

## INTRODUÇÃO

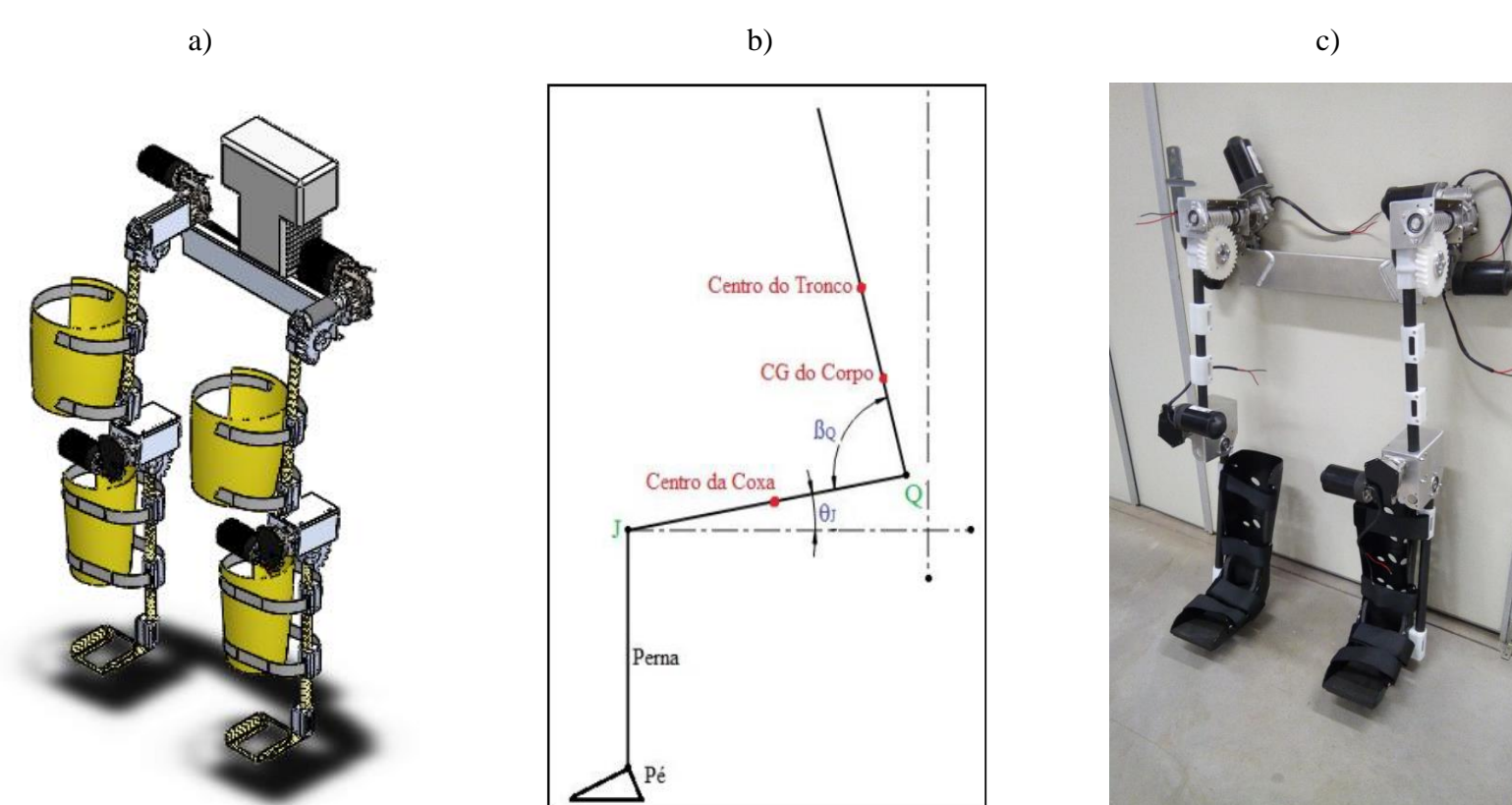
A Tecnologia Assistiva é uma área que busca agregar os avanços científicos e tecnológicos em prol de auxiliar pessoas com uma ou mais limitações físicas. O objetivo é melhorar aspectos da vida dessas pessoas, principalmente no que diz respeito à autonomia, para que conquistem benefícios em sua qualidade de vida. No que tange à mobilidade, a pesquisa em órteses e exoesqueletos robóticos tem representado um estado da arte em Tecnologia Assistiva. O presente projeto de pesquisa se propõe a desenvolver o sistema de controle para que um exoesqueleto robótico para membros inferiores constituído de fibra de carbono, alumínio, aço e materiais poliméricos, para proporcionar a caminhada bípede a um usuário paraplégico, ou com limitações próximas a esse.

