

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

GUSTAVO FERNANDES DE OLIVEIRA

**Hipotensão pós-exercício e função vascular: influência da intensidade da luz**

SÃO PAULO

2023

GUSTAVO FERNANDES DE OLIVEIRA

**Hipotensão pós-exercício e função vascular: influência da intensidade da luz**

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

2023

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

Fernandes de Oliveira, Gustavo  
Hipotensão pós-exercício e função vascular:  
influência da intensidade da luz / Gustavo  
Fernandes de Oliveira; orientador, Leandro Campos  
de Brito. -- São Paulo, 2023.  
83 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, 2023.

Versão corrigida

1. Hipotensão pós-exercício. 2. luz intensa. 3.  
pressão arterial sistêmica. 4. fluxo sanguíneo. 5.  
vasodilatação . I. Brito, Leandro Campos de, orient.  
II. Título.

Nome: OLIVEIRA, Gustavo Fernandes de

Título: Hipotensão pós-exercício e função vascular: influência da intensidade da luz

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 à minha família, muito obrigado à minha esposa Lara, minhas filhotas Maya e Nina, minha mãe Marcella e meus irmãos Fabio e Ledice. Vocês são muito especiais e amo vocês muito.

Em especial ao meu pai José Carlos, Professor universitário (“a profissão mais linda do mundo”) por mais de 30 anos, este Projeto veio de uma das muitas sementes que ele “plantou”. Muito, muito obrigado meu pai, por tudo. Eu sinto muito que você não esteja presente nesse momento.

Quero agradecer também aos meus amigos que estiveram comigo nessa jornada me apoiando desde o início. Um muito obrigado também aos voluntários, sem eles o Projeto não seria possível. Aos meus amigos do LAHAM que contribuíram para que esse projeto pudesse acontecer e para o meu crescimento acadêmico, Luan, Júlio, Rafael, Natan, Wesley e Matheus e Teresa, entre tantos outros com quem convivi. À Thais Marin, pela ótima parceria no projeto. Ao meu orientador, Leandro Campos de Brito, pelo seu empenho e orientação com excelência em todos os momentos, muito obrigado por tudo. Aos Professores Edison Manoel e Luiz Menna Barreto pela oportunidade de participar nos grupos de estudo, que certamente contribuíram para meu crescimento acadêmico. Ao Professor Ruy pela colaboração com as luminárias e nos ajudar a aprofundar o conhecimento da Luz.

À Profa. Cláudia Forjaz, minha co-orientadora e 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 desde sempre, muito obrigado por tudo.

Aos funcionários da Escola de Educação Física e Esporte da USP e 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

OLIVEIRA, GUSTAVO FERNANDES DE. **Hipotensão pós-exercício e função vascular: influência da intensidade da luz.** 2023. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

**Introdução:** Após uma sessão de exercício aeróbico ocorre redução dos valores de pressão arterial (PA), fenômeno conhecido como hipotensão pós-exercício (HPE). Embora possua relevância clínica, a magnitude da HPE varia entre os estudos devido à diferentes características dos sujeitos e do protocolo experimental. Nesse sentido, estudos têm sugerido que a exposição à luz intensa (LI) eleva a PA através de aumento na atividade nervosa simpática, o que sugere uma ação vasoconstritora. Porém, é desconhecido se a exposição à LI pode influenciar as respostas da PA e vasodilatação após uma sessão de exercício aeróbico. **Objetivo:** Comparar o efeito da intensidade da luz sobre as respostas pressóricas e vasculares em repouso e após uma sessão de exercício aeróbico. **Métodos:** Vinte homens adultos normotensos ( $27 \pm 5$  anos), saudáveis e recreacionalmente ativos participaram do estudo. Os indivíduos foram submetidos à três sessões experimentais no período da tarde, em ordem aleatória, conduzidas sob LI (5000 lux), luz controle (LC 500 lux) e penumbra (PN  $\leq 8$  lux). Em cada sessão, os indivíduos realizaram 30 minutos de exercício aeróbico em ciclo-ergômetro entre 50-60% FC reserva. Foram avaliados a PA auscultatória ( $a$ ) e oscilométrica ( $o$ ), a frequência cardíaca (FC), calculado o duplo produto (DP), além do fluxo sanguíneo (FS) e da condutância vascular (CV) das artérias braquial e femoral comum pelo método da ultrassonografia doppler antes e após o exercício. O efeito da intensidade da luz em repouso foi analisado usando os valores absolutos das variáveis através de ANOVAs de 2 fatores para medidas repetidas, tendo como fatores principais a sessão (LC, LI ou PN) e o tempo (Basal vs. Pré-exercício), e o efeito da intensidade da luz pós-exercício, tendo como fatores principais a sessão (LC, LI ou PN) e o momento (Pré-exercício

vs. Até 90 minutos pós-exercício). Quando necessário, foi empregado o teste post-hoc de Newman Keuls e a significância foi determinada como  $P \leq 0,05$ . Os dados foram apresentados em média  $\pm$  desvio padrão. **Resultados:** A intensidade da luz não influenciou as medidas em repouso. A PAD ( $+1 \pm 2$  mmHg,  $P_{\text{tempo}}=0,02$ ) e PAM ( $+1 \pm 2$  mmHg,  $P_{\text{tempo}}=0,05$ ) aumentaram, enquanto a FC ( $-3 \pm 3$  bpm,  $P_{\text{tempo}} < 0,01$ ), o DP ( $-1026 \pm 1188$  mmHg\*bpm,  $P_{\text{tempo}} < 0,01$ ), o FS ( $-27 \pm 27$  ml/min,  $P_{\text{tempo}}=0,009$ ) e da CV ( $-0,3 \pm 0,3$  u,  $P_t=0,005$ ) da artéria braquial reduziram. O FS e a CV da artéria femoral comum não mudaram nas três sessões experimentais. Pós-exercício, a HPE foi observada na  $PAS_a$  até os 60 min ( $-2 \pm 3$  mmHg,  $P_{\text{tempo}} < 0,01$ ), na  $PAS_o$  até os 30 minutos ( $-3 \pm 4$  mmHg,  $P_{\text{tempo}} < 0,01$ ) e na  $PAM_o$  até os 30 minutos ( $-2 \pm 3$  mmHg,  $P_{\text{tempo}} < 0,01$ ) nas três sessões experimentais. Por outro lado, a PAD pós-exercício subiu e permaneceu elevada até 90 minutos pós-exercício nas sessões LC ( $PAD_a - +2 \pm 3$ ;  $PAD_o - +3 \pm 4$  mmHg) e LI ( $PAD_a - +2 \pm 3$ ;  $PAD_o - +4 \pm 4$  mmHg) comparados aos valores pré-exercício, o que foi diferente da manutenção ( $PAD_a$ ,  $P_{\text{interação}}=0,02$ ) ou queda até os 30 minutos na ( $PAD_o -3 \pm 4$  mmHg,  $P_{\text{interação}}=0,05$ ) observados na sessão PN. O DP aumentou até os 90 minutos ( $+572 \pm 1027$  mmHg\*bpm,  $P_{\text{tempo}} < 0,01$ ), porém com valores da sessão LI elevados comparados à PN ( $LI-7840 \pm 1142$ ;  $PN-7487 \pm 1027$  mmHg\*bpm,  $P_{\text{sessão}}=0,02$ ). A FC aumentou igualmente pós-exercício nas três sessões. A FS das artérias braquial ( $+64 \pm 41$  ml/min,  $P_{\text{tempo}} < 0,01$ ) e femoral ( $+222 \pm 188$  ml/min,  $P_{\text{tempo}}=0,02$ ), e a CV das artérias braquial ( $+0,73 \pm 0,45$  ml\*min<sup>-1</sup>\*mmHg<sup>-1</sup>),  $P_{\text{tempo}} < 0,01$ ) e femoral ( $+2,14 \pm 2,46$  ml\*min<sup>-1</sup>\*mmHg<sup>-1</sup>,  $P_{\text{tempo}} < 0,01$ ) aumentaram pós-exercício igualmente nas três sessões. **Conclusão:** Em homens adultos jovens saudáveis e recreacionalmente ativos, a HPE foi observada sob as três intensidades de luz, porém foram observados valores elevados de PA nas sessões LC e LI comparadas à PN. A FC e a vasodilatação não foram influenciados pela intensidade da luz em repouso e nem pós-exercício.

Palavras-chaves: Hipotensão pós-exercício; luz intensa; pressão arterial sistêmica; fluxo sanguíneo; vasodilatação.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, GUSTAVO FERNANDES DE **Post-exercise hypotension and vascular function: influence of the light intensity**. 2023. 84 p. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2023.

**Introduction:** After performing an aerobic exercise session, a reduction of blood pressure (BP) is expected, a phenomenon known as post-exercise hypotension (PEH). PEH is an important clinical tool, although its magnitude varies in the literature due to subjects' and experimental protocols. Previous studies showed that bright light (BL) raises BP through the increase of sympathetic nervous activity, due to an increase in cardiac sympathovagal balance suggesting a vasoconstriction load. However, the BL exposition effects on PEH and vasodilation are still unknown. **Objective:** To compare the effect of light intensity on BP and vasodilation cardiovascular at rest and after an aerobic exercise session. **Methods:** Twenty normotensive adult men ( $27 \pm 5$  years) participated in the study. Subjects underwent three experimental sessions in the afternoon, in random order, conducted under BL (5000 lux), control light (CL 500 lux) and dim light (DL  $\leq 8$  lux). On each session, subjects performed on a cycle ergometer (30 min at 50-60-% HR reserve). Before and after exercise, auscultatory (a) and oscillometric (o) BP, heart rate (HR) were measured, and double product (DP), brachial and common femoral arteries blood flow (BF) and vascular conductance (VC) by a Doppler ultrasound were calculated. The effect of light intensity at rest 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 (CL, BL, and DL) and time (Rest and Pre-ex), and the effect of light on postexercise response session (LI, LC, and PN) and time (pre-exercise, and post-exercise at 30,60 and 90 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:** Light intensity exposition at rest did not alter variables measured. Diastolic ( $+1 \pm 2$  mmHg,



$P_{\text{time}}=0,02$ ) and mean ( $+1\pm 2$  mmHg,  $P_{\text{time}}=0,05$ ) BP increased, whereas HR ( $-3\pm 3$  bpm,  $P_{\text{time}}=0,000$ ), DP ( $-1026\pm 1188$  mmHg\*bpm,  $P_{\text{time}}<0,01$ ), brachial BF ( $-27\pm 27$  ml/min,  $P_{\text{time}}=0,009$ ) and brachial VC decreased ( $-0,3\pm 0,3$  u,  $P_{\text{time}}=0,005$ ). Common femoral artery BF and VC did not change in the three experimental sessions. Comparing the post-exercise response, PEH was observed on  $PAS_a$  for 60 minutes ( $-2\pm 3$  mmHg,  $P_{\text{time}}<0,01$ ), on  $PAS_o$  for 30 minutes ( $-3\pm 4$  mmHg,  $P_{\text{time}}<0,01$ ) and on  $PAM_o$  for 30 minutes ( $-2\pm 3$  mmHg,  $P_{\text{time}}<0,01$ ). Differently, postexercise DBP increased for 90 minutes on CL ( $PAD_a - +2\pm 3$ ,  $P_{\text{sxt}}=0,02$ ;  $PAD_o - +3\pm 4$  mmHg) and BL ( $PAD_a - +2\pm 3$ ;  $PAD_o - +4\pm 4$  mmHg) while it decreased for 30 minutes ( $PAD_o - -3\pm 4$  mmHg,  $P_{\text{interaction}}=0,02$ ) or did not change ( $PAD_a$ ,  $P_{\text{interaction}}=0,05$ ) under DL. Double product increased for 90 minutes ( $+572\pm 1027$  mmHg\*bpm,  $P_{\text{time}}<0,01$ ) on the three sessions, however with higher values under BL compared to DL (BL- $7840\pm 1142$ ; DL- $7487\pm 1027$ ,  $P_{\text{session}}=0,02$ ). Heart rate increased postexercise on the three sessions. Brachial BF ( $+64\pm 41$  ml/min,  $P_{\text{time}}=0,00$ ) and femoral BF ( $+222\pm 188$  ml/min,  $P_{\text{time}}=0,02$ ), and brachial CV ( $+0,73\pm 0,45$  u,  $P_{\text{time}}=0,00$ ) and common femoral CV ( $+2,14\pm 2,46$  u,  $P_{\text{time}}=0,00$ ) increased postexercise with no differences between sessions. **Conclusion:** In recreationally active healthy young adult men, PEH was observed under the three light intensities, although higher BP levels were observed under bright light and control light sessions compared to dim light session. Heart rate and vasodilation were not influenced by light intensity at rest nor post-exercise.

Keywords: Post-exercise hypotension; Bright light; Blood pressure; Blood flow; Vasodilation.

## I. LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características gerais dos indivíduos medidas nos exames preliminares.....	35
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).....	36
Tabela 3. Influência da intensidade da luz sobre a pressão arterial sistólica, média e diastólica (mmHg) medidas no Basal e Pré-ex nas três sessões experimentais.....	37
Tabela 4. Influência da intensidade da luz sobre a frequência cardíaca medida no cardiofrequencímetro ( $FC_c$ bpm) e no aparelho oscilométrico ( $FC_o$ bpm) medidas no Basal e Pré-ex nas três sessões experimentais.....	39
Tabela 5. Influência da intensidade da luz sobre o duplo produto (DP mmHg*bpm) calculado no Basal e Pré-ex nas três sessões experimentais.....	41
Tabela 6. Influência da intensidade da luz sobre a função vascular da artéria braquial medida no Basal e Pré-ex nas três sessões experimentais.....	42
Tabela 7. Influência da intensidade da luz sobre a função vascular da artéria femoral comum medida no Basal e Pré-ex nas três sessões experimentais.....	44
Tabela 8. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da pressão arterial (mmHg) medida Pré-ex e aos 30, 60 e 90 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....	46
Tabela 9. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da frequência cardíaca (bpm) medida Pré-ex e aos 30, 60 e 90 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....	49
Tabela 10. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício do duplo produto (mmHg*bpm) calculado Pré-ex e aos 30, 60 e 90 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....	50

Tabela 11. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da função vascular da artéria braquial medidos Pré-ex e aos 30, 60 e 90 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....53

Tabela 12. Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da função vascular da artéria femoral comum medidos Pré-ex e aos 30, 60 e 90 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.....55

## II. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Luminárias customizadas durante o estudo.....	31
Figura 2. Disposição das luminárias no laboratório.....	32
Figura 3. Representação esquemática do Protocolo.....	32
Figura 4. Protocolo da sessão experimental.....	34
Figura 5. Comparação dos deltas das diferenças entre o Basal e o Pré-ex (i.e., Pré-ex – Basal) da PA avaliada em repouso pelo método auscultatório e oscilométrico após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra.....	38
Figura 6. Comparação dos deltas das diferenças entre o Basal e o Pré-ex (i.e., Pré-ex – Basal) da FC avaliada em repouso pelo cardiófrequencímetro e pelo método oscilométrico após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra.....	40
Figura 7. Comparação dos deltas das diferenças entre o Basal e o Pré-ex (i.e., Pré-ex – Basal) do DP calculado em repouso após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra.....	41
Figura 8. Comparação dos deltas das diferenças entre o Basal e o Pré-ex (i.e., Pré-ex – Basal) da função vascular da artéria braquial avaliada em repouso pela ultrassonografia doppler após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra.....	43
Figura 9. Comparação dos deltas das diferenças entre o Basal e o Pré-ex (i.e., Pré-ex – Basal) da função vascular da artéria femoral comum avaliada em repouso pela ultrassonografia doppler após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra.....	45
Figura 10. Comparação dos deltas das diferenças entre o Pré-ex e o pós-exercício (i.e., 30 min pós-exercício-Pré-ex, 60 min pós-exercício- Pré-ex, 90 min pós-exercício-Pré-ex, i.e., pós-exercício-Pré-ex) da PA avaliada em repouso pelo método auscultatório e oscilométrico após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra.....	47

Figura 11. Comparação dos deltas das diferenças entre o Pré-ex e o pós-exercício (i.e., 30 min pós-exercício-Pré-ex, 60 min pós-exercício- Pré-ex, 90 min pós-exercício-Pré-ex, i.e., pós-exercício-Pré-ex) da FC avaliada em repouso pelo cardiófrequencímetro e pelo método oscilométrico após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra.....	49
Figura 12. Comparação dos deltas das diferenças entre o Pré-ex e o pós-exercício (i.e., 30 min pós-exercício-Pré-ex, 60 min pós-exercício- Pré-ex, 90 min pós-exercício-Pré-ex, i.e., pós-exercício-Pré-ex) do DP calculado em repouso após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra.....	50
Figura 13. Comparação dos deltas das diferenças entre o Pré-ex e o pós-exercício (i.e., 30 min pós-exercício-Pré-ex, 60 min pós-exercício- Pré-ex, 90 min pós-exercício-Pré-ex, i.e., pós-exercício-Pré-ex) da função vascular da artéria braquial avaliada em repouso pela ultrassonografia doppler após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra.....	53
Figura 14. Comparação dos deltas das diferenças entre o Pré-ex e o pós-exercício (i.e., 30 min pós-exercício-Pré-ex, 60 min pós-exercício- Pré-ex, 90 min pós-exercício-Pré-ex, i.e., pós-exercício-Pré-ex) da função vascular da artéria femoral comum avaliada em repouso pela ultrassonografia doppler após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra.....	55

### III. LISTA DE ABREVIATURAS

Pressão arterial .....	PA
Hipotensão pós-exercício.....	HPE
Pressão arterial sistólica.....	PAS
Pressão arterial diastólica.....	PAD
Núcleo supraquiasmáticos.....	NSQ
Resistência vascular periférica.....	RVP
Atividade nervosa simpática.....	ANS
Luz controle.....	LC
Luz intensa.....	LI
Penumbra .....	PN
Duplo produto.....	DP
Frequência cardíaca .....	FC
Fluxo sanguíneo.....	FS
Núcleo trato solitário .....	NTS
Índice de massa corporal.....	IMC
Análise de variância.....	ANOVA
Questionário internacional de atividade física.....	IPAQ
Pressão arterial auscultatória.....	PA <sub>a</sub>
Pressão arterial oscilométrica.....	PA <sub>o</sub>
Velocidade média de fluxo.....	VM
Condutância vascular.....	CV
Artéria braquial.....	b
Artéria femoral.....	f
Mililitros.....	ml
Milímetros de mercúrio.....	mmHg
Batimentos por minuto .....	bpm
Pré-exercício .....	Pré-ex.
Trinta minutos pós-exercício.....	Pós30
Sessenta minutos pós-exercício.....	Pós60
Noventa minutos pós-exercício.....	Pós90
Percepção subjetiva de esforço .....	PSE

#### **IV. LISTA DE ANEXOS**

I. Comitê de Ética.....	70
II. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	73
III. PAR-Q+.....	76
IV. Questionário de matutividade e vespertividade de Horne e Ostberg.....	79
V. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), versão curta.....	82

## V. SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. OBJETIVOS.....	19
2.1. Geral.....	19
2.2. Específicos.....	19
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
3.1. Exercício Aeróbico.....	20
3.2. Hipotensão pós-exercício.....	20
3.2.1. Mecanismos da HPE.....	20
3.2.2. Fatores de influência na HPE.....	22
3.3. Efeito da luz no sistema cardiovascular.....	23
3.4. Exposição à luz e exercício físico.....	25
3.5. Considerações finais da revisão bibliográfica.....	26
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4.1. Casuística.....	26
4.1.1. Cálculo do tamanho da amostra.....	27
4.2. Procedimentos preliminares.....	27
4.2.1. Avaliação clínica.....	27
4.2.2. Avaliação do nível de atividade física.....	27
4.2.3. Avaliação da pressão arterial de repouso.....	28
4.2.4. Avaliação do Nível de obesidade.....	28
4.2.5. Identificação do cronotipo.....	28
4.3. Medidas.....	28
4.3.1. PA Clínica.....	28
4.3.2. Frequência Cardíaca.....	29
4.3.3. Cálculo do duplo produto.....	29
4.3.4. Função vascular da artéria braquial (b).....	29
4.3.5. Função vascular da artéria femoral comum (f).....	30
4.3.6. Intensidade da luz.....	30
4.4. Exercício Aeróbio.....	30
4.5. Intervenção.....	31
4.5.1. Luz.....	31
4.6. Protocolo experimental.....	32
4.7. Análise Estatística.....	34
5. RESULTADOS.....	35
5.1. Casuística.....	35
5.2. Respostas cardiovasculares e de esforço durante o exercício.....	36
5.3. Efeito da intensidade da luz em repouso.....	37
5.3.1 Efeito da intensidade da luz na pressão arterial na condição de repouso.....	37



5.3.2 Efeito da intensidade da luz sobre a frequência cardíaca na condição de repouso	.39
5.3.3 Efeito da intensidade da luz sobre o duplo produto na condição de repouso	.....40
5.3.4. Efeito da intensidade da luz sobre a função vascular na condição de repouso	.....42
5.4. Efeito da intensidade da luz sobre as respostas pós-exercício	.....46
5.4.1. Efeito da intensidade da luz sobre as respostas de pressão arterial pós-exercício	.46
5.4.2. Efeito da intensidade da luz sobre as respostas de frequência cardíaca pós-exercício	.....48
5.4.2. Efeito da intensidade da luz sobre as respostas do duplo produto pós-exercício	...50
5.4.3 Efeito da intensidade da luz sobre as respostas da função vascular pós-exercício	..51
6. DISCUSSÃO	.....56
6.1. Resultados principais	.....56
6.2. Efeito da intensidade da luz sobre a pressão arterial, a função vascular e frequência cardíaca na condição de repouso	.....56
6.3. Efeito da intensidade da luz sobre a pressão arterial, função vascular e frequência cardíaca pós-exercício	.....58
Conclusão	.....62
7. REFERÊNCIAS	.....63
IV. ANEXOS	.....70
1. Comitê de Ética	.....70
2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	.....73
3. PARQ+	.....76
4. Questionário de matutividade e vespertividade de Horne e Ostberg	.....79
5. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), versão curta	.....82

## 1.INTRODUÇÃO

Após uma sessão de exercício aeróbico ocorre redução dos valores de pressão arterial (PA) em relação aos valores pré-exercício ou em relação aos valores obtidos em um dia controle, ou seja, quando não é realizado o exercício, fenômeno denominado de hipotensão pós-exercício (HPE) (1). Esse fenômeno apresenta efeito hipotensor similar ao de um medicamento anti-hipertensivo de forma isolada (2) e pode durar por diversas horas (3) o que lhe atribui relevância clínica. Entretanto, a magnitude da HPE varia entre os estudos, como foi demonstrado previamente por uma metanálise que encontrou variação de -9 à -5/-11 à -1 mmHg para a PA sistólica/diastólica (PAS/PAD), respectivamente (4). Tal variação se deve a inúmeros fatores de influência já demonstrados na literatura, tanto relacionados às características dos sujeitos quanto às características do protocolo experimental (5). Com relação às características dos sujeitos, espera-se que a HPE seja atenuada nos sujeitos que possuam níveis menores de PA pré-exercício (6), maiores de condicionamento físico (7) e de obesidade (8). No que diz respeito às características do protocolo, a HPE parece estar atenuada quando há menor duração do exercício (9), massa muscular ativa (10), intensidade se não houver equalização pelo gasto calórico (11), e quando o exercício é realizado pela manhã comparado ao final do dia (12–14).

