



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE IMPERATRIZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E TECNOLOGIA

BÁRBARA DOS SANTOS LIMEIRA

EFEITO DO ILIB TRANSCUTÂNEO NA PERFUSÃO TISSULAR PERIFÉRICA DE
PESSOAS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: UM ESTUDO QUASE
EXPERIMENTAL

IMPERATRIZ-MA

2026

BÁRBARA DOS SANTOS LIMEIRA

EFEITO DO ILIB TRANSCUTÂNEO NA PERFUSÃO TISSULAR PERIFÉRICA DE
PESSOAS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: UM ESTUDO QUASE
EXPERIMENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saúde e Tecnologia. Área de concentração: Saúde e Tecnologia. Linha de Pesquisa: Saúde e Sociedade.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Livia Maia Pascoal.

IMPERATRIZ-MA

2026

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

dos Santos Limeira, Bárbara.

Efeito do ILIB transcutâneo na perfusão tissular
periférica de pessoas com diabetes mellitus tipo 2: um
estudo quase experimental / Bárbara dos Santos Limeira. -
2026.

157 f.

Orientador(a): Livia Maia Pascoal.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Saúde e Tecnologia/ccim, Universidade Federal do Maranhão,
Imperatriz, Maranhão, 2026.

1. Diabetes Mellitus Tipo 2. 2. Terapia Com Luz de
Baixa Intensidade. 3. Doenças Vasculares Periféricas. 4.
Terminologia Padronizada Em Enfermagem. I. Maia Pascoal,
Livia. II. Título.

BÁRBARA DOS SANTOS LIMEIRA

EFEITO DO ILIB TRANSCUTÂNEO NA PERFUSÃO TISSULAR PERIFÉRICA DE
PESSOAS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: UM ESTUDO QUASE
EXPERIMENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saúde e Tecnologia. Área de concentração: Saúde e Tecnologia. Linha de Pesquisa: Saúde e Sociedade.

Aprovada em: 30/03/2026.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Livia Maia Pascoal (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Profa. Dra. Francisca Aline Arrais Sampaio Santos
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Profa. Dra. Paula Vitoria Costa Gontijo
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

DEDICATÓRIA

A Deus.

Aos meus pais, Vanuza e Orfileno.

Aos meus avós Ozanira, Francisco (in memoriam), Januária (in memoriam) e Cristino (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

A Deus, agradeço pelo seu infinito amor e pela sua abundante graça que me alcança dia após dia. Nem todas as palavras do mundo seriam suficientes para expressar minha gratidão a ti. Aos meus pais, Vanuza e Orfileno, e à minha avó Ozanira, vocês são parte da expressão palpável da graça de Deus em minha vida. Muito obrigada por todo amor, cuidado e apoio.

À minha orientadora, Profa. Dra. Livia Maia Pascoal, encontrá-la na pós-graduação foi um grande presente. Agradeço imensamente por todo incentivo, apoio, paciência, compreensão e gentileza demonstrados ao longo desta trajetória.

Às professoras participantes da banca examinadora Francisca Aline Arrais Sampaio Santos e Paula Vitoria Costa Gontijo pelo tempo, agradeço pelas valiosas colaborações e sugestões ao longo do mestrado.

À Laryssa Stefany de Azevedo Santos, pela disponibilidade, paciência e dedicação com as análises estatísticas deste estudo.

Aos colegas da turma de mestrado, pela parceria durante a pós-graduação e pelas contribuições recebidas ao longo da pesquisa. Em especial, agradeço aquelas que se tornaram amigas durante a caminhada, Bruna, Daianne e Letícia.

Ao grupo de pesquisa GECES, expresso minha imensa gratidão, especialmente aos alunos da graduação em enfermagem Ana Clara, Eduarda, Isabella, Karol, Laura, Laysa, Letícia, Paola, Raysa e Yan, bem como aos mestrandos Fernando e Samanta. Agradeço por todo empenho, dedicação e imensurável contribuição ao longo do desenvolvimento deste estudo.

Aos participantes da pesquisa, expresso minha profunda gratidão pela disponibilidade, tempo e confiança. A colaboração de cada um foi fundamental para a construção deste estudo, tornando possível a produção da ciência com relevância social.

