

# Planejamento dinâmico de trajetórias de manipuladores subaquáticos

---

Orientando: Marco Reis

Orientador: Roberto Monteiro

Linha de pesquisa: Sistemas Complexos

Programa: MCTI - Doutorado

Abril de 2020

Sistema FIEB



PELO FUTURO DA INOVAÇÃO

## Contexto

---

A pesquisa desta tese visa desenvolver um modelo para a compensação das perturbações sofridas por manipuladores utilizados em veículos submarinos remotamente controlados, buscando dessa forma uma maior eficiência no planejamento e realização de trajetórias específicas de atividades submarinas.

Pontos cruciais para o setor de atividades submarinas utilizando veículos submarinos:

1. tempo de realização da atividade;
2. complexidade da operação;
3. eficiência da tarefa.



# O Sistema

## Planejamento dinâmico de trajetórias de manipuladores subaquáticos

### Variáveis externas

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua

luminosidade  
corrente marítima  
pressão  
material suspenso na água



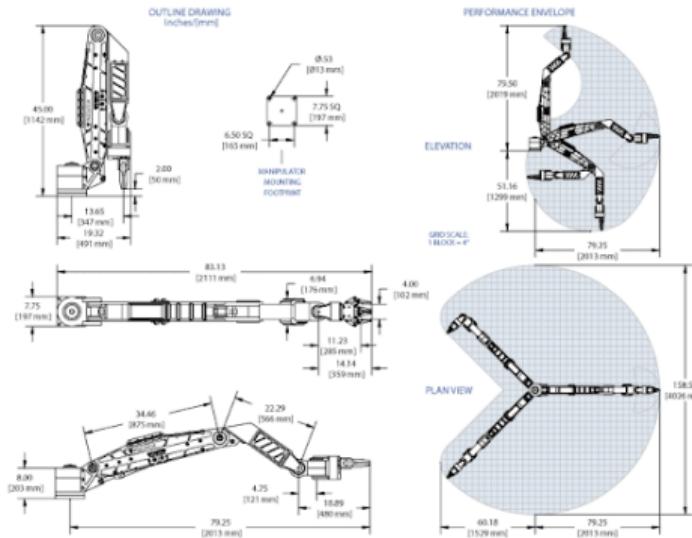
- planejamento
- controle cinemático
- controle de força
- atuação
- controle de movimentação
- integração
- design mecânico

ação multiplativa das perturbações e a própria ação da navegação do ROV



stress  
sono, fome,  
família, carga  
horária, política,  
perspectivas,  
salário, amante,  
humor, tipo  
psicológico,  
medo

# Questões de Pesquisa



1. De que forma as perturbações podem ser compensadas num manipulador submarino?
2. Qual o modelo para uma melhor eficiência de trajetórias?
3. Quais variáveis são preponderantes para um controle de trajetórias?
4. Como estas variáveis podem interferir num novo modelo?

## Objetivo geral

---

Propor um modelo dinâmico para  
planejamento de trajetórias.

