

**Contribuição para os procedimentos de inspeção em pontes, viadutos e passarelas**

**Ciro José Ribeiro Villela Araújo**  
**Gisleine Coelho de Campos**  
**Sergio Brazolin**  
**Takashi Yojo**

*Palestra on-line apresentada no CONGRESSO BRASILEIRO DE  
PONTES E ESTRUTURAS, 12., 2021.*

A série "Comunicação Técnica" compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.



# Contribuições para os procedimentos de inspeção em Pontes, Viadutos e Passarelas

## **Autores:**

**Msc. Eng. Civil - Ciro José R. V. Araujo<sup>1</sup>**

**Dra. Eng. Civil - Gisleine Coelho de Campos<sup>2</sup>**

**Dr. Biólogo - Sergio Brazolin<sup>3</sup>**

**Dr. Eng. Civil - Takashi Yojo<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP / IPT / CIMA

<sup>2</sup> Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP / IPT / CIMA

<sup>3</sup> Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP / IPT / CIMA

<sup>4</sup> Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP / IPT / HE





## Objetivo

Este trabalho tem como objetivo apresentar informações sobre **itens de atenção nas inspeções da infraestrutura de pontes, viadutos e passarelas**, além de mostrar **inspeções dessas obras**, constituídas por **elementos metálicos e de madeira**, mostrando **recomendações de manuais internacionais** associadas ao tema, bem como descrevendo **experiências práticas brasileiras** de sucesso, na tentativa de **contribuir** para a **uniformização e melhoria dos métodos de inspeção** de todos os tipos de obras de arte especiais.





## Algumas regulamentações nacionais e internacionais de inspeção de pontes e viadutos

- A atual norma vigente de **inspeções em Pontes, Viadutos e Passarelas de concreto é a ABNT NBR 9452 (2019)**
- **O meio técnico internacional** possui uma **série de regulamentações** voltadas às **inspeções e manutenções** de Obras de Arte Especiais.
- Nos Estados Unidos, a Associação Norte-Americana de Especialistas Rodoviários e de Transporte (**AASTHO**) apresenta especificações, protocolos de teste e diretrizes que são usadas no projeto e construção de rodovias nos Estados Unidos.
- O Manual de Inspeção de Pontes **NYSDOT (2017)** do departamento de transportes de Nova Iorque - **aponta os critérios de classificação** do estado de conservação (CS) das pontes, apresentando **níveis das condições observadas** nessas obras, com as respectivas notas de criticidade, como pode ser observado no Quadro 1.





### Quadro 1 – Caracterização dos estados de conservação

Fonte: Adaptado do  
NYSDOT (2017)

Classificação do estado	Condição	Informações gerais das condições
CS-1	Bom	Elemento não possui deterioração ou a deterioração é insignificante, indicando que não há necessidade de reparos, estando em boas condições. Elementos que já foram reparados e restauraram a capacidade total prevista originalmente.
CS-2	Razoável	Elemento que possui pequenas deficiências que apresentam progressão no processo de deterioração, sendo necessária a realização de manutenção. Elementos que receberam reparos, mas não o suficiente para restaurar as condições previstas originalmente.
CS-3	Ruim	Elemento que sofreu deterioração avançada, mas sem a necessidade de reforço estrutural. Elemento pode necessitar de manutenção ou ação corretiva.
CS-4	Severa	Elemento necessita de reforço estrutural, ou o reforço estrutural já existente ainda não garante a capacidade portante. O elemento não apresenta eficiência compatível com os requisitos de projeto.
CS-5	Sem informação	Elemento não pôde ser avaliado devido à falta de acesso.





