

Universidade do Vale do Paraíba
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica

MARIANA APARECIDA DO NASCIMENTO DUQUE

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE DISPOSITIVO DE
FOTOBIMODULAÇÃO COM LEDS EM MANTA, ATRAVÉS DE SEU EFEITO
AGUDO SOBRE MÚSCULOS DO QUADRIL EM BAILARINAS CLÁSSICAS**

São José dos Campos, SP
2022

MARIANA APARECIDA DO NASCIMENTO DUQUE

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE DISPOSITIVO DE
FOTOBIMODULAÇÃO COM LEDS EM MANTA, ATRAVÉS DE SEU EFEITO
AGUDO SOBRE MÚSCULOS DO QUADRIL EM BAILARINAS CLÁSSICAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade do Vale do Paraíba, como complementação dos créditos necessários para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Ferreira-Strixino

São José dos Campos, SP
2022

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO DA OBRA

Ficha catalográfica

Duque, Mariana Aparecida do Nascimento
Desenvolvimento e validação de dispositivo de
fotobiomodulação com Leds em manta, através de seu efeito agudo
sobre músculos do quadril em bailarinas clássicas / Mariana
Aparecida do Nascimento Duque; orientadora, Profa. Dra. Juliana
Ferreira-Strixino. - São José dos Campos, SP, 2022.

1 CD-ROM, 76 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade do Vale do
Paraíba, São José dos Campos. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Biomédica.

Inclui referências

1. Engenharia Biomédica. 2. Quadril. 3. Terapia a Laser de
Baixa Intensidade. 4. Balé (Dança). I. Ferreira-Strixino, Profa.
Dra. Juliana, orient. II. Universidade do Vale do Paraíba.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica. III. Título.

Eu, Mariana Aparecida do Nascimento Duque, autor(a) da obra acima
referenciada:

Autorizo a divulgação total ou parcial da obra impressa, digital ou fixada em
outro tipo de mídia, bem como, a sua reprodução total ou parcial, devendo o
usuário da reprodução atribuir os créditos ao autor da obra, citando a fonte.

Declaro, para todos os fins e efeitos de direito, que o Trabalho foi elaborado
respeitando os princípios da moral e da ética e não violou qualquer direito de
propriedade intelectual sob pena de responder civil, criminal, ética e
profissionalmente por meus atos.

São José dos Campos, 30 de Junho de 2022.



Autor(a) da Obra

MARIANA APARECIDA DO NASCIMENTO DUQUE

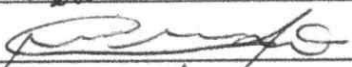
**“DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE DISPOSITIVO DE FOTOBIMODULAÇÃO
COM LEDS EM MANTA, ATRAVÉS DE SEU EFEITO AGUDO SOBRE MÚSCULOS DO
QUADRIL EM BAILARINAS CLÁSSICAS”.**

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba - Univap, pela seguinte banca examinadora:

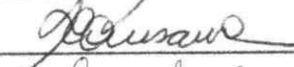
PROF.^ª DR.^ª FERNANDA PUPIO SILVA LIMA



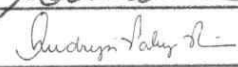
PROF.^ª DR.^ª JULIANA FERREIRA STRIXINO



PROF.^ª DR.^ª EMILIA ANGELA LO SCHIAVO ARISAWA



PROF.^ª DR.^ª ANDREJA PALEY PICON SOARES – USP



Prof.^ª Dr.^ª Lúcia Vieira

Diretora do IP&D – Univap

São José dos Campos, 31 de março 2022.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir concluir mais uma meta, colocando em meu caminho pessoas essenciais para isso.

À minha orientadora, Profa. Dra. Juliana Ferreira-Strixino, por aceitar a orientação, ter acreditado e confiado em mim, e acima de tudo pela paciência e disponibilidade.

Ao meu marido, Prof. Me. Elessandro Váguino de Lima, que sempre esteve a par deste trabalho, com seu olhar crítico, com as discussões e hipóteses, me apoiando academicamente e sendo meu maior incentivador.

Ao Bruno Godoi, cuja contribuição foi fundamental para o desenvolvimento do dispositivo e por sua disponibilidade em ajudar.

Ao Sérgio Lemes, que contribuiu e me ensinou a tratar e analisar todos os resultados deste trabalho, sempre solícito e comprometido.

À Banca Examinadora, que me alegra ter aceitado o convite, sendo referência em suas áreas, e pela contribuição a este trabalho desde sua qualificação.

Às bailarinas e colegas que participaram deste trabalho, que foram solícitas e torceram pelo andamento da pesquisa nesta área, que ainda é tão escassa.

Aos meus pais e irmão por sempre vibrarem o melhor para mim.

À Univap e Capes pelo subsídio financeiro, tornando possível a finalização deste Mestrado.

RESUMO

As atividades inerentes ao Ballet Clássico geram estresse mecânico em toda estrutura musculoesquelética, sendo tornozelo, joelho e o quadril as mais solicitadas. Toda essa exigência e uso excessivo tornam essas articulações propensas a lesões, que regularmente são tratadas preventivamente com o fortalecimento de abdutores do quadril. Essa pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de uma manta a base de Diodos Emissores de Luz (*LED*) de 660 nm e 850 nm, com irradiações independentes e combinadas, e avaliando seu efeito agudo sobre os músculos abdutores do quadril em bailarinas clássicas, com o auxílio do dinamômetro como instrumento de avaliação. A intervenção com fotobiomodulação tem efeitos positivos de potencializar a função muscular e pode auxiliar na recuperação muscular e na prevenção de lesões. Foram avaliadas 60 bailarinas clássicas com idade entre 18 e 30 anos, alocadas em 3 grupos conforme a intervenção do LED, sendo Grupo Vermelho (660 nm) Grupo Infravermelho (850 nm) e Grupo Infravermelho e Vermelho. Todas as bailarinas fizeram parte do Grupo Controle, ao qual não foi aplicada a fotobiomodulação. As participantes realizaram aquecimento específico para os músculos abdutores do quadril com auxílio do *miniband*, em seguida realizaram a avaliação dos músculos abdutores com o Dinamômetro Isocinético, executando uma série de movimentos de abdução do quadril a 45°, grau permitido anatomicamente, e com velocidade angular de 120 °/s. Uma segunda coleta foi realizada após uma semana, repetindo o procedimento, sendo que metade de cada grupo recebeu a intervenção com LED na primeira coleta, e outra metade na segunda, a fim de verificar a adaptação ao equipamento e/ou efeito placebo. Após o tratamento de dados, utilizando o software Matlab, verificou-se que a utilização da Manta de LEDs permitiu o aumento da potência nos músculos abdutores direito e esquerdo com intervenção do LED Infravermelho, e aumento da potência nos músculos abdutores do lado esquerdo com LED Vermelho; mesmo a Manta não recobrir todos os músculos responsáveis pelo movimento de abdução do quadril e, após recálculo dos parâmetros de irradiação, observou-se que a densidade de energia entregue não era a recomendada pelos achados literários. Concluiu-se que não houve adaptação das bailarinas ao equipamento, nem efeito placebo; houve resultado significativo com o aumento da potência após a intervenção; mas é importante dar continuidade ao trabalho alterando os parâmetros de irradiação a área de cobertura da manta de LEDs, e até mesmo o número de sessões.

Palavras-chave: Quadril. Ballet. Lesões. Terapia com Luz de Baixa Intensidade.

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A PHOTOBIOMODULATION DEVICE WITH LEDS IN BLANKET, THROUGH ITS ACUTE EFFECT ON HIP MUSCLES IN CLASSICAL DANCERS

ABSTRACT

The Classical Ballet activity generates mechanical stress in the entire musculoskeletal structure, with ankle, knee and hip being the most requested. All this demand and overuse make these joints prone to injury, which are regularly treated in prevention with hip abductor strengthening. This research aimed to develop a blanket based on Light Emitting Diodes (LED) of 660 nm and 850 nm, with independent and combined irradiation, and to verify its acute effect on the hip abductor muscles in classical dancers, using the dynamometer as an instrument. of evaluation. Intervention with photobiomodulation has positive effects of potentiating muscle function and can aid in muscle recovery and injury prevention. Sixty classical dancers between 18 and 30 years old were evaluated, divided into 3 groups according to the LED intervention, being Red Group (660 nm), Infrared Group (850 nm) and Infrared and Red Group. All the dancers were part of the Control Group, which was characterized by the absence of irradiation. The participants performed a specific warm-up for the muscle with the aid of the miniband, then performed the evaluation of the abductor muscles with the Isokinetic Dynamometer, performing a series of hip abduction movements at 45°, anatomically permissible degree, and with an angular velocity of 120°/s. A second collection was performed after one week, repeating the procedure, with half of each group receiving the LED intervention in the first collection, and the other half in the second, in order to verify the adaptation to the equipment and/or placebo effect. After data processing, using the Matlab software, it was found that the use of the LED blanket allowed the increase of power in the right and left abductor muscles with the intervention of the Infrared LED, and increased power in the abductor muscles on the left side with LED Red; even the Blanket did not cover all the muscles responsible for the hip abduction movement and, after recalculating the irradiation parameters, it was observed that the energy density delivered was not that recommended by the literary findings. It was concluded that there was no adaptation of the dancers to the equipment, nor a placebo effect; there was a significant result with the increase in potency after the intervention; but it is important to continue the work by changing the irradiation parameters, the area of coverage of the LED blanket, and even the number of sessions.

Keywords: Hip. Ballet. Injuries. Low-Level Light Therapy

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Articulação do quadril sem a conexão com fêmur.....	17
Figura 2 - Ângulos de movimentação da articulação quadril	18
Figura 3 - Músculos responsáveis pelos movimentos do quadril.....	19
Figura 4: Dinamômetro Isocinético utilizado para coleta	22
Figura 5: Base do design da Manta de Led.....	26
Figura 6: 4 ramos de LEDs, sendo 2 de 660 nm e 2 de 850 nm	27
Figura 7: Estrutura para base de fixação de tecido e suporte dos LEDs.....	27
Figura 8: Manta de LED montada com todas as estruturas envolvidas	28
Figura 9: Equipamento de fotobiomodulação	29
Figura 10: Irradiação de LED Vermelho	30
Figura 11: Irradiação de LED infravermelho.....	32
Figura 12: Visor de definição de potência para aplicação	34
Figura 13: Aquecimento específico com utilização de <i>miniband</i>	38
Figura 14: Ângulo inicial do movimento de Abdução de quadril	38
Figura 15: Ângulo final do movimento de Abdução de quadril	38
Figura 16: Membro sobreposto a manta de LEDs.....	39
Figura 17: Aplicação de LED com manta	40
Figura 18: Análise de Torque entre Grupos Irrradiados na primeira e segunda sessão com LED Infravermelho.....	42
Figura 19: Análise de Torque entre Grupos Irrradiados na primeira e segunda sessão com LED Vermelho	43
Figura 20: Análise de Torque entre Grupos Irrradiados na primeira e segunda sessão com LED Vermelho e Infravermelho	44
Figura 21: Análise de Torque entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Infravermelhos.....	45
Figura 22: Análise de Torque entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Vermelhos	45
Figura 23: Análise de Torque entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Infravermelhos e Vermelhos.....	46
Figura 24: Análise de Potência entre Grupos Irrradiados na primeira e segunda sessão com LED Infravermelho	47

Figura 25: Análise de Potência entre Grupos Irrradiados na primeira e segunda sessão com LED Vermelho	48
Figura 26: Análise de Potência entre Grupos Irrradiados na primeira e segunda sessão com LED Vermelho e Infravermelho	49
Figura 27: Análise de Potência entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Infravermelhos	50
Figura 28: Análise de Potência entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Vermelhos	51
Figura 29: Análise de Potência entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Vermelhos e Infravermelhos	52
Figura 30: Análise de Trabalho Total entre Grupos Irradiados na primeira e segunda sessão com LED Infravermelho	53
Figura 31: Análise de Trabalho Total entre Grupos Irradiados na primeira e segunda sessão com LED Vermelho	54
Figura 32: Análise de Trabalho Total entre Grupos Irradiados na primeira e segunda sessão com LED Vermelho e Infravermelho	55
Figura 33: Análise de Trabalho Total entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Infravermelhos	56
Figura 34: Análise de Trabalho Total entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Vermelhos	57
Figura 35: Análise de Trabalho Total entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Vermelhos e Infravermelhos	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Planos de ação dos músculos do quadril.....	19
Tabela 2 - Calibração do LED Vermelho	31
Tabela 3 - Calibração do LED Infravermelho	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVO	15
2.1	Objetivo Geral.....	15
2.2	Objetivos Específicos.....	15
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1	Ballet Clássico	16
3.2	Músculos abdutores do Quadril	17
3.2.1	Influência dos músculos abdutores do quadril nos membros inferiores	20
3.3	Dinamômetro Isocinético	21
3.4	Fotobiomodulação	22
3.4.1	Fotobiomodulação no desempenho muscular.....	24
4	MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1	DESENVOLVIMENTO	26
4.1.1	Desenvolvimento do Hardware	26
4.1.2	Desenvolvimento do Software.....	29
4.1.3	Manta de LEDs.....	29
4.1.4	Fotobiomodulação.....	33
4.2	VALIDAÇÃO	34
4.2.1	Aspectos Éticos do Estudo.....	34
4.2.2	Local de Estudo.....	35
4.2.3	Amostra.....	35
4.2.4	Critérios De Inclusão	35
4.2.5	Critérios de Exclusão.....	35
4.2.6	Grupos De Estudo.....	36
4.2.7	Materiais.....	36
4.2.8	Procedimentos	36
4.2.9	Análise dos Dados	40
5	RESULTADOS.....	41
6	DISCUSSÃO.....	60
7	CONCLUSÃO	63

REFERÊNCIAS	64
APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	70
APÊNDICE B: RECÁLCULO DA CALIBRAÇÃO DO LED VERMELHO	73
APÊNDICE C: RECÁLCULO DA CALIBRAÇÃO DO LED INFRAVERMELHO	74
ANEXO A: REGISTRO DO SOFTWARE DA MANTA DE LEDS	75
ANEXO B: COMPROVANTE DE ACEITE DO PROJETO.....	76

1 INTRODUÇÃO

Os membros inferiores são muito exigidos pelas atividades desenvolvidas no Ballet Clássico, e lesões no quadril, joelho e tornozelo, afetando cartilagem, ligamentos, tendões ou bursas, podem levar os bailarinos ao afastamento de suas atividades (NILSSON *et al.*, 2001). Cerca de 17,2% das lesões em bailarinos acontecem no quadril (TRENTACOSTA; SUGIMOTO; MICHELI, 2017), 7% a 26,4% nos joelhos, e 35,1% a 56,6% nos tornozelos (COSTA *et al.*, 2016), devido ao nível extremo de atividade do bailarino, diagnóstico incorreto ou recuperação incompleta (REID, 1988).

Faz-se necessário analisar a força dos músculos abdutores do quadril de bailarinos, por ser considerada relevante para prevenção e recuperação de lesão no quadril, joelho ou tornozelo, já que o Ballet Clássico é uma atividade que exige grande esforço mecânico. Além disso, sofre um agravo quando se considera a utilização de sapatilhas de ponta só pelo gênero feminino, que altera completamente a distribuição do peso e a mecânica do movimento e do andar (ALLEN *et al.*, 2012). A intervenção com fotobiomodulação pode auxiliar na recuperação muscular, no ganho/potencialização de força e conseqüentemente na prevenção de lesões (TSUK *et al.*, 2020; ALMEIDA *et al.*, 2020), fator importante para esse público. O LED é um fotobiomodulador e tem efeitos positivos de potencializar a função muscular, melhorando o desempenho no exercício. Sendo assim, o desenvolvimento de uma manta de LEDs para os membros inferiores, possibilitaria uma irradiação em um tempo menor do que o habitual por meio de outros instrumentos, e forneceria importantes benefícios para as bailarinas atletas, como potencializar a força dos músculos abdutores do quadril.

Para essa análise foi utilizado o dinamômetro isocinético, ferramenta eficiente e válida na pesquisa, quantificando torque, potência e trabalho total dos músculos abdutores do quadril. Já a luz de baixa intensidade pode ser utilizada para potencializar essas capacidades que o dinamômetro é capaz de analisar (ALMEIDA *et al.*, 2020).

