



# Inspeção Especial em Pontes

## Desafios, Técnicas e Aplicações

João Junqueira



# APRESENTAÇÃO



**JOÃO JUNQUEIRA**

## **Formação acadêmica:**

- Engenheiro Civil – UFV
- MBA em Gerenciamento de Projetos – FGV
- Mestrado em Engenharia de Transportes – IME
- Certificação Internacional em Gestão de Sistemas Ferroviários e Metroviários pela Deutsche Bahn Rail Academy

## **Atuação:**

- Consultor de Engenharia de Infraestrutura na MRS Logística
- Diretor-Adjunto de Infraestrutura na ABECE – Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural
- Membro da ABNT/CEE-231, ABNT/CEE-169, IABMAS Brazil, Grupo de Estudo de Pontes da ABEC e Grupo Pontes Brasileiras

# SUMÁRIO EXECUTIVO



## MRS E O CONTEXTO FERROVIÁRIO

Visão geral da malha da MRS , desafios e macroprocessos de gestão de suas Obras de Arte Especiais (OAEs).



## INSPEÇÕES ESPECIAIS

O que é Inspeção Especial e um breve comparativo entre NBR 9452 e o novo manual do DNIT.



## INSTRUMENTAÇÕES

O processo de avaliação teórico-experimental que vem sendo aplicado nas OAEs da MRS.



## ACESSOS ESPECIAIS E ROV

Como são realizados os acessos nas atividades de Inspeção e a utilização de ROVs na inspeção subaquática.



## MODELO DE CONTRATAÇÃO

O modelo de contratação que temos aplicado para esse tipo de serviço.

# Nossas Operações



A operadora logística responsável por

# 1.643 km

de malha ferroviária na região que concentra metade do PIB brasileiro.

Atuamos em **3 estados:**

## MG, RJ e SP

Interligamos

## 107 municípios

# OPERAÇÃO EM 5 PORTOS

Santos, Itaguaí, Sudeste, Guaíba e Rio de Janeiro

MAIS DE  
**20.000**  
VAGÕES



MAIS DE  
**650**  
LOCOMOTIVAS



**~16%**  
DA FROTA NACIONAL



# Nossas Operações



Uma das maiores operadoras terrestres do país no **transporte de contêineres**



**+ de 100**

**terminais intermodais em operação**

*(MRS e terceiros, incluindo Carga Geral e Minério de Ferro)*



Nossos trens desafogam estradas, **reduzindo também acidentes e emissões de CO<sub>2</sub>**



**1/3**

*de toda a carga transportada por trens no país passam pelos trilhos da MRS*

**20%**

*de tudo o que Brasil exporta*



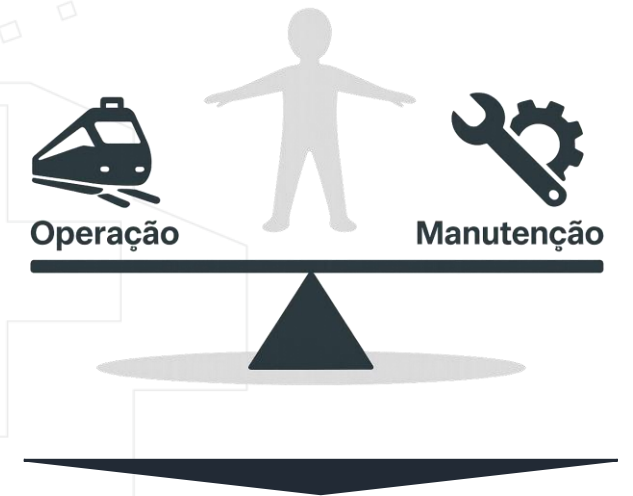
# DESAFIOS DAS OAES FERROVIÁRIAS

Com o **aumento da eficiência e ampliação do transporte ferroviário de cargas** nos últimos anos, alguns **desafios** foram impostos ao sistema, impactando diretamente nas pontes e viadutos ferroviários:

- ✓ Modernização do **material rodante** ferroviário
- ✓ Aumento da **carga por eixo**
- ✓ Aumento da **densidade operacional**
- ✓ Aumento das **velocidades médias**
- ✓ Aumento do **tamanho dos comboios ferroviários**
- ✓ **Manutenção** da infraestrutura **sem a paralisação da operação** ou em **intervalos reduzidos**
- ✓ Rigorosas metas de **acidentes ferroviários e acidentes pessoais**
- ✓ Escassez de **fornecedores capacitados e qualificados** frente ao aquecimento do mercado de infraestrutura
- ✓ Falta de **mão de obra qualificada** com conhecimento técnico adequado

## EQUILÍBRIO

### Operação x Manutenção



**Níveis satisfatórios de segurança operacional**

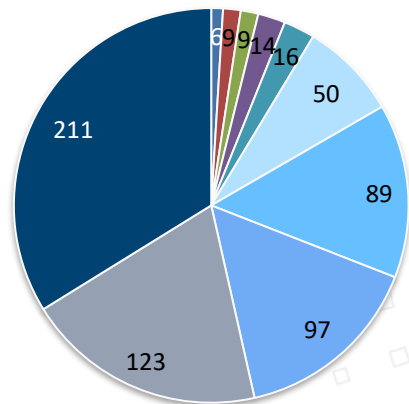
# OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NA MRS



**631**

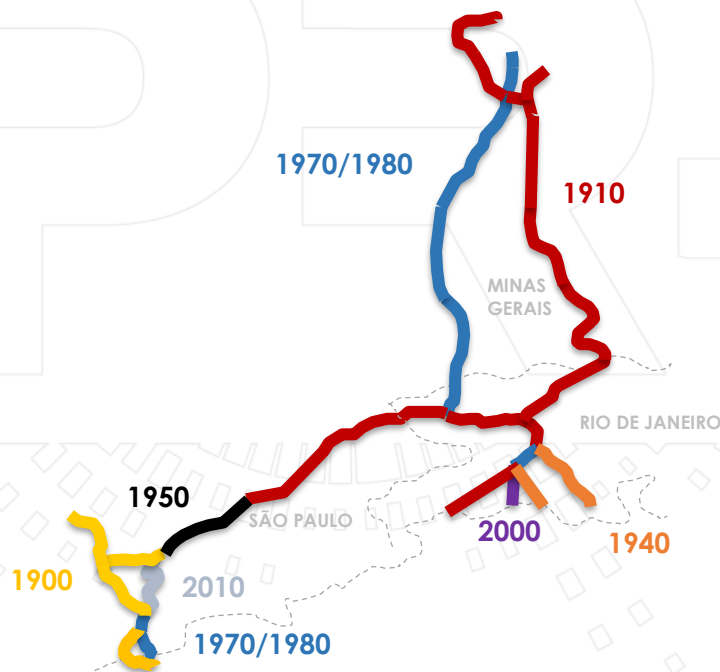
**Pontes e Viadutos  
Ferroviários**  
~52km em OAEs

## Principais arranjos estruturais

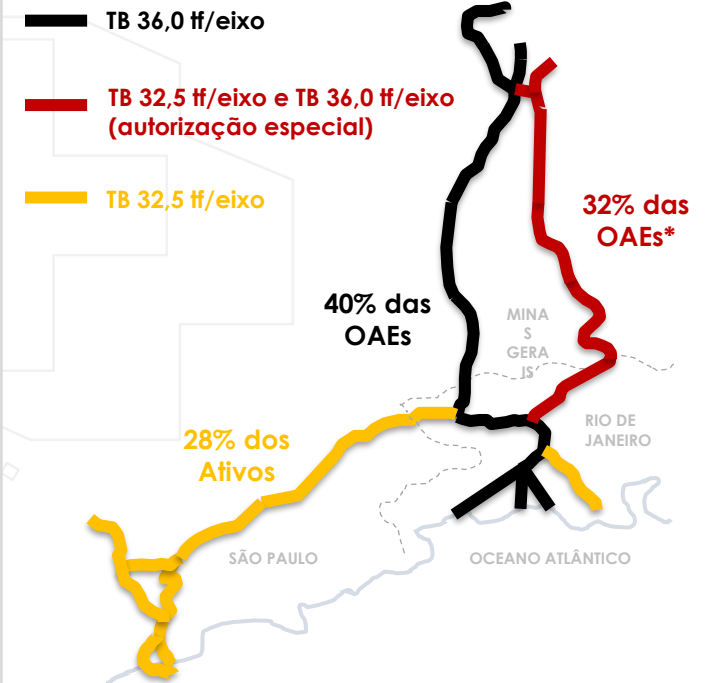


- Metálica Caixaão
- Arco Alvenaria
- Especiais
- Metálica Rebitada
- Metálica Alma Cheia
- Arco Concreto
- Treliça
- Capeado
- Concreto Protendido
- Concreto

