

Inspeção de pontes e viadutos

Ciro José Ribeiro Villela Araújo

*Palestra on-line apresentada para Defesa Civil
Municipal de São Paulo, curso de Pós-graduação da
Universidade São Judas Tadeu*

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.



Seu desafio é nosso

Sobre o IPT

Soluções Tecnológicas

Unidades de Negócios

Consultas Online

Ensaio, Análise e Calibrações
Materiais de Referência
+ Mais Consultas

Open Experience
XIPT

Plataforma
Municípios

ipt
Organismo
de Certificação
de Produto

Notícias

IPT na mídia

Eventos

Publicações

Ensino / Cursos

Patentes

Fornecedores

Unidades de Negócios

🏠 > [Unidade de Negócios](#)



BIONANO
Bionomanufatura



CIMA
Cidades, Infraestrutura e
Meio Ambiente



EN
ENERGIA



ET
Ensino Tecnológico



HE
Habitação e Edificações



MA
Materiais Avançados



TD
Tecnologias Digitais



TRM
Tecnologias Regulatórias e
Metrológicas

Unidades de Negócios

Unidades de Negócios > Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente > Laboratórios / Seções

Laboratórios / Seções

Seção de Planejamento Territorial, Recursos Hídricos, Saneamento e Florestas

Seção de Obras Civis

Seção de Investigações, Riscos e Gerenciamento Ambiental

Mais sobre esta unidade

- Laboratórios / Seções
- Artigos técnicos
- Apresentações e Posters
- Livros e Capítulos
- Notícias

Contato

Central de Relacionamento com o Cliente

ipt@ipt.br
Tel.: (11) 3767-4000

Acompanhamento de obras

Avaliação e análise de projetos e obras

Ensaio de campo

Ensaio laboratorial

Inspeção de estruturas de obras civis

Instrumentação e monitoramento de estruturas

Modelagem numérica

Pesquisa e desenvolvimento

Seção de Obras Civas - SOC

Aspectos gerais das inspeções de pontes e viadutos

Eng. Ms. Ciro José Ribeiro Villela Araujo

e-mail: soc@ipt.br

Etapas da apresentação

- 1) Conceitos gerais
- 2) Requisitos mínimos de escolaridade e experiência profissional de inspetores segundo a Norma ABNT NBR 16230:2013
- 3) Conceitos básicos da ABNT NBR 9452:2019
- 4) Exemplos de anomalias observadas nas inspeções
- 5) Resumo das etapas de planejamento das inspeções
- 6) Vida útil x manutenção
- 7) Discussões e conclusões

