

# Planejamento e Simulação de Controle de Trajetória de Manipuladores para Sistemas de Desvio de Rotas por Sensoriamento

Walter Jonas de Sousa Viana<sup>1</sup>, Antony Ryan Gusmão Rabelo<sup>1</sup>, Carlos Alberto Oliveira de Freitas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – Universidade Federal do Amazonas (ICET/UFAM) – Itacoatiara – Amazonas – Brasil

walter.viana@ufam.edu.br, ryangusmao16@gmail.com,  
carlosfreitas@ufam.edu.br

**Resumo.** Esta pesquisa é fruto de uma iniciação científica que visa evitar colisões de robôs manipuladores em ambientes industriais. Os manipuladores são essenciais para tarefas industriais, manipulando peças e equipamentos na produção. Um sistema de sensoriamento permite o desvio de rotas, evitando obstáculos e acidentes, garantindo segurança na indústria. O objetivo do projeto é pesquisar problemas de colisões em robôs manipuladores e oferecer uma solução por meio de sensores. Para alcançar a solução, foram necessárias etapas como revisão da literatura, definição de parâmetros de trajetória e codificação. As etapas detalhadas do projeto são divididas em levantamento bibliográfico, proposta inicial (onde definimos a estrutura e a lógica do projeto), modelagem (que é feita a partir da proposta inicial), a construção onde foram integrados os sensores utilizados, depois foi feito testes para validação do projeto e verificação se está de acordo com a proposta, os ajustes finais, que é a etapa para encontrar bugs e resolve-los, e a implementação, onde foi feito um ambiente com um cenário para o manipulador fazer seu trabalho de desvio de obstáculos. Observou-se que os resultados obtidos nos trabalhos similares são bem satisfatórios, o que aumentou a possibilidade de sucesso do projeto.

## 1. Introdução

A adoção de tecnologias, como robôs manipuladores, visa aumentar a eficiência em uma fábrica. Essas tecnologias, segundo Fenerick e Volante (2020), geram grandes benefícios e modificações na mão de obra otimizando os processos produtivos, especialmente em indústrias de automação. Porém, paradas produtivas devido a acidentes e colisões podem prejudicar a produção, conforme observado por Silva (2021).

Uma das principais preocupações na área industrial é a segurança dos trabalhadores, principalmente quando trabalham diretamente com máquinas ou robôs industriais (Souza, 2021). Para diminuir a possibilidade de acidentes entre robôs e humanos, o conceito de robôs colaborativos tem surgido nos últimos anos (Souza, 2021). Um robô colaborativo é um robô que pode trabalhar ao lado dos seres humanos

em total segurança (Gamero, 2018). A implementação de medidas eficazes de segurança no ambiente de trabalho é imprescindível para garantir um ambiente saudável e seguro para realização de atividades laborais e contribuir para que o bem-estar dos trabalhadores seja valorizado e respeitado. Para Pastori e Rodolpho (2020), a segurança no trabalho é uma ferramenta indispensável para o desenvolvimento de atividades em locais que proporcione perigo ao trabalhador, e ainda, define uma forma eficiente e eficaz nos processos de trabalho e na qualidade de vida do trabalhador. Os robôs manipuladores são capazes de ajudar operadores a realizar atividades manuais em sistemas de manufatura moderna, combinando a capacidade humana com os pontos fortes das máquinas inteligentes (Gualtieri, 2019). A detecção de obstáculos, planejamento de caminhos e estimação da posição são fundamentais para assegurar a autonomia e a segurança do robô, no intuito de reduzir o risco de colisão com objetos ou pessoas que dividem o mesmo espaço (Morais, 2017).

Para tal situação, este estudo visou fornecer a base necessária para o desenvolvimento de um sistema de desvio de rotas utilizando sensores para detectar obstáculos que possam causar colisões e fazer o desvio deles gerando uma rota alternativa.

## 2. Objetivo Geral

Realizar uma pesquisa de problema de colisões de robôs manipuladores em obstáculos e fornecer uma solução, com a utilização de sensores que capturam a distância de um manipulador até possíveis obstáculos. A ideia central é fazer o robô detectar a presença de obstáculos que esteja na sua rota de trabalho e se desviar, gerando uma rota alternativa para chegar no seu destino, e assim o manipulador trabalhar perfeitamente sem interrupção do seu processo de produção.

