

## Efeito da irradiação transcutânea sob a artéria radial em variáveis hemodinâmicas de pacientes hipertensos: Estudo clínico duplo cego

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.026-065>

### **Adriana Paula Jordão Isabella**

Doutora em Biofotônica  
Instituição: Universidade Nove de Julho (UNINOVE)  
E-mail: apji@uninove.br

### **Carlos Alberto Ocon**

Doutor em Ciências da Saúde em Medicina  
Instituição: Universidade Nove de Julho (UNINOVE)  
E-mail: cocion@uni9.pro.br

### **Christian Douradinho**

Mestre em Ciências Médicas Foco em Gerontologia pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP)  
Instituição: Universidade Nove de Julho  
E-mail: c.douradinho@uni9.pro.br

### **Cristina Braga**

Doutora em Ciências da Saúde pelo Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual de S. Paulo (IAMSPE)  
Instituição: Universidade Nove de Julho, Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual de S. Paulo  
E-mail: cris.br@terra.com.br

### **Leandro Lazzareschi**

Doutor Engenharia Biomédica  
Instituição: Universidade Cruzeiro do Sul e Centro Universitário São Camilo  
E-mail: leandro@lazza.com.br

### **Alfredo Ribeiro Filho**

Mestre em Farmácia Uniban  
Instituição: Universidade Nove de Julho.  
E-mail: arfmm@uol.com.br

### **Márcio Fernandes da Cunha**

Mestre em Ciências da Saúde  
Instituição: Universidade Cruzeiro do Sul  
E-mail: marciofdc@terra.com.br

### **Fabício Vieira Cavalcante**

Mestre em Saúde Coletiva (Epidemiologia)

Instituição: Universidade de Brasília (UnB)  
E-mail: fabricioocavalcante@gmail.com

### **Eduardo Filoni**

Doutor em Ciências  
Instituição: Universidade Cruzeiro do Sul  
E-mail: edufiloni@hotmail.com.br

### **Neylor Rodrigo Oliveira Aragão**

Especialista em Estomaterapia pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública Instituição: Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH).  
E-mail: wilde\_br@yahoo.com.br

### **Jacqueline Cunha Cabral Azevedo Almeida**

Especialista em Centro Cirúrgico, CME e Recuperação pós anestésica pela UFBA  
Instituição: Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares  
E-mail: jacquelinecabral\_80@hotmail.com

### **Gleyce Kelly de Brito Brasileiro Santos**

Mestre em Enfermagem pela Universidade Federal de Sergipe  
Universidade Federal de Sergipe e Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – EBSERH  
E-mail gkbsantos@hotmail.com

### **João Batista de Freitas**

Doutor em Ciências da Saúde pela Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp).  
Instituição: Universidade Nove de Julho (Uninove)  
E-mail: jbfreitas@uni9.pro.br

### **Marcia Kiyomi Koike**

Doutora em Medicina - Universidade de São Paulo  
Instituição: Universidade de São Paulo (USP)  
E-mail: mkoike2011@gmail.com

### **Daniela de Fatima Teixeira da Silva**

MSc, PhD.Center for Lasers and Applications, Nuclear and Energy Research Institute, IPEN-CNEN/SP,  
E-mail: dfteixeira@alumni.usp.br

## RESUMO

A Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) é uma condição clínica multifatorial, com alto índice de morbimortalidade e baixas taxas de controle. Apesar da fotobiomodulação (FBM) ser capaz de induzir uma interação fotobiológica no interior das células e modificar a resposta micro e macrovascular *in situ*, há uma carência de trabalhos que evidenciem seu efeito sistêmico, principalmente clínicos e placebo controlados. Dessa



forma, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos modulatórios no controle da pressão arterial de pacientes hipertensos após a fotobiomodulação transcutânea da artéria radial. Para tanto, 44 participantes foram randomicamente divididos em 4 grupos, sendo um grupo irradiado por 60 minutos diários, por 5 dias, sendo repetido após 20 dias com total de 3 ciclos (Grupo A), e seu respectivo placebo (Grupo B); o terceiro grupo foi irradiado por 30 minutos diários, por 10 dias, sendo repetido após 20 dias, também totalizando 3 ciclos (Grupo C), e seu respectivo placebo (Grupo D). Todos os participantes permaneceram com tratamento medicamentoso convencional instituído previamente. Antes das intervenções, após cada ciclo e ao término das mesmas, a pressão arterial e a frequência cardíaca foram medidas. Antes e ao término das intervenções foram coletadas amostras sanguíneas para medição das interleucinas 6 e 1beta. Análise estatística foi realizada para comparação entre os grupos em cada fase do tratamento, com  $\alpha=0,05$ . Efeitos modulatórios foram evidenciados no controle da pressão arterial de pacientes hipertensos após a fotobiomodulação. O grupo A apresentou melhor resposta para diminuição das variáveis hemodinâmicas do que o grupo C. O atendimento multidisciplinar pode ter aumentado a adesão ao tratamento de todos os participantes, inclusive dos grupos placebos, os quais também apresentaram diminuição nos valores das variáveis hemodinâmicas.

**Palavras-chave:** Fotobiomodulação, Hipertensão arterial sistêmica, Variáveis Hemodinâmicas, Laser de baixa intensidade.