## OBJETIVO

Desenvolver o sistema de controle para caminhada bípede de um exoesqueleto robótico para membros inferiores composto por peças de alumínio, aço, tectac e fibra de carbono, e possuindo 3 motores DC de 30 Nm em cada perna.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A estrutura mecânica do exoesqueleto foi concebida e construída dentro da Universidade de Caxias do Sul, com apoio de empresas da região, como a Imobrás Motores Elétricos, Geremia Redutores e Mesal. O exoesqueleto apresentou as maiores solicitações mecânicas provenientes dos movimentos de sentar/levantar e subir/descer obstáculos, tais como degraus. Sendo assim, esses movimentos serviram de base para avaliar as cargas atuantes, principalmente na rótula do joelho e no fêmur do exoesqueleto. As figuras abaixo ilustram: a) desenho em CAD do exoesqueleto; b) levantamento das curvas de torque no joelho no movimento de levantar, com os quais foram estabelecidos os parâmetros iniciais de potência e torque requeridos para o sistema de acionamento e também foram obtidas as dimensões e materiais aplicáveis aos elementos estruturais; c) versão mecânica final do exoesqueleto.



A primeira etapa do processo de desenvolvimento do sistema de acionamento e controle dos motores DC se dá pelo detalhamento do conceito selecionado. Neste caso, trata-se de uma estrutura articulada que contém 3 graus de liberdade em cada perna, é acionada por meio de motores elétricos de 12V e 30 Nm de torque cada um.

Exoesqueleto com estrutura de apoio



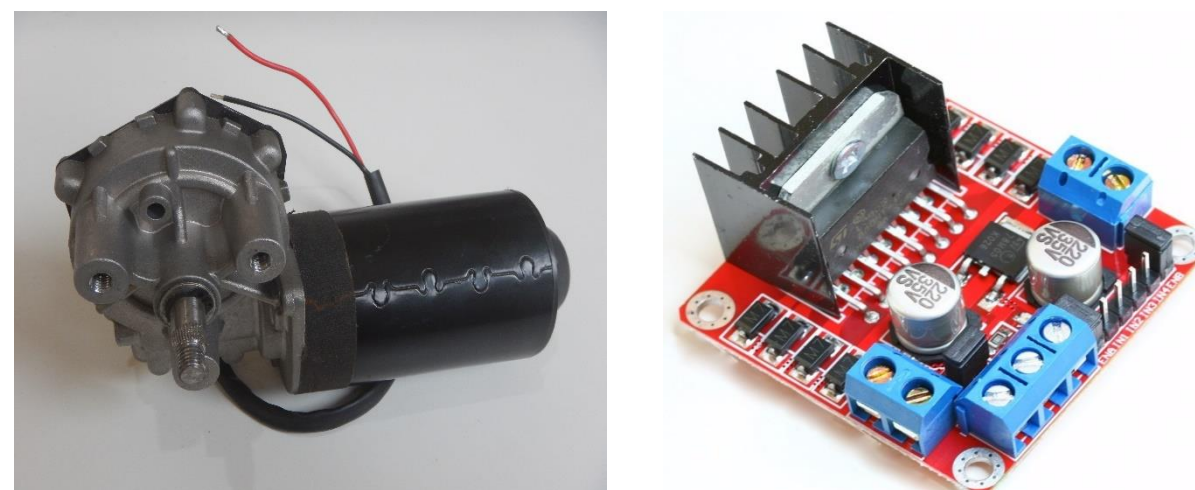
Também foi construída uma estrutura para suporte do exoesqueleto enquanto este estiver em teste, evitando sua queda.

