

# Monitoramento Dinâmico

Monitoramento dinâmico de equipamentos de proteção e segurança de rodovias e da retrorrefletividade da sinalização viária através da visão computacional.





# Monitoramento Dinâmico

## Motivações:

- Campanhas de monitoração manual:
  - Grande volume de informações coletadas.
  - Exposição dos colaboradores da concessionária/terceirizados no trecho.
  - Interrupção de tráfego.
- Não inclusão da medição de retro com retrorrefletômetro dinâmico (ANTT).



# Monitoramento Dinâmico

## Motivações:

- Monitoração por meio do uso de técnicas de visão computacional:
  - Monitoramento preditivo.
  - Fornecer subsídios às equipes que realizam atividades de conservação e manutenção rodoviária.
  - Intervenções mais assertivas e melhor distribuídas no cronograma.
  - Redução da exposição ao risco dos colaboradores da concessionária/terceirizados no trecho.

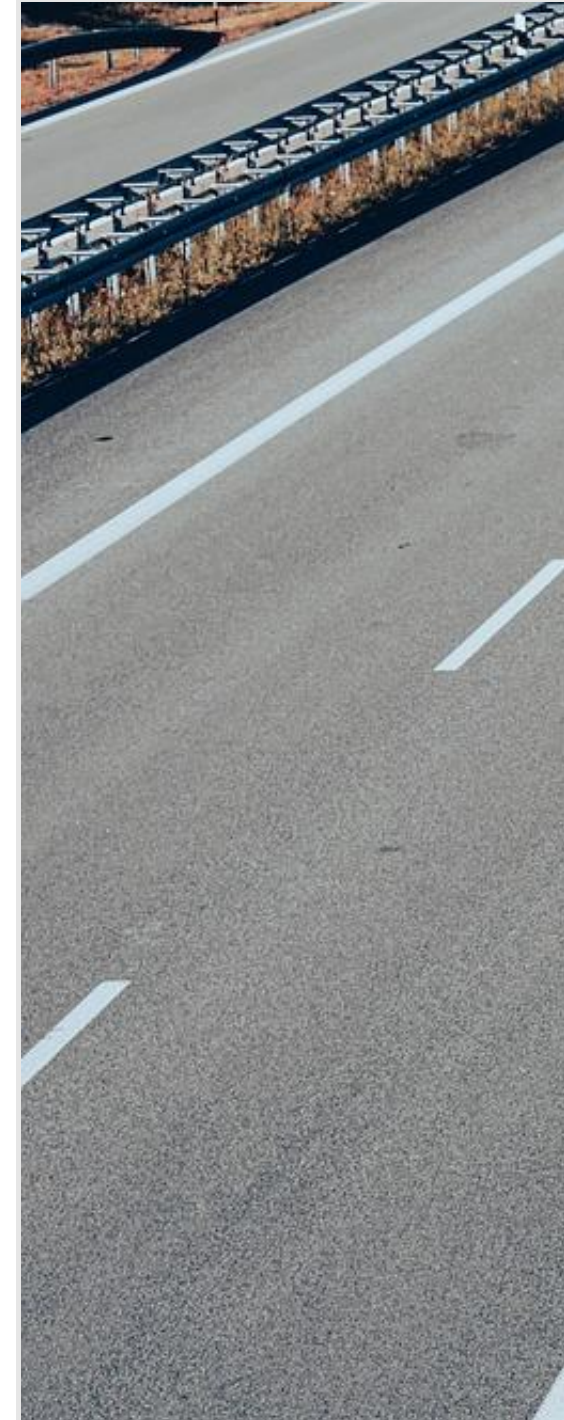


# Monitoramento Dinâmico

## Surgimento...

O projeto surge a partir de uma necessidade da CCR e uma oportunidade de inovação.