As lesões em bailarinos ocorrem, normalmente, por tempo de atividade e se desenvolvem de forma progressiva e por isso a importância de estudos e produtos que auxiliem na prevenção, reabilitação e potencialização de bailarinos atletas, bem

como permitam verificar a ação da fotobiomodulação sobre torque, potência e trabalho total desses músculos.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um dispositivo para fotobiomodulação e validar seu efeito agudo da fotobiomodulação nos músculos abdutores do quadril em bailarinas clássicas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Desenvolver uma manta de LEDs nos comprimentos de onda de 660 nm e 850 nm, com irradiações independentes e combinadas.
- ✓ Validar a aplicação do LED sobre o desempenho dos músculos abdutores do quadril;
- ✓ Relacionar o momento de aplicação do LED de baixa potência com a influência da adaptação ao dinamômetro.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 BALLET CLÁSSICO

O Ballet Clássico é considerado pelo público uma atividade artística e de entretenimento, mas é ao mesmo tempo uma prática física que exige muito de quem a executa. Essa atividade exige das articulações movimentos de grande amplitude, realizados em posições que alteram a biomecânica natural, sendo estes muito repetidos ao longo do treinamento rigoroso, o que gera estresse mecânico nos músculos e ligamentos (NILSSON *et al.*, 2001; BICKLE; DEIGHAN; THEIS, 2018).

Por muito tempo considerado como Arte, o Ballet Clássico não teve a devida atenção quanto a preparação e o condicionamento físico dos bailarinos, já que não se condicionam o suficiente para suportar o cronograma de atividades que a dança exige. Dentro desse planejamento ainda pode haver aulas e ensaios mal planejados, ou uma técnica executada de forma incorreta, o que faz com que se alterem ainda mais as condições biomecânicas do corpo humano, promovendo a ocorrência de lesões devido à técnica insuficiente (SOBRINO; GUILLÉN, 2017).

O primeiro sinal de uma lesão é a dor, fator que os bailarinos estão acostumados a lidar devido às exigências biomecânicas da prática, sendo assim, não a reconhece e a subestima, ocasionando uma lesão de maior grau (RAMIRO; LORING; HENARES, 1996 apud SOBRINO; GUILLÉN, 2017). E quando se trata de recuperação, os bailarinos costumam não respeitar o seu tempo, pois normalmente sofrem pressão para retorno a atividade, já que uma longa ausência poderá acarretar a perda de posição dentro da academia ou companhia, o que pode complicar consideravelmente o processo de cura da lesão (GARRICK; REQUA, 1993).

Somente o gênero feminino utiliza a sapatilha de ponta, que faz parte da rotina diária, seu uso altera o centro de massa para frente, depositando toda força de sustentação nas falanges distais, causando adaptações no sistema musculoesquelético e aumentando a incidência de lesões e dores nesse público (ALLEN *et al.*, 2012).

Os bailarinos têm alta incidência de lesão musculoesquelética, sendo 67% a 95% a porcentagem de acometimento anual, de acordo com Byhring e Bo (2002). Geralmente as lesões pela prática da dança vêm do uso excessivo de membros

inferiores, que apresentam maior ocorrência de lesões (NILSSON, 2001; SOBRINO; GUILLÉN, 2017), sendo a articulação do quadril afetada em 7% a 26,4%, nos joelhos, e 35,1% a 56,6% nos tornozelos (TRENTACOSTA; SUGIMOTO; MICHELI, 2017, COSTA *et al.*, 2016).

3.2 MÚSCULOS ABDUTORES DO QUADRIL

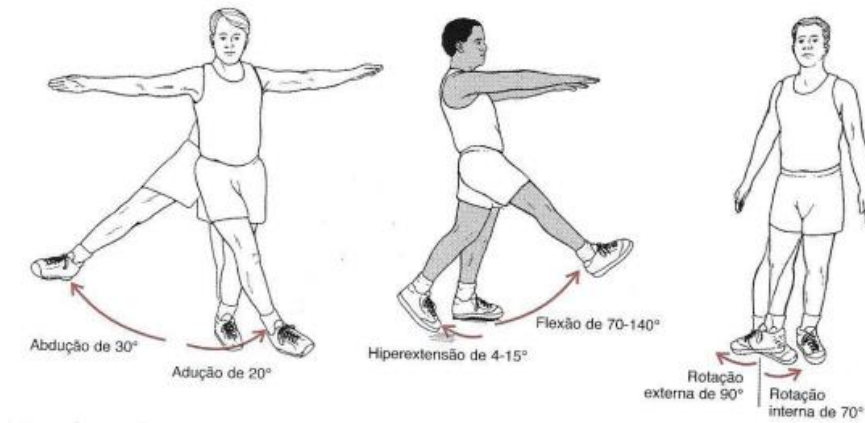
A articulação do quadril é composta pelas estruturas ósseas fêmur e íliaco, com a junção do ílio, ísquio e púbis (Figura 1). Possui três planos de movimentos, por isso é classificada por triaxial, que são: flexão e extensão, rotação interna e externa, adução e abdução. Cada movimento possui um grau de amplitude permitido pela articulação, sendo 30° para abdução, e para a rotação lateral é de 90° (Figura 8), ressaltando-se que são movimentos necessários para fortalecimento e para a técnica do Ballet Clássico, respectivamente (HAMILL, 1999 apud ARAGÃO, 2014).

Figura 1- Articulação do quadril sem a conexão com fêmur



Fonte: Frazão (2021).

Figura 2 - Ângulos de movimentação da articulação quadril



Fonte: Hamill, (1999 apud ARAGÃO, 2014)

De acordo com a Tabela 1 e a Figura 3, o grupo muscular abductor do quadril é composto pelos músculos: glúteo médio, glúteo mínimo, tensor da fáscia lata, piriforme, gêmeo superior, iliopsoas, sartório e reto femoral (DOSTAL; SODERBERG; ANDREWS, 1986).

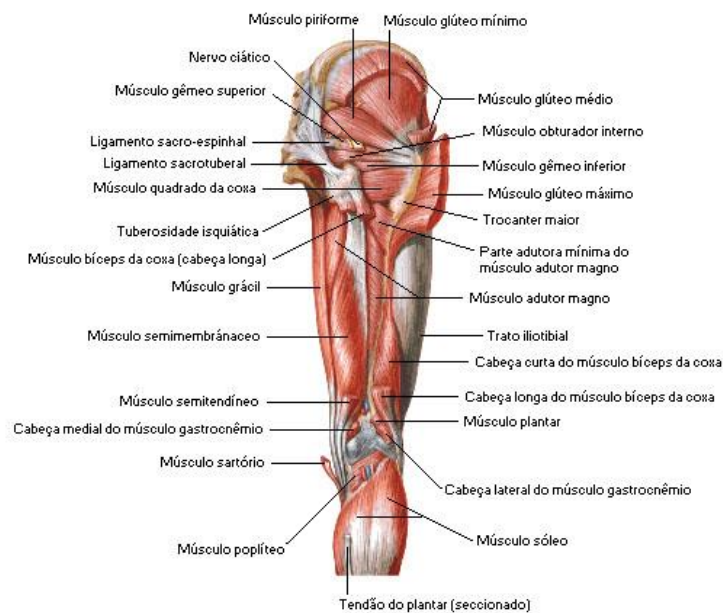
Tabela 1- Planos de ação dos músculos do quadril

Muscles	Abbreviation	Planes of Motion*		
		Frontal	Sagittal	Transverse
Sartorius	SAR	-3.7	-4.0	-0.3
Rectus femoris	RF	-2.3	-4.3	-0.2
Gracilis	GRA	7.1	-1.3	-0.3
Pectineus	PEC	3.2	-3.6	1.0
Adductor longus	ADL	7.1	-4.1	0.7
Adductor brevis	ADB	7.6	-2.1	0.5
Adductor minimus	AD MI	7.6	-0.9	0.0
Adductor magnus (middle)	AD MID	6.2	3.9	-0.3
Adductor magnus (posterior)	AD POST	3.4	5.8	0.4
Gluteus maximus	G MAX	0.7	4.6	-2.1
Gluteus medius (anterior)	G MED ANT	-6.7	0.8	2.3
Gluteus medius (middle)	G MED MID	-6.0	1.4	0.1
Gluteus medius (posterior)	G MED POST	-4.3	1.9	-2.4
Gluteus minimus (anterior)	G MIN ANT	-5.8	-1.0	1.7
Gluteus minimus (middle)	G MIN MID	-5.3	-0.2	-0.3
Gluteus minimus (posterior)	G MIN POST	-3.9	0.3	-1.4
Tensor fasciae latae	TFL	-5.2	-3.9	0.0
Piriformis	PIR	-2.1	0.1	-3.1
Obturator internus	OB IN	0.7	0.3	-3.2
Gemellus superior	GEM SUP	-0.1	0.3	-3.1
Gemellus inferior	GEM INF	0.9	0.4	-3.3
Quadratus femoris	QUAD FEM	4.4	0.2	-3.4
Obturator externus	OB EX	2.4	-0.7	-0.4
Biceps femoris	BI FEM	1.9	5.4	-0.6
Semitendinosus	SEM TEN	0.9	5.6	0.5
Semimembranosus	SEM MEM	0.4	4.6	0.3
Iliopsoas	PM/I	-0.7	-1.8	0.5

* Frontal plane: + = adduction, - = abduction. Sagittal plane: + = extension, - = flexion. Transverse plane: + = internal rotation, - = external rotation.

Fonte: Dostal; Soderberg; Andrews, (1986).

Figura 3 - Músculos responsáveis pelos movimentos do quadril



Fonte: Netter (2000).

3.2.1 Influência dos músculos abdutores do quadril nos membros inferiores

A articulação do joelho, localizada entre as articulações do quadril e do pé, precisa se adaptar às tensões biomecânicas e desvios cinemáticos de ambas. Ou seja, muitas lesões no joelho não são causadas pela própria articulação, e representam cerca de 7% a 26,4% das lesões em bailarinos (COSTA *et al.*, 2016).

A fraqueza dos músculos abdutores do quadril resulta no aumento em forças compressivas no joelho, e no risco de progressão de Osteoartrite (TAKACS; HUNT, 2012). O fortalecimento por um período de 18 meses, reduziu 43% do risco de progressão da osteoartrite.

Outro risco para a articulação dos joelhos é a dor patelofemoral causada pela condropatia, que é caracterizada pelo desgaste da cartilagem e é muito comum entre praticantes de qualquer exercício físico que exijam carga de movimentos repetitivos nos membros inferiores, e acomete 55% dos bailarinos, sendo uma das lesões mais comuns (STEINBERG *et al.*, 2018). A fraqueza dos músculos abdutores pode resultar também em aumento da adução do quadril, resultando no também aumento da rotação interna do quadril e, conseqüentemente, o deslize patelar, causando a condropatia (BARTON *et al.*, 2013). De acordo com Rogan *et al.* (2018), o fortalecimento dos músculos abdutores do quadril reduziu a dor e melhorou o estado funcional em pacientes com condropatia.

Os bailarinos utilizam todos os segmentos corporais de forma repetitiva, com movimentos extremos, e especialmente no quadril, movimentos que exigem boa amplitude articular. Lesões no quadril têm uma incidência menor que tornozelos e joelhos, apresentando uma taxa de 17,7% das lesões (TRENTACOSTA; SUGIMOTO; MICHELI, 2017), porém são um importante problema de saúde para bailarinos, já que os saltos e aterrissagens deixam o quadril mais instável, e ao longo dos anos aumentam seus níveis de habilidade e carga de aula (KOCHER; SOLOMON; LEE, 2006 apud TRENTACOSTA; SUGIMOTO; MICHELI, 2017). Uma única pesquisa relatou que 50% dos bailarinos que procuraram a clínica em um período de 3 anos, queixavam-se do quadril. Todos os fatores citados podem levar à Osteoartrite de Quadril, que é uma lesão comum, com perda de cartilagem, degradação das estruturas da articulação sinovial, formação de osteófitos, levando a dor e inflamação do quadril (MAYES *et al.*, 2016; 2020). Também devido à hipermobilidade do quadril, pode aumentar o risco de instabilidade, que exige

atenção no fortalecimento da musculatura dessa articulação para prevenção. Bailarinos possuem maior força muscular nos músculos abdutores comparados a não bailarinos, sendo esse grupo muscular o principal responsável pela posição *en dehor* que é mantida durante toda a aula (SUTTON-TRAINA *et al.*, 2015), gerando estresse mecânico ao longo dos anos.

As lesões em tornozelo acometem de 35,1% a 56,6% dos bailarinos (COSTA *et al.*, 2016). As entorses de tornozelo estão entre as lesões musculoesqueléticas mais comuns em atletas (DOHERTY *et al.*, 2014), e no caso de bailarinos são entorses sem contato, que são decorrentes do padrão de movimento da modalidade, ocasionados por torções anteriores de tornozelo, amplitude de movimento, dorsiflexão do tornozelo limitada, falta de aquecimento estático e dinâmico. De acordo com Friel *et al.* (2006 apud POWERS *et al.*, 2017), pessoas com entorse de tornozelo possuem fraqueza no quadril, especialmente nos abdutores. A fraqueza nessa musculatura gera *déficit* na propriocepção e compensações no tornozelo, aumentando o risco de entorse de 10% a 26,7% (POWERS *et al.*, 2017). A entorse pode levar a instabilidade crônica do tornozelo e aumento no risco de desenvolver osteoartrite pós-traumática do tornozelo (VALDERRABANO *et al.*, 2006).

3.3 DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO

Para obter as variáveis de torque, potência e trabalho total dos músculos abdutores do quadril, foi utilizado o Dinamômetro Isocinético Biodex Multi-joint System 3, da BIODEX MEDICAL SYSTEMS INC (Figura 4).

Figura 4: Dinamômetro Isocinético utilizado para coleta



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Dinamômetro Isocinético é um instrumento eletromecânico que fornece velocidade angular fixa pré-determinada, ou seja, constante, e com resistência variável conforme a força aplicada no movimento, por exemplo, quanto maior o torque gerado, maior a resistência do aparelho (DAVIES, 1987 *apud* FILLIPIN; VIEIRA; LOBO DA COSTA, 2006). No caso desta pesquisa foram utilizadas as velocidades angulares de 120°/s, no método isocinético e com fase concêntrica para ambos os movimentos de abdução e adução do quadril.

O dinamômetro é utilizado há mais de 30 anos, sendo uma importante ferramenta para quantificar pico de torque e sua angulação, e tempo do deslocamento angular; permitindo obter resultados sobre torque, potência e trabalho total. Esses resultados são utilizados para avaliação da *performance* muscular, reabilitação e como método de fortalecimento muscular (DVIR, 2002), sendo considerado mecanicamente confiável (DROUIN *et al.*, 2004).

3.4 FOTOBIMODULAÇÃO

A Fotobiomodulação é a intervenção com terapia de luz que modula processos biológicos (HASLERUD *et al.*, 2017), e consiste na aplicação de laser ou Diodos Emissores de Luz (LED), sendo considerada uma terapia não invasiva, relevante para a ciência e usada no tratamento de diversas doenças.

O LED é um diodo semicondutor (junção P positivo –N negativo) que quando é energizado emite luz visível ou invisível. Um potencial elétrico aplicado ao

semicondutor causa separação de elétrons na seção negativa e lacunas na seção positiva, quando os elétrons e as lacunas se recombinam, a luz é produzida, sendo seu princípio de funcionamento de eletroluminescência (aplicação de uma fonte elétrica) (HEISKANEN; HAMBLIN, 2019). A energia luminosa transmitida em forma de ondas é conhecida como fótons, cada fóton contém uma quantidade definida de energia, sempre dependendo do comprimento de onda (quanto menor o comprimento de onda, maior quantidade de energia) (AGNE, 2009).

O LED e o laser diferem quanto ao modo que as ondas são formadas: o laser é limitado por uma cavidade de ressonância que promove a amplificação e irradiação de fótons para formar um feixe coerente e colimado, já o LED não tem cavidade óptica, então não forma um feixe coerente e colimado, mas produz um espectro eletromagnético. Há evidências de que os resultados com LED são semelhantes ao do laser (WHELAN *et al.*, 2003). O LED possui uma banda espectral maior, sendo aproximadamente $\pm 5\text{nm}$ para laser e $\pm 20\text{nm}$ para o LED, sendo o LED capaz de irradiar uma grande área de uma só vez, com dispositivos vestíveis, facilitando seu uso (HEISKANEN; HAMBLIN, 2019).

Diversos fatores podem afetar os resultados de um tratamento com Fotobiomodulação, como o comprimento de onda, densidade de energia, densidade de potência, energia e potência total, tamanho do feixe de luz e características de absorção do tecido, entre outros (ZEIN; SELTING; HAMBLIN, 2018).

Os LEDs são configurados fisicamente em pequenos chips ou pequenas lâmpadas (3-5 mm de diâmetro), que unidos geram luz de potência baixa (Figura 4) (POSTEN *et al.*, 2005).

A luz emitida por um LED pode ser de diferentes comprimentos de onda. As cores utilizadas são, azul (400- 470nm), verde (470-550nm), vermelho (630-700nm) e infravermelho (700-1200nm). O LED que utiliza o arsenieto de gálio emite radiações infravermelhas. Dopando-se com fósforo, a emissão pode ser vermelha ou amarela (dependente da concentração). A tensão é dependente do comprimento da onda emitida, portanto, quanto maior for o LED maior vai ser a tensão para despender os elétrons e iniciar o processo luminoso. Alguns estudos apontam que o LED vermelho melhora o processo metabólico, acelera a cicatrização de feridas e controle sobre dor e edema (WHELAN *et al.*, 2000; SMITH, 2005; QUEIROZ *et al.*, 2008; YEH; WU; CHENG, 2010); e que o LED no infravermelho tem a capacidade de aumento de força e redução da fadiga muscular (PAOLILLO, 2011).

