

# Reformulação do Sistema de Deslocamento de Robôs Omnidirecionais

João Victor Lourenço Aguiar<sup>1</sup>, Flavio Tonidandel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenharia de Automação e Controle, Centro Universitário FEI

<sup>2</sup> Ciência da Computação, Centro Universitário FEI

{uniejoaguiar, flaviot}@fei.edu.br

**Resumo:** Este projeto propõe o desenvolvimento de um novo conjunto de rodas para os robôs da categoria Small-Size da RoboCup de futebol de robôs, a fim de melhorar a movimentação deles, buscando sempre o melhor custo-benefício e facilidade na produção das peças. Foram estudados os melhores materiais para serem utilizados, o melhor tamanho para os protótipos, a estrutura mais adequada e a melhor disposição dos roletes e quantidade.

## 1. Introdução

O sistema de deslocamento antigo pode ser considerado ineficiente e ultrapassado por conta de diversos fatores, tais como: o material que deixa as rodas pesadas, o passo grande entre os roletes, entre outros fatores que acabavam interferindo negativamente no desempenho da equipe. A equipe sofria bastante com um problema relatado há anos de os robôs derraparem em campo na hora de acelerar ou desacelerar por conta da estrutura das rodas.

A categoria Small Size de futebol de robôs da RoboCup tem uma característica muito dinâmica por conta da velocidade da bola em jogo, que pode chegar a até 6,5 m/s, fazendo com que os passes e chutes sejam muito rápidos. Logo, para ser capaz de acompanhar esse dinamismo que os jogos impõem faz-se necessário um sistema de deslocamento adequado dos robôs.

## 2. Rodas omnidirecionais

Segundo [1], a locomoção omnidirecional é a capacidade de se mover de forma independente em todos os graus de liberdade que o objeto possui. Para que esse deslocamento omnidirecional aconteça, utilizam-se pequenos roletes emborrachados com anéis de vedação, fixados perpendicularmente ao plano da roda principal.

Segundo [2], as rodas omnidirecionais possuem três graus de liberdade, o primeiro deles é na direção da orientação da roda, o segundo ocorre pela movimentação dos roletes colocados ao longo da borda da roda principal, o terceiro é o deslizamento rotacional do rolete sobre o ponto de contato com o solo.

### 2.1. Estrutura antiga

O conjunto das rodas dos robôs da categoria *Small Size* da equipe RoboFEI é composto basicamente por uma carcaça, onde são encaixados os 16 roletes, estes ficam fixos na carcaça pela tampa da roda. Além disso, há ainda

a engrenagem interna da roda, encaixada na carcaça por interferência, dois rolamentos, um espaçador e os parafusos para a fixação de todos os componentes. A transmissão de potência é feita por um engrenamento interno com uma redução de 3:1, onde engrenagem motora é acionada por um motor EC-45 flat de 50W. Isto pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Vista explodida da roda.



### 2.2. Influência dos roletes no desempenho

O passo grande entre os roletes pode ser um problema. Segundo [3], quando a parte rígida das rodas tocam a superfície de movimentação, o coeficiente de atrito altera-se, o que não é algo bom, considerando que a parte rígida das rodas é feita de alumínio, quando estão em contato com o carpete do campo de jogo não dão aderência na movimentação do robô, ou seja, ele escorrega em campo.

Além disso, o ângulo entre os roletes é o ângulo mínimo que a estrutura pode girar e parar, isso ocorre devido ao fato que, com poucos roletes, a roda dificilmente irá parar com um rolete perpendicular ao chão, ou seja, o espaço entre os roletes é que servirá de ponto de contato. Portanto, quanto menor esse espaço, melhor a precisão.

### 2.3. Influência do tamanho das rodas

De acordo com [4], o tamanho ideal das rodas é sempre um compromisso entre diversos parâmetros que devem ser analisados, tais como a velocidade máxima necessária do robô, a relação de transmissão do engrenamento, consumo de energia durante a partida e o tamanho disponível para as rodas, já que os robôs da categoria *Small Size* devem caber num diâmetro de 180mm e ter 150mm de altura, no máximo.

## 3. Metodologia

Foram desenvolvidos 4 modelos, observando características das rodas de outras equipes da liga *Small Size*,

Tabela I – Tabela de comparação entre os modelos.