- Atualmente o monitoramento de defensas é realizado de forma **manual**, com equipamentos de monitoramento no qual o profissional precisa medir as defensas manualmente para elaboração do relatório.
- A equipe da CCR começou a questionar novas forma de realizar o monitoramento das defensas e, ao trazer a demanda para um projeto RDT junto ao **LabTrans**, o projeto foi expandido para estudar o monitoramento dinâmico de retrorrefletividade da rodovia combinando equipamentos (câmeras) e **visão computacional**.



# Monitoramento Dinâmico

## Relatórios de Monitoração CCR RioSP (Edital ANTT 03/2021):

- Relatórios de Monitoração de Pavimento.
- Relatórios de Monitoração dos Elementos de Proteção e Segurança.
- Relatórios de Monitoração de Obras-de-Arte Especiais.
- Relatórios de Monitoração do Sistema de Drenagem e Obras-de-Arte Correntes.
- Relatórios de Monitoração de Terraplenos e Estruturas de Contenção.
- Relatórios de Monitoração de Canteiro Central e Faixa de Domínio.
- Relatórios de Monitoração de Instalações Operacionais.
- Relatórios de Monitoração de Sistemas Elétricos e de Iluminação.
- Relatórios de Monitoração de Acidentes.
- Relatórios Operacional do Túnel.

# Monitoramento Dinâmico

## Objetivo:

Desenvolver métodos e técnicas para o monitoramento dinâmico da dimensão dos equipamentos de proteção e segurança e para a análise da retrorefletividade da sinalização horizontal e vertical, para fins de monitoramento preditivo e contínuo, e propor alterações aos normativos existentes ou a criação de novas diretrizes.

**Localização:** RIOSP

**Início do projeto:** Fevereiro 2023

**Duração:** 03 anos





# Monitoramento Dinâmico

## Objetivos Específicos:

### 1

Gerar um **banco de dados de imagens**, obtidas a partir de filmagens georreferenciadas, dos equipamentos de proteção e segurança e da sinalização viária que serão objeto de estudo.

### 2

Gerar um **relatório** sobre **as técnicas de visão computacional** que podem ser utilizadas **no monitoramento dinâmico** dos equipamentos de proteção e segurança e da sinalização viária.

### 3

Criar um **protótipo computacional** que permita testar as técnicas de visão computacional que forem selecionadas para uso no **monitoramento dinâmico** dos equipamentos de proteção e segurança e da sinalização viária.

# Monitoramento Dinâmico

## Objetivos Específicos:

### 4

Gerar um **relatório** sobre a **eficiência, eficácia e adequação** às normas do uso das técnicas de **visão computacional** para o monitoramento dinâmico dos equipamentos de proteção e segurança e da sinalização viária.

### 5

Propor à ANTT **minutas** de **diretrizes** para o monitoramento de equipamentos de proteção e segurança e da sinalização viária baseados em **visão computacional**.

### 6

**Difundir o conhecimento científico** e tecnológico da aplicação das técnicas de visão computacional através da disponibilização dos resultados obtidos durante a pesquisa e a partir do desenvolvimento de competências técnicas de bolsistas estudantes de áreas afins à engenharia rodoviária, vinculados ao projeto de pesquisa.



# Monitoramento Dinâmico

## Inovações Propostas:

1 - Análise da utilização da medição dinâmica da sinalização horizontal viária do tipo marcas longitudinais em substituição ao uso da medição estática.

2 - Possibilitar o monitoramento dinâmico e processamento automatizado para medição das dimensões de alguns equipamentos de proteção e segurança, tais como alturas de defesa metálica, barreiras de concreto, passarelas de pedestres e viadutos.

# Monitoramento Dinâmico

## Inovações Propostas:

3 - Estudos sobre a parametrização da retrorrefletividade da sinalização viária através da visão computacional.

4 - Definição dos requisitos técnicos e práticos e proposição de diretrizes para utilização da visão computacional a fim de monitoramento preditivo dos equipamentos de proteção e segurança e da retrorrefletividade da sinalização viária.