## Pontes Metálicas

### Itens de atenção nas inspeções de pontes metálicas, conforme regulamentações norte americanas e nacionais

Conforme o NYSDOT (2017), recomenda-se avaliar as condições dos elementos estruturais e suas respectivas capacidades de carga para as quais foram projetados. Há preocupação especial quanto à **avaliação dos seguintes itens:**

- perda de seção por **corrosão**;
- **empenamentos**;
- **trincas** em soldas ou em regiões sujeitas à fadiga;
- danos por **impacto**;
- **ligações** soldadas, parafusadas e rebitadas;
- **distorções** em vigas;
- **desalinhamentos** dos elementos;
- **perda de seção** ou presença de **deformações** nas regiões **próximas aos apoios**;
- locais sujeitos ao **acúmulo de água e sais** que provoquem a corrosão das partes metálicas e das conexões.

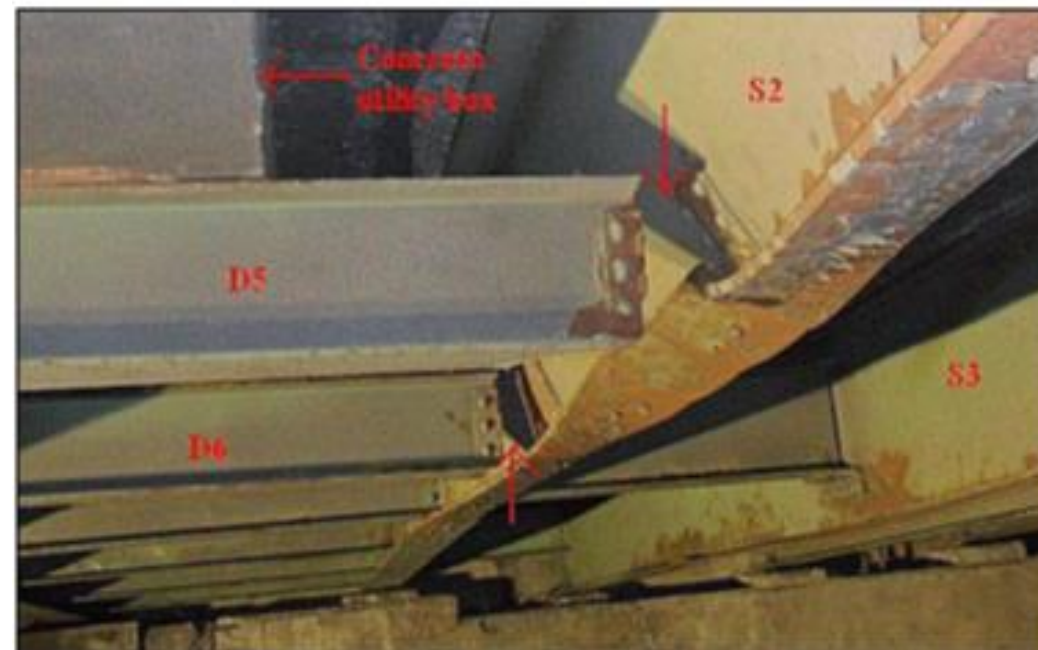




De acordo com NYSDOT (2017), os elementos com corrosão e redução de seção da alma e chapa de reforço da viga. Nota de classificação segundo o manual: CS-3.

Fonte: Adaptado de NYSDOT (2017)

CS-3: Elemento sofreu deterioração avançada, mas sem a necessidade de reforço estrutural. Necessita de manutenção ou ação corretiva



De acordo com NYSDOT (2017), a viga com danos decorrentes de impactos e presença de distorção. Ruptura da ligação entre os elementos. Nota de classificação segundo o manual: CS-4.

Fonte: Adaptado de NYSDOT (2017)

CS-4: Elemento necessita de reforço estrutural. Não apresenta eficiência compatível com o projeto.





## Pontes em Madeira

Para mitigar a **ausência de norma de inspeção de pontes de madeira** existem iniciativas das universidades e institutos de pesquisa, bem como do exército brasileiro, além de manuais e especificações.

- **Manual de Projeto e Construção de Pontes de Madeira** (Calil Jr., 2006),
- **Caderno de Instrução de Pontes de Madeira** (Ministério da Defesa. Exército Brasileiro., 2019),
- Manual de Inspeção de Pontes **NYSDOT (2017)** do departamento de transportes de Nova Iorque,
- **Manual de inspeções de pontes de madeira da Minnesota** (Natural Resources Research Institute, 2014).







