



Inovações tecnológicas para levantamento visual contínuo na avaliação funcional de rodovias



TRIBUNAL DE CONTAS
ESTADO DO AMAZONAS

Estrutura da Apresentação

- Contextualização: Programa “Cientista Chefe”
- O que é a ferramenta MIDR/HORUS
- Como funciona
- Precisão
- Novas funcionalidades em desenvolvimento
- Uso no TCE/CE
- Uso por outros órgãos de controle
- Considerações finais e agradecimentos

Programa Cientista Chefe

Lei Nº 17.378, 4/01/2021



No histórico...

113

Projetos
encerrados

+2.500

Bolsas
implementadas

*Áreas em implementação

21

Cientistas Chefe

Agricultura
-

Economia
Azul
(9)

Avaliação das
Ações de C&I
(8)

Cultura
(2)

Economia
-

Educação
(2)

Energia
-

Infraestrutura
Viária - TCE
(2)

Infraestrutura
Costeira
(1)

Ecosistema de
Inovação
(2)

Justiça
(4)

Meio Ambiente
(8)

Pecuária
(1)

Pesca
(2)

Proteção Social
(2)

Recursos
Hídricos
(4)

Saúde
(1)

Transformação
Digital
(1)

Política Fiscal
(1)

Planejamento
Urbano -
Fortaleza
(1)

Trabalho
(3)

Mulheres
(1)

Primeira
Infância
(1)

Diversidade*
(1)

Direitos
Humanos*
(1)

55

Projetos em curso

455

Bolsas ativas

Maturidade de um projeto de inovação

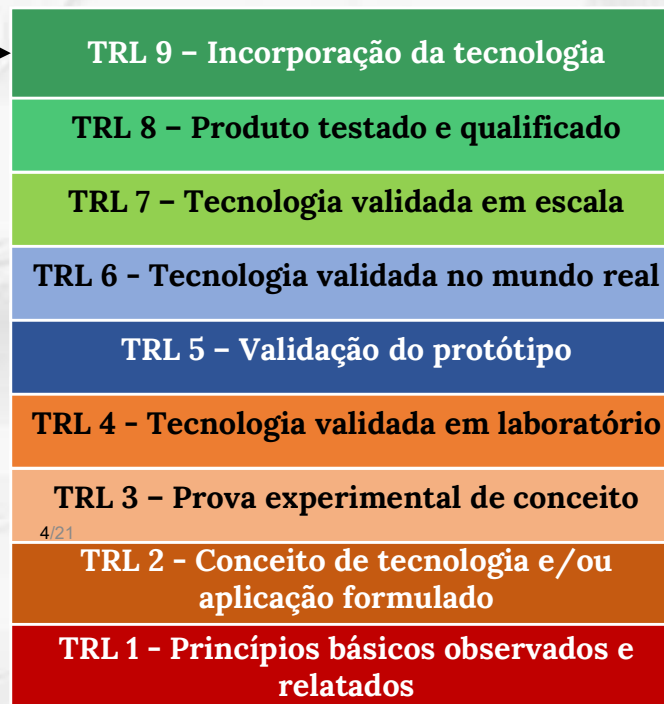


Variáveis mais relevantes para o **êxito dos projetos**:

- 1) **Qualificação da demanda** pelo órgão público (gestores e equipe técnica), em conjunto com a equipe de pesquisadores;
- 2) **Solução com capacidade para ser capturada** por parte do poder público (*concretude; tecnologia*).



Objetivo do programa: desenvolver soluções maduras para os órgãos demandantes e que tenham impacto concreto em políticas públicas.



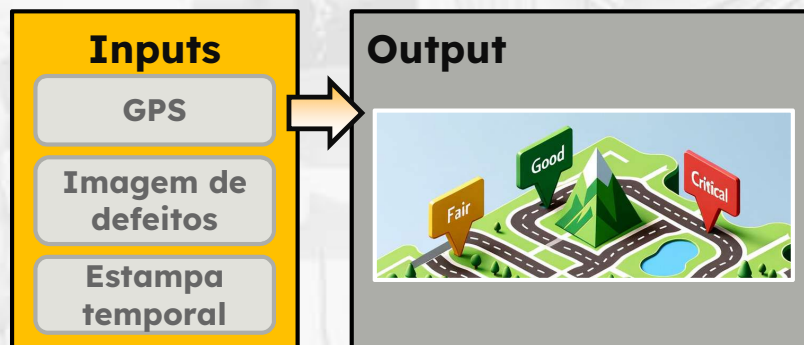
4/21

O que é o MIDR/HORUS

MIDR - MEDIDOR DE IRREGULARIDADE E DEFEITOS EM RODOVIAS



MIDR



Uso de imagens de smartphones e Inteligência Artificial para reconhecer defeitos automaticamente.

Atualmente o modelo é especializado em Trincas, Remendos e Panelas.