# Monitoramento Dinâmico

## Etapas do Projeto RDT:

- Etapa 1 – Levantamento do estado da arte de monitoramento dinâmico de equipamentos de proteção e segurança de rodovias e da retrorrefletividade da sinalização viária.
- Etapa 2 – Avaliação da retrorrefletividade das marcas longitudinais obtida com equipamentos manuais e dinâmicos.
- Etapa 3 – Levantamento das técnicas de processamento digital de imagens e elaboração de protótipo computacional para testar as técnicas encontradas.
- Etapa 4 - Avaliação dos resultados obtidos nos testes de monitoramento dos parâmetros de equipamentos de proteção e segurança e da retrorrefletividade da sinalização viária.
- Etapa 5 - Diretrizes para monitoramento preditivo de equipamentos de proteção e segurança e da retrorrefletividade da sinalização viária.



# Monitoramento Dinâmico



## Finalização da Etapa 1:

**Produto 1: Estado da Arte e da Prática do Monitoramento Dinâmico de Equipamentos de Proteção e Segurança de Rodovias e da Retrorefletividade da Sinalização Viária.**

Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT  
Recurso de Desenvolvimento Tecnológico - RDT  
Monitoramento dinâmico de equipamentos de proteção e  
segurança de rodovias e da retrorefletividade da sinalização  
viária através da visão computacional

**Estado da Arte e da Prática do Monitoramento  
Dinâmico de Equipamentos de Proteção e  
Segurança de Rodovias e da Retrorefletividade  
da Sinalização Viária**

Agosto de 2023



# Monitoramento Dinâmico

## Finalização da Etapa 1:

### Estudo da Arte

Pesquisa sobre tecnologias estudadas no monitoramento de EPS e retrorrefletividade.



### Estudo da Prática

Identificação de diferentes meios utilizados em outros países para monitorar EPS e a retrorrefletividade da sinalização viária. Normativos e manuais.



### Resultado Alcançado

É possível observar diferentes caminhos e soluções para realizar o monitoramento dinâmico, tanto na visão computacional quanto na utilização de equipamentos tecnológicos.

# Monitoramento Dinâmico

## Estado da Arte

### Abordagens e técnicas utilizadas:

#### EPS

- Detecção de objetos.
- Sensores acoplados aos dispositivos de interesse.

#### Retrorefletividade Horizontal

- Análise de imagens.
- LiDAR móvel.
- Retrorefletômetro manual.
- *Machine Vision*.
- Redes neurais convolucionais.  
*Agglomerative Hierarchical Clustering*.

#### Retrorefletividade Vertical

- Análise visual.
- Análise de imagens.
- Análise estatística.
- Retrorefletômetro manual.
- Machine learning.
- LiDAR móvel..