Pela sua natureza de alimentação em corrente contínua cada motor estará conectado a um circuito do tipo ponte H para possibilitar a alternância do sentido de giro do motor. A proposta é que as 6 pontes H estejam conectadas a uma placa de desenvolvimento Arduino Mega 2560. Essa placa possui um microcontrolador ATMEL ATmega2560, com saídas para sinal PWM. Será desenvolvido o algoritmo de movimentação das pernas através do acionamento dos motores.

Placa Arduino Mega2560



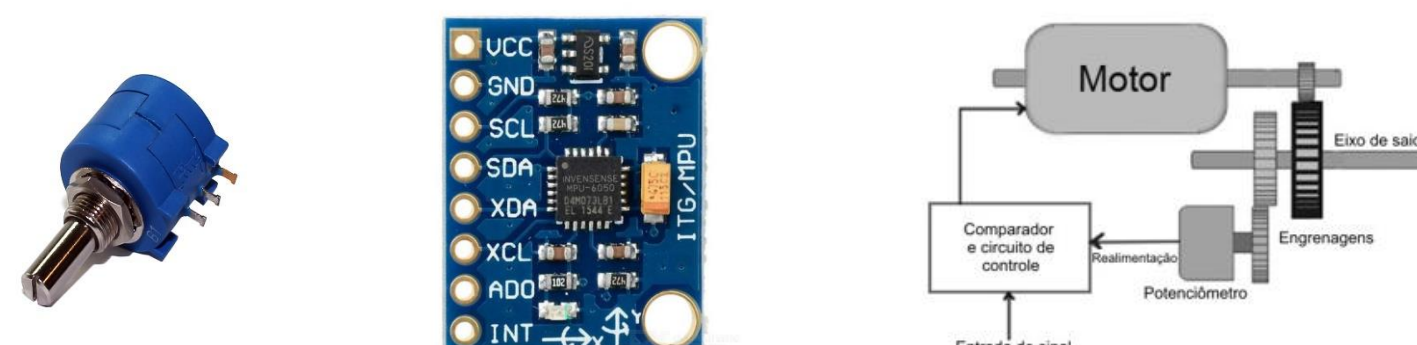
Motor DC (esquerda) e circuito driver ponte H (direita)



Para o sistema de controle serão utilizados potenciômetros multivolts de 50 kΩ na ponta do eixo dos parafusos sem fim, esses conectados ao eixo do seu respectivo motor através de uma coroa dentada. Os potenciômetros fornecerão ao microcontrolador a posição do motor.

Para monitorar o equilíbrio da estrutura será utilizado um giroscópio em CI compatível com a linha Arduino. A lógica de controle será do tipo PID com sintonia na prática.