Dentro do contexto deste estudo, estudos recentes têm demonstrado que a intensidade da luz durante o protocolo experimental também pode influenciar a HPE. De fato, a exposição a luz intensa (LI) de 2800 lux direcionada aos olhos elevou a PAS em 5 mmHg em comparação à penumbra (PN) de 120 lux (15). Isso ocorre através do reconhecimento do ciclo luz/ausência de luz pelas células ganglionares intrinsecamente fotossensíveis da retina (16). O espectro azul da luz é o principal responsável por gerar despolarização na membrana dessas células e aumentar a atividade do sistema não formador de imagem (17,18). Esse por sua vez, quando estimulado, projeta as informações para os núcleos supraquiasmáticos (NSQ) e para o núcleo paraventricular hipotalâmico através do trato retino-hipotalâmico (19,20). Estudos em modelo animal demonstraram que o aumento na frequência de disparos desses núcleos pode modificar a função cardiovascular através de projeções neurais multisinápticas para o núcleo do trato solitário (NTS) (21), o coração (22), o córtex adrenal (23) e os vasos (24). Desse modo é possível sugerir que a exposição à LI pode atenuar a resposta hipotensora pós-exercício, enquanto uma situação com presença mínima de luz, como a PN ( $\leq 8$  lux), poderia potencializar a HPE. Para isso, é preciso comparar protocolos de HPE sob diferentes intensidades de luz, o que será um dos objetivos deste estudo.

A HPE aeróbico é determinada principalmente por uma redução da resistência vascular periférica (RVP) (25). Parte da redução na RVP após uma sessão de exercício aeróbico ocorre por conta da diminuição da atividade nervosa simpática (ANS) na região da musculatura que esteve ativa durante o exercício (26). Por outro lado, a exposição à LI de 5000 lux aumenta a ANS muscular (27), o que poderia atenuar a vasodilatação pós-exercício, enquanto é possível sugerir que ao manter a intensidade de luz ao nível de PN ( $\leq 8$  lux) poderia potencializá-la, efeito que ainda precisa ser investigado.

Para testar essa hipótese, o presente estudo irá comparar as respostas da PA e da vasodilatação pós-exercício aeróbico sob LI, e conduzida sob PN à sessão de luz controle (LC-500 lux).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Comparar o efeito da intensidade da luz sobre as respostas pressóricas e vasculares em repouso e após uma sessão de exercício aeróbico.

### **2.2. Específicos**

Comparar o efeito da intensidade da luz sobre as respostas pressóricas, vasculares e da frequência cardíaca em repouso e após uma sessão de exercício aeróbico, em relação a:

- (a) PAS, PAD e PA média (PAM);
- (b) Fluxo sanguíneo (FS) e condutância vascular (CV) da artéria braquial;
- (c) Fluxo sanguíneo e CV da artéria femoral comum;
- (d) Frequência cardíaca (FC);
- (e) Duplo produto (DP).

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 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 contrai de forma cíclica, como correr, pedalar, caminhar por um período prolongado de mais de 15 minutos e de intensidade baixa e moderada (28).

Os exercícios aeróbicos são amplamente recomendados devido aos seus conhecidos benefícios ao sistema cardiovascular (29). Um dos benefícios conhecidos é o efeito hipotensor promovido por ele, tanto de forma crônica após um período de treinamento (30) quanto após uma única sessão de exercício, fenômeno denominado HPE (1).

#### 3.2. Hipotensão pós-exercício

A HPE se caracteriza pela redução dos valores de PA em relação aos valores pré-exercício ou em relação aos valores obtidos em um dia controle, ou seja, em que não é realizado o exercício (1). Existe uma linha de pensamento sobre os efeitos agudos somados (i.e., a HPE gerada a cada sessão de treino) que ao longo do tempo promovem as adaptações crônicas (i.e., redução dos valores de PA de repouso) (31). De fato, dados na literatura têm apresentado uma relação positiva entre a diminuição da PA após uma sessão de exercício aeróbico e a magnitude do efeito hipotensor do treinamento aeróbico sobre a PA de repouso (32, 33).

A HPE possui relevância clínica pois já foi observada em homens e mulheres, normotensos, pré-hipertensos e hipertensos (1). Além disso, a HPE apresenta magnitude significativa e permanece por várias horas pós-exercício (31, 34). Em meta-análise recente envolvendo 65 estudos e 1408 sujeitos, Carpio-Rivera e cols. (2016) encontraram reduções de 5 a 9 mmHg na PAS e de 1 a 11 mmHg na PAD na HPE aeróbico (4). Essa variação sugere que a HPE pode ser influenciada por características dos sujeitos e do protocolo de exercício.

##### 3.2.1. Mecanismos da HPE

Os mecanismos responsáveis pela HPE aeróbico ainda não foram totalmente estabelecidos. Menos frequentemente, foi observada diminuição do débito cardíaco pela redução do volume sistólico que não é compensado pelo aumento da FC pós-exercício. A

redução do volume sistólico é atribuída à diminuição da pré-carga (35). Uma sessão de exercício aeróbico regular não parece influenciar a pós-carga e contratilidade, exceto em situações extremas como ultramaratonas, e em populações mais vulneráveis como pacientes com insuficiência cardíaca que apresentam diminuição da contratilidade pós-exercício (25). Quanto ao aumento da FC, esse parece estar relacionado a um aumento do balanço simpatovagal cardíaco pós-exercício em relação aos valores pré-exercício (36). Entretanto, quando o aumento da FC não é capaz de compensar a diminuição do volume sistólico, isso tem sido atribuído à redução da sensibilidade barorreflexa cardíaca pós-exercício, que pode se prolongar por até 3 horas (37).

A maior parte dos estudos aponta que a diminuição da RVP é o determinante hemodinâmico responsável pela HPE. Parte da diminuição observada na RVP é explicada pela queda da ANS decorrente da mudança do ponto de ajuste do barorreflexo para uma menor PA (38). Além disso, foi observado também a diminuição da responsividade dos receptores alfa-adrenérgicos (39). Outra via que diminui a RVP se dá pela ação de substâncias locais liberadas na musculatura (40), que permitem a manutenção da vasodilatação (41).

Dentre os mecanismos responsáveis pela vasodilatação pós-exercício destaca-se o acúmulo de metabólitos como a histamina e sua ação nos receptores H1 e H2 (40). Nesse estudo, as concentrações de histamina e a vasodilatação da artéria femoral comum medida pela ultrassonografia doppler aumentaram após exercício cíclico de extensão de joelho comparados aos valores pré-exercício (FS-  $+36\pm 3\%$ , CV -  $+36\pm 3\%$ ,  $P < 0,05$ ), o que não aconteceu após repouso ou quando essa via foi bloqueada (40). Além disso, o acúmulo de a adenosina pós-exercício também pode estar relacionado à vasodilatação pós-exercício, já que um estudo prévio demonstrou atenuação da HPE após bloqueio dessa substância através da infusão de cafeína comparado à sessão sem bloqueio dessa via (42). Ainda, é importante destacar os resultados controversos na literatura sobre a ação do óxido nítrico na vasodilatação pós-exercício. Um estudo prévio observou maior HPE aeróbico após exercício intenso comparado ao moderado, e somente após o exercício intenso foi observado aumento nas concentrações de óxido nítrico coletados na saliva, o que pode indicar um efeito vasodilatador do óxido nítrico (43). Entretanto, outro estudo não encontrou esse mesmo efeito do óxido nítrico (44). Essa variação pode ocorrer devido à população estudada, já que a produção de óxido nítrico diminui com o avanço da idade e em doenças que pioram a função vascular, como as doenças cardiometabólicas (45, 46). Outro possível mecanismo envolvido na vasodilatação pós-exercício pode acontecer através da quebra do ácido araquidônico pela enzima ciclooxigenase, processo que aumenta a liberação das prostaglandinas, potentes vasodilatadores, porém os resultados também são conflitantes. Foi

observado o aumento da RVP e diminuição da vasodilatação pós-exercício aeróbico em cães com a infusão de bloqueadores de prostaglandinas, comparados à sessão sem droga, demonstrando a participação dessa substância na vasodilatação pós-exercício (47). Por outro lado, nenhum efeito foi observado quando foi utilizado o ibuprofeno para inibir a produção de prostaglandinas pós-exercício em homens normotensos, tendo a CV sistêmica aumentado igualmente nas sessões com e sem o fármaco (48).

### 3.2.2. Fatores de influência na HPE

Carpio-Rivera e cols. observaram que a HPE ocorre em maior magnitude em homens, e uma associação inversa entre HPE e idade, ou seja, magnitude aumentada da HPE nos indivíduos mais jovens (4). Apesar de ocorrer em normotensos e hipertensos, a magnitude da HPE é maior em indivíduos com maiores valores de PA pré-exercício (6). Ainda, afóra a hipertensão arterial, a presença de doenças metabólicas como a obesidade (8) atenua a magnitude da HPE. O nível de treinamento também parece influenciar a HPE, já que os sedentários possuem maior HPE do que indivíduos condicionados fisicamente (7). A influência dos fatores citados acima na HPE foi observada em meta-análise prévia (4).

Em relação às características da sessão de exercício aeróbico, alguns fatores influenciam na HPE. Um deles é a duração da sessão (9). Os autores compararam sessões de exercício aeróbico com diferentes durações em normotensos (15, 30 e 45 minutos) e pré-hipertensos (10 e 30 minutos), e observaram HPE mais duradoura nas sessões mais longas (9). Esses resultados foram confirmados em meta-análise prévia (4).

Além disso, a massa muscular envolvida no exercício aeróbico influencia a HPE, o que foi observado no estudo de MacDonald e cols. (2000b), que compararam exercícios aeróbicos em cicloergômetro de braços e pernas em pré-hipertensos, e observaram que exercícios aeróbicos com maior massa muscular envolvida (10) promovem HPE de maior duração (10), o que foi confirmado em meta-análise (4).

Embora alguns estudos não tenham mostrado essa diferença (49, 50), o aumento da intensidade do exercício parece estar relacionado a uma maior HPE (4, 5, 51, 52). Nesse sentido, Forjaz e cols. (2004) compararam as respostas da PA pós-exercício em cicloergômetro por 45 minutos e a 30, 50 e 75% do  $VO_{2pico}$  e uma sessão controle na qual os sujeitos ficavam sentados, e não encontraram HPE na sessão realizada a 30%  $VO_{2pico}$ . Além disso, a PAS apresentou maior redução aos 90 minutos pós-exercício na sessão a 75% comparada a

50%  $VO_2$ pico ( $-8,4 \pm 1,5$  x  $-4,8 \pm 1,4$  mmHg), e a HPE na PAD durou mais tempo na sessão a 75% comparada à 50%  $VO_2$ pico (51).

Os estudos acima observaram maior HPE aeróbica após exercícios mais longos, com maior massa muscular envolvida e maiores intensidades. Porém quando o gasto energético é equalizado esse efeito desaparece (11). Jones e cols. (2007) compararam a HPE aeróbica de jovens saudáveis em cicloergômetro após 4 sessões: 30 minutos a 70%  $VO_2$ pico (INT), 40%  $VO_2$ pico com mesmo gasto energético da INT (LMOD), 30 minutos a 40%  $VO_2$ pico (SMOD) e sessão controle (CON). Apenas as sessões INT e LMOD apresentaram HPE na PAS e PAM, sendo esse efeito similar nas duas sessões, indicando que o determinante para a HPE é a relação entre intensidade e duração do exercício e principalmente o gasto energético da sessão (11). Esses dados foram confirmados em uma meta-análise (4).

Por fim, estudos prévios observaram maior redução da PA pós-exercício em comparação aos valores pré-exercício na sessão realizada no fim da tarde em comparação à sessão realizada pela manhã (12–14). Jones e cols. observaram maior redução na PAS ( $-6$  a  $-3$  mmHg, IC=95%) e na PAM ( $-3$  a  $-1$  mmHg, IC=95%) quando a sessão de exercício aeróbico (30 minutos a 70%  $VO_2$  pico) foi realizada à tarde (16 h) comparada à manhã (8 h) em jovens adultos normotensos (14). De maneira semelhante, um estudo conduzido com sujeitos pré-hipertensos observou maior diminuição da PAS quando o exercício aeróbico (45 minutos a 50%  $VO_2$  pico) foi realizado ao final da tarde (18:30 h) comparado à manhã (8 h) ( $-5,1 \pm 3,3$  vs.  $-3,6 \pm 3$  mmHg) (12). Tais resultados sugerem que a fase do dia em que o exercício aeróbico é realizado interfere na HPE.

### 3.3. Efeito da luz no sistema cardiovascular

O efeito da luz sobre o controle cardiovascular pode estar associado à região do corpo para a qual a luz será direcionada. No que diz respeito ao estímulo da luz quando esta incide nos olhos, um dos efeitos da luz no sistema cardiovascular se dá através da estimulação das células ganglionares fotossensíveis intrínsecas da retina (16). Tanto a luz do sol quanto luzes artificiais são policromáticas (i.e., compostas por diferentes espectros de cores), e o lux melanópico advindo do espectro azul (e.g., luz azul de 380-495nm) é o responsável por gerar despolarização na membrana das células ganglionares intrinsecamente fotossensíveis da retina e aumento na atividade do sistema não formador de imagem (17). Quando estimuladas pela luz ou ausência da mesma (PN), essas células enviam aferências aos NSQ através do trato retino-hipotalâmico (53). Com isso ocorre alteração da atividade neuronal dos NSQ e para o núcleo

paraventricular que, através de projeções multisinápticas, estimula o centro de regulação autonômica cardiovascular, o núcleo trato solitário (54, 55). No caso da exposição à luz, observa-se o aumento da atividade no sistema nervoso simpático (18).

No intuito de testar essa influência, o estudo conduzido por Saito e colaboradores (1996) revelou um aumento da atividade nervosa simpática muscular e da FC após 20 minutos de exposição a LI de 5000 em comparação ao controle de 25 lux (27). Principalmente devido ao aumento na atividade simpática muscular, é razoável sugerir que esse aumento acarrete elevação da PA. De fato, o aumento da PAS foi observado durante o Teste de Stroop, uma tarefa de estresse mental, conduzido em indivíduos adultos jovens. Os sujeitos ficaram expostos a LI (2800 lux) por 450 minutos durante a noite e apresentaram aumento na PAS (+5 mm Hg) superior à condição controle na qual foram expostos a 120 lux (15). Nesse sentido, resultados semelhantes foram encontrados por Burges e cols. (2001) em adultos saudáveis, que observaram aumento da PAS após exposição à LI de 3000 lux à noite comparada à penumbra <10lux (56). Adicionalmente, Petrowski e cols. (2020) avaliaram o efeito da exposição a quatro condições de luz ao nível dos olhos após um teste de stress (LI, luz vermelha, luz azul e penumbra) nos níveis de cortisol salivar de jovens saudáveis. O tempo total de exposição em cada sessão foi de uma hora e os valores maiores de cortisol foram alcançados 30 minutos após o início da exposição e permaneceram elevados até cessar a luz, sendo que a LI foi a que obteve maiores valores em comparação às outras. Além disso, observou-se que a luz azul aumentou a produção de cortisol, enquanto a luz vermelha diminuiu. Esses achados mostram que a luz azul e, principalmente, a LI aumentam agudamente os níveis de cortisol (57). O aumento de cortisol está associado ao aumento da PA e à piora da vasodilatação agudamente (58) e cronicamente (59, 60). Concentrações elevadas de cortisol na circulação plasmática podem causar danos ao tecido endotelial e assim diminuem a biodisponibilidade de substâncias vasodilatadoras (i.e., óxido nítrico, as prostaciclina e as prostaglandinas). Tal dano ao tecido endotelial também leva à liberação de endotelina-1 (61), substância vasoconstritora, isso em paralelo à liberação catecolaminas da medula supra-renal (62), também com conhecido efeito vasoconstritor, aumentando assim a RVP e consequentemente a PA (61).

O efeito da exposição à LI na FC é controverso. Saito e colaboradores (1996) observaram aumento da FC após 20 minutos de exposição a LI de 5000 em comparação ao controle de 25 lux (27). Da mesma forma, Yokoi e cols. (2006) observaram aumento da FC após exposição a LI (2800 lux) por 450 minutos durante a noite comparada à condição controle na qual foram expostos a 120 lux (15). Por outro lado, Burges e cols. (2001) não observaram efeito da exposição no período da noite à LI de 3000 lux comparada à PN na FC (56). Por fim, Ruger e



cols. (2005) observaram aumento da FC após exposição durante a madrugada (entre 0 e 4 horas) à LI de 5000 lux comparada à PN, porém não houve diferença na FC quando essa exposição ocorreu no período da tarde (entre 12 e 16 horas) (63).

### 3.4. Exposição à luz e exercício físico

Mesmo na ausência de estudos sobre a influência da intensidade de luz sobre as respostas cardiovasculares pós-exercício, estudos prévios sobre o efeito da luz na fadiga durante o esforço físico nos fornecem alguns parâmetros para discussão. Um estudo com modelos animais utilizando um protocolo de exaustão de natação sob luz vermelha encontrou maiores níveis de glóbulos brancos (e.g., leucócitos) imediatamente após o esforço (64). O aumento nos níveis de glóbulos brancos é comum após o exercício (65), e normalmente associado ao aumento da atividade simpática (66). Dessa forma, é possível que esse aumento dos níveis de glóbulos brancos tenha ocorrido em paralelo a um aumento exacerbado da ANS e consequentemente da PA desses animais, ambos não avaliados.