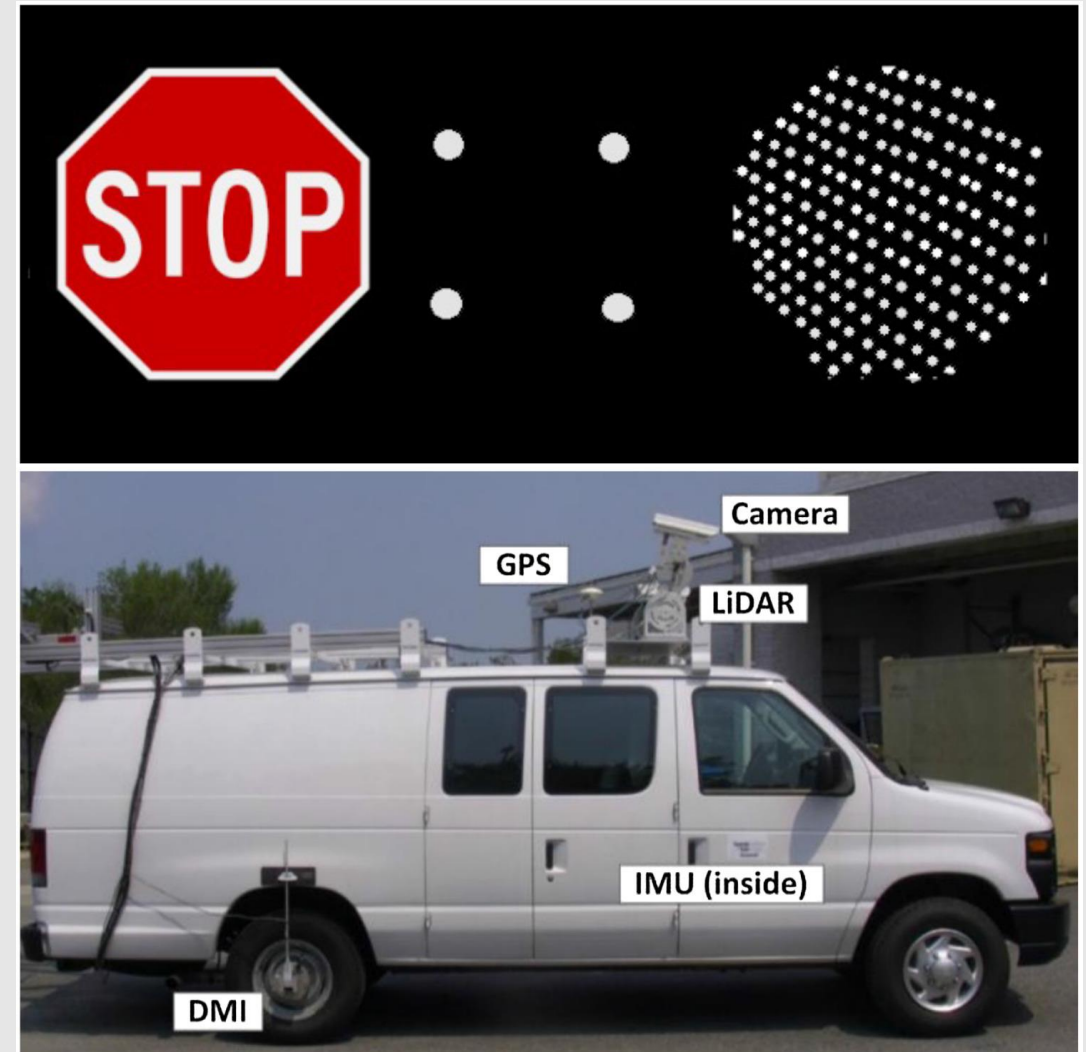


# Monitoramento Dinâmico

## Estado da Arte

Avaliação da condição de retrorrefletividade de sinais de trânsito e análise de deterioração usando tecnologia Lidar

Os autores computaram a retrointensidade obtida com o equipamento LiDAR para cada sinalização vertical analisada. A partir disso, os dados de retrointensidade foram categorizados em três classificações (boa, ruim e incerta), conforme a condição da retrorrefletividade, medida em campo.



Steele *et al.* (2023)

# Monitoramento Dinâmico

## Estado da Prática

Práticas aplicadas no monitoramento de EPS incluem: abordagem preditiva, usando veículos equipados com LiDAR, GPS e câmera; propiciando um monitoramento contínuo e planejamento de intervenções. Inspeção mecânica visual.

Quanto a sinalização horizontal, os métodos incluem inspeção visual, acompanhamento da vida útil, medições com retrorrefletômetros manuais e dinâmicos.



# Monitoramento Dinâmico

## Estado da Prática

Nos EUA, os *DoT*'s estaduais devem utilizar, pelo menos, um método de avaliação ou de gerenciamento, como Inspeção Visual Noturna.

Consiste na inspeção visual da sinalização durante o período noturno, através de um veículo em movimento, executada por um inspetor treinado.



FHWA (2013)



# Monitoramento Dinâmico

Em andamento...

