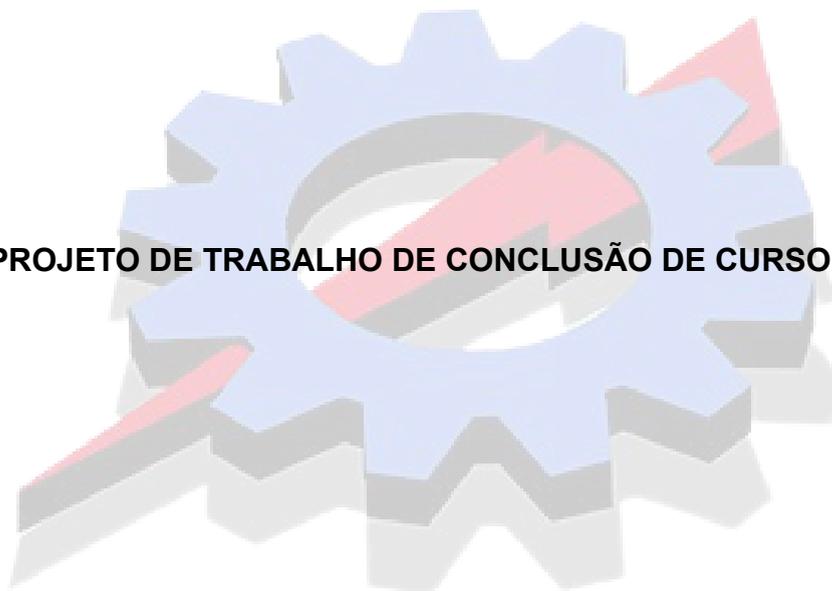


ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA

PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TÉCNICO



ÓRTESE MECÂNICA PARA MEMBROS SUPERIORES PÓS-AVC

**GABRIEL CONSUL
KAUA CASSER
THEODORA VICENTE**

**SÃO LEOPOLDO
2025**

GABRIEL CONSUL
KAUA CASSER
THEODORA VICENTE

ÓRTESE MECÂNICA PARA MEMBROS SUPERIORES PÓS-AVC

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 Barbosa e coorientação da professora Ceris Diane Oliveira de Menezes.

SÃO LEOPOLDO
2025

RESUMO

O projeto de TCC aborda o desenvolvimento de uma órtese mecânica para membros superiores, voltada para pacientes que sofreram Acidente Vascular Cerebral (AVC). O AVC é uma das principais causas de incapacidades motoras no mundo, afetando a mobilidade dos membros superiores e dificultando a realização de tarefas diárias. Diante desse cenário, surge a necessidade de soluções que possam auxiliar no processo de reabilitação, justificando o desenvolvimento de um dispositivo que ofereça suporte ao tratamento fisioterapêutico. O objetivo geral é criar uma órtese que auxilie no tratamento fisioterapêutico, proporcionando mais eficiência e conforto aos pacientes. A metodologia inclui a pesquisa teórica sobre AVC e materiais adequados para a construção do protótipo, além da aplicação de processos mecânicos como usinagem e componentes de baixo custo para a formação de um sistema elétrico. A análise dos resultados espera verificar a eficácia da órtese no apoio à reabilitação motora. Conclui-se que o dispositivo pode contribuir significativamente para a melhora da qualidade de vida e autonomia dos pacientes.

Palavras-chave: órtese; reabilitação; AVC; fisioterapia.

ABSTRACT

The TCC project focuses on the development of a mechanical orthosis for upper limbs, aimed at patients who have suffered a Stroke (Cerebrovascular Accident - CVA). Stroke is one of the leading causes of motor disabilities worldwide, affecting upper limb mobility and hindering the performance of daily tasks. In light of this scenario, there is a growing need for solutions that can assist in the rehabilitation process, justifying the development of a device that supports physical therapy treatment. The main objective is to create an orthosis that assists in physical therapy, providing greater efficiency and comfort for patients. The methodology includes theoretical research on strokes and suitable materials for building the prototype, as well as the application of mechanical processes such as machining and the use of low-cost components to create an electrical system. The analysis of results is expected to verify the effectiveness of the orthosis in supporting motor rehabilitation. It is concluded that the device can significantly contribute to improving patients' quality of life and autonomy.

Keywords: orthosis; rehabilitation; stroke; physiotherapy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Micro servo motor 9g Sg90	24
Figura 2 – Jumper m/m	24
Figura 3 – Arduino Uno	25
Figura 4 – 6 pilhas AA 1,5V	25
Figura 5 – Kit Protoboard	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado da arte	10
Tabela 2 – Cronograma	32
Tabela 3 – Cronograma	33
Tabela 4 – Recursos	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OMS	Organização Mundial de Saúde
AVC	Acidente Vascular Cerebral
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
MS	Ministério da Saúde
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
SNA	Sistema Nervoso Autonomo
SNS	Sistema Nervoso Somático

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	9
1.2 PROBLEMA	9
1.3 OBJETIVOS	9
1.3.1 Objetivo Geral	9
1.3.2 Objetivos Específicos	9
1.4 JUSTIFICATIVA	10
2 ESTADO DA ARTE	11
2.1 ÓRTESE PARA MEMBRO SUPERIOR COM TÉCNICAS DE IMPRESSÃO 3D	11
2.2 MÃO BIÔNICA	12
2.3 ÓRTESE MECÂNICA PARA DEDOS DAS MÃOS	12
2.4 ÓRTESE MECÂNICA PARA MEMBROS SUPERIORES PÓS-AVC	12
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1 ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL	13
3.2 SISTEMA NERVOSO	14
3.3 SEQUELAS DO AVC	16
3.4 SISTEMA MUSCULAR	17
3.5 ATROFIA MUSCULAR	20
3.6 ESPASTICIDADE	21
3.7 FISIOTERAPIA	22
3.8 ÓRTESES PARA MEMBRO SUPERIORES	22
3.9 COMPONENTES	25
4 METODOLOGIA	28
4.1 TIPO DE PESQUISA	28
4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES	28
4.3 ESQUEMA ELÉTRICO	31
4.4 PROGRAMAÇÃO	32
5 CRONOGRAMA	33
6 RECURSOS	35
7 RESULTADOS	36
8 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o Acidente Vascular Cerebral (AVC) é uma das principais causas de incapacidade adquirida em todo o mundo, afetando milhões de pessoas a cada ano. Ele pode resultar em uma série de déficits motores, cognitivos e sensoriais, sendo a perda de função motora nos membros superiores uma das sequelas mais comuns. Essa limitação compromete significativamente a qualidade de vida dos pacientes, dificultando a realização de atividades diárias como alimentar-se, vestir-se e manusear objetos, além de prejudicar a autonomia e a participação social.

