Gestão:

Reunião de Acompanhamento e Avaliação - RAA 2026

DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ RECONFIGURÁVEL COM MECANISMO AUTOALINHADO PARA INSPEÇÃO E LOCOMOÇÃO EM TUBULAÇÕES

Garzon Vergara, D.F. [1]; Martins, D. [2]; .[1]Bolsista do PRH 45/UFSC, Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC. E-mail: dubergarzon597@gmail.com.
[2]Docente do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC– UF. E-mail: daniel.martins@ufsc.br

MOTIVAÇÃO

- Corrosão e fadiga mecânica
- Riscos de falhas e vazamentos
- Necessidade de inspeção interna
- Solução robótica para dutos

A inspeção interna com robôs reduz a exposição humana e permite detectar falhas antes que ocorram catástrofes [1]

Mergulhadores ou ROV

PIGs Inteligentes.

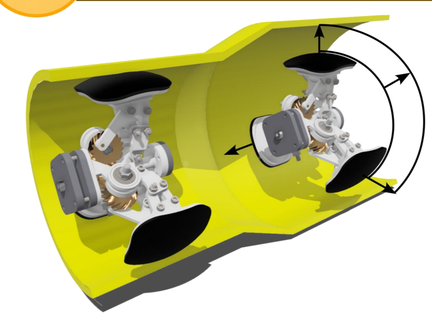


Figura 1: Protótipo Atual

OBJETIVOS

Propor e aplicar uma metodologia sistemática para avaliação e seleção de pares cinemáticos na síntese de mecanismos de autoalinhamento, utilizando um índice de avaliação ponderado para hierarquizar configurações viáveis, e validá-la no projeto de um mecanismo reconfigurável para inspeção de tubulações offshore com diâmetros de 6 e 8 polegadas:

- ❖ Realizar um levantamento do estado da arte sobre mecanismos de locomoção destinados à inspeção de tubulações offshore;
- ❖ Definir os requisitos funcionais e cinemáticos do mecanismo e realizar a síntese de número, para obtenção de cadeias cinemáticas viáveis;
- ❖ Desenvolver uma metodologia sistemática baseada em critérios ponderado para avalição e seleção de pares cinemáticos;
- ❖ Aplicar e validar a metodologia na seleção de uma configuração cinemática viável verificando sua capacidade de autoalinhamento e locomoção em diferentes diâmetros de tubulação.

APLICAÇÃO NO SECTOR DE PETRÓLEO E ENERGIA

No setor offshore, os risers e as tubulações de produção interligam os equipamentos submarinos às instalações de superfície. Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), das mais de 170 instalações marítimas em operação na costa brasileira, 55 já ultrapassaram 25 anos de operação contínua, reforçando a necessidade de estratégias e ferramentas eficientes de gestão da integridade estrutural [2].

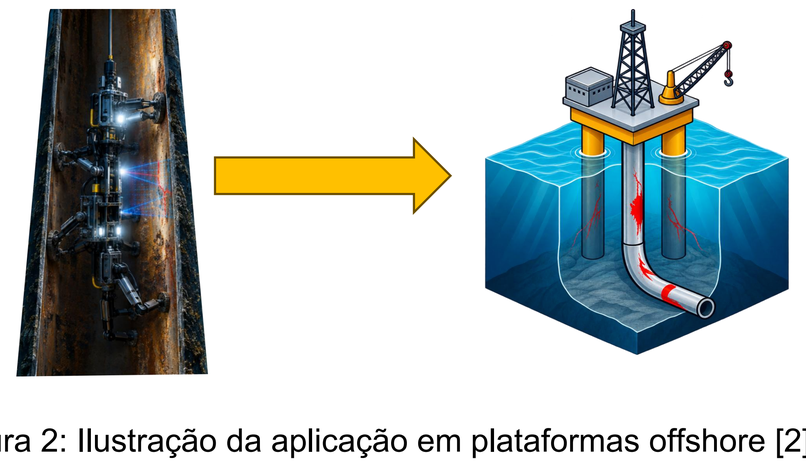
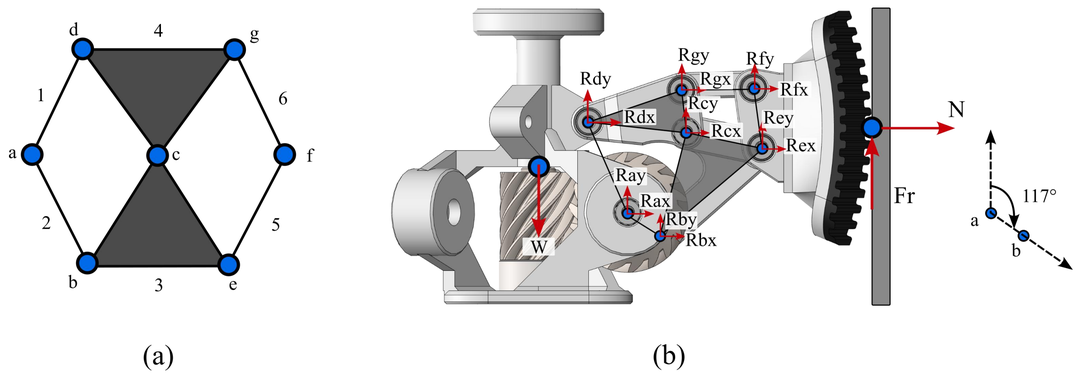


Figura 2: Ilustração da aplicação em plataformas offshore [2].