Aos gestores das unidades básicas de saúde, enfermeiros, agentes de saúde e demais funcionários, por viabilizarem a realização desse estudo em suas áreas.

Aos amigos, em especial Samanta Cunha e Aline Alves, agradeço por se fazerem presente e por toda motivação ao longo do mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo financiamento da pesquisa, expresso minha gratidão.

*“e corramos com perseverança a corrida que nos é proposta,
tendo os olhos fixos em Jesus, autor e consumador da nossa fé”*

Bíblia Sagrada, Hebreus 12:1,2

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da terapia fotobiomoduladora do *Intravascular Laser Irradiation of Blood* (ILIB) transcutâneo na circulação periférica de pessoas com diabetes mellitus tipo 2 (DM2), que possuam o diagnóstico de enfermagem de Perfusão Tissular Periférica Ineficaz (PTPI). Trata-se de um estudo quase-experimental, realizado em quatro unidades básicas de saúde com 20 pessoas com DM2, com o diagnóstico PTPI e sem contraindicações para a terapia ILIB transcutânea. Antes do início das intervenções, aplicou-se questionário para caracterização sociodemográfica e clínica dos participantes. A intervenção consistiu na aplicação do ILIB transcutâneo sobre o feixe vascular na região da artéria radial, em sessões de 25 minutos, realizadas diariamente durante dez dias, com intervalo de dois dias no final de semana. Ao término das 10 sessões, ocorreu pausa de 23 dias para repetição do protocolo, totalizando dois ciclos de intervenção. Em cada ciclo, no primeiro e décimo dia, aplicaram-se instrumentos para avaliação do diagnóstico PTPI, rastreio de neuropatia diabética e avaliação do resultado de enfermagem NOC Perfusão Tissular: Periférica. No quinto dia, realizou-se nova avaliação do resultado NOC. Realizou-se análise estatística descritiva das variáveis sociodemográficas e clínicas. Utilizou-se o teste exato de McNemar para avaliar NANDA-I e neuropatia; teste de Friedman com pós-teste de Dunn e correção de Bonferroni, para o resultado NOC; teste de Wilcoxon, para comparações interciclos; e teste-t pareado para os parâmetros diários. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa. A amostra foi composta majoritariamente por mulheres (70%), adultos (55%), com média de idade de 57 anos e tempo de diagnóstico do DM2 igual ou superior a 10 (55%). Na análise integrada intraciclo e interciclo das características definidoras do diagnóstico PTPI, observa-se resposta favorável da intervenção, com redução das seguintes características definidoras, extremidades frias, dor em extremidade, parestesia, sudorese nas extremidades, função motora alterada e claudicação intermitente, e de uma condição associada, a dislipidemia. Na análise intraciclo do resultado NOC, observaram-se diferenças globais significativas na pressão arterial sistólica dos membros superiores direito (MSD) e esquerdo (MSE), na força do pulso pedial no membro inferior esquerdo (MIE) e na pressão arterial média do MSE. Na avaliação interciclo NOC, identificaram-se diferenças significativas nos indicadores pressão arterial diastólica do MSD e ruptura da pele do MIE, ambos com grande magnitude de efeito. No acompanhamento diário, no ciclo 1 houve aumento significativo da saturação periférica de oxigênio do MIE e redução do pulso arterial em MID e MIE. No Ciclo 2, identificou-se redução significativa da pressão arterial diastólica do MSD, do pulso arterial do MID e MIE. Embora sem significância estatística, observou-se redução de casos sugestivos de neuropatia, no rastreio da neuropatia diabética, melhora do déficit circulatório e astenia generalizada. Os achados sugerem que o ILIB transcutâneo pode atuar como terapia adjuvante segura, com potencial para melhorar a perfusão tissular periférica em pessoas com DM2, contribuindo para o manejo clínico e a prevenção de complicações vasculares periféricas.