No contexto da reabilitação pós-AVC, a fisioterapia desempenha um papel fundamental ao promover a recuperação funcional por meio de exercícios fisioterapêuticos, que visam estimular a neuroplasticidade e melhorar a função motora. No entanto, muitos pacientes enfrentam desafios adicionais, como a falta de acesso a serviços de reabilitação frequentes e consistentes.

Com base nessa situação, nos perguntamos se é possível desenvolver um protótipo que trabalhe com eficiência e conforto no auxílio ao tratamento fisioterapêutico de pacientes com sequelas de AVC.

A criação de uma órtese mecânica para membros superiores destinada a pacientes que sofreram AVC justifica-se pela necessidade crescente de soluções que contribuam para a reabilitação e melhora da qualidade de vida dessas pessoas. Devido ao aumento da longevidade e a alta incidência de condições que afetam a mobilidade, como o AVC, existe uma demanda significativa por dispositivos que auxiliem na recuperação motora, promovam maior autonomia e facilitem a reintegração social dos indivíduos afetados.

Esta órtese visa proporcionar suporte e assistência ao movimento do braço, facilitando a realização de exercícios de reabilitação e atividades funcionais, com o intuito de melhorar o controle motor, promover a recuperação funcional e aumentar a autonomia dos pacientes.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Desenvolver uma órtese mecânica para membros superiores com o objetivo de apoiar a reabilitação fisioterapêutica de pacientes com sequelas de AVC.

1.2 PROBLEMA

É possível criar um protótipo eficiente e confortável para auxiliar no tratamento fisioterapêutico de pacientes com sequelas de AVC?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma órtese mecânica para o auxílio de tratamento fisioterapêutico com ênfase em pacientes com sequelas de AVC.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um mecanismo de assistência para movimento ativo e passivo.
- Auxiliar no tratamento fisioterapêutico com praticidade.
- Melhorar a mobilidade e funcionalidade do membro superior afetado.

1.4 JUSTIFICATIVA

Segundo o site protetics, a criação de um suporte mecânico para membros superiores disfuncionais é extremamente importante tanto social quanto tecnicamente. Com o aumento da longevidade da população e a incidência de patologias que comprometem a mobilidade, como AVC, esclerose múltipla, lesões na medula espinhal e outras condições neuromusculares, há uma demanda por aparelhos que possam contribuir para a reabilitação e a promoção de uma melhor qualidade de vida para indivíduos com essas restrições.

Dispositivos mecânicos ortopédicos desempenham uma função crucial ao fornecer auxílio para indivíduos que, de outra maneira, teriam dificuldades consideráveis em suas rotinas diárias. Ao possibilitar que essas pessoas reconquistem parte de sua autonomia, tais aparelhos colaboram para a integração social, diminuição de despesas com cuidados prolongados e melhoria do estado de saúde em geral.

No aspecto técnico, a criação de um suporte mecânico requer a aplicação de saberes variados, como mecânica, eletrônica, design ergonômico e biomecânica. Essa combinação de disciplinas proporciona uma excelente chance de colocar em prática teorias, resultando na elaboração de um modelo funcional que pode ser personalizado de acordo com as demandas individuais dos utilizadores.

Adicionalmente, o progresso das técnicas de produção, como a impressão tridimensional, e a ampla oferta de peças eletrônicas acessíveis, como microprocessadores e detectores, abrem caminho para a concepção de próteses mais eficientes e econômicas. Este plano pode se valer dessas inovações para conceber um equipamento revolucionário que não só proporciona auxílio mecânico, mas também é flexível e adaptável às necessidades individuais.

Por último, a introdução de um dispositivo mecânico funcional pode ter um grande efeito na vida de diversas pessoas, garantindo independência e respeito, além de estimular a criação de novas competências entre os profissionais, colaborando para o avanço constante da área de reabilitação e aparelhos de apoio.

2 ESTADO DA ARTE

Tabela 1 - Estado da Arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
projetos de órteses para membros superiores	Kelin Luana Casagrande	2019
projetos de órteses para mão	Claysson Vimieiro	2021
Alunos de engenharia mecânica produzem órtese mecânica para fisioterapia de pacientes com dificuldade de mobilidade nos dedos das mãos	Julia Mendes	2022

Fonte: os autores (2024)

2.1 ÓRTESE PARA MEMBRO SUPERIOR COM TÉCNICAS DE IMPRESSÃO 3D

A órtese impressa em 3D é criada através de um processo digital que começa com o escaneamento do membro do paciente. Este escaneamento gera um modelo digital do membro, que é então utilizado para projetar a órtese de maneira personalizada, levando em consideração a anatomia e as necessidades específicas do usuário.

2.2 MÃO BIÔNICA

A órtese desenvolvida pelo Laboratório de Bioengenharia (LabBio) da UFMG é uma "mão biônica" que ajuda pessoas com perda de movimento na mão ou amputação. Ela funciona por meio de motores pequenos, controlando o movimento do punho e dos dedos através de um sistema de cabos.

Para usar a órtese, o usuário passa por um treinamento com um ortopedista ou fisioterapeuta, que faz a calibragem inicial e ensina os primeiros movimentos.