## Idade estimada da ferrovia



## Capacidade estrutural das OAEs



\* 36,0 tf/eixo (sob autorização da Engenharia)

# MACROPROCESSOS DE GESTÃO DAS OAES

## Programas de monitoramento das OAEs



Inspeção rotineira



Inspeção especial



Instrumentação



Demandas estratégicas

## Registro e centralização de dados



Base de dados com o histórico de atuação em OAEs

## Classificação técnica dos ativos



Comitê com Inspetores



Resultado da Matriz de Prioridades



Comitê com Especialistas e Consultoria

## Definição das estratégias de atuação



Priorização das ações nos ativos críticos



Defesa orçamentária



Business Plan

# SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE ATIVOS

O SIGA tem o objetivo de **integrar as ferramentas de gestão** em uma única plataforma georreferenciada, conferindo maior **colaboração, rastreabilidade, confiabilidade dos dados e agilidade na tomada de decisão.**

Camadas:

- ✓ Cadastro dos ativos
- ✓ Inspeções rotineiras
- ✓ Inspeções especiais
- ✓ Inspeções extraordinárias
- ✓ Instrumentações
- ✓ Topografias
- ✓ Ensaios geotécnicos
- ✓ Projetos

Estão previstos outros desenvolvimentos:

- ✓ Aerofotogrametria
- ✓ Integração com os modelos BIM
- ✓ Integração com o Mapa de Susceptibilidade Geotécnica e de Alagamento
- ✓ IA para a análise de dados

➔ Ações de resiliência climática



.... e futuramente a integração com gêmeos digitais

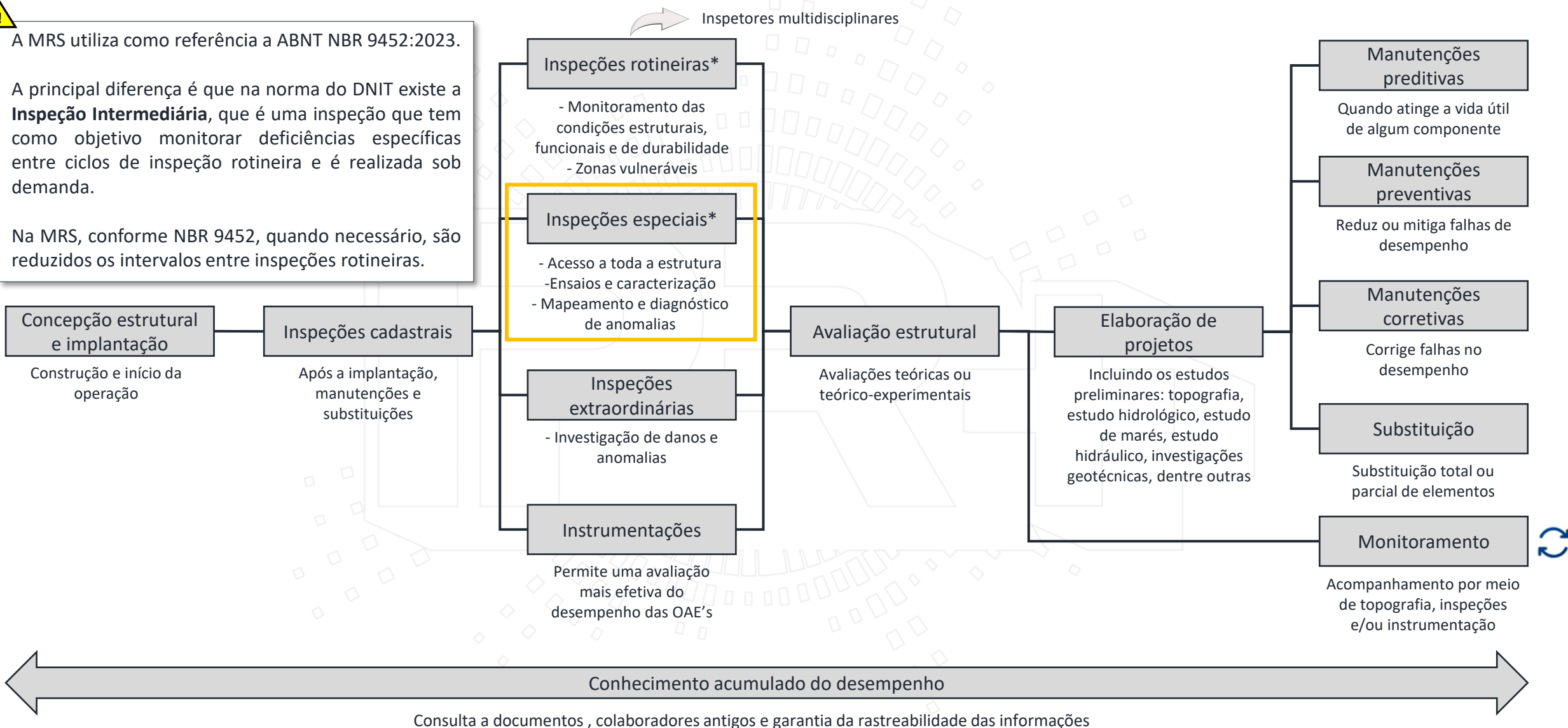
# FLUXOGRAMA DE PROCESSOS NA MRS



A MRS utiliza como referência a ABNT NBR 9452:2023.

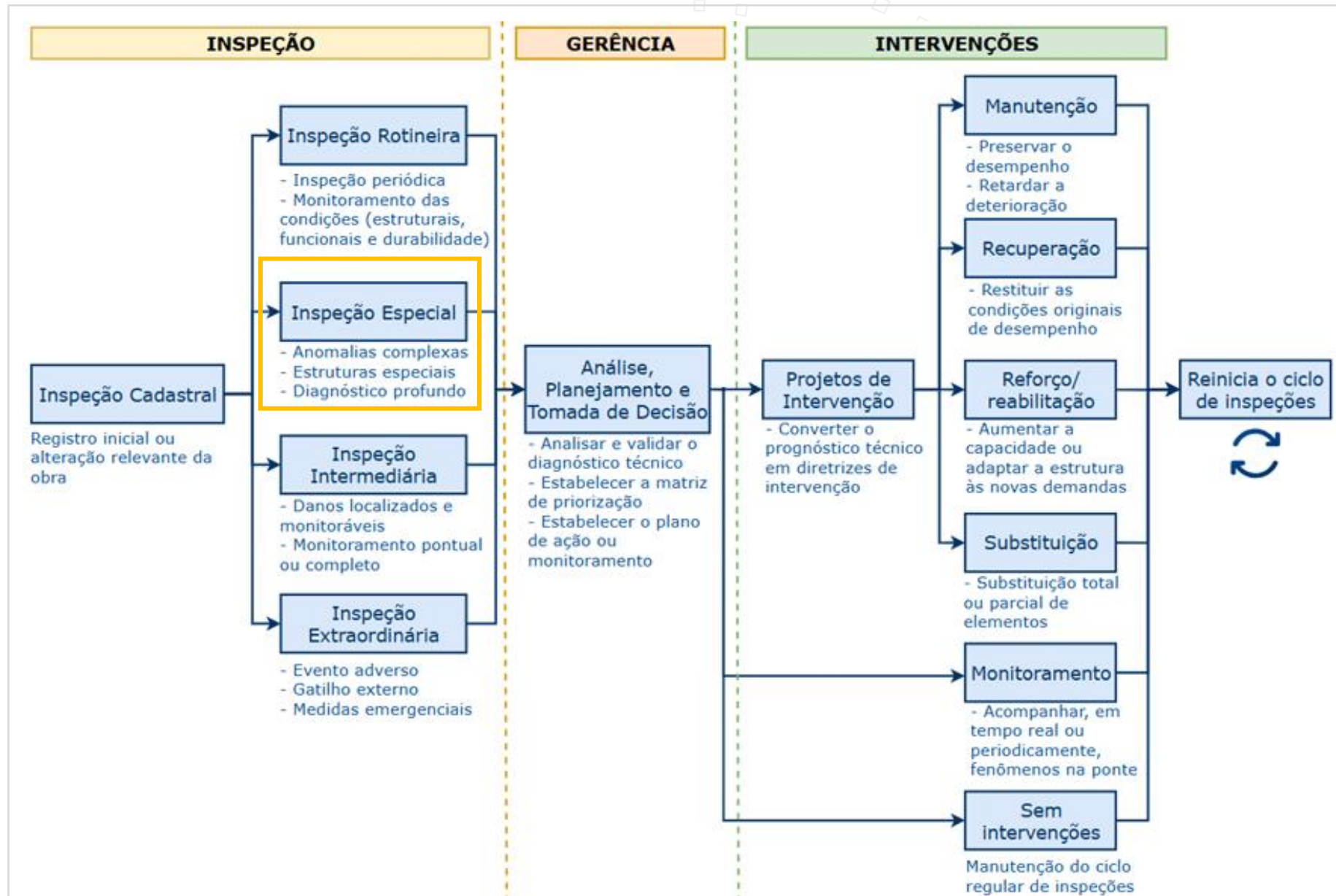
A principal diferença é que na norma do DNIT existe a **Inspeção Intermediária**, que é uma inspeção que tem como objetivo monitorar deficiências específicas entre ciclos de inspeção rotineira e é realizada sob demanda.