2023/2024

## ETAPA 2 - A1

Levantamento de campo da retrorrefletividade da sinalização viária com os equipamentos manuais e dinâmicos.

2023/2024

## ETAPA 2 - A2

Avaliação de dados de retrorrefletividade das marcas longitudinais obtidos com equipamentos manuais e dinâmicos (NBR-16410, NBR-14723 e NBR-16307).

2023/2024

## ETAPA 3 - A1

Análise dos parâmetros dos equipamentos de segurança e proteção e da retrorrefletividade da sinalização viária necessários de serem monitorados de forma dinâmica através da visão computacional.

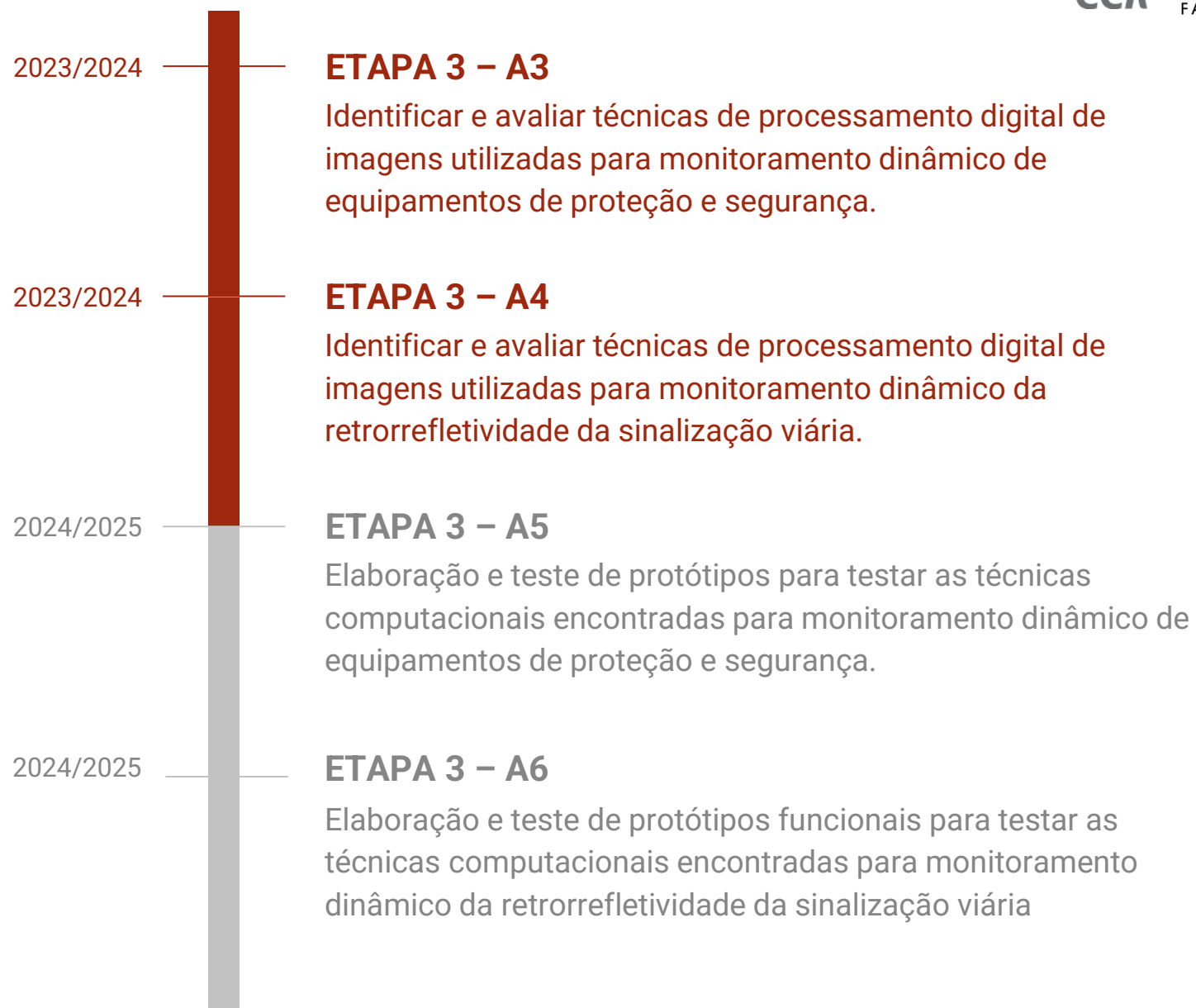
2023/2024

## ETAPA 3 - A2

Levantamento de campo das imagens para testes práticos de monitoramento dinâmico de equipamentos de proteção e segurança e da retrorrefletividade da sinalização viária.

# Monitoramento Dinâmico

O que vem pela frente...



# Monitoramento Dinâmico

## O que vem pela frente...

2024/2025

### ETAPA 3 – A7

Realização de testes práticos de monitoramento dinâmico dos parâmetros de equipamentos de proteção e segurança e da retrorrefletividade da sinalização viária.

2025

### ETAPA 4 – A1

Avaliação dos parâmetros de equipamentos de proteção e segurança com dados oriundos da visão computacional.

2025

### ETAPA 4 – A2

Avaliação da retrorrefletividade da sinalização horizontal com parâmetros oriundos da visão computacional.

2025

### ETAPA 4 – A3

Avaliação da retrorrefletividade da sinalização vertical com parâmetros oriundos da visão computacional.

2025/2026

### ETAPA 5 – A1

Proposição de diretrizes para monitoramento preditivo de equipamentos de proteção e segurança e da retrorrefletividade da sinalização viária.

# Monitoramento Dinâmico

## Resultados Esperados:

Análise da correlação entre os equipamentos dinâmicos e estáticos para o monitoramento da retrorrefletividade da sinalização horizontal.

