

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROMECCÂNICA



VTNC - VIBROMASSAGEADOR PARA O TRATAMENTO DO NERVO CIÁTICO

**JOÃO PEDRO VITOLA
LUIZ FELIPE ROMEU DE OLIVEIRA**

SÃO LEOPOLDO

2025

JOÃO PEDRO VITOLA
LUIZ FELIPE ROMEU DE OLIVEIRA

VMTNC – VIBROMASSAGEADOR PARA O TRATAMENTO DO NERVO CIÁTICO

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletromecânica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação do professor Marcos Rogério e coorientação da professora Letícia Antonioli

SÃO LEOPOLDO
2025

RESUMO

No presente trabalho, o objetivo é desenvolver um dispositivo vibromassageador para o tratamento do nervo ciático. A justificativa para a realização dessa pesquisa e do desenvolvimento desse dispositivo se deve a importância de encontrar métodos auxiliares no tratamento terapêutico de pacientes com enfermidades no nervo ciático, além de ajudar a evitar métodos extremos no tratamento. A vibroterapia é um recurso terapêutico que utiliza estímulos vibratórios mecânicos aplicados em diferentes partes do corpo com finalidade clínica, estética ou de reabilitação. Dispositivos vibromassageadores utilizam desse princípio, e servem como forma de tratamento de sintomas como dor e desconforto muscular. Para alcançar o objetivo estabelecido serão realizadas pesquisas qualitativas e quantitativas sobre os princípios da vibroterapia, entendendo como ela age no corpo humano e quais podem ser os benefícios alcançados ao realizar esse tipo de terapia como forma de auxílio no tratamento aos sintomas causados por enfermidades no nervo ciático. pensar como montaremos o protótipo e quais serão os componentes necessários, entendendo o funcionamento de cada um deles no dispositivo. Assim, a partir da pesquisa realizada, espera-se que seja concluído o desenvolvimento de um dispositivo capaz de aliviar o desconforto causado pelos sintomas de enfermidades no nervo ciático e auxiliar a evitar outros métodos mais arriscados de tratamento.

Palavras-chave: vibroterapia; nervo ciático; tratamento; dispositivo; enfermidades.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Anatomia do Nervo Ciático	15
Figura 2 - Inflamação do Nervo Ciático	16
Figura 3 - Pessoa com sintomas de ciatalgia	17
Figura 4 - Coluna afetada por Hérnia de disco	18
Figura 5 - Síndrome do Piriforme	19
Figura 6 - Utilização de um vibromassageador	20
Figura 7 - Paciente em uma plataforma para vibração de corpo inteiro	22
Figura 8 - Sessão de Vibromassagem localizada.	24
Figura 9 - Pessoa fazendo o uso de medicamentos analgésicos	27
Figura 10 - Exemplos de tecnologia <i>wearable</i>	29
Figura 11 - Módulo Pulsador 555	29
Figura 12 - Motor Vibracall	30
Figura 13 - Capacitor	31
Figura 14 - Resistor de 1K	32
Figura 15 - Cabo Ethernet	33
Figura 16 - Bateria de 9V	34
Figura 17 - Tecido Poliéster	35
Figura 18 - Esquema Elétrico	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estado da Arte	13
Tabela 2 - Cronograma	40
Tabela 3 - Recursos	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OMS	Organização Mundial da Saúde
DMIT	Dor Muscular de Início Tardio
VCI	Vibração de Corpo Inteiro
WBV	Whole Body Vibration
RTV	Reflexo Tônico Vibratório
CI	Circuito Integrado
DC	Direct Current
PET	Polietileno Tereftalato

LISTA DE SÍMBOLOS

Hz – Hertz

C - Capacitância

F - Farad

pF – Picofarad

μF - Microfarad

K – Kilo

V - Tensão

I – Corrente

R - Resistência

Ω - Ohm

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	11
1.2 PROBLEMA	11
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 Objetivo Geral	11
1.3.2 Objetivos Específicos	11
2. ESTADO DA ARTE	13
2.1 DISPOSITIVO DE TRATAMENTO PARA INSÔNIA	13
2.2 DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE ESTIMULAÇÃO MUSCULAR PARA ALIVIAR A ESPASTICIDADE EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL USANDO VIBROTERAPIA	13
2.3 EFEITOS DAS BOTAS DE COMPRESSÃO PNEUMÁTICA SOBRE A RECUPERAÇÃO MUSCULAR APÓS O EXERCÍCIO	14
2.4 METNC – MASSAGEADOR ELÉTRICO PARA TRATAMENTO DO NERVO CIÁTICO	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1 NERVO CIÁTICO	15
3.2.1 Cialgia	16
3.2.2 Hérnia de disco	18
3.2.3 Síndrome do piriforme	19
3.2 VIBROMASSAGEM	20
3.2.1 Vibromassagem de corpo inteiro (WBV)	21
3.2.2 Vibromassagem localizada (LBV)	22
3.3 MECANISMOS FISIOLÓGICOS DA VIBROMASSAGEM	24
3.4 DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS DE VIBROMASSAGEM	25
3.5 TRATAMENTOS	26
3.5.1 Tecnologias wearables no tratamento da cialgia	27
3.6 COMPONENTES	29
3.6.1 Módulo Pulsador 555	29
3.6.2 Motor Vibracall	30
3.6.3 Capacitor	31
3.6.4 Resistor	32
3.6.5 Cabo Ethernet	33
3.6.6 Bateria	34
3.6.7 Tecido Poliéster	35
4. METODOLOGIA	35
4.1 TIPO DE PESQUISA	36
4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES	37
4.2.1 Módulo Pulsador 555	37
4.2.2 Motor Vibracall	37
4.2.3 Capacitor	37

4.2.4 Resistor	37
4.2.5 Bateria	38
4.2.6 Cabo Ethernet	38
4.2.7 Tecido Poliéster	38
4.2 ESQUEMA ELÉTRICO	39
5. CRONOGRAMA	40
6. RECURSOS	41
7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS	42
REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

A busca por métodos alternativos e viáveis para o tratamento de enfermidades e condições de saúde que comprometem a qualidade de vida da população brasileira e mundial tem se tornado cada vez mais necessária. A dor no nervo ciático é uma condição de alta incidência na população. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 80% das pessoas estão sujeitas ao processo de inflamação deste nervo em algum momento da vida (2025, TERRA).

A utilização de dispositivos massageadores é amplamente empregada no tratamento de sintomas como cialgia (Dores no nervo Ciático), Dores Musculares, fadiga e desconfortos associados a doenças subjacentes, devido à sua praticidade e facilidade de uso. No entanto, ainda há escassez de modelos tecnologicamente avançados que atendam a quadros clínicos mais críticos, sem implicar em altos custos de aquisição. Diante disso, o desenvolvimento de soluções mais acessíveis e eficientes representa uma alternativa promissora para ampliar o acesso e a eficácia desses dispositivos terapêuticos.