Na MRS, conforme NBR 9452, quando necessário, são reduzidos os intervalos entre inspeções rotineiras.



\* Inspeções com periodicidades planejadas

# FLUXOGRAMA DE OCORRÊNCIAS E INSPEÇÕES DO DNIT



Publicação IPR-709

Manual de Inspeção de Pontes

3ª Edição

Brasília, 2026

# INSPEÇÃO ESPECIAL ABNT X DNIT

## Definição de Inspeção Especial – ABNT NBR 9452:2023

A **inspeção especial** deve ter **periodicidade de 5 anos**, podendo ser **postergada para até 8 anos**, desde que se enquadre concomitantemente aos seguintes casos:

- a) Obras com **classificação 4 e 5 em todos os parâmetros**, conforme Tabela de Classificação de Condição da OAE;
- b) Obras com **total acesso a seus elementos constituintes na rotineira**.

A inspeção especial deve ser pormenorizada e contemplar **mapeamento gráfico e quantitativo das anomalias de todos os elementos aparentes e/ou acessíveis da OAE**, com o intuito de formular o **diagnóstico** e os **procedimentos recomendados para restituir os requisitos de segurança estrutural, de funcionalidade e de durabilidade da estrutura**.

Pode ser necessária a utilização de **equipamentos especiais para acesso a todos os componentes da estrutura, lateralmente e sob a obra e, se for o caso, internamente, no caso de estruturas celulares**.

## Definição de Inspeção Especial – IPR 709 (2026)

| Tipo de inspeção | Finalidade principal                                     | Caráter                           | Abrangência dos elementos       | Metodologia predominante  | Atribui nota/altera condição? | Periodicidade                             | Observações   |
|------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|---|---|
| <b>Especial</b>  | Diagnosticar causas das anomalias e definir intervenções | Programada ou sob demanda técnica | Todos os elementos, sem exceção | Visual detalhada, ensaios destrutivos e não destrutivos, instrumentação | Sim                           | Intervalos maiores ou sob demanda técnica | Principal diferença: inspeção integral, inclusive fundações, regiões internas e submersas |

# INSPEÇÃO ESPECIAL ABNT X DNIT

ABNT NBR 9452:2023

Manual de Inspeções de Pontes – IPR 709 (2026)

Classificação da condição da OAE:

| Classificação (nota) | Condição    | Caracterização estrutural  | Caracterização funcional  | Caracterização de durabilidade   |
|----------------------|-------------|--|---|--|
| 5                    | Excelente   | Parâmetros relacionados à segurança estrutural da OAE, ou seja, referentes à sua estabilidade e capacidade portante, sob o critério de seus estados-limite últimos e de utilização | Parâmetros relacionados ao fim a que ela se destina, como gabaritos adequados, integridade dos guarda-corpos, ausência de depressões ou buracos na pista e sinalização adequada | Parâmetros associados à sua vida útil, ou seja, com o tempo estimado que a estrutura deve cumprir suas condições em serviço. Vincula-se à resistência da estrutura contra ataques ambientais agressivos, como corrosão, fissuração, cobrimento, etc. |
| 4                    | Boa         |  |   |  |
| 3                    | Regular     |  |   |  |
| 2                    | Ruim        |  |   |  |
| 1                    | Crítica     |  |   |  |
| 0                    | Emergencial |  |   |  |

Instrução para atribuição da Nota Técnica conforme Norma DNIT 010-PRO

| Nota | Danos no elemento/ Insuficiência estrutural   | Ação corretiva  | Condições de estabilidade | Classificação da condição dos elementos |
|------|---|---|---------------------------|---|
| 5    | Caracteriza a existência e relevância de danos e se eles indicam um risco de insuficiência estrutural | Nível de intervenção que deve ser feito na estrutura (manutenção, reforço, substituição) ou ser mantida em observação | Excelente                 | Sem problemas                           |
| 4    |   |   | Boa                       | Sem problemas importantes               |
| 3    |   |   | Regular                   | Potencialmente problemática             |
| 2    |   |   | Ruim                      | Problemática                            |
| 1    |   |   | Crítica                   | Crítica                                 |

O Manual recomenda que seja utilizada a ABNT NBR 9452 como referência para auxiliar na avaliação estrutural dos elementos estruturais segundo a sua relevância no sistema da ponte.

# INSPEÇÃO ESPECIAL DNIT



Notem que, no DNIT, a atividade de instrumentação e análise estrutural é um possível escopo, sob demanda, da Inspeção Especial.

BIM passa a ser um escopo obrigatório na Inspeção Especial.

## Escopo Técnico das Inspeções de Pontes – IPR 709 (2026)

| Tipo de Inspeção | Escopo da Inspeção |                                 |                          |            |                    |                  |                      |                     |                                   |             |
|------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|------------|--------------------|------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------|
|                  | Cadastro           | Avaliação dos Elementos (1 a 5) | Avaliação dos Danos (EC) | Modelo BIM | Análise estrutural | Análise dinâmica | Inspeção Subaquática | Avaliação Materiais | Análise de Viabilidade Estrutural | Prognóstico |
| Cadastral        | ☑                  |                                 |                          | ⚠          |                    |                  |                      |                     |                                   |             |
| Rotineira        | ☑                  | ☑                               | ☑                        | ⚠          |                    |                  |                      |                     |                                   |             |
| Especial         | ☑                  | ☑                               | ☑                        | ☑          | ⚠                  | ⚠                | ⚠                    | ⚠                   | ⚠                                 | ☑           |
| Intermediária    | ⚠                  | ⚠                               | ⚠                        |            |                    |                  | ⚠                    |                     |                                   |             |
| Extraordinária   |                    | ⚠                               | ⚠                        |            | ⚠                  | ⚠                | ⚠                    | ⚠                   | ⚠                                 | ☑           |

Legenda:

☑ Escopo Típico e Recomendado

⚠ Escopo possível, sob demanda

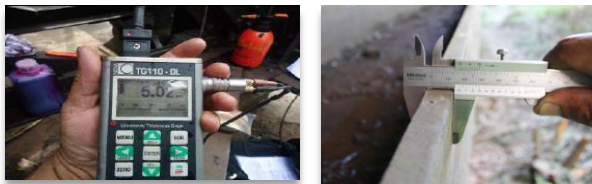
\*A depender da motivação, a inspeção focará em danos específicos e elementos específicos da estrutural.