As moléculas do tecido biológico absorvem a luz, sendo sua absorção dependente do comprimento de onda apropriado (AGNE, 2009). As células irradiadas, absorvem a luz pela cadeia respiratória (FROIO *et al.*, 2017), ativando a enzima Citocromo C Oxidase na mitocôndria e na membrana citoplasmática, desencadeando uma variedade de efeitos após a absorção da luz, como a estimulação de cascatas bioquímicas e no aumento de concentração da adenosina trifosfato (ATP). Dado o papel fundamental das mitocôndrias na produção de ATP, um dos efeitos é seu aumento e as modulações nas taxas de síntese de DNA e RNA, que afetam a proliferação celular e expressão gênica de várias vias celulares (mitose, apoptose, inflamação e metabolismo da energia mitocondrial), o que pode estar relacionado aos benefícios do tratamento com fotobiomodulação no músculo esquelético durante o exercício e também em ações regenerativas, anti-inflamatórias, analgésicas e de relaxamento muscular (COSTA *et al.*, 2016, TSUK *et al.*, 2020).

3.4.1 Fotobiomodulação no desempenho muscular

Estudos identificaram a melhoria do desempenho muscular após a fotobiomodulação. Há redução da concentração de lactato; aumento de energia durante exercício (FROIO *et al.*, 2017), devido ao aumento de fluxo sanguíneo muscular e fornecimento de oxigênio (DOS SANTOS *et al.*, 2020). Identificou-se também o reparo e regeneração de tecidos, redução de dor e inflamação, formação de novas fibras musculares, ganho de força, prevenção de danos musculares, aumento de carga máxima em exercícios e resistência à fadiga muscular (TSUK *et al.*, 2020).

A fotobiomodulação aumenta a resposta muscular e o fluxo sanguíneo, aumenta de forma significativa o desempenho de repetições nos exercícios em indivíduos treinados e não treinados, acelera a recuperação muscular, principalmente quando aplicada antes do exercício. É possível obter a resistência aumentada com o aumento da área transversal do músculo, com a redução do nível de lactato, a diminuição do esgotamento de glicogênio muscular, e também o atraso no desenvolvimento de fadiga dos músculos, bem como aumento do torque muscular no início do exercício. Sua aplicação em indivíduos com fibromialgia resultou em reduções na dor e espasmos musculares (TSUK *et al.*, 2020)

A fotobiomodulação tem efeitos positivos de potencializar a função muscular, melhorando o desempenho no exercício. Só não está claro qual o mecanismo exato pelo qual o laser ou LED influenciam o músculo esquelético são influenciados pelo laser ou LED durante o processo de regeneração muscular (MORAIS *et al.*, 2017).

Zagatto *et al.* (2016) utilizou tratamento com fotobiomodulação nos músculos adutores, e obteve uma melhora moderada no desempenho, e um leve a moderado efeito positivo nas inflamações e danos musculares, mesmo irradiando apenas uma área reduzida. A irradiação dos grupos musculares quadríceps e isquiotibiais resultou em melhora nos índices de fadiga, atenuando-a, e podendo ser uma importante ferramenta para a prevenção de lesões nesses grupos (TUCCI *et al.*, 2019; DORNELLES *et al.*, 2019). Vanin *et al.* (2016) identificaram, ainda ganho de força no grupo muscular quadríceps, quando a irradiação foi realizada antes do exercício.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo consiste em uma análise transversal de caráter descritivo do torque, potência e trabalho total dos Músculos Abdutores do Quadril de praticantes de Ballet Clássico.

4.1 DESENVOLVIMENTO

4.1.1 Desenvolvimento do Hardware

Para este estudo foi proposto o desenvolvimento de um dispositivo de fotobiomodulação com comprimentos de onda de 660 nm e 850 nm, obedecendo os seguintes critérios:

- Irradiar os músculos responsáveis pelo movimento de abdução do quadril;
- Ser maleável e de fácil manutenção e higiene;
- Entregar energia de forma contínua e com sua potência estável.

A partir desses critérios foi idealizado o design do dispositivo (Figura 5), utilizando um tecido de dimensões de 30 cm x 60 cm, na cor preta.

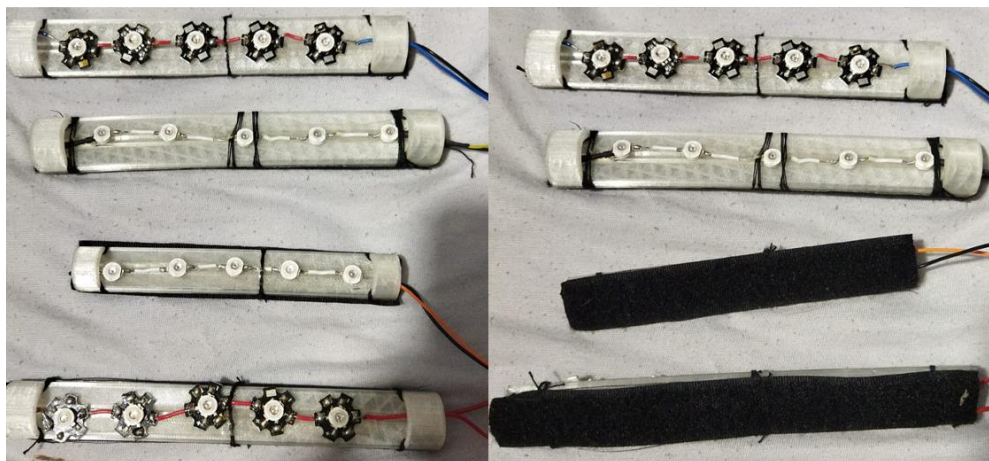
Figura 5: Base do design da Manta de Led



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a montagem do sistema de irradiação se optou por LEDs de 3W de potência para obter uma melhor eficiência no processo de irradiação. Os LEDs foram ligados em 4 ramos diferentes (Figura 6), sendo que 2 deles contém 5 LEDs de 660 nm, e os outros 2 contém 5 LEDs de 850 nm.

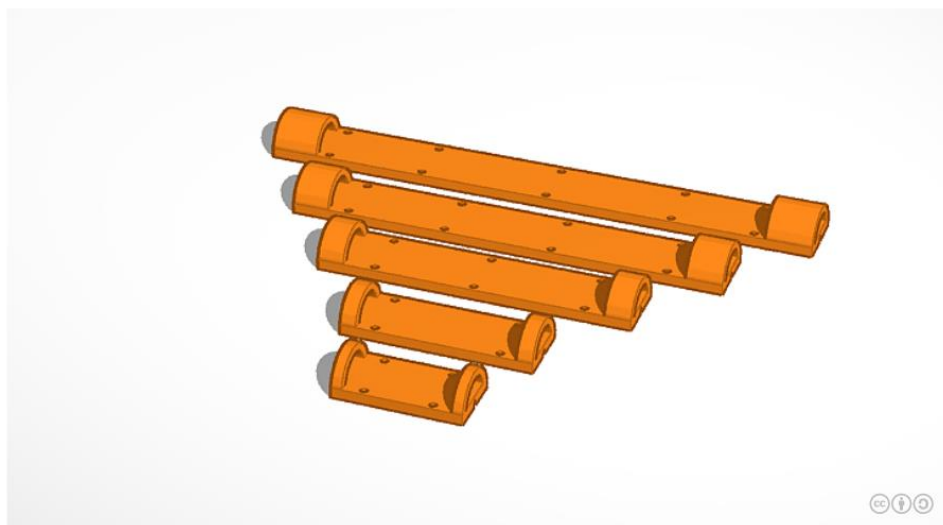
Figura 6: 4 ramos de LEDs, sendo 2 de 660 nm e 2 de 850 nm



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi criada uma estrutura que auxilia no distanciamento da pele, na fixação no tecido e dá suporte para os ramos de LEDs (Figura 7), utilizando o software de modelamento Autodesk Tinkercad.

Figura 7: Estrutura para base de fixação de tecido e suporte dos LEDs



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a estrutura modelada, o arquivo foi importado no formato STL e aberto no software de fatiamento Ultimaker Cura 4.9.1, para a impressão das estruturas na Impressora FDM, TwoTrees Bluer V3, em Filamento PLA.

Após a impressão, os ramos de LEDs foram fixados junto ao tecido de velcro, em sua superfície inferior, já que auxilia a fixação no tecido. Em seguida um tecido vinílico transparente sobrepôs os LEDs (Figura 8), para facilitar o processo de higienização do dispositivo durante a manipulação nos experimentos.

Figura 8: Manta de LED montada com todas as estruturas envolvidas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para alimentação do circuito elétrico optou-se por uma fonte chaveada 12V e 5A, e como controlador do dispositivo utilizou-se uma placa Arduino Uno R3, como base para o sistema embarcado.

4.1.2 Desenvolvimento do Software

Para o funcionamento do dispositivo de fotobiomodulação, foi utilizada a interface Arduino IDE para a criação do código base de controle do dispositivo (Manta de LED Photobios), a linguagem utilizada foi C++, processo que acarretou no registro do software, BR512021001498-7 (Anexo A).

4.1.3 Manta de LEDs

O dispositivo final para a fotobiomodulação, uma Manta de LEDs, foi criado pelo Laboratório de Fotobiologia Aplicada a Saúde (Figura 9).

Figura 9: Equipamento de fotobiomodulação



Fonte: Elaborado pelo autor.

A manta possui duas programações principais, a irradiação com os LEDs 660 nm (Vermelho, Figura 10) e a irradiação com os leds 850 nm (Infravermelho, Figura 10). A calibração do equipamento foi realizada em parceria com a empresa Biopdi - Equipamentos para Ensaio de Materiais, que cedeu o acesso ao equipamento Console do Medidor de Energia PM100D acoplado ao sensor S350C da marca ThorLabs.

Assim foram obtidas as medidas a partir da quantificação dos LED's de forma individual, a fluência foi calculada para cada LED de forma independente, já que os pontos de irradiação são pontos independentes e há proximidade com o local irradiado.

Sendo assim seguem os parâmetros do LED Vermelho:

- Potência: 3 W
- Tensão: 2,2 – 2,4 V
- Corrente: 700 mA
- Comprimento de onda: 660 nm
- Número de LED's Vermelho: 10

Figura 10: Irradiação de LED Vermelho



Fonte: Elaborado pelo autor.

O LED Vermelho foi aplicado durante 30 segundos, entregando 20,8 J de energia total conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Calibração do LED Vermelho

Brilho	Densidade de potência	Densidade	Tempo
%	mW/cm ²	J/área total	s
1	0,7	6,933333	30
2	1,4	13,86667	30
3	2,1	20,8	30
4	2,8	27,73333	30
5	3,5	34,66667	30
10	5,0	49,66667	30
15	6,4	64	30
20	7,8	77,66667	30
25	9,2	92	30
30	10,8	107,6667	30
35	12,3	123,3333	30
40	13,9	138,6667	30
45	15,4	154	30
50	17,0	170	30
55	18,5	185,3333	30
60	20,1	201	30
65	21,3	212,6667	30
70	22,9	228,6667	30
75	24,5	245,3333	30
80	26,3	262,6667	30
85	27,9	278,6667	30
90	29,7	297	30
95	31,9	319	30
100	33,6	336	30

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os parâmetros do LED Infravermelho (Figura 11) são descritos a seguir:

- Potência: 3 W
- Tensão: 1,6 – 2,0 V
- Corrente: 700 mA
- Comprimento de onda: 850 nm ±5
- Número de LED's Infravermelho: 10 LED's

Figura 11: Irradiação de LED infravermelho



Fonte: Elaborado pelo autor.

O LED Infravermelho foi aplicado por 10 segundos, entregando 17,5 J de energia total conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Calibração do LED Infravermelho

Brilho	Densidade de potência	Densidade	Tempo
%	mW/cm ²	J/área total	s
<i>1</i>	1,75	17,5	10
<i>2</i>	3,5	35	10
<i>3</i>	5,25	52,5	10
<i>4</i>	7	70	10
<i>5</i>	8,75	87,5	10
<i>10</i>	10,4	104	10
<i>15</i>	12,15	121,5	10
<i>20</i>	18,8	188	10
<i>25</i>	15,5	155	10
<i>30</i>	17,75	177,5	10
<i>35</i>	18,8	188	10
<i>40</i>	20,75	207,5	10
<i>45</i>	23	230	10
<i>50</i>	25,15	251,5	10
<i>55</i>	27,35	273,5	10
<i>60</i>	29,3	293	10
<i>65</i>	31,25	312,5	10
<i>70</i>	27,7	277	10
<i>75</i>	35,45	354,5	10
<i>80</i>	37,1	371	10
<i>85</i>	39,1	391	10
<i>90</i>	41,05	410,5	10
<i>95</i>	43,15	431,5	10
<i>100</i>	45,15	451,5	10

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.4 Fotobiomodulação

A escolha por trabalhar com fluência próxima a 20 J/cm² se deve a achados literários sobre a aplicabilidade da fotobiomodulação para melhora do desempenho muscular (ALVES; FURLAN; MOTTA, 2019).

No visor do aparelho é possível definir o Brilho, que concomitantemente altera a densidade de potência entregue (Figura 12). Já o tempo estipulado (30 segundos no Vermelho e 10 segundos do Infravermelho) era controlado pelo cronômetro do celular (modelo Samsung S20 *Plus*). Todas as participantes e a pesquisadora utilizaram os óculos de proteção para evitar possíveis riscos oculares.

Figura 12: Visor de definição de potência para aplicação



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 VALIDAÇÃO

4.2.1 Aspectos Éticos do Estudo

O presente protocolo de pesquisa foi submetido à análise do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) através da Plataforma Brasil e foi aprovado sob o protocolo CAAE: 40119520.3.0000.5503 (ANEXO B).

Este estudo foi conduzido de acordo com a resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Todos os voluntários foram previamente esclarecidos e orientados sobre os procedimentos a que foram submetidos. Após aceitação plena, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A).

Ressaltando-se que a participação foi voluntária. Os participantes foram, antecipadamente, informados sobre o estudo, tanto de forma verbal como de forma escrita. Os participantes poderiam se retirar antes ou durante o estudo, e foram informados disso. Os dados pessoais identificáveis foram armazenados de forma

segura de acordo com a Lei de Dados Pessoais. Após a conclusão do projeto, os dados identificáveis serão excluídos.

4.2.2 Local de Estudo

Este estudo foi realizado junto aos Laboratórios de Biodinâmica e de Fotobiologia Aplicado à Saúde pertencente ao Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D) da Universidade do Vale do Paraíba (Univap).

4.2.3 Amostra

Foram recrutadas Bailarinas Clássicas de 18 e 30 anos de idade. A escolha da idade se justifica pelas modificações que ocorrem no corpo a partir dos anos devido ao processo de envelhecimento, como, a redução na secção transversal do músculo, com maior conteúdo gorduroso intramuscular e colágeno; diminuição da força muscular; perda de sais mineiras; entre outros (ROSSI; SADER, 2002; WEINECK, 1991; GALLAHUE; OZMUN, 2005). Além disso, os bailarinos costumam atingir a aposentadoria com 40 anos de idade (TEIXEIRA, 2011).

4.2.4 Critérios De Inclusão

As participantes nessa pesquisa tinham como atividade principal o Ballet Clássico, e possuíam idade entre 18 e 30 anos.

4.2.5 Critérios de Exclusão

Foram excluídas as participantes: que não eram bailarinas clássicas; com doença musculoesquelética/neurológica e/ou disfunções osteomioarticulares que influencie a força muscular do quadril; prótese de joelho e/ou quadril; com lesão aguda nos membros inferiores; que apresentassem alguma deformidade congênita ou adquirida no quadril ou joelho; que tenham sido acometidas por trauma ou submetidas a um procedimento cirúrgico nos membros inferiores que poderia interferir no desenvolvimento de suas atividades e na execução do protocolo.

4.2.6 Grupos De Estudo

Participaram deste estudo 60 mulheres entre 18 e 30 anos de idade da Cia Jovem de Dança de São José dos Campos e outras academias da cidade de São José dos Campos, subdividas em três grupos:

GV: Grupo com aplicação de LED Vermelho - N=18;

GI: Grupo com aplicação de LED Infravermelho - N=23;

GVI: Grupo com aplicação de LED Vermelho e Infravermelho - N=19;

Grupo Controle (GC): formado pelas mesmas participantes, que realizaram o protocolo sem aplicação do LED. Cada grupo foi dividido em dois subgrupos, um grupo que não recebeu a aplicação de LED na primeira sessão e um grupo que não recebeu a aplicação de LED na segunda sessão. Sendo assim os grupos finais ficaram divididos desta forma:

GVP: Grupo com aplicação de LED Vermelho na primeira sessão – N= 8;

GVS: Grupo com aplicação de LED Vermelho na segunda sessão – N= 10;

GIP: Grupo com aplicação de LED Infravermelho na primeira sessão – N= 11;

GIS: Grupo com aplicação de LED Infravermelho na segunda sessão – N= 12;

GVIP: Grupo com aplicação de LED Vermelho e Infravermelho na primeira sessão – N= 9;

GVIS: Grupo com aplicação de LED Vermelho e Infravermelho na segunda sessão – N= 10.

