

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS ARARANGUÁ  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E SAÚDE  
CURSO DE FISIOTERAPIA

**EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO PARA GANHO DE FORÇA NO TREINO  
RESISTIDO DE BÍCEPS BRAQUIAL COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO  
EM HOMENS TREINADOS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

ALENCAR BIZ MARQUES

ARARANGUÁ-SC

2024

ALENCAR BIZ MARQUES

**EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO PARA GANHO DE FORÇA NO TREINO  
RESISTIDO DE BÍCEPS BRAQUIAL COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO  
EM HOMENS TREINADOS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Trabalho de Conclusão de Curso II de Graduação em  
Fisioterapia do Centro de Ciências, Tecnologias e  
Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina

Orientador: Prof. Dr. Rafael Inácio Barbosa

ARARANGUÁ-SC

2024

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A massa muscular e a força são indicadores importantes de saúde e desempenho, sendo essenciais para a reabilitação e redução do risco de mortalidade. O treinamento resistido (TR) é amplamente reconhecido por sua eficácia em promover aumento da força e hipertrofia muscular, sendo recomendado com cargas entre 60% a 80% de 1RM. No entanto, em protocolos de reabilitação imediato que contraindicam o uso de altas cargas. Logo, o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) é uma alternativa eficaz e segura. A RFS, utiliza cargas leves e promove ganhos de força e hipertrofia sem sobrecarga articular. Além disso, a Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) de baixa intensidade tem mostrado benefícios na melhora da performance muscular, redução da fadiga e aumento da força. **OBJETIVOS:** Investigar os efeitos isolados ou associados da TRFS e da FBM na força e hipertrofia muscular de praticantes de musculação. **MÉTODOS:** Trata-se de um ensaio clínico randomizado cruzado e simples cego, que incluiu homens praticantes de musculação há pelo menos 3 meses, com idades entre 18 e 29 anos. A amostra foi cruzada e dividida em 2 grupos (TRFS+TFBM e TRFS+Placebo). A intervenção foi realizada em 2 treinos semanais por 4 semanas. A coleta de dados foi realizada pré e pós intervenção com medição da perimetria de bíceps, a avaliação de pico de força isométrica com dinamometria e o teste de 1 repetição máxima (1RM). O protocolo de FBM foi realizado antes do treino, utilizando uma manta de LED com 84 LEDs em diferentes comprimentos de onda (600nm e 800nm), e a RFS foi aplicada usando um manguito com pressão de 160mmHg. Utilizou-se significância de 5%. **RESULTADOS:** Não foram observadas diferenças estatísticas significativas nos desfechos de perimetria, pico de força isométrica e teste de 1RM, tanto quando comparados aos períodos pré e pós-intervenção, quanto entre os grupos. **CONCLUSÃO:** O treinamento com RFS associado à TFBM não apresentou superioridade em relação ao treinamento apenas com RFS. No entanto, essa modalidade de treinamento demonstrou eficácia na manutenção da força e da perimetria, considerando que os participantes eram adeptos do treino de musculação convencional com altas cargas. São necessários outros estudos com período de intervenção maior e padronização da amostra mais apurada.

**Palavras-chave:** Fotobiomodulação; Fototerapia; LED; Terapia com Luz de Baixa Intensidade; Treino Resistido; Restrição de Fluxo Sanguíneo; Força muscular; Bíceps braquial.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Muscle mass and strength are important indicators of health and performance, being essential for rehabilitation and reducing the risk of mortality. Resistance training (RT) is widely recognized for its effectiveness in promoting increased strength and muscle hypertrophy, with loads typically between 60% to 80% of 1RM. However, in immediate rehabilitation protocols, the use of high loads is contraindicated. Therefore, blood flow restriction (BFR) training emerges as an effective and safe alternative. BFR uses light loads and promotes strength and hypertrophy gains without joint overload. Additionally, low-intensity photobiomodulation therapy (PBMT) has shown benefits in improving muscle performance, reducing fatigue, and increasing strength. **OBJECTIVES:** To investigate the isolated or combined effects of BFR and PBMT on strength and muscle hypertrophy in resistance training practitioners. **METHODS:** This was a randomized, cross-over, single-blind clinical trial, including male resistance training practitioners aged 18-29 who had been training for at least 3 months. The sample was crossed and divided into two groups (BFR+PBMT and BFR+Placebo). The intervention consisted of two training sessions per week for 4 weeks. Data collection occurred before and after the intervention, measuring biceps girth, peak isometric strength using a dynamometer, and the 1-repetition maximum (1RM) test. The PBMT protocol was performed before training, using an LED wrap with 84 LEDs at different wavelengths (600nm and 800nm), and BFR was applied using a cuff with 160mmHg pressure. A significance level of 5% was adopted. **RESULTS:** No statistically significant differences were observed in the outcomes of biceps girth, peak isometric strength, and 1RM test, both when comparing pre- and post-intervention periods and between the groups. **CONCLUSION:** BFR training combined with PBMT did not show superiority over BFR training alone. However, this training modality proved effective in maintaining strength and girth, considering that the participants were accustomed to conventional resistance training with high loads. Further studies with longer intervention periods and more precise sample standardization are needed.

**Keywords:** Photobiomodulation; Phototherapy; Low-Level Light Therapy; LED; Resistance Training; Blood Flow Restriction; Muscle Strength; Biceps Brachii.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Randomização e alocação da amostra.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2 – Planejamento e organização das sessões de avaliação e intervenção .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 3 – Posicionamento para avaliação de perimetria de bíceps.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 4 – Posicionamento para avaliação com dinamômetro .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 5 – Posicionamento de aplicação da fotobiomodulação.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 6 – Posicionamento do voluntário e do manguito .....</b>	<b>17</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Parâmetros da fotobiomodulação.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabela 2 – Dados demográficos.....</b>	<b>19</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 - Coletas das avaliações de perimetria.....</b>	<b>20</b>
<b>Gráfico 2 - Resultados da perimetria de bíceps braquial .....</b>	<b>20</b>
<b>Gráfico 3 - Coletas das avaliações com dinamômetro.....</b>	<b>21</b>
<b>Gráfico 4 - Resultados da dinamometria isométrica .....</b>	<b>21</b>
<b>Gráfico 5 - Coletas das avaliações com teste de 1 RM .....</b>	<b>22</b>
<b>Gráfico 6 - Resultados do teste de 1 repetição máxima.....</b>	<b>22</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

FBM	Fotobiomodulação
IMC	Índice de massa corporal
LED	Diodo emissor de luz
LEDT	Terapia por diodos emissores de luz
RFS	Restrição de fluxo sanguíneo
RM	Repetição Máxima
PA	Pressão arterial
TFBM	Terapia de Fotobiomodulação
TR	Treinamento resistido
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

## UNIDADES

bpm	Batimentos por minuto
cm	Centímetro
Hg	Mercúrio
J	Joule
Kg	Quilograma
m	Metro
min	Minuto
mm	Milímetro
mW	Miliwatt

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	9
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
3.1	TIPO E LOCAL DO ESTUDO .....	10
3.2	PARTICIPANTES.....	10
3.3	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO .....	10
3.4	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO .....	10
3.5	CEGAMENTO E ALEATORIZAÇÃO .....	11
3.6	COLETA DE DADOS .....	11
<b>3.6.1</b>	<b>Protocolo de avaliação.....</b>	<b>12</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Perimetria de bíceps braquial .....</b>	<b>13</b>
<b>3.6.3</b>	<b>Pico de contração isométrico .....</b>	<b>13</b>
<b>3.6.4</b>	<b>Teste de 1 repetição máxima .....</b>	<b>14</b>
3.7	PROTOCOLO DE INTERVENÇÃO.....	15
<b>3.7.1</b>	<b>Protocolo de Fotobiomodulação.....</b>	<b>15</b>
<b>3.7.2</b>	<b>Protocolo de Restrição de Fluxo Sanguíneo.....</b>	<b>17</b>
<b>3.7.3</b>	<b>Protocolo do TR.....</b>	<b>17</b>
3.8	ANÁLISE DOS DADOS .....	18
3.9	ASPECTOS ÉTICOS .....	18
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>19</b>
4.1	RESULTADOS DA PERIMETRIA.....	19
4.2	RESULTADOS DA DINAMOMETRIA .....	21
4.3	RESULTADOS DO TESTE DE 1 REPETIÇÃO MÁXIMA .....	22
<b>5.</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os múltiplos benefícios do exercício físico regular para saúde, cardiovascular, musculoesquelética, metabólica e mental são irrefutáveis (WARBURTON, 2006). Nesse contexto, a massa muscular e força consistem em importantes marcadores de desempenho físico, funcionalidade e saúde (WACKERHAGE et al., 2019) estando diretamente atreladas com um menor risco de mortalidade (CELIS-MORALES et al., 2018) imprescindíveis portanto, no processo de reabilitação.

O aumento da força e da hipertrofia são parâmetros importantes nos desfechos de saúde, capacidade funcional e desempenho. Sendo assim, o treinamento resistido (TR), é uma modalidade popular e com evidências consistentes para a melhora nesses aspectos (LOPEZ et al., 2021).

Os princípios do TR sugerem que os fatores que levam às adaptações musculares provêm do maior recrutamento de unidades motoras e a tensão mecânica gerada (SCHOENFELD et al., 2017). Atribuindo fundamentação à recomendação da *American College of Sports Medicine* na prescrição de treinamento com cargas entre 60 a 80% de 1 repetição máxima (1RM), faixa de repetições entre 8 a 12 repetições e realizado de 1-3 séries para ganho de força (“Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults”, 2009), essa metodologia se baseia nos mecanismos fisiológicos como os principais responsáveis pela adaptação e resposta ao exercício. Que são: o estímulo mecânico, o dano muscular e os sinalizadores metabólicos. (WACKERHAGE et al., 2019).

No âmbito de práticas clínicas, essa modalidade de treinamento é amplamente utilizada devido às evidências robustas de tratamento, como o caso de tendinopatias (PAVLOVA et al., 2023) e dor patelofemoral (FERBER et al., 2015), por exemplo. Ainda, em diferentes tipos de população, como em idosos (HUNTER; MCCARTHY; BAMMAN, 2004).