# ESCOPO DA INSPEÇÃO ESPECIAL NA MRS

## Estruturas de aço

### Inspeção e ensaios:

- Inspeção visual de solda
- Líquido penetrante ou partícula magnética
- Ultrassom
- Medição de perdas de seção por corrosão
- Aderência do esquema de pintura
- Medição de película seca de pintura
- Ausência ou afrouxamento de elementos de ligação



## Escopo comum a todas as estruturas

### Atividades comuns:

- **Levantamento geométrico** de toda a estrutura
- **Caracterização dos materiais**
- **Inspeção visual** de toda a estrutura, fundações e elementos submersos
- **Acessos** a toda a estrutura por drone e cordas
- **Mapeamento de danos e manifestações patológicas**
- **Classificação da condição** dos elementos estruturais em relação aos critérios estruturais, de funcionalidade e de durabilidade
- **Investigação de anomalias** de maior responsabilidade estrutural
- **Levantamento de quantidades e indicação de tratamentos** para as anomalias identificadas
- **Caderno comparativo da evolução dos danos entre inspeções especiais.**

## Escopo de concreto

### Inspeção e ensaios:

- Cobrimento
- Espessura de carbonatação
- Esclerometria
- Potencial de corrosão da armadura
- Resistividade elétrica do concreto
- Teor de cimento, cloreto e sulfatos
- Reações expansivas (reatividade dos agregados, MEV, teor de álcalis solúveis, SDT, crack index)



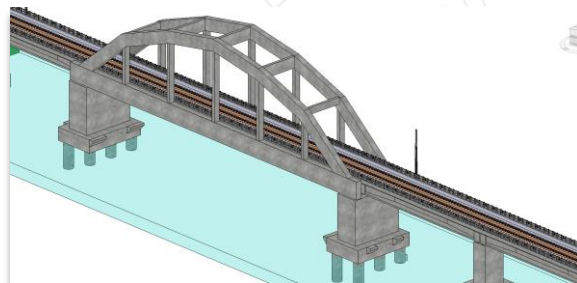
# ESCOPO DA INSPEÇÃO ESPECIAL NA MRS

## Levantamento com nuvem de pontos



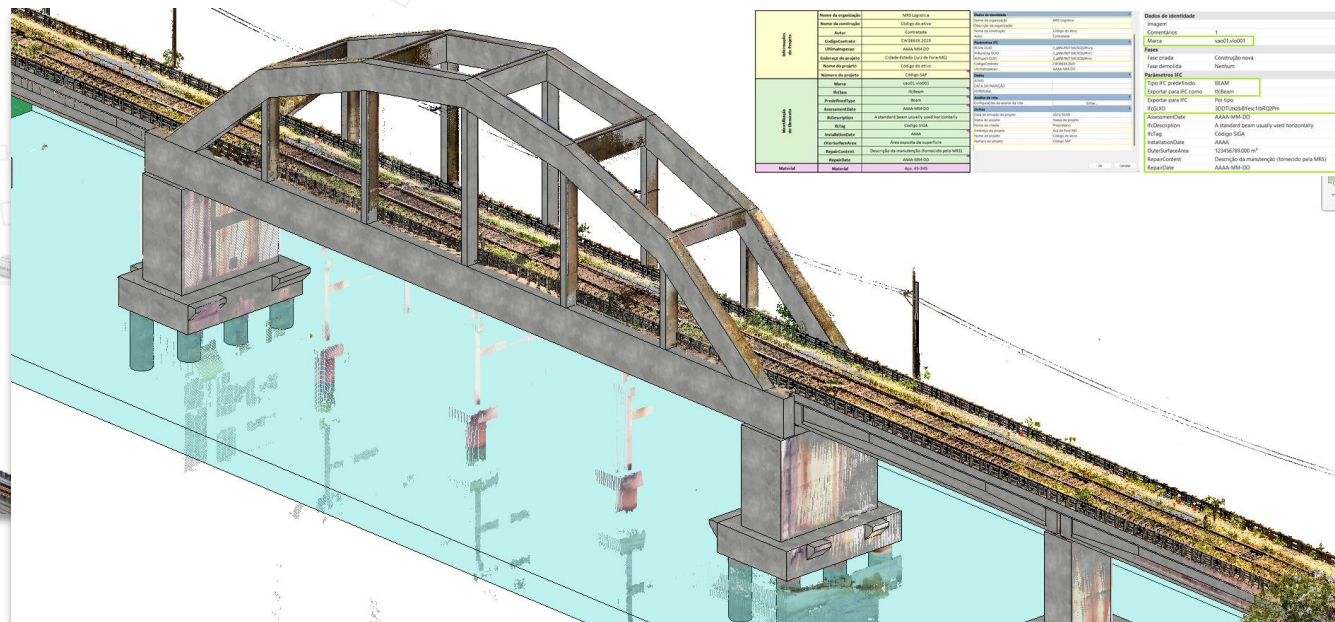
- Levantamento “as is” por meio da captura da realidade
- Nuvem de pontos georreferenciada associada a imagens
- Densidade de pontos compatível com a correta visualização da geometria da OAE
- Medições de campo obrigatórias para validação, principalmente em estruturas em aço

## Modelos BIM



## Cadastramento geométrico

- Modelagem BIM do cadastro geométrico da OAE
- Entrega obrigatória do modelo nativo e do modelo em formato IFC (atualmente prevista em nível 4x3)
- Entregas de parâmetros padronizados conforme diretrizes pré-estabelecidas
- Além da modelagem, é obrigatória a entrega de pranchas em .DWG e .PDF



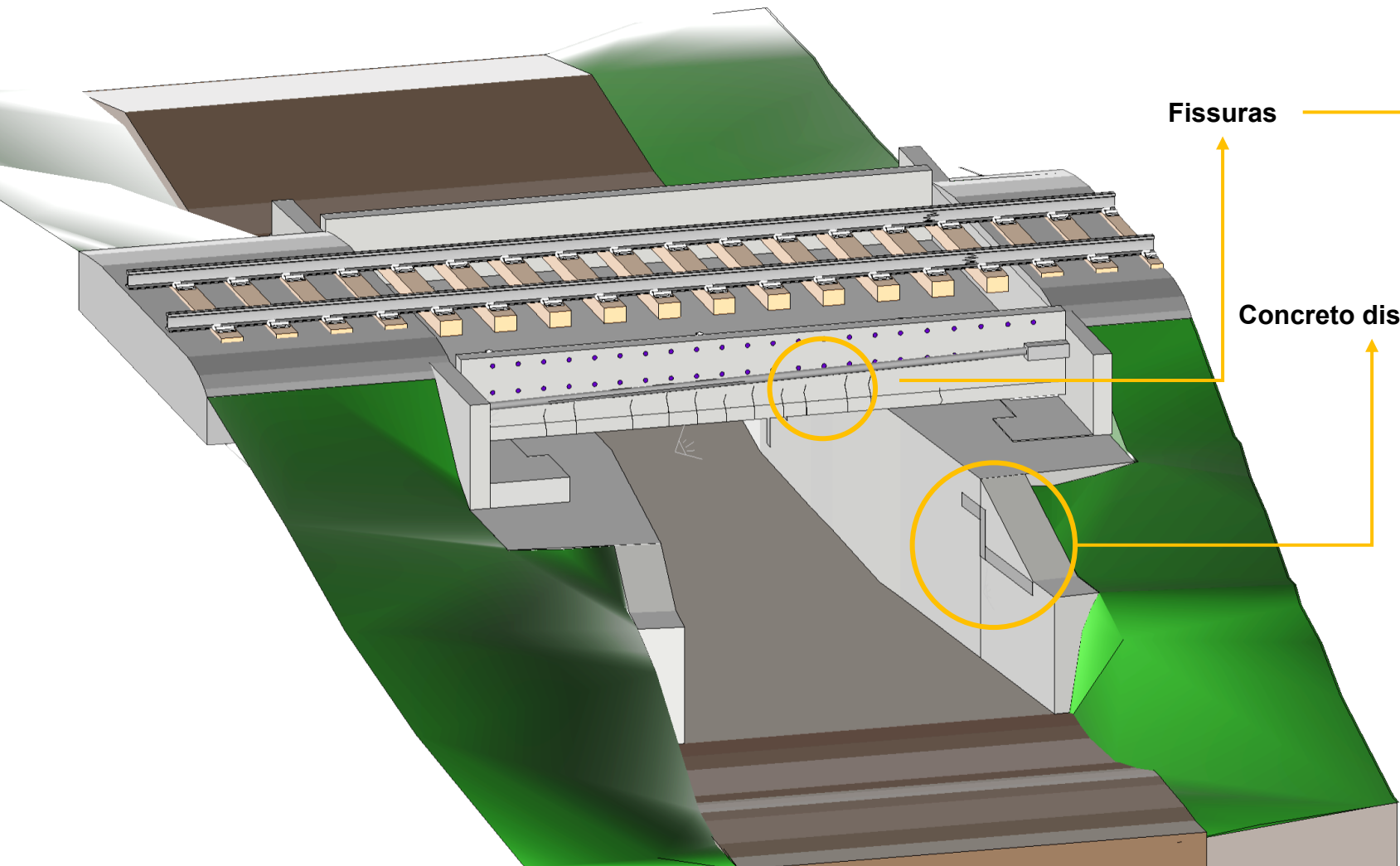
## Estratégia de implementação do BIM nas Inspeções Especiais:

- Etapa 1: foco na qualidade e consistência das modelagens
- Etapa 02: avanço na padronização dos parâmetros, com ênfase no modelo IFC
- Etapa 03: mapeamento dos danos nos modelos

Importante considerar a **curva de aprendizado** e o **nível de maturidade BIM das empresas especializadas em inspeção especial**, demandando maior apoio técnico e flexibilidade inicial no processo de entrega.