4.2.7 Materiais

Nas medições foram utilizados o Goniômetro e Dinamômetro Isocinético, a intervenção de fotobiomodulação foi feita com a Manta de LEDs, óculos de proteção e cronômetro do celular.

4.2.8 Procedimentos

Foi realizado contato com as escolas de ballet para agendamento de reunião com as alunas de acordo com a caracterização da amostra prevista na metodologia. A pesquisadora fez a abordagem para apresentar o projeto e selecionar as bailarinas que estivessem dentro dos critérios de inclusão e exclusão para que

fossem previamente esclarecidas e orientadas sobre os objetivos da pesquisa e os procedimentos a que seriam submetidas. No caso de aceitação plena assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

As medições foram realizadas pela mesma pesquisadora que orientou as participantes a não praticarem nenhum tipo de exercício físico no dia da coleta de dados. Foi realizado aquecimento específico para os músculos abdutores (Figura 13), composto por uma série de 25 repetições de abdução em pé com elástico *miniband*. O aquecimento específico foi empregado com número de repetições e intensidade confortável, e movimento e amplitude semelhante a que seria executada no teste (SIMÃO *et al.*, 2004), dessa forma não exerce influência nos resultados adquiridos, somente cumpre o objetivo de preparo para o exercício principal, prevenindo possíveis lesões (FERMINO *et al.*, 2005).

Após o aquecimento, para o registro dos dados, posicionaram-se sobre a mesa de exame em decúbito lateral, com o membro a ser testado voltado para cima, tronco e membro inferior contralateral fixado por cinto, a mesa estava instalada em sala reservada e contava somente com a presença da pesquisadora. O eixo do dinamômetro foi alinhado com a intersecção de duas retas: uma medial ao Trocânter Maior do Fêmur e com o braço de alavanca medial a patela. O membro a ser testado foi fixado em 0 grau, que se refere a largura do quadril do participante (Figura 14) medido com o goniômetro, e a partir disso, foi aplicada a amplitude de 30 graus (Figura 15) de abdução do quadril, calculada pelo próprio dinamômetro. Inicialmente foi realizado o teste no lado dominante e contralateral para instruir e para adequação do paciente ao equipamento, já que a primeira avaliação pode não refletir a real capacidade do indivíduo, o que é denominado como efeito aprendido (FILLIPIN; VIEIRA; LOBO DA COSTA, 2006), sendo assim foi excluído o primeiro teste.

Em seguida, foi realizada a intervenção com LED ou o descanso de 2 minutos no caso da sessão sem aplicação do mesmo, sendo na sequência realizado o teste de fato, com 05 repetições na velocidade angular de 120°/s (DVIR, 1995). As repetições são a reprodução do movimento de abdução e adução do quadril, com o membro preso ao equipamento Dinamômetro, que como dito anteriormente, faz a análise de torque, potência e trabalho total os movimentos.

Figura 13: Aquecimento específico com utilização de *miniband*



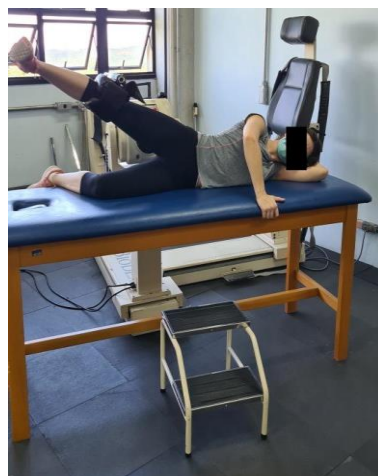
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14: Ângulo inicial do movimento de Abdução de quadril



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15: Ângulo final do movimento de Abdução de quadril



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com o descrito para o Grupo Controle (GC) acima, metade dos grupos teve a primeira coleta sem intervenção do LED, e a outra metade teve a segunda coleta sem intervenção, sendo que o intervalo entre uma sessão e outra foi de uma semana.

O Dinamômetro não avaliou somente o movimento de abdução de quadril, como não é possível isolar, avaliou também o movimento de adução do quadril. A Manta de LEDs irradiou 10 pontos distribuídos sobre a área dos Músculos Abdutores e Adutores do Quadril (Figuras 16 e 17), do lado dominante e contralateral, na sessão de LED Vermelho foi entregue 20,8 J de energia total referente a 30 segundos de aplicação, enquanto com LED Infravermelho foi entregue 17,5 J de energia total referente a 10 segundos.

Os participantes divididos em três grupos tiveram irradiações diferentes: GV – irradiado com LED Vermelho, comprimento de onda de 660 nm; GI - irradiado por LED Infravermelho, comprimento de onda de 850 nm, e GVI - irradiado por ambos os comprimentos de onda descritos. No caso do grupo com irradiação de LED Vermelho e Infravermelho, foi realizada a irradiação primeiro com Vermelho e depois com Infravermelho, uma vez que não foi possível realizar a irradiação com os dois comprimentos de onda de forma simultânea, por causa da limitação do equipamento.

Figura 16: Membro sobreposto a manta de LEDs



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17: Aplicação de LED com manta



Fonte: Elaborado pelo autor.

O software do equipamento permite fazer os registros e as medições necessárias de torque, potência e trabalho total do músculo. Posteriormente os dados foram exportados para serem compilados em uma planilha eletrônica e realizar o tratamento estatístico no software MATLAB.

4.2.9 Análise dos Dados

Os dados obtidos nas coletas com o dinamômetro isocinético no formato txt foram transportados em planilhas no Microsoft Excel, posteriormente foi realizado a normalização e o tratamento estatístico com o auxílio do software MATLAB.

A primeira análise avaliou comparativamente os grupos que tiveram irradiação do LED na primeira sessão com os da segunda sessão; as normalidades dos dados foram verificadas pelo teste de Shapiro-Wilk, e realizados os testes *t student* para dados normais e testes Mann-Whitney para dados não normais.

As demais análises para Torque, Potência e Trabalho verificaram as normalidades dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, e os testes *t student* pareado foram aplicados para dados normais, enquanto o teste de Wilcoxon foi utilizado para dados não normais.

Foram considerados resultados estatisticamente significativos quando $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

Os dados foram avaliados com 53 bailarinas, sendo descartados 07 registros, que possuíam erro em seus resultados.

Foi desenvolvido um dispositivo de fotobiomodulação, Manta de LEDs, que foi patenteada, e é capaz de irradiar a 660 nm (Vermelho) e 850 nm (Infravermelho).

A manta foi fixada em tecido com dimensões de 30 cm por 60 cm, é maleável para manuseio nos membros inferiores e possibilita irradiar diferentes grupos musculares. Nesse trabalho foram irradiados os músculos abdutores do quadril com LED Infravermelho (20,8 J de energia total), com LED Vermelho (17,5 J de energia total) e com ambos.

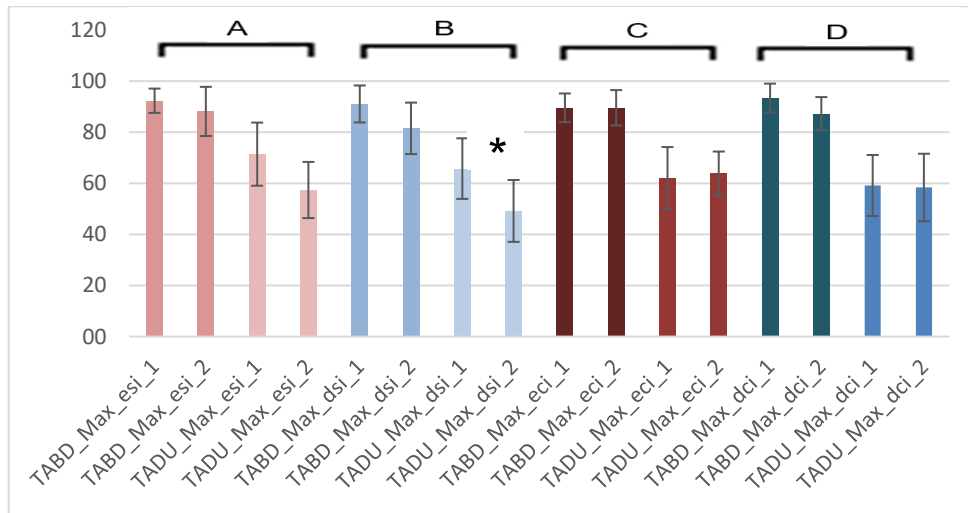
As análises foram feitas separadamente para Torque (Figuras 18 a 23), Potência (Figuras 24 a 29) e Trabalho Total (Figuras 30 a 35). Inicialmente foram feitas as comparações de Torque entre os grupos irradiados na primeira sessão com os irradiados na segunda sessão para irradiação com LED Infravermelho (Figura 18), LED Vermelho (Figura 19) e LED Vermelho + Infravermelho (Figura 20).

Igualmente foram realizadas as comparações de Potência com LED Infravermelho, Vermelho e Vermelho + Infravermelho (Figuras 24, 25 e 26 respectivamente) e Trabalho com LED Infravermelho, Vermelho e Vermelho + Infravermelho (Figuras 30, 31 e 32 respectivamente). Essa comparação se fez necessária para obter respostas quanto a adaptação do participante ao equipamento e/ou a existência de efeito placebo.

Posteriormente foi realizada a comparação com e sem irradiação do LED, com intuito de obter os resultados que a Manta de LEDs pode gerar ou não.

Na análise de Torque para GIP e GIS (Figura 18) verificou-se que os dois grupos sem irradiação apresentam evidência de diferença estatística ($p < 0,05$) nos Torques ocasionados pelo movimento de adução com o membro direito (TADU_dsi). Nos movimentos com a irradiação, os Torques gerados pelo mesmo tipo de movimento não apresentaram evidência de diferença estatística ($p > 0,05$).

Figura 18: Análise de Torque entre Grupos Irrradiados na primeira e segunda sessão com LED Infravermelho



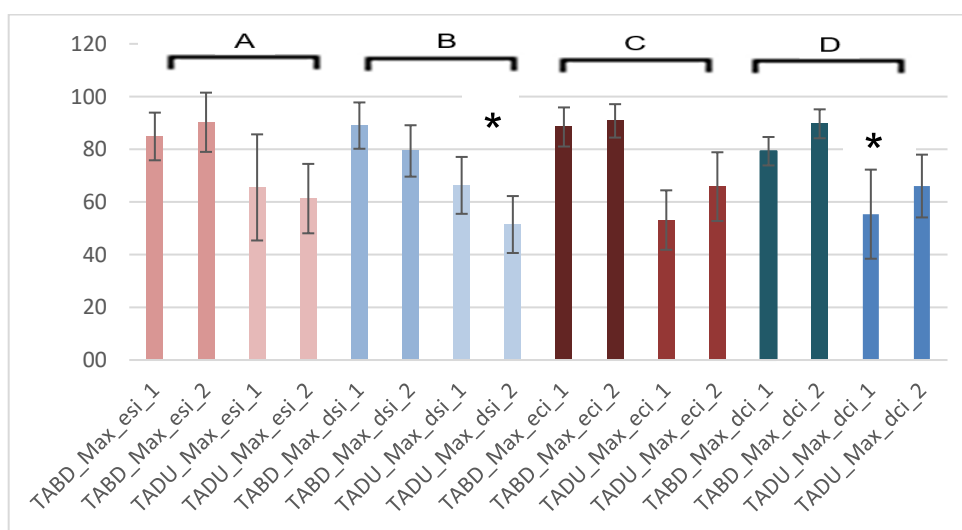
*diferença significativa $p < 0,05$

Nota. TABD – torque abdução; TADU – torque adução; esi – esquerda sem irradiação; dsi – direita sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; dci – direita com irradiação; A - sem LED lado esquerdo; B - sem LED lado direito; C - com LED lado esquerdo; D - com LED lado direito. Números 1 ou 2 fazem referência à 1ª e 2ª sessão).

Fonte: Elaborado pelo autor.

No torque para GVP e GVS (Figura 19) verificou-se que entre os dois grupos sem irradiação houve diferença estatística ($p < 0,05$) nos Torques gerados pelo movimento de adução com o membro direito (TADU_dsi). Nos movimentos com a irradiação, houve diferença estatística ($p < 0,05$) nos Torques gerados pelo movimento de adução com o membro direito (TADU_dci).

Figura 19: Análise de Torque entre Grupos Irradiados na primeira e segunda sessão com LED Vermelho



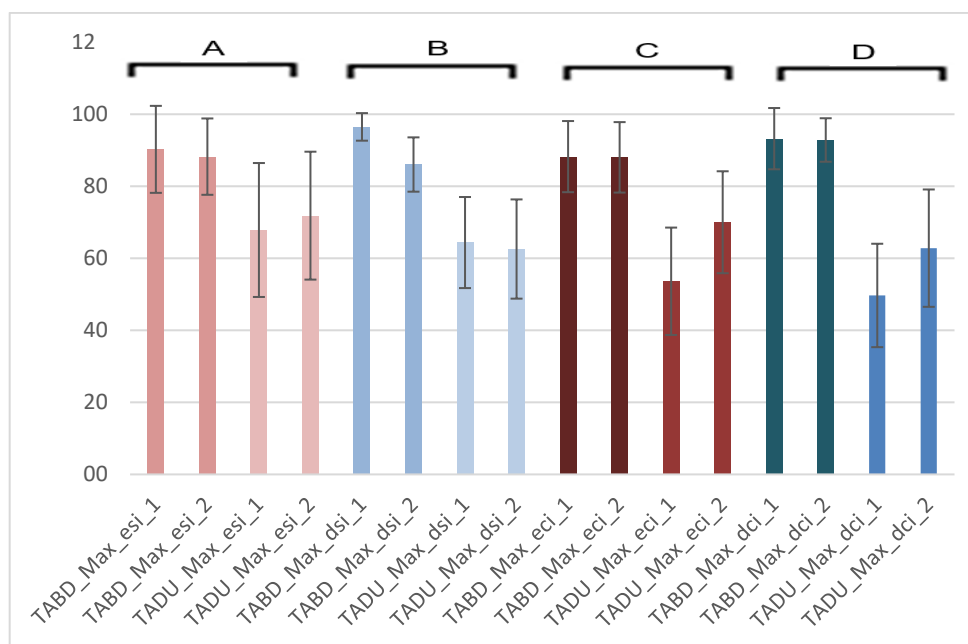
*diferença significativa $p < 0,05$

Nota. TABD – torque abdução; TADU – torque adução; esi – esquerda sem irradiação; dsi – direita sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; dci – direita com irradiação; A - sem LED lado esquerdo; B - sem LED lado direito; C - com LED lado esquerdo; D - com LED lado direito. Números 1 ou 2 fazem referência à 1ª e 2ª sessão).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já na análise de torque para GVIP e GVIS (Figura 20) não houve evidência de diferença estatística ($p>0,05$) nos Torques ocasionados pelos mesmos movimentos com ou sem irradiação.

Figura 20: Análise de Torque entre Grupos Irradiados na primeira e segunda sessão com LED Vermelho e Infravermelho



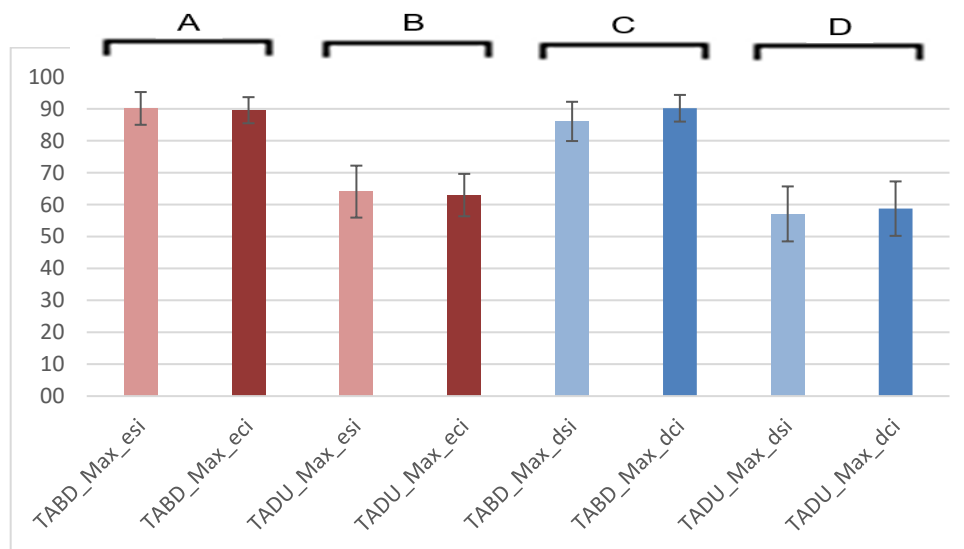
Nota. TABD – torque abdução; TADU – torque adução; esi – esquerda sem irradiação; dsi – direita sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; dci – direita com irradiação; A - sem LED lado esquerdo; B - sem LED lado direito; C - com LED lado esquerdo; D - com LED lado direito. Números 1 ou 2 fazem referência à 1ª e 2ª sessão).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Posteriormente realizou-se a análise de Torque Máximo para as diferentes irradiações (Figura 21, 22 e 23).