## Itens de atenção nas inspeções de pontes de madeira, conforme regulamentações norte americanas e nacionais

Segundo NYSDOT (2017), os **inspetores** devem ser capazes de **identificar** sinais da presença das patologias e **avaliar** seu efeito na **capacidade portante**, tais como:

- Presença de **fungos** - condições de umidade, nível de oxigênio e temperatura são favoráveis;
- Presença de **insetos** - cupim, besouros, formigas e brocas - a madeira é uma fonte de alimento e um local de abrigo
  - geralmente o único sinal de anomalia é o **acúmulo de serragem** ou de sinais de presença de cupins pela existência de **resíduos de cor esbranquiçada** na superfície da madeira,
  - é recomendado que o inspetor utilize um martelo para **detectar áreas ocas** e inspecione o elemento com uma ferramenta para **avaliar a extensão das anomalias**, devendo-se tomar o cuidado para **não realizar abertura excessiva**, pois os orifícios permitirão a penetração de umidade e o processo de deterioração;
- **Incêndio** - danos decorrentes a exposição de calor extremo;
- **Rachaduras** - ciclos de secagem e umidificação;
- **Desgaste natural**;
- **Colisões** de veículos ou materiais carreados pelas águas dos rios;
- Danos devido a **sobrecargas acima** do previsto em **projeto**.





Na **dificuldade de avaliar a biodeterioração** das madeiras, no fato de que os ataques podem estar localizados no **interior da peça** e nem sempre podem ser observados numa inspeção visual, neste cenário, como **diretrizes gerais para inspeção** da super e mesoestruturas, **recomenda-se:**

Passo 1 - Fazer um levantamento de dados do local onde a ponte ou viaduto se inserem por meio de **mapas geológicos, cartas geotécnicas, fotos aéreas, entre outros.**

Passo 2 - **Analisar os desenhos de projeto, especificações dos materiais** e demais documentos disponíveis, aqui inclusos os registros de inspeções prévias. Atentar para as orientações do projeto no que tange às hipóteses adotadas e orientações a serem seguidas na fase construtiva.

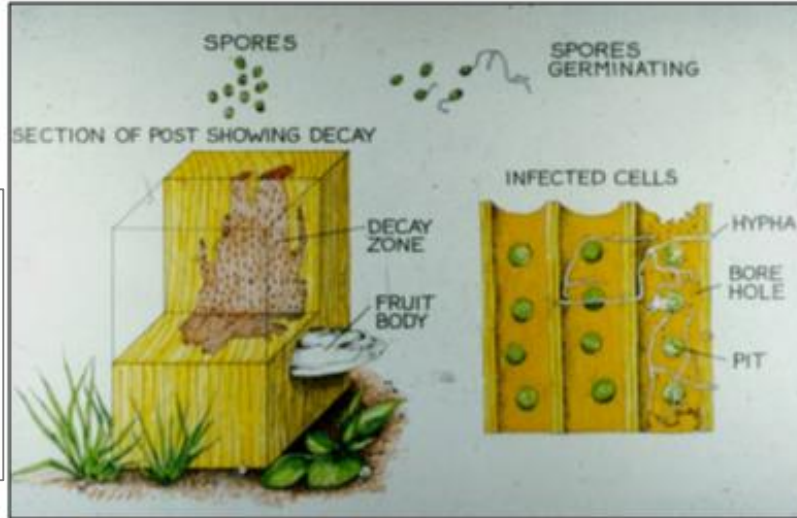
Passo 3 – **Registrar a biodeterioração** em vigas **longarina**, em vigas **travessa** e **pilares**, que são os **principais componentes estruturais**, sem se esquecer dos componentes secundários. Registros documentais e fotográficos devem ser feitos e, **sempre que possível, recolher uma amostra.**

Passo 4 – No levantamento das patologias não deve ser esquecida que a biodeterioração pode estar fora do alcance visual. Neste caso será necessário **o uso de equipamentos não invasivos.**



Vista geral da biodeterioração afetando elemento de madeira.