Além disso, a exposição à luz parece influenciar o desempenho nos exercícios. Knaier e cols. (2015) observaram em jovens saudáveis que a exposição à LI de 4420 lux comparada à luz controle de 230 lux aumentava o desempenho no teste de 40 minutos em cicloergômetro. O estudo também comparou protocolos com diferentes durações de exposição à LI (120 minutos antes e durante o cicloergômetro, 60 minutos antes e durante o cicloergômetro e 60 minutos apenas antes do cicloergômetro) e observou que a exposição mais longa à LI promoveu maior rendimento no teste em cicloergômetro (527 KJ, 485 KJ e 519 KJ, respectivamente) (67). O mesmo grupo observou a influência da exposição à luz no desempenho, e constatou que após a exposição à LI somente o protocolo com maior massa muscular (68) alterou o desempenho. Knaier e cols. (2017) encontraram em jovens saudáveis um maior desempenho no teste de 12 minutos em cicloergômetro após exposição à LI de 1153 lux (229 KJ), comparados à luz azul (218 KJ) e LC de 100 lux (216KJ) (68). Entretanto, o mesmo benefício no desempenho não foi encontrado em um protocolo de exercício com massa muscular menor, como a prensão manual com handgrip, não foi observada diferença na força após 60 minutos de exposição à LI (4400 lux) em comparação à controle (230 lux) (69). A exposição à LI aumenta a ANS, que por sua vez aumenta a produção de catecolaminas, levando ao aumento do desempenho nos exercícios físicos. É possível que esses efeitos sejam mais visíveis nos esforços com maior massa muscular e gasto energético envolvidos (como um teste em ciclo ergômetro) comparados à prensão manual no handgrip, com menores massa muscular e gasto energético.

De acordo com os achados discutidos acima, é possível sugerir que a exposição à luz tenha influência sobre as variáveis cardiorrespiratórias durante o exercício, entretanto ainda não se sabe o efeito dela na HPE. No presente estudo procuraremos preencher a lacuna da literatura com essas informações associadas com a resposta ao exercício aeróbico.

### 3.5. Considerações finais da revisão bibliográfica

Portanto, está bem estabelecido que após uma sessão de exercício aeróbico ocorre HPE e aumento da vasodilatação em comparação aos níveis pré-exercício e isso pode ser influenciado pelos fatores discutidos nessa revisão de literatura. Adicionalmente, a LI ao nível dos olhos pode aumentar PA e possivelmente causar vasoconstrição (pelo aumento da ANS muscular). É possível que esses efeitos atenuem o efeito hipotensor do exercício. Assim, para uma melhor compreensão de como manipular a intensidade da luz policromática e obter melhor resposta hipotensora é preciso comparar a HPE sob diferentes intensidades de luz.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi comparar o efeito das intensidades de luz (LI = 5000 vs. LC = 500 vs. PN ≤ 8 lux) sobre as respostas pressóricas e vasculares em repouso e após uma sessão de exercício aeróbico.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Casuística

Participaram deste estudo 20 indivíduos jovens, recreacionalmente ativos, do sexo masculino, na faixa etária de 20 a 39 anos, não fumantes, com índice de massa corporal (IMC) < 30kg/m<sup>2</sup>, sem diagnóstico de hipertensão arterial e com PAS/PAD menor que 140/90 mmHg respectivamente, sem diagnóstico de diabetes e dislipidemia e que não faziam uso de medicamentos que afetavam o sistema cardiovascular ou quaisquer complexos vitamínicos regularmente. Todos os indivíduos receberam esclarecimentos quanto aos procedimentos experimentais e possíveis riscos envolvidos no estudo. Em seguida, aqueles que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) participaram 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.

#### 4.1.1. Cálculo do tamanho da amostra

Para o cálculo do tamanho amostral considerou-se um tamanho de efeito Cohen's  $f = 0.50$  e a resposta da PAS (-3 mmHg) após sessão de exercício aeróbico em estudo prévio (12), um poder de 0,80 e um erro alfa de 0,05 para uma análise de variância (ANOVA) de 2 fatores para medidas repetidas. Assim, o tamanho da amostra necessário para este estudo foi 15 indivíduos. (G\*Power v. 3.1.9.2, Universität Kiel, Germany). Considerando-se uma perda de 25% dos dados durante as análises quanto à qualidade dos vídeos para análise da função vascular, foram recrutados 20 indivíduos.

#### 4.2. Procedimentos preliminares

##### 4.2.1. 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 fizeram uso de medicamentos, suplementos ou vitaminas de forma regular foram excluídos. Além disso, foram removidos do estudo aqueles que responderam “sim” para alguma das perguntas do questionário PAR-Q (70), por não terem assegurada a ausência de limitações para a prática de exercício.

##### 4.2.2. Avaliação do nível de atividade física

Para avaliar o nível de atividade física, foi aplicado o questionário internacional de atividade física (IPAQ), versão curta (71). Foram excluídos do estudo os indivíduos classificados como muito ativos pelo IPAQ, ou seja, aqueles que praticavam atividades físicas vigorosas  $\geq 5$  dias/semana e  $\geq 30$  minutos por sessão ou que praticavam atividades vigorosas  $\geq 3$  dias/semana e  $\geq 20$  minutos por sessão + moderada e/ou caminhada  $\geq 5$  dias/semana e  $\geq 30$  minutos por sessão.

#### 4.2.3. Avaliação da pressão arterial de repouso

A PA foi aferida após 5 minutos de repouso por 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 (72). Foi utilizado para medida da PA um esfigmomanômetro aneróide (Missouri, Mikato Ltda, São Paulo, Brasil) e a PAS e PAD foram consideradas a partir da identificação das fases I e V de Korotkoff, respectivamente, sendo considerada a média dos valores obtidos no braço de maior valor. Foram excluídos do estudo os indivíduos com valores de PAS  $\geq 140$  mmHg e/ou de PAD  $\geq 90$  mmHg.

#### 4.2.4. 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 ( $m^2$ ). O peso e a estatura dos indivíduos foram medidos em uma balança (Welmy, W200a Led, Brasil). Foram incluídos os sujeitos com IMC  $< 30$  Kg/ $m^2$ , ou seja, os que tinham no máximo sobrepeso (73).

#### 4.2.5. Identificação do cronotipo

O cronotipo foi avaliado pelo questionário de Horne e Ostberg (74), 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, os que não tinham 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.

### 4.3. Medidas

#### 4.3.1. PA Clínica

A PA auscultatória ( $PA_a$ ) foi verificada no braço esquerdo através de um esfigmomanômetro aneróide (Missouri, Mikato Ltda, São Paulo, Brasil), considerando-se as

fases I e V dos sons de Korotkoff para identificar a PAS e a PAD, respectivamente. A PAM foi calculada através da equação  $PAM = (PAS - PAD) / 3 + PAD$ . O mesmo avaliador foi responsável por todas as medidas no estudo. Essa medida foi realizada simultaneamente à medida da PA oscilométrica ( $PA_o$ ) através de um aparelho oscilométrico no outro braço (OMRON, Elite+ HEM-7320, Kioto, Japão).

#### 4.3.2. Frequência Cardíaca

A medida da FC foi registrada no laboratório em repouso e durante o período de exercício através de um cardiofrequencímetro (Polar, CRX800, Kempele, Finlândia), e de um aparelho oscilométrico juntamente com a medida da PA oscilométrica no outro braço (OMRON, Elite+ HEM-7320, Kioto, Japão).

#### 4.3.3. Cálculo do duplo produto

O DP foi calculado através da seguinte equação  $DP = FC \times PAS$ , sendo expresso em mmHg\*bpm (75). Para este cálculo foram utilizados os valores obtidos das medidas da PA auscultatória e da FC do cardiofrequencímetro.

#### 4.3.4. Função vascular da artéria braquial ( $b$ )

As medidas da velocidade média do fluxo sanguíneo (cm/s), da taxa de cisalhamento ( $s^{-1}$ ) e diâmetro (mm) da artéria braquial foram feitas com a técnica de ultrassonografia duplex, utilizando uma matriz linear (L9-3 RS probe, Logiq E (R7), California, EUA) com ângulo de insonação de 60°. A medida foi realizada no braço direito (~10 cm acima da fossa cubital) por 1 minuto, sendo esses valores determinados por um software automático (FMD Studio, Quipu srl, Pisa, Itália).

O  $FS_b$  foi calculado pela seguinte equação  $FS = V_b \times 60 (D_v \cdot 2^{-1})^2 \cdot \pi$ , sendo expresso em ml/min. A  $CV_b$  ( $ml \cdot min^{-1} \cdot mmHg^{-1}$ ) foi calculada pela divisão do  $FS_b$  pela PAM calculada a partir da medida de PA auscultatória realizada imediatamente antes dessa medida (76).

#### 4.3.5. Função vascular da artéria femoral comum ( $f$ )

As medidas da velocidade média de fluxo  $f$ , da taxa de cisalhamento  $f$  e do diâmetro  $f$  foram realizadas com a mesma técnica descrita para a artéria braquial. Porém, a medida foi realizada na perna direita do sujeito, de 2-3 cm acima da bifurcação dessa artéria (76). O  $FS_f$  e a  $CV_f$  foram calculados da mesma forma como descrito para a artéria braquial.

#### 4.3.6. Intensidade da luz

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

#### 4.4. 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 minutos de aquecimento à 30 watts, seguidos de 30 minutos de exercício à 50-60% de FC reserva (77), e finalizaram com 5 minutos 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, pela indicação de um número na escala que variava de 6 (Sem nenhum esforço) à 20 (Máximo esforço) (78).

A intensidade do exercício durante as sessões foi determinada na primeira visita após os exames preliminares através do cálculo da FC reserva utilizando a fórmula de Karvonen (77), na qual  $[(FC \text{ máxima} - FC \text{ repouso}) \times \text{intensidade} (\%) + FC \text{ repouso}]$ . A FC máxima considerada foi a predita para a idade ( $220 - \text{idade}$ ) e a FC repouso foi obtida após 5 minutos de repouso na posição deitada (77). 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 e 60% da FC reserva (77).

#### 4.5. Intervenção

##### 4.5.1. Luz

Para o controle da luz foi utilizada uma luminária customizada (Figura 1), 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 a 8000 lux. Com essa luminária direcionamos a luz na altura dos olhos do indivíduo posicionada no máximo a 1 metro de distância dele. Para garantir intensidade da luz, foi feita a medida na altura dos olhos do indivíduo utilizando-se um luxímetro.



**Figura 1.** Luminárias customizadas utilizadas durante o estudo.

A intensidade de luz foi verificada sempre no início de cada período do experimento (Basal, pré-exercício - Pré-ex e pós-exercício) de todas as sessões experimentais. A figura 2 permite observar a disposição das luminárias e a configuração do laboratório durante as sessões experimentais.

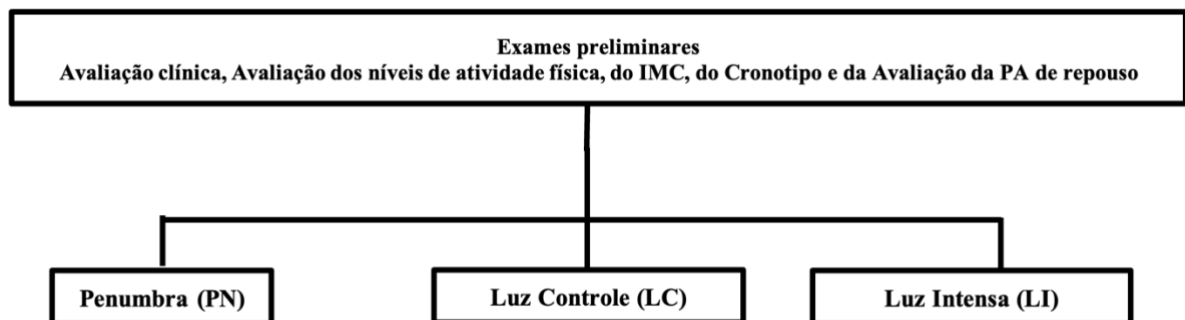


Sessão LI

**Figura 2.** Disposição das luminárias no laboratório.

#### 4.6. Protocolo experimental

A Figura 3 apresenta a sequência do protocolo experimental.

**Figura 3.** Representação esquemática do protocolo experimental

Os indivíduos assinaram o TCLE e foram encaminhados 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 não fumantes, normotensos, não diabéticos, que responderam “não” a todas as perguntas do PAR-Q, com IMC <30 kg/m<sup>2</sup> e recreacionalmente ativos segundo o IPAQ.

Aqueles indivíduos que atenderam aos critérios do estudo realizaram três sessões experimentais, em ordem aleatória, no mesmo dia da semana, e em semanas consecutivas. Todas as sessões experimentais tiveram início às 13 horas, para que fosse evitado qualquer

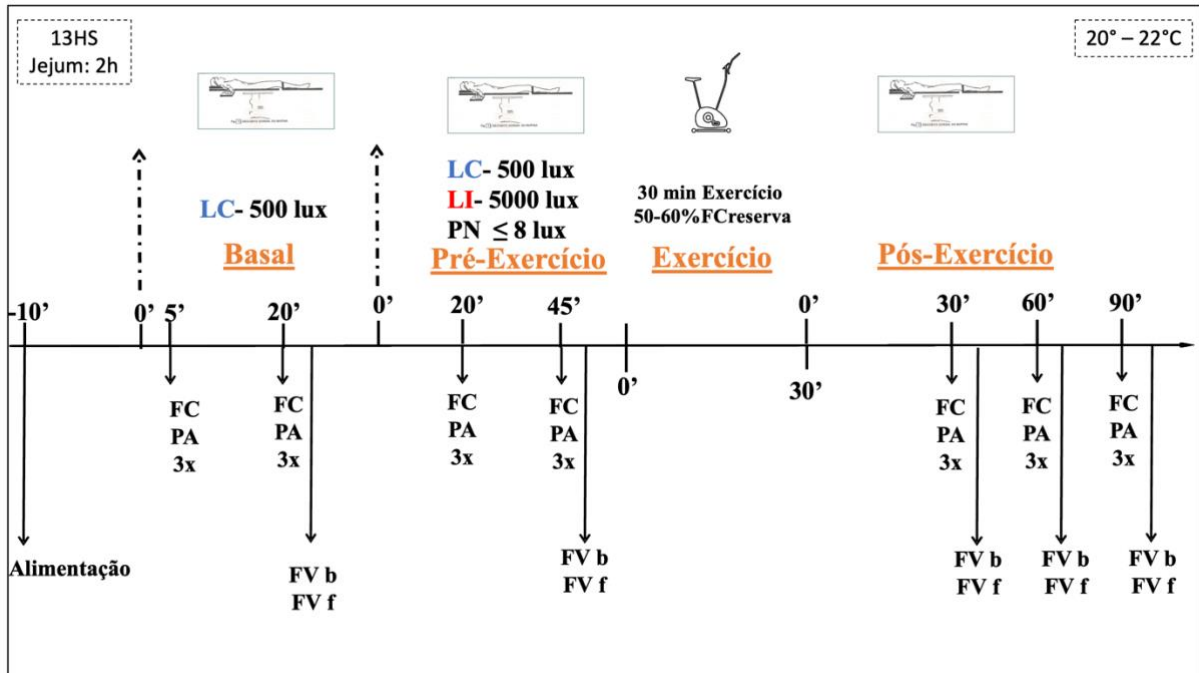


efeito do ritmo circadiano sobre a resposta cardiovascular (12). Em todas as sessões os indivíduos chegaram ao laboratório com um jejum de 2 horas, tendo sido orientados a realizar uma refeição leve por volta de 3 horas antes da chegada ao laboratório. Para cada sessão, os indivíduos foram orientados a comparecer 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, os sujeitos foram instruídos e monitorados a manterem-se com os olhos abertos, evitando que o os mesmos viessem a dormir. A temperatura do laboratório foi mantida entre 20 e 22° C.

O desenho experimental de cada sessão está apresentado na Figura 4. A intensidade de luz foi ajustada ao nível de 500 lux desde o início de cada sessão experimental, considerada como LC neste estudo. Assim que chegaram ao laboratório, os indivíduos receberam uma refeição padronizada com 2 barras de cereal e 100 ml de água. Em seguida, foram incentivados a esvaziar a bexiga e, e quando voltaram tiveram sua massa corporal medida. Em em seguida, foram encaminhados à maca para permanecer na posição supina. Deste momento em diante iniciou-se o período Basal, e o registro dos valores de FC e a medida da PA em triplicata ocorreram logo no início, aos 5 minutos. Depois, essas mesmas medidas foram repetidas aos 20 minutos, seguidas das medidas da função vascular das artérias braquial e femoral comum. Finalizada essa sequência iniciou-se o período Pré-ex, no qual uma das três condições experimentais ocorreu e a luz foi ajustada de acordo: LC (500 lux), LI (5000 lux) ou PN ( $\leq 8$  lux). Independente de qual delas, houve um intervalo de 20 minutos entre o início da nova intensidade de luz e o começo das medidas, e após esse período foram repetidos os registros de FC e PA em triplicata logo no início e aos 45 minutos desse período, sempre seguidos pelas medidas da função vascular das artérias braquial e femoral comum, semelhantemente ao período Basal.

Após o período Pré-ex, 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 Aeróbico.

Após o exercício, os indivíduos retornaram à maca e permaneceram em posição supina. Teve início então o período pós-intervenção com duração de 90 minutos. Nesse período em três momentos, aos 30, 60 e 90 minutos foram realizados os registros da FC e a medida da PA, além das medidas da função vascular das artérias braquial e femoral comum.



**Figura 4.** Protocolo da sessão experimental. LC – Luz controle; LI – Luz intensa; PN – penumbra; PA – pressão arterial auscultatória; FC – frequência cardíaca; FV<sub>b</sub>- função vascular da artéria braquial; FV<sub>f</sub>- função vascular da artéria femoral comum.

#### 4.7. 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 (SPSS, Illinois, USA).

Para investigarmos o efeito da intensidade da luz em repouso, os valores absolutos do período Basal foram comparados ao período Pré-ex 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-ex).

Para investigarmos o efeito da intensidade da luz sobre a resposta pós-exercício, os valores absolutos do período Pré-ex 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 os momentos (Pré-ex vs. momentos pós-exercício de cada variável).

Em todas as ANOVAs, foi empregado o teste post-hoc de Newman Keuls quando necessário. Foram aceitos como significante os 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. Após triagem inicial, 25 indivíduos assinaram o TCLE e iniciaram os procedimentos preliminares. Destes, 5 indivíduos foram descontinuados do estudo, sendo 3 devido a motivos pessoais e 2 por apresentarem doenças. Desta forma, 20 indivíduos completaram todo o protocolo experimental e formaram a amostra do estudo. 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.

<b>Variáveis</b>	<b>Valores</b>
N	20
Idade (anos)	28 ± 4
Cronotipo (pontos)	48 ± 10
<b>Antropométricas</b>	
Estatura (m)	1,77 ± 0,05
Peso (Kg)	77,61 ± 13,03
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,67 ± 3,50
<b>Hemodinâmicas</b>	
PAS (mmHg)	115 ± 8
PAD (mmHg)	76 ± 6
PAM (mmHg)	89 ± 6
FC repouso (bpm)	72 ± 13
<b>Nível de atividade física</b>	
Sedentários	15%
Insuficientemente ativos	40%
Ativos	45%

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 ou fazia uso de medicamento que afetasse o sistema cardiovascular. Para a análise da função vascular das artérias braquial e femoral comum foram excluídos 6 sujeitos devido à perda de dados e baixa qualidade dos vídeos.

## 5.2. Respostas cardiovasculares e de esforço durante o exercício

A FC, PA, carga de trabalho e percepção subjetiva de esforço (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).

		<b>Pré-ex.</b>	<b>Exercício</b>	<i>P<sub>s</sub></i>	<i>P<sub>t</sub></i>	<i>P<sub>sxt</sub></i>
<b>FC (bpm)</b>	<b>LC</b>	61 ± 8	125 ± 7*	0,66	<b>&lt;0,01</b>	0,38
	<b>LI</b>	62 ± 10	126 ± 8*			
	<b>PN</b>	60 ± 7	127 ± 7*			
<b>PAS (mmHg)</b>	<b>LC</b>	118 ± 10	152 ± 17*	0,94	<b>&lt;0,01</b>	0,18
	<b>LI</b>	119 ± 9	151 ± 14*			
	<b>PN</b>	117 ± 8	152 ± 12*			
<b>PAD (mmHg)</b>	<b>LC</b>	74 ± 8	71 ± 8*	0,43	<b>0,01</b>	0,32
	<b>LI</b>	74 ± 8	70 ± 8*			
	<b>PN</b>	74 ± 7	70 ± 7*			
<b>Carga (Watts)</b>	<b>LC</b>	--	101 ± 21	0,90	--	--
	<b>LI</b>	--	102 ± 23			
	<b>PN</b>	--	101 ± 24			
<b>PSE (escore)</b>	<b>LC</b>	--	14 ± 2	0,08	--	--
	<b>LI</b>	--	15 ± 2			
	<b>PN</b>	--	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-ex.

Durante o exercício, não houve diferença na carga de trabalho nem na percepção de esforço subjetiva 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.