Necessário avançar na **governança desses modelos**.

# ESCOPO DA INSPEÇÃO ESPECIAL NA MRS



Fissuras

Concreto disgregado

| ZFGCE_FISSURA_GRANDE_CONCRETO_ESPESSURX. |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Nome do objeto                           |                                   |
| Tipo de imagem                           |                                   |
| Fases                                    |                                   |
| Fase criada                              | Existente                         |
| Fase demolida                            | Nenhum                            |
| Restrições                               |                                   |
| Elevação do nível                        | 227.8 cm                          |
| Nível de tabela                          | VISTA SUPERIOR                    |
| Plano de trabalho                        | Parede básica : Genérico - 200 mm |
| Deslocamento do hospede...               | -0.0 cm                           |
| Elevação-padrão                          | 121.9 cm                          |
| Dimensões                                |                                   |
| ZFGC_ABERTURA                            | 0.1                               |
| ZFGC_COMPRIMENTO                         | 36.0 cm                           |
| ZFGC_ESPESSURA_1                         | 0.1 cm                            |

# RDT – RECURSO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

## Projeto:

Digitalização e interoperabilidade de projetos e ativos ferroviários

## Entidade executora:

BIM Fórum Brasil

## Resumo:

Consiste em desenvolvimento de guias, materiais de consulta para projetistas e contratantes de projetos ferroviários, além da criação de bibliotecas para modelagem de projetos ferroviários, e desenvolvimento de metodologia para GeoBIM.

## Projeto:

Estruturação e implementação da metodologia BIM na SUFER

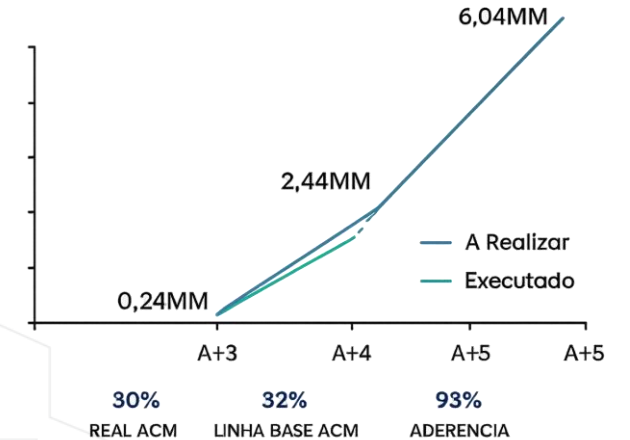
## Entidade executora:

BIM Fórum Brasil

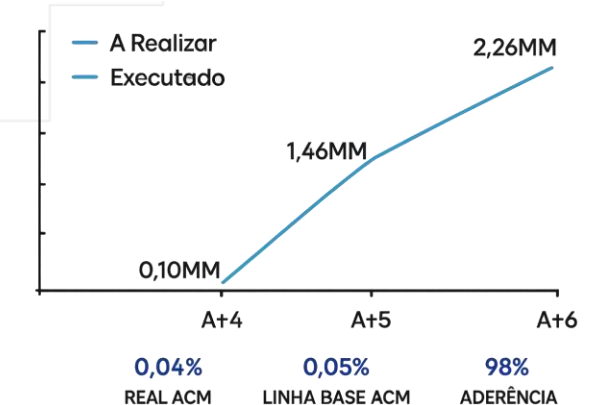
## Resumo:

A partir do desenvolvimento do primeiro projeto, a ANTT identificou a necessidade de capacitação da equipe da SUFER (Superintendência de Ferrovias). Este projeto consiste na capacitação da equipe e implementação do parque tecnológico para análise de projetos BIM na SUFER.

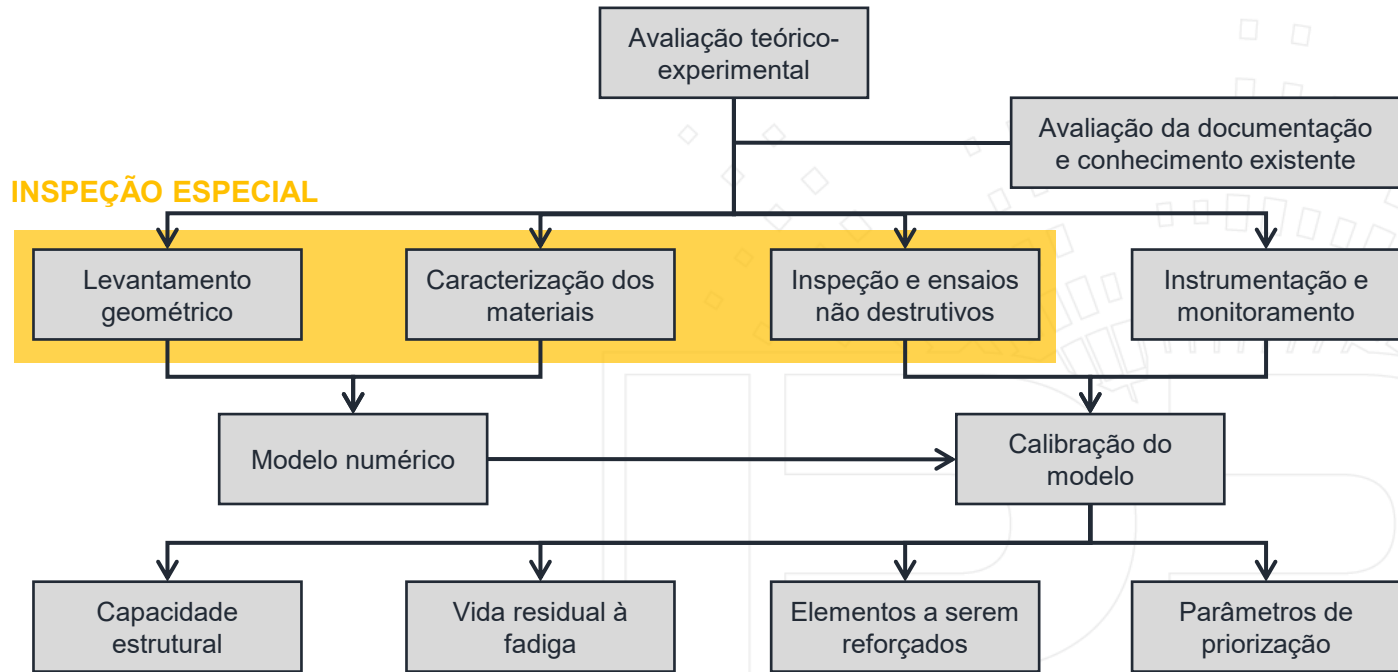
### CURVA FÍSICA E FINANCEIRA



### CURVA FÍSICA E FINANCEIRA



# INSTRUMENTAÇÃO DE OAES NA MRS




Plano de instrumentação:


- Extensômetros
- Acelerômetros
- LVDTs
- Inclínômetros
- Lasers





## Quando aplicamos um procedimento de instrumentação?

- Ausência de informações básicas e desempenho ao longo da vida
- Pontes cujo arranjo estrutural é representativo na ferrovia
- Idade elevada
- Aumento de carregamentos
- Suspeita de insegurança estrutural (estruturas complexas)

 Otimização de soluções de projetos

 Priorização de intervenções e retirada de dúvidas

 Aumento da segurança operacional

 Autorizações para aumento de carga/eixo e VMA.