Para o Grupo Infravermelho (Figura 21) e Vermelho (Figura 22) não houve diferença estatística ($p>0,05$) para os Torques produzidos pelos movimentos sem e com irradiação.

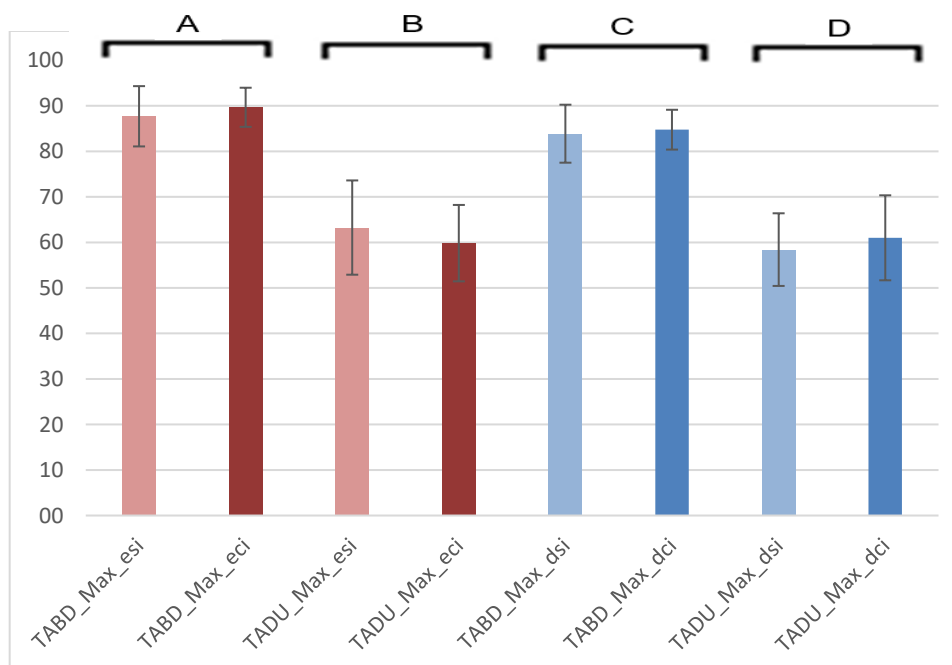
Figura 21: Análise de Torque entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Infravermelhos.



Nota. TABD – torque abdução; TADU – torque adução; esi – esquerda sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; A - abdução sem LED versus com LED lado esquerdo; B - adução sem LED versus com LED lado esquerdo; C – abdução sem LED versus com LED lado direito; D – adução sem LED versus com LED lado direito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 22: Análise de Torque entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Vermelhos

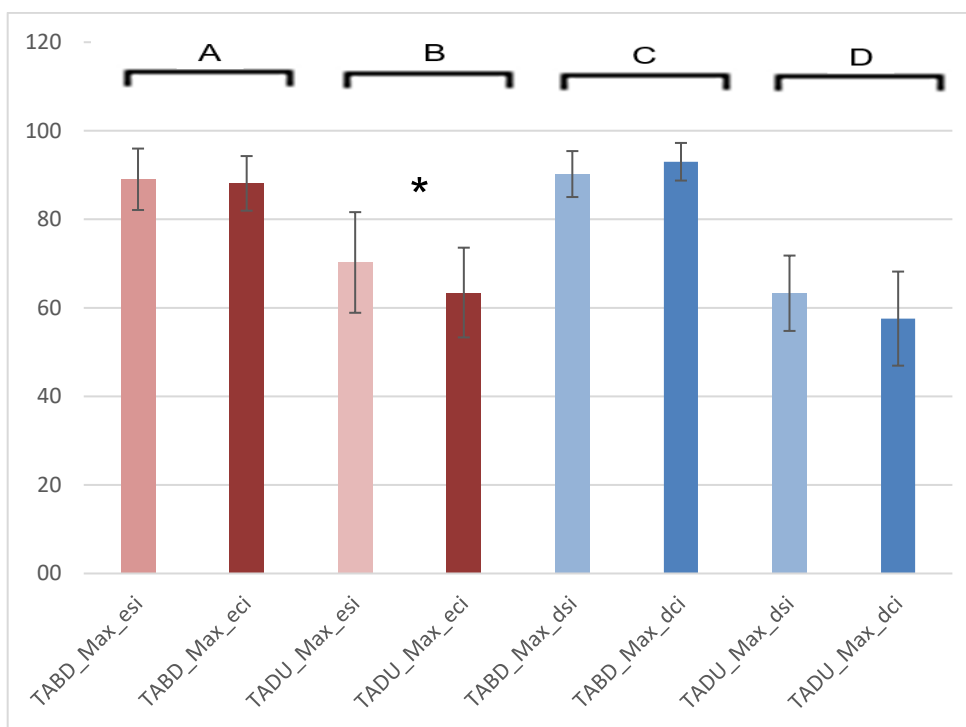


Nota. TABD – torque abdução; TADU – torque adução; esi – esquerda sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; A - abdução sem LED versus com LED lado esquerdo; B - adução sem LED versus com LED lado esquerdo; C – abdução sem LED versus com LED lado direito; D – adução sem LED versus com LED lado direito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na análise de torque do Grupo Vermelho + Infravermelho (Figura 23), verificou-se diferença estatística ($p < 0,05$) para os Torques produzidos pelos movimentos de adução do membro esquerdo (TADU_esi e TADU_eci).

Figura 23: Análise de Torque entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Infravermelhos e Vermelhos



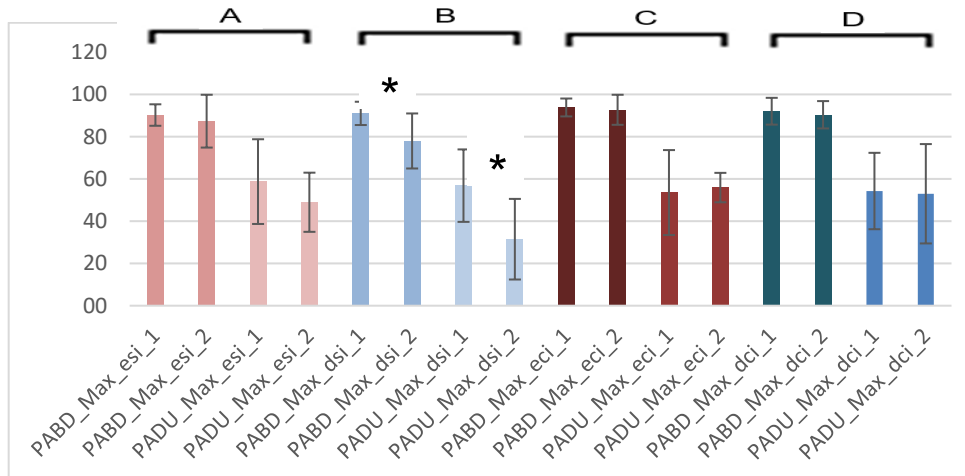
*diferença significativa $p < 0,05$

Nota. TABD – torque abdução; TADU – torque adução; esi – esquerda sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; A - abdução sem LED versus com LED lado esquerdo; B - adução sem LED versus com LED lado esquerdo; C – abdução sem LED versus com LED lado direito; D – adução sem LED versus com LED lado direito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após os resultados de Torque Máximo, realizaram-se as análises de Potência Máxima. Na análise de potência para GIP e GIS (Figura 24) verificou-se que os dois grupos sem irradiação apresentam diferença estatística ($p < 0,05$) nas Potências geradas pelo movimento de abdução e adução com membro direito (PABD_dsi e PADU_dsi). Nos movimentos com a irradiação, as Potências ocasionados pelo mesmo tipo de movimento não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$).

Figura 24: Análise de Potência entre Grupos Irradiados na primeira e segunda sessão com LED Infravermelho



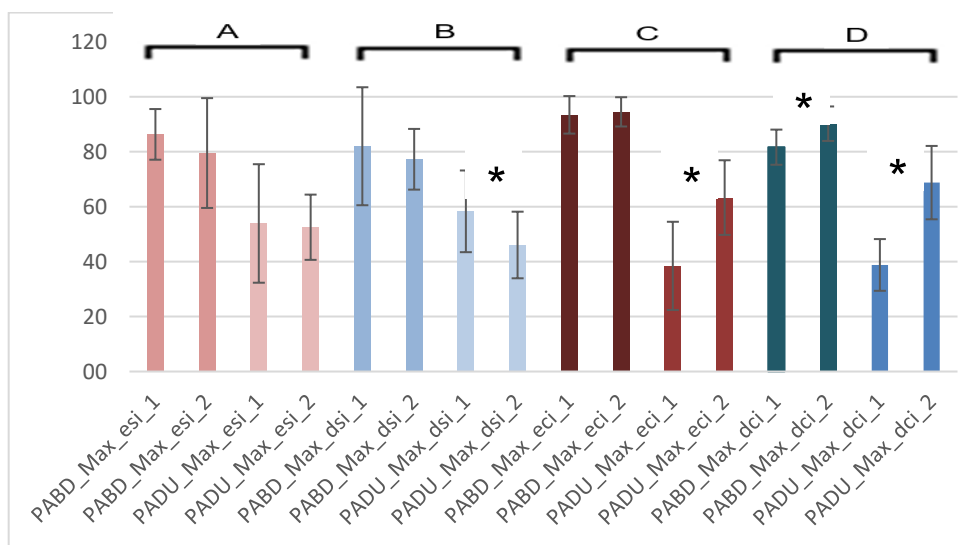
*diferença significativa $p < 0,05$

Nota. PABD – potência abdução; PADU – potência adução; esi – esquerda sem irradiação; dsi – direita sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; dci – direita com irradiação; A - sem LED lado esquerdo; B - sem LED lado direito; C - com LED lado esquerdo; D - com LED lado direito. Números 1 ou 2 fazem referência à 1ª e 2ª sessão).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na potência de GVP e GVS (Figura 25) verificou-se que entre os dois grupos sem irradiação, só há diferença estatística ($p < 0,05$) nas Potências resultantes do movimento de adução do membro direito (PADU_dsi). Nos movimentos após a fotobiomodulação, houve diferença estatística ($p < 0,05$) nas Potências geradas pelos movimentos de abdução com membro direito (PABD_dci) e de adução com ambos os membros (PADU_eci, e PADU_dci).

Figura 25: Análise de Potência entre Grupos Irradiados na primeira e segunda sessão com LED Vermelho



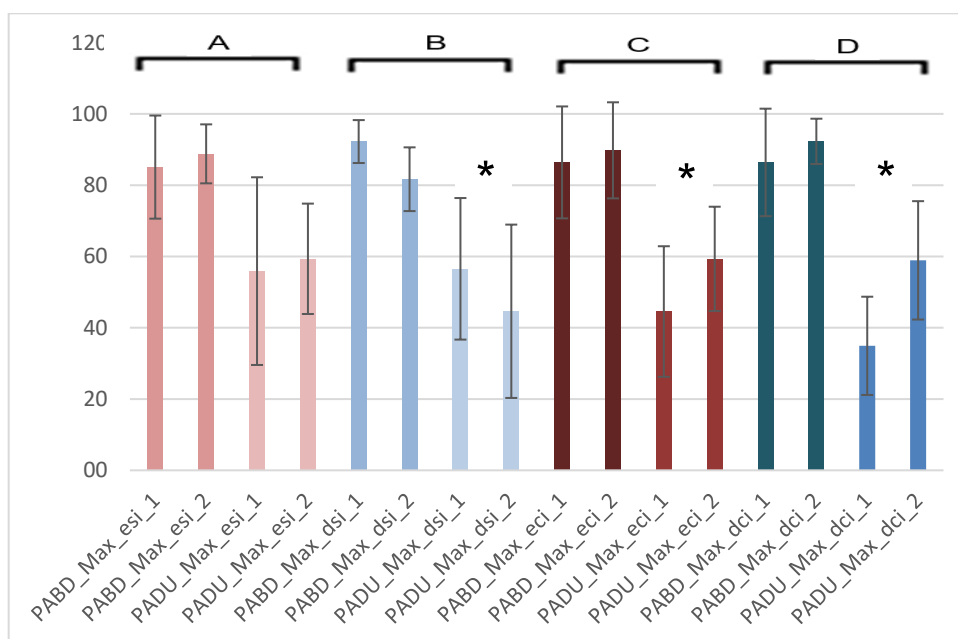
*diferença significativa $p < 0,05$

Nota. PABD – potência abdução; PADU – potência adução; esi – esquerda sem irradiação; dsi – direita sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; dci – direita com irradiação; A - sem LED lado esquerdo; B - sem LED lado direito; C - com LED lado esquerdo; D - com LED lado direito. Números 1 ou 2 fazem referência à 1ª e 2ª sessão).

Fonte: Elaborado pelo autor.

E nos resultados de potência para GVIP e GVIS (Figura 26) o grupo sem irradiação apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) gerada pelo movimento de adução do membro direito (PADU_dsi). Nos grupos com a irradiação, há evidência de diferença estatística ($p < 0,05$) nas Potências ocasionadas pelo movimento de adução de ambos os lados (PADU_dci e PADU_eci).

Figura 26: Análise de Potência entre Grupos Irradiados na primeira e segunda sessão com LED Vermelho e Infravermelho



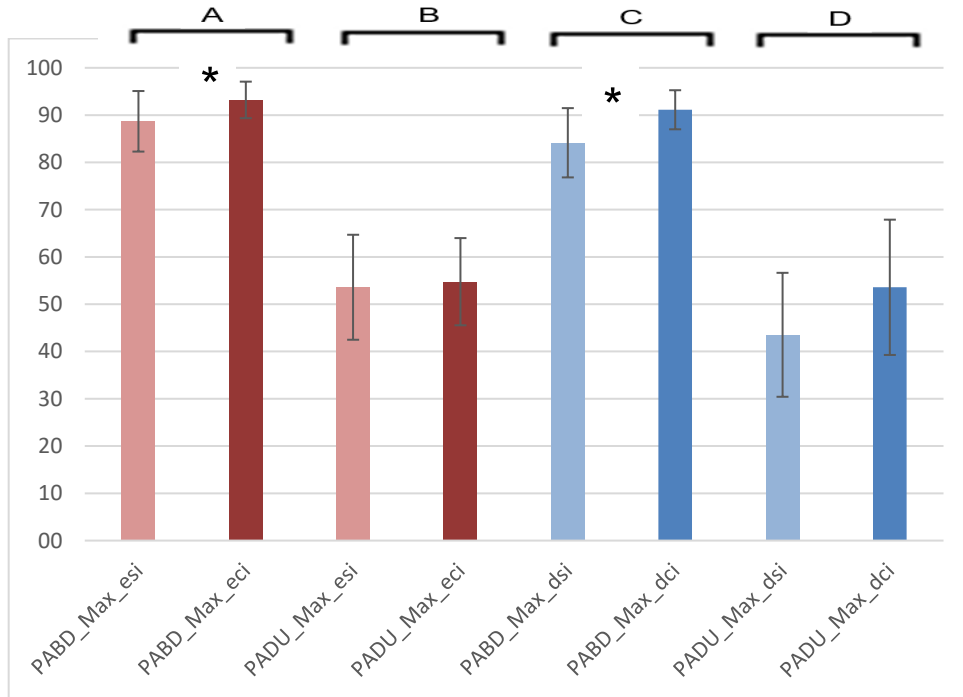
*diferença significativa $p < 0,05$

Nota. PABD – potência abdução; PADU – potência adução; esi – esquerda sem irradiação; dsi – direita sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; dci – direita com irradiação; A - sem LED lado esquerdo; B - sem LED lado direito; C - com LED lado esquerdo; D - com LED lado direito. Números 1 ou 2 fazem referência à 1ª e 2ª sessão).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Houve evidência de diferença estatística ($p < 0,05$) para as Potências GI (Figura 27) produzidas pelos movimentos de abdução de ambos os membros (PABD_e e PABD_d).