Pensando nisso, buscamos desenvolver um dispositivo massageador elétrico, capaz de emitir vibrações que ajudam no relaxamento muscular e na diminuição das dores causadas por problemas no nervo ciático. Podendo ser utilizado como uma forma de terapia complementar a outros tipos de tratamento já existentes como o uso de medicamentos e massagens.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Em nosso projeto buscamos mostrar como a tecnologia pode ser uma grande aliada à área da saúde, com o desenvolvimento de dispositivos eletrônicos e eletromecânicos para auxílio no tratamento e processos fisioterapêuticos.

1.2 PROBLEMA

Um dispositivo massageador vibro terapêutico pode ser útil no tratamento de pessoas que sofrem com sintomas causados por algum tipo de problema localizado no nervo ciático?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um massageador vibro terapêutico capaz de auxiliar pacientes no tratamento de sintomas causados por algum tipo de patologia no nervo ciático.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Mapear em quais partes do corpo o dispositivo poderia ser aplicado.
- Desenvolver o circuito eletrônico e buscar os componentes necessários para a montagem do protótipo.
- Estudar os princípios da vibroterapia e sua aplicação no alívio da dor e relaxamento muscular.
- Pesquisar as principais causas e sintomas da dor ciática.

1.4 JUSTIFICATIVA

Em muitos casos pacientes que sofrem com sintomas de dor e desconforto na região afetada pelo nervo ciático necessitam a realização de procedimentos invasivos pela falta de eficácia em tratamentos convencionais.

Acreditamos que nossa pesquisa pode contribuir com mais uma forma de auxílio no processo terapêutico, funcionando como uma terapia complementar a outros métodos já utilizados como fisioterapia convencional, massagem e uso de medicamentos analgésicos.

Devido ao pouco conhecimento científico sobre a eficácia da vibroterapia isolada como forma de tratamento, acreditamos que nossa pesquisa poderia ajudar a preencher essa lacuna bibliográfica acerca desse assunto.

2. ESTADO DA ARTE

Tabela 1 – Estado da Arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Dispositivo para tratamento da insônia	Gustavo Carlos de Oliveira Matheus Josué de Vargas da Rosa Murilo Neri da Cunha Borges	2024
Desenvolvimento de um protótipo de estimulação muscular para aliviar a espasticidade em crianças com paralisia cerebral usando vibroterapia	Daniela Pineda Monterrosa Víctor Damián Muñoz	2024
Efeitos das botas de compressão pneumática sobre a recuperação muscular após o exercício	Leandro Silva de Carvalho	2021

Fonte: os autores (2024)

2.1 DISPOSITIVO DE TRATAMENTO PARA INSÔNIA

Dispositivo para auxiliar pessoas com transtorno de insônia, visando pessoas com dificuldade de iniciar e manter o sono, utilizando técnicas de relaxamento e comportamentos habituais. Através de motores vibracall que produzem a massagem através de vibrações.

2.2 DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE ESTIMULAÇÃO MUSCULAR PARA ALIVIAR A ESPASTICIDADE EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL USANDO VIBROTERAPIA

Esta pesquisa apresenta o projeto e o desenvolvimento de um protótipo mecatrônico projetado para otimizar a estimulação muscular nos membros superiores de crianças com paralisia cerebral, com foco na redução controlada da espasticidade causada por lesões no neurônio motor superior. O protótipo permite a

terapia domiciliar, utilizando uma academia infantil e componentes vibratórios isolados.

2.3 EFEITOS DAS BOTAS DE COMPRESSÃO PNEUMÁTICA SOBRE A RECUPERAÇÃO MUSCULAR APÓS O EXERCÍCIO

Esta pesquisa tem como objetivo verificar a eficácia da utilização das botas de compressão pneumática após o exercício, comparada a qualquer controle ou placebo, sobre a diminuição do DMIT, fadiga muscular, concentração de creatina e lactato sanguíneo, em qualquer ponto no tempo.

2.4 METNC – MASSAGEADOR ELÉTRICO PARA TRATAMENTO DO NERVO CIÁTICO

Acreditamos que nosso projeto se diferencia dos demais por utilizar a vibroterapia com a finalidade de analisar a eficácia no tratamento a sintomas como dores na região percorrida pelo nervo ciático e de auxílio no processo fisioterapêutico. Ao contrário dos outros dispositivos que utilizam a vibroterapia com a finalidade de tratar e aliviar sintomas e patologias completamente diferentes.

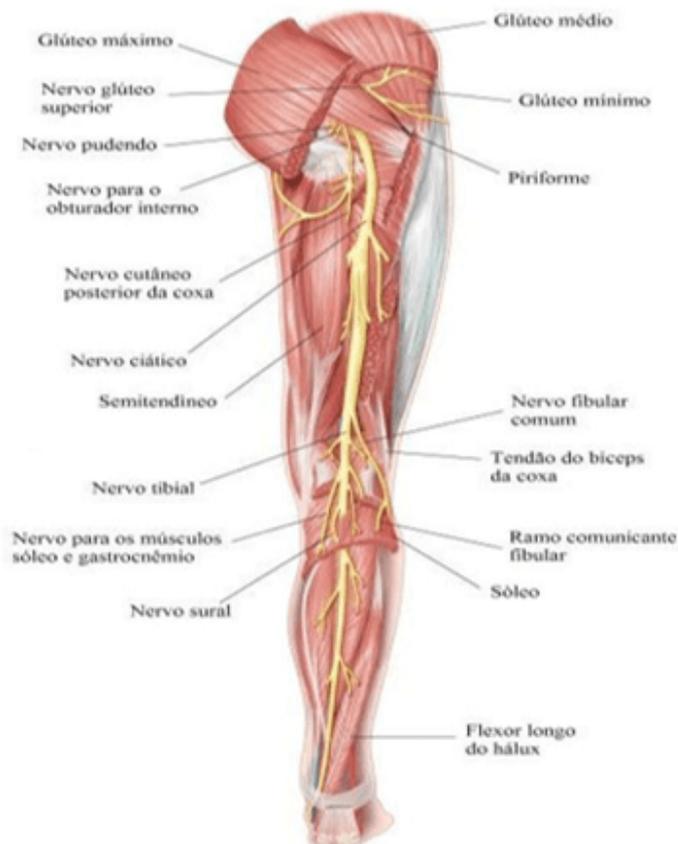
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 NERVO CIÁTICO

O nervo ciático é o maior nervo do corpo humano em comprimento e diâmetro, ele origina-se na região lombar e desce por toda a parte posterior da coxa, se dividindo em dois ramos. Um deles o nervo tibial, que desce por toda a extensão da posterior entrando na região poplíteia (atrás do joelho), até chegar ao tornozelo, onde se divide em nervos plantares que inervam a região plantar do pé.