## 1 INTRODUÇÃO

Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) na atualidade é fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV) e associada ao processo de envelhecimento, pois à medida que envelhecemos o risco de desenvolver HAS, aumenta de forma alarmante. A HAS é uma doença crônica não transmissível (DCNT) de origem multifatorial, de elevada prevalência e baixas taxas de controle, caracterizada por níveis elevados e sustentados de pressão arterial (PA) sistólica e/ou diastólica, sendo respectivamente,  $\geq 140$  mmHg e/ou 90 mmHg e por alterações metabólicas levando ao risco de complicações cardiovasculares, podendo ser agravada se acompanhada de outros fatores de risco para doença cardiovascular como a diabetes e a hipercolesterolemia. A Hipertensão é caracterizada por níveis elevados e sustentados de pressão arterial (PA) sistólica e/ou diastólica, sendo respectivamente,  $\geq 140$  mmHg e/ou 90 mmHg e por alterações metabólicas levando ao risco de complicações cardiovasculares, a qual é agravada com a associação de outros fatores de risco (FR) para doença cardiovascular (Nobre, 2013 *et al*, 2013); (Bernardi *et al*, 2023); (Amaral Moreira-Mota, 2023).

De acordo com estudos do Global Burden of Diseases (GBD) há uma previsão de cerca de 10,8 milhões de mortes anuais e 235 milhões de anos de vidas perdidos ajustados por incapacidade relacionados à hipertensão arterial, infelizmente uma doença silenciosa. (DALYs – *Disability Adjusted Life Years* (Liu *et al*, 2023); (Buso *et al*, 2024).

Considerado problema de saúde pública global, tal moléstia atinge mais de 1,2 bilhão de pessoas no mundo, 70 milhões de pessoas nos Estados Unidos causando 9,4 milhões de mortes a cada ano em todo o mundo (Lim *et al*, 2012). Segundo as VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão (2016), é uma doença crônica não transmissível, representando níveis elevados de mortalidade no mundo podendo configurar até 75% das mortes em países das Américas e do Caribe (Barroso *et al*, 2021)

A presença de HAS é um agravo resultante de fatores genéticos/epigenéticos, ambientais, sociais, culturais e relacionados aos estilos de vida<sup>3</sup>. Dentre os fatores de risco modificáveis da hipertensão arterial destacam-se as dietas não saudáveis, caracterizadas pelo consumo excessivo de sal, dieta rica em gordura saturada e gorduras trans, baixo consumo de frutas e vegetais; sedentarismo; consumo de tabaco e álcool e excesso de peso ou obesidade<sup>3</sup>. Os fatores de risco não modificáveis incluem histórico familiar de hipertensão, idade acima de 65 anos, além de doenças coexistentes, como diabetes mellitus ou doença renal ((WHO< 2013); (Weber *et al*, 2014); (Oigman, 1987); (Miranda, 2023)

A hipertensão arterial provoca um impacto significativo nos custos em saúde e socioeconômicos em todo mundo, principalmente em países desenvolvidos, onde o uso de alimentos processado é algo comum. No que se refere as complicações da HAS podem ocorrer nos órgãos-alvo, como o coração (doença arterial coronária), insuficiência cardíaca, fibrilação atrial e morte súbita;

cérebro (acidente vascular encefálico isquêmico ou hemorrágico), demência; rins (doença renal crônica) e sistema arterial (doença arterial obstrutiva periférica) (Siqueira, 2023); (Malta *et al*, 2023).

Com relação as variáveis hemodinâmicas a hemodinâmica pode ser definida como a área da fisiopatologia que se dedica ao estudo dos movimentos circulatórios e das forças envolvidas na circulação do sangue. Geralmente os valores da pressão arterial depende de suas variáveis hemodinâmicas fundamentais: o fluxo sanguíneo sistêmico total (débito cardíaco) e a resistência oferecida pelos vasos sanguíneos (Oigman, 1987); (Silva *et al*, 2020).

A pressão arterial é determinada pelo produto do débito cardíaco (DC) pela resistência vascular periférica (RVP). A manifestação da HAS está necessariamente relacionada a mudanças desses parâmetros (Matozinhos, 2011 *et al*); (Junior *et al*, 2006); (Winlansky *et al*, 2006).

O débito cardíaco é determinado pelo produto entre a frequência cardíaca (FC) e o volume sistólico (VS). O aumento ou a diminuição destes fatores pode influenciar diretamente no valor da pressão arterial. O volume sanguíneo circulante é fator determinante no volume sistólico o qual depende diretamente das concentrações de sódio. O controle da frequência cardíaca pode sofrer influência neurológica, endócrina e cardíaca (Matozinhos, 2011 *et al*); (Winlansky *et al*, 2006).

Quando se trata do tratamento da HAS ele se faz através da combinação de tratamento não farmacológico e farmacológico, onde o primeiro inclui o de risco para HAS e para DCV e a implantação de estratégias que possam reverter ou impedir a progressão destes fatores implicando principalmente na mudança do estilo de vida do paciente, independente dos níveis de pressão arterial (Batista, et as, 2022); (Barrosos *et al*, 2021).

A adesão ao tratamento consiste na aceitação adesão ao tratamento ao seguindo as orientações do profissional de saúde que o atendeu. Tais orientações abrangem a prescrição ou não de fármacos, medidas dietéticas, mudança no estilo de vida, tais como abandono do fumo e álcool, controle de peso e estímulo à prática regular de atividades físicas (Batista, et as, 2022); (Silva et al, 2022); (Haynes *et al*, 2021).

Como a não adesão é identificada como causa principal da hipertensão arterial não controlada, sendo este um fator de risco significativo para eventos cardiovasculares de acordo com Araújo e Garcia, (2026), torna-se necessário a busca de terapias que facilitem tal processo com a finalidade de promover melhoria na qualidade de vida dos pacientes hipertensos (Silva *et al*, 2022).

O Laser em Baixa Intensidade (LBI), ou fotobiomodulação (FBM) é um tratamento atual no controle da HAS, pois é capaz de induzir a uma resposta fotobiológica no interior das células, ativando a produção de adenosina trifosfato (ATP), óxido nítrico (NO) e espécies reativas de oxigênio (ROS), alterando também bombas de sódio-potássio e canais de cálcio nas membranas celulares. Sendo uma luz que não emite calor, o LED (Light-Emitting Diode) e o LASER (Light Amplification by Stimulated

Emission of Radiation), têm sido as fontes de luz mais utilizadas para estes experimentos (Dos Santos *et al*, 2023); Koru *et al*, 1988).