Fonte: USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, 1990.



Situação crítica nas vigas longarinas de madeira da superestrutura devido a perda de seção.

Problemas de ataque interno em viga travessa.



Exemplo de biodeterioração dos pilares de madeira da meso estrutura





De acordo com NYSDOT (2017) a viga laminada é composta por várias peças de madeira. A inspeção anual indicou que as delaminações estão se deteriorando. Classificação segundo o manual: CS-3  
Fonte: Adaptado de NYSDOT (2017)

CS-3: Elemento sofreu deterioração avançada, mas sem a necessidade de reforço estrutural. Necessita de manutenção ou ação corretiva



De acordo com NYSDOT (2017) a longarina da ponte de madeira está completamente apodrecida. Classificação segundo o manual: CS-4  
Fonte: Adaptado de NYSDOT (2017)

CS-4: Elemento necessita de reforço estrutural. Não apresenta eficiência compatível com o projeto.





## Infraestrutura

De forma geral, **os elementos** que constituem a **infraestrutura e os encontros** das obras de arte (elementos de fundação e estruturas de contenção dos encontros), **são considerados elementos principais** para a segurança da obra, independentemente dos materiais e tecnologia construtiva empregada. No entanto, **o Brasil ainda carece de normas e procedimentos** que orientem a **inspeção periódica** desses elementos.

### Itens de atenção nas inspeções de fundações e encontros, conforme regulamentações norte americanas e nacionais

Fatores de risco que afetam diretamente o desempenho da meso e infraestrutura:

- estudos **hidrológicos** e **hidráulicos** insuficientes;
- estudos **geotécnicos** insuficientes;
- fundações com profundidades vulneráveis aos **efeitos da erosão** do leito do rio;
- **mudanças** ocorridas no comportamento do **curso d'água**: regime, tipo e perfil do canal,
- locação inadequada, deixando de considerar em alguns casos a **escondidade ou a curvatura da obra** em relação ao rio





- **estrangulamento** da seção de **vazão**, **umentando a velocidade** da correnteza e gerando fossas de **erosão** junto às **fundações**,
- deficiências na **transição rodovia-ponte**, principalmente nos casos das obras com extremidades em **balanço**, inclusive com inadequação das **dimensões das cortinas e alas**, além da ausência de **lajes de transição**,
- **baixa qualidade da execução** dos pilares e fundações, geralmente **em meio agressivo**, com a utilização de concreto poroso, segregado e com cobrimento insuficiente das armaduras.

Dado que **muitas obras de infraestrutura** do país são **antigas**, para as quais **não há arquivo** organizado dos desenhos de projeto *`as built`*, por vezes **não se consegue definir** qual **o tipo de elemento de fundação** utilizado. Neste cenário, como **diretrizes gerais** para **inspeção da infra e mesoestruturas**, recomenda-se:

- Passo 1 - Fazer um levantamento de dados do local onde a ponte ou viaduto se inserem por meio de **mapas geológicos, cartas geotécnicas, fotos aéreas**
  - pode apontar a existência de drenagens naturais, cicatrizes de escorregamentos pretéritos, presença de rochas carbonáticas suscetíveis ao fenômeno de carste, entre outras ocorrências de origem geológico-geotécnica ou hidrológica.





- **Passo 2 - Analisar os desenhos de projeto, ensaios de investigação geológico-geotécnica, especificações dos materiais e demais documentos disponíveis**, aqui inclusos os registros de inspeções prévias. Atentar para as orientações do **projeto** no que tange às **hipóteses adotadas e orientações** a serem seguidas na **fase construtiva**.
- **Passo 3** – Visitar a região onde a ponte ou viaduto se situa, atentando-se para a **presença de árvores inclinadas nas margens de corpos d'água, blocos de rocha em taludes, trincas no solo ou em edificações próximas e afundamentos no pavimento**, em especial na região dos encontros.
  - **Buscar informações** com moradores e usuários sobre a ocorrência de **enchentes, afundamentos de pavimento, erosão em margens** de rio e, também, tentar conhecer a **prática local de execução de fundações**.
  - O **carreamento de partículas sólidas em cursos d'água**, na região dos encontros da ponte, representa um **fator de risco elevado** para a manutenção da **estabilidade global da estrutura, podendo também afetar** o desempenho de elementos de fundação, em particular nos casos de **fundação direta**.
  - **Redes de infraestrutura** próximas às obras de arte, tais como **galerias de águas e tubulações de esgoto**, podem apresentar **vazamentos** que dão origem aos **processos erosivos**.