2.3 ÓRTESE MECÂNICA PARA DEDOS DAS MÃOS

A órtese mecânica desenvolvida pelos alunos de Engenharia Mecânica da Unilasalle é projetada para ajudar na fisioterapia de pacientes com dificuldade de mobilidade nos dedos das mãos. Ela funciona por meio de um mecanismo que facilita o movimento de abrir e fechar dos dedos, promovendo a reabilitação gradual. O dispositivo é de fácil acesso e montagem, permitindo que o próprio paciente ou seus familiares possam montá-lo e usá-lo em casa.

2.4 ÓRTESE MECÂNICA PARA MEMBROS SUPERIORES PÓS-AVC

A órtese em desenvolvimento é um dispositivo totalmente mecânico projetado para reabilitação de membros superiores de pacientes que sofreram AVC. O mecanismo utiliza um cilindro pneumático para realizar o movimento de flexão e extensão do antebraço, facilitando o exercício terapêutico sem a necessidade de sistemas elétricos ou eletrônicos. A movimentação controlada pelo cilindro pneumático permite a aplicação de força precisa e repetitiva, promovendo a recuperação funcional de maneira eficiente e segura.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o AVC é a segunda principal causa de morte no mundo, responsável por cerca de 11% dos óbitos. É uma doença que ocorre predominantemente em adultos de meia-idade e idosos. Segundo o Ministério da Saúde (MS) no Brasil, as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) são responsáveis por grande parte das mortes e internações. Entre essas doenças, o acidente vascular cerebral (AVC) é uma das mais preocupantes, sendo uma das principais causas de mortalidade e incapacidade.

O acidente vascular cerebral (AVC) ocorre quando há uma interrupção súbita do suprimento de sangue para o cérebro, resultando em um déficit neurológico repentino, geralmente focal. Essa interrupção pode ser causada pela ruptura de um vaso sanguíneo (AVC hemorrágico) ou pela obstrução de um vaso (AVC isquêmico). Em ambos os casos, a falta de oxigênio impede que as células cerebrais recebam o suprimento necessário, levando à morte celular (MELO, 2021).

3.1.1 AVC Hemorrágico

O AVC hemorrágico ocorre quando um vaso sanguíneo no cérebro se rompe, provocando sangramento e podendo causar sintomas como dor de cabeça intensa, convulsões, vômitos e perda de consciência, representando um risco significativo à vida da pessoa. Esse tipo de AVC geralmente é resultado de hipertensão arterial não controlada, mas também pode ser desencadeado por malformações vasculares, aneurismas ou tumores. É mais comum em homens acima de 55 anos e em fumantes (Bezerra, 2024).

3.1.2 AVC Isquêmico

O AVC isquêmico ocorre quando um vaso sanguíneo no cérebro é bloqueado por um coágulo, interrompendo o fluxo de oxigênio para as células cerebrais. Isso pode resultar em sintomas como dificuldade para falar, desvio da boca, perda de força em um lado do corpo e alterações na visão. Geralmente, o AVC isquêmico é mais frequente em idosos ou em pessoas com problemas cardiovasculares, como hipertensão, colesterol elevado ou diabetes, mas pode afetar qualquer pessoa, independentemente da idade (Bezerra, 2024).

3.2 SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso é responsável por receber e transmitir informações, além de controlar os movimentos do corpo. Ele se divide em três partes principais: o sistema nervoso central (SNC), o sistema nervoso periférico (SNP) e o sistema nervoso autônomo (SNA). O SNC é composto pelo cérebro e pela medula espinhal, que estão protegidos pelo crânio e pela coluna vertebral, respectivamente. Sua função é processar informações e comandar as funções corporais. O SNP é formado por nervos que se originam no encéfalo e na medula espinhal, transportando sinais entre o SNC e o restante do corpo; cada nervo contém fibras nervosas, ou axônios, que são extensões dos neurônios. Já o SNA controla as funções involuntárias do corpo, como a frequência cardíaca, a respiração e a digestão, e se divide em sistema simpático, que prepara o corpo para situações de emergência, e parassimpático, que promove o relaxamento. O sistema nervoso somático (SNS), por sua vez, é responsável pelo controle voluntário dos músculos esqueléticos, mas também participa de reflexos involuntários. Os sistemas somático e autônomo frequentemente trabalham juntos; por exemplo, no controle da micção, o SNS e a inervação parassimpática atuam de maneira coordenada para que a urina seja liberada. (KENHUB, 2023)

3.3 SEQUELAS DO AVC

Após um AVC, a pessoa pode apresentar sequelas como fraqueza muscular, perda do controle dos movimentos, dor em partes do corpo, assimetria facial, dificuldade para falar e confusão mental, dependendo da região do cérebro afetada. O AVC ocorre devido à interrupção do fluxo sanguíneo por um vaso cerebral ou ao rompimento de um vaso no cérebro, e pode causar danos graves se não for identificado e tratado rapidamente. Como consequência o AVC pode causar fraqueza muscular, resultando em dificuldade para movimentar o corpo. Pode prejudicar a pessoa ao andar, sentar, mover os braços ou segurar objetos, por exemplo. Além disso, o AVC pode afetar áreas do cérebro responsáveis pelo controle dos movimentos, podendo fazer com que a pessoa apresente sintomas como contrações musculares involuntárias, posturas anormais e tremores (Lima,2023).

3.4 SISTEMA MUSCULAR

O sistema muscular é composto pelos diversos músculos do corpo humano. Os músculos são tecidos, cujas células ou fibras musculares possuem a função de permitir a contração e produção de movimentos. As fibras musculares, por sua vez, são controladas pelo sistema nervoso, que se encarrega de receber a informação e respondê-la realizando a ação solicitada. (Diana, 2023).