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus Tipo 2; Terapia com Luz de Baixa Intensidade; Doenças Vasculares Periféricas; Terminologia Padronizada em Enfermagem.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of transcutaneous Intravascular Laser Irradiation of Blood (ILIB) photobiomodulation therapy on the peripheral circulation of people with type 2 diabetes mellitus (DM2) who have a nursing diagnosis of Ineffective Peripheral Tissue Perfusion (IPTP). This is a quasi-experimental study, conducted in four primary health care units with 20 people with DM2, diagnosed with IPTP and without contraindications for transcutaneous ILIB therapy. Before the start of the interventions, a questionnaire was applied to characterize the sociodemographic and clinical characteristics of the participants. The intervention consisted of applying transcutaneous ILIB to the vascular bundle in the radial artery region, in 25-minute sessions, performed daily for ten days, with a two-day break at the weekend. At the end of the 10 sessions, there was a 23-day break before repeating the protocol, totaling two intervention cycles. In each cycle, on the first and tenth day, instruments were applied to assess the diagnosis of PTPI, screen for diabetic neuropathy, and evaluate the nursing outcome of NOC (Peripheral Tissue Perfusion). On the fifth day, a new assessment of the NOC outcome was performed. Descriptive statistical analysis of sociodemographic and clinical variables was conducted. McNemar's exact test was used to assess NANDA-I and neuropathy; Friedman's test with Dunn's post-hoc test and Bonferroni correction for the NOC outcome; Wilcoxon test for inter-cycle comparisons; and paired t-test for daily parameters. The research was approved by the Research Ethics Committee. The sample was composed mainly of women (70%), adults (55%), with a mean age of 57 years and a DM2 diagnosis time equal to or greater than 10 years (55%). In the integrated intra-cycle and inter-cycle analysis of the defining characteristics of the PTPI diagnosis, a favorable response to the intervention was observed, with a reduction in the following defining characteristics: cold extremities, extremity pain, paresthesia, extremity sweating, altered motor function, and intermittent claudication, as well as an associated condition, dyslipidemia. In the intra-cycle analysis of the NOC result, significant overall differences were observed in the systolic blood pressure of the right upper limb (RUL) and left upper limb (LUL), in the pedal pulse strength in the left lower limb (LLL), and in the mean arterial pressure of the LUL. In the inter-cycle NOC evaluation, significant differences were identified in the diastolic blood pressure indicators of the RUL and skin rupture of the LLL, both with a large magnitude of effect. In the daily follow-up, in cycle 1 there was a significant increase in peripheral oxygen saturation of the LLL and a reduction in arterial pulse in the right and left lower limbs. In cycle 2, a significant reduction in diastolic blood pressure of the RUL and arterial pulse of the right and LLL was identified. Although not statistically significant, a reduction in cases suggestive of neuropathy was observed in diabetic neuropathy screening, along with improvement in circulatory deficit and generalized asthenia. The findings suggest that transcutaneous ILIB may act as a safe adjuvant therapy, with the potential to improve peripheral tissue perfusion in people with type 2 diabetes, contributing to clinical management and the prevention of peripheral vascular complications.