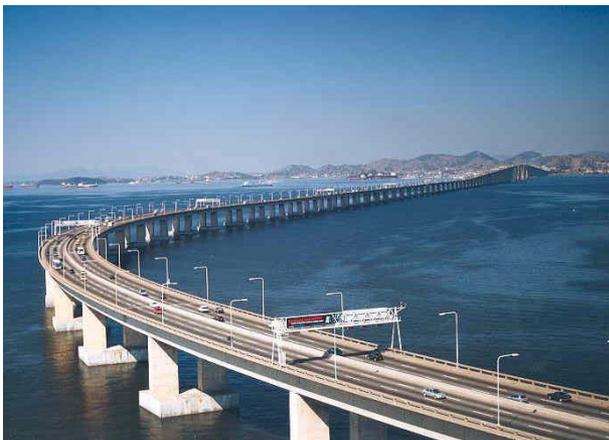
Conceitos gerais - Pontes



Conceitos gerais - Viadutos



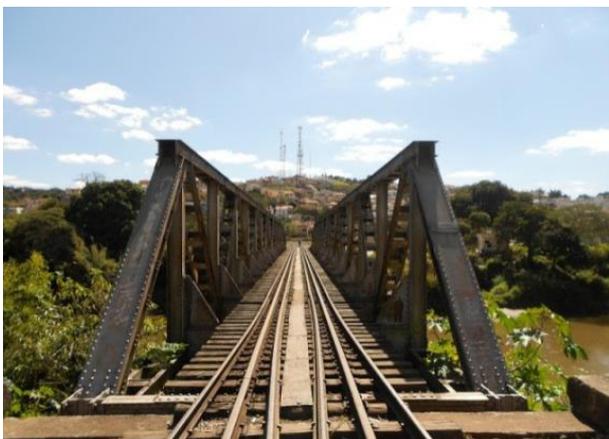
Tipologia quanto à transposição



Rodoviária



Aqueduto navegável



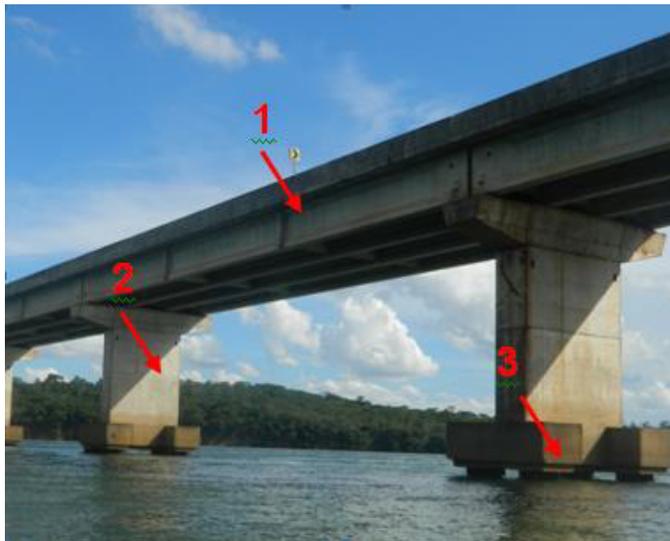
Ferroviária



Passarela

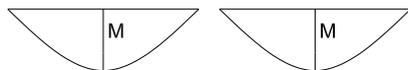
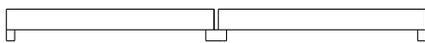
Obras de Arte Especiais

- As Obras de Arte Especiais são compostas por 3 estruturas fundamentais:

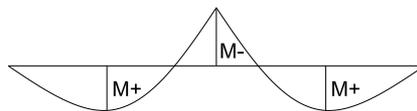
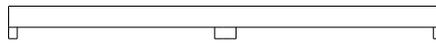


- 1) SUPERESTRUTURA
- 2) MESOESTRUTURA
- 3) INFRAESTRUTURA

Sistema estrutural



Isostático – bi apoiado



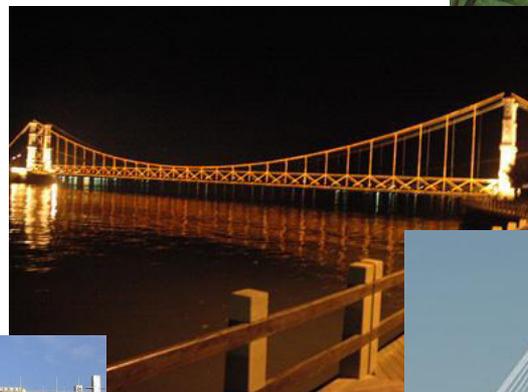
Hiperestático - contínuo



Vigas



Caixão



Pênsil



Arco



Estaiada

Etapas da apresentação

- 1) Conceitos gerais
- 2) Requisitos mínimos de escolaridade e experiência profissional de inspetores segundo a Norma ABNT NBR 16230:2013
- 3) Conceitos básicos da ABNT NBR 9452:2019
- 4) Exemplos de anomalias observadas nas inspeções
- 5) Resumo das etapas de planejamento das inspeções
- 6) Vida útil x manutenção
- 7) Discussões e conclusões

Primeira edição
14.10.2013

Válida a partir de
14.11.2013

**Inspeção de estruturas de concreto —
Qualificação e certificação de pessoal —
Requisitos**

*Inspection of concrete structures — Personnel qualification and certification
— Requirements*

Qualificação e certificação de
pessoal para inspeção de
estruturas de concreto

ICS 03.100.30; 91.090.40

ISBN 978-85-07-04553-3



Número de referência
ABNT NBR 16230:2013
19 páginas

© ABNT 2013

Termos e definições da ABNT NBR 16230:2013 quanto aos inspetores:

Inspetor I – Profissional apto a **inspecionar** estruturas de concreto, **definir e acompanhar** a realização de **ensaios** necessários, bem como **orientar a equipe** de trabalho, **visando** manter ou restabelecer seus requisitos de **segurança estrutural, de funcionalidade e de durabilidade**.

Inspetor II – Profissional apto, **além das atividades do inspetor I**, **planejar e supervisionar a inspeção** de estruturas de concreto, assim como **avalia-las**, visando manter ou restabelecer seus requisitos de **segurança estrutural, de funcionalidade e de durabilidade**.