- Passo 4 – Inspeccionar as **partes visíveis dos elementos** de fundação e encontros,
  - **verticalidade** e **excentricidade** de pilares e estacas,
  - condição da **ligação estaca-bloco**,
  - presença de **trincas ou fissuras** em blocos de fundação,
  - existência de **vazios ou cavidades** próximas aos blocos, muros de ala ou de contenção,
  - existência de **vegetação** em meio às estruturas de contenção,
  - presença de **armaduras expostas e corroídas** em elementos de concreto, pontos de corrosão em elementos metálicos e de sinais de **apodrecimento em elementos de madeira**.

**Inspeções subaquáticas** podem ser também necessárias em casos de suspeitas de patologias em **elementos submersos**.

- Passo 5 – Na identificação de **sinais patológicos** ou **ausência de informações** sobre elementos relevantes à segurança global da estrutura, programar a realização de **ensaios – preferencialmente não destrutivos** – para aprofundamento das **investigações** e melhor **avaliação** do estado em que a **obra** se encontra.





Vista geral do vale profundo no qual se insere a ponte em arco. (cidade de Constantine, Argélia). Atentar para a característica do maciço rochoso exposto.



Situação crítica de encontro de ponte no município de Presidente Bernardes, SP. Observar a ocorrência de carreamento dos sólidos

Problemas na ligação entre as estacas de fundação e o bloco (Milititsky et al., 2008).



Patologias no concreto na região de contato com o bloco de fundação (Bastos e Miranda, 2017).





Inspeção especial da infraestrutura de uma ponte no município de Iporanga, SP, usando cestos.



Montagem de plataforma flutuante para inspeção especial de elementos de fundação no Complexo do Cebolão, em São Paulo, SP.





De acordo com NYSDOT (2017), o processo erosivo compromete o apoio da estrutura de concreto.

Classificação segundo o manual: CS-4  
Fonte: Adaptado de NYSDOT (2017)

CS-4: Elemento necessita de reforço estrutural. Não apresenta eficiência compatível com o projeto.



De acordo com NYSDOT (2017), o processo erosivo expõe parte do fuste das estacas de fundação.

Classificação segundo o manual: CS-3  
Fonte: Adaptado de NYSDOT (2017)

CS-3: Elemento sofreu deterioração avançada, mas sem a necessidade de reforço estrutural. Necessita de manutenção ou ação corretiva



De acordo com NYSDOT (2017), Resíduos transportados pela drenagem presos no tabuleiro.

Classificação segundo o manual: CS-3  
Fonte: Adaptado de NYSDOT (2017)





## Conclusão

A **NBR 9452 (2019)** representou **um grande avanço para a garantia da segurança, do desempenho e da durabilidade das obras de arte**. No entanto, a análise da bibliografia internacional e a própria experiência brasileira em inspeções sinalizam a **necessidade de complementação** dessa norma de forma a **incluir outros materiais e aspectos relevantes para manutenção da integridade e segurança**, principalmente no uso de **obras com idades avançadas em relação à vida útil de projeto**.





**Obrigado !**

Contatos:

[ciroaraujo@ipt.br](mailto:ciroaraujo@ipt.br)

[gisleine@ipt.br](mailto:gisleine@ipt.br)

[brazolin@ipt.br](mailto:brazolin@ipt.br)

[yojos@ipt.br](mailto:yojos@ipt.br)

