

# Sistema Drone-crawler para Preparo Automatizado de Superfícies: Um Estudo de Caso no Programa Conexões para Inovação

Daniel Andrade, Francisco Reis e Clayton Rodrigues

Petrobras, SEBRAE e Aeron.



REALIZAÇÃO:

# Contexto & Desafio / Contexto y Desafío

Corrosão em estruturas metálicas on-shore e off-shore da Petrobras



Manutenção corretiva com HHER. Geralmente trabalho em altura (uso de balancins, andaimes, plataformas)



- A preparação de superfícies (remoção da corrosão) é majoritariamente realizada por operadores = HHER elevada. Se trabalho em altura = queda de produtividade e mais custos;
- Brasil registrou mais de 742 mil acidentes de trabalho em 2024 (estimado)<sup>1</sup>.
- A atividade de Manutenção e Reparação de Tanques e Reservatórios Metálicos registrou 860 afastamentos (B91) de 2014 a 2024 (53% são fraturas)<sup>1</sup>;

<sup>1</sup> OBSERVATÓRIO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO – SMARTLAB. Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho: promoção do meio ambiente de trabalho seguro, saudável e decente. 2025. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst>. Acesso em: 28 jul. 2025.

# Objetivo da Iniciativa / Objetivo de la Iniciativa

- Objetivos primários (3 impactos esperados):
  - Redução da HHER (objetivos 3 e 8 da ODS + campo social ESG);
  - Aumento da produtividade (objetivos 8 e 9);
  - Redução dos custos operacionais (objetivo 9).



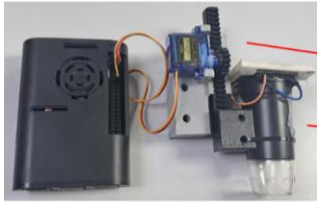
- Demais objetivos:
  - Depositar uma patente no INPI;
  - Fortalecer a área de PD&I no Brasil;
  - Entregar uma solução de alto impacto tecnológico em curto prazo (~ 1 ano);
  - Alcançar uma maturidade TRL satisfatória;
  - Compartilhamento dos conhecimentos entre envolvidos.

# Tipo de Caso & Descrição da Prática

## Tipo de Caso y Descripción de la Práctica

- Desenvolvimento de 4 soluções que podem operar de forma conjunta:

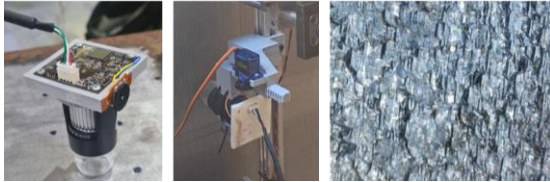
Raspberry Pi + algoritmo de rede neural



Sistema de aproximação da superfície com atuador linear

Microscópio adaptado

Foto da superfície preparada



Sistema de avaliação de rugosidade por rede neural



Crawler capaz de transportar ferramentas de preparação de superfícies



Drone e minigrua para transporte do Crawler a regiões de difícil acesso

# Originalidade & Inovação / Originalidad e Innovación

- **Crawler:**

- Capaz de transportar qualquer 2,5 kg (esmerilhadeiras, equipamentos de inspeção etc.);
- Alimentado por bateria e comunicação via RF (sem cabos externos);
- Baixo peso (< 11 kg – previsão da versão TRL 8);
- Capaz de ser transportado por um drone classe 3 (MTOW < 25 kg).

- **Drone:**

- Capaz de transportar o *Crawler*;
- Elevada carga paga (11,4 kg – 32% maior que o *benchmark*);
- Desmontável e transportável em uma caixa de ~1,3 x 1,1 x 0,5 m;
- Vetoração de 2 motores (movimentos + suaves, operação em ventos  $\leq 20$  nós);
- Leque de opções: exemplo, adaptações para ser um drone de pintura.

- **Sistema de avaliação de rugosidade por rede neural:** não há produtos no mercado. Nossa solução será portátil, compacta e embarcável.



# Colaboração & Engajamento / Colaboración y Compromiso

- Corporação: Petrobras (investimento financeiro e técnico);
- *Startup*: Aeron;
- Entidade gestora: SEBRAE;
- Colaboração em reuniões de acompanhamento: organização do *backlog* de tarefas e dos *sprints*, reformulações na alocação de verbas e cooperação em diversas áreas do desenvolvimento.
- Realização de visitas técnicas e provas de conceito:



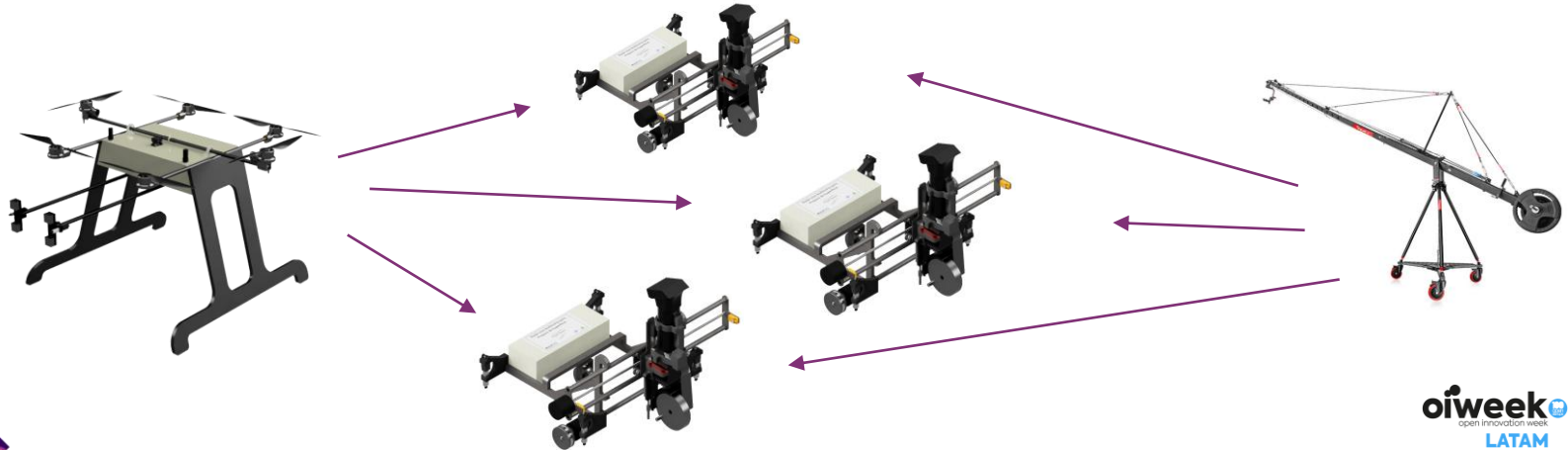
# Demonstração de Resultados / Demostración de Resultados

- Patente publicada no INPI: *Sistema Drone-Crawler para Preparo Automatizado de Superfícies*;
- Crawler TRL 6;
- Drone TRL 5;
- Minigrua TRL 6;
- Sistema de inferência de rugosidade por rede neural TRL 5;
- Teste com o *crawler* em regiões de difícil acesso e acima de 2 metros;
- Teste de voo do drone.



# Escalabilidade & Replicabilidade / Escalabilidad y Replicabilidad

- **Escalabilidade:** necessário poucos operadores para muitos agentes (*crawlers* e drones). Processo mais escalável e eficiente que a utilização de balancins, andaimes e plataformas hidráulicas;
- **Crawler:** possibilidade de adaptação para outras tarefas além da preparação de superfícies. É capaz de transportar equipamentos de até 2,5 kg (ex: transdutores e câmeras);
- **Drone:** possibilidade de adaptação para funções de pintura, devido ao alto *payload*, capacidade de transportar grandes volumes e sistema de vetorização de 2 motores (movimento + suave).
- 1 drone pode transportar uma pluralidade de *Crawlers* + possibilidade do uso de minigrua;



# Lições Aprendidas & Recomendações Práticas / Lecciones Aprendidas y Recomendaciones Prácticas

- **Inovação:** como prever as tarefas futuras? Ação: adoção da metodologia Ágil com rápidas interações de projeto em *sprints* + reuniões de *follow-up*;
- **Compras, prazo de entrega e disponibilidade:** como não impactar no cronograma e andamento do desenvolvimento? Ação: realização de *follow-ups* para entender as necessidades de forma mais eficiente e antecipada possível
- **Gestão de HH:** desafio / obstáculo mais crítico. Ação: reuniões de *follow-up* para o ajuste das tarefas e acompanhamento da evolução da curva S;
- **Demais desafios inerentes a inovação aberta:** trocas de conhecimento e boa comunicação, são fundamentais para o êxito dos desenvolvimentos (intercambio de conhecimentos técnicos entre Aeron e Petrobras e de gestão entre Aeron, Petrobras e SEBRAE).

# Encerramento & Contato / Cierre y Contacto

- Próximos passos:
- Programa Conexões para Inovação – Módulo Cooperações Tecnológicas (Petrobras):
  - As soluções apresentadas foram selecionadas para serem aprimoradas, com objetivo de elevar a maturidade dos 4 desenvolvimentos para TRL 8 (expectativa, final de 2027).
- Finalização do processo publicação da patente no INPI.
- Estudos para avaliar novas aplicações: exemplo, adaptação para drone de pintura e *Crawler* de inspeção.

- Contatos:

Clayton Rodrigues  
[crodrigues@petrobras.com.br](mailto:crodrigues@petrobras.com.br)



Daniel Andrade  
[Daniel.andrade@aeron-eng.com.br](mailto:Daniel.andrade@aeron-eng.com.br)  
+55 (31) 98444-8592  
**AERON**

Francisco Reis  
[franciso@aeron-eng.com.br](mailto:franciso@aeron-eng.com.br)  
+55 (31) 98872-4699  
**AERON**

4° Congreso  
Latinoamericano  
de Casos de  
Open Innovation

Obrigado!  
¡Gracias!



REALIZAÇÃO:

**oiweek** 100  
open innovation week  
**LATAM**