Keywords: Diabetes Mellitus Type 2; Low-Level Light Therapy; Peripheral Vascular Diseases; Standardized Nursing Terminology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem meramente ilustrativa do fluxo da pesquisa	38
Figura 2 - Fluxograma da seleção dos participantes da pesquisa	38
Figura 3 - Fotografia do material utilizado para realização do ILIB transcutâneo (Aparelho laser, carregador, base para carregamento, pulseira, óculos de proteção, filme de policloreto de polivinila e almofada de apoio	41
Figura 4 - Fotografia da posição para aplicação transcutânea do ILIB	41
Figura 5 - Fluxograma das intervenções	42
Figura 6 - Imagem meramente ilustrativa da equipe do estudo.....	48
Figura 7 - Parâmetros clínicos que apresentaram significância estatística no acompanhamento diário antes e após intervenção com ILIB transcutâneo no Ciclo 1. Imperatriz, MA, Brasil, 2026	86
Figura 8 Parâmetros clínicos que apresentaram significância estatística no acompanhamento diários antes e após intervenção com ILIB transcutâneo no Ciclo 2. Imperatriz, MA, Brasil, 2026	87

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução da presença do diagnóstico de enfermagem PTPI entre os participantes da pesquisa. Imperatriz, MA, Brasil, 2026	62
Gráfico 2 - Pressão arterial sistólica do membro superior direito ao longo das S1, S5 e S10 do Ciclo 1. Imperatriz, MA, Brasil, 2026	75
Gráfico 3 - Pressão arterial sistólica do membro superior direito ao longo das S1, S5 e S10 do Ciclo 1. Imperatriz, MA, Brasil, 2026	76
Gráfico 4 - Pressão arterial sistólica do membro superior esquerdo ao longo das S1, S5 e S10 do Ciclo 1. Imperatriz, MA, Brasil, 2026	76
Gráfico 5 - Pressão arterial média do membro superior esquerdo ao longo das S1, S5 e S10 do Ciclo 1. Imperatriz, MA, Brasil, 2026	77
Gráfico 6 - Evolução da presença sugestiva de neuropatia diabética entre os participantes da pesquisa. Imperatriz, MA, Brasil, 2026. (n=20)	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Caracterização sociodemográfica dos participantes da pesquisa (n=20). Imperatriz, MA, Brasil, 2026	53
Tabela 2	- Caracterização clínica, histórico e hábitos de vida dos participantes da pesquisa (n=20). Imperatriz, MA, Brasil, 2026	55
Tabela 3	- Frequência das características definidoras, populações em risco e condições associadas do diagnóstico de enfermagem NANDA-I Perfusão Tissular Periférica Ineficaz (n=20). Imperatriz, MA, Brasil, 2026	57
Tabela 4	- Comparação entre as sessões 1 e 10 das variáveis do diagnóstico de enfermagem NANDA-I Perfusão Tissular Periférica Ineficaz dentro de cada ciclo (n=20). Imperatriz, MA, Brasil, 2026	59
Tabela 5	- Comparação das variáveis do diagnóstico de enfermagem NANDA-I Perfusão Tissular Periférica Ineficaz entre os ciclos 1 e 2 nas sessões 1 e 10 (n=20). Imperatriz, MA, Brasil, 2026	61
Tabela 6	- Frequência dos indicadores do resultado de enfermagem NOC Perfusão tissular: periférica no ciclo 1 de intervenção (n=20). Imperatriz, MA, Brasil..	64
Tabela 7	- Frequência dos indicadores do resultado de enfermagem NOC Perfusão tissular: periférica no ciclo 2 de intervenção (n=20). Imperatriz, MA, Brasil..	71
Tabela 8	- Análise intraciclo dos indicadores do resultado de enfermagem NOC Perfusão tissular: periférica (n=20). Imperatriz, MA, Brasil	78
Tabela 9	- Análise do tamanho de efeito dos indicadores entre os ciclos 1 e 2 dos indicadores do resultado de enfermagem NOC Perfusão tissular: periférica. Imperatriz, MA, Brasil. Imperatriz, MA, Brasil, 2026	82
Tabela 10	- Avaliação diária, dos parâmetros clínicos, antes e após intervenção com ILIB transcutâneo (n=20). Imperatriz, MA, Brasil, 2026	84
Tabela 11	- Comparação intraciclo das variáveis sugestivo de neuropatia, déficits circulatórios e astenia generalizada entre a Sessão 01 e a Sessão 10 nos Ciclos 1 e 2 (n=20). Imperatriz, MA, Brasil, 2026	89
Tabela 12	- Comparação interciclo das variáveis sugestivo de neuropatia, déficits circulatórios e astenia generalizada entre os Ciclos 1 e 2 nas Sessões 01 e 10 (n=20). Imperatriz, MA, Brasil, 2026	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DM	Diabetes Mellitus
DM2	Diabetes Mellitus tipo 2
SM	Síndrome Metabólica
ILIB	Intravascular Laser Irradiation of Blood
PTPI	Perfusão Tissular Periférica Ineficaz
PTP	Perfusão Tissular Periférica
S1	Sessão 1
S5	Sessão 5
S10	Sessão 10
S1C1	Sessão 1 e Ciclo 1
S5C1	Sessão 5 e Ciclo 1
S10C1	Sessão 10 e Ciclo 1
S1C2	Sessão 1 e Ciclo 2
S5C2	Sessão 5 e Ciclo 2
S10C2	Sessão 10 e Ciclo 2

