

# DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ MODULAR DE ASSISTÊNCIA DOMÉSTICA

William Yassuhiro Yaguiiu<sup>1</sup>, Plínio Thomaz Aquino Junior<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI

<sup>2</sup> Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI  
uniewyaguiiu@fei.edu.br, plinio.aquino@fei.edu.br

**Resumo:** A modularização vem sendo implementada na área de robótica, facilitando o seu desenvolvimento, desmontagem e montagem de seus módulos para eventuais manutenções e seu transporte. Além das vantagens citadas anteriormente, também facilita o desenvolvimento de um novo módulo ao robô. Desta forma, este projeto de pesquisa visou o desenvolvimento de uma estrutura modular e das interfaces dos módulos para um robô de assistência, proporcionando os benefícios mencionados, previamente.

## 1. Introdução

Para um bom desempenho do robô em determinados ambientes, ele é desenvolvido de acordo com as características do ambiente em que atuará. Atualmente, o desenvolvimento de projetos se baseia na estratégia de modularidade, subdividindo um produto complexo em módulos que podem ser desenvolvidos separadamente, resultando na intercambialidade. Neste contexto, o projeto de pesquisa considerou o desenvolvimento do Projeto Mecânico da estrutura modular, bem como dos módulos e das suas fixações para o robô HERA (do inglês, *Home Environment Robot Assistant*) [1], utilizado pela equipe RoboFEI@Home nas competições de robótica, que avaliam as habilidades e o desempenho de robôs de assistência doméstica. Tais competições seguem as normativas descritas no livro de regras da RoboCup@Home [2]. Desta forma, o projeto visou a otimização do tempo de montagem e desmontagem, o aprimoramento do desempenho do robô no ambiente doméstico, o aumento do número de caracterizações do robô e o manuseio da estrutura por qualquer usuário.

## 2. Metodologia

Para a execução deste projeto, foram realizadas avaliações juntamente com a equipe RoboFEI@Home, destacando as principais melhorias no conceito de mecânica do robô HERA. Constatou-se que as maiores dificuldades se concentravam na montagem e desmontagem do robô. Tendo a demanda de melhorar esse conceito, foi proposto o desenvolvimento de uma estrutura modular a esse robô, seguindo as seguintes etapas: Revisão bibliográfica: início das pesquisas em áreas de robótica modular e de assistência doméstica, bem como do livro de regras da RoboCup@Home; Esboço da proposta: essa etapa foi realizada em conjunto com a equipe, para a definição de um melhor conceito; Especificação: o conceito desenvolvido no esboço foi aprofundado, analisando possíveis desvios de projeto, a viabilidade de manufatura com os equipamentos disponíveis no CLM (Centro de Laboratórios Mecânicos da FEI) e, finalmente a

viabilidade técnica; Verificações virtuais: modelamento 3D da proposta, verificando possíveis colisões entre os componentes e, verificações estruturais dos mesmos; Execução do projeto: produção dos componentes desenvolvidos e montagem da estrutura.

## 3. Pré-requisitos

Foram impostos alguns pré-requisitos para o desenvolvimento do projeto, viabilizando o transporte dos módulos, a utilização eficiente do robô nas competições e a manufatura dos componentes no CLM. Sendo assim, os pré-requisitos considerados no desenvolvimento do projeto, foram: As dimensões do robô completamente montado não devem exceder as dimensões de uma porta, cuja altura de 200 cm por 70 cm de largura; A massa dos objetos utilizados na competição é de no máximo 1,5 kg; As dimensões e a massa de cada módulo ou componentes não desmontáveis, não devem exceder as especificações de uma mala padrão de viagem, sendo 70 cm x 50 cm x 29 cm e 22 kg, respectivamente; Botão de emergência de fácil acesso e visibilidade; A parte externa da estrutura não deve possuir geometrias pontiagudas ou que possam causar qualquer tipo de acidente às pessoas; Todas as peças usinadas, devem possuir geometrias compatíveis aos maquinários do CLM.

## 4. Resultados

Após os estudos realizados dos diferentes robôs modulares e robôs de assistência doméstica, idealização do projeto através de croquis e discussão com os membros da equipe RoboFEI@Home, foi possível prosseguir com a elaboração da modelagem 3D do protótipo com o auxílio do *software* Inventor, como pode ser observado na Figura 1.