Considerando que o controle da pressão arterial e adesão ao tratamento é extremamente importante no tratamento da Hipertensão arterial com o intuito de minimizar os agravos e taxas de mortalidade em decorrência das doenças cardiovasculares, faz-se necessário buscar métodos que facilitem o controle de tal doença crônica.

O uso do laser tem se mostrado eficaz no tratamento das doenças inflamatórias, no entanto há muito a ser explorado sobre a fotobiomodulação para que essa terapêutica possa beneficiar diversas áreas da saúde. Há evidências de que a fotobiomodulação compensa a degeneração de capilares, além disso, foi relatado que a fotobiomodulação induz a liberação de óxido nítrico das células, o que desencadeia a vasodilatação dos vasos sanguíneos próximos, aumentando o fluxo sanguíneo e linfático (Dos Santos *et al*, 2023); (Valverde e Mitrofanis, 2022)

Evidências recentes em vários modelos experimentais de animais de que a fotobiomodulação reduz a hipertensão. Em um modelo, envolvendo constrição da artéria renal, a fotobiomodulação gera um efeito hipotensivo duradouro após um dispositivo ter sido implantado na aorta abdominal. Acredita-se que esse efeito seja incitado por uma vasodilatação induzida por fotobiomodulação após uma liberação de óxido nítrico. Em outro modelo de hipertensão, envolvendo a implantação de uma cânula na artéria femoral, a fotobiomodulação aplicada externamente sobre o abdômen reduziu consideravelmente a pressão arterial, juntos aumentando os níveis séricos de óxido nítrico (Colombo *et al*, 2021); (Kovalenko *et al*, 2018); ( Maksimocich, 2019).

Diante do exposto, verificar os efeitos da fotobiomodulação sistêmica no controle da pressão arterial de pacientes hipertensos mostra-se promissor e relevante no cenário atual, principalmente com intuito de prevenir os agravos à saúde dos pacientes e o consequente alto custo para a saúde pública, minimizando as lacunas existentes na literatura neste âmbito.

Este estudo buscou descrever alterações hemodinâmicas em pacientes hipertensos quando em tratamento com fotobiomodulação sistêmica, e avaliar se os pacientes diagnosticados como hipertensos foram acometidos por alguma comorbidade/complicação em decorrência da HAS pós fotobiomodulação.

## 2 MÉTODO

Trata-se de um ensaio clínico único centro, controlado, randomizado, duplo cego. A determinação do número de participantes foi realizada por meio do software G\*Power (versão 3.1.9.2, Franz Faul, Universität Kiel, Alemanha), no qual foram inseridos os valores da média e desvio padrão da variável de desfecho primário (pressão arterial sistólica ou diastólica). O cálculo foi realizado usando-se ANOVA para amostras independentes, com significância de 5% e potência do teste de 95%.

A amostra foi composta por 44 participantes em acompanhamento médico no Ambulatório Integrado da Saúde da Universidade Nove de Julho, localizado na cidade de São Paulo, Brasil, no período de março de 2019 a janeiro de 2020. O recrutamento foi realizado através de consulta de enfermagem a pacientes hipertensos atendidos no ambulatório.

Para o estudo foram utilizados os seguintes critérios de inclusão exclusão:

## 2.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Hipertensos com faixa etária entre 30 e 80 anos que aceitaram participar do estudo adiante aceite e assinatura do TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido). Diagnóstico de HAS declarada por atestado médico estágios I ou II.

## 2.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Hipotensão antes da fotobiomodulação; gestantes, portadores de Glaucoma, portadores de implantes eletrônicos, como marcapasso cardíaco, epilepsia, convulsões, histórico de neoplasias ou fotossensibilidade.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho sob registro CAAE 85714318.3.0000.5511 (Anexo A). O protocolo deste estudo foi registrado no REBEC (Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos), com identificação RBR-7n55nz, recebido em fevereiro de 2019, disponível em <http://www.ensaiosclinicos.gov.br/rg/?q=RBR-7n55nz>.

Este estudo apresentou riscos mínimos uma vez que, de acordo com a literatura encontrada incluem a diminuição da pressão arterial pela fotobiomodulação.

Foi realizada a princípio análise dos prontuários multiprofissionais com busca de pacientes hipertensos encontrando uma população de 284 portadores de hipertensão. Entretanto a amostra que deu aceite na participação do estudo e se adequou aos critérios de inclusão resultou em 44 indivíduos.

O Objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da fotobiomodulação transcutânea diante de dois protocolos: tempo de exposição de 60 minutos diários, Grupo A (**Laser 60**), e de 30 minutos diários, Grupo C (**Laser 30**), com os respectivos grupos placebos Grupos B e D (**Placebo 60 e Placebo 30**, respectivamente):

- **Grupo A (Laser 60):** indivíduos em uso de terapia medicamentosa anti-hipertensiva e sessões de FBM transcutânea por 60 minutos diários, por 5 dias, com repetição após 20 dias com total de 3 ciclos.
- **Grupo B (Placebo 60):** indivíduos em usos de terapia medicamentosa anti-hipertensiva e sessões placebo de FBM transcutânea por 60 minutos diários, por 5 dias, com repetição

após 20 dias totalizando 3 ciclos. O placebo foi realizado colocando-se um obturador de feixe na saída do laser, porém nenhuma radiação foi entregue ao alvo.

