



# MCL using MLS Maps

## MULTI-LEVEL MAPPING PARA AMBIENTES EXTERNOS

---

Tiago Sant'Anna <[tiago.santanna@ieee.org](mailto:tiago.santanna@ieee.org)>

Orientador: Marco A. dos Reis

Robótica e Sistemas Autônomos, Senai CIMATEC

Abril de 2022

Sistema FIEB



PELO FUTURO DA INOVAÇÃO

# O problema da localização

Quando um robô móvel se move pelo meio ele pode sofrer problemas por não ter como usar sinais de GPS.

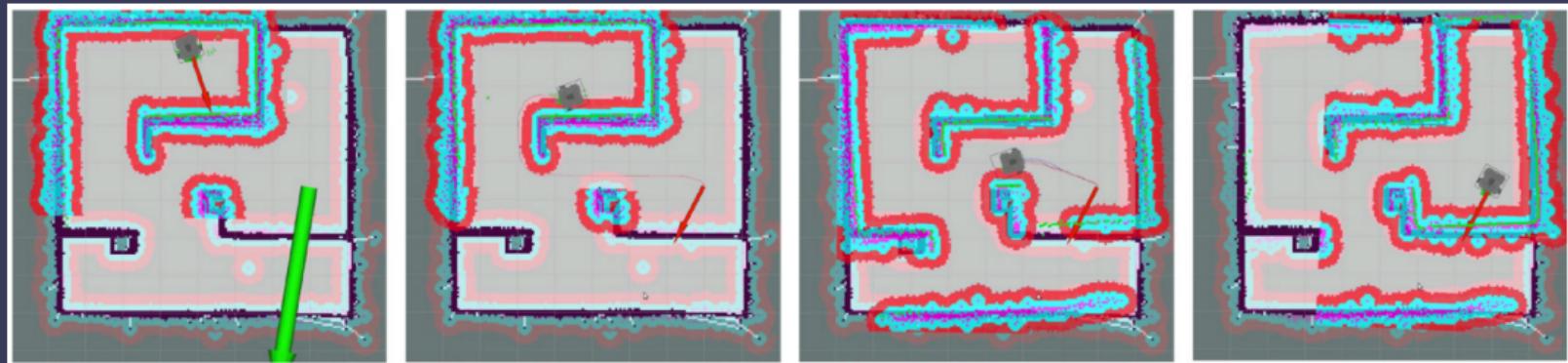


Arvore [Administrador 2012]



Prédio [Moldes]

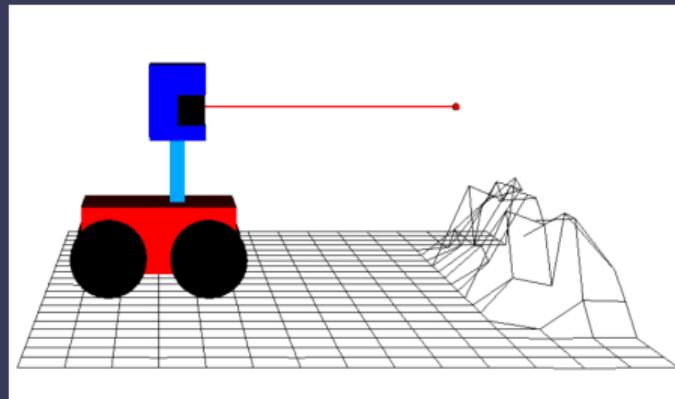
# Para solucionar



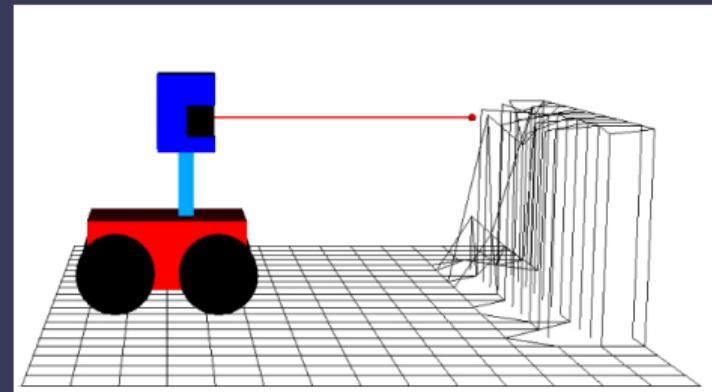
Mapeamento [TurtleBot3]

# Dois tipos principais de mapeamento

Para mapear um ambiente são utilizados principalmente dois tipos de mapas.