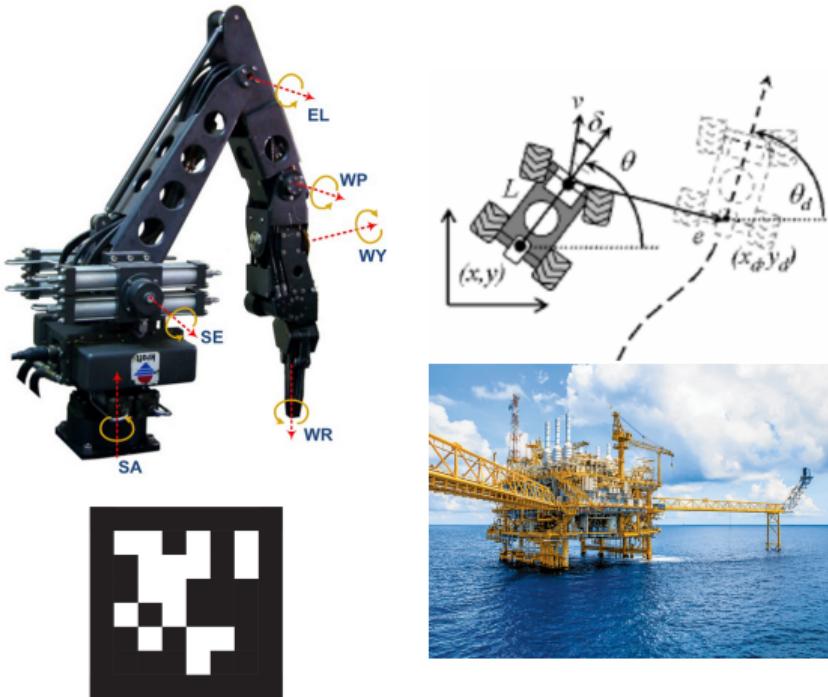
## Objetivos específicos

---

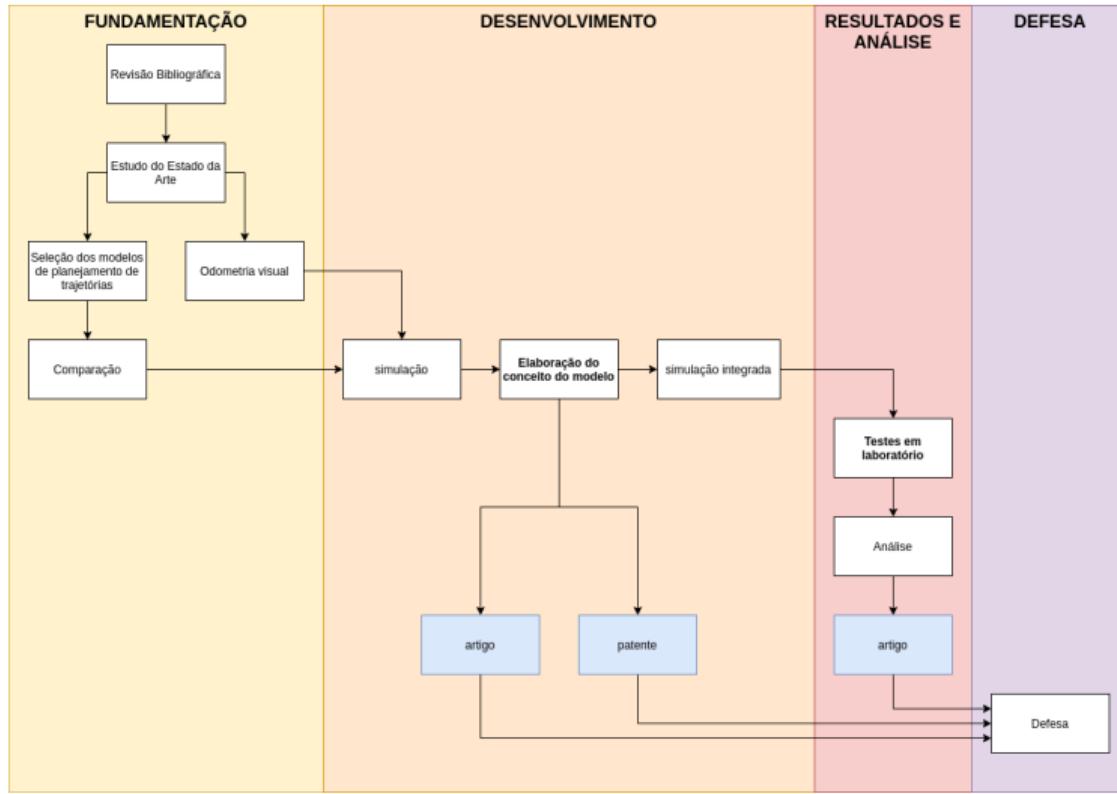
1. Realizar **comparação** entre modelos existentes de planejamento de trajetórias.
2. Implementar **odometria visual** num manipulador.
3. **Integrar** a odometria visual com o modelo de planejamento de trajetórias.
4. **Simular o modelo** no sistema proposto do manipulador.

# Categorias Teóricas

- Planejamento dinâmico de trajetórias.
- Odometria visual.
- Manipuladores subaquáticos.
- Manipuladores autônomos.
- Manipuladores subaquáticos autônomos.
- Operação submarina autônoma.