- **Grupo C (Laser 30):** indivíduos em usos de terapia medicamentosa anti-hipertensiva e sessões de FBM transcutânea por 30 minutos diários, por 10 dias, com repetição após 20 dias num total de 3 ciclos.
- **Grupo D (Placebo 30):** indivíduos em usos de terapia medicamentosa anti-hipertensiva e sessões de FBM transcutânea por 30 minutos diários, por 10 dias, sendo repetido após 20 dias com um total de 3 ciclos. O placebo foi realizado colocando-se um obturador de feixe na saída do laser, entretanto nenhuma radiação foi entregue ao alvo.

As medidas de pressão arterial (variável primária) e frequência cardíaca foram realizadas antes, durante e ao término de cada sessão. A Pressão Arterial Média (PAM) foi obtida pela fórmula abaixo:

$$PAM = \frac{\text{FÓRMULA 1}}{3} \\ \text{sistólica} + (\text{diastólica} \times 2)$$

Os dados foram analisados utilizando a estatística descritiva e inferencial e compilados em tabelas e gráficos, com auxílio do programa estatístico Origin 2017.

### 3 RESULTADOS

Um único examinador foi responsável pela randomização e entrevista inicial. Um segundo examinador foi treinado para realizar as avaliações antropométricas, medida das variáveis hemodinâmicas e coleta sanguínea. Um terceiro examinador foi treinado para realizar a FBM. Por se tratar de um estudo duplo cego, a amostra não sabia o tipo de intervenção que estava sendo submetido e a análise estatística dos resultados foi realizada por uma quinta pessoa, sem conhecimento dos grupos.

No quadro abaixo a dosimetria utilizada neste estudo.

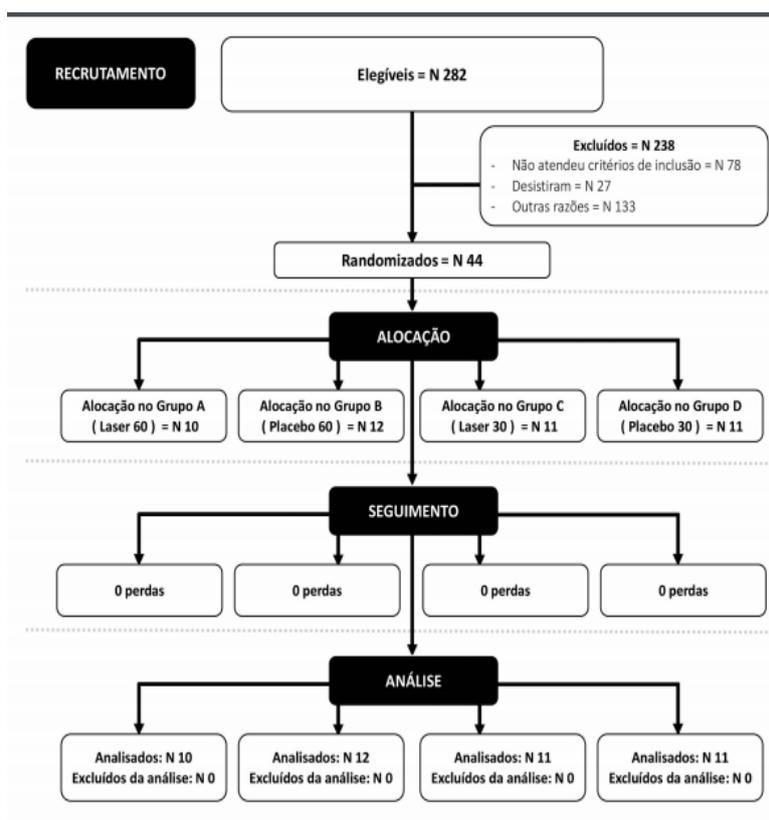
Quadro 1: Parâmetros dosimétricos propostos para o estudo.

| Protocolos                              | Irradiação 30'                 | Irradiação 60'                |
|---|--------------------------------|-------------------------------|
| Comprimento de onda (nm)                | 660                            |                               |
| Modo de operação                        | Contínuo                       |                               |
| Potência média radiante (mW)            | 100                            |                               |
| Polarização                             | Aleatória                      |                               |
| Diâmetro de abertura (cm)               | 0,06                           |                               |
| Área irradiada (cm <sup>2</sup> )       | 0,003                          |                               |
| Irradiância (W/cm <sup>2</sup> )        | 35,386                         |                               |
| Tempo de exposição por ponto (s)        | 1800                           | 3600                          |
| Exposição radiante (J/cm <sup>2</sup> ) | 63694,26                       | 127388,53                     |
| Energia radiante por sessão (J)         | 180                            | 360                           |
| Número de pontos irradiados             | 1                              |                               |
| Técnica de aplicação                    | Contato                        |                               |
| Número de sessões durante a terapia     | 30<br>(3 ciclos de 10 sessões) | 15<br>(3 ciclos de 5 sessões) |

Fonte: Autores

Na figura 1 é possível visualizar o recrutamento e distribuição dos participantes no estudo.

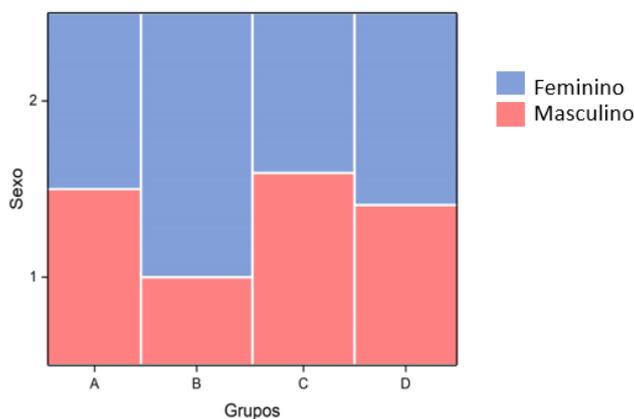
Figura 1: Fluxograma dos procedimentos de inclusão, alocação, seguimento e análise dos participantes, de acordo com o CONSORT.