Detecção Automática de Defeitos

Coleta de grandes quantidades de imagens



Inputs

GPS

Imagem de defeitos

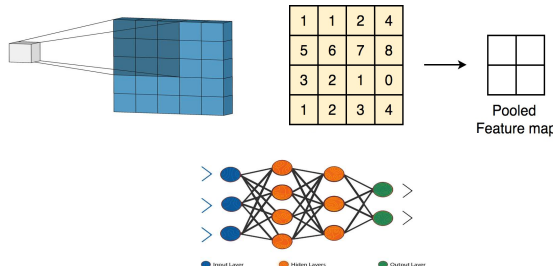
Estampa temporal

Output

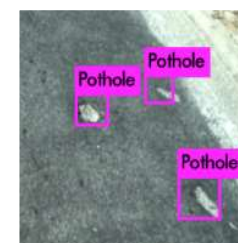
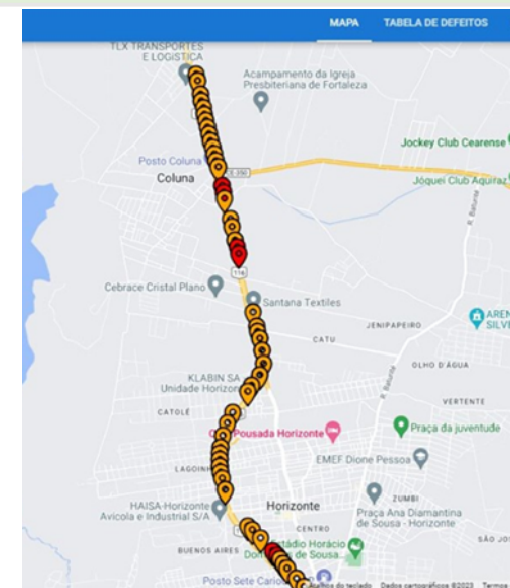


