

# Localização de Robôs Móveis via Filtro de Kalman

Hiago Riba Guedes

Universidade Católica de Petrópolis

Bolsista PIBIC/CNPq no LNCC/MCTIC

Número do projeto:800333/2016-0

hiagorguedes@gmail.com



## Resumo

O objetivo desse trabalho é utilizar técnicas de estimação de estado no estudo de localização de robôs móveis para fins de navegação local.

## Introdução

O desenvolvimento de novas tecnologias computacionais e algoritmos de estimação e aprendizado tem impulsionado de maneira vertiginosa o campo da robótica móvel. Contribui também para isso, o grande interesse de empresas tal como a Google no desenvolvimento de carros autoguiados, a utilização de robôs em hospitais na ajuda de idosos e até mesmo em robôs de limpeza de baixo custo. Esse crescente interesse pode ser também constatado pelo surgimento de grandes empresas tal como a SpaceX.

Esses são alguns dos elementos que têm contribuído no crescimento da pesquisa nessa área. Apesar do desenvolvimento vertiginoso nessa área, existem ainda diversos problemas a serem resolvidos, como por exemplo, no cenário da localização de robôs.

## Objetivos

Este trabalho tem como objetivos a *confeção* de um robô móvel e a implementação de ferramentas adequadas para a *localização* desse robô. O problema de localização de robôs é fundamental na construção de robôs autônomos. Nesse contexto, o Filtro de Kalman tem um papel importante na obtenção de estimativas ótimas, no sentido da média quadrática, dos dados ruidosos.

As principais etapas contempladas pelo Projeto pode ser subdividida da seguinte maneira:

- Leitura da literatura sobre localização de robôs móveis,
- Estudo teórico sobre os filtros de Kalman
- Realização da montagem do robô
- Aplicação do Filtro de Kalman no problema de localização.
- Aplicação dos dados a um controle PID

Em princípio, esse trabalho pode ser visto como uma etapa importante na implementação do algoritmo SLAM (Simulation Localization And Mapping), que introduz mais inteligência e autonomia ao robô. Etapa esta que é vista hoje como um dos maiores desafios da robótica atual.