Fonte: Autores

A maioria dos participantes foi do gênero feminino e essa distribuição não variou entre os grupos ( $p= 0,49207$ ) (Figura 2).

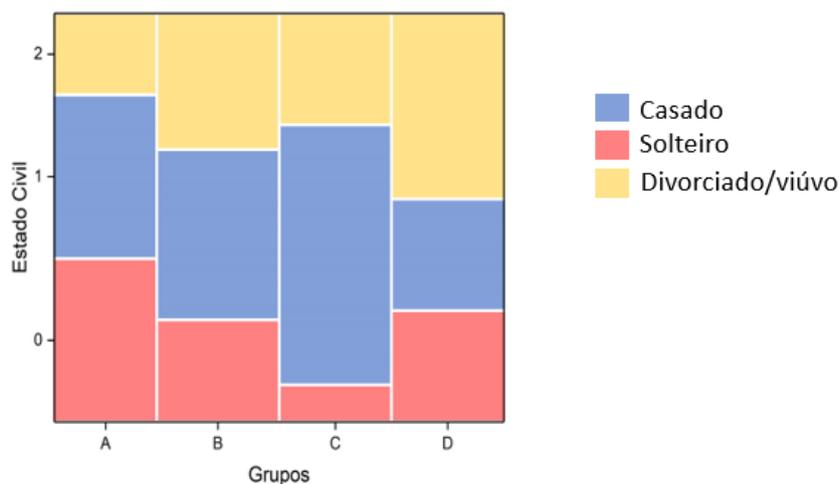
Figura 2: Distribuição do gênero. São Paulo, 2019.



Fonte: Autores

A idade média da amostra foi 62 anos, variando entre 39 e 78 anos. Não houve diferença entre os grupos quanto à idade ( $p = 0,08335$ ). Em relação ao estado civil a maioria da amostra declarou-se casado, não havendo diferença significativa entre os grupos ( $p = 0,55171$ ), como observado na figura 3.

Figura 3: Distribuição do estado civil. São Paulo, 2018.



Fonte: Autores

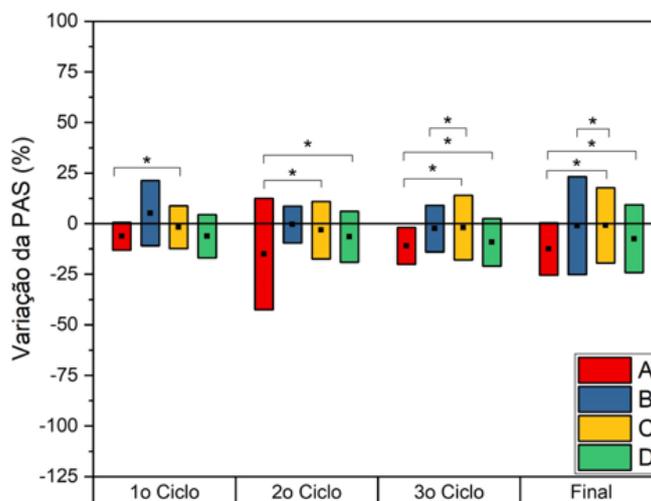
Em relação aos dados hemodinâmicos nas tabelas (1,2, 3 e 4) é possível verificar os valores da PAS, PAD, PAM e FC para cada grupo antes do início das intervenções (baseline), ao final dos ciclos e após o término das intervenções. Os gráficos da variação dessas variáveis em relação ao baseline também são mostrados (Figuras 4,5,6 e 7).

Tabela 1: Valores medidos da PAS, em cada grupo, nas diferentes fases de intervenção.

| PAS (mmHg)     |                  |                  |                  |                  |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Fases          | Grupo A<br>N= 10 | Grupo B<br>N= 12 | Grupo C<br>N= 11 | Grupo D<br>N= 11 |
| Baseline       | 141,7±19,3       | 135,3±21,4       | 131,0±26,3       | 125,4±16,7       |
| Final 1o Ciclo | 132,4±16,0       | 140,6±20,1       | 126,6±14,3       | 116,5±11,5       |
| Final 2o Ciclo | 118,2±39,0       | 135,3±17,1       | 123,9±11,9       | 116,4±12,8       |
| Final 3o Ciclo | 123,5±17,8       | 131,6±10,6       | 125,4±15,2       | 112,8±10,0       |
| Final          | 123,4±20,0       | 131,0±23,1       | 126,1±15,1       | 114,0±12,0       |

Fonte: Autores

Figura 4 -Variação da PAS entre os grupos. São Paulo, 2019.



\*= p< 0,05.

Fonte: Autores.

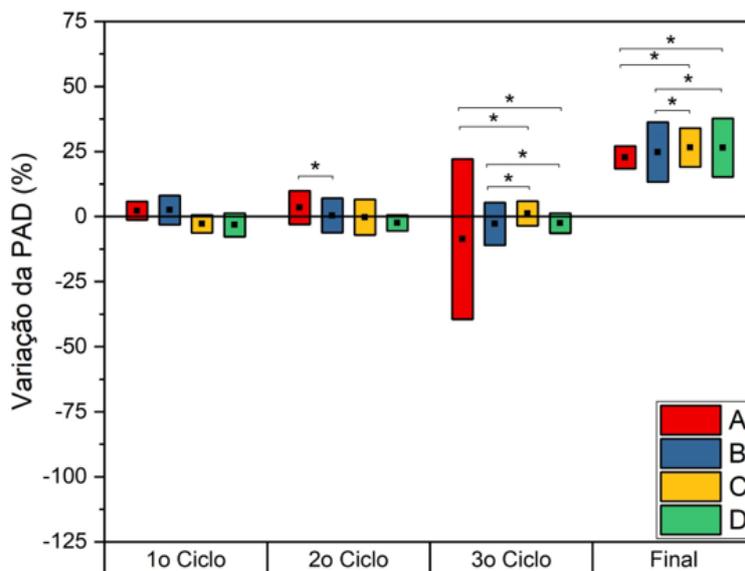
Os resultados demonstram diferenças significantes em todas as fases analisadas. Observa-se queda da PAS do grupo A (L60) em todos os ciclos, sendo no primeiro ciclo em relação ao grupo C (L30), nos segundo e terceiro ciclos em relação aos grupos C (L30) e D (P30). Não foram observadas diferenças significantes entre os grupos A (L60) e B (P60) ou entre C (L30) e D (P30), ou seja, não houve diferença entre os grupos que receberam a FBM e seus respectivos placebos observando-se a variável PAS.