### 5.3. Efeito da intensidade da luz em repouso

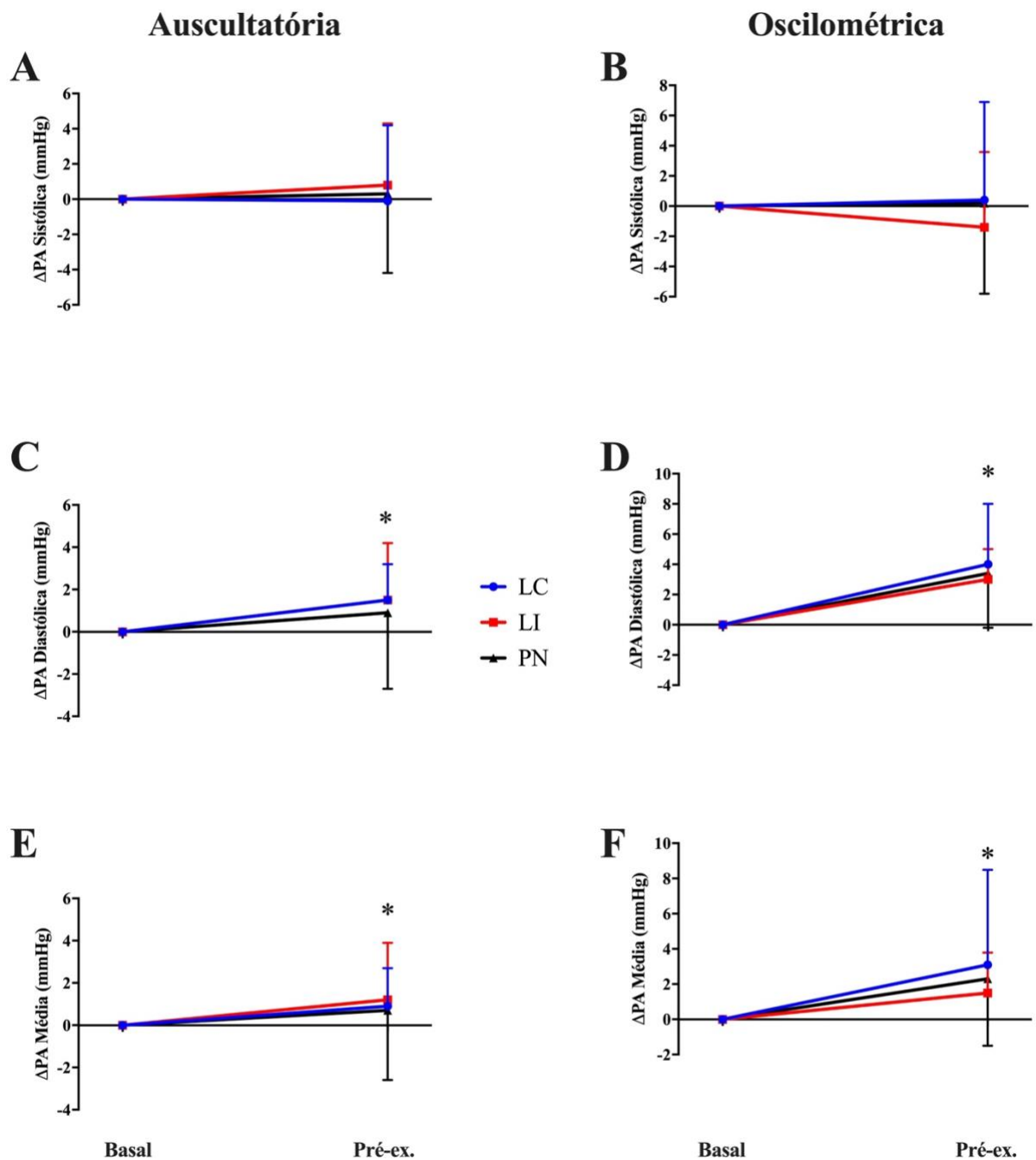
#### 5.3.1 Efeito da intensidade da luz na pressão arterial na condição de repouso

Os valores absolutos de PA medidos no Basal e Pré-ex, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados em valores absolutos na Tabela 3 e em deltas das diferenças entre os períodos Basal e Pré-ex na Figura 5.

**Tabela 3.** Influência da intensidade da luz sobre a pressão arterial sistólica, média e diastólica (mmHg) medidas no Basal e Pré-ex nas três sessões experimentais.

		Basal	Pré-ex.	<i>P<sub>s</sub></i>	<i>P<sub>t</sub></i>	<i>P<sub>s x t</sub></i>
<b>Auscultatória</b>						
PAS <sub>a</sub> (mmHg)	LC	120 ± 8	119 ± 9	0,19	0,69	0,80
	LI	120 ± 6	121 ± 8			
	PN	119 ± 8	119 ± 8			
PAD <sub>a</sub> (mmHg)	LC	73 ± 7	74 ± 7*	0,72	<b>0,02</b>	0,53
	LI	73 ± 6	75 ± 8*			
	PN	73 ± 7	74 ± 7*			
PAM <sub>a</sub> (mmHg)	LC	88 ± 6	89 ± 7*	0,32	<b>0,05</b>	0,61
	LI	89 ± 6	90 ± 7*			
	PN	88 ± 7	89 ± 6*			
<b>Oscilométrica</b>						
PAS <sub>o</sub> (mmHg)	LC	120 ± 13	120 ± 15	0,47	0,81	0,66
	LI	121 ± 11	120 ± 12			
	PN	119 ± 12	119 ± 10			
PAD <sub>o</sub> (mmHg)	LC	66 ± 7	71 ± 6*	0,93	<b>&lt;0,01</b>	0,65
	LI	66 ± 7	69 ± 7*			
	PN	66 ± 7	70 ± 7*			
PAM <sub>o</sub> (mmHg)	LC	84 ± 7	87 ± 8*	0,66	<b>&lt;0,01</b>	0,46
	LI	85 ± 7	86 ± 8*			
	PN	84 ± 7	86 ± 6*			

Dados: Média ± desvio padrão.  $P \leq 0,05$ . \*-diferente de Basal; PAS – pressão arterial sistólica; PAD – pressão arterial diastólica; PAM- pressão arterial média. <sub>a</sub>- método auscultatório; <sub>o</sub> – método oscilométrico; Pré-ex.- pré-exercício; LC- luz controle; LI- luz intensa; PN-penumbra.



**Figura 5.** Comparação dos deltas das diferenças entre o Basal e o Pré-ex (i.e., Pré-ex – Basal) da PA avaliada em repouso pelo método auscultatório e oscilométrico após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra. Dados: média $\pm$ DP. \*- diferente de Basal; PA- pressão arterial; PA auscultatória (figuras A, C e E) e oscilométrica (figuras B, D e F); Pré-ex.- pré-exercício.

Não houve diferença entre os valores basais de  $PAS_a$  e  $PAS_o$  nas 3 sessões experimentais. Quanto ao comportamento da PAS, a ANOVA de 2 fatores não identificou nenhuma alteração

entre o Basal e o Pré-ex na PAS<sub>a</sub> e na PAS<sub>o</sub> nas três sessões experimentais (Tabela 3, Figuras 5A e 5B).

Não houve diferença significativa nos valores basais de PAD<sub>a</sub> e PAD<sub>o</sub> nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da PAD, tanto a auscultatória quanto a oscilométrica, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas identificou diferença no efeito principal do tempo entre o Basal e o Pré-ex, sendo observado o aumento da PAD do Basal para o Pré-ex. (Tabela 3, Figuras 5C e 5D).

Em relação à PAM, não houve diferença significativa nos valores basais de PAM<sub>a</sub> e PAM<sub>o</sub> nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da PAM, tanto a auscultatória quanto a oscilométrica, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas identificou diferença no efeito principal do tempo entre o Basal e o Pré-ex, sendo observado o seu aumento do Basal para o Pré-ex. (Tabela 3, Figuras 5E e 5F).

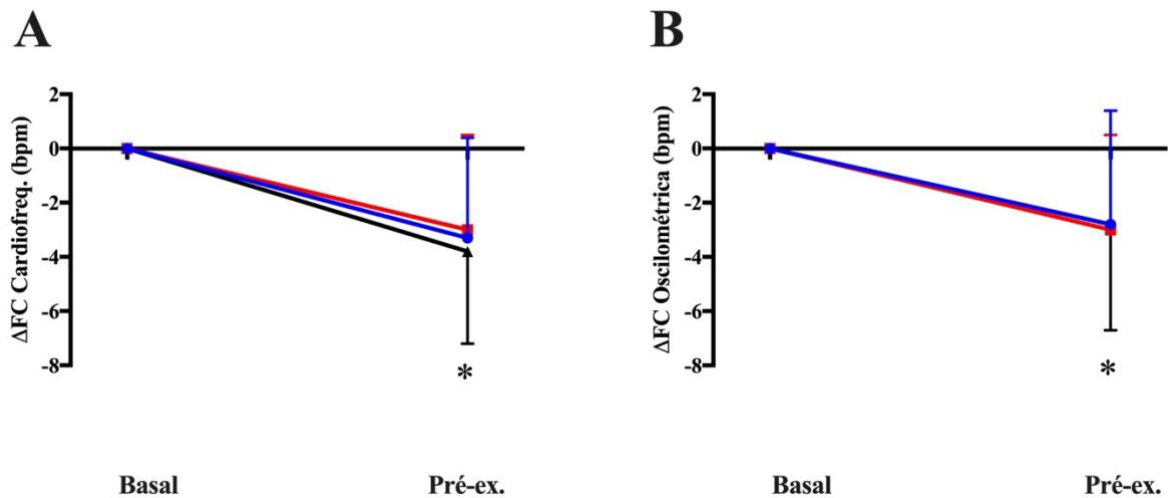
### 5.3.2 Efeito da intensidade da luz sobre a frequência cardíaca na condição de repouso

Os valores de FC medidos no cardiofrequencímetro (FC<sub>c</sub> bpm) e no aparelho de pressão arterial oscilométrico (FC<sub>o</sub> bpm) no Basal e Pré-ex., em repouso, nas três sessões experimentais estão representados como dados absolutos na Tabela 4 e como deltas das diferenças entre Basal e Pré-ex. na Figura 6.

**Tabela 4.** Influência da intensidade da luz sobre a frequência cardíaca medida no cardiofrequencímetro (FC<sub>c</sub> bpm) e no aparelho oscilométrico (FC<sub>o</sub> bpm) medidas no Basal e Pré-ex nas três sessões experimentais.

		<b>Basal</b>	<b>Pré-ex.</b>	<i>P<sub>s</sub></i>	<i>P<sub>t</sub></i>	<i>P<sub>s x t</sub></i>
<b>FC<sub>c</sub> (bpm)</b>	<b>LC</b>	64 ± 8	61 ± 8*	0,30	<b>&lt;0,01</b>	0,64
	<b>LI</b>	65 ± 9	62 ± 10*			
	<b>PN</b>	64 ± 8	60 ± 8*			
<b>FC<sub>o</sub> (bpm)</b>	<b>LC</b>	63 ± 7	60 ± 8*	0,37	<b>&lt;0,01</b>	0,90
	<b>LI</b>	65 ± 9	62 ± 10*			
	<b>PN</b>	63 ± 9	61 ± 8*			

Dados: Média ± desvio padrão.  $P \leq 0,05$ ; \* diferente do Basal na mesma sessão experimental. FC- frequência cardíaca; Pré-ex.- pré-exercício; LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra.



**Figura 6.** Comparação dos deltas das diferenças entre o Basal e o Pré-ex (i.e., Pré-ex – Basal) da FC avaliada em repouso pelo cardiofrequencímetro e pelo método oscilométrico após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra. Dados $\pm$ DP.  $P \leq 0,05$ . \*- diferente de Basal na mesma sessão experimental. FC-frequência cardíaca; Cardiofreq.- cardiofrequencímetro; Frequência cardíaca do cardiofrequencímetro; Frequência cardíaca do cardiofrequencímetro (A) e oscilométrica (B); Pré-ex.- pré-exercício.

Não houve diferença significativa nos valores basais de  $FC_c$  e  $FC_o$  nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da FC nos dois aparelhos de medida, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas identificou diferença no efeito principal do tempo entre o Basal e o Pré-ex, sendo observado a sua redução do Basal para o Pré-ex. (Tabela 4 e Figura 6).

### 5.3.3 Efeito da intensidade da luz sobre o duplo produto na condição de repouso

Os valores de DP (mmHg\*bpm) calculados ( $DP = FC \times PAS$ ) a partir das medidas do cardiofrequencímetro ( $FC_c$  bpm) e PAS auscultatória do mesmo momento) no Basal e Pré-ex., em repouso, nas três sessões experimentais estão representados como dados absolutos na Tabela 5 e como deltas das diferenças entre Basal e Pré-ex. na Figura 7.

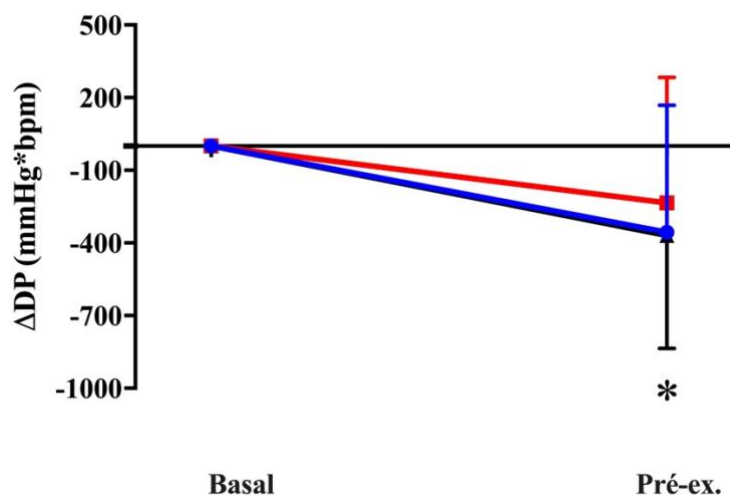


**Tabela 5.** Influência da intensidade da luz sobre o duplo produto (DP mmHg\*bpm) calculado no Basal e Pré-ex nas três sessões experimentais.

		<b>Basal</b>	<b>Pré-ex.</b>	<i>P<sub>s</sub></i>	<i>P<sub>t</sub></i>	<i>P<sub>s x t</sub></i>
<b>DP (mmHg*bpm)</b>	<b>LC</b>	7676 ± 879	7320 ± 1076*	0,06	<b>&lt;0,01</b>	0,54
	<b>LI</b>	7875 ± 1073	7641 ± 1325*			
	<b>PN</b>	7593 ± 1072	7224 ± 1034*			

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

DP- duplo produto; Pré-ex.- pré-exercício; LC- luz controle; LI- luz intensa; PN-penumbra.



**Figura 7.** Comparação dos deltas das diferenças entre o Basal e o Pré-ex (i.e., Pré-ex – Basal) do DP avaliada em repouso pelo cardiofrequencímetro e pelo método oscilométrico após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra. Dados±DP.  $P \leq 0,05$ . \*- diferente de Basal na mesma sessão experimental. DP- duplo produto; Pré-ex.- pré-exercício.

Não houve diferença significativa nos valores basais de DP nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento do DP, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas identificou diferença no efeito principal do tempo entre o Basal e o Pré-ex, sendo observado a sua redução do Basal para o Pré-ex. (Tabela 5 e Figura 7).

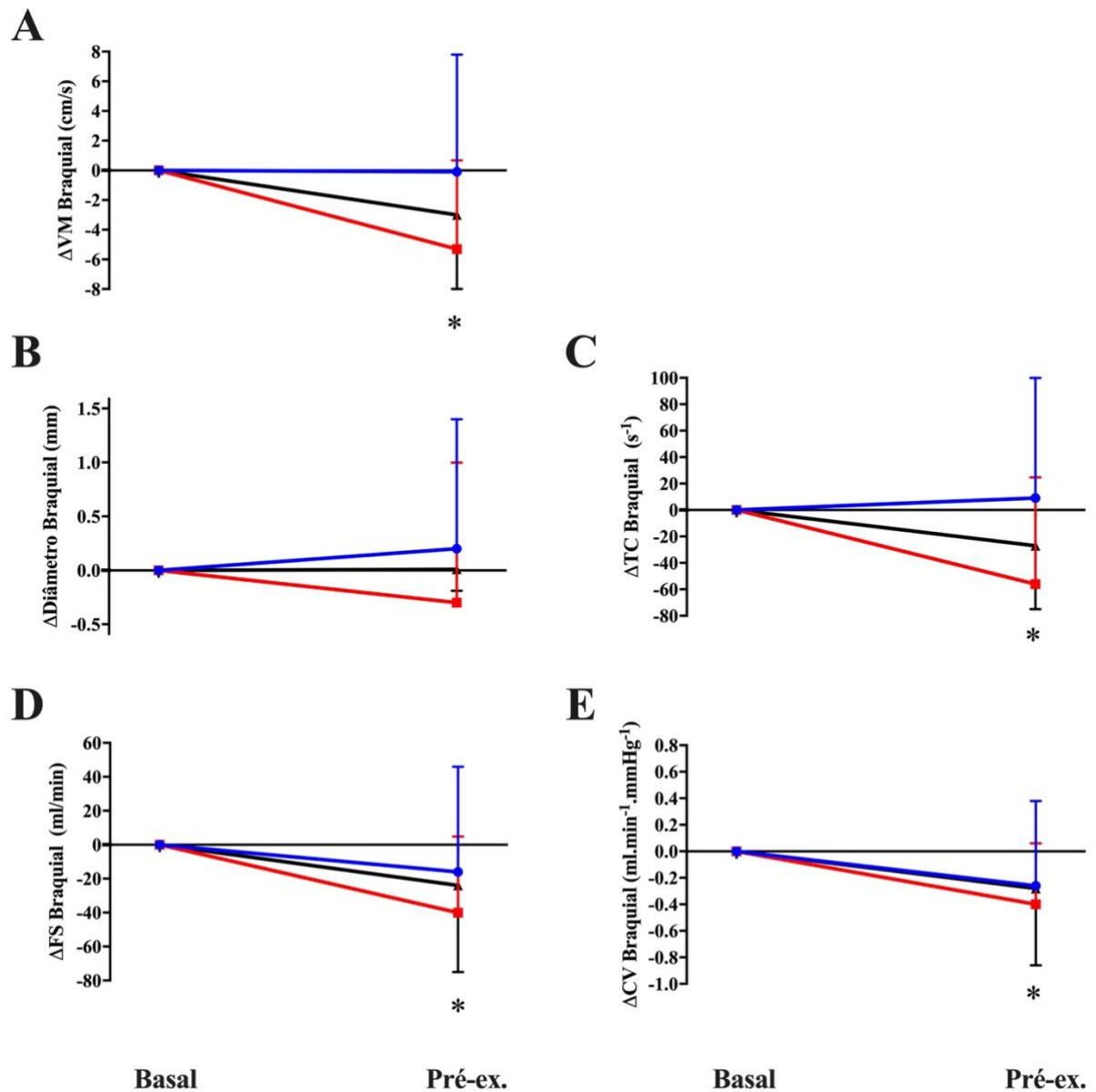
## 5.3.4. Efeito da intensidade da luz sobre a função vascular na condição de repouso

Os valores de velocidade média de fluxo sanguíneo (cm/s), diâmetro (mm), taxa de cisalhamento ( $s^{-1}$ ), FS (ml/min) e CV ( $ml \cdot min^{-1} \cdot mmHg^{-1}$ ) da artéria braquial, medidos pela ultrassonografia, no Basal e Pré-ex, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados em valores absolutos na Tabela 6 e como deltas das diferenças entre Basal e Pré-ex. na Figura 8.

**Tabela 6.** Influência da intensidade da luz sobre a função vascular da artéria braquial medida no Basal e Pré-ex nas três sessões experimentais.

		<b>Basal</b>	<b>Pré-ex.</b>	<i>P<sub>s</sub></i>	<i>P<sub>t</sub></i>	<i>P<sub>s x t</sub></i>
<b>VM<sub>b</sub> (cm/s)</b>	<b>LC</b>	12 ± 4	11 ± 6*	0,99	<b>&lt;0,01</b>	0,34
	<b>LI</b>	14 ± 7	9 ± 3*			
	<b>PN</b>	13 ± 5	10 ± 4*			
<b>D<sub>b</sub> (mm)</b>	<b>LC</b>	4,21 ± 0,64	4,12 ± 0,60	0,96	0,87	0,42
	<b>LI</b>	4,19 ± 0,50	4,17 ± 0,50			
	<b>PN</b>	4,17 ± 0,70	4,18 ± 0,80			
<b>TC<sub>b</sub> (s<sup>-1</sup>)</b>	<b>LC</b>	113 ± 28	114 ± 87*	0,98	<b>&lt;0,01</b>	0,27
	<b>LI</b>	137 ± 95	87 ± 29*			
	<b>PN</b>	127 ± 44	99 ± 41*			
<b>FS<sub>b</sub> (ml/min)</b>	<b>LC</b>	108 ± 62	84 ± 35*	0,60	<b>&lt;0,01</b>	0,77
	<b>LI</b>	110 ± 52	75 ± 33*			
	<b>PN</b>	117 ± 70	93 ± 74*			
<b>CV<sub>b</sub>(ml*min<sup>-1</sup>*mmHg<sup>-1</sup>)</b>	<b>LC</b>	1,2 ± 0,64	0,9 ± 0,40*	0,60	<b>&lt;0,01</b>	0,72
	<b>LI</b>	1,2 ± 0,57	0,8 ± 0,36*			
	<b>PN</b>	1,3 ± 0,76	1,0 ± 0,82*			

Dados: Média ± desvio padrão.  $P \leq 0,05$ ; \* diferente do Basal na mesma sessão experimental. VM – velocidade média de fluxo; D – diâmetro da artéria; TC – taxa de cisalhamento; FS – fluxo sanguíneo; CV – condutância vascular; <sub>b</sub> – artéria braquial; Pré-ex.- pré-exercício; LC- luz controle; LI- luz intensa; PN-penumbra.