MIDR

Processamento das imagens com Deep Learning



Manejo de dados em larga escala



MIDR/Horus



Número de imagens utilizadas para treinamento da IA

Trincas: 1.942

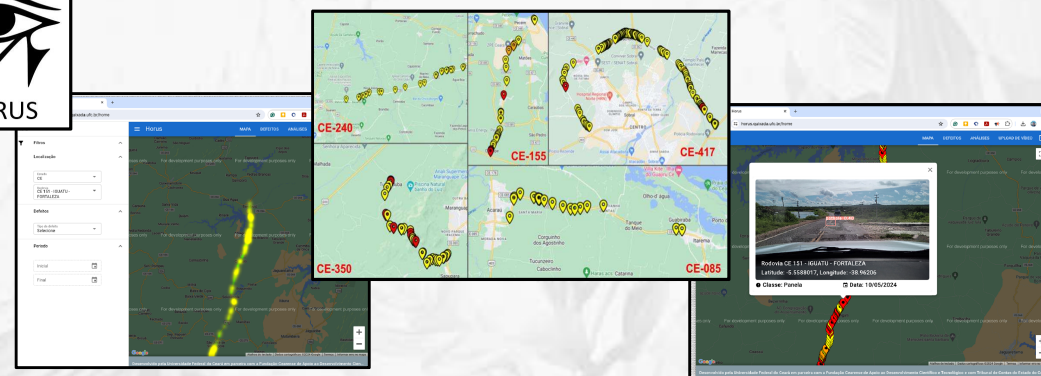
Remendos: 5.166

Panelas: 1.175

Sinalização (warning): 4.549

Sinalização (regulamentação): 5.222

Sinalização (indicação): 2.071

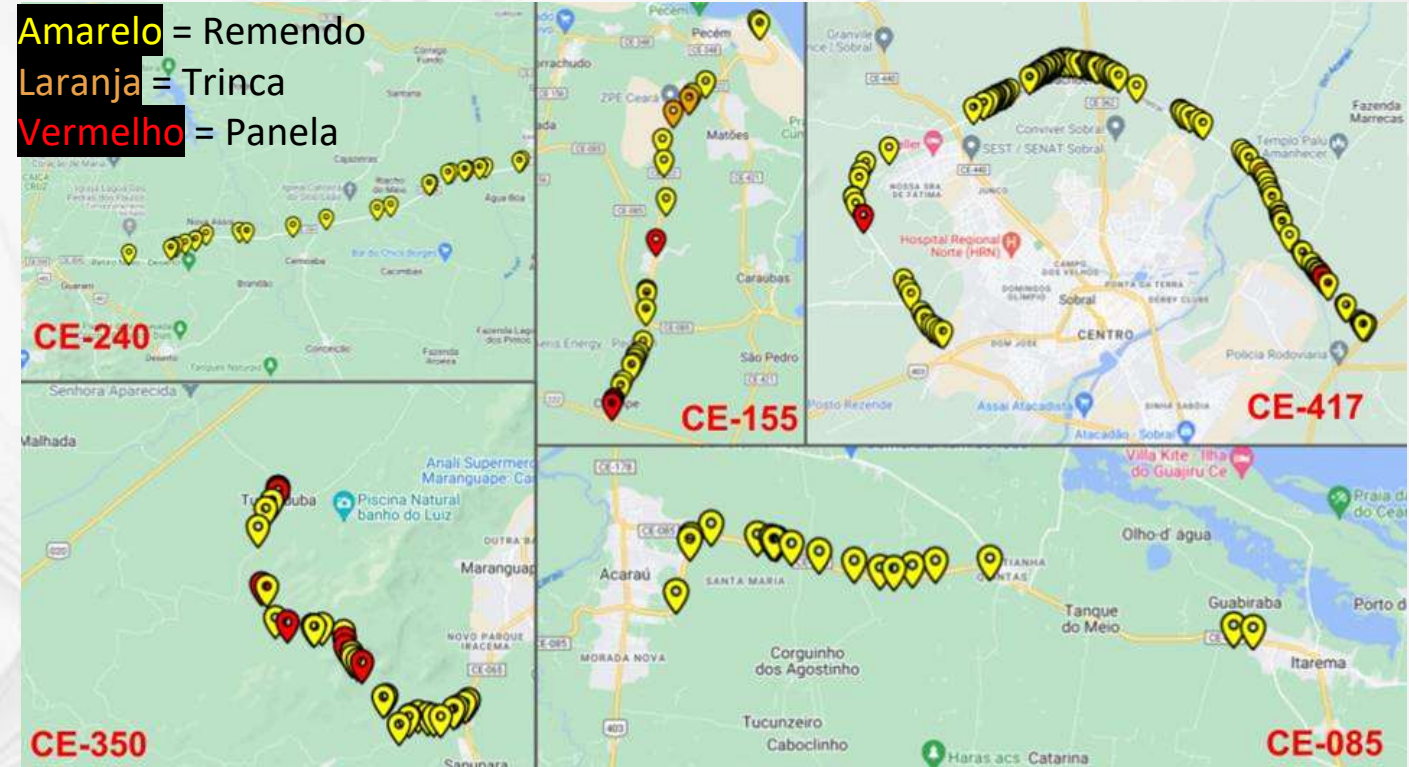


Heatmaps

A contagem de defeitos e irregularidade são registradas

Identificação de rodovias em pior estado de conservação

Utilização dos resultados como evidências ou como critério de risco para seleção de objetos



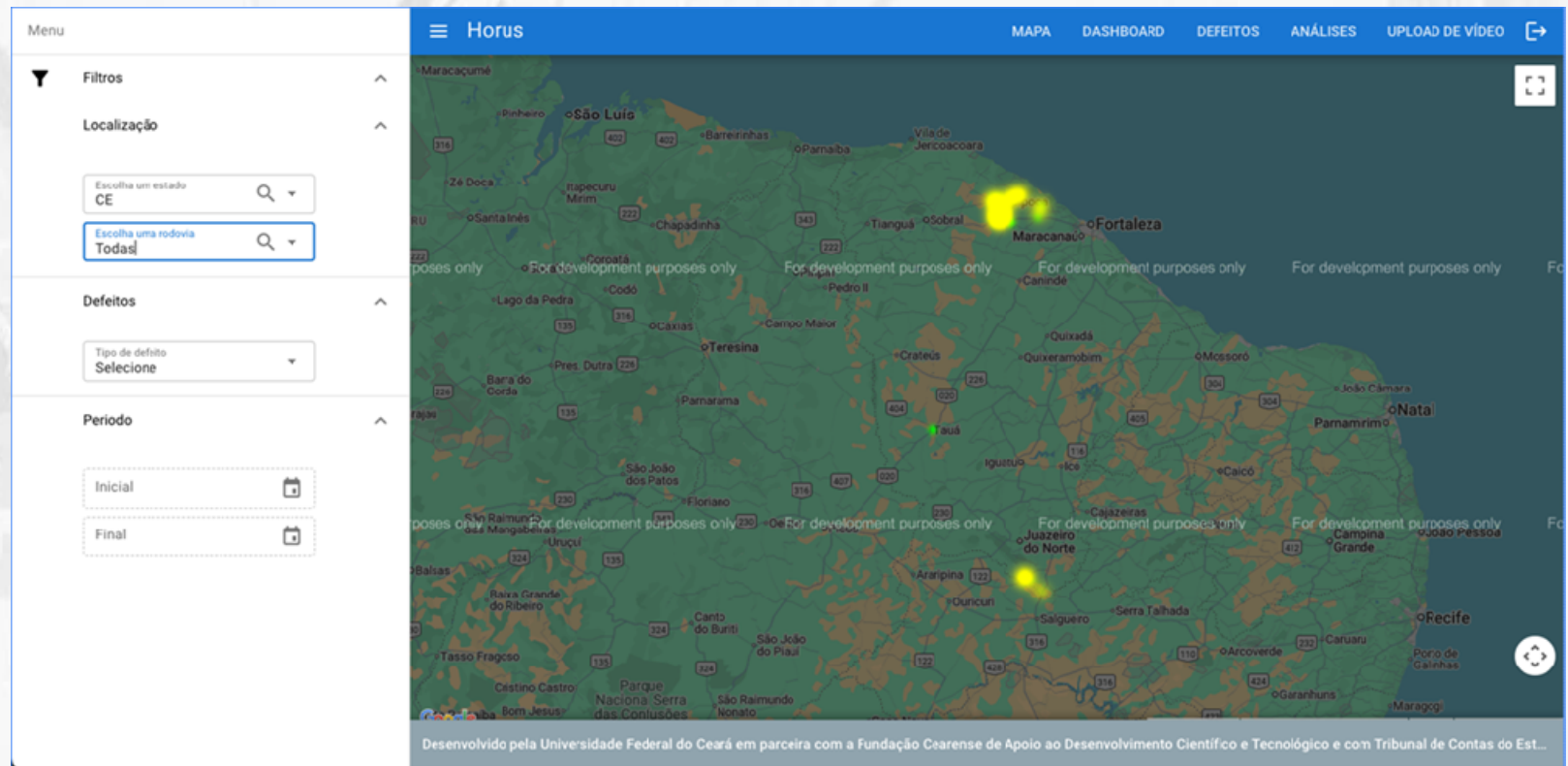
O Sistema MIDR/Horus é uma ferramenta de baixo custo que auxilia na auditoria de obras de infraestrutura viária.