Tabela 2: Valores medidos da PAD, em cada grupo, nas diferentes fases de intervenção.

| PAD (mmHg)     |                  |                  |                  |                  |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Fases          | Grupo A<br>N= 10 | Grupo B<br>N= 12 | Grupo C<br>N= 11 | Grupo D<br>N= 11 |
| Baseline       | 84,5±11,5        | 78,5±8,4         | 74,3±18,8        | 72,0±15,0        |
| Final 1o Ciclo | 83,5±12,2        | 81,5±10,9        | 77,0±11,7        | 67,7±9,4         |
| Final 2o Ciclo | 81,1±13,3        | 78,7±9,1         | 75,1±10,8        | 67,0±11,3        |
| Final 3o Ciclo | 78,9±15,0        | 75,9±10,8        | 75,3±8,3         | 68,0±11,1        |
| Final          | 103,6±13,6       | 97,4±8,8         | 93,2±20,8        | 89,8±13,8        |

Fonte: Autores

Figura 5 - Variação da PAD entre os grupos. São Paulo, 2019.



\*= p < 0,05.

Fonte: Autores.

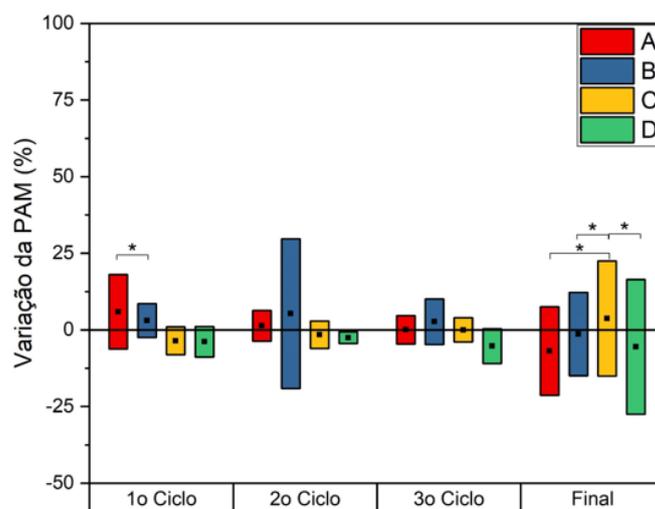
A PAD não apresentou variação significativa entre os grupos durante o primeiro ciclo. No segundo ciclo observa-se significância entre os grupos A (L60) e B (P60). No terceiro ciclo há maior declínio da PAD no grupo A (L60), mas com significância entre os grupos A (L60) e C (L30). Ou seja, novamente não houve diferença entre o grupo A e seu placebo. Observa-se que na fase final houve aumento nos valores da PAD em todos os grupos, com as mesmas diferenças observadas no terceiro ciclo.

Tabela 3: Valores medidos da PAM, em cada grupo, nas diferentes fases de intervenção. São Paulo, 2019.

| PAM (mmHg)     |                  |                  |                  |                  |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Fases          | Grupo A<br>N= 10 | Grupo B<br>N= 12 | Grupo C<br>N= 11 | Grupo D<br>N= 11 |
| Baseline       | 103,6±13,6       | 97,4±8,8         | 93,2±20,8        | 89,8±13,8        |
| Final 1o Ciclo | 100,1±13,2       | 97,6±12,6        | 93,0±11,2        | 83,9±8,7         |
| Final 2o Ciclo | 97,0±14,4        | 97,4±9,7         | 91,3±10,1        | 83,4±10,3        |
| Final 3o Ciclo | 93,8±15,6        | 94,9±9,2         | 92,3±9,4         | 81,2±8,0         |
| Final          | 96,1±16,9        | 95,6±12,4        | 93,4±7,5         | 82,8±11,6        |

Fonte: Autores.

Figura 6- Variação da PAM entre os grupos. São Paulo, 2019.



\*= p< 0,05.

Fonte: Autores.

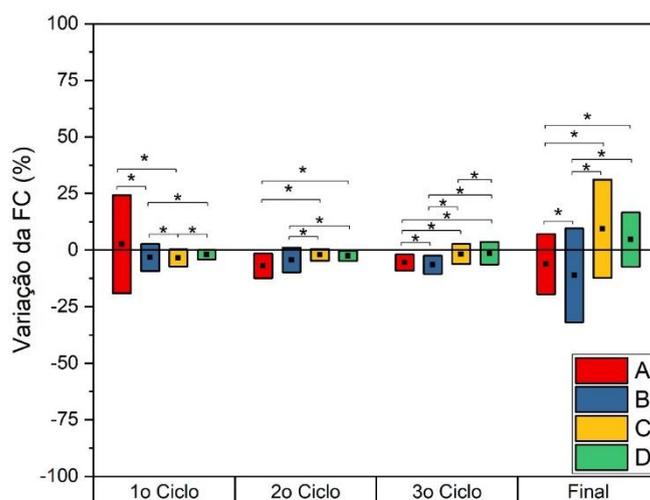
No primeiro ciclo houve diferença significativa da PAM entre o grupo A (L60) e B (P60). No segundo e terceiro ciclos não houve diferenças significantes entre os grupos. Na fase final, o grupo A (L60) apresentou menor PAM que o grupo C (L30), porém não houve diferença entre o grupo A e D (placebo L30). Percebe-se que o grupo C aumentou a PAM em relação ao baseline (valor acima da linha horizontal localizada em zero).