Já a outra ramificação, o nervo fibular comum, também se origina na região posterior da coxa e desce em direção a parte lateral da perna, passando por trás da cabeça da fíbula (abaixo do joelho e ao lado da tibia). Na altura do colo da fíbula ele se divide em dois ramos terminais: o nervo fibular superficial e o nervo fibular profundo. (GIUFFRÉ, 2023)

Figura 1 – Anatomia do nervo ciático



Fonte: Sanarmed (2022)

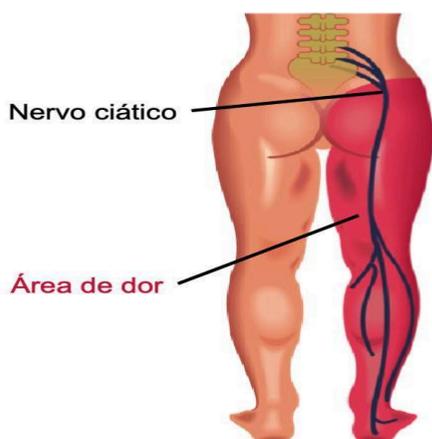
3.2 INFLAMAÇÃO

A inflamação é caracterizada pela resposta de um organismo lesado ao agente agressor, na intenção de eliminar o mesmo e devolver à região seu estado original. Esse processo de proteção desenvolvido pelo organismo lesado é caracterizado pelo recrutamento do sistema de defesa a fim de que o agressor seja identificado pelo organismo e os processos de defesa comecem a ser desenvolvidos (KUMAR; ABBAS e FAUSTO, 2005; RUBIN et al., 2006).

No nervo ciático a inflamação pode decorrer de diversos fatores, sendo a compressão ou irritação do nervo a causa mais comum, outros fatores incluem: hérnia de disco, síndrome do piriforme, estenose espinhal, traumas e lesões. Má postura, obesidade, infecções e tumores também podem ser outros possíveis fatores.

Quando o nervo ciático é afetado por uma inflamação, a dor pode se estender da região lombo-sacra até o pé, passando por glúteo, coxa e lateral da perna. Essa dor geralmente é descrita pelos pacientes como uma dor profunda, como se fosse no osso. Outros sintomas comuns são sensação de “queimação” ou dormência no local de passagem do nervo, perda de sensibilidade e fraqueza nos músculos da perna afetada.

Figura 2: Inflamação do nervo ciático



Fonte: Colunar (2022)

3.2.1 Cialgia

O termo cialgia ou dor ciática, geralmente, é usado para descrever a dor causada por compressão em qualquer parte da extensão do nervo ciático. Por ser um nervo muito longo, existem várias causas para que tal condição possa se apresentar no paciente, sendo difícil detectar qual fator está desencadeando o quadro. (LOPES, 2023).

Qualquer condição estruturalmente impactando ou comprimindo o nervo ciático pode causar cialgia. A causa mais comum de cialgia é uma hérnia ou abaulamento do disco intervertebral lombar. Em pacientes mais velhos, a estenose da coluna lombar também pode causar esses sintomas. (DAVIS, 2024). Cerca de 6% dos casos de cialgia lombar podem ser relacionados à síndrome do piriforme. Tal condição está relacionada à compressão do nervo ciático pelo músculo piriforme ou mesmo pelo tendão do músculo no assoalho pélvico. (RAYMOND, 2016).

Pacientes com cialgia geralmente experimentam dor unilateral na coluna lombar; no entanto, uma característica comum é a dor irradiada para a extremidade afetada ipsilateral. Os pacientes também podem descrever dor ou sensação de queimação com parestesia acompanhando profundamente nas nádegas.

Figura 3: Pessoa com sintomas de cialgia



Fonte: ITC Vertebral (2024)

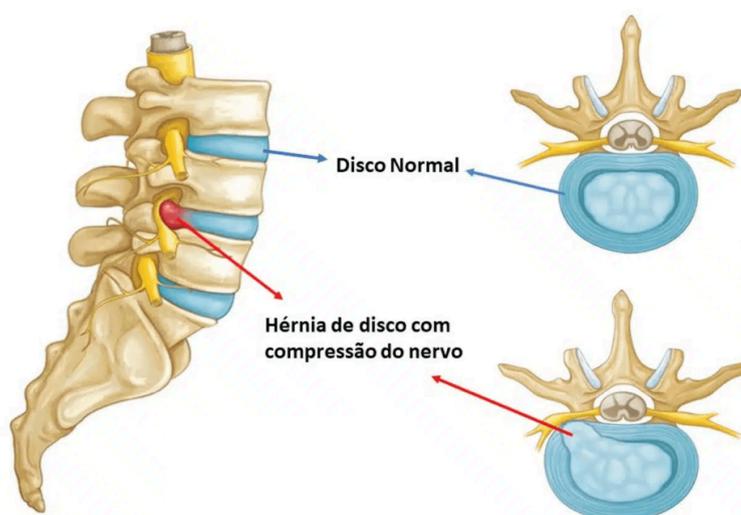
3.2.2 Hérnia de disco

A hérnia de disco é uma condição médica em que o núcleo pulposo de um disco intervertebral da coluna vertebral se projeta através de uma fissura ou ruptura no anel fibroso. Essa protrusão pode pressionar estruturas nervosas adjacentes, como raízes nervosas ou a medula espinhal, causando sintomas como dor, dormência, fraqueza muscular e dificuldades motoras. (GARCIA 2024).

Estes eventos podem ocorrer em quatro zonas do disco: central, pósterolateral, foraminal ou extraforaminal e, dessa forma, provocar apresentações clínicas distintas. Essa patologia tem caráter multifatorial e dentre os fatores que aceleram e contribuem para o seu processo de formação podemos destacar: a herança genética, o envelhecimento natural dos discos vertebrais e o sedentarismo. Outros fatores que agregam um risco adicional ao seu desenvolvimento são tabagismo, excesso de peso, má postura ao transportar cargas e a prática de movimentos incorretos. (SUSSELA, 2017).

A finalidade do tratamento da hérnia de disco é o alívio da dor, a recuperação neurológica e o aumento da capacidade funcional. O tratamento conservador se dá em etapas, iniciando-se com medicamentos anti-inflamatórios não esteroides. Os relaxantes musculares podem ser úteis no manejo dos espasmos e sintomas.

Figura 4: Coluna afetada por Hérnia de Disco



Fonte: CEDUS (2024)

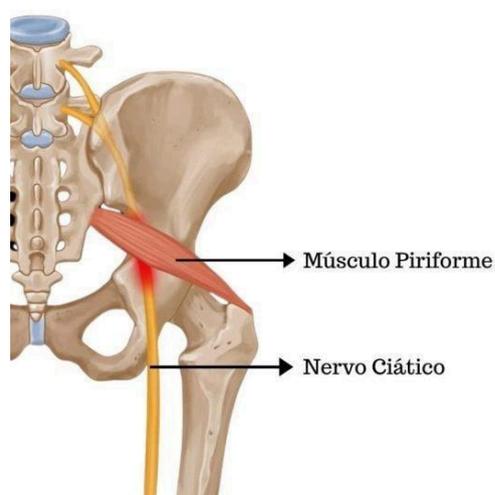
3.2.3 Síndrome do piriforme

A compressão do nervo ciático pelo músculo piriforme é conhecida como Síndrome do Piriforme, é uma das causas da ciatalgia (dor no nervo ciático). (LOURES 2022).

A Síndrome do Piriforme é considerada infrequente, pouco conhecida e, em consequência, tem seu diagnóstico negligenciado. É considerada a mais comum dentre as chamadas síndromes de dor glútea profunda. Esta condição é definida como uma neurite do nervo ciático proximal, secundária à irritação ou compressão do nervo pelo músculo piriforme, geralmente por hipertonicidade do músculo. (SILVA, 2022).

