Gestão:

Reunião de Acompanhamento
e Avaliação - RAA 2026

# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA À INSPEÇÃO DE CORROSÃO EM ESTRUTURAS NAVAIS E OFFSHORE

**Luis Felipe Meira Porto[1] · Marcelo Caire[2]**

[1]Bolsista PRH18-ANP (MSc), Eng. Naval – UFRJ / LabNEO – luisfelipemeira@oceanica.ufrj.br

[2]Orientador – Prof. Dr., DENO/PEnO – UFRJ

## INTRODUÇÃO

**≈ 3% do PIB**
custo mundial da corrosão: ≈ US$ 2,5 trilhões/ano

**até 40%**
dos custos operacionais offshore vão para manutenção



**Hoje:** inspeção visual, em locais de difícil acesso e com julgamentos que variam entre inspetores

**Oportunidade:** IA e visão computacional para identificar e medir o dano de forma objetiva

## OBJETIVO

Avaliar a IA como ferramenta de apoio à inspeção, tornando a **identificação e a quantificação** da corrosão mais objetivas e consistentes.

## METODOLOGIA

**ETAPA 1** — **Validação** — 471 imagens — pontes (literatura)

**ETAPA 2** — **Treinamento** — 6.903 imagens — base pública

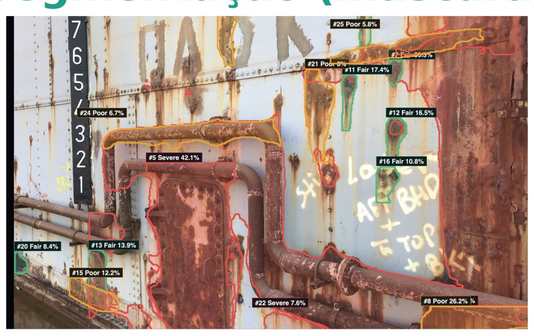
**ETAPA 3** — **Aplicação** — cascos de navios

**Três gerações de redes de aprendizado profundo:**

- **Mask R-CNN** — clássica (2017)
- **YOLOv11** — rápida, estágio único
- **RT-DETR** — transformer (2024)

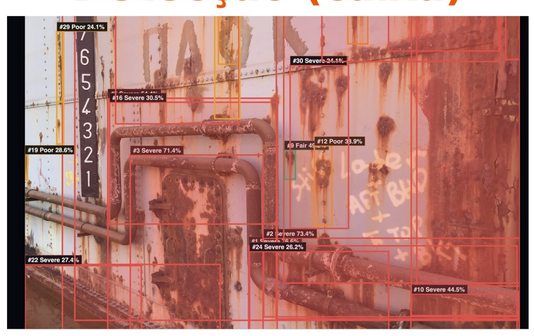
**Duas formas de representar o dano:**

**Segmentação (máscara)**



só o dano é medido

**Detecção (caixa)**



dano + metal íntegro

Mesmo protocolo para todas as redes: **transfer learning**, 150 épocas e 3 níveis de severidade

## FERRAMENTAS DESENVOLVIDAS

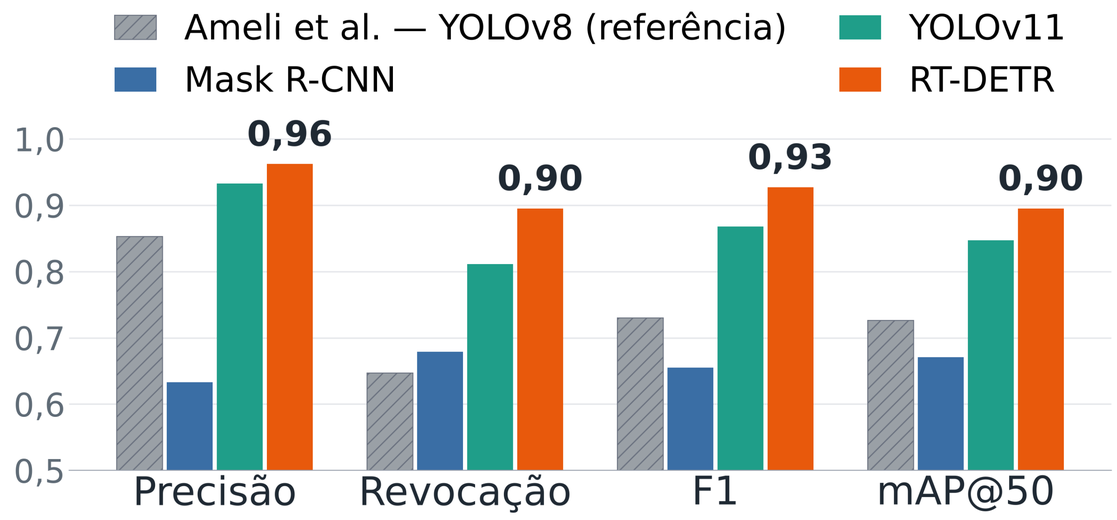
### Corrosion Labeler

- IA sugere os contornos
- especialista revisa
- 6.903 imagens anotadas

### Inference Evaluator

- mede a área por severidade
- gera laudo em PDF
- funciona offline

## RESULTADOS




*Conjunto de teste da base de referência (Ameli et al., 2024)*

- **Alto desempenho:** o RT-DETR acerta 96% das detecções e encontra 90% das regiões corroídas
- Redes recentes superam a literatura: **até +38% de revocação**
- Mask R-CNN reproduz o estudo original → **metodologia validada**

## ACHADO PRINCIPAL: DETECTAR NÃO BASTA




Na mesma imagem, a caixa estima ≈ 5× mais área e muda a severidade de **LEVE** para **SEVERA**

## GANHOS PARA A INDÚSTRIA

**Segurança**
menos inspetores expostos em altura e espaços confinados

**Consistência**
mesmo critério em todas as inspeções

**Rastreabilidade**
laudos objetivos e auditáveis

**Manutenção certa**
evita reparos desnecessários ou insuficientes

## CONCLUSÕES

- **Não basta detectar a corrosão: é fundamental quantificá-la**
- Uso combinado: **RT-DETR** na triagem; **YOLOv11-seg** mede a área para o laudo
- Mais confiabilidade e suporte técnico às decisões de inspeção e manutenção

## AGRADECIMENTOS

O PRH 18 agradece ao apoio financeiro do Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – PRH18-ANP, gerido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Processo n° 2025/03263-0.

O autor agradece ao LabNEO/UFRJ pela infraestrutura e aos Profs. Marcelo Caire, Irving Fontes e Murilo Vaz.