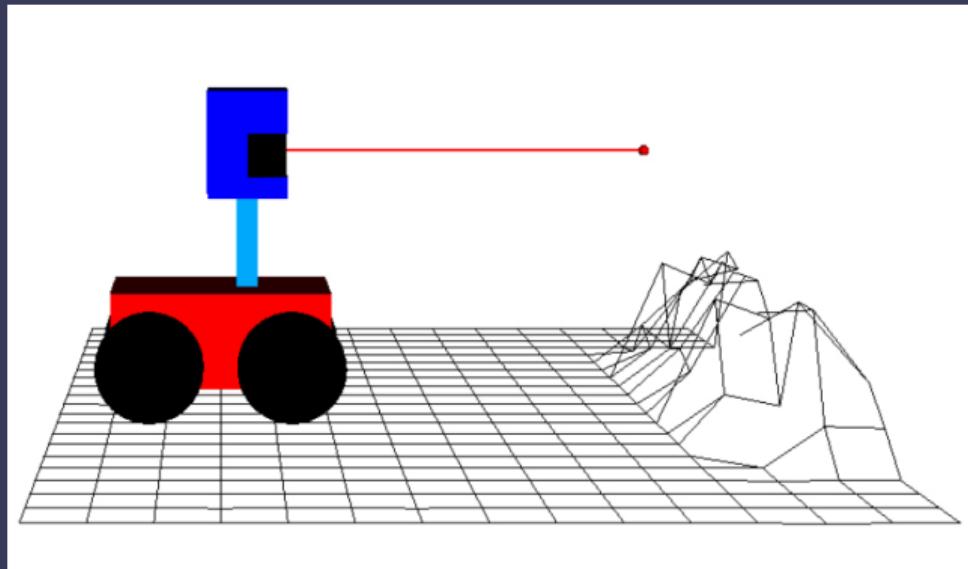
Elevation maps [Kümmerle et al. 2008]



Multi-level surface [Kümmerle et al. 2008]

# *Elevation maps*

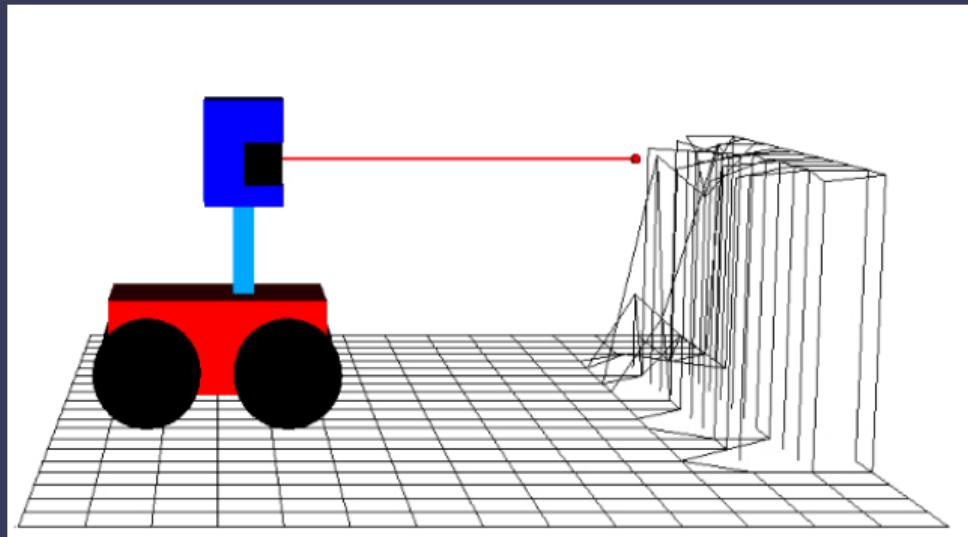
1. Oferece um fraco suporte para a localização do robô.
2. Mapeia apenas as superfícies horizontais.
3. Estruturas verticais não podem ser usadas para localização.



Elevation maps [Kümmerle et al. 2008]

# *Multi-Level Surface maps*

1. Ser uma extensão do *elevation map*.
2. Representam intervalos que correspondem aos objetos verticais.
3. Podem representar diversos níveis.