**Figura 8.** Comparação dos deltas das diferenças entre o Basal e o Pré-ex (i.e., Pré-ex – Basal) da função vascular da artéria braquial avaliada em repouso pela ultrassonografia doppler após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra. Dados $\pm$ DP.  $P \leq 0,05$ . \*- diferente de Basal na mesma sessão experimental. VM – velocidade média de fluxo sanguíneo; TC- taxa de cisalhamento; FS- fluxo sanguíneo; CV- condutância vascular; Pré-ex.- pré-exercício.

Não houve diferença significativa nos valores basais de velocidade média de fluxo sanguíneo<sub>b</sub>, taxa de cisalhamento<sub>b</sub>, diâmetro<sub>b</sub>, FS<sub>b</sub> e CV<sub>b</sub> nas três sessões experimentais. Quanto ao comportamento da velocidade média de fluxo<sub>b</sub>, taxa de cisalhamento<sub>b</sub>, FS<sub>b</sub> e CV<sub>b</sub>, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas identificou diferença no efeito principal do tempo entre o

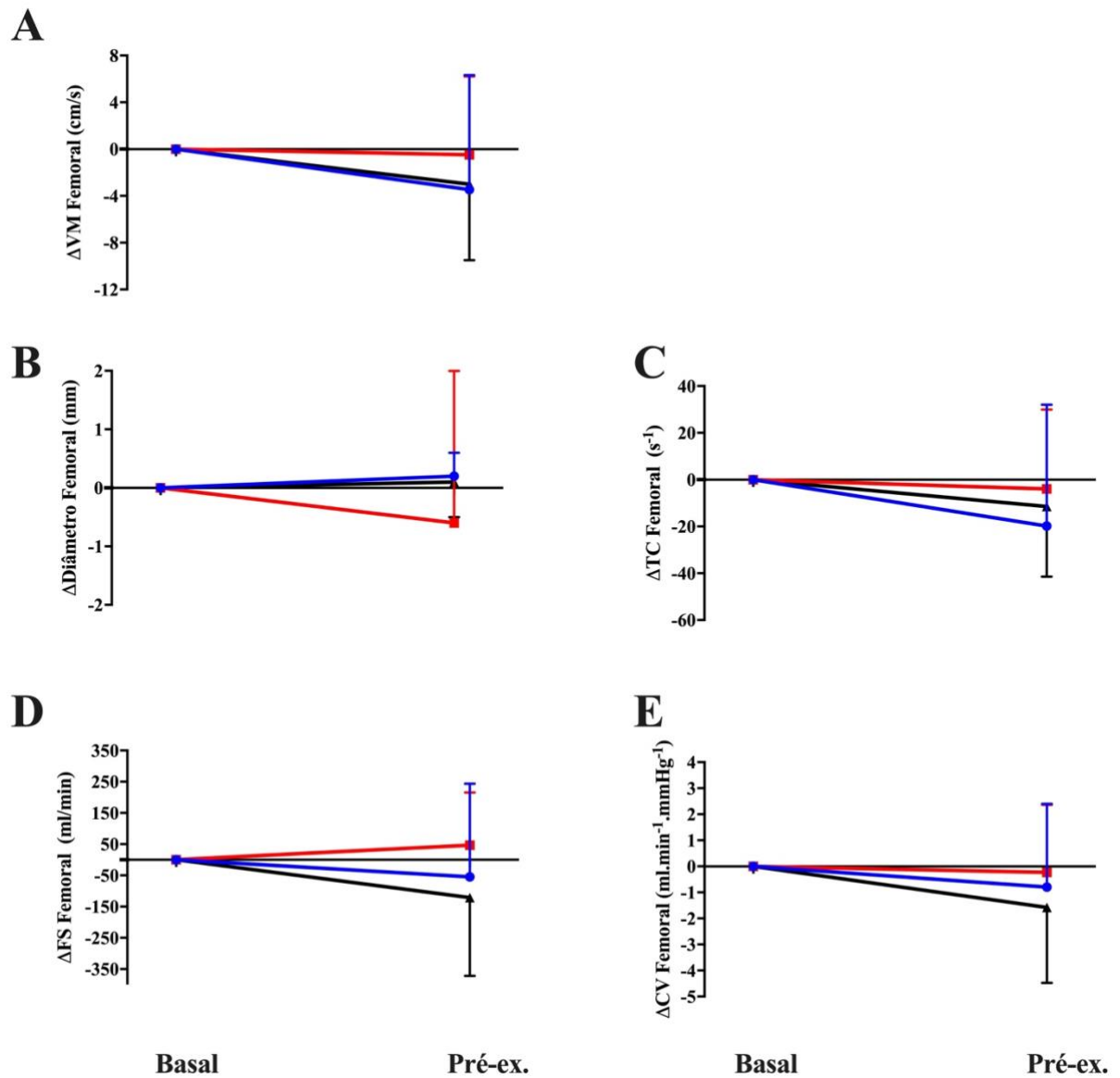
Basal e o Pré-ex, sendo observadas as suas reduções do Basal para o Pré-ex. O diâmetro<sub>f</sub> não se alterou do Basal para o Pré-ex (Tabela 6 e Figura 8).

Os valores de velocidade média do fluxo sanguíneo (cm/s), diâmetro (mm), taxa de cisalhamento ( $s^{-1}$ ), FS (ml/min) e CV ( $ml \cdot min^{-1} \cdot mmHg^{-1}$ ) da artéria femoral comum, medidos pela ultrassonografia, no Basal e Pré-ex, em repouso, nas três sessões experimentais estão representados em valores absolutos na Tabela 7 e como deltas das diferenças entre Basal e Pré-ex na Figura 9.

**Tabela 7.** Influência da intensidade da luz sobre a função vascular da artéria femoral medida no Basal e Pré-ex nas três sessões experimentais.

		<b>Basal</b>	<b>Pré-ex.</b>	<i>P<sub>s</sub></i>	<i>P<sub>t</sub></i>	<i>P<sub>s x t</sub></i>
<b>VM<sub>f</sub> (cm/s)</b>	<b>LC</b>	22 ± 8	19 ± 4	0,82	0,23	0,43
	<b>LI</b>	21 ± 5	22 ± 6			
	<b>PN</b>	21 ± 7	18 ± 6			
<b>D<sub>f</sub> (mm)</b>	<b>LC</b>	8,20 ± 1,1	8,38 ± 1,0	0,96	0,18	0,40
	<b>LI</b>	8,21 ± 0,9	8,15 ± 0,9			
	<b>PN</b>	8,20 ± 1,0	8,34 ± 1,3			
<b>TC<sub>f</sub> (<math>s^{-1}</math>)</b>	<b>LC</b>	111 ± 48	92 ± 24	0,50	0,20	0,57
	<b>LI</b>	111 ± 34	116 ± 36			
	<b>PN</b>	106 ± 37	95 ± 38			
<b>FS<sub>f</sub> (ml/min)</b>	<b>LC</b>	678 ± 240	623 ± 240	0,98	0,37	0,31
	<b>LI</b>	603 ± 94	657 ± 198			
	<b>PN</b>	678 ± 307	557 ± 191			
<b>CV<sub>f</sub> (<math>ml \cdot min^{-1} \cdot mmHg^{-1}</math>)</b>	<b>LC</b>	7,8 ± 2,7	7,0 ± 2,5	0,69	0,11	0,57
	<b>LI</b>	7,0 ± 1,1	6,8 ± 2,9			
	<b>PN</b>	7,9 ± 3,5	6,3 ± 2,1			

Dados: Média ± desvio padrão.  $P \leq 0,05$ ; \* diferente do Basal na mesma sessão experimental. VM – velocidade média de fluxo; D – diâmetro da artéria; TC – taxa de cisalhamento; FS – Fluxo sanguíneo da artéria; f- artéria femoral comum; Pré-ex.- pré-exercício; LC- luz controle; LI- luz intensa; PN-penumbra.



**Figura 9.** Comparação dos deltas das diferenças entre o Basal e o Pré-ex (i.e., Pré-ex – Basal) da função vascular da artéria femoral comum avaliada em repouso pela ultrassonografia doppler após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra. Dados $\pm$ DP.  $P \leq 0,05$ . \*- diferente de Basal na mesma sessão experimental. VM – velocidade média de fluxo; TC- taxa de cisalhamento; FS- fluxo sanguíneo arterial; CV- condutância vascular; Pré-ex.- pré-exercício.

Não houve diferença significativa nos valores basais de velocidade média de fluxo sanguíneo<sub>f</sub>, diâmetro<sub>f</sub>, taxa de cisalhamento<sub>f</sub>, FS<sub>f</sub> e CV<sub>f</sub> nas três sessões experimentais. Além disso, a ANOVA de 2 fatores para medidas repetidas não identificou diferenças nessas medidas entre o Basal e o Pré-ex nas três sessões experimentais (Tabela 7 e Figura 9).

## 5.4. Efeito da intensidade da luz sobre as respostas pós-exercício

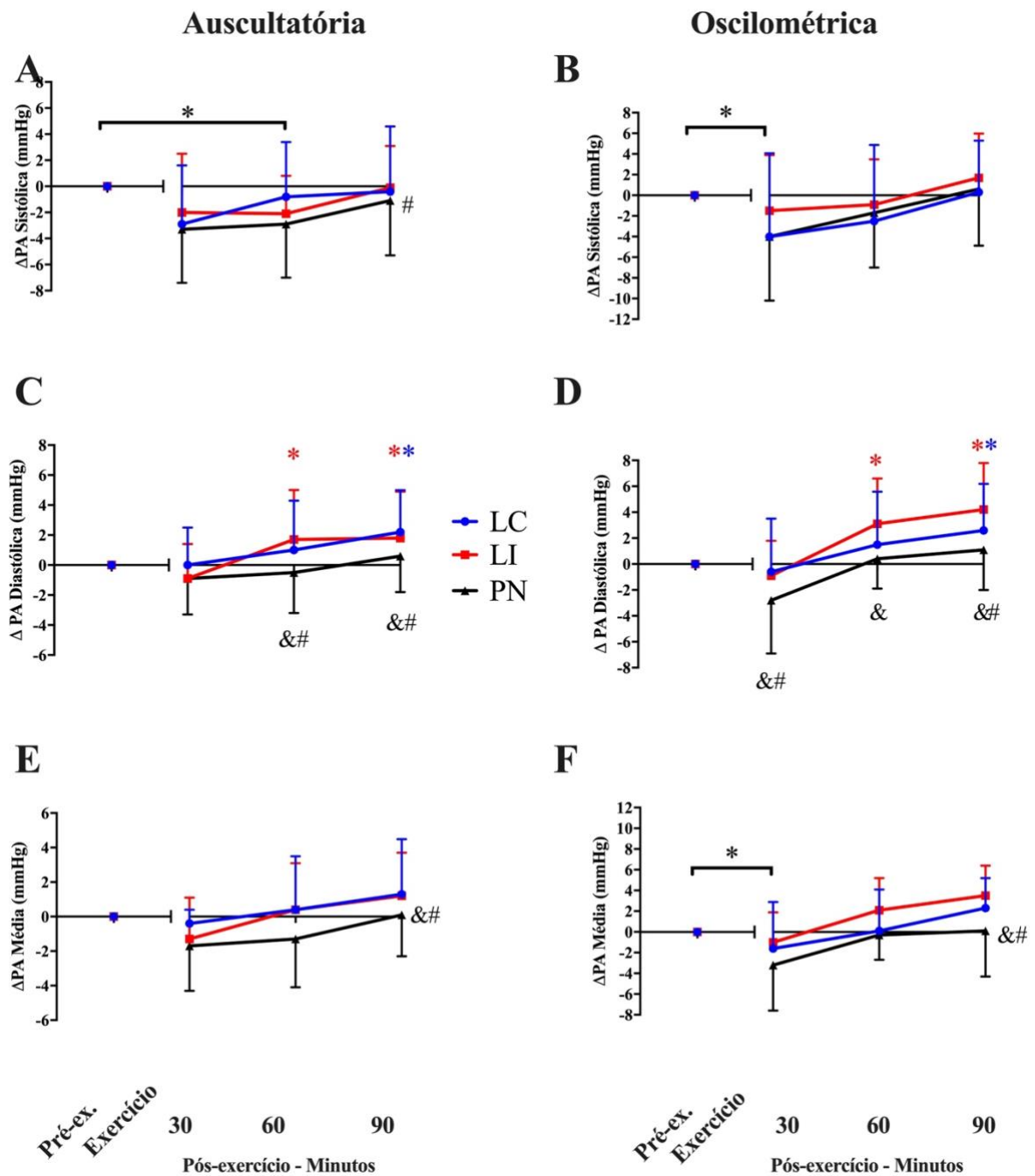
## 5.4.1. Efeito da intensidade da luz sobre as respostas de pressão arterial pós-exercício

Os valores de PA (mmHg) auscultatória e oscilométrica medidos Pré-ex e pós-exercício aos 30, 60 e 90 minutos estão representados na Tabela 8 e Figura 10.

**Tabela 8.** Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da pressão arterial (mmHg) medida Pré-ex e aos 30, 60 e 90 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	Pós30	Pós60	Pós90	<i>P<sub>s</sub></i>	<i>P<sub>t</sub></i>	<i>P<sub>sxt</sub></i>
<b>Auscultatória</b>								
PAS <sub>a</sub> (mmHg)	LC	119 ± 9	117 ± 8*	119 ± 9*	119±9	<b>0,03</b>	<b>&lt;0,01</b>	0,40
	LI	121 ± 8	119 ± 8*	121 ± 8*	120±8			
	PN	119 ± 8 <sup>#</sup>	116 ± 7* <sup>#</sup>	116 ± 7* <sup>#</sup>	117±7 <sup>#</sup>			
PAD <sub>a</sub> (mmHg)	LC	74 ± 7	73 ± 7	75 ± 7	76±7*	0,12	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,02</b>
	LI	75 ± 8	74 ± 8	76 ± 7*	77±8*			
	PN	74 ± 7	73 ± 7	73 ± 7 <sup>#&amp;</sup>	74±7 <sup>#&amp;</sup>			
PAM <sub>a</sub> (mmHg)	LC	89 ± 7	89 ± 7	90 ± 8	90±7	<b>0,03</b>	<b>&lt;0,01</b>	0,20
	LI	90 ± 7	89 ± 7	91 ± 7	91±7			
	PN	89 ± 6 <sup>#&amp;</sup>	87 ± 6 <sup>#&amp;</sup>	88 ± 6 <sup>#&amp;</sup>	89±6 <sup>#&amp;</sup>			
<b>Oscilométrica</b>								
PAS <sub>o</sub> (mmHg)	LC	120 ± 15	116 ± 10*	118 ± 11	120±13	0,14	<b>&lt;0,01</b>	0,75
	LI	120 ± 11	118 ± 10*	119 ± 11	122±11			
	PN	119 ± 10	115 ± 10*	117 ± 11	119±11			
PAD <sub>o</sub> (mmHg)	LC	71 ± 6	70 ± 6	72 ± 6	73±5*	<b>0,04</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,05</b>
	LI	69 ± 7	68 ± 7	73 ± 6*	74±8*			
	PN	70 ± 6	67 ± 7* <sup>#&amp;</sup>	70 ± 6 <sup>#</sup>	71±5 <sup>#&amp;</sup>			
PAM <sub>o</sub> (mmHg)	LC	87 ± 8	85 ± 6*	87 ± 7 <sup>#</sup>	89±8* <sup>#</sup>	<b>0,03</b>	<b>&lt;0,01</b>	0,11
	LI	86 ± 8	85 ± 7*	88 ± 7* <sup>#</sup>	90±8* <sup>#</sup>			
	PN	86 ± 6 <sup>#&amp;</sup>	83 ± 7* <sup>#&amp;</sup>	86 ± 6 <sup>#&amp;</sup>	86±5* <sup>#&amp;</sup>			

Dados: Média±desvio padrão.  $P \leq 0,05$ . \*-diferente de Pré-ex. na mesma sessão; #-diferente da luz intensa; &- diferente da luz controle; PAS—pressão arterial sistólica; PAD—pressão arterial diastólica; PAM- pressão arterial média. a—método auscultatório; o—método oscilométrico; Pré-ex—pré-exercício; LC-luz controle; LI-luz intensa; PN-penumbra.



**Figura 10.** Comparação dos deltas das diferenças entre o Pré-ex e o pós-exercício (i.e., 30 min pós-exercício – Pré-ex; 60 min pós-exercício – Pré-ex, 90 min pós-exercício-Pré-ex, i.e., pós-exercício – Pré-ex) da PA avaliada em repouso pelo método auscultatório e oscilométrico após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra. Dados $\pm$ DP.  $P \leq 0,05$ . \*- diferente de Pré-ex na mesma sessão experimental; #- diferente da sessão luz intensa; &- diferente da sessão luz controle. PA- pressão arterial auscultatória (figuras A, C, E) e oscilométrica (figuras B, D, F); Pré-ex.- pré exercício.

A PAS<sub>a</sub> e PAS<sub>o</sub> apresentaram valores absolutos semelhantes no Pré-ex nas três sessões experimentais analisados através da ANOVA de 1 fator. Quanto ao comportamento pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal da sessão significativa para a PAS<sub>a</sub>, observando-se valores mais elevados na sessão LI comparada à sessão PN. Além disso, observou-se também efeito do tempo, com a HPE ocorrendo até os 60 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais. Na PAS<sub>o</sub> a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal do tempo significativo para a PAS<sub>o</sub>, observando-se a HPE ocorrendo no Pós30 (Tabela 8 e Figuras 10A e 10B).

A PAD<sub>a</sub> e PAD<sub>o</sub> apresentaram valores absolutos semelhantes no Pré-ex nas três sessões experimentais analisados através da ANOVA de 1 fator. Pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou interação para o aumento da PAD<sub>a</sub> e PAD<sub>o</sub> a partir dos 60 e 90 minutos pós-exercício nas sessões LI e LC em relação aos valores Pré-ex, respectivamente, o que foi diferente da manutenção observada na sessão PN (Tabela 8 e Figuras 10C e 10D).

A PAM<sub>a</sub> e PAM<sub>o</sub> apresentaram valores absolutos semelhantes no Pré-ex nas três sessões experimentais analisados através da ANOVA de 1 fator. Pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal da sessão com valores elevados para a PAM<sub>a</sub> e PAM<sub>o</sub>, nas sessões LI e LC comparados à PN. Houve também efeito principal do tempo com redução da PAM<sub>o</sub> até os 30 minutos pós-exercício de forma similar em todas as sessões experimentais (Tabela 8 e Figuras 10E e 10F).

#### 5.4.2. Efeito da intensidade da luz sobre as respostas de frequência cardíaca pós-exercício

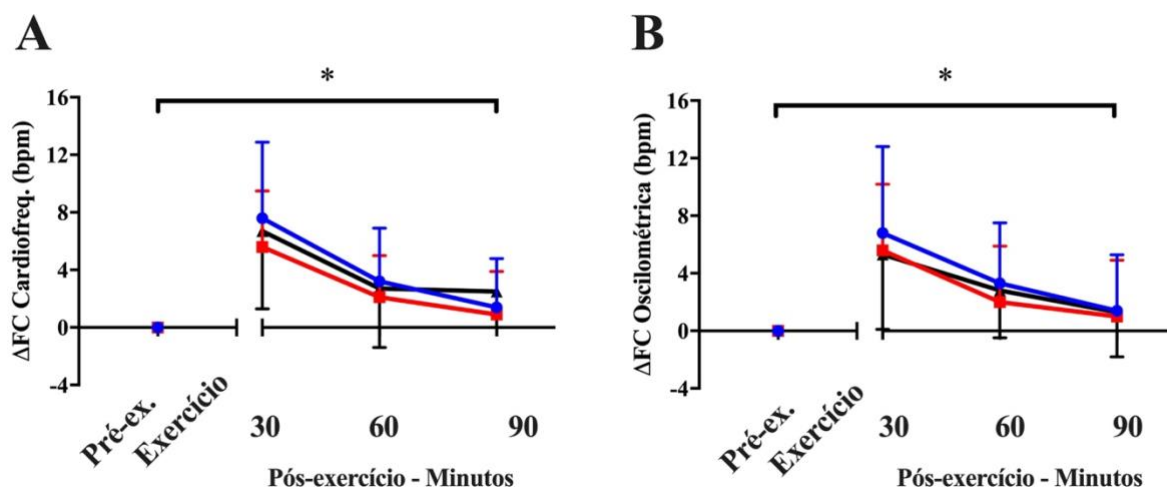
Os valores de FC medidas pelo cardiofrequencímetro (FC<sub>c</sub> bpm) e através do aparelho de pressão arterial oscilométrico (FC<sub>o</sub> bpm) medidos Pré-ex e pós-exercício aos 30, 60 e 90 minutos estão representados na Tabela 9 e Figura 11.