RESULTADOS OBTIDOS

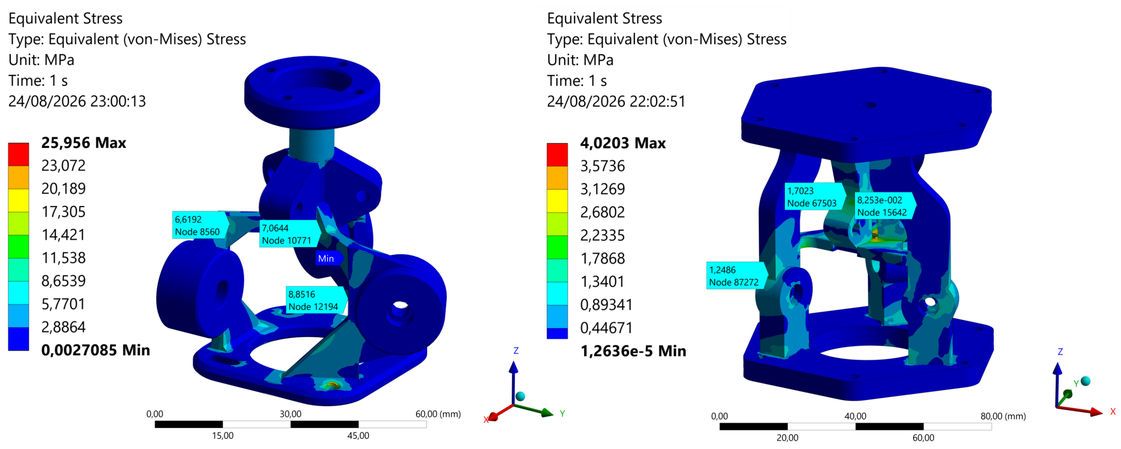
Determinação de cargas críticas pelo método de Davies.



(a) (b)

Figura 3: Representação do mecanismo utilizado para determinar as forças de reação: (a) representação grafo; (b) representação estrutural e atribuição das reações nas juntas [3].

Simulação estrutural.



(a) (b)

Figura 4: Resultados: (a) para o componente com a geometria inicial sob as cargas aplicadas; (b) resultados para o componente com a geometria otimizada sob as cargas aplicadas.

Fabricação aditiva e validação cinemática

O protótipo foi fabricado por impressão 3D, montado e testado em um duto de acrílico de 6 polegadas, demonstrando um deslocamento horizontal contínuo e uma força de ancoragem radial adequada [4].

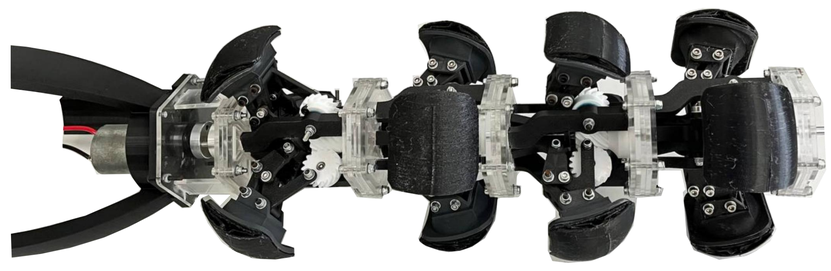


Figura 5: Protótipo físico atual com melhorias obtidas a partir das simulações [4].

AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro do Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – PRH-ANP, gerido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo nº 2025/02544-5.
Os autores agradecem à Entidade de Financiamento de Estudos e Projetos (FINEP) do Brasil pelo financiamento. Projeto nº 0378/23. E ao Laboratório de Robótica Aplicada Prof. Raul Guenther (LAR).

REFERÊNCIAS

1. Verma, A., Kaiwart, A., Dubey, N. D., Naseer, F., & Pradhan, S. (2022). A review on various types of in-pipe inspection robot. Materials Today: Proceedings, 50, 1425–1434. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.335
2. Xie, M., & Tian, Z. (2018). A review on pipeline integrity management utilizing in-line inspection data. *Engineering Failure Analysis*, *92*, 222–239. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2018.05.010
3. Davies, T. H. (1983). Mechanical networks—III Wrenches on circuit screws. Mechanism and Machine Theory, 18(2), 107–112. https://doi.org/10.1016/0094-114X(83)90102-7
4. SILVA, E. S. d. et al. Experimental validation of a mechanically synchronized modular legged robot for in-pipe locomotion. In: Book of Abstracts of the Mechanism and Machine Theory Symposium. Porto: [s.n.], 2026. p. 360–361.