	$m$ [g]	Qualidade usinagem	$\tau$ [mNm]	$v$ [m/s]	Alteração do projeto original	Qualidade de movimentação
Original	101	Boa	207.67	4.8443	—	Média
1º Modelo	85	Boa	207.67	4.8443	Fácil	Alta
2º Modelo	83	Média	207.67	4.8443	Fácil	Alta
3º Modelo	66	Boa	207.67	3.9472	Difícil	Alta
4º Modelo	127	Boa	207.67	4.8443	Média	Alta

sendo que eles foram usinados em alumínio série 6060 e desenvolvidos com engrenamento interno, sendo eles: o primeiro modelo foi desenvolvido com 20 roletes, o segundo foi desenvolvido com 21 roletes e 54mm e serviu para analisar o que a adição de um rolete faz na estrutura, observando em relação ao primeiro modelo, o terceiro foi feito com 44mm e 15 roletes e serviu para analisar a influência da diminuição do diâmetro das rodas, o quarto modelo foi feito com 54mm e duas camadas com 20 roletes cada uma.

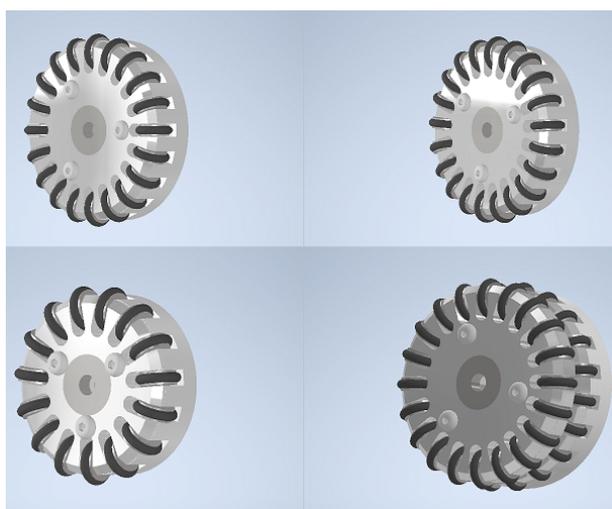
A partir do desenvolvimento dos modelos, eles foram avaliados a partir de métricas escolhidas, que são elas: massa da roda montada, consumo de tensão, consumo de corrente, qualidade do acabamento, torque e rotação fornecidos, alteração do projeto original, qualidade da movimentação em campo. Os testes em campo foram feitos a partir de cenários de movimentação, tal como um quadrado de lado 1 metro.

Após os testes e a análise das métricas acima, o melhor modelo foi escolhido e implementado às estruturas dos robôs da equipe.

#### 4. Resultados finais

Na Figura 2 é possível observar os 4 modelos montados, observando-se a diferença entre eles.

Figura 2 – Comparação entre os 4 modelos.



Em geral, os modelos se apresentaram bem, apesar de alguns problemas nas montagens, como do segundo modelo, que, por conta de problemas com as tolerâncias especificadas para a usinagem, obteve problemas na hora

de fazer a montagem dos roletes na estrutura. Além disso, os terceiro e quarto modelos necessitaram de alterações no projeto original das rodas para que pudessem ser adequados, visto que o terceiro modelo tem menor diâmetro, então a posição das rodas nos mancais precisou ser alterada, enquanto o quarto modelo precisou que o eixo da roda fosse estendido, já que possui uma espessura maior.

#### 5. Conclusões finais

Após os testes realizados, foi possível analisar as qualidades de cada um dos modelos e obter dados para comparação deles. Na Tabela I é possível notar a tabela de comparação entre os modelos desenvolvidos e o modelo anterior da equipe.

Após os testes, decidiu-se que o melhor modelo e que deverá ser utilizado pela equipe é o segundo modelo desenvolvido, com 54mm e 21 roletes, apesar das dificuldades de montagem do modelo. Os outros modelos obtiveram boa qualidade de movimentação, mas por dificuldade na alteração do projeto original e pela qualidade elevada da movimentação em campo do segundo modelo, foram descartados atualmente para uso, mas num próximo projeto mecânico da equipe podem ser melhores aproveitados.

#### 6. Referências

- [1] B. Carter, M. Good, M. Dorohoff, J. Lew, R. L. Williams, P. Gallina *et al.*, “Mechanical design and modeling of an omni-directional robocup player,” in *RoboCup AI Conference*, vol. 10. Citeseer, 2001.
- [2] P. F. Muir and C. P. Neuman, “Kinematic modeling of wheeled mobile robots,” 1987. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/rob.4620040209>
- [3] R. L. Williams, B. E. Carter, P. Gallina, and G. Rosati, “Dynamic model with slip for wheeled omnidirectional robots,” *IEEE transactions on Robotics and Automation*, vol. 18, no. 3, pp. 285–293, 2002.
- [4] A. Ryll and S. Jut, “Tigers mannheim extended team description for robocup 2020,” 2020.

#### Agradecimentos

À instituição FEI e à equipe RoboFEI pela realização das medidas e empréstimo do laboratório para testes.

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 08/21 a 07/22.