Os pacientes com Síndrome do Piriforme frequentemente relatam dor na região glútea, caracterizada como pontada, queimação ou dor na parte posterior da perna. Além disso, dormência nas nádegas e sensações de formigamento ao longo da distribuição do nervo ciático não são incomuns. As causas da Síndrome de Piriforme incluem: Trauma na região do quadril ou nádegas, hipertrofia do músculo piriforme, ficar sentado por períodos prolongados e anomalias anatômicas. O diagnóstico da síndrome do piriforme não é fácil e se baseia na história clínica e na apresentação do paciente.

Figura 5: Síndrome do Piriforme



Fonte: Instituto Trata (2024)

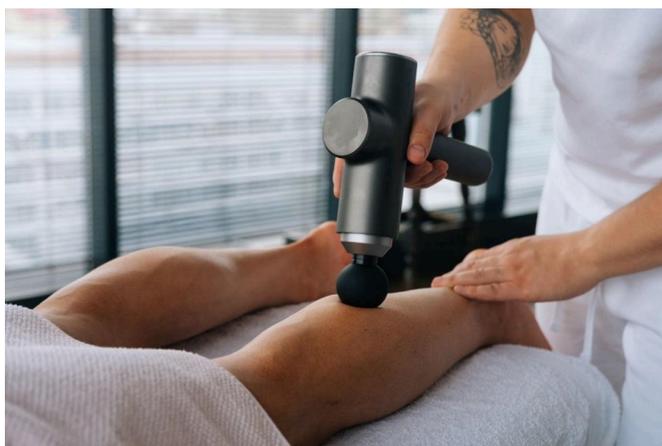
3.2 VIBROMASSAGEM

A vibração é um estímulo mecânico oscilatório, caracterizado principalmente por sua frequência e amplitude, com possível aplicação clínica, em condições apropriadas (SANTOS, 2015).

O efeito da vibração é reconhecido há muito tempo entre terapeutas e esteticistas. A vibromassagem é uma influência no tecido por meio de um aparelho. A fixação do aparelho transmite vibrações à parte do corpo que toca. A vibração se espalha pela pele para os tecidos deitados abaixo dela. Assim, a circulação sanguínea e linfática melhora e o organismo recebe um efeito tônico geral. (NEMCHENKO, 2010). Tratamentos de vibração podem ser divididos em dois tipos: vibração corporal inteira (VCI) e vibração aplicada localmente. Ambos os métodos mostram impactos positivos no corpo. (PIETROWSKA, 2021).

Existem potenciais riscos na realização da vibromassagem, é totalmente contraindicado em determinados casos como em gestantes, pessoas com trombose, infecções ativas e febre. É ideal a realização de uma avaliação prévia com um profissional (fisioterapeuta ou médico), assim como a realização em uma frequência segura: entre 10 a 40 Hz (dependendo do objetivo e sensibilidade do paciente).

Figura 6 – Utilização de um vibromassagador



Fonte: WebNode (2023)

3.2.1 Vibromassagem de corpo inteiro (WBV)

A vibromassagem de corpo inteiro, também denominada Whole Body Vibration (WBV), é uma técnica terapêutica e de condicionamento físico que consiste na aplicação de estímulos vibratórios ao corpo por meio de plataformas ou equipamentos específicos. O indivíduo permanece em contato direto com a superfície vibratória, geralmente em pé, sentado ou apoiando determinadas partes do corpo, recebendo estímulos mecânicos controlados em termos de frequência, amplitude e duração.

Os principais efeitos fisiológicos atribuídos à vibromassagem de corpo inteiro incluem: ativação neuromuscular, a vibração estimula os fusos musculares, desencadeando reflexos tônico-vibratórios que aumentam a contração muscular involuntária (BOSCO, 1999). Melhora da circulação sanguínea, a vibração promove vasodilatação e aumento do fluxo sanguíneo periférico, favorecendo a oxigenação tecidual e a remoção de metabólitos (RITTWEGGER, 2010). Efeito analgésico, a estimulação vibratória pode reduzir a percepção da dor por meio da ativação de fibras nervosas aferentes de maior calibre (MELZACK & WALL, 1965).

A vibromassagem de corpo inteiro tem sido aplicada em diferentes áreas. Como na reabilitação musculoesquelética, onde é utilizada em programas de fisioterapia para recuperação de força, mobilidade e redução de dor em pacientes com lombalgia, cialgia e outras disfunções neuromusculares. No condicionamento físico e esportivo, onde auxilia no aumento da potência muscular, melhora da flexibilidade e recuperação pós treino (COCHRANE, 2011). Na saúde óssea e prevenção de quedas em idosos, a WBV tem mostrado potencial para melhorar equilíbrio, coordenação e densidade mineral óssea, reduzindo riscos de fraturas (VERSCHUEREN, 2004).

No entanto, apesar de seus benefícios, a vibração do corpo inteiro apresenta limitações e algumas precauções. A eficácia depende fortemente da correta escolha de parâmetros de vibração (frequência, amplitude, tempo), indivíduos com doenças cardiovasculares graves, epilepsia ou gestantes devem evitar a prática sem acompanhamento médico. Além disso, os resultados variam entre estudos, indicando a necessidade de mais pesquisas para padronizar protocolos terapêuticos.

A vibromassagem de corpo inteiro se apresenta como uma alternativa terapêutica e de condicionamento com múltiplas aplicações, desde o esporte de alto

rendimento até a reabilitação de pacientes com disfunções musculoesqueléticas, incluindo a cialgia. Sua capacidade de promover ativação neuromuscular, analgesia e melhora circulatória a torna uma ferramenta promissora para o manejo da dor no nervo ciático, sobretudo quando utilizada como recurso complementar aos tratamentos convencionais.

Figura 7 – Paciente em uma plataforma para vibração de corpo inteiro



Fonte: Chiropractor in Brick (2018)

3.2.2 Vibromassagem localizada (LBV)

A vibromassagem localizada, também denominada Local Body Vibration (LBV), consiste na aplicação de estímulos vibratórios direcionados a uma região específica do corpo, utilizando dispositivos portáteis ou equipamentos adaptados. Diferente da vibromassagem de corpo inteiro (Whole Body Vibration – WBV), em que a pessoa é exposta a vibrações em plataformas, a modalidade localizada atua de forma focalizada sobre músculos, articulações ou trajetos nervosos, oferecendo maior precisão terapêutica e permitindo o tratamento de áreas dolorosas específicas. A vibração localizada pode ser aplicada com motores vibratórios de pequena escala, embutidos em equipamentos de reabilitação, aparelhos manuais ou dispositivos vestíveis. Essa abordagem é especialmente útil em quadros de dor musculoesquelética e neuropática, já que permite um controle mais específico da intensidade, frequência e tempo de exposição (LOHMAN, 2007).