3.4.1 Tipos de músculos

O corpo humano é formado por três tipos musculares diferentes: o estriado esquelético, o estriado cardíaco e o não estriado. Os músculos estriados esqueléticos estão normalmente associados ao sistema esquelético e possuem apenas movimentação voluntária, ou seja, sua contração é consciente. O termo estriado está associado ao fato de que esses músculos apresentam bandas claras e

escuras, que se dispõem de maneira alternada quando observadas em microscopia óptica. Os músculos estriados cardíacos, como o próprio nome indica, são exclusivos do coração. Eles possuem aparência estriada, como o esquelético, mas apresentam contrações involuntárias e vigorosas. Os músculos não estriados, por sua vez, apresentam contração involuntária e lenta e são encontrados no sistema digestório e respiratório, bem como em algumas estruturas ocas, como a bexiga urinária e o intestino delgado. Uma de suas características mais marcantes é a ausência de estriações, o que é observado nos outros tipos musculares.(Santos, 2024).

3.4.2 Contração dos músculos esqueléticos

O corpo humano possui mais de 600 músculos esqueléticos, que apresentam contração voluntária. Esses músculos são formados por células alongadas e multinucleadas, as quais são chamadas também de fibras musculares. Uma das características marcantes desse tipo de tecido muscular é a presença de estrias transversais. As fibras musculares possuem filamentos de miosina e actina, que são proteínas com capacidade de contração. A actina e algumas outras proteínas que estão associadas formam os chamados filamentos finos. Já a miosina forma os filamentos espessos. Os filamentos finos e espessos alternam-se, formando bandas claras e escuras. (Santos, 2024),

3.5 ATROFIA MUSCULAR

Atrofia muscular se refere à perda de tecido muscular, ou seja, ao enfraquecimento dos músculos, o que resulta em diminuição de massa e de força. Existem vários tipos de atrofia muscular e suas causas estão relacionadas a lesões, à falta de uso da musculatura, à idade, entre outros fatores. Pessoas com atrofia muscular podem ter dificuldade para realizar tarefas como andar, falar e comer. A atrofia muscular tem causas variadas. No caso da atrofia por desuso, a falta de estímulos à musculatura e de trabalho com o corpo leva ao quadro. Nesse sentido, pessoas que trabalham sentadas, condições médicas que limitam os movimentos ou que reduzem o nível de atividades físicas são condições que levam à atrofia muscular. (Nunes, 2024).

3.6 ESPASTICIDADE

A espasticidade é em uma condição caracterizada pelo aumento involuntário da contração muscular, podendo surgir em qualquer músculo, o que pode dificultar que a pessoa faça as atividades do dia-a-dia, como falar, se movimentar e comer, por exemplo. Esta condição acontece por causa de algum dano na parte do cérebro ou medula espinhal que controla os movimentos voluntários dos músculos, o que pode ser devido a um acidente vascular cerebral ou ser consequência de paralisia cerebral. No entanto, dependendo da alteração cerebral, a espasticidade pode ser mais leve, afetando um pequeno conjunto de músculos, ou ser mais extensa e levar à paralisia de um dos lados do corpo. A espasticidade é uma condição crônica, ou seja, não tem cura, mas é possível reduzir os sintomas através de fisioterapia. (Pinheiro, 2022).

3.7 FISIOTERAPIA

A fisioterapia após um AVC é essencial para melhorar a qualidade de vida e recuperar os movimentos perdidos. O principal objetivo é restaurar a capacidade motora do paciente, permitindo que ele realize suas atividades diárias de forma independente, sem a necessidade de um cuidador. As sessões de fisioterapia devem começar o mais cedo possível, ainda durante a internação hospitalar, e idealmente serem realizadas todos os dias, pois quanto mais rápido o paciente for estimulado, mais rápida será sua recuperação (Pinheiro, 2020).

3.7.1 Uso de órteses na fisioterapia

A implementação de órteses e próteses na fisioterapia tem um impacto profundo na qualidade de vida dos pacientes. Estes dispositivos são projetados não apenas para restaurar a funcionalidade perdida, mas também para melhorar significativamente a independência do paciente. Com eles, muitos indivíduos conseguem realizar atividades diárias que antes eram desafiadoras ou impossíveis, como caminhar, segurar objetos ou realizar tarefas domésticas. Além disso, as órteses e próteses oferecem benefícios emocionais e psicológicos. A capacidade de participar mais ativamente na vida cotidiana pode aumentar a autoestima e reduzir sentimentos de dependência ou incapacidade. Para muitos pacientes, isso representa um passo significativo no caminho para a recuperação e a reintegração social. (Universo Fisio, 2023).

3.8 ÓRTESES PARA MEMBRO SUPERIORES

Segundo Junior (2024), uma órtese é um dispositivo que pode ser utilizado de forma temporária ou contínua para ajudar nas funções de um membro, órgão ou tecido, com o objetivo de prevenir deformidades, deter sua progressão e/ou compensar deficiências funcionais. As órteses de membros superiores são

classificadas por tipo, finalidade e modelo, mas também podem ser categorizadas com base na configuração externa, características mecânicas, fontes de energia, estabilidade e preservar a percepção sensorial, entre outros critérios.

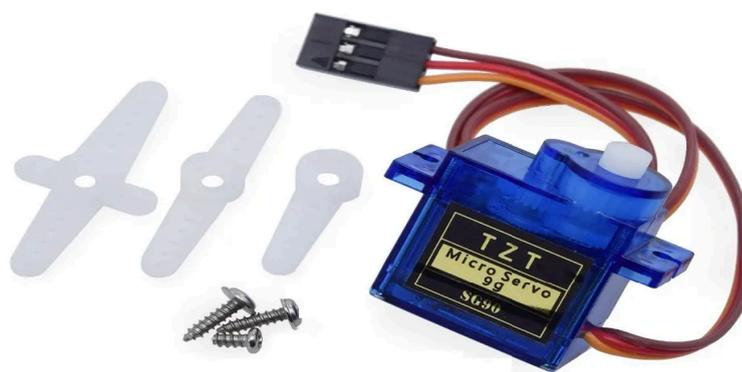
3.8.1 Diferença entre ortese e prótese

Uma prótese é um dispositivo, também permanente ou transitório, que tem a finalidade de substituir total ou parcialmente um membro, órgão ou tecido. Ao contrário das órteses, que buscam apoiar as funções naturais do corpo, as próteses têm a missão de replicar ou restaurar a função de uma parte ausente, ou comprometida. Portanto, a principal diferença entre órteses e próteses reside na função que desempenham: enquanto as órteses visam apoiar, corrigir ou compensar deficiências, as próteses têm a finalidade de substituir partes do corpo que estão ausentes ou comprometidas. Órteses e próteses desempenham papéis cruciais na recuperação e melhoria da qualidade de vida de indivíduos com necessidades especiais. Enquanto as órteses oferecem suporte, estabilidade e alinhamento para partes do corpo afetadas por lesões ou deformidades, as próteses têm a missão de substituir partes do corpo ausentes, restaurando a mobilidade e a função perdidas. A distinção entre órteses e próteses é fundamental para garantir o tratamento adequado e a melhoria da vida dos pacientes. A escolha entre esses dispositivos depende das necessidades individuais de cada pessoa e da consulta com profissionais de saúde especializados. (Junior, 2024).