Tabela 4: Valores medidos da FC, em cada grupo, nas diferentes fases de intervenção.

| Fases          | FC (bpm)         |                  |                  |                  |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                | Grupo A<br>N= 10 | Grupo B<br>N= 12 | Grupo C<br>N= 11 | Grupo D<br>N= 11 |
| Baseline       | 82±14            | 82±25            | 71±7             | 80±15            |
| Final 1o Ciclo | 82±13            | 72±12            | 73±5             | 77±13            |
| Final 2o Ciclo | 75±9             | 75±10            | 71±6             | 78±16            |
| Final 3o Ciclo | 75±9             | 71±11            | 74±8             | 78±14            |
| Final          | 76±10            | 68±9             | 77±11            | 83±17            |

Fonte: Autores.

Figura 7- Variação da PAM entre os grupos. São Paulo, 2019.



$p^* \geq 5$ .

Houve diferença estatística da FC em todos os ciclos. No primeiro, o grupo A apresentou maior FC em relação aos grupos B e C. O grupo C apresentou a menor FC em relação aos demais. No segundo ciclo a situação se inverte, sendo o grupo A aquele com a menor FC, porém com significância apenas entre C e D, ou seja, mais uma vez o grupo A não foi diferente de seu placebo. No terceiro ciclo o grupo A foi diferente de B, C e D, apresentando diminuição da FC. O grupo C foi diferente de A, B e D, apresentando maior FC. Na fase final os grupos A e B apresentaram as menores FC, enquanto C e D as maiores.

#### 4 DISCUSSÃO

As variáveis hemodinâmicas estudadas foram PAS, PAD, PAM e FC, as quais foram analisadas durante a realização dos 3 ciclos, em todos os 4 grupos: Grupo A, com tempo de exposição de 60 minutos diários e seu placebo controlado, Grupo B; também o Grupo C, de 30 minutos diários, e seu respectivo grupo placebo controlado, Grupo D.

O comprimento de onda, a potência e a irradiância permaneceram iguais nos grupos irradiados. No entanto, ao variar o tempo de exposição, a energia entregue e a exposição radiante também variaram, conforme observado no **quadro 1**. No grupo A, a exposição radiante foi 127388,53 J/cm<sup>2</sup>, com 360 J por sessão. No grupo C, ambos os valores foram reduzidos em 50%, devido à metade do tempo de irradiação. Para tentar compensar essas diferenças, o grupo C recebeu o dobro de sessões, 30, ao invés das 15 sessões no grupo A. No entanto, de acordo com os resultados obtidos, os grupos irradiados comportaram-se diferentemente entre si. Outra observação digna de nota foi o efeito placebo observado nos grupos B e D, que em algumas variáveis foi tão bom quanto àquele dos grupos verdadeiramente irradiados.

No último ciclo e ao final das intervenções, a PAS diminuiu em todos os grupos, porém quando analisados os grupos intervenção e seu respectivo placebo, não houve diferença significativa entre eles. Houve significância entre os grupos A e C, com menor valor da PAS no grupo A. Os mesmos resultados foram observados na PAD, no entanto, na fase final, os valores aumentaram em relação ao baseline (as médias encontram-se acima da linha horizontal em zero). Sobre a PAM, não houve significância entre os grupos no 3º ciclo. Já na fase final, o grupo A foi significativamente menor que o grupo C e não foi diferente de seu placebo, o grupo B. Por outro lado, o grupo C apresentou valor de PAM significativamente maior que seu placebo, o grupo D. A FC também foi estatisticamente menor no grupo A em relação à C e houve significância entre o grupo A e seu placebo, porém sendo a FC ainda menor no grupo placebo (B), tanto no último ciclo, quanto ao final das intervenções.

Nos protocolos aqui usados, o comprimento de onda foi vermelho (660 nm), diferentemente de Tomimura, mas igual ao recente estudo animal onde verificou-se efeitos hipotensores em ratos submetidos à FBM, também com diminuição da pressão sistólica, diastólica e frequência cardíaca (Hudak, 1997)

Outro estudo usou a FBM transcutânea para testar sua eficácia na redução da pressão arterial em três grupos de pacientes: normotensos, pré hipertensos e hipertensos. O tempo de exposição foi 30 minutos, laser vermelho, 2,5mW de potência e 3J de energia. As variáveis pressão sistólica, diastólica e pulso foram medidas antes, durante, após e 15 minutos após cada tratamento. Os resultados não mostraram diferença significativa nos normotensos. No entanto houve diferença nos pré hipertensos e hipertensos. Os autores sugeriram que a FBM pode ser combinada com anti-hipertensivos em pacientes em tratamento para HAS (Kaller, 2008).

Dessa forma, assim como os resultados citados da literatura, a FBM diminuiu os níveis pressóricos dos participantes, principalmente daqueles submetidos ao protocolo com 60 minutos de tempo de exposição (grupo A). Com o objetivo de compreender o comportamento dos grupos placebos, que também diminuiram os níveis pressóricos, embora diferentemente de seus respectivos tratamentos, análises demográficas e antropométricas foram realizadas para verificar a homogeneidade da amostra.

Os grupos estudados também se assemelham em relação ao tratamento farmacológico, fazendo uso de vasodilatadores, diuréticos, beta bloqueadores e inibidores da enzima conversora da angiotensina, preconizados pelas diretrizes para o tratamento da HAS, além de muitos utilizarem hipoglicemiantes para tratamento da DM (Barroso *et al*, 2021).