❑ Total de **53 OAEs instrumentadas entre 2015 e 2025**, o que representa **8,5% dos nossos ativos**

❑ A Europa instrumenta de 1,0% a 1,5% das suas OAEs ao ano

❑ Diversos estudos, inclusive da ABNT NBR 17245, realizados a partir dos dados de instrumentações de OAEs da MRS

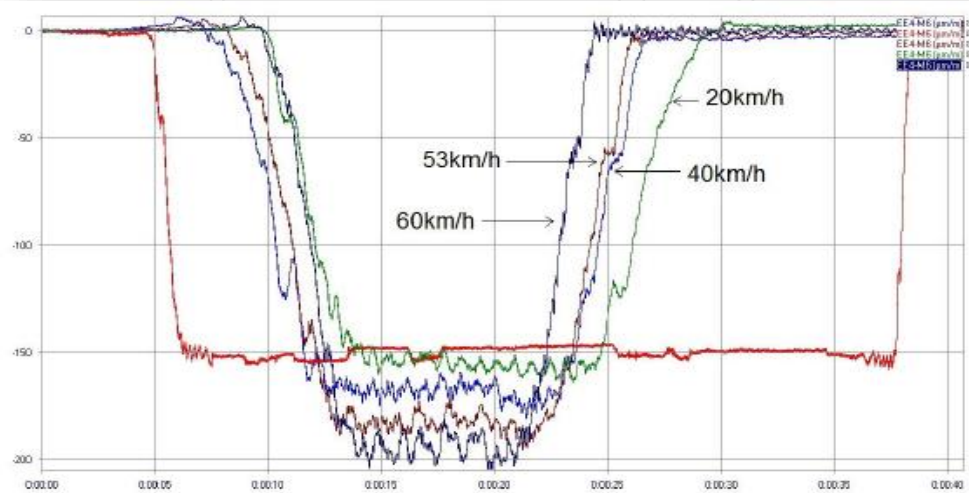
# INSTRUMENTAÇÃO DE OAES NA MRS

Fontes: IABMAS, Brasil, 2016  
Congresso de Construção Metálica e Mista, Portugal, 2017

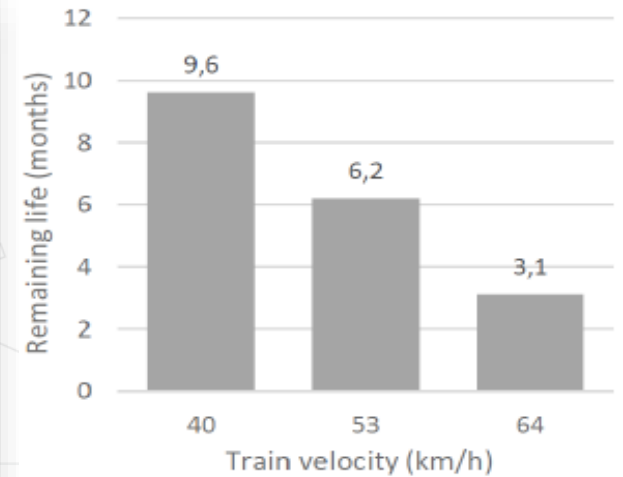
Panorama sistemático de fraturas:



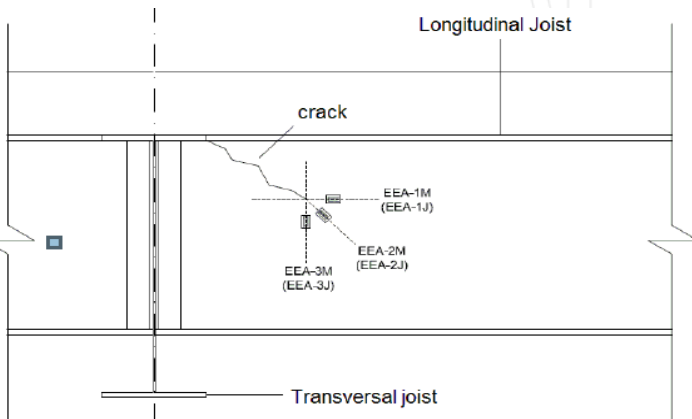
DAF para diferentes velocidades:



Vida residual à fadiga:



Instrumentação das fraturas:



## Conclusões:

- Estudo da **solução emergencial mais eficaz**, ou seja, a partir da quantificação das amplificações dinâmicas foi possível estimar as margens de segurança para cada velocidade do trem carregado
- Definição da **solução emergencial que gerasse menor impacto operacional**, mantendo **níveis satisfatórios de segurança estrutural**
- Estudo da solução de **reforço definitivo mais adequada e econômica** por meio do conhecimento do comportamento dinâmico da estrutura

# INSTRUMENTAÇÃO DE OAES NA MRS

## AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DA INTERAÇÃO DO MATERIAL RODANTE x VIA PERMANENTE x PONTE FERROVIÁRIA

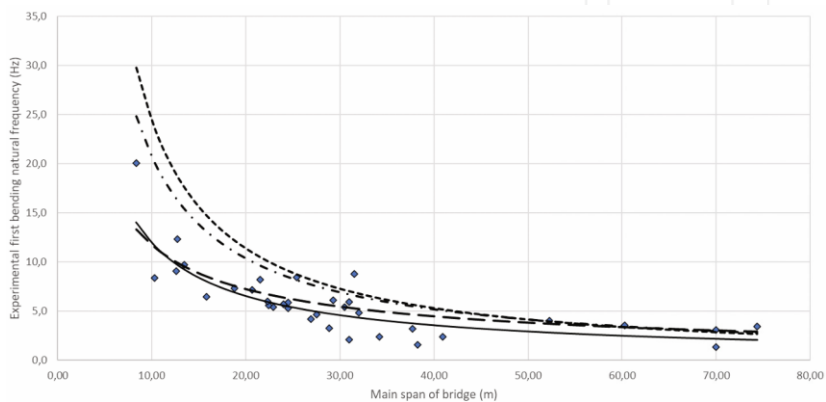


Fonte: IABMAS, Japão, 2021

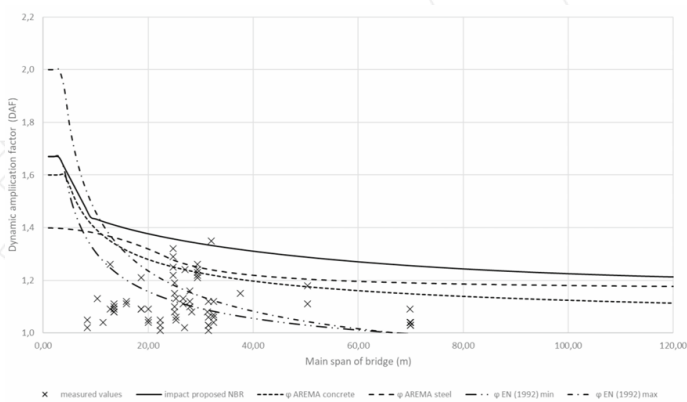
## ESTUDOS QUE AUXILIARAM NA ELABORAÇÃO DA ABNT NBR 17245:2025

Ações devidas ao tráfego de veículos ferroviários e metroferroviários em pontes, viadutos e outras estruturas

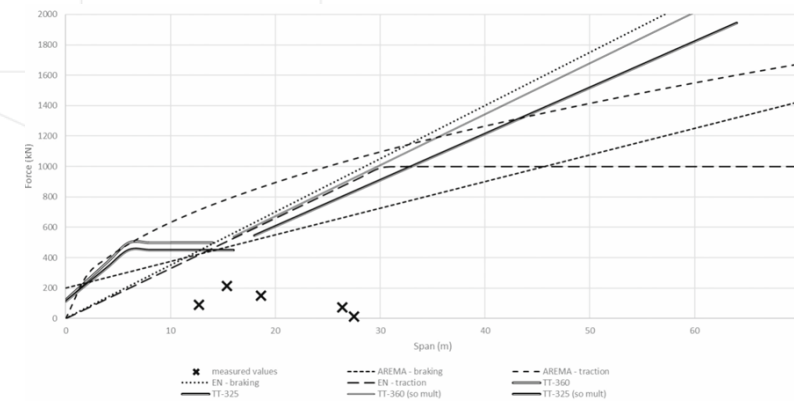
Frequência natural x vão



Coefficiente de impacto normativo x DAF



Forças horizontais x Frenagem e Aceleração



Fonte: EVACES, Portugal, 2025

# ACESSOS ESPECIAIS NA INSPEÇÃO ESPECIAL

## Drones:



- **Reduz a exposição dos inspetores a ambientes e atividades de risco**
- Incluído em **todas as inspeções rotineiras**
- **Inspeciona e prioriza a utilização de corda e outros acessos nas Inspeções Especiais**
- Atenção ao **atendimento à legislação** (ICA100-40 do DECEA e RBAC-E 94 da ANAC)