3.9 COMPONENTES

3.9.1 Micro servo motor com 9g Sg90

Figura 1 - Micro servo motor 9g Sg90



Fonte: Mercado Livre (2024)

3.9.2 Jumper m/f

Figura 2 - Jumper m/m



Fonte: Amazon (2023)

3.9.3 Arduino Uno

Figura 3 - Arduino Uno



Fonte: Amazon (2023)

3.9.4 6 pilhas AA 1,5V

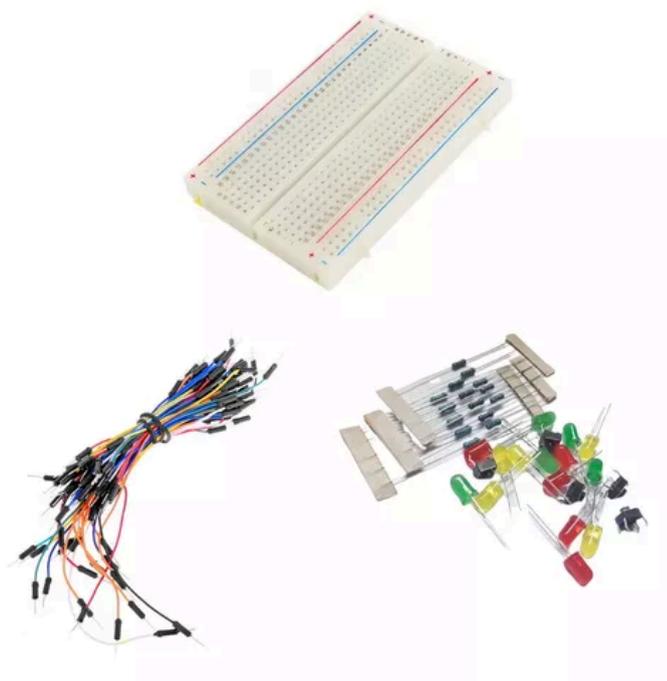
Figura 4 - 6 pilhas AA 1,5V



Fonte: Amazon (2022)

3.9.5 Kit Protoboard 400 Pontos 100 Resistores 15 Leds 5 Botões 65 Jumpers

Figura 5 - Kit Protoboard 400 Pontos 100 Resistores 15 Leds 5 Botões 65 Jumpers



Fonte: Mercado Livre (2023)

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

Este projeto utiliza a pesquisa exploratória e a abordagem qualitativa para desenvolver uma órtese automatizada com o objetivo de auxiliar no tratamento fisioterapêutico de pacientes com sequelas de Acidente Vascular Cerebral (AVC). A pesquisa exploratória ajudará a identificar e compreender as soluções técnicas adequadas, enquanto a abordagem qualitativa permitirá analisar a experiência dos usuários com o protótipo.

4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

4.2.1 Protoboard 2200 pontos

A protoboard atua como uma plataforma de interconexão temporária, permitindo a distribuição e organização dos circuitos eletrônicos sem a necessidade de solda. Ela serve como base para conectar o Arduino, os LEDs, os botões e demais componentes, compartilhando linhas de alimentação e sinal, facilitando o desenvolvimento, teste e prototipagem do circuito.

4.2.2 Micro servo motor 9g Sg90

O micro servo motor é conectado a um sistema elétrico por meio de uma protoboard, sendo acoplado mecanicamente à estrutura externa da órtese. Ele realiza movimentos controlados, com a capacidade de variar sua posição angular de 0° a 140°, mediante comandos recebidos.

4.2.3 Jumper macho macho

Os jumpers macho macho são condutores flexíveis utilizados para estabelecer conexões elétricas entre os diferentes componentes de um circuito, como a protoboard ao Arduino Uno, do Arduino Uno ao servo motor, dos botões e os LEDs. Eles possibilitam a interligação de pinos de entrada e saída digitais ou analógicos entre o Arduino e os demais dispositivos, facilitando a comunicação e o controle dos sinais elétricos necessários para o funcionamento do sistema.

4.2.4 Arduino Uno

O Arduino Uno atua como a unidade de controle e processamento do sistema, sendo responsável pela programação e pelo controle de velocidade do servo motor. Através de um código, é especificado que o motor deve atingir a posição de 140° em um intervalo de 0,035 segundos, utilizando o controle de PWM (modulação por largura de pulso) para ajustar a velocidade. Após atingir a posição desejada, o programa instrui o servo a realizar uma reversão instantânea para a posição 0°, controlando a movimentação através de comandos de controle de ângulo.

4.2.5 Suporte para 6 pilhas AA 1,5V

As pilhas AA serão utilizadas como fonte de alimentação independente para o Arduino Uno, proporcionando mobilidade e autonomia ao sistema. Esse componente permitirá que a órtese opere de maneira independente, facilitando o seu deslocamento entre diferentes ambientes sem a necessidade de conexão a uma fonte de energia fixa.

4.2.6 Micro Botão de pressão

O micro botão de pressão será utilizado em duas funções distintas: o primeiro botão acionará o LED indicador, sinalizando que o sistema está ligado, enquanto o segundo botão iniciará a operação do circuito, acionando o início de seu funcionamento. Ambos os botões atuarão como interruptores momentâneos, controlando o comportamento do sistema conforme a interação do sistema programado.