Contudo, alguns protocolos de reabilitação, como o pós operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior encontram algumas barreiras na prescrição do tradicional treino resistido, devido ao risco de perda cirúrgica quando utilizada altas cargas em fases iniciais (NICHOLS; O'BRIEN; WHITE, 2021). Sendo assim, o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo tem sido estudado e parece ser uma alternativa eficiente e segura (HUGHES et al., 2019).

A restrição de fluxo sanguíneo (RFS) é uma estratégia de treino relacionada com o treino de resistência. Nessa modalidade, se utiliza um manguito ou outro acessório com potencial

restritor, posicionado na porção mais proximal do membro em exercício, a fim de realizar uma obstrução vascular no segmento irrigado. Essa técnica permite o desenvolvimento da força, ganho de massa muscular, aumento da atividade elétrica no músculo e maior presença do hormônio GH. Isso, sem grande estresse articular, devido ao uso de cargas mais leves em comparação ao TR (ABE et al., 2005; TAKARADA et al., 2000).

O TR com a RFS geralmente é realizado com carga entre 20% a 50% de 1RM e restrição moderada. A baixa carga combinada com restrição contínua do manguito, com pressão de 160mmHg, durante a execução do exercício concêntrico-excêntrico (1:2), em 3 séries de 15 repetições, teve resultados positivos na ativação muscular durante o treino (YASUDA et al., 2013). O mecanismo de eficácia mais aceito nesse método, além dos conhecidos do exercício convencional é o acúmulo de metabólicos e do meio hipóxico temporario gerado pela contenção (LORENZ et al., 2021).

A abordagem dessa metodologia de treino tem se mostrado eficaz e segura tanto para populações treinadas como para destreinados (WORTMAN et al., 2021). Também, na atuação clínica para tratamento e reabilitação, como no pós operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior, citado anteriormente (HUGHES et al., 2019).

Para obtenção de padrões quantitativos eficazes para aplicação da técnica, a insuflação de um manguito permite adequação e monitoramento da pressão ideal. Esta, que segundo, Yasuda et al., (2009) deve ser entre 147 a 160 mmHg para propiciar nível de restrição de fluxo adequado em membro superior, sem influenciar o desempenho por desconforto, como em pressões maiores. Tal procedimento foi testado em um protocolo de 3 séries com total de 50 repetições (30-15-15), com carga a 20% de 1RM e oclusão a 160 mmHg. Os resultados foram de ganho de força muscular semelhante ao grupo com treinamento sem restrição com 70% de 1RM (KARABULUT et al., 2010).

Por conseguinte, na aplicação da técnica não foi obtida diferença estatisticamente significativa na utilização da RFS de maneira intermitente (retirando a restrição durante o intervalo das séries) e contínua para ganho de força. Contudo, a permanência da oclusão nos intervalos parece causar maior desconforto (YASUDA et al., 2013b).

Os avanços nessa metodologia possibilitaram o desenvolvimento de uma diretriz de prescrição para aplicação da técnica no exercício resistido, configurada da seguinte maneira: Frequência de treino de 2-3 vezes por semana; Carga: 20-40% de 1RM; Repetições: 75 repetições (séries de 30-15-15-15) ou séries até a falha; Descanso entre séries: 30-60 segundos; Restrição: Contínua ou intermitente; Velocidade de execução: 1 para 2s (concêntrico e

excêntrico); Execução: Até a falha concêntrica ou quando atingido o esquema de repetições planejado (PATTERSON et al., 2019).

Outro recurso moderno para melhora na performance muscular, redução de fadiga durante o exercício e benefícios de recuperação após o treinamento é a Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) de baixa intensidade ou Terapia por diodos emissores de luz (LEDT) (FERRARESI; HAMBLIN; PARIZOTTO, 2012a).

A Fotobiomodulação (FBM) é uma terapia dada pela exposição de um tecido a um emissor de luz, seja o dispositivo de laser de baixa intensidade ou diodos emissores de luz (LED). Embora ambos apresentem efeitos distintos em termos de propriedades físicas, como colimação e especificidade do espectro emitido (BARBOSA et al., 2020) ambos proporcionam aos músculos uma estimulação mitocondrial significativa. Isso ocorre quando os fótons de luz vermelha e infravermelha são absorvidos pelo tecido através do citocromo C, resultando em um aumento na produção de adenosina trifosfato (ATP), a principal fonte de energia para os músculos (FERRARESI; HUANG; HAMBLIN, 2016a). Assim, além de reduzir a inflamação e o estresse oxidativo (FERRARESI; HAMBLIN; PARIZOTTO, 2012b) a TFBM também promove um aumento na força, resistência à fadiga e hipertrofia muscular (FERRARESI; HUANG; HAMBLIN, 2016a; LEAL JUNIOR et al., 2010).

Amplamente pesquisada nos dias atuais, a FBM é utilizada em diversos tecidos, como tendões, nervos periféricos, tecidos cutâneos, ossos e músculos (LEAL-JUNIOR et al., 2015).

Na prática clínica, a fotobiomodulação (FBM) pode ser aplicada a diversas condições, desde cicatrização de feridas e alívio da dor até lesões musculoesqueléticas e nervosas. Os resultados positivos dependem de vários parâmetros físicos da luz, incluindo comprimento de onda (nm), potência (W), energia (J), tempo de irradiação, área do emissor do feixe (cm<sup>2</sup>), irradiância (W/cm<sup>2</sup>) e densidade de energia, fluência ou dose (J/cm<sup>2</sup>). É importante ressaltar que a potência máxima que pode ser utilizada é de 500 mW por ponto emissor de luz, com comprimentos de onda variando entre o espectro visível e infravermelho, aproximadamente de 400 a 1000 nm (BARBOSA et al., 2020). Há recomendações clínicas e científicas que enfatizam uma evidência confiável nos parâmetros da FBM para melhora do desempenho e recuperação pós exercício, inclusive doses para grandes grupos musculares e pequenos grupos musculares (LEAL JUNIOR et al., 2019).

Devido à necessidade de maior abrangência para sobrepor o músculo, o cluster de LED é uma ferramenta mais prática, acessível e eficaz que o laser. Também, a aplicação parece promover maior performance e ganho de força quando aplicada antes do treinamento (VANIN et al., 2016).

Um estudo demonstrou a terapia de fotobiomodulação (TFBM) com diodos emissores de luz (LEDT) pode ser mais eficaz para cobrir a área da musculatura exercitada, além de apresentar um custo menor. O estudo foi realizado com jogadores de vôlei profissional que seguiram um protocolo de irradiação com LEDT no músculo bíceps braquial antes de um programa de exercícios de flexo-extensão de cotovelo, utilizando 75% de 1RM. Os resultados indicaram que a TFBM aumentou tanto o tempo quanto o número de contrações musculares (LEAL JUNIOR et al., 2009). Além disso, a combinação da LEDT com um programa intenso de treinamento de força demonstrou potencial para promover ganhos em força, resistência à fadiga e hipertrofia muscular, promovendo melhor desempenho em exercícios resistidos (BARBOSA et al., 2017; BORSA; LARKIN; TRUE, 2013; FERRARESI et al., 2016).

A associação da LEDT e TR com RFS foi investigada em um estudo com resultados favoráveis à combinação para desfechos de ganho de força de preensão palmar e de extensores de punho (FLORIANOVICZ et al., 2020). Contudo, ainda há uma lacuna na literatura na combinação das técnicas para outros grupos musculares e outros protocolos de intervenção com parâmetros alternativos.

Considerando o exposto, o presente estudo deseja analisar os efeitos da associação da FBM no TR com RFS em praticantes de musculação, no ganho de força e hipertrofia de bíceps braquial, pré e pós intervenção e em relação ao controle. A hipótese é que haja uma resposta satisfatória as modalidades combinadas em que o desfecho de força e perimetria de bíceps braquial se mantenham ou melhorem após a intervenção e que os resultados sejam aprimorados no grupo FBM.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Este estudo buscou investigar os efeitos da fotobiomodulação em um protocolo de treino para bíceps braquial com RFS no ganho de força muscular em homens treinados.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Mensurar os efeitos da fotobiomodulação no ganho de força em um treinamento resistido para bíceps braquial com RFS em indivíduos treinados do sexo masculino, através da dinamometria isométrica e teste de 1 repetição máxima.

Mensurar o efeito para ganho de diâmetro muscular de bíceps braquial após término do treinamento com RFS.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 TIPO E LOCAL DO ESTUDO**

Este estudo tem caráter quantitativo, do tipo ensaio clínico longitudinal, prospectivo, randomizado, cruzado e simples-cego que objetiva analisar o efeito da associação da FBM e RFS no exercício resistido de bíceps braquial em homens praticantes de musculação. A pesquisa e procedimentos de coleta de dados foram realizados no Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor – LARAL (UFSC/Campus Araranguá).

#### **3.2 PARTICIPANTES**

Os participantes recrutados para realização da pesquisa foram homens praticantes de musculação do município de Araranguá – Santa Catarina e região do extremo sul catarinense. Foi divulgada a realização do estudo através de mídias sociais e com panfletos (APÊNDICE C) na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) de Araranguá. Por conveniência foram recrutados 10 voluntários. Os participantes interessados em participar do estudo, responderam à um questionário sociodemográfico (APÊNDICE B), além de receber e assinar o Termo de Consentimento Livre Esclarecido - TCLE (APÊNDICE A) para que seja assinado.

#### **3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO**

Foram incluídos participantes homens praticantes de musculação há pelo menos 3 meses, na faixa etária de 18 à 29 anos.