LISTA DE APÊNDICE

A	Termo de Consentimento Livre Esclarecido – TCLE para intervenção.....	118
B	Termo de Consentimento Livre Esclarecido – TCLE para triagem.....	122
C	Miniexame do Estado Mental – MEEM.....	125
D	Roteiro de formulário de entrevista sociodemográfica e clínica.....	128
E	Procedimento Operacional Padrão (POP).....	132
F	Acompanhamento Grupo Intervenção.....	139
G	Rastreio de neuropatia – MICHIGAN.....	143
H	Resultado NOC.....	144
I	Roteiro Diagnóstico NANDA-I.....	147
J	Claudicação de Edimburgo.....	149
K	Teste De Caminhada De 6 Minutos.....	150
L	Avaliação da Força Muscular.....	152

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 HIPÓTESE.....	22
3 OBJETIVO.....	23
2.1 Objetivo Geral.....	23
2.2 Objetivos Específicos.....	23
4 REVISÃO DE LITERATURA	24
4.1 Diabetes Mellitus	24
4.2 O comprometimento vascular no diabetes mellitus	25
4.3 Laser	28
4.3.1 <i>Intravascular laser irradiation of blood (ILIB)</i>	29
4.3.2 O ILIB e o Diabetes Mellitus tipo 2	29
4.4 Processo de Enfermagem	30
4.4.1 Diagnóstico de Enfermagem NANDA-I	31
4.4.2 Resultado de Enfermagem NOC	32
5 MÉTODO	34
5.1 Aspectos Éticos.....	34
5.2 Delineamento do Estudo	34
5.3 Local do Estudo	34
5.4 População e amostra	35
5.4.1 Critérios de Elegibilidade	36
5.4.1.1 <i>Critérios de inclusão</i>	36
5.4.1.2 <i>Critérios de exclusão</i>	36
5.4.1.3 <i>Critérios de descontinuidade</i>	37
5.5 Recrutamento, triagem e seleção para intervenção	37
5.5.1 Recrutamento de participantes	37
5.5.2 <i>Triagem e seleção para intervenção</i>	38
5.6 Detalhamento da intervenção	39
5.7 Coleta de dados	43
5.7.1 Avaliação do Estado Mental	43
5.7.2 Caracterização sociodemográfica e clínica	43
5.7.3 Avaliação do Diagnóstico de Enfermagem	44

5.7.3.1 Avaliação das características definidoras	44
5.7.3.2 Avaliação das condições associadas e população em risco.....	45
5.7.4 Avaliação do Resultado de Enfermagem	46
5.7.5 Avaliação da neuropatia	47
5.7.6 Acompanhamento diário e registro de sinais vitais	48
5.8 Equipe do estudo	48
5.9 Riscos e benefícios	49
5.10 Variáveis e desfecho	50
5.11 Processamento e Análise Estatística	50
5.12 Ferramentas para construção de figuras	52
6 RESULTADOS	53
6.1 Perfil sociodemográfico e clínico dos participantes.....	53
6.2 Diagnóstico de Enfermagem Perfusão tissular periférica ineficaz	56
6.3 Resultados de Enfermagem (NOC) do resultado Perfusão tissular:	63
periférica	
6.4 Acompanhamento diário dos sinais vitais	83
6.5 Neuropatia diabética	88
7 DISCUSSÃO	90
7.1 Perfil sociodemográfico e clínico dos participantes.....	90
7.2 Efeito do ILIB transcutâneo no diagnóstico de enfermagem Perfusão	95
Tissular Periférica Ineficaz (PTPI)	
7.3 Efeito do ILIB transcutâneo no Resultado de Enfermagem Perfusão	98
tissular: Periférica	
7.4 Efeito do ILIB transcutâneo nos sinais vitais diários	99
7.5 Efeito do ILIB transcutâneo na neuropatia diabética	101
8 CONCLUSÃO	105
REFERÊNCIAS	106
APÊNDICES	118
ANEXOS	154