4.2.7 Resistores de 150 ohms

Os resistores são componentes utilizados para limitar a corrente elétrica no circuito, garantindo o funcionamento adequado dos LEDs e botões. Ao serem dimensionados com diferentes valores de resistência, permitem controlar a diferença de potencial (tensão) e a intensidade de corrente nos componentes, prevenindo danos e assegurando a operação eficiente e segura do sistema.

4.2.8 Led Vermelho

Ao pressionar o botão 1, um sinal é enviado ao circuito, acionando o LED vermelho como indicador visual de que o sistema está energizado, porém ainda em estado de espera, ou seja, não em operação ativa.

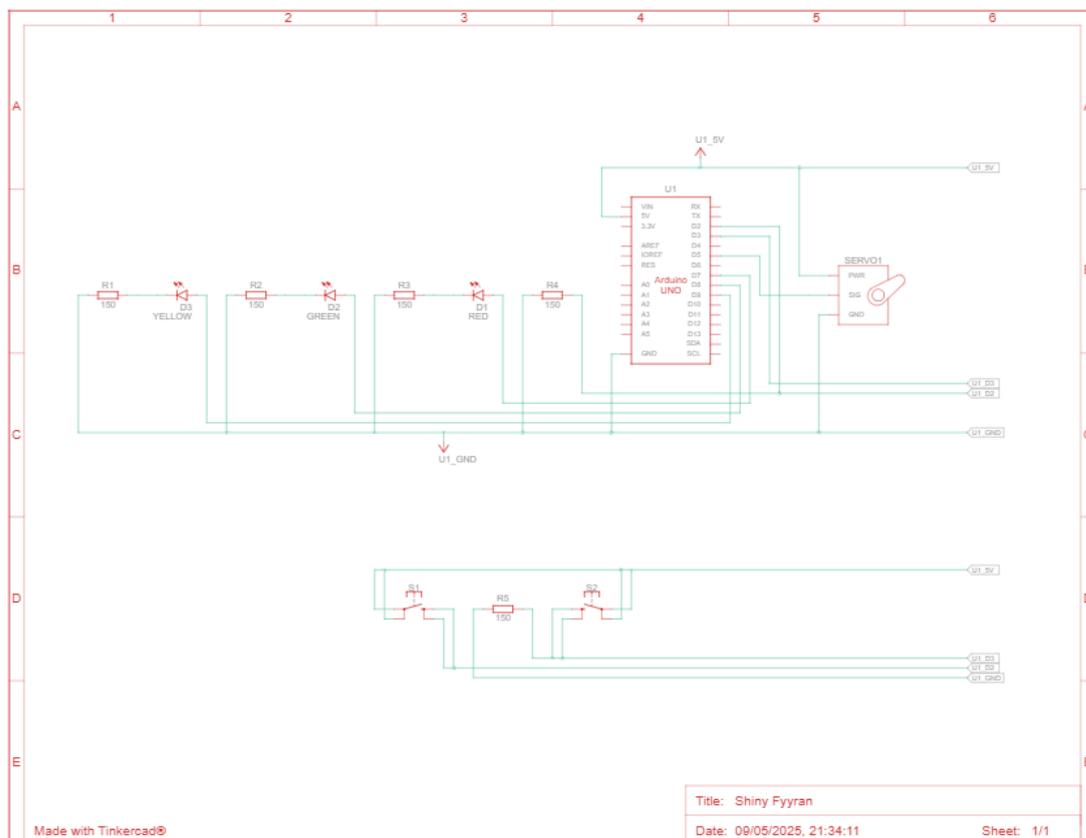
4.2.9 Led Verde

Ao acionar o botão 2, um sinal de controle é enviado ao sistema, ativando o LED verde como indicação visual de que o motor está em operação, executando o movimento do ponto de posição mínima até a posição máxima, conforme programado

4.2.10 Led Amarelo

Após o motor atingir a posição máxima, o sistema desativa o LED verde e ativa o LED amarelo, sinalizando o início do movimento de retorno do motor, ou seja, o percurso reverso da posição máxima de volta à posição mínima.

4.3 ESQUEMA ELÉTRICO



Fonte: Autores (2025)

4.4 PROGRAMAÇÃO

```

Arquivo Editar Rascunho Ferramentas Ajuda
Arduino Uno
sketch_may9b.ino
1 #include <Servo.h>
2
3 #define botoaL 2
4 #define botoaS 3
5 #define ledL 7
6 #define ledH 8
7 #define ledAH 9
8
9 Servo servinho;
10 int ultimoestado = LOW;
11 bool ligado = false;
12 bool start = false;
13
14 void setup()
15 {
16   pinMode(botoaL, INPUT);
17   pinMode(botoaS, INPUT);
18   pinMode(ledL, OUTPUT);
19   pinMode(ledH, OUTPUT);
20   pinMode(ledAH, OUTPUT);
21   servinho.attach(5);
22 }
23 void loop()
24 {
25
Saída
Sketch uses 2422 bytes (7%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.

```

```

Arquivo Editar Rascunho Ferramentas Ajuda
Arduino Uno
sketch_may9b.ino
25
26
27 int estbotoaL = digitalRead(botoaL);
28 int estbotoaS = digitalRead(botoaS);
29
30 if(estbotoaL == HIGH && ultimoestado == LOW)
31 {
32   digitalWrite(ledL, HIGH);
33   ligado = !ligado;
34   delay(200);
35 }
36 if (ligado)
37 {
38   if (estbotoaS == HIGH && start == false)
39   {
40     start = !start;
41   }
42   if (start)
43   {
44     for(int pos = 0; pos <= 148; pos++)
45     {
46       digitalWrite(ledH, HIGH);
47       digitalWrite(ledAH, LOW);
48       servinho.write(pos);
49       delay(35);

```

```

Arquivo Editar Rascunho Ferramentas Ajuda
Arduino Uno
sketch_may9b.ino
47   digitalWrite(ledAH, LOW);
48   servinho.write(pos);
49   delay(35);
50 }
51 for(int pos = 148; pos > 0; pos--)
52 {
53   digitalWrite(ledH, LOW);
54   digitalWrite(ledAH, HIGH);
55   servinho.write(pos);
56   delay(35);
57 }
58 digitalWrite(ledH, LOW);
59 digitalWrite(ledAH, LOW);
60 start = false;
61 }
62 }
63 if(!ligado)
64 {
65   digitalWrite(ledH, LOW);
66   digitalWrite(ledAH, LOW);
67   digitalWrite(ledL, LOW);
68   servinho.write(0);
69   start = false;
70 }
71 }
Saída
Sketch uses 2422 bytes (7%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.