#### **3.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO**

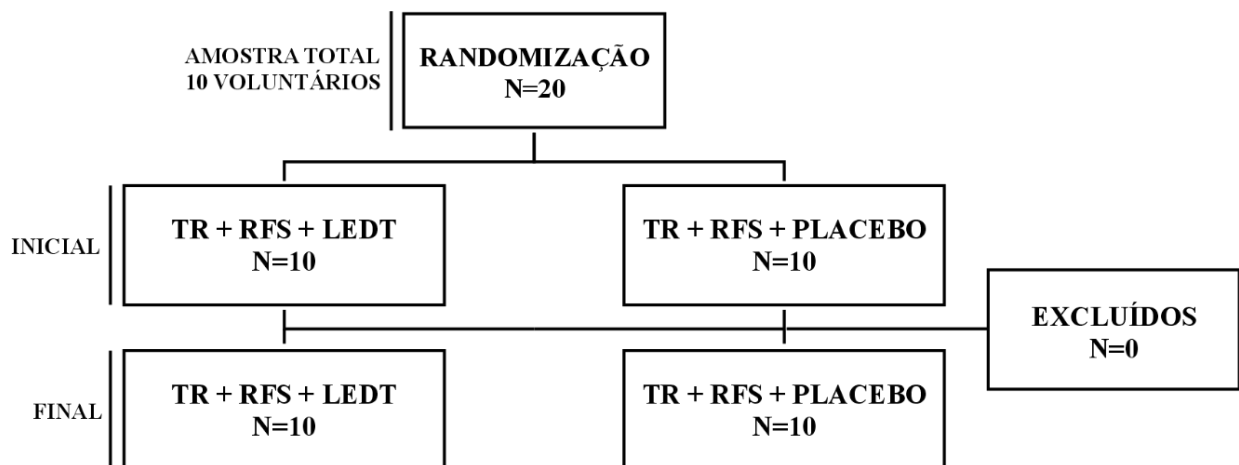
Foram excluídos da pesquisa, voluntários com lesão musculoesquelética recente (menos de 6 meses); com índice de massa corpórea superior a 32 kg/m<sup>2</sup> histórico de cirurgia no membro superior; distúrbios neurológicos e/ou cognitivos; hipertensão arterial sistêmica; usuários de algum derivado de testosterona.

### 3.5 CEGAMENTO E ALEATORIZAÇÃO

O cegamento e a aleatorização são responsáveis pela redução de risco de viés e potencializadores de respostas fidedignas a intervenção e os respectivos resultados. No presente estudo, os voluntários na data da avaliação inicial retiraram um papel com numeração de 1-10, no qual correspondia a uma aleatorização realizada anteriormente no *software* “Excel” com comandos (=ALEATÓRIO()) e (=ORDEM.EQ()), para definição de aplicação da fotobiomodulação em membro superior dominante ou não dominante.

O número total da amostra foi de 20, com a conclusão do treino realizada por 10 participantes e cada membro superior foi avaliado separadamente. O membro superior foi aleatorizado (dominante ou não dominante) para receber a FBM e compor o grupo intervenção, enquanto o outro lado compunha o placebo (figura 1).

**Figura 1 – Randomização e alocação da amostra**



Fonte: Autor, 2024

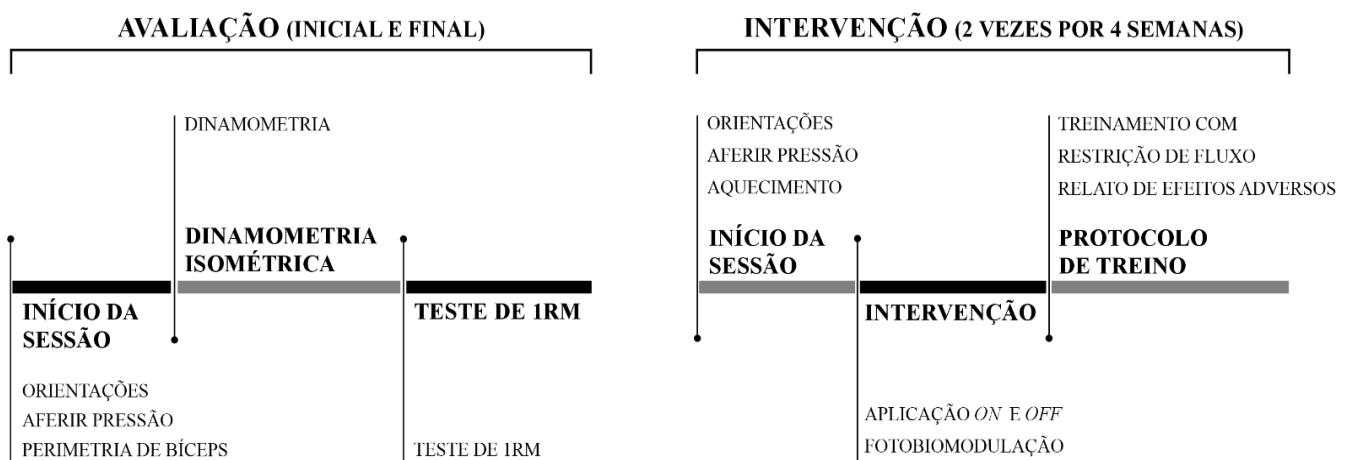
### 3.6 COLETA DE DADOS

Os participantes que responderam ao questionário e que se adequaram aos critérios estabelecidos da pesquisa, foram convocados para a avaliação inicial, realizada em uma segunda-feira, 48h antes no início da janela de treinamento. No questionário, foram informados os dados pessoais básicos, medidas antropométricas (peso e altura), tempo e frequência de treino de musculação e outras condições clínicas que possam ser pertinentes (APÊNDICE B). No primeiro encontro os voluntários foram orientados sobre o protocolo de avaliação inicial e

final, rotina de treinamento, e a necessidade de interrupção do treinamento de bíceps braquial isolado na musculação durante o período de coletas.

Por conseguinte, foi iniciado o processo de coleta de dados e avaliação de força. Todos os participantes foram submetidos à avaliação inicial com medição da perímetria de bíceps, teste de pico de força isométrica através da dinamometria, teste de 1RM e reavaliação ao final do período de treinamento. Também, foram coletadas a percepção de efeitos adversos durante o protocolo de TR com RFS, que teve 8 encontros durante 4 semanas, como ilustra a figura 2.

**Figura 2 – Planejamento e organização das sessões de avaliação e intervenção**



Fonte: Autor, 2024

### 3.6.1 Protocolo de avaliação

Antes no início das sessões, houve um período de 10 minutos de repouso e climatização, onde o participante permaneceu sentado e em repouso, a fim de aferir a pressão arterial (PA). Se dentro dos parâmetros de normalidade (120-129/80-84 mmHg) (BARROSO et al., 2020), seguíamos a avaliação. Foram prestadas todas as orientações verbais e instrutivas dos procedimentos de avaliação que seriam feitos e da conduta de intervenção que seria aplicada, familiarizando o participante com os procedimentos e minimizando erros de comunicação e compreensão. No início das coletas o participante realizou um aquecimento global com o exercício de polichinelo por 2min. Após 1 min de descanso, foi avaliada a perímetria de bíceps com fita métrica. Na sequência, deitado na maca, foi avaliado o pico força isométrica através da dinamometria. Por fim, foi realizado o teste de 1RM para levantamento de dados e prescrição da carga para o exercício. Os participantes receberam uma página de agendamento impressa,

onde o avaliador assinalou as datas de treinamento e da reavaliação. Com as coletas finalizadas, os dados da avaliação foram utilizados para determinar o desfecho e realizar a análise estatística dos resultados.

### 3.6.2 Perimetria de bíceps braquial

O avaliador solicitava ao participante que, em posição ortostática realizasse 90° de abdução do ombro e flexão de cotovelo. Em seguida, com uma fita métrica posicionada na maior protuberância do bíceps braquial era solicitado ao participante que contraísse a musculatura durante a realização da medição, conforme mostra a figura 3.

**Figura 3 – Posicionamento para avaliação de perimetria de bíceps**



Fonte: Autor, 2024

### 3.6.3 Pico de contração isométrico

Na avaliação de pico de contração máxima isométrica do bíceps braquial, utilizou-se a dinamometria manual com o aparelho *Lafayette Hand-Held Dynamometer TM* (Lafayette, Indiana, EUA). Configurado para registrar o pico de força em quilogramas durante 3 segundos de contração muscular isométrica. Durante a execução do teste o participante se mantinha deitado em decúbito dorsal, com os pés apoiados na parede, com o braço em supinação, o ombro e punho a 0°, e o cotovelo flexionado a 90°. O dinamômetro foi posicionado a 5 centímetros abaixo do processo estiloide do rádio, de acordo com a figura 4. Os comandos foram: “Concentra... Três, dois, um e força”, para início do teste. Foi incentivado durante os 3 segundos com a expressão “Força, força,força...” e ao final recebia o comando “parou”. Foram realizadas

3 medidas para cada membro superior, com intervalo de 90 segundos entre cada repetição, e mantido o maior valor (NEPOMUCENO JÚNIOR et al., 2021).

**Figura 4 – Posicionamento para avaliação com dinamômetro**



Fonte: Autor, 2024

#### **3.6.4 Teste de 1 repetição máxima**

O teste de 1RM foi aplicado como medida quantitativa de força e usado diretamente para prescrição da carga aplicada no exercício nos dias de treinamento. Este teste tem por objetivo mensurar a máxima carga que um indivíduo consegue levantar em uma única repetição na execução de um movimento completo (PEREIRA; GOMES, 2003)

O participante da pesquisa em colaboração com o avaliador, estipularam uma determinada carga, supondo que esse valor represente a carga de 1RM. Logo, o participante realizou o aquecimento com aproximadamente 50% da carga estimada da sua 1RM com 8 movimentos. Recebeu um intervalo de 3-5 minutos e executou mais 3 repetições utilizando cerca de 70% da carga desta vez. As repetições subsequentes foram realizadas a partir da carga máxima estipulada, em séries de repetições únicas. Caso o participante tenha a capacidade ou não de realizar a repetição, era realizado um ajuste na carga, e executada uma nova tentativa após um intervalo de 3 a 5 minutos. Dessa vez, com uma carga superior ou inferior de acordo com a tentativa anterior, até o momento em que a carga permitisse apenas uma única repetição. Se houvessem muitas tentativas, é possível que haja fadiga da musculatura, foi adotada então a média entre a carga do último levantamento válido e a carga da série que houve a falha (BROWN, 2003). Para o protocolo de intervenção foi utilizado 20% da carga do teste de 1RM.