Horus



Mapas Interativos

A visualização distingue o tipo de defeitos ao mostrá-los. Suporte a visualização tradicional e mapa de calor.



Horus



Visualização em Mapa

Os defeitos identificados aparecem na latitude e longitude apontada durante a análise da rodovia.

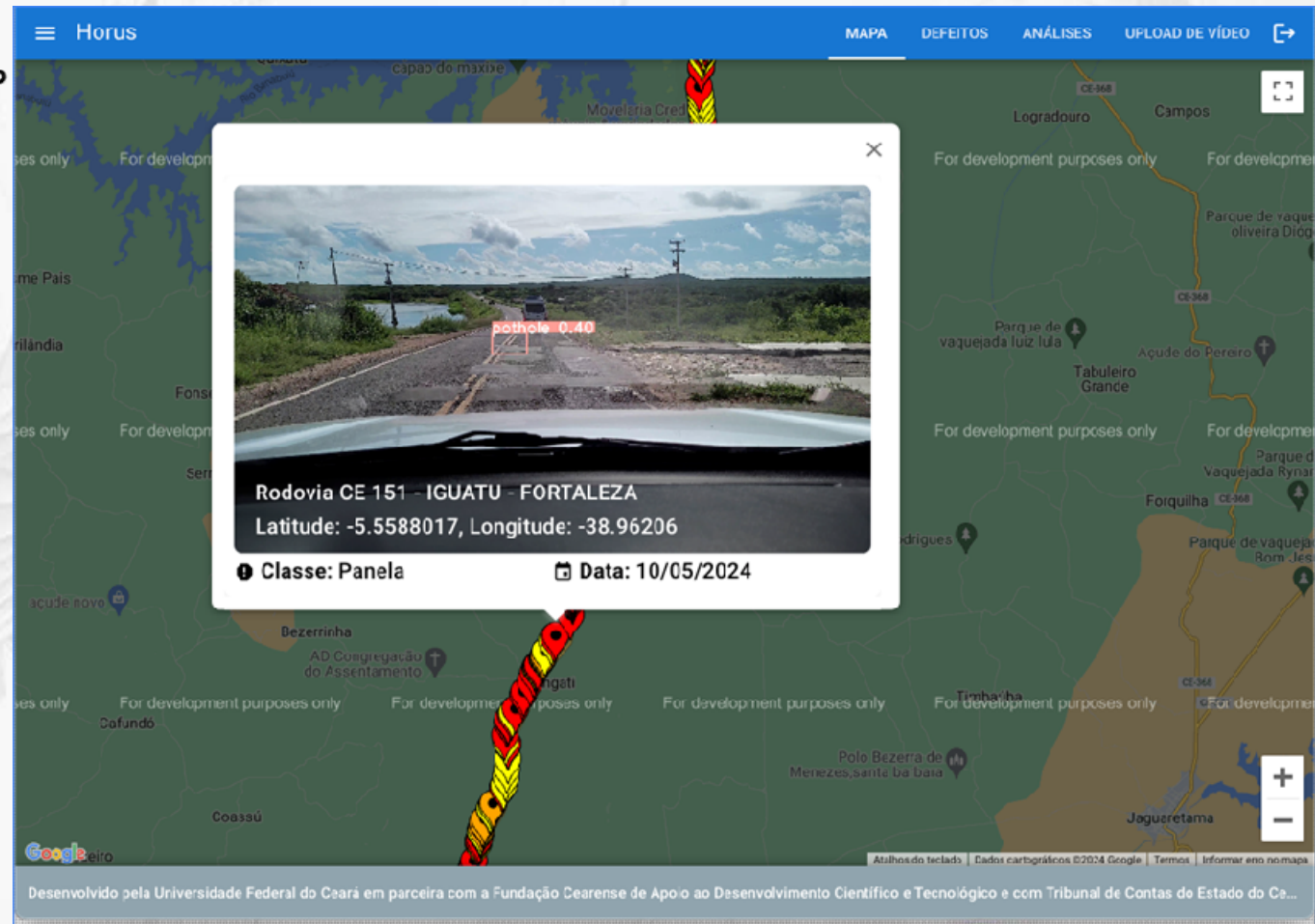


Horus



Estado Atual das Vias

Uma vez que a via foi analisada é possível saber quantos defeitos e qual o tipo de cada defeito de forma simples.