- Isso gerará ganho e maior agilidade na coleta de dados para a concessionária e a ANTT pode utilizar os resultados dessa pesquisa para subsidiar o PER (Programa de Exploração Rodoviária).



# Monitoramento Dinâmico

## Resultados Esperados:

Entender os parâmetros de monitoramento para a coleta com visão computacional e realizar uma inspeção dinâmica utilizando as câmeras aliada à visão computacional.

- Dessa forma, apresenta-se uma alternativa para a concessionária, por meio da utilização de câmeras, para o monitoramento dinâmico de forma contínua, sem necessariamente descartar as ações periódicas de acompanhamento de monitoramento estático. Contudo, o monitoramento dinâmico pode auxiliar a concessionária a se adiantar às demandas da ANTT.

# Monitoramento Dinâmico

## Resultados Esperados:

Propor ajustes em normativos e novas diretrizes para o monitoramento dinâmico à ANTT.

- Modernizar o monitoramento de EPS e de retrorrefletividade da sinalização horizontal e vertical, buscando um monitoramento preditivo e contínuo.

# Monitoramento Dinâmico



## Produtos Previstos:

Entrega	Título	Etapa(s) relacionada(s)	Mês
<b>Produto 1</b>	Estado da Arte e da Prática do Monitoramento Dinâmico de Equipamentos de Proteção e Segurança de rodovias e da retrorrefletividade da sinalização viária	1	6
<b>Produto 2</b>	Avaliação da retrorrefletividade das marcas longitudinais obtida com equipamentos manuais e dinâmicos	2	24
<b>Produto 3</b>	Protótipo computacional para processamento de imagens de equipamentos de proteção e segurança e da retrorrefletividade da sinalização viária	3	30
<b>Produto 4</b>	Diretrizes para monitoramento preditivo de equipamentos de proteção e segurança e da retrorrefletividade da sinalização viária através da visão computacional	4 e 5	36

**Obrigado!**