### 3.7 PROTOCOLO DE INTERVENÇÃO

A pesquisa foi conduzida em 10 encontros, destes, 2 para avaliação inicial e final e 8 foram sessões de intervenção/treinamento. Realizadas no intervalo de 4 semanas, com frequência de 2 vezes na semana (quartas e sextas-feiras). No início foi realizado um período de 10min de aclimação e a aferição da pressão arterial (FLORIANOVICZ et al., 2020b). Concluída a primeira etapa, era aplicado o protocolo de FBM, seguido por um momento de aquecimento global com 2min de polichinelo. Após 2min de intervalo, o voluntário realizava as 4 séries com RFS, tendo a oclusão durante a execução do exercício e esvaziamento do esfigmomanômetro nos intervalos de 1min entre séries, o treino era realizado por completo em um membro para após iniciar no outro.

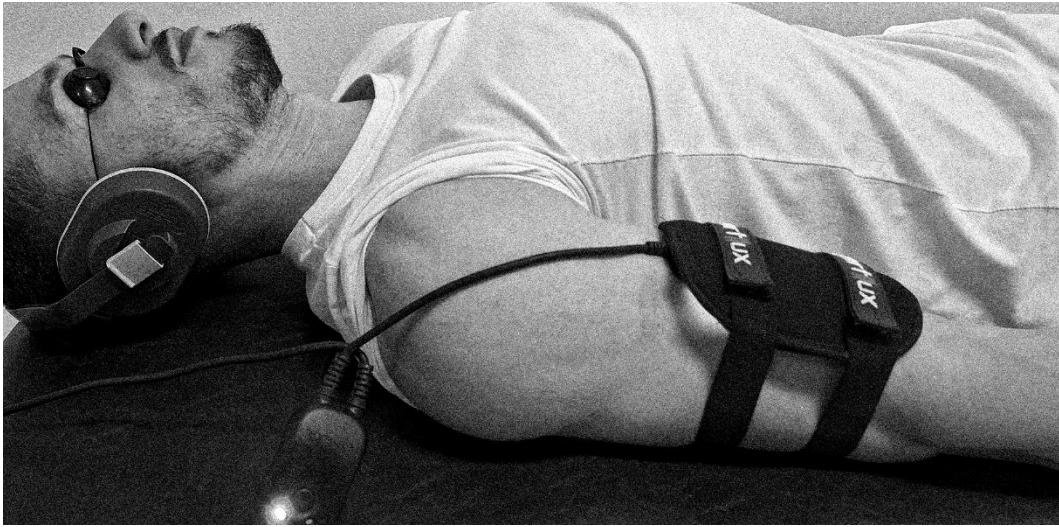
#### 3.7.1 Protocolo de Fotobiomodulação

Para realizar a terapia de FBM foi aplicada a manta de LED (Sportlux, Mauá/São Paulo–Brasil) composta por 84 LEDs, com uma área efetiva de radiação de 71,25cm<sup>2</sup> e uma potência de 672 mW (8mW cada). A TFBM foi feita antes do protocolo de TR com RFS. Para a aplicação, o participante deitava-se em decúbito dorsal no tatame e era orientado que receberia a aplicação da manta de LED no ventre muscular do bíceps braquial nos 2 hemisferos por 90s. Então o voluntário vestia a venda e colocava fones de ouvido sobrepostos por um abafador. Permanecia assim durante 180s, com a manta posicionada 90s em cada membro superior, mas recebendo a emissão apenas no lado correspondente à aleatorização.

Importante salientar que o aparelho de LEDT utilizado, emitia um som audível quando ligado. Portanto, pressionávamos o botão em ambas as aplicações, lado *ON* e lado *OFF*, contudo após o som de *BIP*, a manta no lado *OFF* era desplugada da tomada. O que possivelmente gerou um efeito placebo.

A manta foi posicionada e se manteve em contato com a pele enquanto o participante da pesquisa permaneceu em repouso (figura 5) (LEAL-JUNIOR; LOPES-MARTINS; BJORDAL, 2019a).

**Figura 5 – Posicionamento de aplicação da fotobiomodulação**



Fonte: Autor, 2024

Os parâmetros de funcionamento foram: energia de 60 J, fluência de 0,84 J/cm<sup>2</sup>, comprimento de onda de 600nm e 800nm e aplicado por 90 segundos em modo contínuo por sessão, conforme a tabela 1.

**Tabela 1 – Parâmetros da fotobiomodulação**

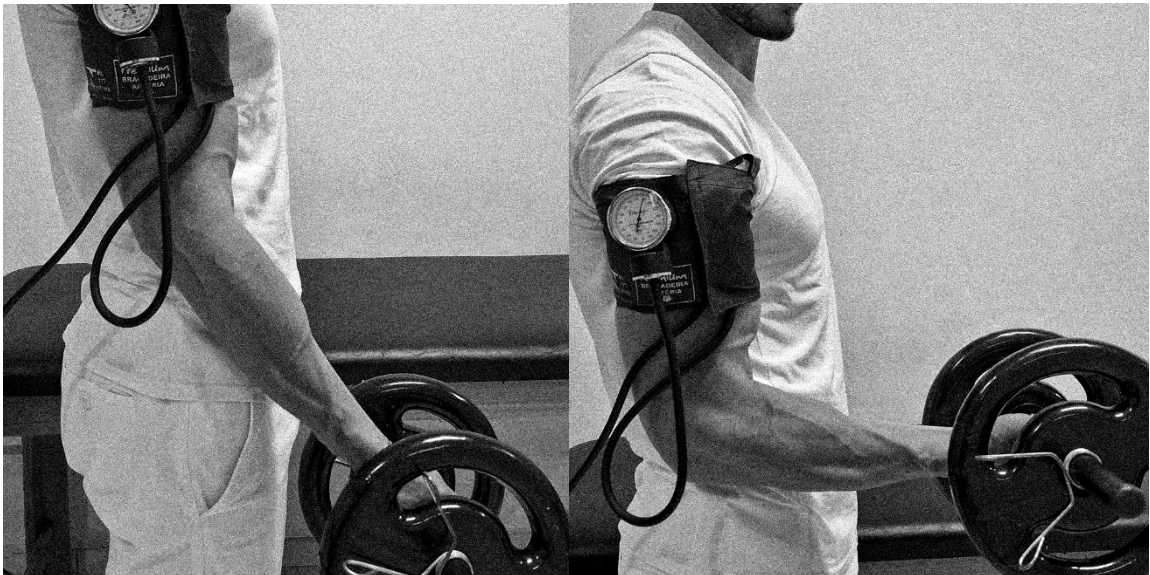
<i>Aparelho</i>	<i>Manta de LED, Sportlux, Mauá/São Paulo – Brasil</i>
<i>Modo</i>	<i>Contínuo</i>
<i>Comprimento de onda</i>	<i>600nm (vermelho) e 800nm (infravermelho)</i>
<i>Número de diodos</i>	<i>84</i>
<i>Potência</i>	<i>675mW</i>
<i>Fluência</i>	<i>0,84 J/cm<sup>2</sup></i>
<i>Tempo de tratamento por ponto</i>	<i>90 segundos</i>
<i>Energia por diodo</i>	<i>0,71J</i>
<i>Energia por ponto</i>	<i>60J</i>
<i>Modo de aplicação</i>	<i>1 Ponto / Contato com a pele</i>

Fonte: Autor, 2024

### 3.7.2 Protocolo de Restrição de Fluxo Sanguíneo

O protocolo de RFS foi executado com o participante da pesquisa em posição ortostática, utilizando o manguito de pressão de um aparelho esfigmomanômetro, conforme ilustrado na figura 6. A pressão foi aplicada no membro superior, na região proximal, inflando durante a realização da série e esvaziado durante os intervalos (YASUDA et al., 2013c). O manguito foi insuflado até 160mmHg, onde as evidências suportam como pressão ideal de restrição para alterar o fluxo sanguíneo e sem afetar o desempenho da musculatura (YASUDA et al., 2008).

**Figura 6 – Posicionamento do voluntário e do manguito**



Fonte: Autor, 2024

### 3.7.3 Protocolo do TR

O treinamento teve início, após o posicionamento e insuflação do esfigmomanômetro a 160mmHg no membro superior a ser treinado. Na execução do exercício o movimento foi em amplitude total de flexão-extensão de cotovelo, com braço paralelo ao corpo e supinação de antebraço e punho. O exercício foi realizado com halter e de maneira unilateral, por 4 séries, sendo a primeira com 30 repetições, e as três últimas com 15 repetições. A carga utilizada era de 20% de 1RM e os intervalos eram de 1min entre séries. Também nos intervalos, o participante era questionado “Houve alguma sensação diferente durante a execução da série?”

As respostas que correspondiam com alguma sensação de desconforto ou efeito adverso eram anotadas.

### 3.8 ANÁLISE DOS DADOS

A análise estatística foi realizada através do programa GraphPad Prism software 8.0 (San Diego, CA) por um pesquisador cegado quanto à alocação dos voluntários em cada grupo. Antes das análises, o teste de normalidade de distribuição Shapiro-Wilk foi utilizado. Após o teste de normalidade, os dados foram submetidos ao teste para medidas paramétricas One-Way ANOVA com nível de significância de  $p < 0,05$ .

### 3.9 ASPECTOS ÉTICOS

Este projeto foi encaminhado para o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina - CEP-UFSC. O número do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética é 70074021.3.0000.0121 (ANEXO A).

#### 4. RESULTADOS

A amostra foi composta por 10 voluntários com média de idade de  $23 \pm 2,8$  anos, que realizam treino de musculação a  $18,9 \pm 8,5$  meses, IMC de  $25,9 \pm 3,6$  kg/m<sup>2</sup> e predominantemente destros como demonstrado na Tabela 2.