Horus



Análise Comparativa*

Vias que foram analisadas mais de uma vez podem passar por um análise comparativa.

Horus

MAPA

DASHBOARD

DEFEITOS

ANÁLISES

UPLOAD DE VÍDEO

Escolha u...
CE

Escolha u...
Todas

Buscar

Dashboard de rodovias

Rodovia ↑	Número de análises	Rachadura	Remendo	Panela	Defeitos totais	Ações
CE 168 - TESTE	1	0	0	5	5	
CE 390	1	4	8	3	15	
CE-243-URUBURETMA-ITAPAJÉ	2	9	11	10	30	
CE-333-CERMOABA-TURURU	2	1	10	4	15	
CE-341-CROATÁ-ENTR.CE-085	1	2	20	1	23	
CE-354 - CONTORNO DE ITAPIPOCA - PD	1	3	20	4	27	
CE-354 - CONTORNO DE ITAPIPOCA - PE	1	0	14	3	17	
CE-354 - ENTR.BR-222-SÃO JOAQUIM	1	0	3	6	9	
CE-354 - PARRA-ITAPIPOCA	1	3	5	2	10	

Rodovias por página: 10 1-9 de 9

Desenvolvido pela Universidade Federal do Ceará em parceria com a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e T...

Horus

MAPA

DASHBOARD

DEFEITOS

ANÁLISES

UPLOAD DE VÍDEO

Escolha u...
CE

Escolha u...
CE-243-U

Buscar

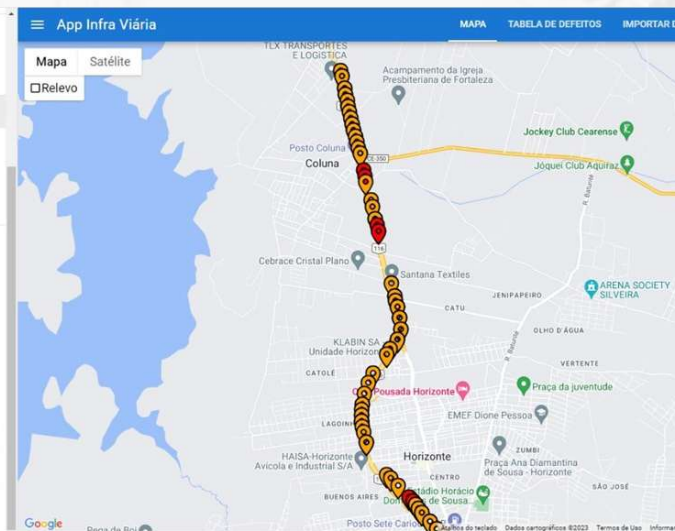
Dashboards de rodovias

Rodovia ↑	Número de análises	Rachadura	Remendo	Panela	Defeitos totais	Ações
CE-243-URUBURETMA-ITAPAJÉ	2	9	11	10	30	

Rodovias por página: 5 1-1 de 1

Desenvolvido pela Universidade Federal do Ceará em parceria com a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e T...

