente em forma _____ ()
 Acharia isso difícil _____ ()
 Acharia isso muito difícil _____ ()

10. A que horas da noite você se sente cansado e com vontade de dormir?



11. Você quer estar no máximo de sua forma para fazer um teste que dura duas horas e que você sabe que é mentalmente cansativo. Considerando apenas o seu bem-estar pessoal, qual desses horários você escolheria para fazer esse teste?

Das 08:00 às 10:00 horas _____ ()
 Das 11:00 às 13:00 horas _____ ()
 Das 15:00 às 17:00 horas _____ ()
 Das 19:00 às 21:00 horas _____ ()

12. Se você fosse deitar às 23:00 em que nível de cansaço você se sentiria?

Nada cansado _____ ()
 Um pouco cansado _____ ()
 Razoavelmente cansado _____ ()
 Muito cansado _____ ()

13. Por alguma razão você foi dormir várias horas mais tarde do que é seu costume. Se no dia seguinte você não tiver hora certa para acordar, o que aconteceria com você?

Acordaria na hora normal, sem sono _____ ()
 Acordaria na hora normal, com sono _____ ()
 Acordaria na hora normal e dormiria novamente _____ ()
 Acordaria mais tarde do que seu costume _____ ()



Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte

Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora

14. Se você tiver que ficar acordado das 04:00 às 06:00 horas para realizar uma tarefa e não tiver compromissos no dia seguinte, o que você faria?

Só dormiria depois de fazer a tarefa _____ ()
 Tiraria uma soneca antes da tarefa e dormiria depois _____ ()
 Dormiria bastante antes e tiraria uma soneca depois _____ ()
 Só dormiria antes de fazer a tarefa _____ ()

15. Se você tiver que fazer duas horas de exercício físico pesado e considerando apenas o seu bem-estar pessoal, qual destes horários você escolheria?

Das 08:00 às 10:00 horas _____ ()
 Das 11:00 às 13:00 horas _____ ()
 Das 15:00 às 17:00 horas _____ ()
 Das 19:00 às 21:00 horas _____ ()

16. Você decidiu fazer exercícios físicos. Um amigo sugeriu o horário das 22:00 às 23:00 horas, duas vezes por semana. Considerando apenas o seu bem-estar pessoal o que você acha de fazer exercícios nesse horário?

Estaria em boa forma _____ ()
 Estaria razoavelmente em forma _____ ()
 Acharia isso difícil _____ ()
 Acharia isso muito difícil _____ ()

17. Suponha que você possa escolher o seu próprio horário de trabalho e que você deva trabalhar cinco horas seguidas por dia. Imagine que seja um serviço interessante e que você ganhe por produção. Qual o horário que você escolheria? (Marque a hora de início e a hora do fim)



18. A que hora do dia você atinge seu melhor momento de bem-estar?



19. Fala-se em pessoas matutinas e vespertinas (as primeiras gostam de acordar cedo e dormir cedo, as segundas de acordar tarde e dormir tarde). Com qual desses tipos você se identifica?

Tipo matutino _____ ()
 Mais matutino que vespertino _____ ()
 Mais vespertino que matutino _____ ()
 Tipo vespertino _____ ()

V. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), versão curta



QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA -

Nome: _____

Data: ____ / ____ / ____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- > atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- > atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por **pelo menos 10 minutos contínuos** em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por **pelo menos 10 minutos contínuos**, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar

CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL – CELAFISCS -
INFORMAÇÕES ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL
Tel-Fax: – 011-42298980 ou 42299643. E-mail: celafiscs@celafiscs.com.br
Home Page: www.celafiscs.com.br IPAQ Internacional: www.ipaq.ki.se

moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?
_____ horas ____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?
_____ horas ____ minutos

PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? () Sim () Não

6.. Você sabe o objetivo do Programa? () Sim () Não