**Tabela 2 – Dados demográficos**

	<i>TRFS+LEDT</i> <i>Média ± (DP)</i>	<i>TRFS+PLACEBO</i> <i>Média ± (DP)</i>
<i>Idade (Anos)</i>	$23 \pm (2,8)$	$23 \pm (2,8)$
<i>Tempo treino (Meses)</i>	$18,9 \pm (8,5)$	$18,9 \pm (8,5)$
<i>Dominância (D/E)</i>	$10/0 \pm (0)$	$10/0 \pm (0)$
<i>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</i>	$25,9 \pm (3,6)$	$25,9 \pm (3,6)$

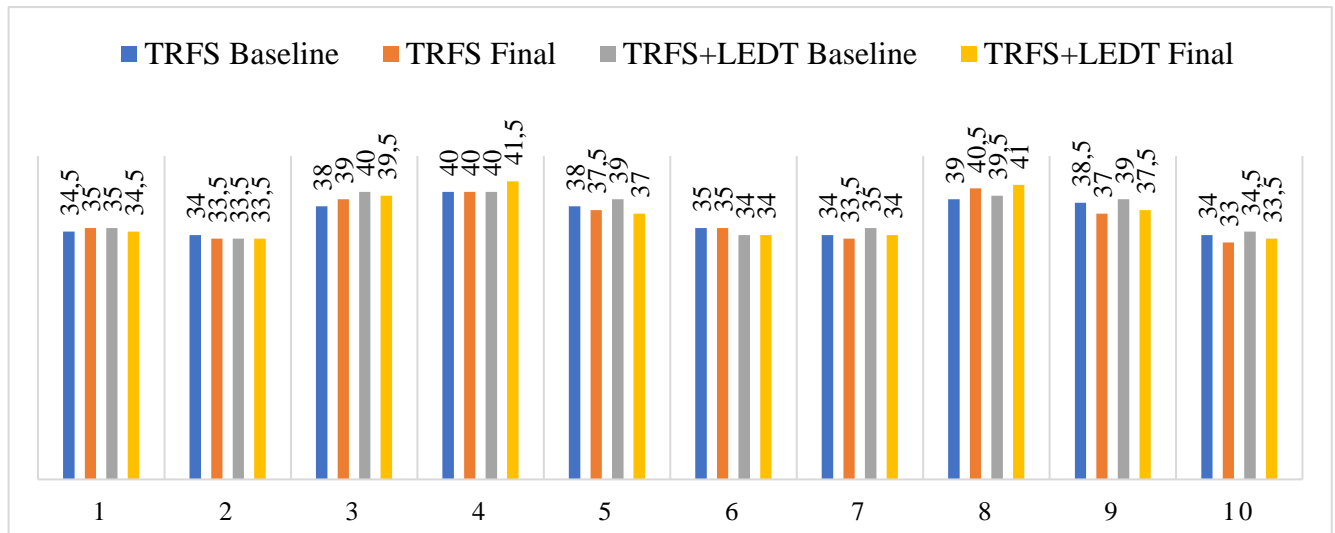
Fonte: Autor, 2024

O procedimento de intervenção foi realizado pelos voluntários em ambos os braços, contudo um dos membros recebeu TR com RFS com LEDT ativa, enquanto o outro realizou TR com RFS com LEDT placebo, desta forma sendo dividido em dois grupos.

##### 4.1 RESULTADOS DA PERIMETRIA

Os dados brutos, em centímetros (cm), das coletas realizadas estão representados no gráfico 1. Correspondentes aos resultados das avaliações iniciais e finais nos grupos RFS e RFS+LEDT.

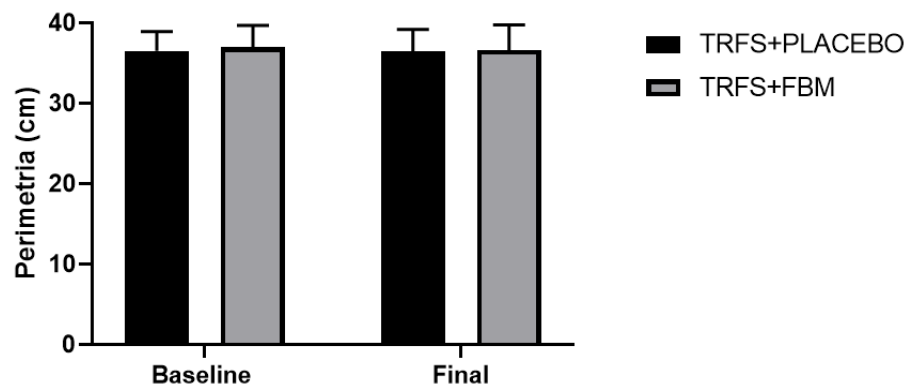
**Gráfico 1 - Coletas das avaliações de perimetria**



Fonte: Autor, 2024

Não foi encontrada diferença estatística ( $p > 0,05$ ) na comparação do pré e pós intervenção e também, na comparação entre grupos para aumento de perimetria de bíceps braquia, como demonstrado no gráfico 2.

**Gráfico 2 - Resultados da perimetria de bíceps braquial**

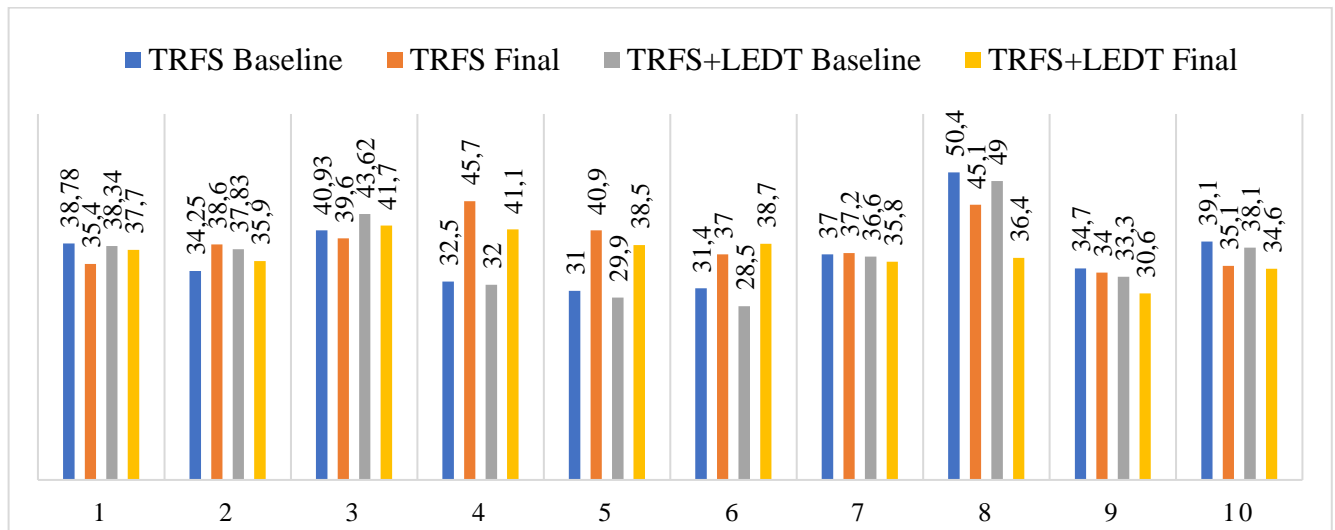


Fonte: Autor, 2024

## 4.2 RESULTADOS DA DINAMOMETRIA

Os dados brutos, em Quilogramas Força (KgF), coletados estão representados no gráfico 3. Correspondentes aos resultados das avaliações iniciais e finais nos grupos TRFS e TRFS+LEDT.

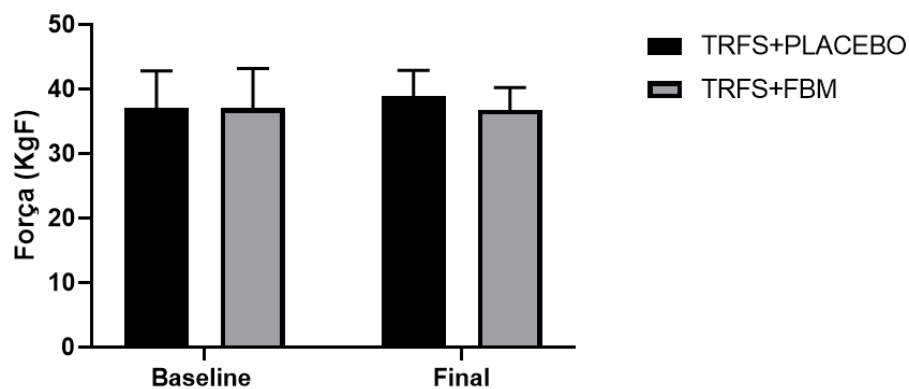
**Gráfico 3 - Coletas das avaliações com dinamômetro**



Fonte: Autor, 2024

Não houveram diferenças estatisticamente significativas ( $p>0,05$ ) quando comparados os resultados pré e pós intervenção e também, quando comparado entre grupos para ganho de força pico isométrica, como demonstrado no gráfico 4.

**Gráfico 4 - Resultados da dinamometria isométrica**

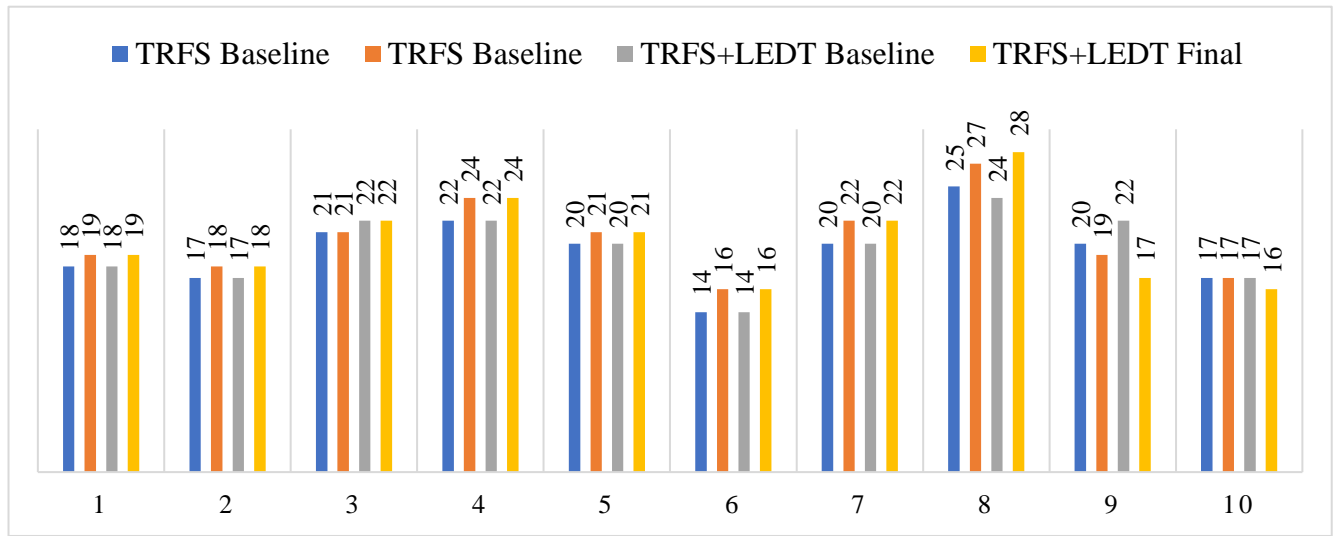


Fonte: Autor, 2024

### 4.3 RESULTADOS DO TESTE DE 1 REPETIÇÃO MÁXIMA

Os dados brutos, em Quilogramas (Kg), das coletas realizadas estão representados no gráfico 5. Correspondentes aos resultados das avaliações iniciais e finais nos grupos TRFS e TRFS+LEDT.