Os efeitos da vibração localizada compartilham princípios semelhantes à vibromassagem de corpo inteiro, mas apresentam particularidades devido ao foco restrito: Alívio da dor, a aplicação vibratória sobre uma região dolorosa estimula fibras nervosas mecanossensitivas, reduzindo a transmissão dos sinais nociceptivos (MELZACK & WALL, 1965). Relaxamento muscular focal, o estímulo vibratório favorece a redução de espasmos e da tensão muscular localizada, auxiliando em quadros de contraturas e compressões nervosas (NESS & FIELD, 2013). Melhora da circulação regional, o aumento do fluxo sanguíneo ocorre de maneira localizada, favorecendo a oxigenação dos tecidos e reduzindo processos inflamatórios periféricos (Rittweger, 2010).

A vibração localizada tem sido utilizada em diferentes contextos terapêuticos. Como na reabilitação ortopédica, onde é aplicada em articulações e músculos lesionados para reduzir dor, rigidez e promover recuperação funcional. No tratamento da dor lombar e ciática onde auxilia na redução da dor irradiada e no relaxamento dos músculos paravertebrais e glúteos, com potencial de diminuir a pressão sobre o nervo ciático. Na fisioterapia esportiva, onde é utilizada para acelerar a recuperação muscular pós-exercício e prevenir lesões. E por fim também é muito utilizado no controle da dor crônica, estudos demonstram melhora em condições como fibromialgia e neuropatia periférica, com redução significativa dos sintomas dolorosos após sessões de vibração localizada (LUNDEBERG, 1984).

A vibromassagem localizada representa uma alternativa terapêutica promissora no manejo de dores específicas, incluindo a cialgia. Por permitir a aplicação direta sobre a região afetada, ela potencializa o efeito analgésico e relaxante muscular, oferecendo maior praticidade, portabilidade e custo reduzido em comparação com sistemas de vibração de corpo inteiro.

Figura 8 – Sessão de Vibromassagem localizada.



Fonte: MDPI (2023)

3.3 MECANISMOS FISIOLÓGICOS DA VIBROMASSAGEM

A vibromassagem atua no organismo por meio de estímulos mecânicos que se propagam pelos tecidos corporais, desencadeando respostas neuromusculares, circulatórias e analgésicas. Esses efeitos estão diretamente relacionados a parâmetros como frequência, amplitude e duração da aplicação, que modulam a intensidade da resposta fisiológica (CARDINALE; BOSCO, 2003).

Um dos principais mecanismos associados à vibromassagem é explicado pela Teoria do Controle do Portão da Dor (Gate Control Theory) (MELZACK E WALL, 1965). Segundo essa teoria, os estímulos vibratórios ativam fibras nervosas aferentes de grande calibre (fibras A- β), que competem com as fibras nociceptivas na medula espinhal, bloqueando parcial ou totalmente a transmissão da dor para níveis superiores do sistema nervoso central. Dessa forma, a vibração promove analgesia temporária em regiões afetadas por dor crônica ou aguda.

Além do efeito analgésico, a vibração também estimula os fusos musculares, responsáveis pelo controle do tônus e pelo reflexo miotático. Esse estímulo desencadeia o reflexo tônico vibratório (RTV), caracterizado por contrações involuntárias do músculo exposto à vibração. Tal mecanismo contribui para o fortalecimento muscular e para a melhora da propriocepção, sendo particularmente relevante em contextos de reabilitação (RITTWEGGER, 2010).

Outro aspecto fisiológico relevante é a melhora da circulação sanguínea e linfática. O estímulo vibratório promove vasodilatação local, aumento do fluxo

sanguíneo e conseqüente melhora no aporte de oxigênio e nutrientes aos tecidos, favorecendo processos de recuperação e regeneração muscular (COCHRANE, 2011). No nível bioquímico, estudos apontam que a vibromassagem pode induzir a liberação de neurotransmissores e hormônios, como endorfinas, serotonina e dopamina, que contribuem tanto para a redução da dor quanto para a sensação de bem-estar (KOSSEV; TINNENBERG, 2012).

Portanto, os mecanismos fisiológicos da vibromassagem envolvem uma combinação de efeitos neurofisiológicos, musculares, circulatórios e hormonais, o que justifica sua utilização crescente em diferentes áreas da saúde, desde o controle da dor até a reabilitação e a melhora do desempenho físico.

3.4 DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS DE VIBROMASSAGEM

O desenvolvimento tecnológico tem ampliado significativamente as possibilidades de aplicação da vibromassagem, tanto em contextos clínicos quanto domiciliares. Os dispositivos variam em termos de design, parâmetros vibratórios, portabilidade e área de atuação, sendo geralmente classificados em plataformas de corpo inteiro, dispositivos manuais e sistemas vestíveis.

As plataformas de corpo inteiro (Whole Body Vibration – WBV) representam uma das formas mais estudadas de aplicação. Esses equipamentos permitem que o indivíduo permaneça em pé, sentado ou realizando exercícios sobre uma base vibratória. A vibração é transmitida por todo o corpo, promovendo efeitos globais, como ativação muscular generalizada, melhora da densidade óssea e auxílio na prevenção de quedas em idosos (CARDINALE; WAKELING, 2005).

Os dispositivos manuais portáteis, por sua vez, têm sido cada vez mais utilizados em ambientes clínicos e domésticos. Esses aparelhos aplicam vibração de forma localizada sobre grupos musculares específicos, sendo indicados para alívio de dores musculoesqueléticas, recuperação pós-exercício e tratamento de pontos de tensão miofascial. São geralmente leves, de fácil manuseio e oferecem ajustes de intensidade e frequência, o que os torna versáteis para diferentes públicos (COCHRANE, 2011). Mais recentemente, observa-se a introdução de tecnologias vestíveis (wearables), como faixas, meias, coletes e roupas inteligentes que incorporam motores vibratórios em pontos estratégicos. Esses dispositivos permitem

a aplicação contínua e direcionada da vibração, com potencial de uso em dores neuropáticas, como a cialgia, além de possibilitar maior liberdade ao usuário durante suas atividades diárias (XIE et al., 2018).

Outro avanço relevante é a incorporação de sensores e sistemas de biofeedback, que ajustam automaticamente a intensidade e frequência da vibração de acordo com a resposta fisiológica do paciente. Essa integração tecnológica abre caminho para terapias mais personalizadas e eficazes, com maior segurança e adesão ao tratamento (RITTWEGER, 2010).

Em resumo, os dispositivos tecnológicos de vibromassagem evoluíram de equipamentos robustos de uso restrito a clínicas para soluções portáteis e inteligentes, ampliando o acesso da população aos benefícios dessa modalidade terapêutica e favorecendo novas aplicações na saúde, no esporte e na reabilitação.

3.5 TRATAMENTOS

A cialgia, caracterizada pela dor irradiada ao longo do trajeto do nervo ciático, possui diferentes abordagens terapêuticas, que variam conforme a intensidade dos sintomas, a causa subjacente e a resposta individual ao tratamento. Os métodos convencionais incluem medidas farmacológicas, fisioterapêuticas e, em casos mais graves, procedimentos cirúrgicos.