```

5 CRONOGRAMA

Este é o calendário de desenvolvimento do projeto ao longo de 2024:

Tabela 2 - Cronograma

2024	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Escolha do tema	X								
Levantamento de literatura científica	X	X	X	X	X	X	X		
Introdução			X						
Tema	X								
Problema	X								
Objetivos		X							
Justificativa			X						
Estado da Arte					X				
Fundamentação teórica						X			
Metodologia						X			
Cronograma					X				
Recursos					X				
Resultados esperados ou parciais						X			
Referências						X			
Avaliação do CRC							X		
Produção do Banner								X	
26ª Exposchmidt									X

Fonte: Autores (2024)

Este é o calendário de desenvolvimento do projeto ao longo de 2025:

Tabela 3 - Cronograma

2025	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Início da montagem do protótipo	X								
Levantamento de literatura científica	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Montagem do protótipo	X	X	X						
Resultados Parciais		X							
Conclusão			X						
Milset			X						
27ª Exposhimidt									X

Fonte: Autores (2025)

6 RECURSOS

Tabela 4 - Recursos

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Micro Servo Motor 9g Sg90	R\$20	1	R\$35,90	Mercado Livre	9/5/2025
Jumper m/m	R\$ 0,42	40	R\$ 16,99	Mercado Livre	1/5/2025
Arduino Uno	R\$ 39,87	1	R\$39,87	Mercado livre	1/5/2025
Suporte de 6 pilhas	R\$16,20	2	R\$32,40	Mercado Livre	1/5/2025
6 pilhas AA	R\$3,99	6	R\$11,97	Atacado da limpeza	1/5/25
Kit Protoboard 400 Pontos 100 Resistores 15 Leds 5 Botões 65 Jumpers	R\$46,59	1	R\$46,59	Mercado Livre	1/5/2025
Valor final: R\$130,83					

Fonte: Autores (2025)

7 RESULTADOS

Estamos atualmente desenvolvendo o protótipo, que já começa a mostrar bons resultados e promete ser um recurso valioso na fisioterapia, especialmente no apoio à reabilitação de pacientes com sequelas de AVC. Nosso objetivo é tornar os exercícios para o membro superior mais confortáveis e fáceis de executar, tanto nas fases iniciais quanto nas mais avançadas do tratamento.

Para isso, combinamos pesquisas, testes práticos e análises constantes para garantir que o protótipo tenha alta qualidade e funcionalidade. Utilizamos o Onshape para desenhar as peças em 3D com precisão e adaptabilidade, e contamos com uma impressora 3D para fabricar os componentes, o que permite personalizar o projeto de acordo com as necessidades dos pacientes e manter os custos mais acessíveis. Escolhemos materiais que oferecem resistência e leveza, pensando sempre no conforto e segurança durante o uso.

8 CONCLUSÃO

A partir de pesquisas de campo, testes práticos e consultas com especialistas na área, concluímos que nosso projeto apresenta potencial significativo de inovação nos setores da indústria e tecnologia assistiva. A Órtese Mecânica para Membros Superiores pós-AVC foi desenvolvida com o objetivo de promover benefícios clínicos mensuráveis aos pacientes, contribuindo para a reabilitação funcional e a melhoria da qualidade de vida. Além disso, o dispositivo oferece maior flexibilidade e eficiência no acompanhamento terapêutico por parte dos profissionais de saúde, possibilitando um monitoramento mais preciso e personalizado da evolução dos usuários. O sistema foi projetado com base em princípios de engenharia biomédica e ergonomia, aliando conforto ao desempenho mecânico. A órtese é equipada com sensores integrados que permitem o registro contínuo de parâmetros motores, fornecendo dados em tempo real que podem ser utilizados tanto para ajustes terapêuticos quanto para análise de desempenho e progressão funcional. Isso torna o equipamento não apenas um suporte físico, mas também uma ferramenta de avaliação clínica. A modularidade do design permite adaptação a diferentes graus de comprometimento motor, viabilizando seu uso em distintas fases da reabilitação. O desenvolvimento também levou em conta a viabilidade de produção em escala, com materiais de custo acessível e processos industriais otimizados, o que amplia o potencial de inserção no mercado e acessibilidade para centros de reabilitação públicos e privados. Com base nos dados obtidos até o momento, acreditamos que a implementação da Órtese Mecânica para Membros Superiores pós-AVC pode representar um avanço importante no tratamento de pacientes acometidos por acidente vascular cerebral, agregando valor à prática clínica, promovendo autonomia funcional e reduzindo custos relacionados à reabilitação de longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ARDUINO PORTUGAL. **O que é o Arduino**. Disponível em: <https://www.arduinoportugal.pt/o-que-e-o-arduino/>. Acesso em: 10 jan. 2025.
- BRASIL ESCOLA. **Sistema muscular**. [S.l.] 2023. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/sistema-muscular.htm>. Acesso em: 3 set. 2024.
- CLÍNICA RIVIERA. **AVC em idosos: causas, sintomas e tratamentos**. Disponível em: <https://clinariviera.com.br/geral/avc-em-idosos-causas-sintomas-e-treinamentos/>. Acesso em: 2 dez. 2024.
- DR. ANDRÉ ORTOPEDIA. **Órteses: guia completo sobre esse tratamento**. Disponível em: <https://drandreortopedia.com.br/glossario/tratamento-orteses-guia-completo/>. Acesso em: 13 fev. 2025.
- FAÇA FISIOTERAPIA. **Estratégias de fisioterapia para lesões**. 2024. Disponível em: <https://www.facafisioterapia.net/2024/01/estrategias-de-fisioterapia-para-lesoes.html>. Acesso em: 19 out. 2024.
- GUIA DE RODAS. **Órteses e próteses: qual a diferença e tipos disponíveis**. [S.l.] 2023. Disponível em: <https://guiaderodas.com/orteses-e-proteses-qual-a-diferenca-e-tipos-disponiveis/>. Acesso em: 1 out. 2024.
- INCREASING. **Benefícios do uso da órtese**. [S.l.], Increasing, 2019. Disponível em: <https://www.increasing.com.br/2019/12/beneficios-do-uso-da-ortese.html?m=1>. Acesso em: 10 set. 2024.
- LOJA DO MECÂNICO. **6 Pilhas Alcalinas Power Alkaline AA LR6 1,5V – Dura 10x Mais – Panasonic**. Disponível em: <https://www.lojadomecanico.com.br/produto/571391/49/671/6-pilhas-alkalina-power-alkaline-aa-lr6-15v-dura-10x-mais-panasonic-73746>. Acesso em: 9 maio 2025.
- MERCADO LIVRE. **Compatível Arduino Uno R3 ATmega328 SMD (sem cabo USB) – Maker**. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/compativel-arduino-uno-r3-atmega328-smd-sem-cabo-usb-maker/p/MLB37734868>. Acesso em: 9 maio 2025.
- MERCADO LIVRE. **Kit 120 Jumpers Coloridos 40cm – F/F, M/F, M/M**. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1867545943-kit-120-jumpers-coloridos-40cm-f-f-m-f-m-m-_JM. Acesso em: 9 maio 2025.