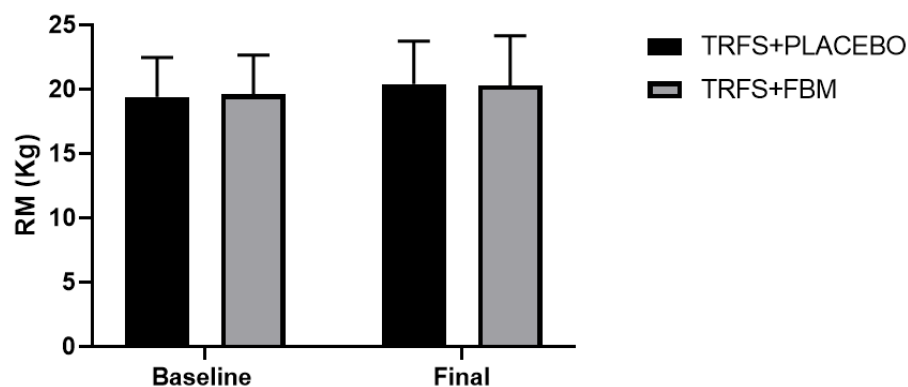
**Gráfico 5 - Coletas das avaliações com teste de 1 RM**



Fonte: Autor, 2024

Também, não houve diferenças estatisticamente significativas ( $p>0,05$ ) quando comparados os resultados pré e pós intervenção. Não houve também mudanças estatisticamente relevantes na comparação entre grupos para aumento de força no teste de 1RM, como demonstrado no gráfico 6.

**Gráfico 6 - Resultados do teste de 1 repetição máxima**



Fonte: Autor, 2024

## 5. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo investigar o ganho de força e hipertrofia em uma amostra de praticantes de musculação submetida a um treinamento com RFS, e que recebeu aplicação da FBM de maneira cruzada. A população selecionada para o estudo foi de jovens com média de idade  $23 \pm (2,8)$  anos, praticantes de musculação pôr em média  $18,9 \pm (8,5)$  meses, absolutamente composta por destros e com índice de massa corpórea média de  $25,9 \pm (3,6)$  Kg/m<sup>2</sup>. Foram comparados como desfecho, os efeitos do treinamento com RFS com associação a FBM, para aumento da perimetria, dinamometria e teste de 1RM, quando comparado ao placebo neste protocolo. Os achados foram que para todos os desfechos não houve mudança estatisticamente significativas quando comparados os períodos pré e pós intervenção. Também, que não houve diferenças significativas entre os grupos.

Sendo assim, os achados do presente estudo apresentam que, não houve aumento da força e hipertrofia com a intervenção para ambos os grupos. Todavia, a manutenção da perimetria e força muscular pelo período de 4 semanas em sujeitos praticantes de musculação, sugerem que o TR com RFS é uma alternativa ao treino convencional. Logo, pode ser aplicado em casos específicos de treinamento e reabilitação de força muscular, quando não é possível o uso de altas cargas.

No estudo de JUDD et al., 2023, os resultados no ganho de força e perimetria utilizando o treino de RFS foram semelhantes quando comparado ao grupo controle, que realizou o treino de força tradicional. Sugerindo uma alternativa de treinamento para a população do estudo, que possivelmente leve a menos desgaste que o treino convencional com desfecho similar. Contudo, o estudo teve uma metodologia distinta, foi utilizado 30% de 1RM no protocolo, além de 4 séries com 5 repetições, em 6 semanas de treino. Outro fator, é a amostra mista entre homens e mulheres jovens, fisicamente ativos, mas não especificamente praticantes de musculação.

Ainda relacionado à prescrição do método de treino com RFS, o público idoso parece ter benefícios relevantes. Em um protocolo de séries, repetições e periodização de treino semelhante, porém com duração superior (12 semanas), foi encontrado o aumento de força e circunferência de bíceps braquial na prática do treino com RFS com resistência elástica. Além, de analisar desfechos de segurança na prática da modalidade (YASUDA et al., 2015).

Na metodologia aplicada dentro deste protocolo, é possível afirmar que não houve influências nos desfechos devido à pressão de oclusão e tamanho do manguito utilizado (LIXANDRÃO et al., 2018). Foi o que investigou esta revisão sistemática com metanálise, que comparou o treino resistido com altas cargas e o treino com restrição de fluxo sanguíneo com

grupos utilizando diferentes pressões e tamanhos de manguito. Como desfechos, entre eles ganho de força e hipertrofia, concluíram que não houve superioridade nos resultados dos diferentes grupos de RFS, e também, que houve ganhos superiores no grupo com treino convencional de alta carga. O que sugere que dificilmente um sujeito praticante do treino convencional de musculação terá progressões quando submetido a mudança para o treinamento com RFS.

Em contra partida, a revisão sistemática com metanálise de RODRIGO-MALLORCA et al., 2021, encontrou resultados semelhantes na comparação entre o treino convencional com cargas próximas a 1RM e o grupo RFS com cargas inferiores (20-30% de 1RM). No entanto, esta revisão era relativa a idosos não ativos, além de reportar que os estudos incluídos não haviam uma qualidade metodológica robusta.

Os resultados do treinamento com RFS ainda apresentam uma inferioridade nos resultados de força quando comparados aos grupos de TR convencional com altas cargas. Contudo, os resultados do presente estudo mostraram que após 4 semanas de intervenção, a força muscular dos voluntários se manteve. Isso possivelmente por conta dos avanços quando ao conhecimento de protocolos envolvendo a o treino com RFS. É o que reforça a revisão sistemática de CHANG et al., 2023, foram obtidos resultados no ganho de força inferiores no grupo restrição em comparação ao grupo com altas cargas para a maioria dos estudos incluídos. Exceto dos estudos que utilizaram a pressão do manguito individualizada e com incremento, no qual se demonstraram equivalentes ao treino convencional.

Por conseguinte, para os desfechos de intervenção através da TFBM mostram que não houve uma discordância entre a quantidade de energia aplicada neste estudo em relação a conclusão da revisão sistemática com metanálise de VANIN et al., 2018. Foram analisados os estudos que relacionaram a aplicação da FBM para aumento no pico de força isométrica, e carga no teste de 1RM, dentre outros desfechos. E concluía que a dosimetria utilizada na maioria dos resultados positivos, foi observada com uma faixa de dose de energia de 20 a 60 J para pequenos grupos musculares, como bíceps braquial. No presente estudo a dose utilizada foi limítrofe as recomendações (60J), contudo não houve diferença quando comparados os grupos que receberam a incidência e os que receberam placebo. Possivelmente pela distinção na aplicação, e outros parâmetros relevantes como o comprimento de onda.

Assim como nessa outra metanálise, que investigou os desfechos da aplicação da TFBM nos níveis de creatina quinase (CK). Com resultados positivos de redução do dano muscular, que conseqüentemente promove um desempenho melhor devido a redução da fadiga (MACHADO et al., 2020). Contudo, os estudos incluídos, assim como na revisão citada

anteriormente demonstraram aplicação de 60J ou menos, nos ensaios com exercício dinâmico de flexão de cotovelo.

As conclusões de dosimetria de entre 20 a 60J para pequenos grupos musculares, também foi o resultado de outra revisão com metanálise que utilizou também a LEDT nas intervenções dos estudos incluídos (LEAL-JUNIOR; LOPES-MARTINS; BJORDAL, 2019b).

Já nessa revisão de (FERRARESI; HUANG; HAMBLIN, 2016b), estudos incluídos com doses totais superiores a 80J nos treinos de bíceps braquial se mostraram ineficazes. Reafirmando que a dosimetria avaliada e positiva para pequenos grupos musculares foi na faixa de 20 a 80J totais.

A associação da TFBM com treino de RFS, foi realizado em um ensaio clínico para desfechos de ganho de força de preensão palmar. A metodologia de treino utilizou 10 séries de 6 repetições com 40% de 1RM e na TFBM foi irradiado aproximadamente 18J em ambos os grupos que eram distintos quanto ao comprimento de onda (660 e 830nm). Diferente do presente estudo, onde ambos os comprimentos de onda foram aplicados simultaneamente pela manta de LED. A intervenção foi, também, de 4 semanas com um total de 8 sessões de treinamento. Nesse contexto, houveram resultados significativos no aumento de força de preensão palma através do fortalecimento de extensores de punho em um protocolo combinado de RFS e TFBM (FLORIANOVICZ et al., 2020a).

## **LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

No estudo houve fatores de confusão devido a dificuldades de implementação de metodologias mais rigorosas. A homogeneidade da amostra, devido a não padronização do nível de atividade física dos participantes. Assim como, o número amostral pequeno não permitiu resultados expressivos. O duplo-cegamento não foi utilizado devido a pequena equipe envolvida inicialmente na pesquisa. Também, seria interessante a continuidade para alcançar 8 semanas de treinamento, afim de identificar os potenciais efeitos da intervenção a médio prazo. Durante esse período a progressão de carga seria fundamental, seguindo os princípios da adaptação ao exercício e sobrecarga.

## **6. CONCLUSÃO**

Na amostra analisada pode-se concluir que o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo associando a fotobiomodulação não foi superior apenas ao treinamento com restrição de fluxo para o ganho de força de bíceps braquial em praticantes de musculação. Contudo, a modalidade de treinamento demonstrou manutenção da força e perimetria considerando que os participantes eram praticantes de musculação com método convencional.