## 3. Metodologia

A metodologia adotada é apresentada a seguir na Figura 1:

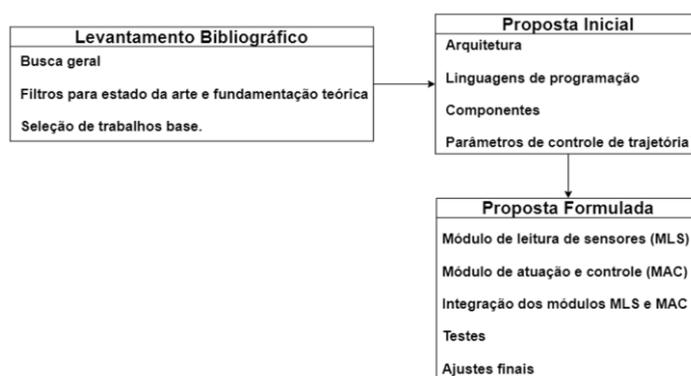


Figura 1. Metodologia adotada

## 4. Resultados e Discussão

Nesta pesquisa, foi realizado o estudo e análise de um plano cartesiano aplicado a um desvio de trajetória. Com base na análise do plano cartesiano foi feito um modelo

matemático para desvio de trajetória, além de alguns experimentos usando o simulador EPSON RC+. As figuras apresentam a trajetória do robô por linhas pretas.

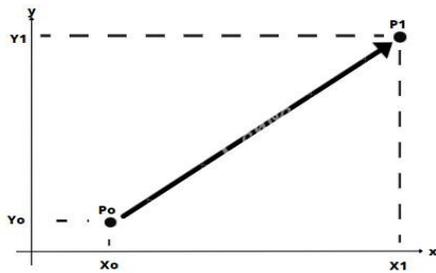


Figura 2. Trajetória sem obstáculo

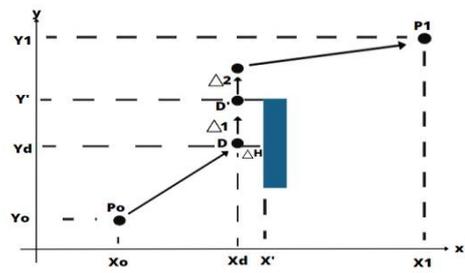


Figura 3. Trajetória com obstáculo

A Figura 2 ilustra uma trajetória sem obstáculos, partindo do ponto de origem ( $X_0, Y_0$ ) e deslocando-se em direção ao ponto de destino ( $X_1, Y_1$ ). A Figura 3 mostra uma trajetória com um obstáculo em um plano cartesiano, exigindo uma rota alternativa. Quando o obstáculo é detectado por um sensor em ( $X_d, Y_d$ ), a trajetória é desviada ao longo do eixo Y, mantendo uma margem de erro  $\Delta_H$  para evitar o obstáculo. Esse desvio é mantido até que seja possível retornar ao movimento ao longo do eixo X em direção ao destino final, garantindo um percurso seguro e eficiente.