Métricas e Melhoria Sistemática

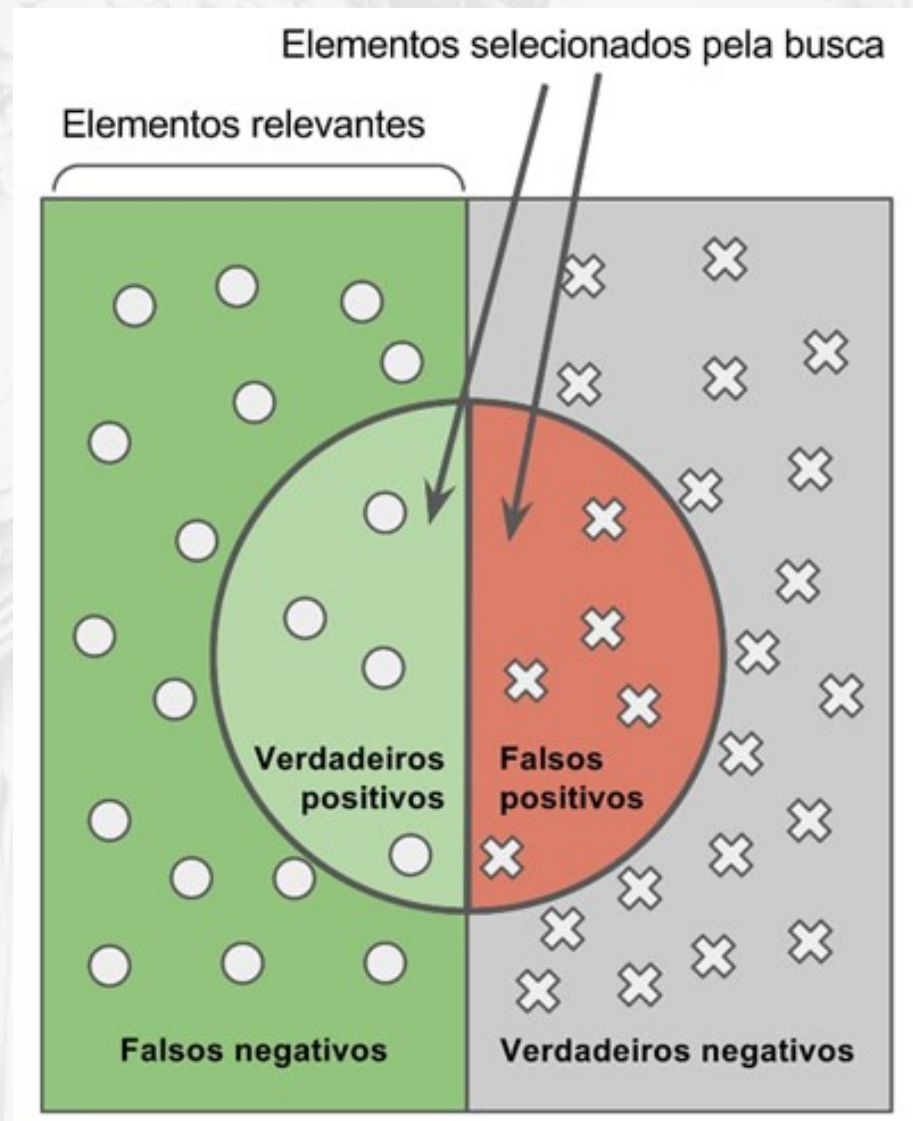
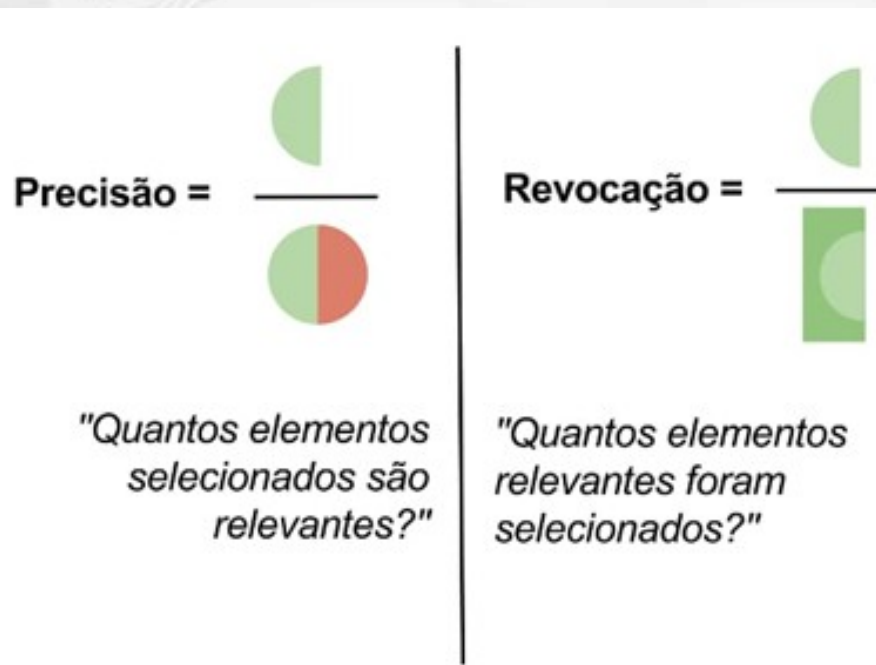