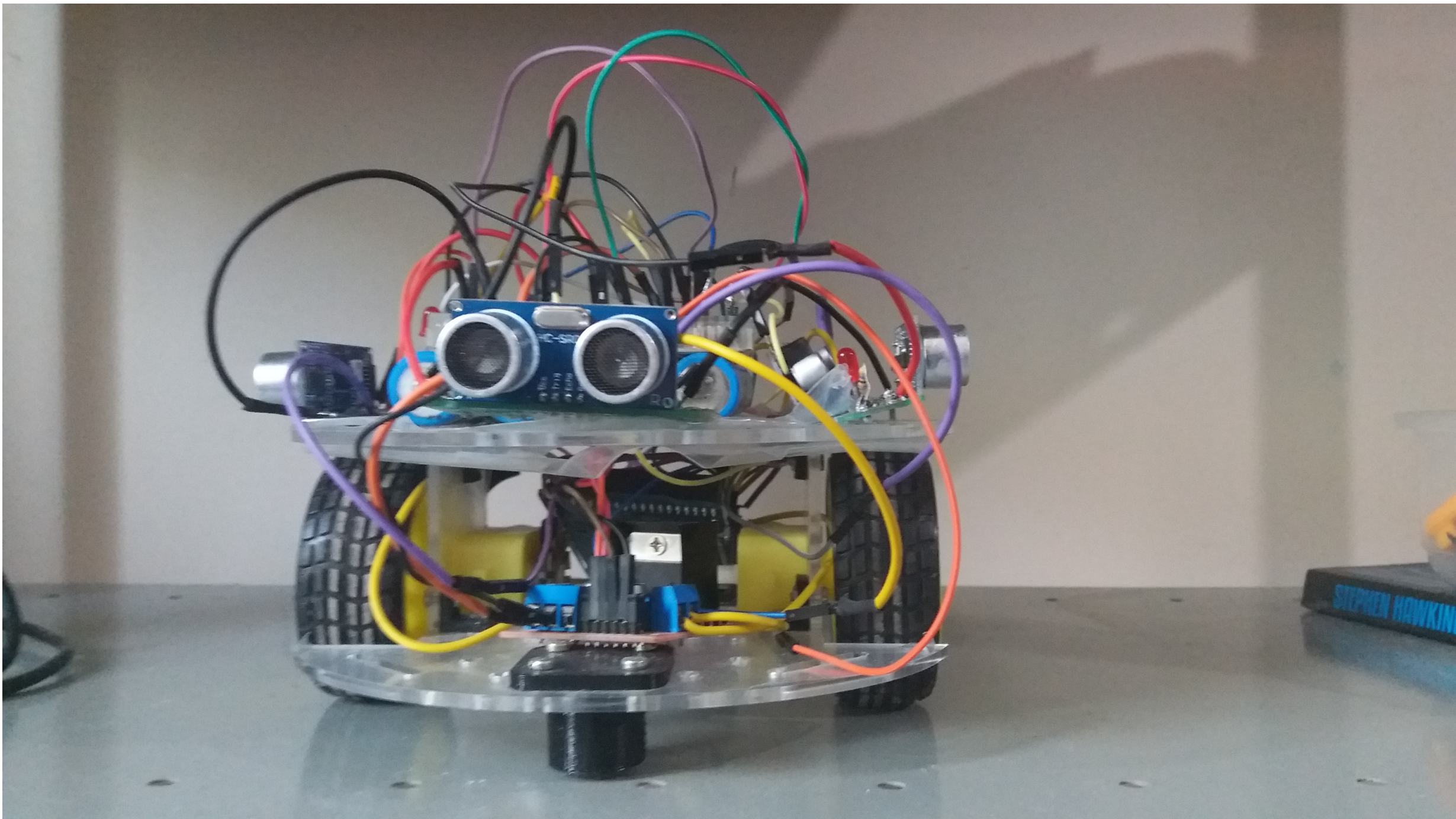


Figura 1: Foto expositiva do robô montado

## Materiais e Métodos

Para a confecção do hardware do robô foi utilizado um microcontrolador com arquitetura AVR, onde a eles confere o objetivo de adquirir os dados dos sensores presentes, tais como sensores de velocidade, giroscópio e ultrassom e fazer a sua devida filtragem com o objetivo final de ter conhecimento da sua localização ótima. 4 Baterias do tipo 18650 foram utilizados a fim de termos uma tensão de alimentação próxima aos 15 V, suficientes para dar uma autonomia razoável para o mesmo, contamos também com uma placa responsável para a proteção e carregamento adequado das baterias.