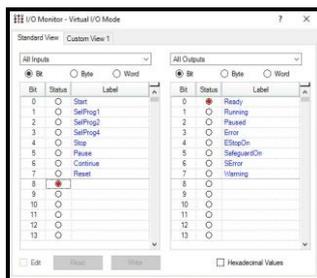


Figura 4. I/O

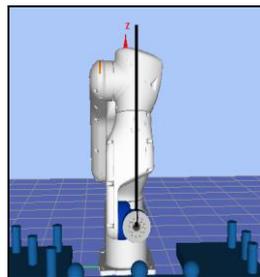


Figura 5. Trajeto

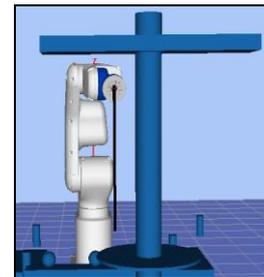


Figura 6. Detecção

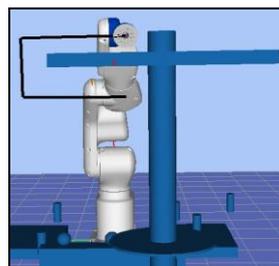


Figura 7. Desvio

No experimento apresentado, um manipulador foi simulado usando o software de simulação EPSON RC+. O quadro de monitoramento de I/O virtual mostrado na Figura 4 foi utilizado para simular um sinal de entrada manualmente, a ideia é ativar o bit 8 quando um obstáculo for detectado e desativar quando não for detectado nenhum obstáculo. A trajetória pré-programada é mostrada na Figura 5. Quando o bit 8 foi ativado devido à proximidade de um obstáculo mostrado na Figura 6, a mudança de trajetória incluiu translações nos eixos x e z, conforme mostrado na Figura 7. O experimento demonstrou a capacidade de desvio do manipulador ao encontrar obstáculos durante sua trajetória. É importante destacar, que esse experimento apresenta apenas uma versão inicial do módulo de sensoriamento, sendo assim há ainda a

necessidade de utilizar mais bits de entrada do painel de I/O, para simular o sinal de entrada de mais sensores, e assim, monitorar obstáculos em todas as direções possíveis.

## 5. Conclusões

A solução proposta neste trabalho de iniciação científica para o problema de colisões é de baixo custo, porém, para aumentar a eficácia e a abrangência do sistema, é necessário aprimorar o modelo e utilizar mais sensores para monitoramento em todas as direções. Além disso percebe-se que o obstáculo detectado na sessão de resultados é ilustrado de forma plana, o que nos incentiva a aplicar futuramente uma abordagem tridimensional dos obstáculos. A utilização de tecnologias como sensores e sistemas de detecção desempenha um papel fundamental na prevenção de colisões, protegendo os operadores e equipamentos industriais. Pode-se ainda, após a coleta dos pontos de ultrapassagem do obstáculo, aplicar no futuro alguns algoritmos de otimização de caminhos.

## Agradecimentos

Agradecimentos ao Núcleo de Automação, Visão Computacional, Inteligência Artificial e Robótica (NAVIR) do ICET pelos recursos concedidos e a PROPESP por fornecer a oportunidade e o apoio para a execução da pesquisa. Por fim, agradecimentos a FAPEAM pelo apoio e financiamento desta pesquisa.

## Referências

FENERICK, J.; VOLANTE, C. (2020). A Evolução das Indústrias, os Benefícios da Automação e as Perspectiva do Mercado da Robótica no Brasil e no Mundo. Revista Interface Tecnológica, v. 17, n. 1, p. 734-745.

GAMERO, I. O que faz um robô colaborativo? Todas as aplicações possíveis. 2018. Disponível em: <<https://pollux.com.br/blog/o-que-faz-um-robo-colaborativo-todas-as-aplicacoes-possiveis/>>. Acesso em: 12 de nov. de 2023.

GUALTIERI, L.; RAUCH, E.; VIDONE, R.; MATT, D. An evaluation methodology for the conversion of manual assembly systems into human-robot collaborative workcells. Procedia Manufacturing, v. 38, p. 358–366, 2019. ISSN 2351-9789. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920300470/>>. Acesso em: 12 de nov. de 2023.

MORAIS, C.; NASCIMENTO, T. (2017). Um Sistema Anticolisão 3D baseado no método de Campo Potencial Artificial para um robô móvel. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal da Paraíba.

PASTORI, D.; RODOLPHO, D. (2020). TECNOLOGIA NA SEGURANÇA DO TRABALHO EM ROBÓTICA. Revista Interface Tecnológica, v. 17, n. 2, p. 806-816.

SILVA, C.; DIAS, E.; BATISTA, J.; SOUZA, D.; SILVA, J.; RAMALHO, G.; LIMA, M. (2021). Prevenção de Colisão utilizando Campos Potenciais Artificiais com PSO (CPA+ PSO). In: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente-SBAI.

SOUZA, A.; RINCON, L. (2021). Geração automática de trajetórias em robôs colaborativos. TCC de Graduação em Engenharia de Controle e Automação – Universidade Federal de Santa Catarina.