Requisitos mínimos de escolaridade e experiência profissional, conforme a ABNT NBR 16230:2013

Tabela 1 – Requisitos mínimos de escolaridade e experiência profissional

Categoria	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Inspetor I	Curso superior na área de construção civil, com um ano de experiência em patologia e terapia das estruturas de concreto	Ensino médio profissionalizante em construção civil com dois anos de experiência em patologia e terapia das estruturas de concreto	Ensino médio com cinco anos de experiência na atividade de inspeção, recuperação ou reforço
Inspetor II	Engenheiro civil especialista (pós-graduado <i>lato sensu</i> , mestre ou doutor) em patologia e terapia das estruturas ou em estruturas de concreto, com dois anos de experiência na atividade	Engenheiro civil com cinco anos de experiência em patologia e terapia das estruturas de concreto	Curso superior na área de construção civil com dez anos de experiência em patologia e terapia das estruturas de concreto

Etapas da apresentação

- 1) Conceitos gerais
- 2) Requisitos mínimos de escolaridade e experiência profissional de inspetores segundo a Norma ABNT NBR 16230:2013
- 3) **Conceitos básicos da ABNT NBR 9452:2019**
- 4) Exemplos de anomalias observadas nas inspeções
- 5) Resumo das etapas de planejamento das inspeções
- 6) Vida útil x manutenção
- 7) Discussões e conclusões

**NORMA
BRASILEIRA**

**ABNT NBR
9452**

Terceira edição
08.04.2016

**Inspeção de pontes, viadutos e passarelas
de concreto — Procedimento**

Inspection of concrete bridges and footbridges — Procedures

ICS 93.040

ISBN 978-85-07-06156-4



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 9452:2016
48 páginas

© ABNT 2016

**NORMA
BRASILEIRA**

**ABNT NBR
9452**

EMENDA 1
27.08.2019

**Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de
concreto — Procedimento**

Inspection of concrete bridges and footbridges — Procedures

Anexo G da NBR 9452:2019

Convenção de nomenclatura para vistoria de OAE

O objetivo desta convenção é **padronizar a nomenclatura dos elementos** estruturais das obras de arte especiais e passarelas das rodovias brasileiras, estejam estas situadas no eixo ou transversalmente à rodovia, **para que as anomalias registradas** durante as **inspeções iniciais, rotineiras; extraordinárias ou especiais** possam ser **monitoradas ao longo do tempo** com mais acuracidade. Os critérios ora estabelecidos podem também ser adotados quando houver recuperação, reforço e alargamento das obras.