Figura 27: Análise de Potência entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Infravermelhos



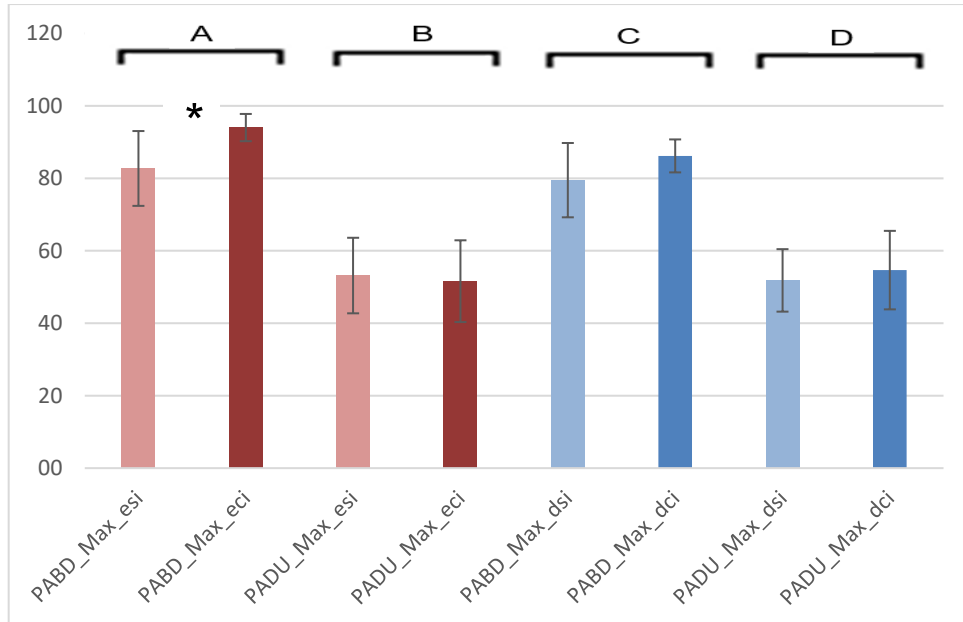
*diferença significativa $p < 0,05$

Nota. PABD – potência abdução; PADU – potência adução; esi – esquerda sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; A - abdução sem LED versus com LED lado esquerdo; B - adução sem LED versus com LED lado esquerdo; C – abdução sem LED versus com LED lado direito; D – adução sem LED versus com LED lado direito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para GV (Figura 28) houve evidência de diferença estatística ($p < 0,05$) para as potências produzidas pelo movimento de abdução do membro esquerdo (PABD_e).

Figura 28: Análise de Potência entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Vermelhos



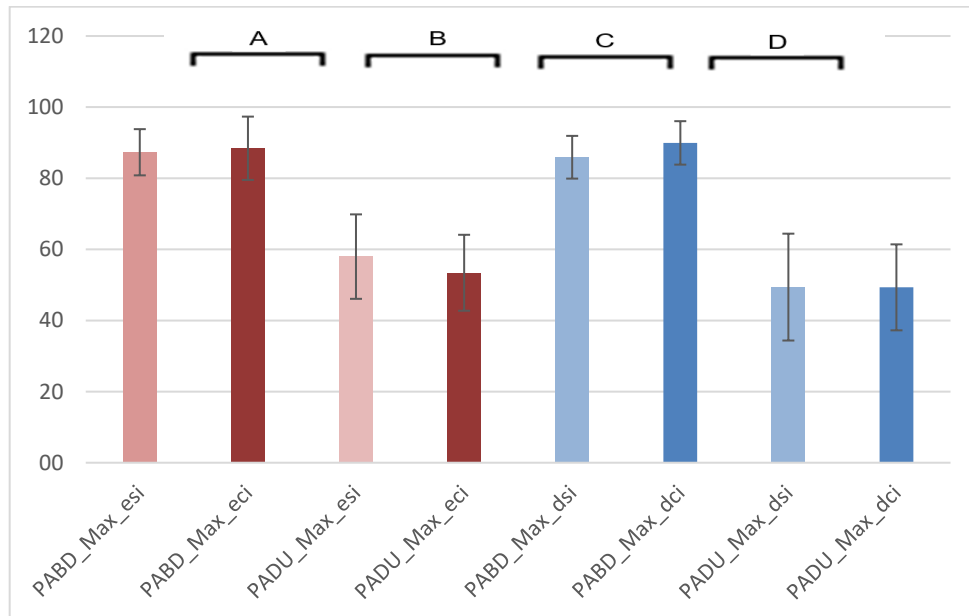
*diferença significativa $p < 0,05$

Nota. PABD – potência abdução; PADU – potência adução; esi – esquerda sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; A - abdução sem LED versus com LED lado esquerdo; B - adução sem LED versus com LED lado esquerdo; C – abdução sem LED versus com LED lado direito; D – adução sem LED versus com LED lado direito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de potência não indicou evidência de diferença estatística ($p>0,05$) para o GVI (Figura 29).

Figura 29: Análise de Potência entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Vermelhos e Infravermelhos



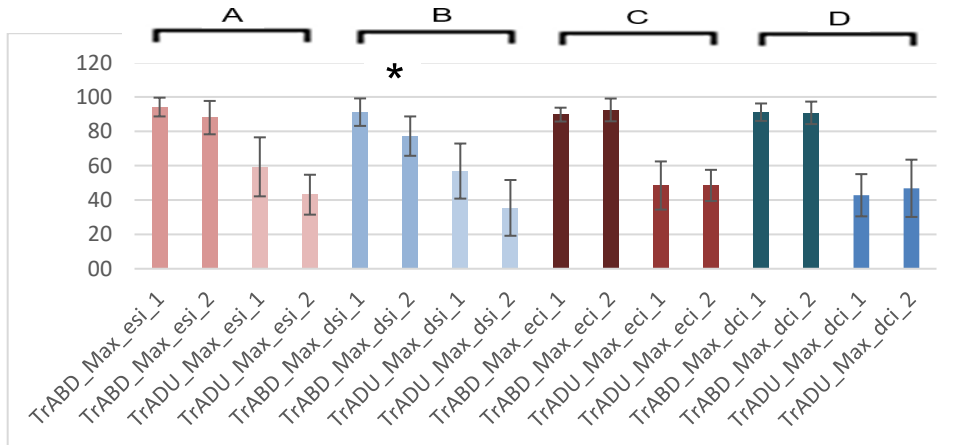
Nota. PABD – potência abdução; PADU – potência adução; esi – esquerda sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; A - abdução sem LED versus com LED lado esquerdo; B - adução sem LED versus com LED lado esquerdo; C – abdução sem LED versus com LED lado direito; D – adução sem LED versus com LED lado direito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As Figuras abaixo referem-se a análise de Trabalho Total.

Na análise de trabalho total para GIP e GIS (Figura 30) verificou-se que entre os dois grupos sem irradiação, só há evidência de diferença estatística ($p < 0,05$) no movimento de abdução com membro direito (TrABD_dsi). Já nos movimentos com a irradiação, não há evidência de diferença estatística ($p < 0,05$).

Figura 30: Análise de Trabalho Total entre Grupos Irrradiados na primeira e segunda sessão com LED Infravermelho



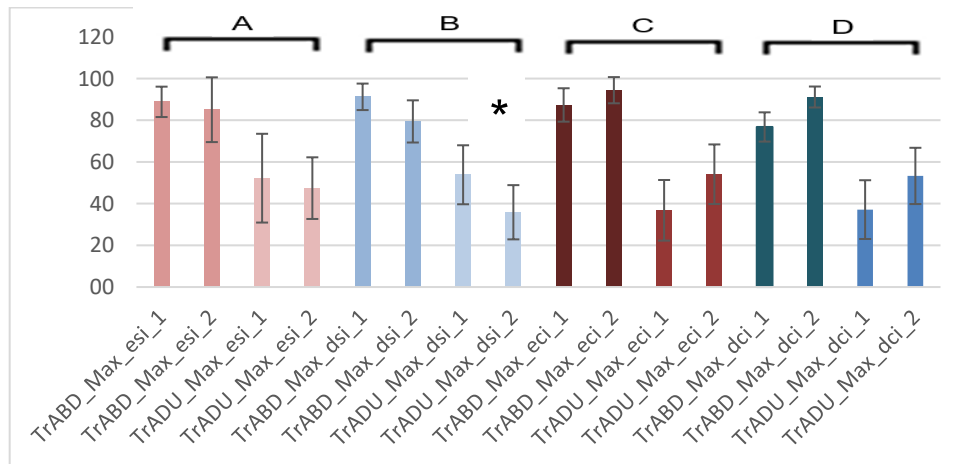
*diferença significativa $p < 0,05$

Nota. TrABD – trabalho abdução; TrADU – trabalho adução; esi – esquerda sem irradiação; dsi – direita sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; dci – direita com irradiação; A - sem LED lado esquerdo; B - sem LED lado direito; C - com LED lado esquerdo; D - com LED lado direito. Números 1 ou 2 fazem referência à 1ª e 2ª sessão).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na análise de GVP e GVS (Figura 31) verificou-se que entre os dois grupos sem irradiação, houve diferença estatística ($p < 0,05$) nos Trabalhos gerados pelo movimento de adução do membro direito (TrADU_dsi). Nos movimentos com a irradiação, não há evidência de diferença estatística ($p < 0,05$).

Figura 31: Análise de Trabalho Total entre Grupos Irrradiados na primeira e segunda sessão com LED Vermelho



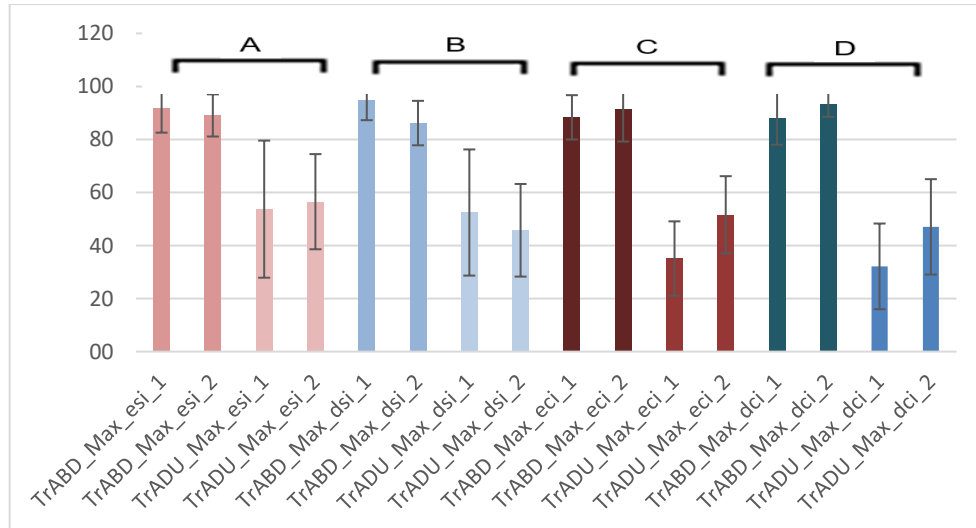
*diferença significativa $p < 0,05$

Nota. TrABD – trabalho abdução; TrADU – trabalho adução; esi – esquerda sem irradiação; dsi – direita sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; dci – direita com irradiação; A - sem LED lado esquerdo; B - sem LED lado direito; C - com LED lado esquerdo; D - com LED lado direito. Números 1 ou 2 fazem referência à 1ª e 2ª sessão).

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de trabalho para GVIP e GVS não indicou evidência de diferença estatística ($p>0,05$) (Figura 32).

Figura 32: Análise de Trabalho Total entre Grupos Irrradiados na primeira e segunda sessão com LED Vermelho e Infravermelho

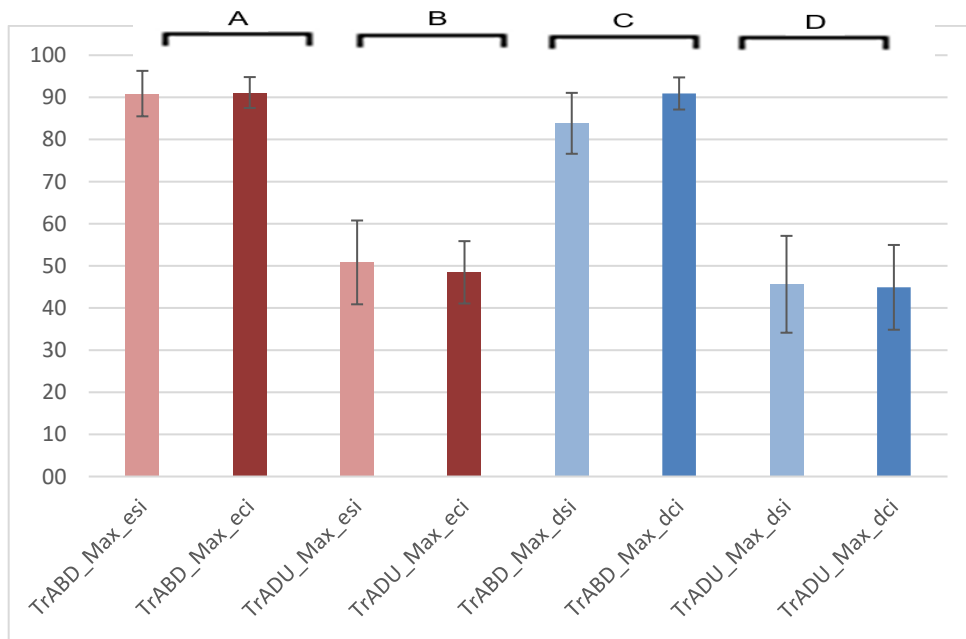


Nota. TrABD – trabalho abdução; TrADU – trabalho adução; esi – esquerda sem irradiação; dsi – direita sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; dci – direita com irradiação; A - sem LED lado esquerdo; B - sem LED lado direito; C - com LED lado esquerdo; D - com LED lado direito. Números 1 ou 2 fazem referência à 1ª e 2ª sessão).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Verificou-se, pela análise entre grupos com e sem irradiação tanto para GI (Figura 33) quanto para GV (Figura 34) que não houve evidência de diferença estatística ($p>0,05$) para os Trabalhos produzidos pelos movimentos.

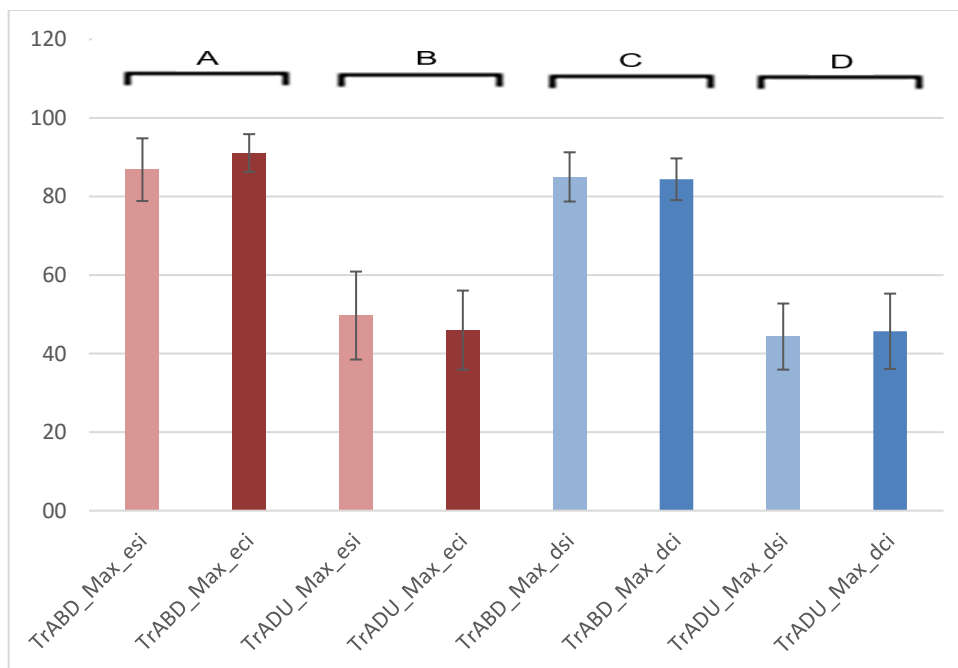
Figura 33: Análise de Trabalho Total entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Infravermelhos



Nota. TrABD – trabalho abdução; TrADU – trabalho adução; esi – esquerda sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; A - abdução sem LED versus com LED lado esquerdo; B - adução sem LED versus com LED lado esquerdo; C – abdução sem LED versus com LED lado direito; D – adução sem LED versus com LED lado direito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 34: Análise de Trabalho Total entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Vermelhos

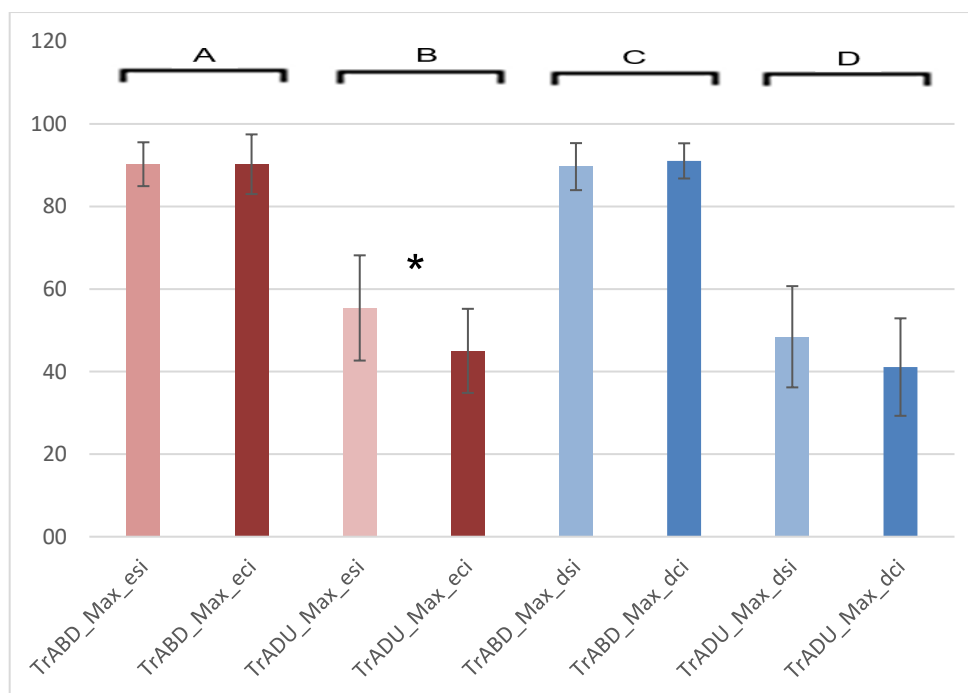


Nota. TrABD – trabalho abdução; TrADU – trabalho adução; esi – esquerda sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; A - abdução sem LED versus com LED lado esquerdo; B - adução sem LED versus com LED lado esquerdo; C – abdução sem LED versus com LED lado direito; D – adução sem LED versus com LED lado direito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, a última análise, que avaliou o Trabalho Total, verificou que no GVI (Figura 35) houve evidência de diferença estatística ($p < 0,05$) produzida pelo movimento de adução do membro esquerdo (TrADU_e) sem e com irradiação.