## Acessos por cordas:



- Permite o **acesso próximo à estrutura** para medições e mapeamento de anomalias e ensaios
- Realizado por **alpinismo industrial**, com técnicas e equipamentos para descida e ascensão
- Atendimento a **NR-15 e alpinistas habilitados** (N1, N2 e N3)
- Importante a elaboração de um **procedimento que garanta a segurança dos alpinistas e das ancoragens**

## Outros tipos de acesso:



- **Plataformas elevatórias, escadas, andaimes e outros**
- De forma geral, mais simples, porém é importante verificar a necessidade de **treinamentos, qualificações, projetos e procedimentos específicos**

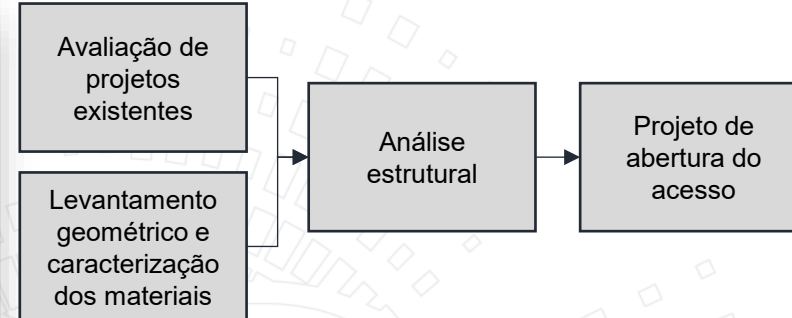


# ACESSOS ESPECIAIS NA INSPEÇÃO ESPECIAL

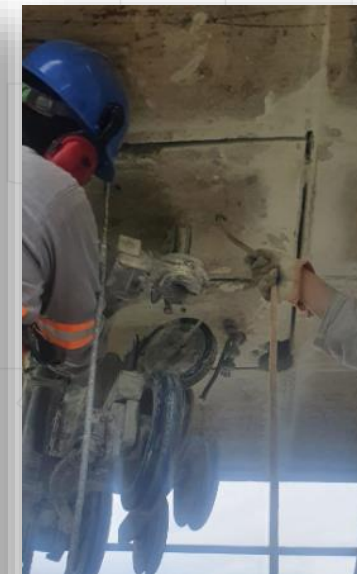
Acesso em estruturas celulares:



E na ausência de acessos?



Exemplo de abertura em viaduto de concreto armado:

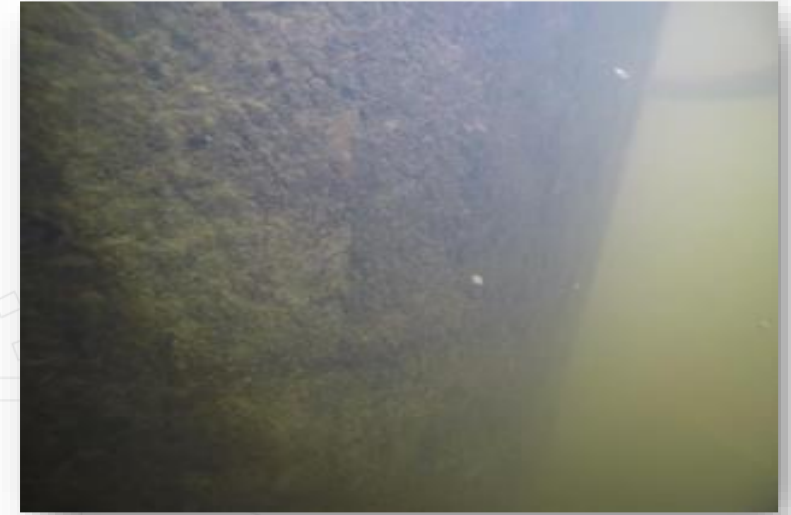


## Atenção:

- Investigação das cordoalhas e armaduras existentes
- Necessidade de reforços no entorno das aberturas
- Atendimento à NR-33 para trabalho em espaço confinado
- Danos à estrutura e o adequado tratamento das regiões que sofreram intervenção
- Eventual necessidade de solução de fechamento dos acessos

# INSPEÇÃO SUBAQUÁTICA

Operação com o uso de mergulhadores:




- Operação realizada por **mergulhadores profissionais, devidamente habilitados** conforme NORMAM-13/DPC
- **Procedimentos rigorosos de segurança**
- Grande **equipe de apoio e segurança** envolvida
- **Elevados custos e tempo de planejamento** para a execução
- Qualidade da inspeção depende da **turbidez da água e condição das fundações**

# INSPEÇÃO SUBAQUÁTICA

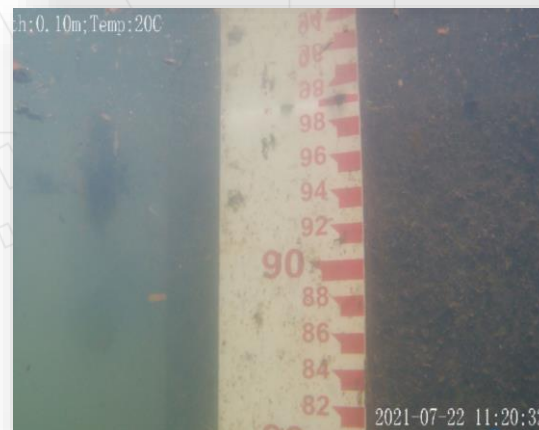
Operação com o uso de ROVs (*Remotely Operated Vehicle*):



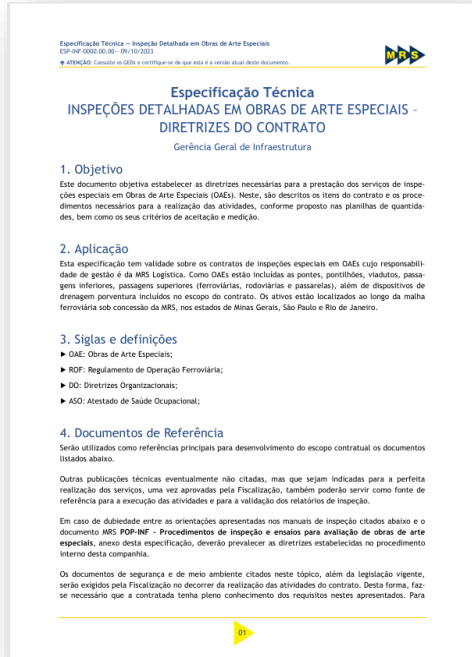
 Caso as condições do ambiente não sejam adequadas a utilização de ROVs, importante considerar a utilização de mergulhadores.



- Avaliação da **Condição do ambiente**: profundidade do curso d'água, velocidade e regime de escoamento, turbidez e iluminação natural, presença de vegetação ou detritos, impregnação das superfícies com organismos marinhos, etc;
- Definição de **equipamentos adequados**: câmeras, sensores, radares, controle de profundidade, iluminação artificial, autonomia de baterias, distância em relação ao operador, qualidade da captação e transmissão das imagens, etc;
- **Redução da exposição de colaboradores ao ambiente de risco**;
- **Redução de custo nas atividades de inspeção especial.**



# MODELO DE CONTRATAÇÃO – INSPEÇÃO ESPECIAL



## Especificação de Serviços:

- Escopo
- Considerações gerais da contratação
- Critérios de medição
- Critérios de qualidade e aceitação dos serviços
- Condições de meio ambiente
- Condições de segurança do trabalho

## Contratação:

- Pacote com dezenas de OAEs, agrupadas por localidade e/ou similaridade de características estruturais e extensão e/ou equilíbrio financeiro
- Fornecimento das inspeções cadastrais das OAEs
- Planilha de preços unitários por OAE, com quantidades já definidas pela Engenharia MRS
- Critérios de comprovação de capacidade e scorecard técnico
- Fóruns técnicos periódicos com as empresas para observarmos oportunidades de produtividade e melhorias técnicas no processo

**OBS:** O escopo de instrumentação é contratado a preço global, por OAE, onde o fornecedor apresenta, na proposta técnica, o plano de instrumentação e ensaios que serão realizados para validação do time técnico.