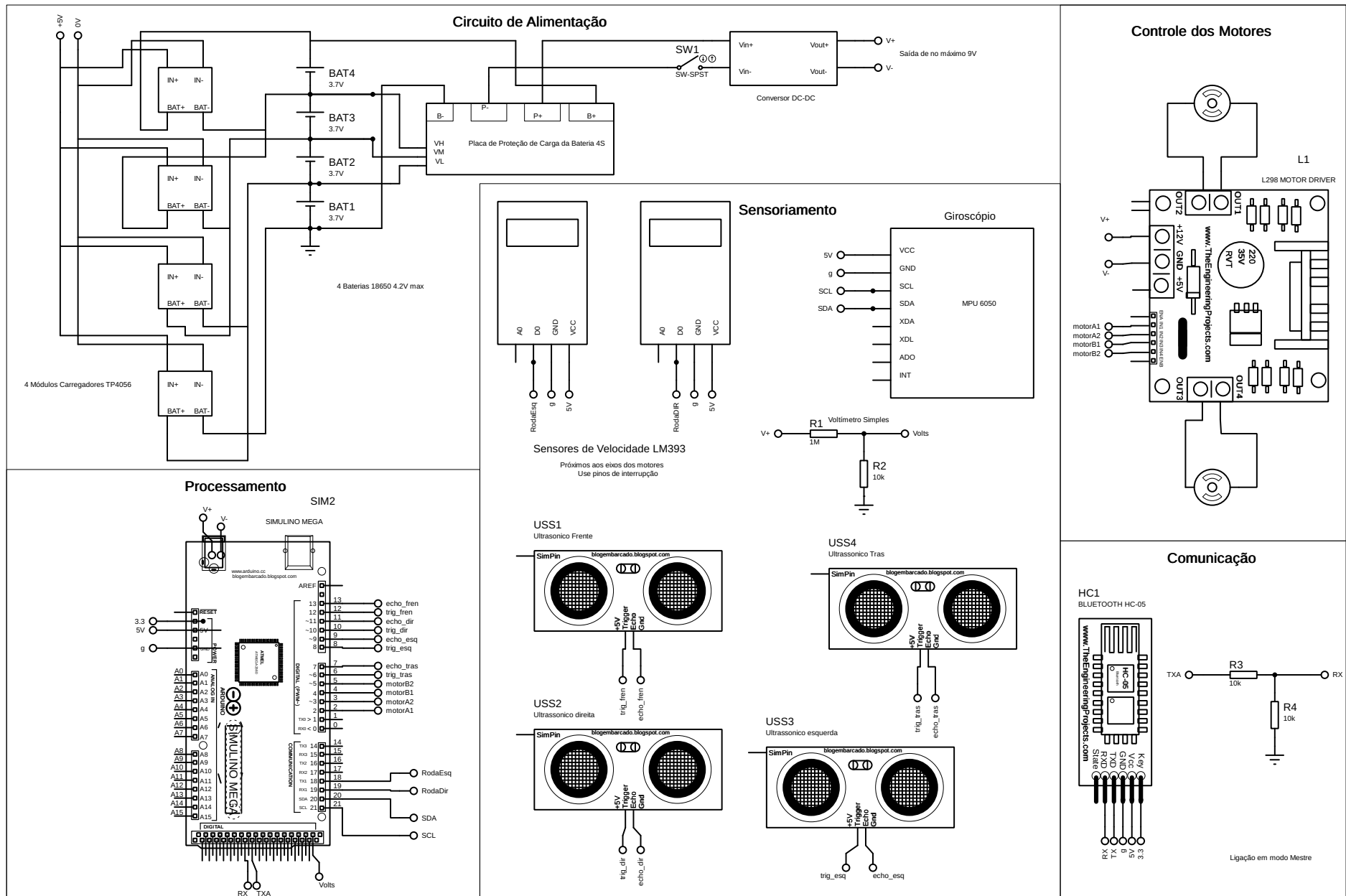


Figura 2: Representação do Circuito Elétrico

Na sua forma mais geral, o Filtro de Kalman tem como objetivo calcular estimativas ótimas, no sentido de minimizar o erro médio quadrático das estimativas, da variável de estado do seguinte sistema dinâmico à tempo-discreto:

$$\begin{aligned}\hat{x}_k^- &= A\hat{x}_{k-1}^+ + Bu_k \\ P_k^- &= AP_{k-1}^+A^T + C_kQC_k^T\hat{x}_k^+ = \hat{x}_k^- + K_k(z_k - H\hat{x}_k^-) \\ P_k^+ &= P_k^- - K_kH_kP_k^- \\ K_k &= P_k^-H_k^T(H_kP_k^-H_k^T + G_kR_kG_k^T)^{-1}\end{aligned}$$

Um modelo de movimentação cinemático foi levantado para que pudesse aplicar o Filtro de Kalman

$$A_k = \begin{bmatrix} x_k & 0 & \frac{\Delta s_r + \Delta s_l}{2} \cos(\theta + \frac{\Delta s_r - \Delta s_l}{2b}) \\ 0 & y_k & \frac{\Delta s_r + \Delta s_l}{2} \sin(\theta + \frac{\Delta s_r - \Delta s_l}{2b}) \\ 0 & 0 & \theta_0 + (\frac{\Delta s_r - \Delta s_l}{2b}) \end{bmatrix}$$

## Resultados

O algoritmo foi testado inicialmente em dois sensores de resoluções diferentes, um encoder de 10 linhas e outro de 100 linhas. Com isso podemos atestar sua performance.