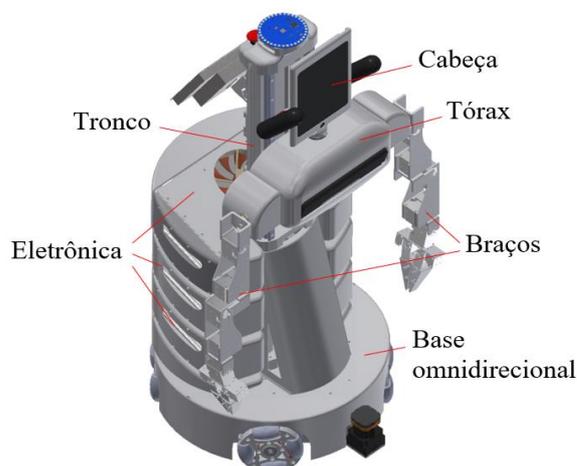


Figura 1 - Estrutura robótica modular desenvolvida

### A. Layout dos módulos

O *layout* dos módulos da estrutura robótica desenvolvida, foi definido através de estudos dos *layouts* estruturais de outros robôs de assistência doméstica e adaptando-os com as necessidades da equipe RoboFEI@Home, julgando um *layout* coerente com o conjunto de sensores e eletrônicos utilizados pela equipe. Como observado na Figura 1, a estrutura possui seis módulos diferentes, cada um com a respectiva massa e função: Cabeça (1,1 kg): monitor para o *feedback* visual e os sensores de voz para o *feedback* sonoro; Tórax (4,2 kg): função de interligação entre os braços robóticos, a cabeça e o tronco e contém as placas eletrônicas dos módulos citados anteriormente; Braços (2,5 kg por módulo): responsáveis pela parte de manipulação do robô; Tronco (15 kg): função de ligação entre o conjunto superior e inferior. Este módulo poderá ser uma estrutura estática ou um sistema de elevação, como mostrado na Figura 1; Eletrônica (10 kg por módulo): contém os componentes eletrônicos e computacional do robô e o sistema de alimentação, constituído por placas de distribuição de energia e baterias; Base omnidirecional (21 kg): responsável pela locomoção do robô pelo ambiente.

### B. Perfil de alumínio extrudado

Existem diversos tipos de geometrias de perfis de alumínio extrudado, cada um projetado para uma determinada função estrutural. As variadas formas desses perfis possibilitam: Melhorar as propriedades geométricas da seção transversal; Melhor relação peso e eficiência estrutural; Obter uma geometria única e uniforme, evitando o processo de soldagem e aparafusamento, como é usualmente feito em perfis convencionais de aço; Uma geometria que facilita e simplifica o sistema de conexão entre diferentes elementos na estrutura; Maior versatilidade de combinação de diferentes layouts estruturais.

Dentre as diversas geometrias de perfis existentes no mercado, para compor a estrutura dos módulos foi selecionado o perfil de alumínio quadrado V-Slot, conhecido como perfil modular.

### C. Junta rabo de andorinha

Para ter uma junta de fácil montagem e desmontagem, trazendo vantagens como otimização do tempo de montagem nas competições, facilidade na manutenção da estrutura e a praticidade, possibilitando o manuseio da estrutura por qualquer usuário, selecionou-se então, a junta rabo de andorinha, a qual é constituída por um pino e uma “cauda” com uma geometria trapezoidal. Devido à sua geometria de encaixe deslizante, ela restringe os cinco graus de liberdade, restando apenas o deslizamento em um dos planos, como pode ser observado na Figura 2.



Figura 2 - Junta rabo de andorinha

Esse tipo de junta é normalmente utilizada por marceneiros para unir partes de moveis, por exemplo. Porém, a sua aplicação não é exclusivamente em madeira, existem outras utilidades para a junta, como: barramento de um torno, fixação das pás de uma turbina a jato, em alvenarias e entre outros.

## 5. Conclusão

A estrutura modular do robô HERA resultou em seis módulos, cada um com uma ou diversas funcionalidades. As interfaces desses módulos, são por encaixes rabo de andorinha, exceto a junta da base que é conectada através de parafusos, devido à maiores solicitações quando o robô estiver em operação.

O conjunto foi composto por peças estruturais de alumínio e, de peças manufaturadas na impressora 3D utilizando o material ABS (do inglês, *Acrylonitrile Butadiene Styrene*) que, em sua maioria, são partes de acabamentos da estrutura. Através das simulações estruturais foi possível otimizar os componentes, bem como reestruturar os componentes que poderiam falhar durante a utilização da estrutura.

Contudo, os objetivos em desenvolver uma estrutura robótica de serviços atendendo o conceito de modularidade (Figura 3), bem como os requisitos de transporte, de manufatura e das regras da competição, foram alcançados. Como próximo passo, quando os laboratórios mecânicos e de robótica estiverem disponíveis, será realizada a manufatura e a montagem da estrutura.

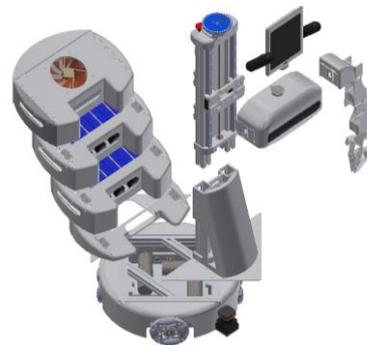


Figura 3 - Estrutura separada em módulos

## 6. Referências

- [1] P. T. Aquino Jr et. al., HERA: Home Environment Robot Assistant. In: Proceedings of the II Brazilian Humanoid Robot Workshop (BRAHUR) and III Brazilian Workshop on Service Robotics (BRASERO), 2019, p. 68 – 73
- [2] M. Matamoros et. al., RoboCup@Home 2019: Rule and regulations, 2019. Disponível em < <http://bit.ly/2lvtnyF> >

### Agradecimentos

Ao Centro Universitário FEI pela realização das medidas, empréstimo de equipamentos e financiamento do Projeto de Robótica RoboFEI.

<sup>1</sup> Aluno do PIBITI CNPq e do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 08/19 a 09/20.

<sup>2</sup> Professor orientador do projeto.