Figura 35: Análise de Trabalho Total entre Grupo sem irradiação e com irradiação de LEDs Vermelhos e Infravermelhos



*diferença significativa $p < 0,05$

Nota. TrABD – trabalho abdução; TrADU – trabalho adução; esi – esquerda sem irradiação; eci – esquerda com irradiação; A - abdução sem LED versus com LED lado esquerdo; B - adução sem LED versus com LED lado esquerdo; C – abdução sem LED versus com LED lado direito; D – adução sem LED versus com LED lado direito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As Figuras 18, 19, 20 24, 25, 26, 30, 31 e 32 apresentam a comparação entre os resultados da primeira e segunda sessão.

Analisou-se o comportamento dos músculos abdutores e adutores, já que a manta de LEDs e o equipamento Dinamômetro não permitem essa separação; lado direito e esquerdo; e primeira e segunda sessão (irradiado e não).

Para Torque foi observado apenas uma evidência de diferença estatística para o grupo irradiado com Infravermelho e duas para Vermelho. Para Potência houve duas evidências de diferença estatística para Infravermelho, quatro para Vermelho e três para Vermelho + Infravermelho. E para Trabalho houve uma evidência de diferença estatística para Infravermelho e duas para Vermelho.

Essa análise inicial contou com 72 resultados, sendo que apenas 13% (10 resultados) tiveram evidência de diferença estatística. Sendo assim, as análises subsequentes para identificar os possíveis efeitos da na Manta de LEDs, não foram afetados pela adaptação ao equipamento ou efeito placebo.

Com a irradiação de LED Infravermelho identificou-se evidência de diferença estatística somente em Potência, relacionada ao aumento da mesma após a irradiação, para os músculos abdutores do quadril em lado direito e esquerdo.

Na irradiação com LED Vermelho observou-se aumento da Potência para músculo abdutor esquerdo quando irradiado.

E por fim com irradiação de LED Vermelho + Infravermelho, houve diminuição do Torque e Trabalho Total para músculo adutor esquerdo com irradiação.

6 DISCUSSÃO

Estudos para verificar a Influência da fotobiomodulação com utilização de laser ou LED no desempenho muscular são frequentes, apresentando resultados positivos (TOMA *et al.*, 2018; VASSÃO *et al.*, 2015) ou não apresentando benefício na performance muscular (AZUMA *et al.*, 2021; MALTA *et al.*, 2016; DUTRA *et al.*, 2020), dependendo da manipulação das variáveis metodológicas aplicadas.

O laser foi e ainda é amplamente utilizado, com estudos a partir da década de 60, mas recentemente tem aumentado a utilização do LED no tratamento de doenças e melhora do desempenho físico (HEISKANEN; HAMBLIN, 2018).

Nesse estudo os grupos foram subdivididos em grupos irradiados na primeira sessão e na segunda sessão, para verificar a possível adaptação da bailarina ao equipamento ou até mesmo a presença de efeito placebo, podendo assim identificar o resultado real da utilização da manta de LEDs.

Foi observado resultados significativos para Potência. Na irradiação com LED Infravermelho houve aumento da Potência dos músculos abdutores direito e esquerdo. E com irradiação de LED Vermelho, houve aumento da Potência dos músculos abdutores do lado direito.

A realização do teste no Dinamômetro Isocinético em mais de uma sessão tinha o objetivo de analisar se existia uma adaptação da bailarina ao equipamento. Observou-se que com LED Vermelho, existiu aumento do torque na segunda sessão com irradiação, para adução da perna direita; e com LED Vermelho + Infravermelho, houve aumento de potência para adução direita e esquerda na segunda sessão com irradiação. Podendo ser uma possível adaptação da bailarina ao equipamento, ou até mesmo efeito placebo. Sendo esses, os únicos resultados significativos referente a adaptação da bailarina ao equipamento, que não são os mesmos fatores que se obteve resultados significativos (citados acima), é possível entender que não afetou os resultados obtidos, não os invalidando por efeito placebo ou adaptação ao equipamento.

A Potência muscular é o produto da força pela velocidade, ou seja, sua capacidade de produzir força rapidamente, e é uma das variáveis mais importantes para práticas desportivas, como o Ballet Clássico (MACALUSO; DE VITO, 2004, KRAEMER; FLECK; EVANS, 1996). Altamente dependente de força, os resultados

positivos com a utilização da Manta de LEDs, poderão auxiliar a bailarina em sua performance e recuperação.

A Manta da Led recobria a área do músculo reto femoral e parte do músculo sartório e tensor da fáscia lata, e de acordo com Dostal, Soderberg e Andrews (1986), o grupo muscular do abdutor do quadril é composto também pelos músculos: glúteo médio, glúteo mínimo, piriforme, gêmeo superior e iliopsoas, sendo que esses não foram irradiados, já que a manta possuía um modelo padrão para permitir futuramente a irradiação em outros membros, e nesse caso a manta recobriu parcialmente os músculos abdutores do quadril. Grande parte dos músculos responsáveis pela execução do movimento analisado (abdução de quadril) não foram irradiados, sendo um dos possíveis motivos para não obtenção de efeito fotobiomodulador para Torque ou Trabalho Total dos músculos abdutores e/ou adutores do quadril com irradiação de LED Infravermelho e com LED Vermelho, e o mesmo para Potência com Led Vermelho + Infravermelho.

Há poucos estudos com o efeito da fotobiomodulação na ação de abdução de quadril, mas estes utilizam, como dito anteriormente, uma densidade de energia de 20 J/cm² para a área analisada (ALVES; FURLAN; MOTTA, 2019) e a calibração feita inicialmente no planejamento da Manta, é que ela irradiaria 20,8 J/cm² para o LED Vermelho e 17,5 J/cm² para o LED Infravermelho. Após obtenção de resultados, houve a necessidade de analisar os cálculos da calibração, e os mesmos foram refeitos (Apêndice B e C). Verificou-se um erro de cálculo nessa calibração, que deveria ter entregue uma densidade de energia de forma unitária (cm²), mas foi entregue como energia total para toda a região. Ou seja, foi entregue 5,19 J/cm² para LED Vermelho e 4,46 J/cm² para LED Infravermelho, não correspondendo aos achados na literatura, uma vez que os valores entregues foram inferiores do que é preconizado.

De acordo com Alves; Furlan; Motta (2019) a densidade de energia entregue para irradiação do músculo bíceps, ou músculo reto femoral, ou músculo sóleo, com resultados significativos, foi de 5 J/cm² ou de 20 J de energia total. Ou seja, semelhante ao aplicado nos músculos abdutores neste trabalho. Os resultados significativos na pesquisa citada foram obtidos em apenas um músculo, já essa pesquisa utilizou a mesma densidade de energia para obter os mesmos resultados em 8 músculos. Os mesmos autores ainda citam a irradiação de 60 J de energia total para o músculo bíceps, o mesmo que teve resultado positivo com 20 J de

energia total. Sendo assim é necessário o recálculo das variáveis de densidade de energia para valores maiores, afim de obter resultados positivos de torque, potência e trabalho total com os músculos responsáveis pela abdução de quadril.

Esse trabalho corresponde ao processo de desenvolvimento da manta, que possui etapas como calibração, recalibração, validação dos dados e recálculo. Considerando que mesmo com a densidade de energia entregue abaixo do recomendado, alguns grupos obtiveram diferenças significativas com a irradiação. Obter esses resultados permitiu sua correção (recalibração) e visa reestruturar para novo design.

7 CONCLUSÃO

Foi criado um dispositivo de fotobiomodulação, a manta de LEDs, com comprimentos de onda de 660 nm e 850 nm, com irradiações independentes e combinadas, ou seja, capaz de intervenção com LED Vermelho e LED Infravermelho.

Identificou-se que a Manta de LEDs não recobriu todos os músculos responsáveis pelo movimento de abdução do quadril, e que a densidade de energia entregue foi menor do que o recomendado pela literatura, não induzindo ao efeito biomodulador esperado, ou seja, não demonstrando resultados efetivos para Torque e Trabalho Total no desempenho dos músculos abdutores do quadril. Ainda assim houve aumento de Potência para músculos abdutores do lado direito e esquerdo, com irradiação de LEDS Infravermelhos, e para músculos abdutores do lado esquerdo com irradiação de LEDS Vermelhos.

A fotobiomodulação aplicada na primeira ou segunda sessão não gerou diferença de resultados, o que significa que não houve adaptação da bailarina ao dinamômetro e nem efeito placebo. Os resultados obtidos são de fato pela utilização da Manta de Leds.

Sendo assim, recomenda-se que em trabalhos futuros, a Manta seja modificada posicionando os LEDs de acordo com o as fibras musculares, para recobri-la e para que seja possível irradiar todos os grupos musculares envolvidos na abdução de quadril; que a densidade de energia utilizada seja maior, assemelhando valores relatados na literatura; e que realize mais sessões de irradiação, para analisar a capacidade de potencializar a força dos músculos abdutores do quadril.

REFERÊNCIAS

- AGNE, J. E. **Eu sei eletroterapia**. Santa Maria: Pallotti, 2009
- ALLEN, N. *et al.* Ballet injuries: Injury incidence and severity over 1 year. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 42, n. 9, p. 781–790, 2012.
- ALMEIDA, J. N. *et al.* Effects of photobiomodulation on muscle strength in post-menopausal women submitted to a resistance training program. **Lasers in Medical Science**, v. 35, n. 2, p. 355–363, 2020.
- ALVES, Vanessa Mouffron Novaes; FURLAN, Renata Maria Moreira Moraes; MOTTA, Andréa Rodrigues. Immediate effects of photobiomodulation with low-level laser therapy on muscle performance: an integrative literature review. **Revista CEFAC**, v. 21, 2019.
- ARAGÃO, L. V. **Relação torque isocinético vs. ângulo de abdução e adução do quadril em patinadores de velocidade**. 2014. 70 f Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- AZUMA, Ricardo Henrique Esquivel *et al.* Photobiomodulation Therapy at 808 nm Does Not Improve Biceps Brachii Performance to Exhaustion and Delayed-Onset Muscle Soreness in Young Adult Women: A Randomized, Controlled, Crossover Trial. **Frontiers in Physiology**, v.12, p. 788, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.664582>
- BARTON, C. J. *et al.* Gluteal muscle activity and patellofemoral pain syndrome: A systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 4, p. 207–214, 2013.
- BICKLE, Celeste; DEIGHAN, Martine; THEIS, Nicola. The effect of pointe shoe deterioration on foot and ankle kinematics and kinetics in professional ballet dancers. **Human movement science**, v. 60, p. 72-77, 2018.
- BYHRING, S.; BØ, K. Musculoskeletal injuries in the Norwegian National Ballet: A prospective cohort study. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 12, n. 6, p. 365–370, 2002.
- COSTA, M. S. S. *et al.* Characteristics and prevalence of musculoskeletal injury in professional and non-professional ballet dancers. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 20, n. 2, 2016.
- FRAZÃO, Renata. **Artrologia**. São Paulo: Departamento de Anatomia, ICB, USP, [2021].

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5215984/mod_resource/content/1/Articula%C3%A7%C3%B5es%20odonto.pdf. Acesso em: 20 nov. de 2021.

DOHERTY, C. *et al.* The incidence and prevalence of ankle sprain injury: A systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. **Sports Medicine**, v. 44, n. 1, p. 123–140, 2014.

DORNELLES, Maurício Pinto *et al.* Photobiomodulation therapy as a tool to prevent hamstring strain injuries by reducing soccer-induced fatigue on hamstring muscles. **Lasers in medical science**, v. 34, n. 6, p. 1177-1184, 2019.

DOS SANTOS, R. C. *et al.* Acute low-level laser therapy effects on peripheral muscle strength and resistance in patients with fibromyalgia. **Lasers in Medical Science**, v. 35, n. 2, p. 505–510, 2020.

DOSTAL, W. F.; SODERBERG, G. L.; ANDREWS, J. G. Actions of hip muscles. **Physical Therapy**, v. 66, n. 3, p. 351–361, 1986.

DUTRA, Yago Medeiros *et al.* Acute photobiomodulation by LED does not alter muscle fatigue and cycling performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 52, n. 11, p. 2448-2458, 2020.

DROUIN, J. M. *et al.* Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. **European Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 1, p. 22–29, 2004.

DVIR, Z. **Isokinetics**: muscle testing, interpretation and clinical applications. New York: Churchill Livingstone, 1995.

FERMINO, Rogério César *et al.* Influência do aquecimento específico e de alongamento no desempenho da força muscular em 10 repetições máximas. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 13, n. 4, p. 25-32, 2005.

FILIPPIN, Nadiesca Taisa; DE BRITO VIEIRA, Wouber Héricksen; DA COSTA, Paula Hentschel Lobo. Repetibilidade de medidas isocinéticas dos músculos adutores e abdutores do quadril. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 20, n. 2, p. 131-139, 2006.

FROIO, J. L. *et al.* Acute effect of low-power laser in fatigue of biceps brachii of volleyball athletes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 6, p. 431-435, 2017.

GALLAHUE, D.L. E OZMUN, J.C. **Compreendendo o desenvolvimento motor**: bebês, crianças, adolescentes e adultos. 3. Ed. São Paulo: Phorte, 2005.

GARRICK, J. G.; REQUA, R. K. Ballet injuries An analysis of epidemiology and

financial outcome. **American Journal Sport medicine**, v. 21, p. 586-590, 1993.

HASLERUD, Sturla et al. Low-level laser therapy and cryotherapy as mono-and adjunctive therapies for Achilles tendinopathy in rats. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 35, n. 1, p. 32-42, 2017.

HEISKANEN, Vladimir; HAMBLIN, Michael R. Photobiomodulation: lasers vs. light emitting diodes?. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 17, n. 8, p. 1003-1017, 2018.

KRAEMER, William J.; FLECK, Steven J.; EVANS, William J. Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exercise and sport sciences reviews*, v. 24, p. 363-397, 1996.

MALTA, Elvis De Souza *et al.* Acute LED irradiation does not change the anaerobic capacity and time to exhaustion during a high-intensity running effort: a double-blind, crossover, and placebo-controlled study. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 7, p. 1473-1480, 2016.

MACALUSO, Andrea; DE VITO, Giuseppe. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. **European journal of applied physiology**, v. 91, n. 4, p. 450-472, 2004.

MAYES, S. *et al.* Similar Prevalence of Acetabular Labral Tear in Professional Ballet Dancers and Sporting Participants. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 26, n. 4, p. 307–313, 2016.

MAYES, S. *et al.* Hip joint effusion-synovitis is associated with hip pain and sports/recreation function in female professional ballet dancers. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 30, n. 4, p. 341–347, 2020.

MORAIS, S. R. L. et al. Strength training prior to muscle injury potentiates low-level laser therapy (LLLT)-induced muscle regeneration. **Lasers in Medical Science**, v. 32, n. 2, p. 317–325, 2017.

NETTER, F.H. **Atlas de Anatomia Humana**. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

NILSSON, Charlotte et al. The injury panorama in a Swedish professional ballet company. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 9, n. 4, p. 242-246, 2001.