Publicações científicas

Classes	Precisão (%)	Revocação (%)	F1-Score (%)
Média	74.7	71.7	72.3

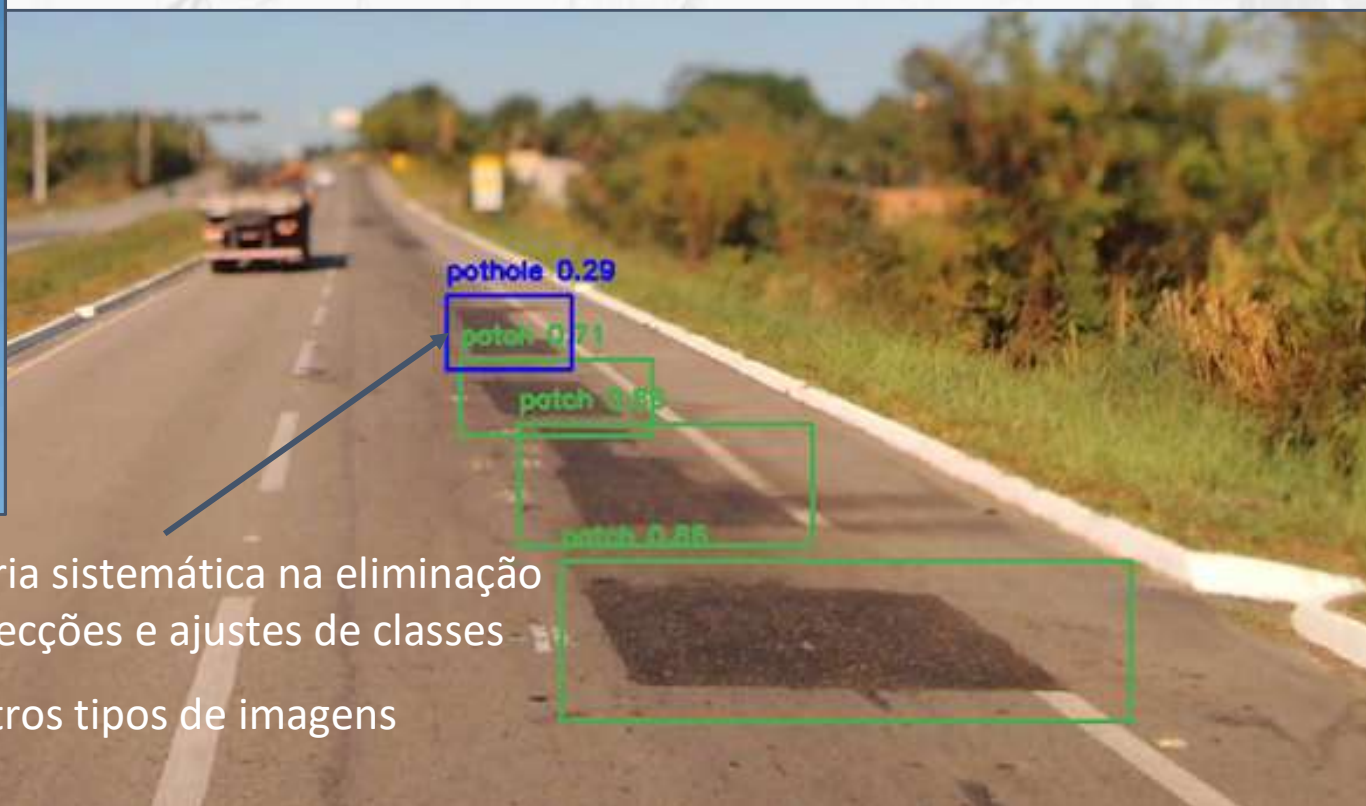


Precisão



Publicações científicas			
Classes	Precisão (%)	Revocação (%)	F1-Score (%)
Média	74.7	71.7	72.3

Atualizações em Curso



OBS.: Melhoria sistemática na eliminação de falsas detecções e ajustes de classes

+ uso de outros tipos de imagens

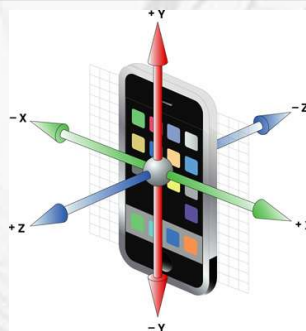


Detecções simultâneas e sinalização



Atualizações em Curso

Irregularidade longitudinal é a variação da superfície do pavimento ao longo do eixo da via, que afeta o conforto, a segurança e o desempenho dos veículos.



Inputs

GPS

Aceleração

Estampa
temporal

Output



Uso de acelerometria e contagem de defeitos com *smartphones* e para prever a irregularidade longitudinal sem uso de perfilômetros.

Atualmente o modelo utiliza de ferramentas matemáticas e de regressão.

Estudo preliminar sobre irregularidade

Correlação de contagem de defeitos por meio dos índices de gravidade global (IGG) e índice de gravidade expedito (IGGE)

DNIT 006/2003 – PRO – Levantamento Visual Contínuo para avaliação da condição de superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos.

DNIT 008/2003 – PRO – Procedimento para cálculo do IGG.