Do ponto de vista farmacológico, são amplamente utilizados anti-inflamatórios não esteroides (AINEs), analgésicos e relaxantes musculares, com o objetivo de reduzir a inflamação e aliviar a dor. Em situações de dor persistente ou refratária, podem ser prescritos corticosteroides orais ou injetáveis, que atuam diminuindo a compressão inflamatória sobre a raiz nervosa (DERRY, 2015).

No campo da fisioterapia, empregam-se recursos como alongamentos, exercícios de fortalecimento, termoterapia, eletroterapia e técnicas manuais, que visam melhorar a mobilidade da coluna, reduzir a tensão muscular e aumentar a estabilidade lombar. Essas intervenções são consideradas fundamentais para prevenir recorrências e promover a reabilitação funcional (PINTO, 2012). Além dessas modalidades, estratégias complementares, como acupuntura, pilates terapêutico e técnicas de liberação miofascial, vêm sendo utilizadas com resultados promissores em alguns pacientes, embora ainda haja necessidade de maior evidência científica para consolidar sua eficácia.

Em casos associados a hérnia de disco ou estenose lombar severa, onde há compressão significativa da raiz nervosa e falha do tratamento conservador, pode ser indicada a cirurgia descompressiva (laminectomia, discectomia ou microdiscectomia). Embora eficazes em muitos casos, tais procedimentos são invasivos e envolvem riscos, sendo recomendados apenas após a falha de abordagens menos agressivas (PEUL, 2007).

Assim, os tratamentos convencionais da cialgia envolvem uma combinação de controle da dor, redução da inflamação e reabilitação funcional, sendo escolhidos de acordo com a gravidade da condição e as necessidades individuais do paciente.

Figura 9 – Pessoa fazendo o uso de medicamentos analgésicos



Fonte: INAFF (2025)

3.5.1 Tecnologias *wearables* no tratamento da cialgia

As tecnologias vestíveis (*wearables*) têm se consolidado como ferramentas inovadoras no campo da saúde, especialmente no manejo de condições musculoesqueléticas e neuropáticas, como a cialgia. Esses dispositivos incorporam sensores e atuadores em estruturas como faixas, roupas inteligentes,

meias ou cintas lombares, possibilitando a aplicação de estímulos terapêuticos de forma contínua e personalizada.

No tratamento da cialgia, os wearables oferecem vantagens significativas em relação às terapias convencionais. Por serem leves, portáteis e discretos, permitem que o paciente realize suas atividades cotidianas enquanto recebe estímulos terapêuticos, como vibração localizada, calor, estimulação elétrica ou compressão. Essa característica promove adesão ao tratamento, uma vez que reduz a necessidade de visitas frequentes a clínicas ou sessões prolongadas de fisioterapia.

Além disso, muitos dispositivos vestíveis são integrados a sensores biométricos capazes de monitorar parâmetros fisiológicos, como postura, atividade muscular e intensidade da dor relatada. Esses dados podem ser transmitidos em tempo real para aplicativos móveis ou plataformas médicas, possibilitando um acompanhamento remoto e individualizado pelo profissional de saúde (BONATO, 2010).

No caso da vibromassagem, a integração da tecnologia wearable permite uma aplicação mais precisa e direcionada sobre regiões críticas, como a lombar e o trajeto do nervo ciático. Essa abordagem favorece a redução da dor neuropática, melhora da circulação local e diminuição da rigidez muscular, contribuindo para a reabilitação funcional.

Pesquisas recentes demonstram que dispositivos vestíveis apresentam potencial para reduzir a dependência de medicamentos, ampliar a autonomia do paciente e prevenir complicações decorrentes da imobilidade ou do uso inadequado da coluna (XIE et al., 2018). Assim, os wearables configuram-se como uma alternativa promissora para complementar os tratamentos convencionais, unindo conveniência, tecnologia e eficácia terapêutica.

Figura 10 – Exemplo de tecnologias *wearables*



Fonte: Stanford Medicine – Stanford University (2022)

3.6 COMPONENTES

3.6.1 Módulo Pulsador 555

Figura 10 – Módulo pulsador 555



Fonte: UsinalInfo (2025)

O módulo pulsador 555 é um circuito eletrônico baseado no integrado NE555, amplamente utilizado em aplicações de temporização, oscilação e geração de pulsos. Trata-se de um componente versátil e de baixo custo, que pode operar em diferentes modos, como monoestável, astável e biestável, possibilitando desde a geração de sinais de tempo controlados até ondas periódicas de frequência ajustável (SEKAR, 2016).

No modo astável o 555 funciona como um oscilador, gerando uma sequência contínua de pulsos elétricos. Estes pulsos podem ser aplicados diretamente a motores de corrente contínua, como o motor vibratório (*vibracall*), resultando em vibrações ritmadas. A frequência e o ciclo de trabalho (*duty cycle*) desses pulsos podem ser ajustados por meio de resistores e capacitores conectados ao circuito, permitindo variar a intensidade e a velocidade da vibração.

O funcionamento do módulo se baseia em carregamento e descarregamento de um capacitor interno, que aciona comparadores e transistores dentro do CI 555. Dessa forma, é possível controlar a saída elétrica de modo a produzir ondas retangulares que alternam entre níveis alto e baixo, acionando o dispositivo conectado de forma intermitente e regular (MALVINO; BATES, 2015).

3.6.2 Motor *Vibracall*

Figura 11 – Motor *Vibracall*



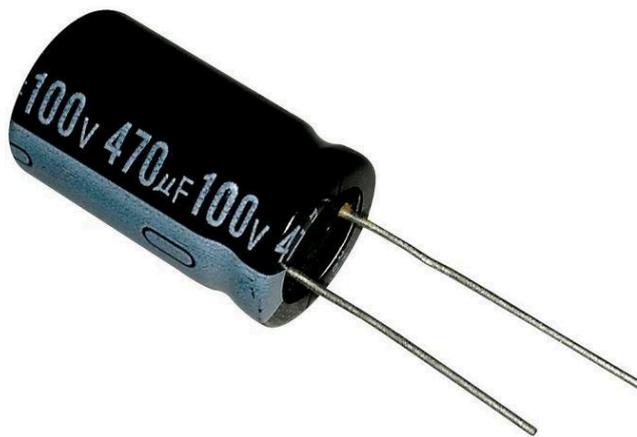
Fonte: UsinaInfo (2025)

O *vibracall* é um tipo de motor vibratório em miniatura, comumente encontrado em celulares, pagers e dispositivos portáteis. Sua principal característica é a capacidade de transformar energia elétrica em movimento vibratório mecânico, de forma compacta e eficiente.

O funcionamento do *vibracall* baseia-se em um motor de corrente contínua (DC) acoplado a um peso excêntrico fixado no eixo rotativo. Quando o motor é alimentado por corrente elétrica, o eixo gira, e o peso excêntrico gera um desequilíbrio dinâmico que se traduz em vibrações rápidas. A intensidade da vibração depende da velocidade de rotação do motor, que pode ser controlada variando a tensão de alimentação ou utilizando circuitos pulsadores, como o módulo 555.