PAOLILLO, F. R. **Efeitos da iluminação-LED (850 nm) associada ao treinamento em esteira ergométrica em mulheres na pós menopausa**. 2011. 197p. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

POSTEN, William et al. Low-level laser therapy for wound healing: mechanism and efficacy. **Dermatologic surgery**, v. 31, n. 3, p. 334-340, 2005.

POWERS, C. M. *et al.* Hip strength as a predictor of ankle sprains in male soccer players: A prospective study. **Journal of Athletic Training**, v. 52, n. 11, p. 1048–1055, 2017.

QUEIROZ, L. S. et al. Effect of LED irradiation on microcirculation of auricular mouse. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, v. 62, n. 2, p. 138-42, 2008.

REID, D. C. Prevention of Hip and Knee Injuries in Ballet Dancers. **Sports Medicine**, 6: 295-307, 1988.

ROGAN, Slavko *et al.* Effects of hip abductor muscles exercises on pain and function in patients with Patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 11, p. 3174-3187, 2019.

ROSSI, E. E.; SADER, C.S. Envelhecimento do sistema osteoarticula. In: Freitas, E.V. et al. (Eds.), **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p.508-514.

SIMÃO, Roberto et al. Influência dos diferentes protocolos de aquecimento na capacidade de desenvolver carga máxima no teste de 1RM. **Fitness & performance journal**, n. 5, p. 261-265, 2004.

SMITH, Kendric C. Laser (and LED) therapy is phototherapy. **Photomedicine and Laser Therapy**, v. 23, n. 1, p. 78-80, 2005.

SOBRINO, F. J.; GUILLÉN, P. Overuse Injuries in Professional Ballet: Influence of Age and Years of Professional Practice. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 5, n. 6, p. 6–11, 2017.

STEINBERG, N. *et al.* Ultrasonography and clinical examination of knee injuries in pre- and post- menarche dancers. **Research in Sports Medicine**, v. 26, n. 3, p. 289–305, 2018.

SUTTON-TRAINA, K. *et al.* Exploring active and passive contributors to turnout in dancers and non-dancers. **Medical Problems of Performing Artists**, v. 30, n. 2, p. 78–83, 2015.

TAKACS, Judit; HUNT, Michael A. The effect of contralateral pelvic drop and trunk lean on frontal plane knee biomechanics during single limb standing. **Journal of**

biomechanics, v. 45, n. 16, p. 2791-2796, 2012.

TEIXEIRA, Ana Cristina Echevengúá. O surgimento das companhias 2: uma pretensa "nova" forma de organização profissional de bailarinos que atingem idade em torno de 40 anos nas companhias públicas de dança brasileiras. **Sala Preta**, v. 11, n. 1, p. 78-92, 2011.

TOMA, Renata Luri *et al.* Photobiomodulation (PBM) therapy at 904 nm mitigates effects of exercise-induced skeletal muscle fatigue in young women. **Lasers in Medical Science**, v. 33, n. 6, p. 1197-1205, 2018.

TRENTACOSTA, N.; SUGIMOTO, D.; MICHELI, L. J. Hip and Groin Injuries in Dancers: A Systematic Review. **Sports Health**, v. 9, n. 5, p. 422–427, 2017.

TSUK, S. *et al.* Does Photobiomodulation Therapy Enhance Maximal Muscle Strength and Muscle Recovery? **Journal of Human Kinetics**, v. 73, n. 1, p. 135–144, 2020.

TUCCI, Helga Tatiana *et al.* Quadriceps femoris performance after resistance training with and without photobiomodulation in elderly women: a randomized clinical trial. **Lasers in medical science**, v. 34, n. 8, p. 1583-1594, 2019.

VALDERRABANO, V. *et al.* Ligamentous posttraumatic ankle osteoarthritis. **American Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 4, p. 612–620, 2006.

VANIN, Adriane Aver *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, 2016.

VASSÃO, Patricia Gabrielli *et al.* Effects of photobiomodulation on the fatigue level in elderly women: an isokinetic dynamometry evaluation. **Lasers in medical science**, v. 31, n. 2, p. 275-282, 2016.

WEINECK, J. **Biologia do esporte**. São Paulo: Manole, 1991.

WHELAN, H. T. *et al.* The NASA Light-Emitting Diode Medical Program - Progress in Space Flight and Terrestrial. Applications. **AIP Conference Proceedings**, v.504, n.1, p.37,2000

YEH, Naichia Gary; WU, Chia-Hao; CHENG, Ta Chih. Light-emitting diodes—Their potential in biomedical applications. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 8, p. 2161-2166, 2010.

ZAGATTO, Alessandro Moura *et al.* Effects of low-level laser therapy on performance, inflammatory markers, and muscle damage in young water polo athletes: a double-blind, randomized, placebo-controlled study. **Lasers in medical science**, v. 31, n. 3, p. 511-521, 2016.

ZEIN, Randa; SELTING, Wayne; HAMBLIN, Michael R. Review of light parameters and photobiomodulation efficacy: dive into complexity. **Journal of biomedical optics**, v. 23, n. 12, p. 120901, 2018.

APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Dados de identificação

Título do Projeto: **EFEITO AGUDO DA FOTOBIMODULAÇÃO NA FORÇA E RESISTÊNCIA DOS MÚSCULOS ABDUTORES DO QUADRIL EM BAILARINAS**

Pesquisadora Responsável: Prof^a Esp. Mariana Aparecida do Nascimento Duque

Equipe executora: Prof. Dra. Juliana Ferreira-Strixino;

Fernanda Maria Garcia Gonzaga Napoleone.

Instituição a que pertence a Pesquisadora Responsável: **Universidade do Vale do Paraíba- Univap, IP&D – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento.**

Telefones / E-mails para contato: (12) 3947-1087 - (12) 98818 3199 / mariana.duque@univap.br - juferreira@univap.br.

Nome do participante: _____

R.G. _____ Idade: _____ anos CÓDIGO: _____

A Sr.^a está sendo convidada a participar do projeto de pesquisa que tem como tema Análise de Força e Resistência do Músculos abdutores do Quadril em Bailarinas, de responsabilidade da pesquisadora Prof^a. Esp. Mariana Aparecida do Nascimento Duque. Este estudo tem por objetivo analisar a força e resistência dos músculos do quadril em bailarinas clássicas com diferentes níveis de prática. Esperamos que sejam identificadas diferenças no desempenho de força e resistência do músculo devido ao tempo de prática do Ballet, e que a utilização do LED melhore esse desempenho; ambos deverão ser publicados em revista científica e/ou congresso da área servindo como base para futuras pesquisas envolvendo o fortalecimento e prevenção de lesões em joelho e quadril. Você também terá uma avaliação do desempenho desses mesmos músculos.

Sua participação consistirá em duas coletas no Laboratório de Biodinâmica pertencente ao Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D) da Universidade do Vale do Paraíba (Univap). Você irá se encaixar em um dos grupos de acordo com o seu tempo de prática:

Grupo 1: 1 a 3 anos de prática, frequentando a aula de Ballet Clássico 1 a 2 vezes por semana, com duração de 1 hora cada aula.

Grupo 2: 4 a 6 anos de prática, frequentando a aula de Ballet Clássico 2 a 3 vezes por semana, com duração de 1 hora cada aula.

Grupo 3: 7 a 9 anos de prática, frequentando a aula de Ballet Clássico 3 a 4 vezes por semana, com duração de 1 hora cada aula.

Grupo 4: a partir de 10 anos de prática, frequentando a aula de Ballet Clássico 4 a 6 vezes por semana, com duração de 1 hora cada aula.

Em cada grupo existirá ainda 3 subgrupos, sendo um para aplicação de LED vermelho, outro para aplicação de LED infravermelho, e por último um com aplicação de LED vermelho e infravermelho.

O procedimento será o mesmo para todos os grupos, você fará um aquecimento com elástico para exercício e após, ficará deitado de lado sobre uma mesa de exame, será medido o ângulo de seu quadril para ser posicionado o braço do equipamento, e você fará o movimento de afastar um joelho do outro. Todo esse procedimento será realizado do lado direito e esquerdo, repetido após 2 minutos e também uma semana depois, sendo com aplicação do LED no músculo do quadril em uma das sessões. Os dados serão salvos em um computador de acesso liberado somente à pesquisadora, onde você será identificada por números e letras, sem nenhum registro de fotos, mantendo o sigilo.

Durante sua participação podem ocorrer risco de lesão pelo esforço, lesão ocular pela utilização do LED e constrangimento devido a posição na mesa de exame. Para minimizar, a pesquisa será realizada após um aquecimento, com utilização de óculos protetor e em sala reservada por uma pesquisadora (gênero feminino).

Garantimos o sigilo e a confidencialidade das informações que você fornecer e a privacidade do participante da pesquisa. A qualquer momento, você pode se recusar a participar e se retirar da pesquisa, sem constrangimentos, penalidades ou qualquer prejuízo (caso esteja em acompanhamento ou tratamento, este permanece como está, nada muda). As informações e materiais obtidos nesta pesquisa não poderão ser utilizados para outras finalidades que não sejam a desta pesquisa científica.

No caso de gastos decorrentes da participação nesta pesquisa (por exemplo, transporte e alimentação), você e o seu acompanhante serão imediatamente e

integralmente ressarcidos de todos os gastos. No caso de algum dano, imediato ou tardio, decorrente desta pesquisa, você também tem direito de ser indenizado pela pesquisadora, bem como a ter assistência gratuita, integral e imediata.

Sempre que desejar, você poderá entrar em contato para obter informações sobre este projeto de pesquisa, sobre sua participação ou outros assuntos relacionados à pesquisa, com a pesquisadora responsável ou equipe executora pelos telefones e e-mails (12) 3947-1087 - (12) 98818 3199 / mariana.duque@univap.br - juferreira@univap.br. Você também pode entrar em contato com o CEP – Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), corresponsável por garantir e zelar pelos direitos do participante da pesquisa, pelo telefone (12) 3947-1111, pelo e-mail cep@univap.br ou pessoalmente na Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova – Bloco 11 – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento II, sala 19, de segunda a sexta-feira, das 08:00h às 12:00h.

Este termo está elaborado em duas vias, rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, pelo participante da pesquisa e pela pesquisadora, sendo uma das vias entregue ao participante.

Eu, _____, fui informada e concordo em participar, voluntariamente, do projeto de pesquisa acima descrito.

São José dos Campos, _____ de _____ de _____

Nome e assinatura da participante

Mariana Aparecida do Nascimento Duque

Testemunha

Testemunha

APÊNDICE B: RECÁLCULO DA CALIBRAÇÃO DO LED VERMELHO

Vermelho					
Brilho	Potência de 1 LED	Medida Energia TOTAL	Medida por cm ²	Potência do led no tempo	Tempo
%	mw/cm ²	J	J/cm ²	mw/cm ²	t
1	150	18	4,5	4500	30
2	164	19,68	4,92	4920	30
3	173	20,76	5,19	5190	30
4	198	23,76	5,94	5940	30
5	220	26,4	6,6	6600	30
6	241	28,92	7,23	7230	30
7	266	31,92	7,98	7980	30
8	282	33,84	8,46	8460	30
9	305	36,6	9,15	9150	30
10	326	39,12	9,78	9780	30

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE C: RECÁLCULO DA CALIBRAÇÃO DO LED INFRAVERMELHO

Infravermelho					
Brilho	Potência de 1 LED	Medida Energia TOTAL	Medida por cm ²	Potência do led no tempo	Tempo
%	mw/cm ²	J	J/cm ²	mw/cm ²	t
1	446	17,84	4,46	4460	10
2	588	23,52	5,88	5880	10
3	730	29,2	7,3	7300	10
4	872	34,88	8,72	8720	10
5	1014	40,56	10,14	10140	10
6	1156	46,24	11,56	11560	10
7	1298	51,92	12,98	12980	10
8	1440	57,6	14,4	14400	10
9	1582	63,28	15,82	15820	10
10	1724	68,96	17,24	17240	10

Fonte: Elaborado pelo autor.

ANEXO A: REGISTRO DO SOFTWARE DA MANTA DE LEDS**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

MINISTÉRIO DA ECONOMIA

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

Certificado de Registro de Programa de ComputadorProcesso Nº: **BR512021001498-7**

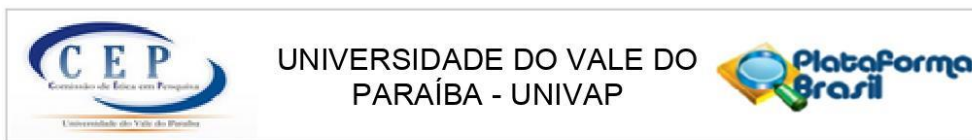
O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 30/06/2021, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: Software de controle do dispositivo Manta Fotobios**Data de criação:** 30/06/2021**Titular(es):** BRUNO HENRIQUE GODOI**Autor(es):** JULIANA FERREIRA STRIXINO; BRUNO HENRIQUE GODOI; DIOGO HENRIQUE GODOI; LUCAS GODOY MONTEIRO DOS SANTOS; CRISTINA PACHECO-SOARES; FERNANDA MARIA GARCIA GONZAGA; MARIANA APARECIDA DO NASCIMENTO DUQUE**Linguagem:** C++**Campo de aplicação:** SD-09**Tipo de programa:** AP-03; IT-03; SO-07**Algoritmo hash:** SHA-512**Resumo digital hash:**
c9a4e8841665ef9a2352b5acc4ab9d9aef4dfca0cb516b72bb12925ca49d134ed6d4843134c5eaa5ac2621025ca14aa406
dd014764a79f24870f0a9f8e243cae**Expedido em:** 06/07/2021**Aprovado por:**

Joelson Gomes Pequeno

Chefe Substituto da DIPTO - PORTARIA/INPI/DIRPA Nº 02, DE 10 DE FEVEREIRO DE 2021

ANEXO B: COMPROVANTE DE ACEITE DO PROJETO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito Agudo da Fotobiomodulação na Força e Resistência dos Músculos Abdutores do Quadril em Bailarinas

Pesquisador: MARIANA APARECIDA DO NASCIMENTO DUQUE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 40119520.3.0000.5503

Instituição Proponente: FUNDACAO VALEPARAIBANA DE ENSINO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.594.592

Apresentação do Projeto:

A pesquisa será realizada com bailarinas de 18 a 30 anos com o intuito de apresentar o efeito agudo do laser de baixa potência na análise de força e resistência dos músculos abdutores do quadril, verificar a influência da prática do Ballet Clássico de nível inicial a avançado, e comparar os resultados com e sem aplicação do laser em bailarinas.

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa", "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar o efeito agudo do laser de baixa potência na análise de força e resistência dos músculos abdutores do quadril em bailarinas clássicas na faixa etária de 18 a 30 anos.

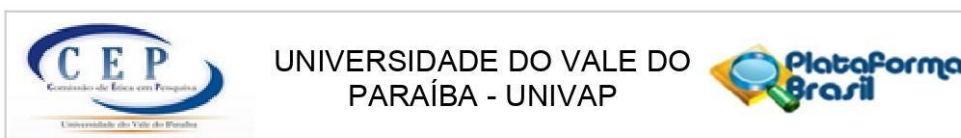
Não foi indicado objetivo secundário.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Há um possível risco de lesão pelo esforço que serão submetidas. Para isso a participante será esclarecida quanto ao risco e será aplicado um protocolo de aquecimento anterior à coleta. A utilização do

Endereço: Av. Shishima Hifumi, 2911 - Bloco 11 (IP&D), Sala 33
Bairro: Urbanova **CEP:** 12.244-000
UF: SP **Município:** SAO JOSE DOS CAMPOS
Telefone: (12)3947-1111 **Fax:** (12)3947-1149 **E-mail:** cep@univap.br



Continuação do Parecer: 4.594.592

Outros	CartaDeAutorizacaoSDV.pdf	01/11/2020 20:12:08	DUQUE	Aceito
Outros	CartaDeAutorizacaoCIA.pdf	01/11/2020 20:11:57	MARIANA APARECIDA DO NASCIMENTO DUQUE	Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	01/11/2020 20:10:48	MARIANA APARECIDA DO NASCIMENTO DUQUE	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	01/11/2020 20:10:09	MARIANA APARECIDA DO NASCIMENTO DUQUE	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	01/11/2020 20:08:49	MARIANA APARECIDA DO NASCIMENTO DUQUE	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	01/11/2020 20:08:29	MARIANA APARECIDA DO NASCIMENTO DUQUE	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO JOSE DOS CAMPOS, 16 de Março de 2021

Assinado por:
Mauricio Martins Alves
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Shishima Hifumi, 2911 - Bloco 11 (IP&D), Sala 33
Bairro: Urbanova **CEP:** 12.244-000
UF: SP **Município:** SAO JOSE DOS CAMPOS
Telefone: (12)3947-1111 **Fax:** (12)3947-1149 **E-mail:** cep@univap.br