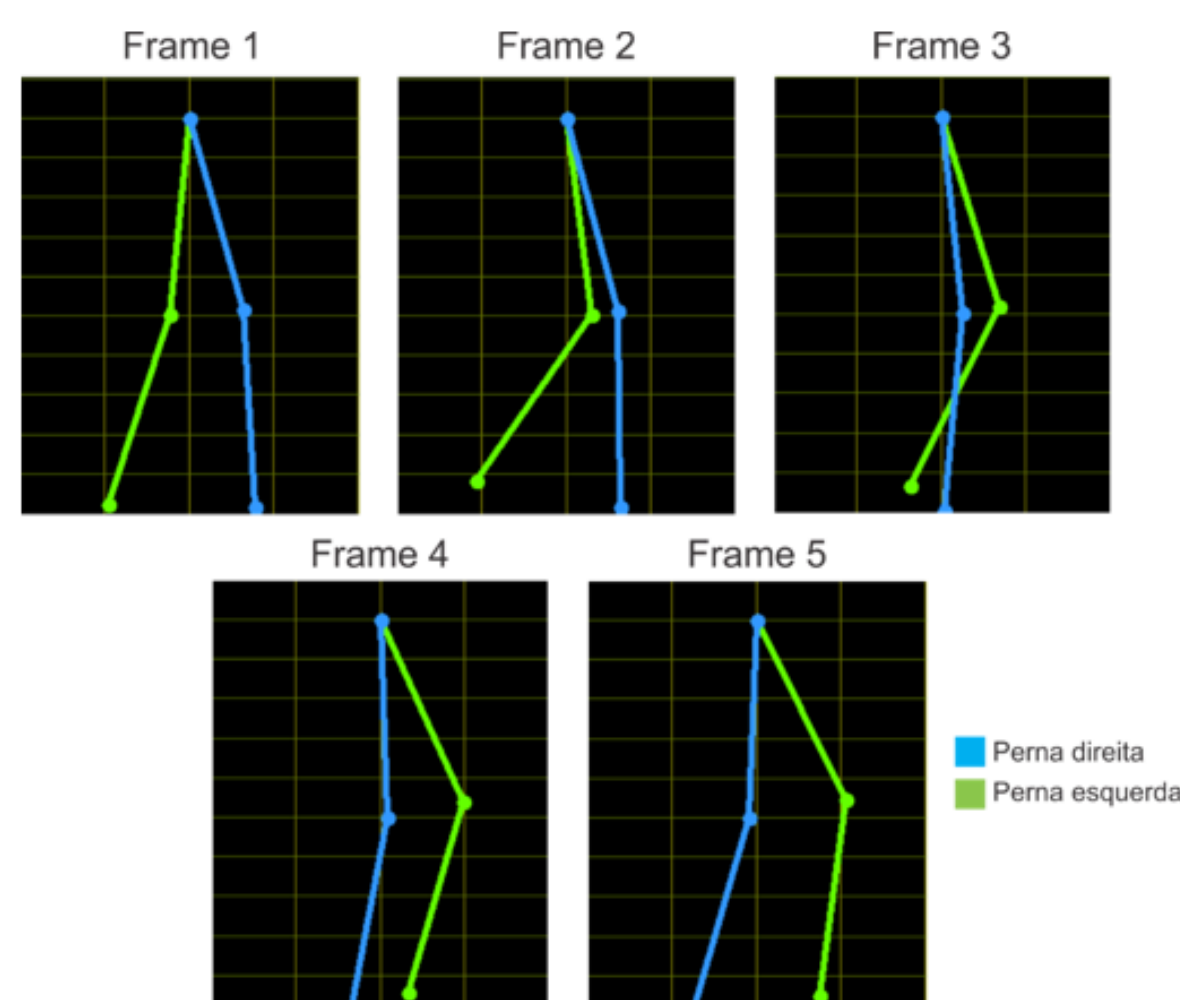
Potenciômetro (esquerda), circuito giroscópio (centro), sistema de acoplamento motor-potenciômetro (direita)



## RESULTADOS

O projeto dimensionou as forças e torques presentes nos movimentos de sentar, levantar e caminhar para o conjunto exoesqueleto de 23 kg, incluindo os 6 motores e duas baterias de 7 Ah, mais usuário com até 100 kg. Atualmente a adaptação do sistema eletrônico descrito com a estrutura mecânica está em implementação. Em paralelo está sendo desenvolvido o algoritmo que definirá a sequência de acionamento dos motores para emular os passos humanoides. A figura abaixo representa uma simulação virtual dos passos, feito pelos autores. Estima-se o término do projeto para dezembro de 2018.

Simulação virtual dos passos almejados pelo sistema de acionamento e controle para o exoesqueleto



ARAUJO, M.V.D. **Desenvolvimento de Uma Órtese Ativa Para os Membros Inferiores Com Sistema Eletrônico Embarcado**. Fevereiro de 2010. 98 folhas. Dissertação- Universidade federal do Rio Grande do Norte Centro de Tecnologia.

MARQUES, C.R.M. **Avaliação das cargas dinâmicas atuantes no joelho de um exoesqueleto de membros inferiores no movimento de sentar e levantar**. Junho de 2017. 54 folhas. Trabalho de conclusão de curso- Universidade de Caxias do Sul-UCS. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia- CENT. Campus Universitário da Região dos Vinhedos- CARVI