# Metodologia



# Aspectos da Estatística na Metodologia

---

No processo **Simulação** serão testados

- os modelos de planejamento de trajetória selecionados na fase de **FUNDAMENTAÇÃO**; e
- os modelos de odometria visual.

Estes modelos ainda não foram definidos e serão testados de forma isolada. Está prevista uma *Análise de Variância* dos erros comparativos entre o planejado e o executado de cada um dos modelos. O tempo não será levado em consideração pelo fato de estar sendo usado o simulador GAZEBO<sup>1</sup>, o tempo referencial é baseado no tempo de uso dos processadores durante a simulação, dessa forma sendo consideração impreciso na sua marcação.

---

<sup>1</sup>Simulador de robótica 3D de código aberto, integra o motor de física ODE, renderização OpenGL e código para simulação de sensores e controle de atuadores.

# Aspectos da Estatística na Metodologia

---

No processo **Simulação Integrada** os modelos testados serão combinados com os modelos de planejamento e odometria, sendo agora acrescentado o modelo da tese em questão. Da mesma forma que o processo anterior, será utilizado uma *Análise de Variância* para determinar o potencial do modelo sugerido frente a combinação dos outros modelos pré-definidos.

Nesta etapa do **DESENVOLVIMENTO**, a estatística estará amparando estes dois processos da metodologia; o foco principal do uso da estatística estará fortemente sendo considerado na etapa de **RESULTADOS E ANÁLISE**.

Vale ressaltar que não serão consideradas as variáveis externas ao sistema: luminosidade, pressão e sujidade da água; ficando somente a perturbação utilizada tanto para a simulação como para os testes no laboratório.

# Aspectos da Estatística na Metodologia

---

Na etapa de **RESULTADOS E ANÁLISE**, dois processos são considerados:

- testes em laboratório; e
- análise.

Estes testes serão realizados com o manipulador UR-5 integrado na plataforma móvel Warthog.



# Aspectos da Estatística na Metodologia

---

Basicamente será realizado um *Planejamento de Experimentos* tomando as variáveis independentes como: **modelo de planejamento, modelo de odometria, tipo de trajetória, e modo de perturbação.**

Conforme apontado anteriormente os níveis desejados dos modelos ainda não foram definidos porém para o tipo de trajetória será planejado dois níveis: linear e circular; e para o modo de perturbação será considerado dois níveis de perturbação no qual caracterizará as correntes marítimas que causam perturbações nas trajetórias de manipuladores submarinos.

Os resultados esperados serão o tempo de execução da trajetória e o erro comparativo; buscando entender a interação entre as várias independentes e as dependentes.

Após a constatação da eficiência do modelo proposto, será realizado um último teste com o modelo buscando a Repetibilidade e Reprodutibilidade do modelo diante dos tipos de trajetórias propostas anteriormente, mostrando dessa forma uma certa aceitabilidade para as perturbações testadas.

## Referências

---

- GUANGYI, Z. et al. Research on underwater safety inspection and operational robot motion control. In: IEEE. 2018 33rd Youth Academic Annual Conference of Chinese Association of Automation (YAC). [S.I.], 2018. p. 322–327.
- BRUNO, F. et al. Augmented reality visualization of scene depth for aiding rov pilots in underwater manipulation. Ocean Engineering, Elsevier, v. 168, p. 140–154, 2018.
- LEBORNE, F. et al. Dynamic modeling and identification of an heterogeneously actuated underwater manipulator arm. In: IEEE. 2018 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA). [S.I.], 2018. p. 1–9.
- BARBIERI, L. et al. Design, prototyping and testing of a modular small-sized underwater robotic arm controlled through a master-slave approach. Ocean Engineering, Elsevier, v. 158, p. 253–262, 2018.

## Referências

---

- KURUMAYA, S. et al. A modular soft robotic wrist for underwater manipulation. *Soft robotics*, Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA, v. 5, n. 4, p. 399–409, 2018.
- SIVČEV, S. et al. Underwater manipulators: A review. *Ocean Engineering*, Elsevier, v. 163, p. 431–450, 2018.
- SIVČEV, S. et al. Collision detection for underwater rov manipulator systems. *Sensors*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 18, n. 4, p. 1117, 2018.