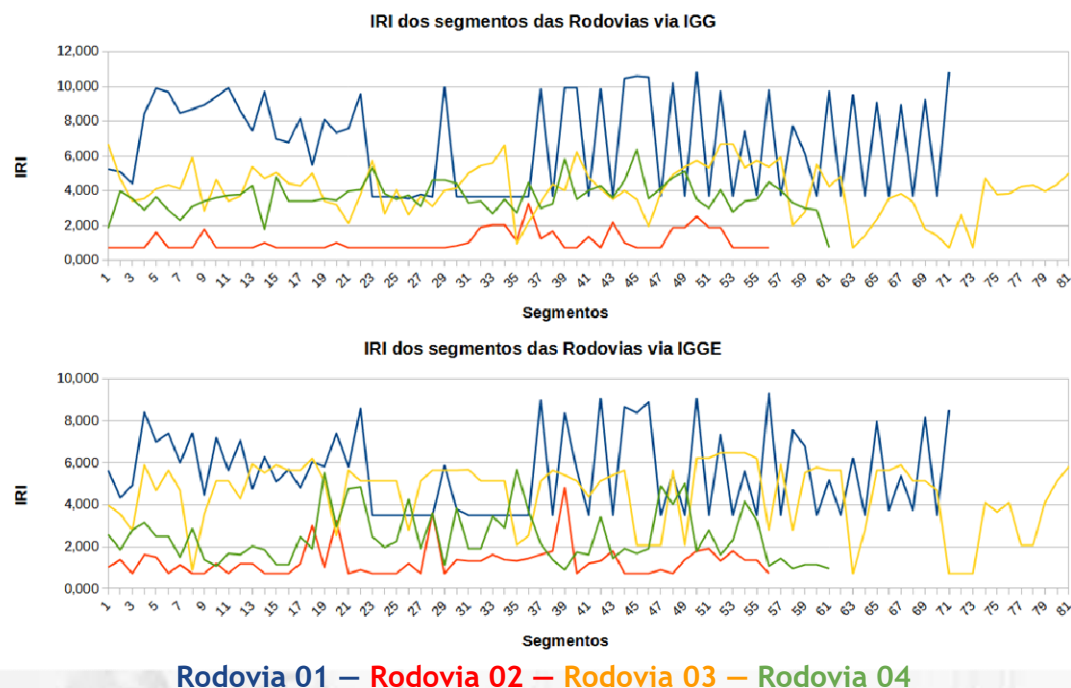
DNIT 009/2003 – PRO – Procedimento para cálculo do IGGE.



18/51

Estudo preliminar sobre irregularidade

● Correlação Irregularidade x Levantamento de defeitos



A Rodovia 01 apresenta a **pior** condição. A Rodovia 02 apresenta a **melhor**, e as Rodovias 03 e 04 apresentam condições **medianas**.

Ambos os gráficos possuem o **mesmos padrões**.

PRÓXIMOS PASSOS:

Correlacionar resultados do modelo desenvolvido com os de deslocamentos calculados a partir de acelerometria do *smartphone*

Métricas de Armazenamento

Métricas de referência			
Distância percorrida (km)	Tempo de levantamento (h)	Velocidade média (km/h)	Tamanho total dos arquivos (Gb)
99,8	1:51:56	53,46	33,58
Estimativa de custo anual			
Malha do Ceará (km)	Estimativa de armazenamento (gb)	Custo mensal do armazenamento (US\$/gb)	Custo anual (R\$)
9.000	3.028,28	\$ 0,035	R\$ 7.122,51

DNIT

Online - Fortaleza – 06 de agosto de 2025

Utilização no TCE/CE



Treinamento com Motoristas



Acompanhamento de desempenho do sistema



Novas avaliações a cada viagem

Missões dos motoristas do TCE => dados MIDR

21/51

Utilização por outros órgãos de controle

Registro de Programa de Computador - MIDR




REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: BR512024001731-3

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expediu o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 31/07/2023, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: MIDR - Medidor de Irregularidades e Defeitos em Rodovias

Data de publicação: 31/07/2023

Data de criação: 31/07/2023

Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ; FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO ? FUNCAP; TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO CEARÁ

Autor(es): LUCAS FEITOSA DE ALBUQUERQUE LIMA BABADOPULOS; JORGE BARBOSA SOARES; HAIKEL BUGANEM BUSGAB GONÇALVES; RAUL SARAIVA BEZERRA

Linguagem: PYTHON; OUTROS

Campo de aplicação: CC-04

Tipo de programa: TC-04

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:
519e4d3d204a599160179a7078b0637609ca563a1d7930cecf651d448599b93ec28a46e649406326b731061dc52a5f9a42937e42b11cfe5f7d3a32055c66

Expedido em: 04/06/2024

Aprovado por:
Carlos Alexandre Fernandes Silva
Chefe da DIPTO

Processo Nº: BR512024001731-3

Instituição: Instituto Nacional da Propriedade Industrial

Título: MIDR - Medidor de Irregularidades e Defeitos em Rodovias

Data de publicação e criação: 31/07/2023

Expedido:

04/06/2024

Titulares: **Universidade Federal do Ceará; Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP; Tribunal de Contas do Estado do Ceará.**

Autores:

Lucas Feitosa de Albuquerque Lima Badadopulos

Jorge Barbosa Soares

22/21

Haikel Baganem Bugabib Gonçalves

Raul Saraiva Bezerra

Linguagem: Python; Outros

Campo de aplicação: CC-04

Tipo de programa: TC-04

Algoritmo hash: SHA-512

Expedido em: **04/06/2024**

Agradecimentos e contato

Online - Fortaleza – 06 de agosto de 2025



UFC



TRIBUNAL DE CONTAS DO
ESTADO DO CEARÁ

Equipe do

Obrigado!

antonio.ferreira@tce.ce.gov.br

DNIT



"INFRAESTRUTURA PARA UM BRASIL SUSTENTÁVEL E INTEGRADO"