Anexo G da NBR 9452:2019

Convenção de nomenclatura para vistoria de OAE

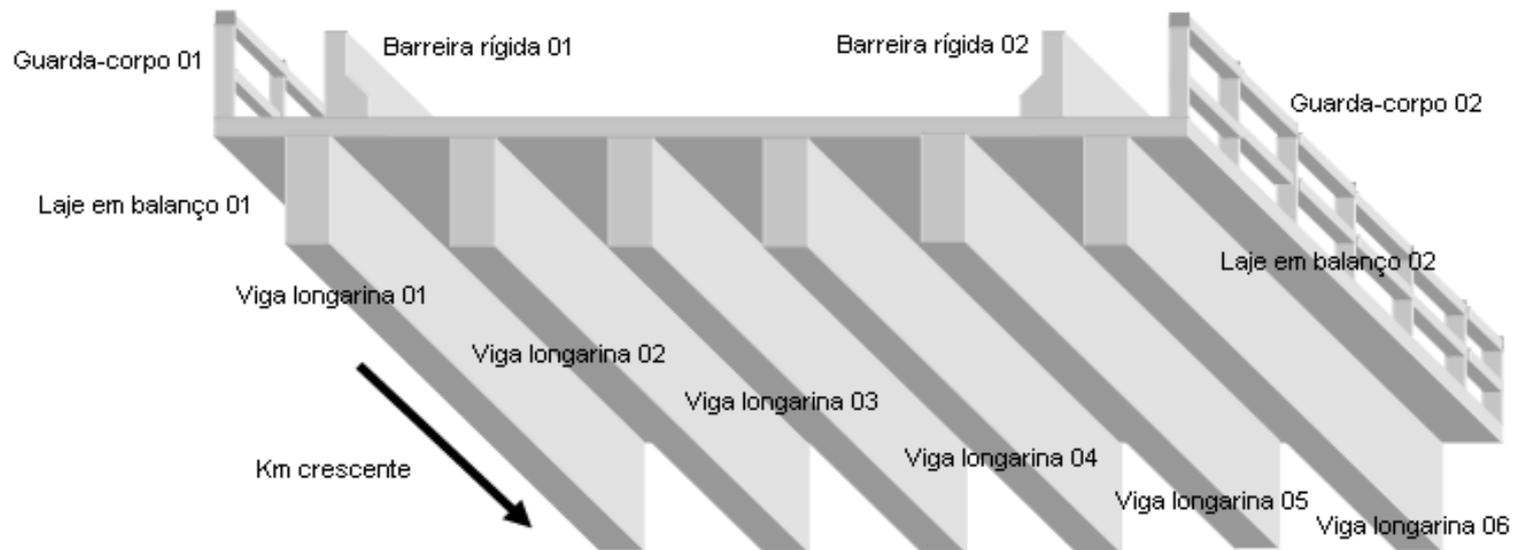
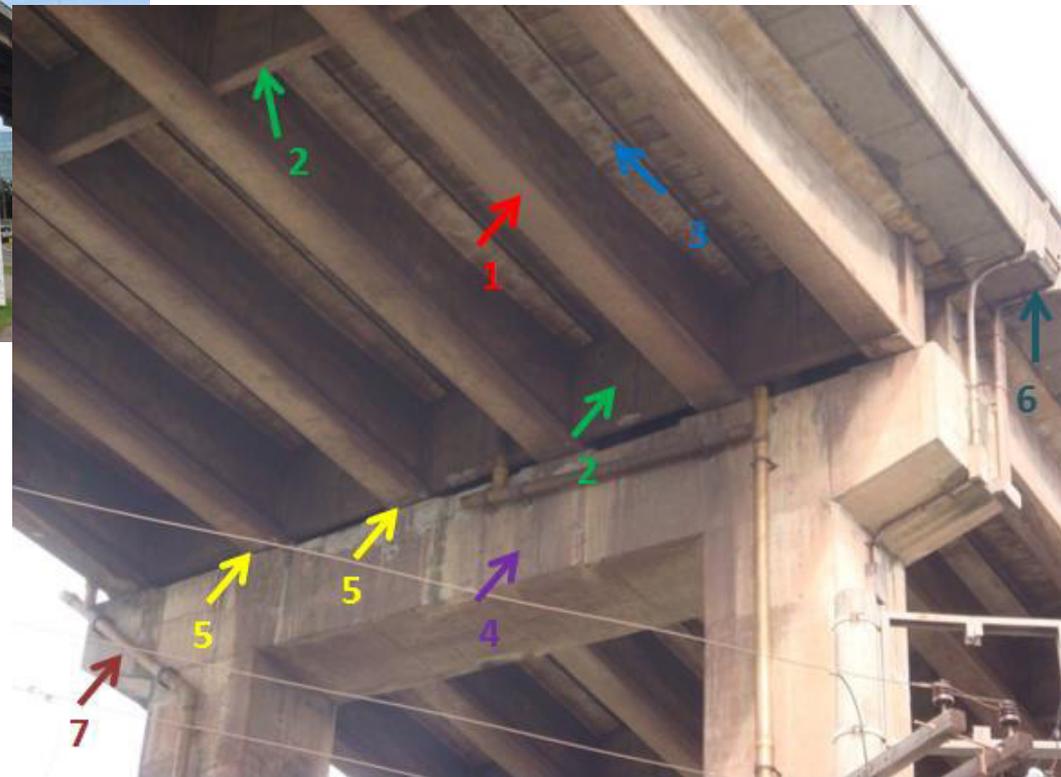
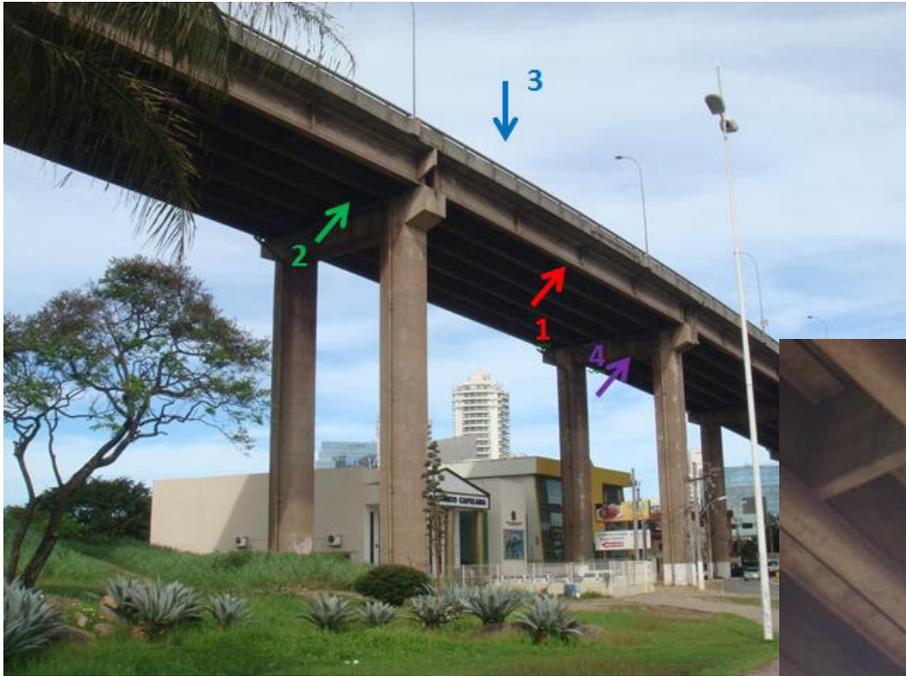