**Tabela 9.** Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da frequência cardíaca (bpm) medida Pré-ex e aos 30, 60 e 90 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	Pós30	Pós60	Pós90	$P_s$	$P_t$	$P_{s \times t}$
<b>FC<sub>c</sub>(bpm)</b>	<b>LC</b>	61 ± 8	68 ± 10*	64 ± 9*	61 ± 8*	0,38	<0,01	0,37
	<b>LI</b>	62 ± 10	68 ± 11*	64 ± 10*	63 ± 10*			
	<b>PN</b>	60 ± 8	67 ± 10*	63 ± 10*	63 ± 8*			
<b>FC<sub>o</sub>(bpm)</b>	<b>LC</b>	60 ± 8	67 ± 10*	64 ± 10*	58 ± 16	0,43	<0,01	0,32
	<b>LI</b>	62 ± 10	67 ± 11*	64 ± 10*	63 ± 10			
	<b>PN</b>	61 ± 8	66 ± 11*	63 ± 10*	62 ± 9			

Dados: Média ± desvio padrão.  $P \leq 0,05$ ; \*Diferente do Pré-ex. na mesma sessão experimental. FC- frequência cardíaca; c- cardiofrequencímetro; o- oscilométrica; Pré-ex.- pré-exercício; LC- luz controle; LI- luz intensa; PN-penumbra.



**Figura 11.** Comparação dos deltas das diferenças entre o Pré-ex e o pós-exercício (i.e., 30 min pós-exercício – Pré-ex; 60 min pós-exercício – Pré-ex, 90 min pós-exercício-Pré-ex, i.e., pós-exercício – Pré-ex) da FC avaliada em repouso pelo cardiofrequencímetro e pelo método oscilométrico após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN-penumbra. Dados±DP.  $P \leq 0,05$ . \*- diferente de pré-exercício na mesma sessão experimental; FC- frequência cardíaca; Cardiofreq.- cardiofrequencímetro; Pré-ex.- pré exercício.

A  $FC_c$  e  $FC_o$  apresentaram valores absolutos semelhantes no Pré-ex nas três sessões experimentais analisados através da ANOVA de 1 fator. Quanto ao comportamento pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal do tempo com aumento da  $FC_c$  e  $FC_o$ , por todo o período pós-exercício de forma similar em todas as sessões experimentais (Tabela 9 e Figura 11).

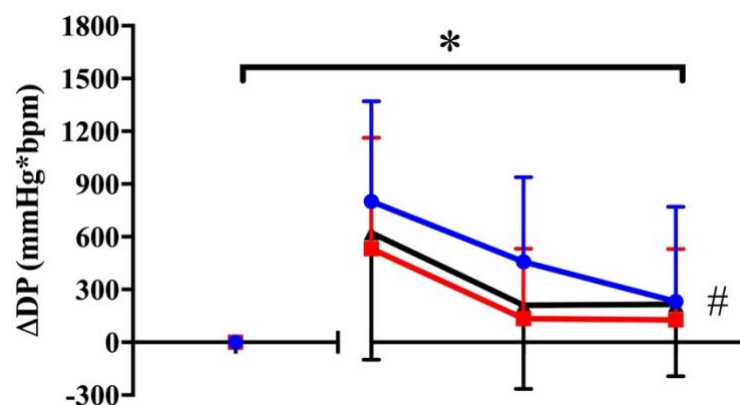
#### 5.4.2. Efeito da intensidade da luz sobre as respostas do duplo produto pós-exercício

Os valores de DP (mmHg\*bpm) calculados Pré-ex e pós-exercício aos 30, 60 e 90 minutos estão representados nas Tabela 10 e Figura 12.

**Tabela 10.** Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício do duplo produto (mmHg\*bpm) calculado Pré-ex e aos 30, 60 e 90 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		Pré-ex.	Pós30	Pós60	Pós90	$P_s$	$P_t$	$P_{s \times t}$
DP(mmHg*bpm)	LC	7320±1076	8121±1254*	7779±1230*	7455±1026*	<b>0,02</b>	<b>&lt;0,01</b>	0,27
	LI	7641±1325	8174±1222*	7776±1161*	7768±1204*			
	PN	7224±1034#	7847±1242*#	7435±1293*#	7441±1147*#			

Dados: Média  $\pm$  desvio padrão.  $P \leq 0,05$ ; \*Diferente do Pré-ex. na mesma sessão experimental. DP-duplo produto; Pré-ex.- pré-exercício; LC- luz controle; LI- luz intensa; PN-penumbra.



**Figura 12.** Comparação dos deltas das diferenças entre o Pré-ex e o pós-exercício (i.e., 30 min pós-exercício – Pré-ex; 60 min pós-exercício – Pré-ex, 90 min pós-exercício-Pré-ex, i.e., pós-exercício – Pré-ex) do DP calculado em repouso após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra. Dados $\pm$ DP.  $P \leq 0,05$ . \*- diferente de pré-exercício na mesma sessão experimental; DP- duplo produto; Pré-ex.- pré exercício.

O DP apresentou valores absolutos semelhantes no Pré-ex nas três sessões experimentais analisados através da ANOVA de 1 fator. Quanto ao comportamento pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal da sessão significativa para o DP, observando-se valores mais elevados na sessão LI comparada à sessão PN. Além disso, observou-se efeito principal do tempo com aumento do DP por todo o período pós-exercício em todas as sessões experimentais (Tabela 10 e Figura 12).

#### 5.4.3 Efeito da intensidade da luz sobre as respostas da função vascular pós-exercício

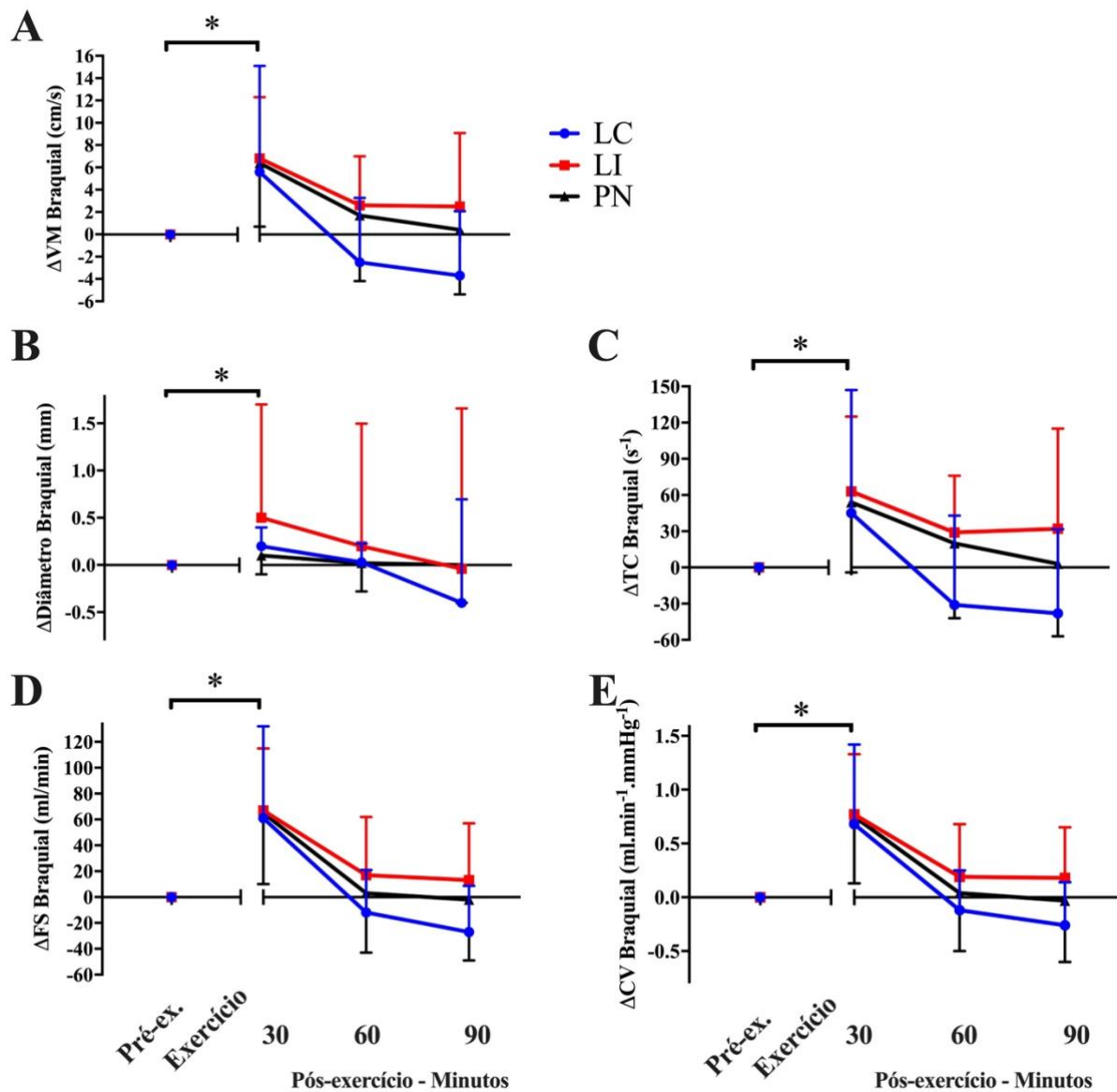
Os valores de velocidade média do fluxo sanguíneo (cm/s), diâmetro (mm), taxa de cisalhamento ( $s^{-1}$ ), FS (ml/min) e CV ( $ml \cdot min^{-1} \cdot mmHg^{-1}$ ) da artéria braquial medidos pela ultrassonografia no Pré-ex e pós-exercício aos 30, 60 e 90 minutos estão representados em valores absolutos na Tabela 11 e em deltas entre os valores pré e pós-exercício na Figura 13.

**Tabela 11.** Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da função vascular da artéria braquial medidos Pré-ex e aos 30, 60 e 90 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		<b>Pré-ex.</b>	<b>Pós30</b>	<b>Pós60</b>	<b>Pós90</b>	<b><i>P<sub>s</sub></i></b>	<b><i>P<sub>t</sub></i></b>	<b><i>P<sub>s x t</sub></i></b>
<b>VM<sub>b</sub> (cm/s)</b>	<b>LC</b>	11 ± 6	17±8*	9±2	8±1	0,62	<b>&lt;0,01</b>	0,32
	<b>LI</b>	9 ± 3	15±6*	11±4	12±6			
	<b>PN</b>	10 ± 4	17±8*	12±6	11±7			
<b>D<sub>b</sub> (mm)</b>	<b>LC</b>	4,12 ± 0,6	4,30±0,6*	4,15±0,7	3,97±0,7	0,39	<b>&lt;0,01</b>	0,40
	<b>LI</b>	4,17 ± 0,5	4,38±0,6*	4,06±0,5	4,11±0,6			
	<b>PN</b>	4,18 ± 0,8	4,32±0,7*	4,20±0,6	4,18±0,6			
<b>TS<sub>b</sub> (s-1)</b>	<b>LC</b>	114 ± 87	159±88*	84±21	82±20	0,77	<b>&lt;0,01</b>	0,29
	<b>LI</b>	87 ± 29	143±74*	110±49	121±90			
	<b>PN</b>	99 ± 41	154±70*	119±90	103±68			
<b>FS<sub>b</sub>(ml/min)</b>	<b>LC</b>	84 ± 35	145 ± 79*	72 ± 30	61±27	0,35	<b>&lt;0,01</b>	0,62
	<b>LI</b>	75 ± 33	137 ± 64*	87 ± 49	89 ± 41			
	<b>PN</b>	93 ± 74	158 ± 115*	96 ± 46	91±80			
<b>CV<sub>b</sub>(ml*min<sup>-1</sup>*mmHg<sup>-1</sup>)</b>	<b>LC</b>	0,9 ± 0,4	1,6 ± 0,8*	0,8 ± 0,3	0,7±0,3	0,25	<b>&lt;0,01</b>	0,71
	<b>LI</b>	0,8 ± 0,4	1,5 ± 0,7*	0,9 ± 0,5	1,0 ± 0,4			
	<b>PN</b>	1,0 ± 0,8	1,8 ± 1,3*	1,1 ± 0,5	1,0±0,9			

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

VM – velocidade média de fluxo; D – diâmetro da artéria braquial; TC – taxa de cisalhamento; FS – fluxo sanguíneo; CV – condutância vascular; <sub>b</sub> – artéria braquial; Pré-ex.- pré exercício; LC- luz controle; LI- luz intensa; PN-penumbra.



**Figura 13.** Comparação dos deltas das diferenças entre o Pré-ex e o pós-exercício (i.e., 30 min pós-exercício – Pré-ex; 60 min pós-exercício – Pré-ex, 90 min pós-exercício-Pré-ex, i.e., pós-exercício – Pré-ex) da função vascular da artéria braquial avaliada em repouso pela ultrassonografia doppler após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra. Dados $\pm$ DP.  $P \leq 0,05$ . \*- diferente de Pré-ex na mesma sessão experimental. VM – velocidade média de fluxo; D- diâmetro da artéria; TC- taxa de cisalhamento; FS- fluxo sanguíneo; CV- condutância vascular; Pré-ex.- pré exercício.

A velocidade média de fluxo sanguíneo<sub>b</sub>, a taxa de cisalhamento<sub>b</sub>, o diâmetro<sub>b</sub>, FS<sub>b</sub> e CV<sub>b</sub> apresentaram valores absolutos semelhantes no Pré-ex nas três sessões experimentais analisados através da ANOVA de 1 fator. Quanto ao comportamento pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal do tempo aumento para todas as variáveis mencionadas

até os 30 minutos pós-exercício de forma similar em todas as sessões experimentais (Tabela 11 e Figura 13).

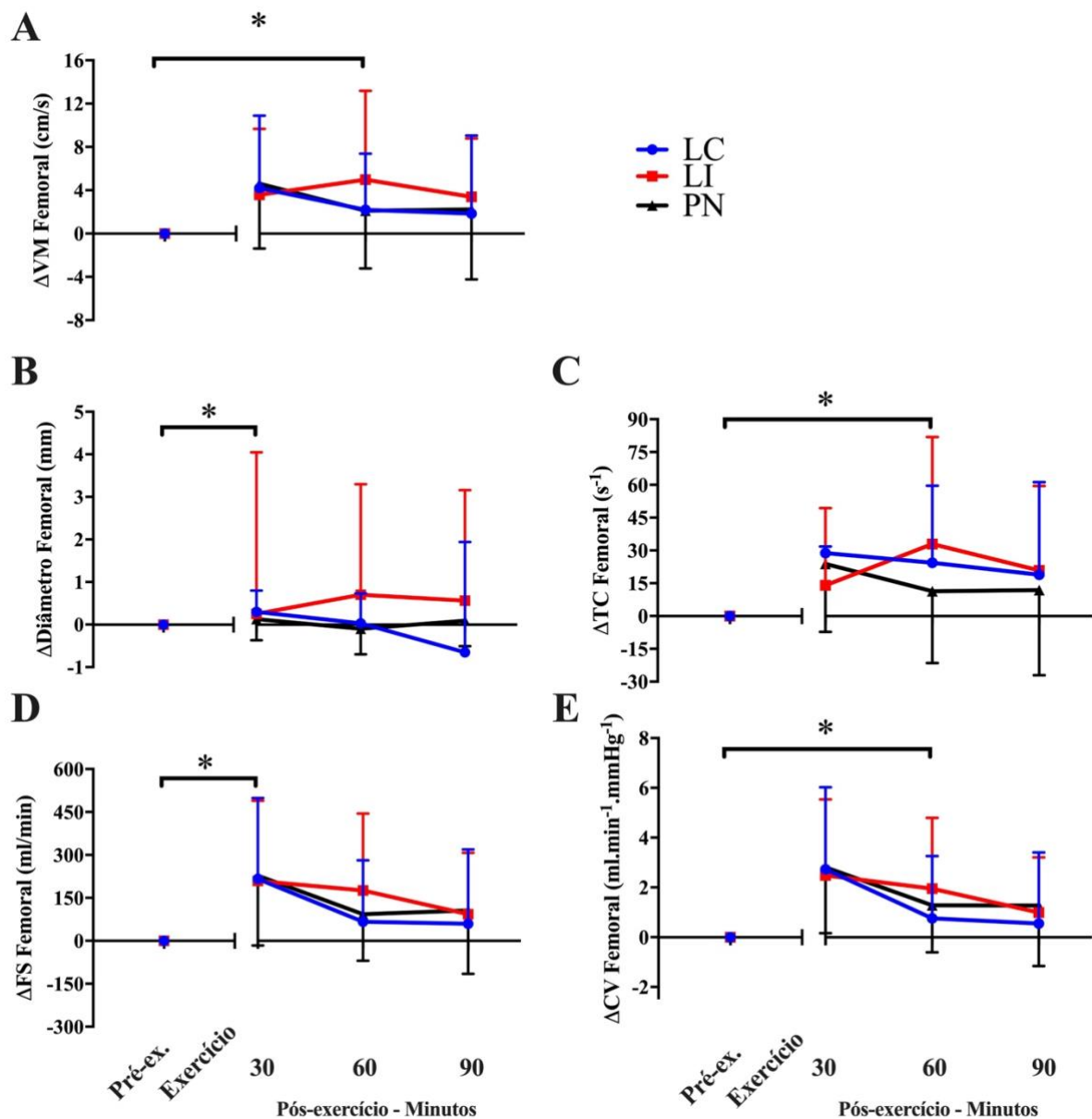
Os valores de velocidade média do fluxo sanguíneo (cm/s), diâmetro (mm), taxa de cisalhamento ( $s^{-1}$ ), FS (ml/min) e CV ( $CV_b \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mmHg}^{-1}$ ) da artéria femoral comum medidos pela ultrassonografia no Pré-ex e pós-exercício aos 30, 60 e 90 minutos estão representados em valores absolutos na Tabela 12 e em deltas entre os valores pré e pós-exercício na Figura 14.

**Tabela 12.** Efeito da intensidade da luz sobre o comportamento pós-exercício da função vascular da artéria femoral comum medidos Pré-ex e aos 30, 60 e 90 minutos pós-exercício nas três sessões experimentais.

		<b>Pré-ex.</b>	<b>Pós30</b>	<b>Pós60</b>	<b>Pós90</b>	<i>P<sub>s</sub></i>	<i>P<sub>t</sub></i>	<i>P<sub>s x t</sub></i>
<b>VM<sub>f</sub> (cm/s)</b>	<b>LC</b>	19 ± 5	24±5*	22±5*	21±6	0,06	<b>0,03</b>	0,22
	<b>LI</b>	22 ± 6	24±7*	26±10*	24±9			
	<b>PN</b>	18± 6	24±7*	21±7*	21±6			
<b>D<sub>f</sub> (mm)</b>	<b>LC</b>	8,4 ± 1,0	8,7±0,9*	8,4±1,1	8,3±1,0	0,39	<b>&lt;0,01</b>	0,40
	<b>LI</b>	8,1 ± 0,9	8,4±1,1*	8,2±1,0	8,1±1,1			
	<b>PN</b>	8,3 ± 1,3	8,4±1,0*	8,3±1,0	8,4±1,0			
<b>TS<sub>f</sub> (s<sup>-1</sup>)</b>	<b>LC</b>	92 ± 24	121±27*	116±36*	110±37	0,06	<b>0,03</b>	0,19
	<b>LI</b>	116 ± 36	120±42*	139±61*	127±60			
	<b>PN</b>	95 ± 38	118±41*	106±38*	106±42			
<b>FS<sub>f</sub> (ml/min)</b>	<b>LC</b>	623 ± 240	839 ± 197*	690 ± 184	647±151	0,30	<b>0,02</b>	0,32
	<b>LI</b>	657 ± 198	769 ± 224*	774 ± 213	691 ±204			
	<b>PN</b>	557 ± 191	785 ± 271*	650 ± 200	663±172			
<b>CV<sub>f</sub> (ml·min<sup>-1</sup>· mmHg<sup>-1</sup>)</b>	<b>LC</b>	7,0 ± 2,6	9,7 ± 2,5*	7,8 ± 1,9*	7,3±1,4	0,53	<b>&lt;0,01</b>	0,31
	<b>LI</b>	6,8 ± 2,9	9,0 ± 2,4*	8,7 ± 2,3*	7,8 ±2,4			
	<b>PN</b>	6,3 ± 2,1	9,1 ± 2,7*	7,6 ± 2,1*	7,6±2,0			

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

VM – velocidade média de fluxo; D – diâmetro da artéria; TC – taxa de cisalhamento; FS – fluxo sanguíneo; CV – condutância vascular; *f* – artéria femoral comum; Pré-ex.- pré exercício; LC- luz controle; LI- luz intensa; PN-penumbra.