Quanto à manifestação de complicações decorrentes da HAS, dados da VII Diretriz Brasileira de Hipertensão afirmam que 30% dos óbitos são decorrentes de DCV (Barroso *et al*, 2021).

Por fim, todos os participantes do estudo receberam um protocolo de orientações para o controle da pressão arterial com base nos fatores de risco identificados, cujo objetivo era promover mudança no estilo de vida e uso adequado da medicação prescrita pelo médico.



Dessa forma, acredita-se que o atendimento multidisciplinar possa ter aumentado a adesão ao tratamento de todos os participantes, inclusive dos grupos placebos, os quais não receberam irradiação, mas apresentaram diminuição nos valores das variáveis hemodinâmicas.

## **5 CONCLUSÕES**

Efeitos modulatórios foram evidenciados no controle da pressão arterial de pacientes hipertensos após a fotobiomodulação. No presente estudo, 30% dos participantes apresentaram complicações decorrentes da HAS antes da fotobiomodulação e apenas um paciente apresentou Acidente Vascular Encefálico (AVE) seguido de óbito após a fotobiomodulação por pneumonia. Este paciente pertencia ao grupo C (L30), era hipertenso grave, de difícil controle, já acamado devido AVE prévio. Teve como causa de óbito pneumonia. Observou-se que o grupo A (L 60) apresentou melhor resposta para diminuição das variáveis hemodinâmicas do que o grupo C (L 30). Pode-se demonstrar que a Terapia de FBM tem se mostrado uma alternativa eficaz no tratamento de diversas doenças, concluindo, novos estudos são necessários para maior elucidação do tema proposto e para inserção da fotobiomodulação como protocolo coadjuvante no controle da pressão arterial.



## REFERÊNCIAS

ADAMIČ, Metka et al. Vascular lasers and IPLS: guidelines for care from the European Society for Laser Dermatology (ESLD). *Journal of cosmetic and laser therapy*, v. 9, n. 2, p

AMARAL-MOREIRA MOTA, Beatriz; MOURA-LANZA, Fernanda; NOGUEIRA-CORTEZ, Daniel. Efetividade da consulta de enfermagem na adesão ao tratamento da hipertensão arterial sistêmica. *Revista de Salud Pública*, v. 21, p. 324-332, 2023.

BERNARDI, Nathalya Rossini et al. Adesão ao tratamento da hipertensão arterial sistêmica: fatores associados. *Revista Eletrônica Acervo Científico*, v. 43, p. e11842-e11842, 2023.

BARROSO, Weimar Kunz Sebba et al. Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial–2020. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, v. 116, p. 516-658, 2021.

BUSO, Giacomo et al. The Global burden of resistant hypertension and potential treatment options. *European Cardiology Review*, v. 19, 2024.

DE MORAES, T. F. et al. Energy-dependent effect trial of photobiomodulation on blood pressure in hypertensive rats. *Lasers in Medical Science*, v. 35, p. 1041-1046, 2020.

FIGUEIREDO, Natalia Negreiros; ASAKURA, Leiko. Adesão ao tratamento anti-hipertensivo: dificuldades relatadas por indivíduos hipertensos. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 23, p. 782-787, 2010.

JÚNIOR, Antônio Gonçalves Rodrigues et al. Fisiopatologia da hipertensão arterial em diálise. *J Bras Nefrol*, v. 28, n. 4, 2006.

HAYNES, R. Brian et al. Interventions for helping patients to follow prescriptions for medications. *Cochrane Database Syst Rev*, v. 2, n. 11, p. 7.9-1.4, 2002.

HUDAK, Carolyn M.; GALLO, Barbara M. Cuidados intensivos de enfermagem: uma abordagem holística. In: *Cuidados intensivos de enfermagem: uma abordagem holística*. 1997. p. 1013-1013.

KARU, T. I. et al. Molecular mechanism of the therapeutic effect of low-intensity laser radiation. *Lasers Life Sci*, v. 2, n. 1, p. 53-74, 1988.

LIU, Yan et al. Global incidence and death estimates of chronic kidney disease due to hypertension from 1990 to 2019, an ecological analysis of the global burden of diseases 2019 study. *BMC nephrology*, v. 24, n. 1, p. 352, 2023.

MALTA, Deborah Carvalho et al. Hipertensão arterial e fatores associados: Pesquisa Nacional de Saúde, 2019. *Revista de Saúde Pública*, v. 56, p. 122, 2023.

MIRANDA, Carlos Henrique (Ed.). *A Jornada para o Controle da Hipertensão Arterial no Brasil*. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 120, n. 8, p. e20230533, 2023.

NOBRE, Fernando et al. Hipertensão arterial sistêmica primária. *Medicina (Ribeirão Preto)*, v. 46, n. 3, p. 256-272, 2013.

SIQUEIRA, Janaína Sara Souza; DA SILVA RODRIGUES, Vanessa Alves. Hipertensão arterial infantil: uma revisão bibliográfica dos últimos 10 anos. *SAÚDE DINÂMICA*, v. 5, n. 1, p. 74-89, 2023.



SILVA, Washington Luiz Mariano da et al. Análise das variáveis hemodinâmicas após sessões de exercícios aeróbio e isométrico em idosos e jovens da Secretaria de Educação do Distrito Federal. Secretaria de Educação do Distrito Federal 2020.

TOMIMURA, Suely et al. Hemodynamic effect of laser therapy in spontaneously hypertensive rats. Arquivos brasileiros de cardiologia, v. 103, n. 2, p. 161-164, 2014.. 113-124, 2007.

WEBER, Michael A. et al. Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community: a statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. Journal of hypertension, v. 32, n. 1, p. 3-15, 2014.

WOODS, Susan L. Enfermagem em cardiologia. Editora Manole Ltda, 2005

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. A global brief on hypertension: silent killer, global public health crisis: World Health Day 2013. World Health Organization, 2013.