3.6.3 Capacitor

Figura 12 - Capacitor



Fonte: Saravati (2025)

O capacitor é um componente eletrônico passivo utilizado para armazenar energia elétrica na forma de campo eletrostático. Sua constituição básica envolve duas placas condutoras separadas por um material isolante, denominado dielétrico. Quando submetido a uma diferença de potencial, cargas elétricas de sinais opostos se acumulam nas placas, permitindo que o capacitor retenha energia temporariamente e a libere quando necessário (SEDRA; SMITH, 2015).

A principal característica de um capacitor é a sua capacitância (C), medida em farads (F), que indica a quantidade de carga elétrica que pode ser armazenada por unidade de tensão. Na prática, os valores utilizados em circuitos eletrônicos variam de picofarads (pF) a microfarads (μF), de acordo com a aplicação.

3.6.4 Resistor

Figura 13 – Resistor de 1K



Fonte: Eletrogate (2025)

O resistor é um componente eletrônico passivo cuja função principal é limitar, controlar ou ajustar o fluxo de corrente elétrica em um circuito. Ele opera segundo a Lei de Ohm, que estabelece a relação entre tensão (V), corrente (I) e resistência (R), expressa pela equação: $R = V/I$.

A resistência elétrica, medida em ohms (Ω), é determinada pelo material, comprimento e seção transversal do resistor. Na prática, resistores podem ser fabricados em diversos formatos e valores, sendo codificados por faixas de cores ou

especificações numéricas que indicam sua resistência nominal e tolerância (HOROWITZ; HILL, 2015).

3.6.5 Cabo Ethernet

Figura 14 – Cabo Ethernet



Fonte: Datec Informática (2025)

O cabo Ethernet é um meio físico de transmissão de sinais elétricos amplamente utilizado em redes de computadores. Ele é composto por pares de fios de cobre trançados (twisted pair), geralmente revestidos por uma camada isolante, o que garante maior resistência mecânica e reduz interferências eletromagnéticas externas.

Embora sua função principal seja a transmissão de dados em redes locais (LANs), o cabo Ethernet pode ser empregado em projetos eletrônicos para transporte e organização de condutores, já que sua estrutura oferece flexibilidade, durabilidade e capacidade de acomodar múltiplos fios em um único feixe protegido.

3.6.6 Bateria

Figura 15 – Bateria de 9V



Fonte: Miliium (2025)

A bateria é um dispositivo eletroquímico responsável por armazenar energia elétrica em forma de energia química, liberando-a quando conectada a um circuito. Seu princípio de funcionamento baseia-se em reações de oxirredução que ocorrem entre dois eletrodos (ânodo e cátodo) imersos em um eletrólito, permitindo a circulação de elétrons em um circuito externo (LINDEN; REDDY, 2002).

Existem diferentes tipos de baterias, sendo as mais comuns em dispositivos eletrônicos portáteis as de íon-lítio (Li-ion) e as de polímero de lítio (Li-Po). Essas tecnologias se destacam por oferecerem alta densidade energética, baixo peso, recarga rápida e boa durabilidade, características fundamentais para aplicações em wearables.

3.6.7 Tecido Poliéster

Figura 16 – Tecido Poliéster



Fonte: African Artesanato (2025)

O poliéster é uma fibra sintética derivada do petróleo, amplamente utilizada na indústria têxtil devido às suas propriedades de resistência mecânica, elasticidade, leveza e baixo custo de produção. Entre os diferentes tipos, o polietileno tereftalato (PET) é o mais comum, sendo utilizado na fabricação de tecidos de uso cotidiano e técnico (SAVILLE, 1999).

Uma das principais características do poliéster é a sua alta durabilidade, já que a fibra apresenta resistência ao desgaste, ao amassamento e à ação de micro-organismos, além de possuir baixa absorção de umidade. Isso confere ao material secagem rápida e maior conforto em condições de uso prolongado, aspectos importantes em dispositivos wearables.

4. METODOLOGIA

Para a elaboração do presente estudo, optou-se por uma abordagem metodológica mista, combinando técnicas qualitativas e quantitativas para a coleta e análise dos dados. A etapa de pesquisa bibliográfica foi conduzida em bases de dados reconhecidas, como Google Acadêmico, PubMed, SciELO e ResearchGate, contemplando artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso e revisões sistemáticas relacionadas ao tema.

A busca foi realizada por meio do uso de palavras-chave específicas, como “vibroterapia” e “vibromassagem”, com o objetivo de compreender os efeitos fisiológicos da estimulação vibratória no corpo humano, bem como seus potenciais benefícios quando aplicada como terapia complementar. De forma complementar, termos como “nervo ciático” e “ciatalgia” foram empregados para o estudo anatômico dessa estrutura nervosa e para a investigação das possíveis condições que levam à sua inflamação, frequentemente associada a sintomas de dor e desconforto.

O mapeamento dos componentes necessários foi realizado em conjunto com o professor orientador, assim como a função de cada um dentro do circuito. Foi utilizado o software TinkerCad para simulação do funcionamento do circuito eletrônico oscilador, assim como os valores necessários em cada componente, para segurança e correto funcionamento do circuito.

4.1 TIPO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento deste trabalho a pesquisa foi realizada por forma quali-quantitativa, pois uniu a análise de informações obtidas em fontes digitais, como artigos científicos e materiais disponíveis na internet, com dados coletados em conversas informais com profissionais da área de saúde e fisioterapia. Dessa forma, foi possível reunir tanto conhecimentos teóricos já existentes quanto percepções práticas relacionadas ao uso da vibroterapia no tratamento da dor ciática.

A procura de cumprir os objetivos propostos, resolveu-se ir pelo caminho da exploratória e descritiva. É exploratória porque buscamos levantar várias informações sobre o tema em questão. Também é descritiva, pois detalhamos bastante os principais sintomas ligados ao nervo ciático, os efeitos da

vibromassagem e a aplicação dos componentes eletrônicos no desenvolvimento do protótipo.

4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

4.2.1 Módulo Pulsador 555

O Módulo Pulsador 555 controla o ritmo e a intensidade das vibrações, gerando pulsos elétricos periódicos e controlando a frequência da vibração, além de possibilitar diferentes padrões de estimulação, como pulsos contínuos (vibração constante) ou pulsos modulados (vibração intermitente).

4.2.2 Motor Vibracall

O motor vibracall é o componente que realiza a vibração mecânica no protótipo, ele produz o estímulo vibratório ao transformar o sinal elétrico recebido na vibração terapêutica aplicada ao corpo do usuário.

4.2.3 Capacitor

O capacitor tem a função de determinar o tempo de carga e descarga que controla a frequência (quantas vezes por segundo) e o duty cycle (quanto tempo fica ligado e desligado), o capacitor também cria o atraso entre ligar e desligar ele acumula energia enquanto carrega e libera enquanto descarrega. Essa alternância é usada pelo 555 para acionar a saída (pino 3), que pode acionar o motor vibracall.

4.2.4 Resistor

O resistor trabalha junto com o capacitor para determinar a frequência e o ciclo ativo (duty cycle) do sinal gerado pelo 555, também tem a função de proteger o CI 555 e os demais componentes, evitando que correntes excessivas prejudiquem o funcionamento.