Figura G.1 — Nomenclatura de longarinas (perfis simples) no eixo da rodovia



- 1 - Longarina
- 2 - Transversina
- 3 - Laje do tabuleiro
- 4 - Viga travessa
- 5 - Indicação da localização dos aparelhos de apoio
- 6 - Junta de dilatação
- 7 - Sistema de captação de água

Anexo G da NBR 9452:2019

Convenção de nomenclatura para vistoria de OAE

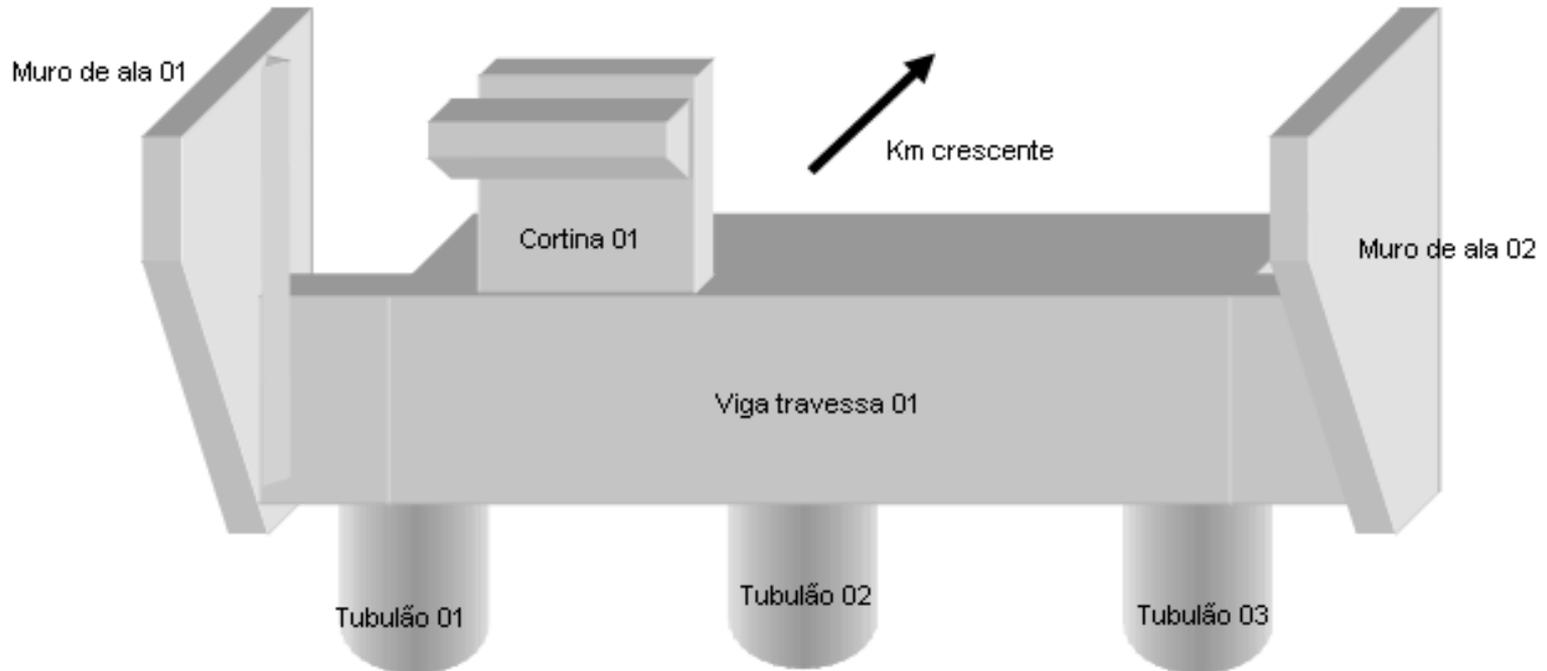


Figura G.3 — Nomenclatura de meso e infraestruturas no eixo da rodovia.