Multi-level surface [Kümmerle et al. 2008]

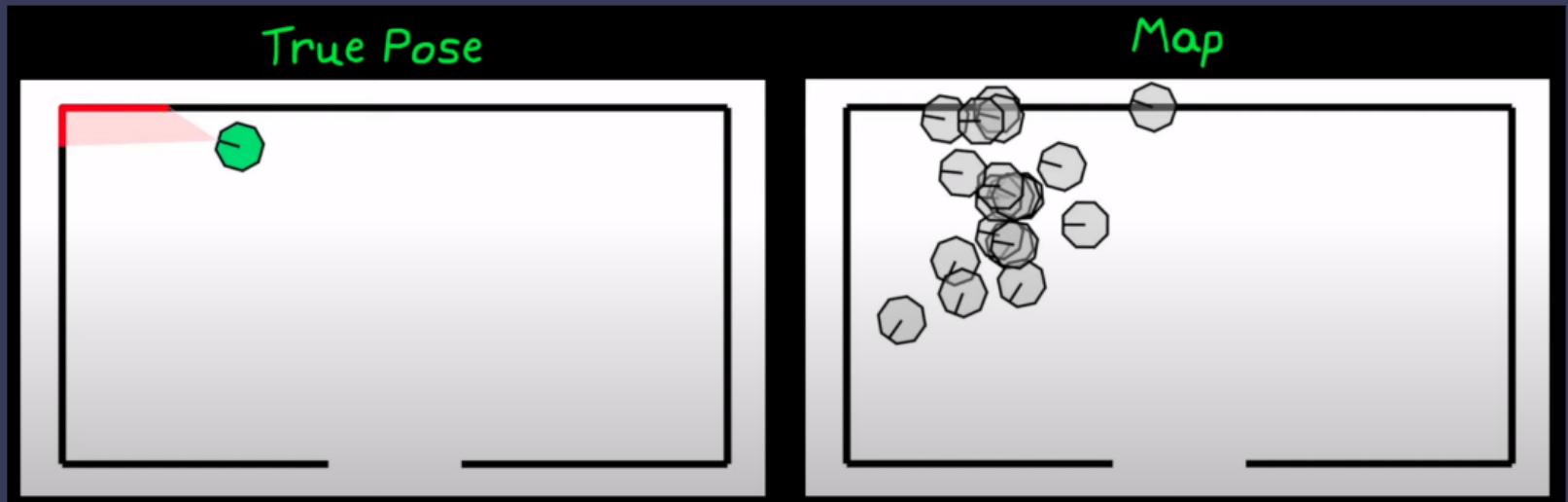
# Monte Carlo localization



Monte Carlo localization [Soriano 2012]

# Monte Carlo localization

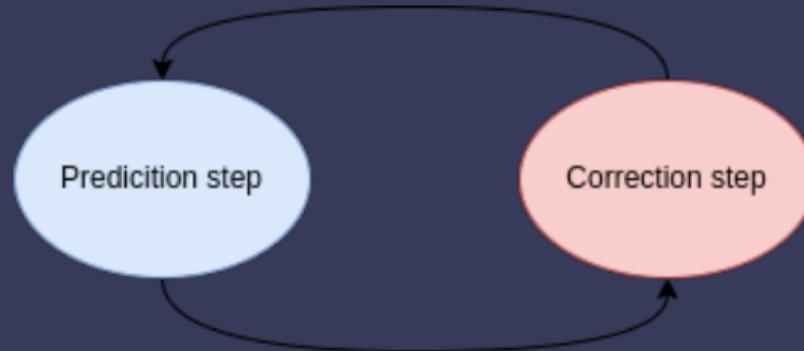
Funciona da seguinte forma



Exemplo de Monte Carlo [MATLAB 2020]

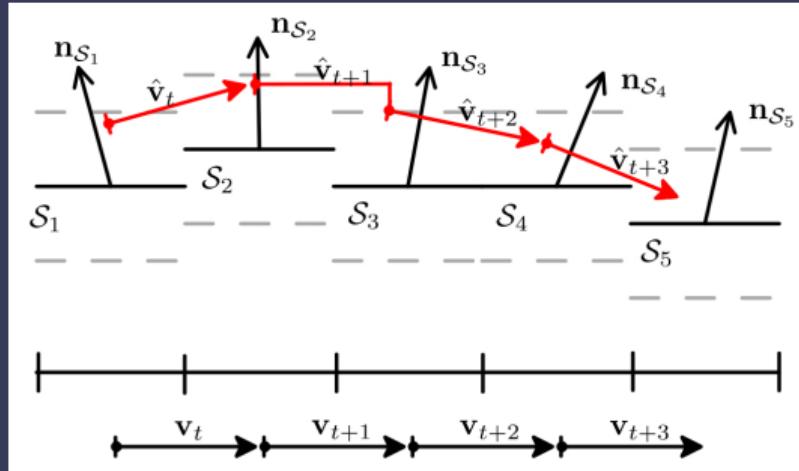
# Monte Carlo localization

E para atualizar os dados da posição são alternados dois estados



# *Prediction Models for MLS maps*

O *prediction model* é feito da seguinte forma:



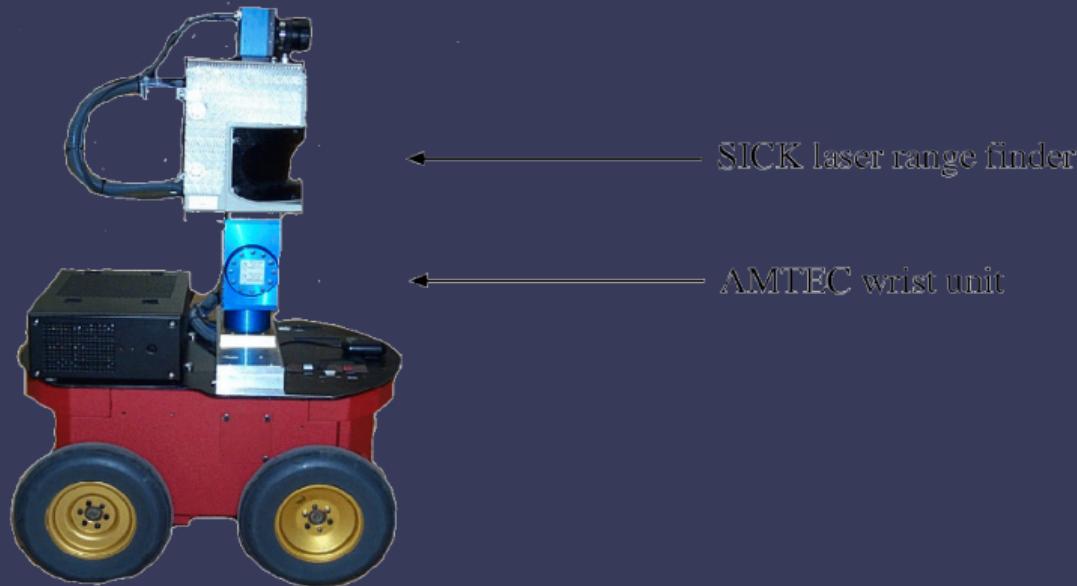
Z vector [Kümmerle et al. 2008]

# *Endpoint Sensor Model for MLS Maps*

Nesse modelo, cada raio do sensor é tratado individualmente e determinado a probabilidade de todo o scan por fatorizar todos os raios



# Resultados experimentais



Robô físico [Kümmerle et al. 2008]