**Figura 14.** Comparação dos deltas das diferenças entre o Pré-ex e o pós-exercício (i.e., 30 min pós-exercício – Pré-ex; 60 min pós-exercício - Pré-ex, 90 min pós-exercício- Pré-ex, i.e., pós-exercício – Pré-ex) da função vascular da artéria femoral comum avaliada em repouso pela ultrassonografia doppler após exposição às três intensidades de luz: LC- luz controle; LI- luz intensa; PN- penumbra. Dados $\pm$ DP.  $P \leq 0,05$ . \*- diferente de Pré-ex na mesma sessão experimental. VM – velocidade média de fluxo; TC- taxa de cisalhamento; FS- fluxo sanguíneo; CV- condutância vascular; Pré-ex.- pré-exercício.

A velocidade média do  $FS_f$ , diâmetro $_f$ , taxa de cisalhamento $_f$ ,  $FS_f$  e  $CV_f$  apresentaram valores absolutos semelhantes no Pré-ex nas três sessões experimentais analisados através da ANOVA de 1 fator. Quanto ao comportamento pós-exercício, a ANOVA de 2 fatores identificou efeito principal do tempo com aumento da velocidade média do  $FS_f$ , da taxa de

cisalhamento<sub>r</sub> e da CV<sub>r</sub> até os 60 minutos, enquanto o diâmetro<sub>r</sub> e o FS<sub>r</sub> aumentaram até os 30 minutos pós-exercício de forma similar em todas as sessões experimentais (Tabela 12 e Figura 14).

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1. Resultados principais

Os principais resultados do estudo foram:

- a) A intensidade da luz durante o repouso não influenciou a PA, a FC, e as respostas vasculares das artérias braquial e femoral comum;
- b) Pós-exercício, a PAD permaneceu mais baixa na sessão PN comparadas às sessões LC e LI;
- c) Os valores de PAS e DP foram menores durante a sessão PN comparadas à LI, enquanto a PAM foi menor em PN comparada à LC e LI;
- d) A intensidade da luz não influenciou as respostas vasculares pós-exercício das artérias braquial e femoral comum, que aumentaram igualmente nas três sessões.

### 6.2. Efeito da intensidade da luz sobre a pressão arterial, a função vascular e frequência cardíaca na condição de repouso

Enquanto a PAS não se alterou na condição de repouso a PAD e PAM aumentaram nesse período do Basal para o Pré-ex em  $+1 \pm 2$  mmHg. O que não é esperado quando a medida de repouso ocorre na posição supina (6, 79–85). Foi observado um comportamento semelhante em um estudo prévio durante a sessão controle (i.e., quando os indivíduos não realizaram exercício) com aumentos em torno de +5 mmHg PAS, +4mmHg PAD e +4mmHg PAM (86). Entre os fatores que permitem comparação, além da amostra composta por homens adultos jovens, e da posição supina, destaca-se o horário (79). O experimento iniciou-se às 12:30 h – horário próximo do início do presente estudo (13 h) – e o intervalo entre as medidas pré e pós-controle foi de 50 minutos, similar ao intervalo de 60 min entre Basal e Pré-ex do presente estudo. Em condições ambulatoriais, espera-se que após o aumento da PA no período da manhã ocorra um nadir no começo da tarde (87, 88). A redução da PA nesse período é principalmente associada ao período de digestão após uma refeição (i.e., almoço), fenômeno conhecido como hipotensão



pós-prandial, que engloba uma janela de 2 h pós-refeição e pode chegar à -20 mmHg na PAS(89). Entretanto, a PA aumenta continuamente até atingir o seu pico ~20 h em protocolos validados para avaliação do ritmo circadiano em humanos, ou seja, sem o nadir esperado no meio da tarde (90, 91). Nesses estudos, entre outros aspectos os indivíduos permanecem na mesma posição e recebem alimentação iscalórica, em pequenas porções e sempre no mesmo intervalo de tempo (i.e., normalmente a cada 3 h) (90, 91). Embora o presente estudo não tenha conduzido um protocolo para a avaliação do ritmo circadiano, o efeito da refeição foi minimizado, uma vez que os indivíduos foram instruídos a realizar uma refeição leve 2 h antes do início do experimento. Dessa forma, é possível sugerir que a janela de hipotensão pós-prandial tenha acabado antes mesmo do experimento se iniciar, favorecendo o aumento contínuo da PA (como em situações de rotina constante), como foi observado.

Em relação à influência da luz na PA, alguns estudos (15, 56) mas não todos (27) encontraram aumento da PA após exposição à LI comparada à PN. O aumento observado ocorreu exclusivamente na PAS entre 6 e 8 mmHg após exposição à LI por 2 a 3 horas comparada à PN (15, 56). Diferentemente, no presente estudo no período Pré-ex (50 minutos) e no estudo de Saito e cols. (1996) (27) (15 minutos) o tempo de exposição à LI foi mais curto, o que sugere que esse fator pode influenciar na resposta da PA à luz. Além disso, os estudos citados acima foram realizados pela manhã (27) ou à noite (15, 56), enquanto o presente estudo foi realizado à tarde, sendo possível que a fase do dia influencie nessa resposta.

O aumento da PAD e PAM nesse período possivelmente se refletiu na redução do FS e da CV da artéria braquial. O aumento da PA está associado ao aumento da ação vasoconstritora, o que explica a diminuição dessas variáveis (92, 93). Entretanto, o FS e a CV da artéria femoral permaneceram iguais nesse período. Uma possível explicação pode se dever ao fato de a artéria femoral comum ter um calibre maior, tendo aproximadamente o dobro do diâmetro da artéria braquial. Como o cálculo da FS e, conseqüentemente, da CV é influenciado pelo diâmetro arterial, é possível que o aumento de PA não tenha sido suficiente para causar efeito sobre o FS e a CV na artéria femoral comum.

No mesmo sentido ao observado para PA e FC, não houve influência da intensidade da luz na função vascular das artérias braquial e femoral comum no repouso. Até a finalização dessa dissertação, não encontramos nenhum estudo que avaliou a influência da intensidade de luz na função vascular. Similarmente, a FC diminuiu no mesmo período igualmente em todas as sessões. Esse comportamento está possivelmente relacionado ao controle barorreflexo cardíaco como uma resposta reflexa ao aumento da PAD e PAM (94). Vale destacar que a queda da FC aliada à manutenção da PAS levou à diminuição do DP ( $-1026 \pm 1188$  bpm\*mmHg), que ocorreu

igualmente nas três sessões. Assim como no presente estudo, Burgees e cols. (2001) não observaram influência da intensidade da luz na FC(56), enquanto o aumento da FC após exposição à LI em comparação à PN foi observado em outros estudos(15, 27). Saito e cols. (1996) observaram aumento de +7 bpm após exposição à LI comparada à PN (27). Além disso, a exposição à LI aumentou a ANS (27), efeito que pode levar ao aumento da FC. Porém, outros fatores como a ação do barorreflexo, o tempo de exposição e o horário de exposição podem influenciar nessa resposta e mais estudos são necessários.

### 6.3. Efeito da intensidade da luz sobre a pressão arterial, função vascular e frequência cardíaca pós-exercício

Após a realização do exercício aeróbico moderado em cicloergômetro por 30 minutos foi observada HPE tanto na medida auscultatória quanto na oscilométrica, independente da intensidade da luz. A PAS<sub>a</sub> permaneceu reduzida até os 60 minutos pós-exercício ( $-2\pm 3$  mmHg), a PAS<sub>o</sub> até os 30 minutos pós-exercício ( $-3\pm 4$  mmHg), e a PAM<sub>o</sub> até os 30 minutos pós-exercício ( $-2\pm 3$  mmHg) em relação aos valores Pré-ex. Mesmo sem influenciar a resposta pós-exercício, a exposição à luz fez com que PAS e PAM permanecessem elevadas em LI e LC comparadas a PN. Assim, os valores de PAS<sub>a</sub> permaneceram elevados na LI em relação à PN (LI- $120\pm 8$ ; PN  $117\pm 7$  mmHg,  $P_{\text{sessão}}=0,03$ ). Além disso, os valores de PAM das sessões LC e LI permaneceram elevados em relação à PN tanto na PAM<sub>a</sub> (LC- $89\pm 7$ ; LI-  $90\pm 7$ ; PN-  $88\pm 6$  mmHg,  $P_{\text{sessão}}=0,03$ ), quanto na PAM<sub>o</sub> (LC –  $87\pm 7$ ; LI-  $87\pm 7$ ; PN-  $85\pm 6$  mmHg,  $P_{\text{sessão}}=0,03$ ).

Considerando-se a influência da luz na resposta da PAD pós-exercício, esta subiu e permaneceu elevada até 90 minutos pós-exercício nas sessões LC (PAD<sub>a</sub> -  $+2\pm 3$ ; PAD<sub>o</sub>-  $+3\pm 4$  mmHg) e LI (PAD<sub>a</sub>-  $+2\pm 3$ ; PAD<sub>o</sub> -  $+4\pm 4$  mmHg) comparados aos valores Pré-ex, o que foi diferente da manutenção (PAD<sub>a</sub>) e diminuição na PAD<sub>o</sub> até 30 minutos pós-exercício na sessão PN. Isso sugere que a exposição a diferentes intensidades de luz por um período prolongado pode impactar na PA, e dessa forma, possivelmente nos mecanismos que a regulam. Nesse sentido, os estudos com exposição mais prolongada (pelo menos 3 horas) à LI em comparação à PN observaram aumento da PA (15, 56), enquanto a exposição mais curta de 30 minutos não viu diferença (27). Dessa forma, é possível supor que a exposição à LI nos olhos por um período mais longo influencie a atividade do sistema não formador de imagem (95) e sua aferências aos NSQ(53). O NSQ através de projeções multisinápticas estimula o centro de regulação autonômica cardiovascular (21). Isso ocorre através de uma rede de traçados multisinápticos entre o NSQ e o coração, passando pelo núcleo paraventricular, que foi descoberta em um

estudo com modelos animais (22). Assim, possivelmente, a exposição à LI levou ao aumento da ANS (18), e teve como consequência o aumento da PA.

A HPE apresentou magnitude semelhante para a PAS comparada à última meta-análise sobre o tema, na qual foi encontrada redução em torno de -5 mmHg para participantes homens, -4 mmHg em normotensos, -5 mmHg quando o exercício foi realizado em cicloergômetro (i.e., mesma massa muscular envolvida), e quando o exercício é realizado à tarde -5 mmHg (4). O mesmo estudo ainda destacou que a HPE apresenta menor magnitude em jovens, saudáveis e não obesos (4), o que poderia explicar o fato da diminuição na PAS ter sido levemente inferior à da meta-análise mencionada. Já para a PAD, é comum os estudos não encontrarem diminuição dessa variável em relação aos valores Pré-ex(12, 50, 96–98). A HPE na PAD parece apresentar uma reprodutibilidade baixa com coeficiente de correlação intraclasse de -0,03 em comparação à PAS que é de 0,76 (99).

Dentre os mecanismos que explicam a HPE, a resposta esperada é que a vasodilatação ocorrida durante o exercício permaneça no pós-exercício facilitando assim a diminuição da RVP. No presente estudo, o aumento do FS tanto no membro inativo (artéria braquial), como no membro ativo (artéria femoral comum) foi observado aos 30 minutos pós-exercício. O aumento da  $CV_b$  foi observado no Pós30, enquanto na  $CV_f$  foi observado aumento até o Pós60. Esses resultados ocorreram em paralelo à diminuição da PAS e PAM sugerindo que a redução da RVP pode ter contribuído na diminuição da PA pós-exercício, como já foi observado em estudos prévios (25, 100). A magnitude de aumento do FS ( $FS_b$ ,  $+64 \pm 41$ ;  $FS_f$ ,  $+223 \pm 188$  ml/min) e da CV ( $CV_b$ ,  $+0,7 \pm 0,4$ ;  $CV_f$ ,  $+1,3 \pm 1,8$  ml\*min<sup>-1</sup>\*mmHg<sup>-1</sup>) foi semelhante aos valores observados em estudos prévios que envolveram população e protocolo de exercício semelhantes (39, 101–103). De fato, a vasodilatação na musculatura esquelética pós-exercício aeróbico pode durar até 90 minutos (104). Dentre os mecanismos envolvidos nessa resposta, a vasodilatação tem sido atribuída à mudança no ponto de operação do barorreflexo e a diminuição da ANS muscular (26) e pela liberação de substâncias locais vasodilatadoras como a histamina (105) e a adenosina (42).

A função vascular pós-exercício, porém, não sofreu influência da intensidade de luz, e o FS e a CV das artérias braquial e femoral aumentaram igualmente nas três sessões. No presente estudo, a manutenção de valores reduzidos de PAD na sessão PN em comparação às sessões com luzes controle e intensa não foi acompanhada pelo aumento dos valores de FS e CV. Até o presente momento não houve nenhum estudo que comparou a vasodilatação pós-exercício realizado em diferentes intensidades de luz. Um possível fator para explicar essa condição é que a exposição a luz estimulou aumento na ANS. De fato, um estudo anterior demonstrou que

a exposição a 5000 lux aumenta a ANS muscular (27) e esse resultado sugere um aumento na vasoconstrição, porém esse efeito não foi observado no presente estudo. É possível que a simpatólise funcional (i.e., fenômeno que permite o aumento do fluxo sanguíneo para regiões ativas mesmo com o aumento da ANS) promovida pelo exercício possa ter atenuado qualquer efeito da luz sobre os vasos, impedindo a ação vasoconstritora. De fato, Halliwill e colaboradores demonstraram que a ANS muscular medida diretamente, através da técnica de microneurografia, está reduzida pós-exercício em comparação à sessão controle (26). É razoável sugerir, então, que a diferença encontrada nos valores de PAD estaria ligada com a vasculatura esplânica, uma vez que o exercício não promove vasodilatação nesse leito vascular durante o período de recuperação (106). Dessa forma, o aumento na ANS pode ter aumentado a vasoconstrição especificamente destes sítios, elevando assim a RVP e subsequentemente a PAD. Entretanto, futuros estudos deveriam investigar o efeito da exposição à luz sobre o leito vascular esplânico e renal para confirmar tal hipótese.

Como esperado, a FC permaneceu elevada pós-exercício até os 90 minutos ( $FC_c +2\pm 2$ ,  $FC_o +1\pm 3$  bpm). O aumento da FC pós-exercício aeróbico já foi observado em outros estudos (12, 39, 102, 107). Após o término do exercício aeróbico, os valores continuam elevados em relação aos Pré-ex (99). Parte disso é atribuído ao fato de que o balanço simpato-vagal cardíaco ainda está aumentado e permanece assim por pelo menos 90 minutos pós-exercício (109, 110). No presente estudo, a FC pós-exercício não teve influência da intensidade da luz e subiu igualmente nas três sessões. A influência da intensidade da luz na FC em repouso após exposição prolongada à LI comparada à PN possui resultados controversos, e foi observado aumento (15) e manutenção (56) dos seus níveis, e essa diferença pode estar relacionada à intensidade da sessão de exercício aeróbico. Nesse sentido, Forjaz e cols. (1998) ao comparar sessões de exercício aeróbico em diferentes intensidades (30, 50 e 80%  $VO_2$  pico), observaram aumento da FC pós-exercício nas sessões de intensidade moderada e intensa (50 e 80%  $VO_2$  pico), mas não na sessão mais leve (50). De forma semelhante, o exercício aeróbico do presente estudo foi realizado em intensidade moderada e observou o aumento da FC pós-exercício.

Como esperado o DP permaneceu elevado pós-exercício, e isso perdurou por 90 minutos com elevação de  $+572\pm 1027$  bpm\*mmHg, o equivalente a 8%, nas três sessões experimentais. O DP tem associação positiva com o consumo de oxigênio do miocárdio (28), e por isso é interpretado como trabalho cardíaco. Os dados mostram um aumento pós-exercício comparado ao Pré-ex. No presente estudo foi observado efeito da luz em promover valores elevados de DP na sessão LI ( $7840\pm 1195$  bpm\*mmHg) comparada à sessão PN ( $7487\pm 1142$  bpm\*mmHg), mostrando um maior trabalho cardíaco após sessão sob LI. O aumento do DP sob LI (~5%)

comparada à sessão PN se deveu principalmente ao efeito da sessão LI sobre a PAS, já que nenhum efeito foi observado sobre a FC. Isso poderia estar relacionado ao efeito da LI sobre a ANS muscular. Um estudo prévio que utilizou a mesma intensidade de luz da sessão LI do presente estudo observou aumento de ANS muscular (27), que possui relação direta com o aumento da PA (108–110). Além disso, foi observada a relação direta entre o aumento do DP durante o exercício e a liberação de adrenalina (111), sendo esse um reflexo de como o aumento na ANS pode afetar o DP. Esses dados podem sugerir que essa relação perdure durante o período pós-exercício (114). Entretanto, nenhum índice de análise do controle autonômico cardiovascular foi avaliado no presente estudo que pudesse confirmar tal hipótese.

O presente estudo mostrou que a intensidade da luz do ambiente parece ser um fator de influência na HPE, já que as sessões com exposição à LC e LI apresentaram valores de PA elevados comparando-se à sessão PN. Considerando os inegáveis e bem estabelecidos benefícios do exercício aeróbico sobre o controle da PA, estratégias para se otimizar o protocolo de exercício podem ter impacto nesse controle, o que precisa ser testado no futuro. Cerca de 25% dos indivíduos não respondem ao treinamento aeróbico para diminuir a PA (112). Adicionalmente, algumas condições clínicas já são conhecidas por apresentarem um efeito hipotensor induzido pelo exercício em menor magnitude. Destacam-se indivíduos com sobrepeso (8), hipertensos resistentes (112) e idosos (4). Dessa forma, os resultados atuais podem significar um passo importante para a otimização de protocolos de exercícios no futuro. Outro aspecto importante é o experimental. Nosso estudo apresentou diferenças muitas vezes entre a LC (que não é muito diferente da intensidade de luz usual em um laboratório) e a PN, ou mesmo entre LC e LI. Dessa forma, garantir que a intensidade da luz é sempre a mesma em todas as condições experimentais pode evitar variações indesejadas quando a PA é um dos desfechos do estudo.

Alguns 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, sendo os resultados encontrados no presente estudo protocolo-dependentes. Assim, 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. Desse modo, os resultados não devem ser extrapolados para mulheres, indivíduos em outras idades, nível de treinamento físico e

condições clínicas cardiometabólicas, como a hipertensão arterial sistêmica, sendo necessário reproduzir em outras amostras.

### **Conclusão**

Em homens adultos jovens e recreacionalmente ativos, sessões de exercício aeróbico realizadas em diferentes intensidades de luz produziram hipotensão pós-exercício, porém a PA pós-exercício das sessões LC e LI apresentaram valores elevados comparados à sessão PN. A FC e a vasodilatação não foram influenciadas pela intensidade da luz em repouso nem pós-exercício.