Anexo G da NBR 9452:2019

Convenção de nomenclatura para vistoria de OAE

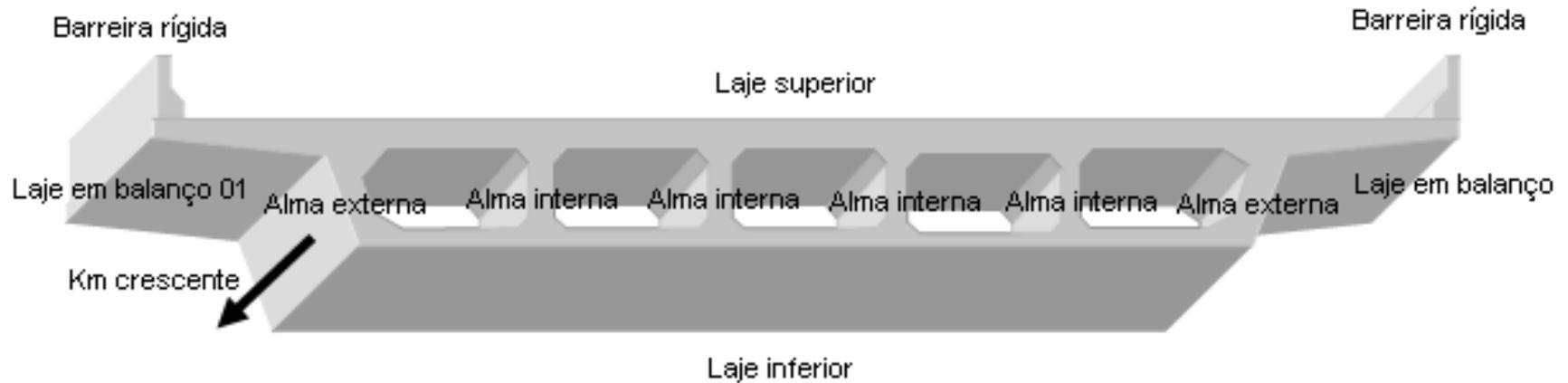


Figura G.2 — Nomenclatura de longarinas em estrutura celular no eixo da rodovia (almas internas e externas).

Anexo G da NBR 9452:2019
Convenção de nomenclatura para vistoria de OAE

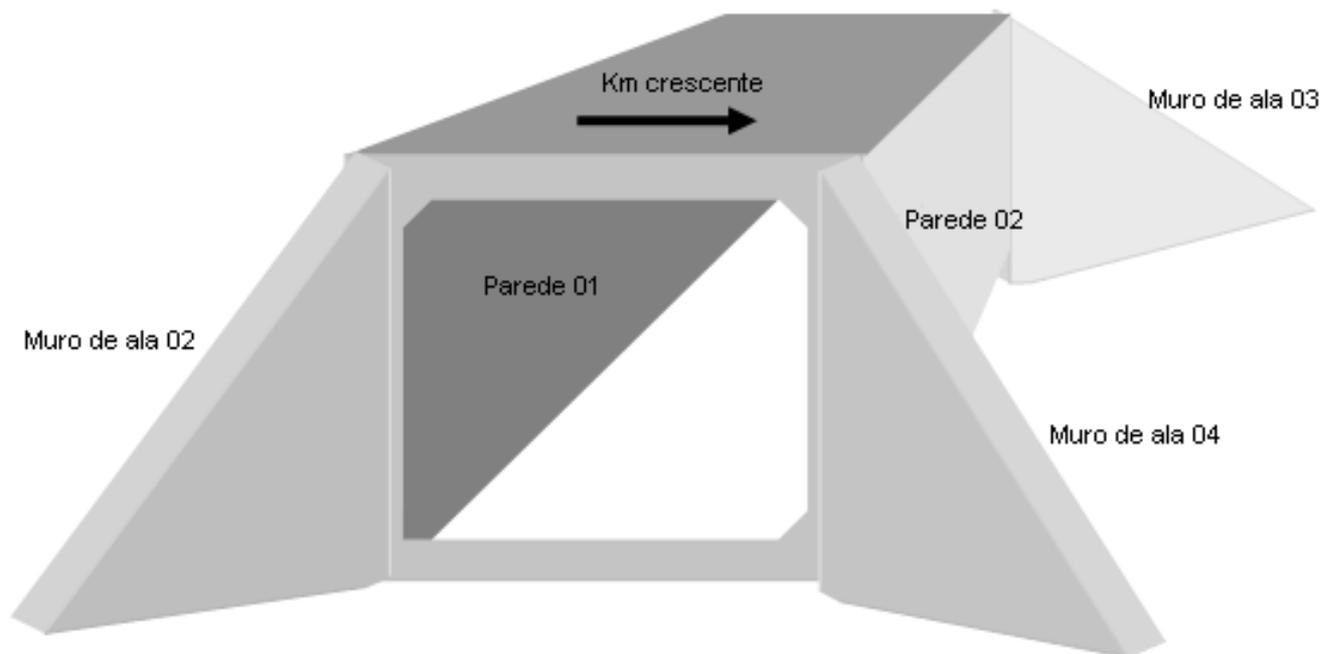


Figura G.4 —Nomenclatura de elementos em travessia inferior (passagem transversal inferior ao eixo da rodovia) no eixo da rodovia.