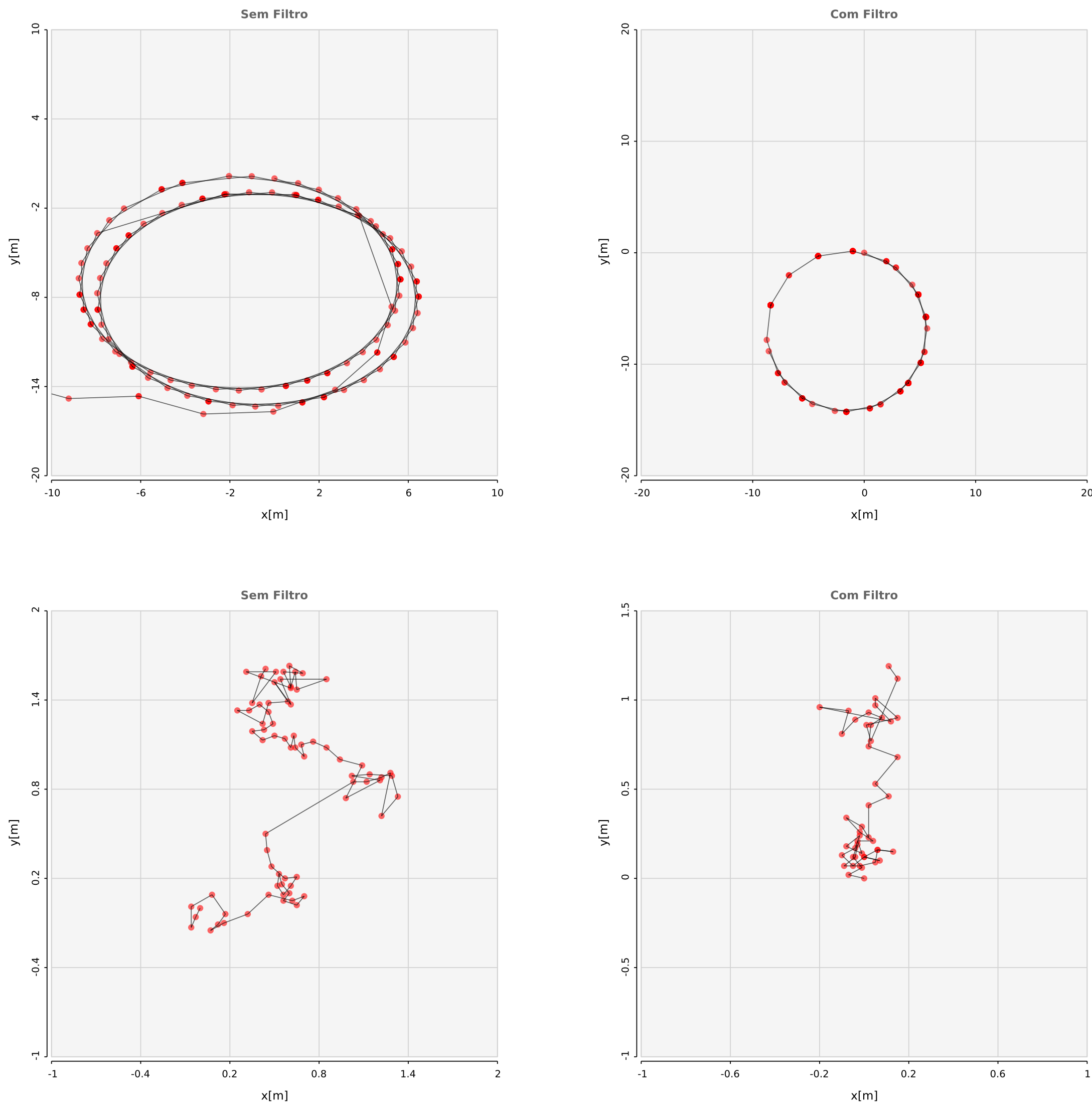


Figura 3: Resultado da localização do Robô sem o filtro e com o filtro. E expando a diferença de performance ao ser utilizado um sensor de maior e menor resolução

## Conclusão e Próximos Trabalhos

O filtro de Kalman se mostrou bastante eficiente em sua aplicação e seu baixo peso computacional se mostrou bastante satisfatório quando aplicado em um processador de baixo custo como os fabricados pela Atmel.

Como continuação ao trabalho, pretendemos aplicar o algoritmo com o uso do chamado sensor fusion, onde iremos aproveitar as características dadas pelo giroscópio para refinar ainda mais nossos resultados, uma construção de uma Placa de Circuito Impresso dedicada poderá ser feita para podermos diminuir o ruído causado pelo ambiente no sistema. O estudo teórico do filtro de partículas também será avaliado como uma alternativa para esse projeto.