## 7. REFERÊNCIAS

1. Kenney MJ, Seals DR. Postexercise Hypotension, Key features, mechanisms and clinical significance. *Hypertension*. 1993;22(5):654–64.
2. Law MR, Wald NJ, Morris JK, Jordan RE. Value of low dose combination treatment with blood pressure lowering drugs: analysis of 354 randomised trials. *BMJ*. 28 de junho de 2003;326(7404):1427.
3. Taylor-Tolbert NS, Dengel DR, Brown MD, McCole SD, Pratley RE, Ferrell RE, et al. Ambulatory blood pressure after acute exercise in older men with essential hypertension. *Am J Hypertens*. janeiro de 2000;13(1 Pt 1):44–51.
4. Carpio-Rivera E, Moncada-Jiménez J, Salazar-Rojas W, Solera-Herrera A. Acute Effects of Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analytic Investigation. *Arq Bras Cardiol*. maio de 2016;106(5):422–33.
5. Brito LC, Fecchio RY, Peçanha T, Andrade-Lima A, Halliwill JR, Forjaz CLM. Postexercise hypotension as a clinical tool: a “single brick” in the wall. *J Am Soc Hypertens*. dezembro de 2018;12(12):e59–64.
6. Forjaz CL, Tinucci T, Ortega KC, Santaella DF, Mion D, Negrão CE. Factors affecting post-exercise hypotension in normotensive and hypertensive humans. *Blood Press Monit*. 2000;5(5–6):255–62.
7. Senitko AN, Charkoudian N, Halliwill JR. Influence of endurance exercise training status and gender on postexercise hypotension. *J Appl Physiol* (1985). junho de 2002;92(6):2368–74.
8. Hamer M, Boutcher SH. Impact of moderate overweight and body composition on postexercise hemodynamic responses in healthy men. *J Hum Hypertens*. agosto de 2006;20(8):612–7.
9. MacDonald JR, MacDougall JD, Hogben CD. The effects of exercise duration on post-exercise hypotension. *J Hum Hypertens*. fevereiro de 2000;14(2):125–9.
10. MacDonald JR, MacDougall JD, Hogben CD. The effects of exercising muscle mass on post exercise hypotension. *J Hum Hypertens*. maio de 2000;14(5):317–20.
11. Jones H, George K, Edwards B, Atkinson G. Is the magnitude of acute post-exercise hypotension mediated by exercise intensity or total work done? *Eur J Appl Physiol*. dezembro de 2007;102(1):33–40.
12. de Brito LC, Rezende RA, da Silva Junior 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):e0132458.
13. Jones H, George K, Edwards B, Atkinson G. Effects of time of day on post-exercise blood pressure: circadian or sleep-related influences? *Chronobiol Int*. novembro de 2008;25(6):987–98.
14. Jones H, Taylor CE, Lewis NCS, George K, Atkinson G. Post-exercise blood pressure reduction is greater following intermittent than continuous exercise and is influenced less by diurnal variation. *Chronobiol Int*. fevereiro de 2009;26(2):293–306.
15. 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*. março de 2006;25(2):153–61.
16. Golombek D, Rosenstein R. Physiology of circadian entrainment. *Physiol Rev*. 2010;90:1063–102.
17. Wahl S, Engelhardt M, Schaupp P, Lappe C, Ivanov I v. The inner clock-Blue light sets the human rhythm. *J Biophotonics*. 2019;12(12).
18. Chellappa SL, Lasauskaite R, Cajochen C. In a Heartbeat: Light and Cardiovascular Physiology. *Front Neurol*. 2017;8:541.

19. Ralph MR, Foster RG, Davis FC, Menaker M. Transplanted suprachiasmatic nucleus determines circadian period. *Science*. 23 de fevereiro de 1990;247(4945):975–8.
20. Hankins MW, Peirson SN, Foster RG. Melanopsin: an exciting photopigment. *Trends Neurosci*. janeiro de 2008;31(1):27–36.
21. 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*. dezembro de 2006;21(6):458–69.
22. Scheer FA, 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 Heart Circ Physiol*. março de 2001;280(3):H1391-9.
23. Buijs RM, Wortel J, van Heerikhuizen JJ, Kalsbeek A. Novel environment induced inhibition of corticosterone secretion: physiological evidence for a suprachiasmatic nucleus mediated neuronal hypothalamo-adrenal cortex pathway. *Brain Res*. 30 de maio de 1997;758(1–2):229–36.
24. Anea CB, Zhang M, Stepp DW, Simkins GB, Reed G, Fulton DJ, et al. Vascular disease in mice with a dysfunctional circadian clock. *Circulation*. 24 de março de 2009;119(11):1510–7.
25. Brito LC, Queiroz ACC, Forjaz CLM. Influence of population and exercise protocol characteristics on hemodynamic determinants of post-aerobic exercise hypotension. *Braz J Med Biol Res*. agosto de 2014;47(8):626–36.
26. Halliwill JR, Taylor JA, Eckberg DL. Impaired sympathetic vascular regulation in humans after acute dynamic exercise. *J Physiol*. 15 de agosto de 1996;495 ( Pt 1)(Pt 1):279–88.
27. Saito Y, Shimizu T, Takahashi Y, Mishima K, Takahashi K, Ogawa Y, et al. Effect of bright light exposure on muscle sympathetic nerve activity in human. *Neurosci Lett*. 22 de novembro de 1996;219(2):135–7.
28. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do Exercício - Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 7a. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011.
29. American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Vol. 10, Philadelphia: Wolters Kluwer Health. 2017.
30. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*. 1º de fevereiro de 2013;2(1):e004473.
31. BRITO L. Post-exercise hypotension as a clinical tool: a “single brick” in the wall . *Jash*. 2018;1–15.
32. Hecksteden A, Grütters T, Meyer T. Associations between acute and chronic effects of exercise on indicators of metabolic health: a pilot training trial. *PLoS One*. 2013;8(11):e81181.
33. Tibana RA, de Sousa NMF, da Cunha Nascimento D, Pereira GB, Thomas SG, Balsamo S, et al. Correlation between acute and chronic 24-hour blood pressure response to resistance training in adult women. *Int J Sports Med*. janeiro de 2015;36(1):82–9.
34. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. março de 2004;36(3):533–53.
35. Brandão Rondon MUP, Alves MJNN, Braga AMFW, Teixeira OTUN, Barretto ACP, Krieger EM, et al. Postexercise blood pressure reduction in elderly hypertensive patients. *J Am Coll Cardiol*. 20 de fevereiro de 2002;39(4):676–82.
36. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Berger AC, Cohen RJ. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*. 10 de julho de 1981;213(4504):220–2.



37. 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.* março de 2007;28(3):197–203.
38. Forjaz CL, Ramires PR, Tinucci T, Ortega KC, Salomão HE, Ignês EC, et al. Postexercise responses of muscle sympathetic nerve activity and blood flow to hyperinsulinemia in humans. *J Appl Physiol* (1985). agosto de 1999;87(2).
39. Halliwill JR, Dinunno FA, Dietz NM. Alpha-adrenergic vascular responsiveness during postexercise hypotension in humans. *J Physiol.* 1º de julho de 2003;550(Pt 1):279–86.
40. Romero SA, McCord JL, Ely MR, Sieck DC, Buck TM, Luttrell MJ, et al. Mast cell degranulation and de novo histamine formation contribute to sustained postexercise vasodilation in humans. *J Appl Physiol* (1985). 1º de março de 2017;122(3):603–10.
41. Halliwill JR. Postexercise hypotension and sustained Postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Exp physiol.* 2013;98(1):7–18.
42. Notarius CF, Morris BL, Floras JS. Caffeine attenuates early post-exercise hypotension in middle-aged subjects. *Am J Hypertens.* fevereiro de 2006;19(2):184–8.
43. Santana HAP, Moreira SR, Asano RY, Sales MM, Córdova C, Campbell CSG, et al. Exercise intensity modulates nitric oxide and blood pressure responses in hypertensive older women. *Aging Clin Exp Res.* 27 de abril de 2013;25(1):43–8.
44. Halliwill JR, Minson CT, Joyner MJ. Effect of systemic nitric oxide synthase inhibition on postexercise hypotension in humans. *J Appl Physiol* (1985). novembro de 2000;89(5):1830–6.
45. Seals DR, Desouza CA, Donato AJ, Tanaka H. Habitual exercise and arterial aging. *J Appl Physiol* (1985). outubro de 2008;105(4):1323–32.
46. Weinsaft JW, Edelberg JM. Aging-associated changes in vascular activity: a potential link to geriatric cardiovascular disease. *Am J Geriatr Cardiol.* 2001;10(6):348–54.
47. Morganroth ML, Young EW, Sparks H v. Prostaglandin and histaminergic mediation of prolonged vasodilation after exercise. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology.* 1º de julho de 1977;233(1):H27–33.
48. Lockwood JM, Pricher MP, Wilkins BW, Holowatz LA, Halliwill JR. Postexercise hypotension is not explained by a prostaglandin-dependent peripheral vasodilation. *J Appl Physiol* (1985). fevereiro de 2005;98(2):447–53.
49. MacDonald J, MacDougall J, Hogben C. The effects of exercise intensity on post exercise hypotension. *J Hum Hypertens.* agosto de 1999;13(8):527–31.
50. Forjaz CL, Matsudaira Y, Rodrigues FB, Nunes N, Negrão CE. Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans. *Braz J Med Biol Res.* outubro de 1998;31(10):1247–55.
51. Forjaz CLM, Cardoso CG, Rezk CC, Santaella DF, Tinucci T. Postexercise hypotension and hemodynamics: the role of exercise intensity. *J Sports Med Phys Fitness.* março de 2004;44(1):54–62.
52. Piepoli M, Isea JE, Pannarale G, Adamopoulos S, Sleight P, Coats AJ. Load dependence of changes in forearm and peripheral vascular resistance after acute leg exercise in man. *J Physiol.* 15 de julho de 1994;478(2):357–62.
53. Meijer JH, Watanabe K, Détari L, Schaap J. Circadian rhythm in light response in suprachiasmatic nucleus neurons of freely moving rats. *Brain Res.* 25 de novembro de 1996;741(1–2):352–5.
54. Kalsbeek A, Palm IF, la Fleur SE, Scheer FAJL, Perreau-Lenz S, Ruitter M, et al. SCN outputs and the hypothalamic balance of life. *J Biol Rhythms.* dezembro de 2006;21(6):458–69.
55. Scheer FA, 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 Heart Circ Physiol.* março de 2001;280(3):H1391-9.

56. Burgess HJ, Sletten T, Savic N, Gilbert SS, Dawson D. Effects of bright light and melatonin on sleep propensity, temperature, and cardiac activity at night. *J Appl Physiol* (1985). setembro de 2001;91(3):1214–22.
57. Petrowski K, Buehrer S, Niedling M, Schmalbach B. The effects of light exposure on the cortisol stress response in human males. *Stress*. 2021;24(1).
58. Ahmed N, de la Torre B, Wahlgren NG. Salivary cortisol, a biological marker of stress, is positively associated with 24-hour systolic blood pressure in patients with acute ischaemic stroke. *Cerebrovasc Dis*. 2004;18(3):206–13.
59. de Silva T, Cosentino G, Ganji S, Riera-Gonzalez A, Hsia DS. Endocrine Causes of Hypertension. *Curr Hypertens Rep*. 2020;22(11).
60. Pivonello R, de Martino MC, IacuanIELLO D, Simeoli C, Muscogiuri G, Carlomagno F, et al. Metabolic Alterations and Cardiovascular Outcomes of Cortisol Excess. *Front Horm Res*. 2016;46:54–65.
61. Barbot M, Ceccato F, Scaroni C. The Pathophysiology and Treatment of Hypertension in Patients With Cushing’s Syndrome. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2019;10:321.
62. Aires MM. *Fisiologia*. 4a. edição. Alberts B, Johnson A, organizadores. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2012. 1079–1097 p.
63. Ruger M, Gordijn MCM, Beersma DGM, de Vries B, Daan S. Time-of-day-dependent effects of bright light exposure on human psychophysiology: comparison of daytime and nighttime exposure. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. maio de 2006;290(5):R1413-20.
64. 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*. março de 2016;103(1):112–9.
65. Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nat Rev Immunol*. 2011;11(9):607–15.
66. Gabriel H, Schwarz L, Born P, Kindermann W. Differential mobilization of leucocyte and lymphocyte subpopulations into the circulation during endurance exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1992;65(6):529–34.
67. Knaier R, Meister S, Aeschbacher T, Gemperle D, Rossmeissl A, Cajochen C, et al. Dose-response relationship between light exposure and cycling performance. *Scand J Med Sci Sports*. julho de 2016;26(7):794–801.
68. Knaier R, Schafer J, Rossmeissl A, Klenk C, Hanssen H, Hochsmann C, et al. Prime Time Light Exposures Do Not Seem to Improve Maximal Physical Performance in Male Elite Athletes, but Enhance End-Sprint Performance. *Front Physiol*. 2017;8:264.
69. Knaier R, Schafer J, Rossmeissl A, Klenk C, Hanssen H, Hochsmann C, et al. Effects of bright and blue light on acoustic reaction time and maximum handgrip strength in male athletes: a randomized controlled trial. *Eur J Appl Physiol*. agosto de 2017;117(8):1689–96.
70. Shephard RJ, Cox MH, Simper K. An analysis of “Par-Q” responses in an office population. *Can J Public Health*. 1981;72(1):37–40.
71. Hallal PC, Victora CG. Reliability and validity of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). *Med Sci Sports Exerc*. março de 2004;36(3).
72. Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Hipertensao, Sociedade Brasileira de Nefrologia. Diretrizes Brasileiras de Hipertensao Arterial - 2020. *Arq Bras Cardiol*. 2020;00(00):00.
73. North American Association for the Study of Obesity, National Heart B and LI, National Institutes of Health (US), NHLBI Obesity Education Initiative. The practical guide : identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. NIH Publication; 2000. 0–4084 p.

74. Horne JA, Ostberg O. A Self-assessment Questionnaire to determine Morningness-Eveningness in Human Circadian Rhythms. *Int J Chronobiol* . 1976;4:97–110.
75. Roguin A. Adolf Eugen Fick (1829-1901) - The Man Behind the Cardiac Output Equation. *Am J Cardiol*. 15 de outubro de 2020;133:162–5.
76. Thijssen DHJ, Bruno RM, van Mil ACCM, Holder SM, Fajta F, Greyling A, et al. Expert consensus and evidence-based recommendations for the assessment of flow-mediated dilation in humans. *Eur Heart J*. 2019;40(30).
77. KARVONEN MJ, KENTALA E MO. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*. 1957;35(3):307–15.
78. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(5):377–81.
79. Lockwood JM, Pricher MP, Wilkins BW, Holowatz LA, Halliwill JR. Postexercise hypotension is not explained by a prostaglandin-dependent peripheral vasodilation. *J Appl Physiol* (1985). fevereiro de 2005;98(2):447–53.
80. Santaella DF, Araújo EA, Ortega KC, Tinucci T, Mion D, Negrão CE, et al. Aftereffects of exercise and relaxation on blood pressure. *Clin J Sport Med*. julho de 2006;16(4):341–7.
81. Franklin PJ, Green DJ, Cable NT. The influence of thermoregulatory mechanisms on post-exercise hypotension in humans. *J Physiol*. outubro de 1993;470:231–41.
82. Isea JE, Piepoli M, Adamopoulos S, Pannarale G, Sleight P, Coats AJ. Time course of haemodynamic changes after maximal exercise. *Eur J Clin Invest*. dezembro de 1994;24(12):824–9.
83. Esformes JI, Norman F, Sigley J, Birch KM. The influence of menstrual cycle phase upon postexercise hypotension. *Med Sci Sports Exerc*. março de 2006;38(3):484–91.
84. Hamer M, Boutcher SH. Impact of moderate overweight and body composition on postexercise hemodynamic responses in healthy men. *J Hum Hypertens*. agosto de 2006;20(8):612–7.
85. Terblanche E, Millen AME. The magnitude and duration of post-exercise hypotension after land and water exercises. *Eur J Appl Physiol*. 17 de dezembro de 2012;112(12):4111–8.
86. Mendonça WF, Pereira NP, Mira PA de C, Silva LP da, Henrique DMN, Trevizan PF, et al. Influência da hereditariedade para hipertensão arterial na hipotensão pós-exercício. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. 14 de dezembro de 2022;36:e36176433.
87. Portaluppi F, Smolensky M. Circadian rhythms and environmental determinants of blood pressure regulation in normal and hypertensive conditions. *Blood Press Monitoring in Cardiovascular Medicine and Therapeutics*. 2007.
88. Hermida RC, Ayala DE, Calvo C, Portaluppi F, Smolensky MH. Chronotherapy of hypertension: administration-time-dependent effects of treatment on the circadian pattern of blood pressure. *Adv Drug Deliv Rev*. 31 de agosto de 2007;59(9–10):923–39.
89. Alfie J. Utility of home blood pressure monitoring to evaluate postprandial blood pressure in treated hypertensive patients. *Ther Adv Cardiovasc Dis*. agosto de 2015;9(4):133–9.
90. Shea SA, Hilton MF, Hu K, Scheer FAJL. Existence of an endogenous circadian blood pressure rhythm in humans that peaks in the evening. *Circ Res*. 15 de abril de 2011;108(8):980–4.
91. Thosar SS, Berman AM, Herzig MX, McHill AW, Bowles NP, Swanson CM, et al. Circadian Rhythm of Vascular Function in Midlife Adults. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. junho de 2019;39(6):1203–11.

92. Magder S. The meaning of blood pressure. *Crit Care*. 11 de dezembro de 2018;22(1):257.
93. Noble MI, Belcher PR. Blood pressure versus blood flow. *Infusionsther Transfusionsmed*. junho de 1993;20(3):121–5.
94. Pinna GD, Maestri R, La Rovere MT. Assessment of baroreflex sensitivity from spontaneous oscillations of blood pressure and heart rate: proven clinical value? *Physiol Meas*. 1º de abril de 2015;36(4):741–53.
95. Wahl S, Engelhardt M, Schaupp P, Lappe C, Ivanov I V. The inner clock-Blue light sets the human rhythm. *J Biophotonics*. 2019;12(12).
96. Lacombe SP, Goodman JM, Spragg CM, Liu S, Thomas SG. Interval and continuous exercise elicit equivalent postexercise hypotension in prehypertensive men, despite differences in regulation. *Appl Physiol Nutr Metab*. dezembro de 2011;36(6):881–91.
97. Williams JT, Pricher MP, Halliwill JR. Is postexercise hypotension related to excess postexercise oxygen consumption through changes in leg blood flow? *J Appl Physiol* (1985). abril de 2005;98(4):1463–8.
98. Endo MY, Shimada K, Miura A, Fukuba Y. Peripheral and central vascular conductance influence on post-exercise hypotension. *J Physiol Anthropol*. 18 de dezembro de 2012;31(1):32.
99. Fecchio RY, Chehuen M, Brito LC, Peçanha T, Queiroz ACC, de Moraes Forjaz CL. Reproducibility (Reliability and Agreement) of Post-exercise Hypotension. *Int J Sports Med*. novembro de 2017;38(13):1029–34.
100. Romero SA, Minson CT, Halliwill JR. The cardiovascular system after exercise. *J Appl Physiol* (1985). 1º de abril de 2017;122(4):925–32.
101. Jones H, Green DJ, George KP, Black MA, Atkinson G. Evidence for a greater elevation in vascular shear stress after morning exercise. *Med Sci Sports Exerc*. junho de 2009;41(6):1188–93.
102. Williams JT, Pricher MP, Halliwill JR. Is postexercise hypotension related to excess postexercise oxygen consumption through changes in leg blood flow? *J Appl Physiol* (1985). abril de 2005;98(4):1463–8.
103. Choo HC, Nosaka K, Peiffer JJ, Ihsan M, Yeo CC, Abbiss CR. Reliability of laser Doppler, near-infrared spectroscopy and Doppler ultrasound for peripheral blood flow measurements during and after exercise in the heat. *J Sports Sci*. 2 de setembro de 2017;35(17):1715–23.
104. Seiler S, Haugen O, Kuffel E. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. *Med Sci Sports Exerc*. agosto de 2007;39(8):1366–73.
105. McCord JL, Halliwill JR. H1 and H2 receptors mediate postexercise hyperemia in sedentary and endurance exercise-trained men and women. *J Appl Physiol* (1985). dezembro de 2006;101(6):1693–701.
106. Pricher MP, Holowatz LA, Williams JT, Lockwood JM, Halliwill JR. Regional hemodynamics during postexercise hypotension. I. Splanchnic and renal circulations. *J Appl Physiol* (1985). dezembro de 2004;97(6):2065–70.
107. Endo MY, Shimada K, Miura A, Fukuba Y. Peripheral and central vascular conductance influence on post-exercise hypotension. *J Physiol Anthropol*. 18 de dezembro de 2012;31(1):32.
108. Holwerda SW, Restaino RM, Fadel PJ. Adrenergic and non-adrenergic control of active skeletal muscle blood flow: implications for blood pressure regulation during exercise. *Auton Neurosci*. março de 2015;188:24–31.
109. Sundlöf G, Wallin BG. Human muscle nerve sympathetic activity at rest. Relationship to blood pressure and age. *J Physiol*. janeiro de 1978;274:621–37.

110. Narkiewicz K, Winnicki M, Schroeder K, Phillips BG, Kato M, Cwalina E, et al. Relationship between muscle sympathetic nerve activity and diurnal blood pressure profile. *Hypertension*. janeiro de 2002;39(1):168–72.
111. Tanaka H, Matsuda T, Tobina T, Yamada Y, Yamagishi T, Sakai H, et al. Product of heart rate and first heart sound amplitude as an index of myocardial metabolic stress during graded exercise. *Circ J*. 2013;77(11):2736–41.
112. Hagberg JM, Ferrell RE, Dengel DR, Wilund KR. Exercise training-induced blood pressure and plasma lipid improvements in hypertensives may be genotype dependent. *Hypertension*. julho de 1999;34(1):18–23.

## IV. ANEXOS

### 1. Comitê de Ética

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



## 2. 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 momento 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)

### 3. PARQ+

#### 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

**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 \_\_\_\_\_

#### 4. 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. FISIOLÓGIA 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: \_\_\_\_\_

**I.**



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 \_\_\_\_\_ ( )

## 5. 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 42298643. E-mail: [celafiscs@celafiscs.com.br](mailto:celafiscs@celafiscs.com.br)  
Home Page: [www.celafiscs.com.br](http://www.celafiscs.com.br) IPAQ Internacional: [www.ipaq.ki.se](http://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