Anexo G da NBR 9452:2019

Convenção de nomenclatura para vistoria de OAE

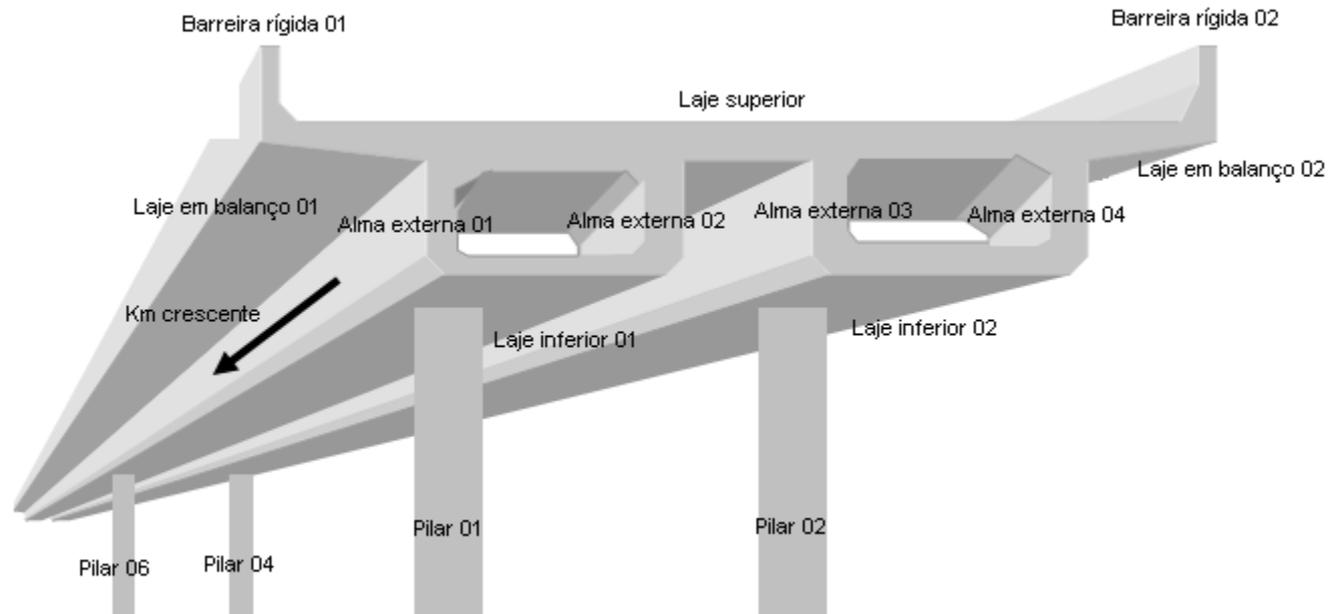


Figura G.5 — Nomenclatura de elementos em estrutura celular (somente almas externas) no eixo da rodovia.

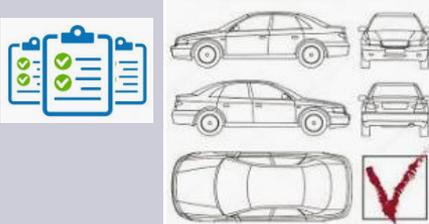
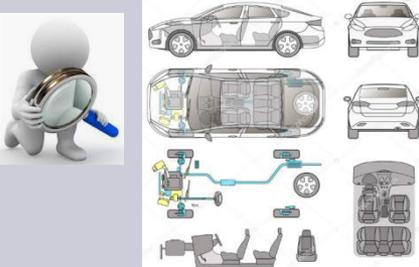
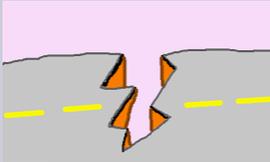
Anexo G da NBR 9452:2019

Convenção de nomenclatura para vistoria de OAE

AA	Aparelho de Apoio	P	Pilar
AB	Abóbada	PA	Parede
AL	Muro de Ala	PC	Piso de Concreto
ALE	Alma Externa (caixão)	PF	Pavimento Flexível
ALI	Alma Interna (caixão)	PR	Pavimento Rígido
AP	Apoio	PS	Passeio
BL	Balanço Longitudinal	SAP	Sapata
BR	Barreira Rígida	TRE	Treliça
CO	Cortina	TUB	Tubulão
DG	Dente Gerber	VLR	Viga Longarina de Rampa (passarela)
DM	Defensa Metálica	VLT	Viga Longarina de Travessia (passarela)
ET	Estaca	VT	Viga Transversina
EB	Emboque	VTR	Viga Travessa
ENC	Encontro	VTRAV	Viga de Travamento
GC	Guarda-corpo		
GR	Guarda-rodas		
JD	Junta de Dilatação		
LB	Laje em Balanço (transversal)		
LI	Laje Inferior		
LS	Laje Superior		
LT	Laje de Transição		
MT	Montante		