4.2.5 Bateria

A bateria é a fonte de energia elétrica do circuito, sua mobilidade e portabilidade permitem que o sistema funcione sem o uso de tomadas.

4.2.6 Cabo Ethernet

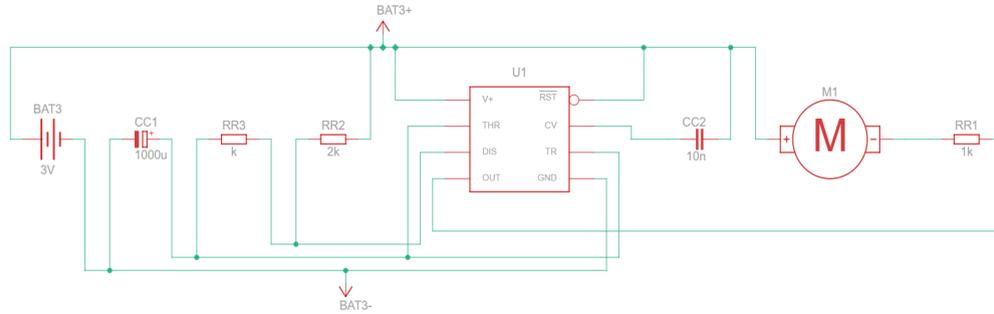
O cabo ethernet é responsável por transportar e organizar os fios do circuito de forma prática e organizada.

4.2.7 Tecido Poliéster

O Tecido poliéster é o material utilizado na confecção da vestimenta do dispositivo.

4.2 ESQUEMA ELÉTRICO

Figura 18 - Esquema Elétrico



Fonte: TinkerCad (2025)

Legenda:

U1 = Módulo Pulsador 555

BAT3 = Bateria de 3V

CC1 = Capacitor Polarizado de 1000 µF e 16V

CC2 = Capacitor de 10nF

RR1 = Resistor de 1KΩ

RR2 = Resistor de 2KΩ

RR3 = Resistor de 1KΩ

M1 = Motor de Corrente Contínua

6. RECURSOS

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
MÓDULO Ne555	R\$15,82	1	R\$15,82	Shopee	14/08/25
TECIDO/MALHA SUPLEX DRY UV50 POLIÉTERES	R\$21,99	1	R\$21,99	Shopee	12/07/25
KIT ROLO FITA ADESIVA AUTOCOLANTE VELCRO	R\$14,92	1	R\$14,92	Shopee	12/07/25
Valor final:R\$53,38					

7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS

Ao final do estudo, espera-se como principal produto o desenvolvimento de um massageador vibroterapêutico, projetado para atuar como terapia complementar no alívio dos sintomas relacionados à dor ciática. O dispositivo será projetado para aplicação em áreas específicas do corpo previamente mapeadas durante a pesquisa, oferecendo estimulação vibratória controlada, com foco em promover o alívio da dor, melhora da circulação local e relaxamento muscular.

A validação do protótipo inclui testes de desempenho quanto à intensidade da vibração, frequência adequada e tempo de uso recomendado, com base nos dados levantados na revisão bibliográfica. As possíveis limitações do projeto estão na necessidade de testes clínicos mais aprofundados para avaliação da eficácia terapêutica em pacientes reais de diferentes estaturas, e ajustes na ergonomia e design do dispositivo, para promover melhor aderência e conforto. Tais questões poderão ser exploradas em estudos e testes futuros, com base nas conclusões desta pesquisa inicial.

O dispositivo apresenta-se como uma alternativa de baixo custo em comparação com terapias convencionais e equipamentos de reabilitação de alto valor. Sua produção com componentes acessíveis e design simples visa beneficiar especialmente comunidades com restrições financeiras ou dificuldades de acesso a serviços especializados. A contribuição da pesquisa, portanto, estende-se à área da saúde, oferecendo uma solução inovadora, segura e economicamente viável para o tratamento da dor ciática.

REFERÊNCIAS

GIUFFRE, Brittney A.; BLACK, Asa C.; JEANMONOD, Rebecca. Anatomy, Sciatic Nerve. em: STATPEARLS. Treasure Island (FL), 2025.

SANTOS-FILHO, Sebastião David; BERNARDO, Raquel Mattos; SANTOS, Fabiana Azevedo; MEYER, Patrícia Froes; RONZIO, Oscar Ariel; GUEDES, Silvio Speranza Vilar; GASS, Ricardo; CARDOSO, Dannuey Machado; SILVA, Rafael Kniphoff da; REUTER, Éboni Marília; PAIVA, Dulciane Nunes; BERNARDO-FILHO, Mario. Exercícios de vibração de corpo inteiro em plataformas vibratórias: interesse científico. *Saúde (Santa Maria)*, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 19–26, jul./dez. 2015.

Efeito da vibromassagem nos órgãos e sistemas humanos. *The Baltic Times*, [S. l.], 2010.

DAVIS, David; TAQI, Muhammad; VASUDEVAN, Arvind. *Sciatica*. In: **StatPearls [Internet]**. Treasure Island (FL), 2025 Jan

CESAR, Renata Silva; LACERDA, Dhiego Alves; LIMA, Larissa Luana Lopes. Cialalgia: Principais causas e características clínicas, SEVEN, 2017.

BOSCO, C. et al. The influence of whole body vibration on jumping ability. *Biology of Sport*, v. 15, p. 157–164, 1999.

CARDINALE, M.; BOSCO, C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, v. 31, n. 1, p. 3–7, 2003.

COCHRANE, D. J. Vibration exercise: the potential benefits. *International Journal of Sports Medicine*, v. 32, n. 2, p. 75–99, 2011.

MELZACK, R.; WALL, P. D. Pain mechanisms: a new theory. *Science*, v. 150, p. 971–979, 1965.

NESS, T. J.; FIELD, H. L. Role of vibration in pain relief. *Current Pain and Headache Reports*, v. 17, n. 6, 2013.

OLIVEIRA, Gustavo Carlos de; ROSA, Matheus Josué de Vargas da; BORGES, Murilo Neri da Cunha. DISPOSITIVO DE TRATAMENTO PARA INSÔNIA. 2024. 74 f. Trabalho de conclusão de Curso (Técnico em Eletrotécnica) - Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt, São Leopoldo, 2024

PINEDA MONTERROSA, Daniela; MUÑOZ, Víctor Damián. Desarrollo de un prototipo de estimulación muscular para mitigar la espasticidad en niños con parálisis cerebral mediante vibroterapia. 2024. 73 f. Trabalho de graduação (Engenharia Mecatrônica) – Corporación Universitaria Comfacauca, Popayán, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unicomfacauca.edu.co/jspui/bitstream/3000/332/1/II%2049%202024.pdf>. Acesso em: 3 set. 2025.

CARVALHO, Leandro Silva de. Efeitos das botas de compressão pneumática sobre a recuperação muscular após o exercício. 2021. 92 f. Tese ao programa de pós-graduação (Ciências da Reabilitação) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2021. Disponível em:

<https://bibliotecatede.uninove.br/bitstream/tede/2838/2/Leandro%20Silva%20de%20Carvalho.pdf> Acesso em: 3 set. 2025.