# MODELO DE CONTRATAÇÃO – INSPEÇÃO ESPECIAL

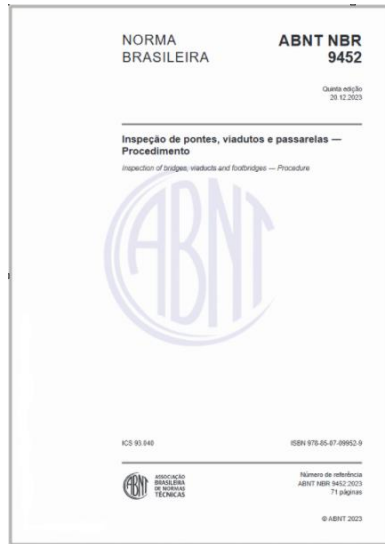
## Planilha de preços unitários:

| Item     | Descrição do Serviço   | Unid.          |
|----------|--|----------------|
| -        | <b>Serviços preliminares</b>   | -              |
| 1        | Mobilização e desmobilização dos Serviços  | Unid           |
| 2        | Roçada Manual  | m <sup>2</sup> |
| 3        | Remoção de animais e insetos   | Unid           |
| -        | <b>Serviços de inspeção</b>  | -              |
| <b>4</b> | <b>Relatório de inspeção</b>   | -              |
| 4.1      | Relatório de inspeção - Viaduto rodoviário de até 100m de extensão                             | unid           |
| 4.2      | Relatório de inspeção - Viaduto rodoviário de extensão superior a 100m                         | unid           |
| 4.3      | Relatório de inspeção - Passarelas   | unid           |
| 4.4      | Relatório de inspeção - <b>OAE ferroviária de concreto ou capeado</b> , até 20 m de extensão   | unid           |
| 4.5      | Relatório de inspeção - <b>OAE ferroviária de concreto</b> , entre 20 e 100 m de extensão      | unid           |
| 4.6      | Relatório de inspeção - <b>OAE ferroviária de concreto</b> , entre 100 e 300 m de extensão     | unid           |
| 4.7      | Relatório de inspeção - <b>OAE ferroviária de concreto</b> , acima de 300 m de extensão        | unid           |
| 4.8      | Relatório de inspeção - <b>OAE ferroviária de aço, alma cheia</b> , até 100 m de extensão      | unid           |
| 4.9      | Relatório de inspeção - <b>OAE ferroviária de aço, alma cheia</b> , acima de 100 m de extensão | unid           |
| 4.10     | Relatório de inspeção - <b>OAE ferroviária de aço, treliça</b> , até 100 m de extensão         | unid           |
| 4.11     | Relatório de inspeção - <b>OAE ferroviária de aço, treliça</b> , acima de 100 m de extensão    | unid           |
| 4.12     | Relatório de inspeção - <b>OAE ferroviária de aço, caixão</b> , até 100 m de extensão          | unid           |
| 4.13     | Relatório de inspeção - <b>OAE ferroviária de aço, caixão</b> , acima de 100 m de extensão     | unid           |

|    |   |                |
|----|---|----------------|
| -  | <b>Ensaio de campo e laboratório</b>  | -              |
| 5  | Compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto   | unid           |
| 6  | Módulo de elasticidade do concreto  | und            |
| 7  | Esclerometria   | Unid           |
| 8  | Potencial de corrosão da armadura   | Unid           |
| 9  | Resistividade elétrica do concreto  | Unid           |
| 10 | Carbonatação do concreto  | Unid           |
| 11 | Ultrassonografia do concreto  | Unid           |
| 12 | Teor de cimento, cloretos e sulfatos  | Unid           |
| 13 | Ensaio prático de aspersão de nitrato de prata  | Unid           |
| 14 | Reconstituição do traço do concreto   | Unid           |
| 15 | Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados  | Unid           |
| 16 | Microscopia eletrônica de varredura (MEV)   | Unid           |
| 17 | Ensaio de fluorescência de raio-x (FRX)   | Unid           |
| 18 | Medição do Índice de Fissuras - Cracking Index (CI)   | Unid           |
| 19 | Stiffness Damage Test (SDT)   | Unid           |
| 20 | Caracterização mecânica do aço  | Unid           |
| 21 | Líquido Penetrante ou Partícula Magnética em Estruturas Metálicas   | m              |
| 22 | Ultrassom em Estruturas Metálicas   | Unid           |
| 23 | Medidor de Película Seca de Pintura   | m <sup>2</sup> |
| 24 | Aderência de Película Seca de Pintura   | Unid           |
| 25 | Inspeção de fundações com escavação e reaterro compactado   | Unid           |
| -  | <b>Outros</b>   | -              |
| 27 | Barco a motor com piloto e equipamentos para resgate  | unid           |
| 28 | Prospecção de armaduras em elementos de concreto  | unid           |
| 29 | Instalação de andaime ou plataforma suspensa de trabalho  | m <sup>2</sup> |
| 26 | Inspeção de fundações submersas utilizando <b>mergulhadores</b> , por apoio   | Unid           |
| 30 | Inspeção de fundações submersas utilizando <b>equipamento remotamente operado</b> , por apoio (inclui mobilização extraordinária) | unid           |
| 31 | Plataforma elevatória para inspeções (inclui mobilização e desmobilização)  | h              |

# RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

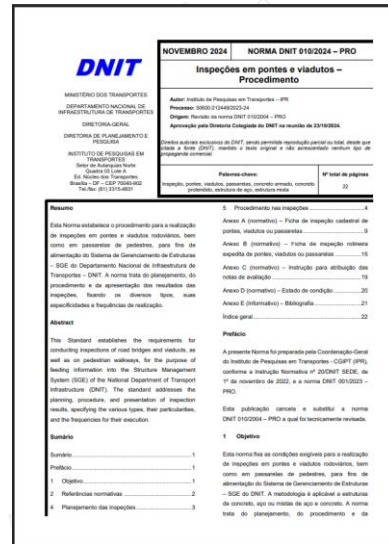
ABNT NBR 9452:2023



Norma ABNT

Inspeção de pontes, viadutos e passarelas – Procedimento

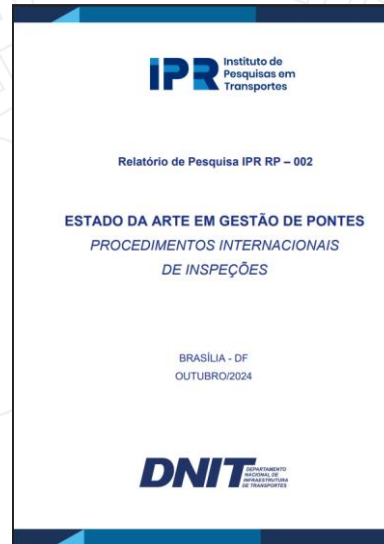
DNIT 010/2024-PRO



Norma DNIT

Inspeção de pontes e viadutos – Procedimento

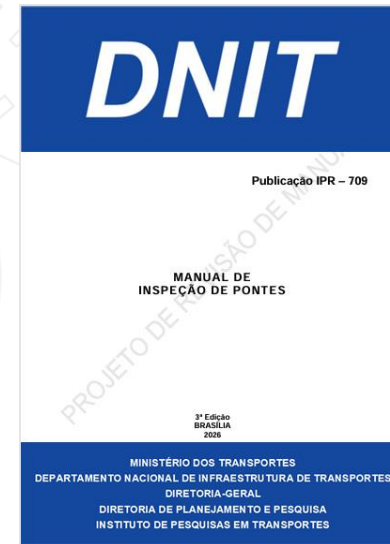
IPR RP-002:2024



Relatório de Pesquisa:

Procedimentos internacionais de inspeção

IPR-709:2026



Manual de Inspeção de Pontes

(projeto de revisão previsto para publicação em 06.2026)

Recomendação Técnica



Gestão de Obras de Arte Especiais

ABECE, ABPE, ALCONPAT BRASIL, IBRACON e IABMAS-BRAZIL



**Obrigado(a)!**

 João Junqueira