# Pode ser concluído que

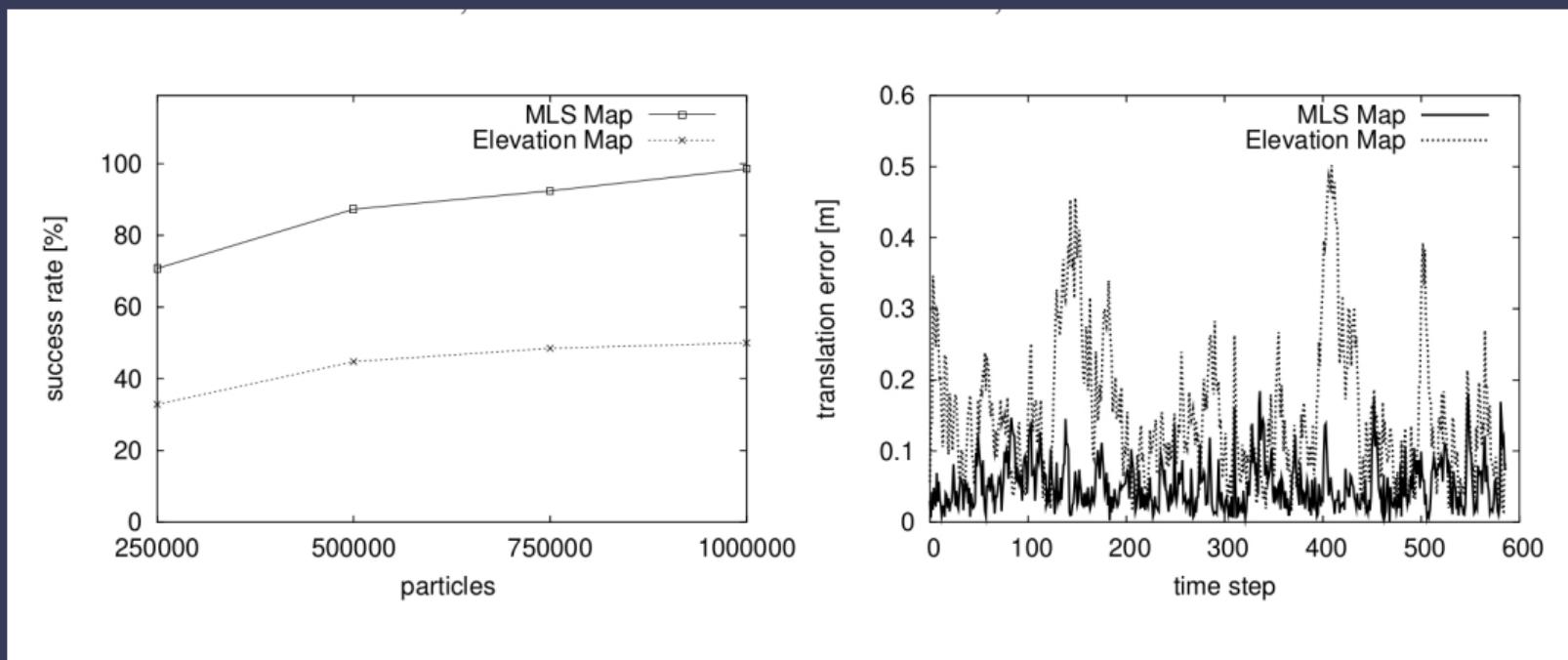
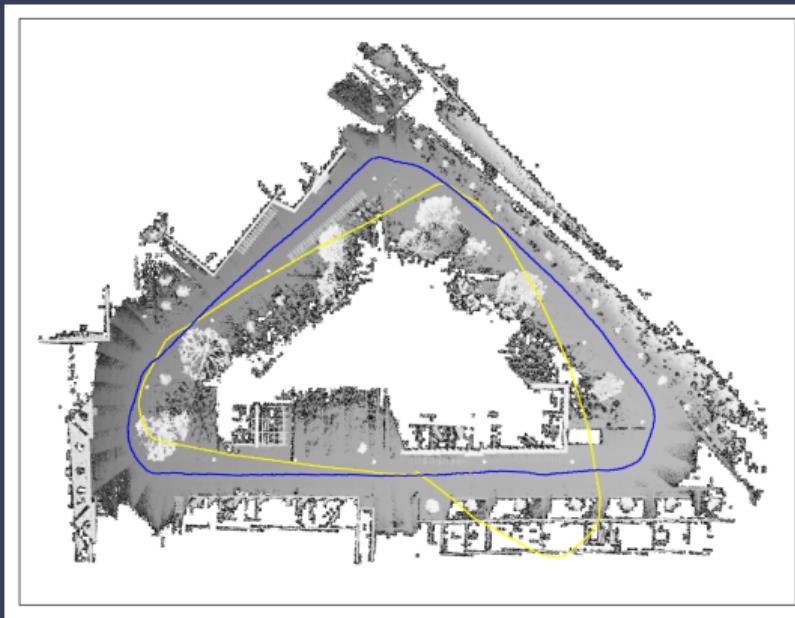


Gráfico [Kümmerle et al. 2008]

# Pode ser concluído que



Resultado [Kümmerle et al. 2008]

# References (1)

---

- [Administrador 2012] ADMINISTRADOR. **colegioweb**. 2012.  
<https://www.colegioweb.com.br/botanica/arvore.html>. (Accessed on 05/16/2022).
- [Kümmerle et al. 2008] KÜMMERLE, R. et al. Monte carlo localization in outdoor terrains using multi-level surface maps. **J. Field Robotics**, v. 25, p. 346–359, 06 2008.
- [MATLAB 2020] MATLAB. **(2) Understanding the Particle Filter — Autonomous Navigation, Part 2 - YouTube**. 2020.  
[https://www.youtube.com/watch?v=NrzmH\\_yerBU&t=795s](https://www.youtube.com/watch?v=NrzmH_yerBU&t=795s). (Accessed on 05/16/2022).

# References (2)

---

[Moldes] MOLDES, I. e. **imagensemoldes**.

<https://imagensemoldes.com.br/desenho-de-predio-png/>. (Accessed on 05/16/2022).

[Soriano 2012] SORIANO, A. **Montecarlo localization - YouTube**. 2012.

<https://www.youtube.com/watch?v=lCXv4y0cwf8>. (Accessed on 04/29/2022).

[TurtleBot3] TURTLEBOT3. [https://emanual.robotis.com/docs/en/platform/turtlebot3/nav\\_simulation/](https://emanual.robotis.com/docs/en/platform/turtlebot3/nav_simulation/).

(Accessed on 05/16/2022).



# Questions?

[tiago.santanna@ieee.org](mailto:tiago.santanna@ieee.org)