Ademais ainda são necessários estudos com um público saudável e ativo, com um período superior de intervenção. Assim como, seria interessante a investigação de diferentes parâmetros para a TFBM.

## **CONFLITO DE INTERESSE**

Os autores declaram não existir conflito de interesse.

## **AGRADECIMENTOS**

Concluir este trabalho demonstrou o fruto de uma caminhada acadêmica repleta de aprendizados, desafios e superações. Cada passo deste percurso foi essencial para a realização deste trabalho, e por isso, há muitas pessoas a quem sou grato.

Primeiramente, agradeço aos meus pais e a minha família, que sempre foram presentes e atenciosos e não mediram esforços para me ensinarem o verdadeiro valor do esforço e da perseverança. Sem o carinho e a confiança de vocês, eu não teria chegado até aqui.

Ao meu orientador e colegas de laboratório, pela orientação, amizade, paciência e dedicação. Suas sugestões e auxílios foram fundamentais para que este trabalho se tornasse mais robusto e profundo.

Também, a todos os professores que, ao longo da minha trajetória acadêmica, contribuíram com seu conhecimento e aprendizado. Foram fontes de inspiração, e suas aulas me motivaram a buscar mais, a questionar, e sempre me manter no caminho da ciência.

Por fim, sou grato a meus colegas, amigos e todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, seja com palavras de encorajamento, com a partilha de experiências ou com o simples ato de estar ao meu lado nos momentos difíceis.

## REFERÊNCIAS

ABE, T. et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research*, v. 1, n. 1, p. 6–12, 2005.

BARBOSA, R. et al. Effect of Low-Level Laser Therapy and Strength Training Protocol on Hand Grip by Dynamometry. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, v. 8, n. 3, p. 112–117, 27 jun. 2017.

BARBOSA, R. I. et al. Analysis of low-level laser transmission at wavelengths 660, 830 and 904 nm in biological tissue samples. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, v. 209, p. 111914, ago. 2020.

BORSA, P. A.; LARKIN, K. A.; TRUE, J. M. Does Phototherapy Enhance Skeletal Muscle Contractile Function and Postexercise Recovery? A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, v. 48, n. 1, p. 57–67, 1 jan. 2013.

BROWN, L. E. W. J. P. O. H. B. B. M. L. L. C. DE J. F. F. J. Recomendação de procedimentos da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício (ASEP) I: avaliação precisa da força e potência muscular / Procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. Em: *Rev. bras. ciênc. mov.* [s.l.: s.n.]. p. 95–110.

CELIS-MORALES, C. A. et al. Associations of grip strength with cardiovascular, respiratory, and cancer outcomes and all cause mortality: prospective cohort study of half a million UK Biobank participants. *BMJ*, p. k1651, 8 maio 2018.

CHANG, H. et al. Muscle strength adaptation between high-load resistance training versus low-load blood flow restriction training with different cuff pressure characteristics: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, v. 14, 25 ago. 2023.

FERBER, R. et al. Strengthening of the Hip and Core Versus Knee Muscles for the Treatment of Patellofemoral Pain: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Journal of Athletic Training*, v. 50, n. 4, p. 366–377, 1 abr. 2015.

FERRARESI, C. et al. Effects of Light-Emitting Diode Therapy on Muscle Hypertrophy, Gene Expression, Performance, Damage, and Delayed-Onset Muscle Soreness. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, v. 95, n. 10, p. 746–757, out. 2016.

FERRARESI, C.; HAMBLIN, M. R.; PARIZOTTO, N. A. Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: performance, fatigue and repair benefited by the power of light. *Photonics & Lasers in Medicine*, v. 1, n. 4, 1 jan. 2012a.

FERRARESI, C.; HAMBLIN, M. R.; PARIZOTTO, N. A. Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: performance, fatigue and repair benefited by the power of light. *Photonics & Lasers in Medicine*, v. 1, n. 4, 1 jan. 2012b.

FERRARESI, C.; HUANG, Y.; HAMBLIN, M. R. Photobiomodulation in human muscle tissue: an advantage in sports performance? *Journal of Biophotonics*, v. 9, n. 11–12, p. 1273–1299, 22 dez. 2016a.

FERRARESI, C.; HUANG, Y.; HAMBLIN, M. R. Photobiomodulation in human muscle tissue: an advantage in sports performance? *Journal of Biophotonics*, v. 9, n. 11–12, p. 1273–1299, 22 dez. 2016b.

FLORIANOVICZ, V. C. et al. Effects of Photobiomodulation Therapy and Restriction of Wrist Extensor Blood Flow on Grip: Randomized Clinical Trial. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, v. 38, n. 12, p. 743–749, 1 dez. 2020a.

FLORIANOVICZ, V. C. et al. Effects of Photobiomodulation Therapy and Restriction of Wrist Extensor Blood Flow on Grip: Randomized Clinical Trial. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, v. 38, n. 12, p. 743–749, 1 dez. 2020b.

HUGHES, L. et al. Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial. *Sports Medicine*, v. 49, n. 11, p. 1787–1805, 12 nov. 2019.

HUNTER, G. R.; MCCARTHY, J. P.; BAMMAN, M. M. Effects of Resistance Training on Older Adults. *Sports Medicine*, v. 34, n. 5, p. 329–348, 2004.

JUDD, K. et al. The Effects of Accessory Blood Flow Restriction Training on Muscle Size and Strength in Division III Soccer Athletes: A Preliminary Ecological Study. *International journal of exercise science*, v. 16, n. 6, p. 1244–1256, 2023.

KARABULUT, M. et al. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *European Journal of Applied Physiology*, v. 108, n. 1, p. 147–155, 18 jan. 2010.

LEAL JUNIOR, E. C. P. et al. Effect of cluster multi-diode light emitting diode therapy (LEDT) on exercise-induced skeletal muscle fatigue and skeletal muscle recovery in humans. *Lasers in Surgery and Medicine*, v. 41, n. 8, p. 572–577, 3 out. 2009.

LEAL JUNIOR, E. C. P. et al. Effect of low-level laser therapy (GaAs 904 nm) in skeletal muscle fatigue and biochemical markers of muscle damage in rats. *European Journal of Applied Physiology*, v. 108, n. 6, p. 1083–1088, 19 abr. 2010.

LEAL-JUNIOR, E. C. P. et al. Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. *Lasers in Medical Science*, v. 30, n. 2, p. 925–939, 19 fev. 2015.

LEAL-JUNIOR, E. C. P.; LOPES-MARTINS, R. Á. B.; BJORDAL, J. M. Clinical and scientific recommendations for the use of photobiomodulation therapy in exercise performance enhancement and post-exercise recovery: current evidence and future directions. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 23, n. 1, p. 71–75, jan. 2019a.

LEAL-JUNIOR, E. C. P.; LOPES-MARTINS, R. Á. B.; BJORDAL, J. M. Clinical and scientific recommendations for the use of photobiomodulation therapy in exercise performance enhancement and post-exercise recovery: current evidence and future directions. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 23, n. 1, p. 71–75, jan. 2019b.

LIXANDRÃO, M. E. et al. Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, v. 48, n. 2, p. 361–378, 17 fev. 2018.

LOPEZ, P. et al. Resistance Training Load Effects on Muscle Hypertrophy and Strength Gain: Systematic Review and Network Meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 53, n. 6, p. 1206–1216, 1 jun. 2021.

LORENZ, D. S. et al. Blood Flow Restriction Training. *Journal of Athletic Training*, v. 56, n. 9, p. 937–944, 1 set. 2021.

MACHADO, A. F. et al. Phototherapy on Management of Creatine Kinase Activity in General Versus Localized Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Journal of Sport Medicine*, v. 30, n. 3, p. 267–274, maio 2020.

NEPOMUCENO JÚNIOR, B. R. V. et al. COMPARISON OF METHODS FOR EVALUATING UPPER LIMB STRENGTH BY HAND-HELD DYNAMOMETRY. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 27, n. 1, p. 42–48, jan. 2021.

NICHOLS, Z. W.; O'BRIEN, D.; WHITE, S. G. Is resistance training intensity adequately prescribed to meet the demands of returning to sport following anterior cruciate ligament repair? A systematic review. *BMJ open sport & exercise medicine*, v. 7, n. 3, p. e001144, 2021.

PATTERSON, S. D. et al. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Frontiers in Physiology*, v. 10, 15 maio 2019.

PAVLOVA, A. V. et al. Effect of resistance exercise dose components for tendinopathy management: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, v. 57, n. 20, p. 1327–1334, out. 2023.

PEREIRA, M. I. R.; GOMES, P. S. C. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima - Revisão e novas evidências. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 9, n. 5, p. 325–335, out. 2003.

Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.

RODRIGO-MALLORCA, D. et al. Resistance Training with Blood Flow Restriction Compared to Traditional Resistance Training on Strength and Muscle Mass in Non-Active

Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 21, p. 11441, 30 out. 2021.

SCHOENFELD, B. J. et al. Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 31, n. 12, p. 3508–3523, dez. 2017.

TAKARADA, Y. et al. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of Applied Physiology*, v. 88, n. 6, p. 2097–2106, 1 jun. 2000.

VANIN, A. A. et al. What is the best moment to apply phototherapy when associated to a strength training program? A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Lasers in Medical Science*, v. 31, n. 8, p. 1555–1564, 1 nov. 2016.

VANIN, A. A. et al. Photobiomodulation therapy for the improvement of muscular performance and reduction of muscular fatigue associated with exercise in healthy people: a systematic review and meta-analysis. *Lasers in Medical Science*, v. 33, n. 1, p. 181–214, 31 jan. 2018.

WACKERHAGE, H. et al. Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, v. 126, n. 1, p. 30–43, 1 jan. 2019.

WARBURTON, D. E. R. Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal*, v. 174, n. 6, p. 801–809, 14 mar. 2006.

WORTMAN, R. J. et al. Blood Flow Restriction Training for Athletes: A Systematic Review. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 49, n. 7, p. 1938–1944, 16 jun. 2021.