MERCADO LIVRE. **Kit Protoboard 400 Pontos, 100 Resistores, 15 LEDs, 5 Botões, 65 Jumpers – Arduino Raspberry Pi**. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/kit-protoboard-400-pontos-100-resistores-15-leds-5-botes-65-jumpers-arduino-raspberry-pi/p/MLB32057414>. Acesso em: 2 maio 2025.

MERCADO LIVRE. **Micro Servo Motor 9g Tower Pro SG90 – 1,5kg**. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/micro-servo-motor-9g-tower-pro-sg90-15kg/p/MLB28832111>. Acesso em: 5 maio 2025.

MINHA VIDA. **Atrofia muscular**. [S.I.] 2023. Disponível em: <https://www.minhavidacom.br/saude/temas/atrofia-muscular>. Acesso em: 5 out. 2024.

MUNDO DA ELÉTRICA. **O que é servo motor e como funciona**. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-servo-motor-e-como-funciona/>. Acesso em: 17 abril 2025.

ORTOVAN. **Órteses**. [S.I.], Ortovan, [s.d.]. Disponível em: <https://ortovan.com.br/orteses/>. Acesso em: 10 set. 2024.

PROTETICS. **Órtese: quando e por que usar**. [S.I.], Protetics, 2024. Disponível em: <https://www.protetics.com.br/ortese-quando-e-por-que-usar>. Acesso em: 10 set. 2024.

QUALE A DIFERENÇA. **Qual é a diferença entre órteses e próteses?** Disponível em: <https://qualeadiferenca.com.br/qual-e-a-diferenca-entre-orteses-e-proteses/>. Acesso em: 26 março 2025.

REABILITANDO. **Fisioterapia em paralisias: uma luz no fim do túnel**. Disponível em: <https://reabilitando.com.br/fisioterapia-em-paralisias-uma-luz-no-fim-do-tunel/>. Acesso em: 9 fev. maio 2025.

RIBEIRO, Luciana Castaneda. **Principais órteses existentes para membros superiores**. In: UNIVERSIDADE ABERTA DO SUS. UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO. *Atenção à Pessoa com Deficiência I: Transtornos do espectro do autismo, síndrome de Down, pessoa idosa com deficiência, pessoa amputada e órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção. Órteses, Próteses e Meios Auxiliares de Locomoção*. Recurso Educativo n.º 4. São Luís: UNA-SUS; UFMA, 2023.

SAÚDE BEM-ESTAR. **Reabilitação após AVC**. [S.I.], Saúde Bem-Estar, 2021. Disponível em: <https://www.saudebemestar.pt/pt/clinica/fisioterapia/reabilitacao-apos-avc/>. Acesso em: 10 set. 2024.

TECHTUDO. **Jumpers: entenda o que são e para que servem essas peças**. 2015. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2015/03/jumpers-entenda-o-que-sao-e-para-qu-e-servem-essas-pecas.ghtml>. Acesso em: 20 abril 2025.

TODA MATÉRIA. **Sistema muscular**. [S.I.] 2023. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/sistema-muscular/>. Acesso em: 16 jun. 2024.

TUA SAÚDE. **AVC: o que é, sintomas, causas, tratamento e sequelas**. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/avc/>. Acesso em: 10 maio 2025.

TUA SAÚDE. **Espasticidade**. [S.I.] 2022. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/espasticidade/>. Acesso em: 15 jun. 2024.

UNILASALLE. **Alunos de Engenharia Mecânica produzem Órtese Mecânica para fisioterapia de pacientes com dificuldade de mobilidade nos dedos das mãos**. [S.I.], Unilasalle, 2024. Disponível em: <https://www.unilasalle.edu.br/canoas/noticias/alunos-de-engenharia-mecanica-produzem-ortese-mecanica-para-fisioterapia-de-pacientes-com-dificuldade-de-mobilidade-nos-dedos-das-maos>. Acesso em: 10 set. 2024.

UNIVERSO FISIO. **Órteses e próteses na fisioterapia**. [S.I.] 2023. Disponível em: <https://universofisio.com.br/fisioterapia/orteses-e-proteses-na-fisioterapia/>. Acesso em: 3 nov. 2024.