YASUDA, T. et al. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with varying levels of external limb compression. *Journal of sports science & medicine*, v. 7, n. 4, p. 467–74, 2008.

YASUDA, T. et al. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. *Journal of Sports Sciences*, v. 27, n. 5, p. 479–489, mar. 2009.

YASUDA, T. et al. Influence of continuous or intermittent blood flow restriction on muscle activation during low-intensity multiple sets of resistance exercise. *Acta Physiologica Hungarica*, v. 100, n. 4, p. 419–426, dez. 2013a.

YASUDA, T. et al. Influence of continuous or intermittent blood flow restriction on muscle activation during low-intensity multiple sets of resistance exercise. *Acta Physiologica Hungarica*, v. 100, n. 4, p. 419–426, dez. 2013b.

YASUDA, T. et al. Influence of continuous or intermittent blood flow restriction on muscle activation during low-intensity multiple sets of resistance exercise. *Acta Physiologica Hungarica*, v. 100, n. 4, p. 419–426, dez. 2013c.

YASUDA, T. et al. Effects of Low-Load, Elastic Band Resistance Training Combined With Blood Flow Restriction on Muscle Size and Arterial Stiffness in Older Adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, v. 70, n. 8, p. 950–958, ago. 2015.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC CAMPUS ARARANGUÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE – CTS CURSO DE FISIOTERAPIA

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE (LEITURA OBRIGATÓRIA)

DADOS DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL PELO PROJETO DA PESQUISA:

**Prof.º Dr. Rafael Inácio Barbosa**

Rua Pedro João Pereira, 150, Mato Alto, Araranguá/SC - (48) 99688-7711 -  
Email: [rafael.barbosa@ufsc.br](mailto:rafael.barbosa@ufsc.br)

Estamos lhe convidando a participar do projeto de Trabalho de Conclusão de Curso do graduando Alencar Biz Marques, intitulado “**EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO NO TREINO DE FORÇA DE BÍCEPS BRAQUIAL ASSOCIADO A RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO EM PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO**”, do curso de Fisioterapia, sob orientação do Prof. Dr. Rafael Inácio Barbosa.

Este projeto tem como objetivo analisar os efeitos da fotobiomodulação associado a diminuição de fluxo sanguíneo no exercício com carga de bíceps braquial. Este estudo é relevante para o meio científico e social, pois pretende oferecer uma alternativa de tratamento e treinamento.

Durante a pesquisa você será questionado quanto aos dados pessoais e condições gerais de saúde (nome, idade, profissão, hábitos de vida, altura, peso e outras condições clínicas). Após será agendada a avaliação e o os dias do programa de treinamento. Na avaliação será testada a força muscular de bíceps em cada braço de forma individual. Nos dias de treinamento será realizado exercício físico com carga e restrição do fluxo sanguíneo. Os atendimentos serão em um total de 10 sessões. Sendo em 2 sessões, avaliação inicial e final e as outras 8 sessões (2 encontros por semana) com protocolo de treinamento e aplicação da fotobiomodulação.

As atividades poderão ser gravadas em imagem e/ou vídeo que se necessário, terá finalidade de análises mais detalhadas do atendimento e que poderão ser incluídas na pesquisa. As imagens e/ou vídeos serão sem mostrar o rosto do participante da pesquisa, assim garantindo anonimato.

Durante os procedimentos de coleta de dados você estará sempre acompanhado pelo pesquisador, que lhe prestará toda a assistência necessária ou acionará pessoal competente para

isso. Caso tenha alguma dúvida sobre os procedimentos ou sobre o projeto você poderá entrar em contato com o pesquisador a qualquer momento pelo telefone ou e-mail informado neste termo.

Ao participar desse estudo, o participante da pesquisa poderá apresentar riscos como dor muscular tardia e desconforto durante a diminuição de fluxo sanguíneo causada pelo esfigmomanômetro. O participante da pesquisa poderá ter benefícios como, obter ganho de força muscular, aumento da resistência muscular, resistência a fadiga e melhora da capacidade funcional. No caso da fotobiomodulação serão utilizados os equipamentos de proteção necessárias.

Ressaltamos que sua colaboração neste estudo é VOLUNTÁRIA, sendo garantido o seu direito de decidir se quer ou não participar, bem como de desistir em qualquer fase do projeto. Estando ciente também, que será garantida a CONFIDENCIALIDADE das informações e o ANONIMATO. Ou seja, o seu nome não será mencionado em qualquer hipótese ou circunstância, mesmo em publicações científicas.

Os participantes da pesquisa não receberão nenhum tipo de pagamento por participar da pesquisa, porém serão ressarcidos os custos não previstos, como por exemplo, se houver algum dano material. Caso os participantes sejam lesados pela pesquisa têm a garantia de indenização assegurada pelo pesquisador responsável por esse estudo.

Caso concorde livremente em participar do projeto, dando autorização aos pesquisadores para que os resultados da análise sejam utilizados, assinar o termo em questão.

O pesquisador responsável Rafael Inácio Barbosa declara cumprir as exigências contidas nos itens IV. 3 da Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.”

No caso de dúvidas éticas ou dúvidas sobre o andamento da pesquisa, o participante da pesquisa poderá procurar o CEPESH-UFSC no endereço: Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701, Trindade, Florianópolis/SC, CEP 88.040-400, Contato: (48) 3721-6094, [cep.propesq@contato.ufsc.br](mailto:cep.propesq@contato.ufsc.br).

O CEPESH é um órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Dr. Rafael Inácio Barbosa - Pesquisador responsável

**APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE

(AS INFORMAÇÕES FORAM UTILIZADOS PARA FINS DE COLETA DE DADOS E ANÁLISES POSTERIORES PARA DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO COM **SIGILO DE IDENTIDADE DO PARTICIPANTE**)

PEDIMOS TAMBÉM AUTENTICIDADE NAS RESPOSTAS

**Nome completo:** (Digite seu nome completo)\*

Sua resposta

**Telefone:** (Número de celular para contato)\*

Sua resposta

**Sexo:** (Selecione seu sexo)\*

( ) Masculino

( ) Feminino

**Data de nascimento:** (Marque seu dia, mês e ano)\*

Data

**Qual seu peso?** (Em Quilogramas, exemplo: 80Kg)\*

Sua resposta

**Qual sua altura?** (Em centímetros, exemplo: 170cm)\*

Sua resposta

**Qual seu braço dominante?** (Assinale)\*

( ) DIREITO

( ) ESQUERDO

**Possui alguma comorbidade?** (Selecione)\*

( ) Não possuo nenhuma

( ) Hipertensão arterial

( ) Arritmias cardíacas

( ) Diabetes mellitus

( ) Doença renal crônica

( ) Outro: \_\_\_\_\_

**A quanto tempo você pratica musculação?** (Assinale a faixa que o representa)\*

- 1- 3 meses
- 3 - 6 meses
- 6 - 12 meses
- 12 - 24 meses
- Superior a 24 meses

**Quantas vezes na semana você pratica musculação?** (Frequência média semanal)\*

- 1 vez na semana
- 2 vezes por semana
- 3 vezes por semana
- 4 vezes por semana
- 5 vezes por semana
- 6 vezes por semana
- 7 vezes por semana

**Faz uso de suplementação?** (Se sim, responda também a questão seguinte)\*

- SIM
- NÃO

**Se sim, qual ou quais suplementações?** (Selecione uma ou mais)

- Whey protein
- Multivitaminico
- Termogênico
- Hipercalórico
- Glutamina
- BCAA
- Outro: \_\_\_\_\_

**Faz uso ou já fez uso de esteroides anabolizantes?**

(Como: Androxon, Boldenona, Deca Durabolin (nandrolona), Deposteron, Dianabol (metandrostenolona), Durateston, Hemogenin (oximetolona, Metenolona ou outros derivados de testosterona)\*

- SIM
- NÃO

**AGRADECEMOS SUA INSCRIÇÃO!**

APÊNDICE C – PANFLETO DE DIVULGAÇÃO DA PESQUISA

**LARAL**

**TREINO DE FORÇA**

**HOMENS**

**+3 MESES DE TREINO**

**AVALIAÇÃO DE FORÇA DE BÍCEPS**

**TREINO DE FORÇA C/ RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGÜÍNEO**

**APENAS 2X POR SEMANA POR 30MINUTOS**

**GRATUITO**

**PARTICIPE DESTA PESQUISA!**  
**ESCANEIE O QR CODE E RESPONDA**  
**ALGUMAS QUESTÕES PARA SE INSCREVER!**





**EM CASO DE DÚVIDAS**  
**(48) 99601-2160**

## APÊNDICE D – AGENDA IMPRESSA DE TREINO E REAVALIAÇÃO



**LARAL**

# TREINO DE FORÇA

**AGENDA DO PARTICIPANTE (# \_\_\_\_\_)**

**ASSINALAR TREINOS E REAVALIAÇÃO**

SETEMBRO 2024 >						
Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12

OUTUBRO 2024 >						
Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá
29	30	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9



### TREINAMENTO



**LOCAL: UFSC ARARANGUÁ**  
 MATO ALTO  
 JARDIM DAS AVENIDAS

**HORÁRIO:** \_\_\_\_\_

**CONTATO AVALIADOR:** \_\_\_\_\_

## ANEXO A – ACEITE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Você está em: Público > Buscar Pesquisas Aprovadas > Detalhar Projeto de Pesquisa

### DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

#### – DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título Público:** Associação da fotobiomodulação e restrição de fluxo sanguíneo no exercício resistido.  
**Pesquisador Responsável:** Rafael Inácio Barbosa  
**Contato Público:** BRENDAANTUNES  
**Condições de saúde ou problemas estudados:** Fortalecimento muscular  
**Descritores CID - Gerais:** Transtorno muscular nao especificado  
**Descritores CID - Específicos:**  
**Descritores CID - da Intervenção:** Transtorno muscular nao especificado  
**Data de Aprovação Ética do CEP/CONEP:** 04/12/2023



#### – DADOS DA INSTITUIÇÃO PROPONENTE

**Nome da Instituição:** Universidade Federal de Santa Catarina  
**Cidade:** FLORIANÓPOLIS

#### – DADOS DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

**Comitê de Ética Responsável:** 121 - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701  
**Telefone:** (48)3721-6094  
**E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br