Tipos de Inspeções em OAE

Segundo a NBR 9452:2019 – Quatro tipos:

Cadastral	Rotineira	Especial	Extraordinária
 	  	  	  

Tipos de Inspeções em OAE

Inspeção Cadastral

- Descrição: É a **primeira inspeção realizada na obra**, efetuada imediatamente **após sua conclusão**, instalação **ou** quando se **integra a algum um sistema viário**. **Também** realizada quando **houver alterações na configuração da obra**, tais como alargamento, acréscimo de comprimento, reforço, mudança no sistema estrutural.
- Periodicidade: **Obra nova ou obra alterada**
- Principais aspectos: Levantamento de toda a documentação da obra, informações atualizadas e de todas as anomalias existentes.
- Observação: Esse tipo de vistoria permite a identificação, histórico, dimensões, detalhes construtivos, tipologia estrutural da obra



Ficha de Inspeção Cadastral – NBR 9452

Tabela A.1 – Modelo de ficha de inspeção cadastral

Ficha de inspeção cadastral	
Inspeção Cadastral(ano):	OAE Código:
Jurisdição (Órgão, Concessão ou outro):	Data da inspeção:
Parte I - Cadastro	
A - Identificação e localização	
Via ou município:	Sentido:
Obra:	Localização (km ou endereço):
Ano da construção:	Projetista:
Trem-tipo:	Construtor:
B - Características da estrutura	
Comprimento e largura	
Comprimento total (m):	Largura total (m):
	Largura útil (m):
Tipologia estrutural	
Sistema construtivo (ver Tabela A.3):	
Natureza da transposição (ver Tabela A.4):	Material (ver Tabela A.5):
Seção tipo:	
Longitudinal (superestrutura) (ver Tabela A.2):	Mesoestrutura (ver Tabela A.2):
Transversal (superestrutura) (ver Tabela A.2):	Infraestrutura (ver Tabela A.2):
Características particulares	
Número de vãos:	Comprimento do vão típico (m):
Número de apoios:	Comprimento do maior vão (m):
Número de pilares por apoio:	Altura dos pilares (m):
Aparelhos de apoio (quantidade e tipo):	Juntas de dilatação (quantidade e tipo):
Encontros:	
Outras peculiaridades(exemplos: existência de dentes Gerber, no caso de seção celular registrar se há acesso):	
C - Características funcionais	
Características plani-altimétricas	
(exemplo: informar se a região é plana, ondulada ou montanhosa, traçado em tangente ou curvo, esconsidade, rampa)	

Tabela A.1 (continuação)

Características da pista	
Número de faixas:	Largura da faixa (m):
Acostamento:	Largura do acostamento (m):
Refúgios:	Largura do refúgio (m):
Passeio:	Largura do passeio (m):
Barreira rígida:	Guarda-corpo:
Pavimento (asfáltico, concreto):	Drenos:
Pingadeiras:	
Gabaritos	
Gabarito vertical do viaduto (m):	Gabarito navegável da ponte (m):
Tráfego	
Frequencia de passagem de carga especial:	
Parte II - Registro de anomalias	
A - Elementos estruturais	
Superestrutura:	
Mesoestrutura:	
Infraestrutura:	
Aparelhos de apoio:	
Juntas de dilatação:	
Encontros:	
Outros elementos:	
B - Elementos da pista ou funcionais	
Pavimento:	
Acostamento e refúgio:	
Drenagem:	
Guarda - corpos:	
Barreira de concreto /Defensa metálica:	
C - Outros elementos	
Taludes:	
Iluminação:	
Sinalização:	

Ficha de Inspeção Cadastral – NBR 9452

Tabela A.1 (continuação)

Gabaritos:	
Proteção de pilares:	
D - Informações complementares e recomendações de terapia	
Parte III - Classificação da OAE (ver Seção 5)	
Estrutural:	Funcional:
Durabilidade:	
Justificativas:	
Croquis	
Planta do tabuleiro	
Corte longitudinal	
Corte transversal	
Detalhes adicionais	

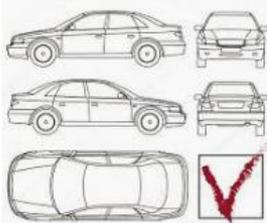
Tabela A.1 (continuação)

Levantamento fotográfico (no mínimo oito fotografias)	
Identificação	Identificação



Tipos de Inspeções em OAE

Segundo a NBR 9452:2019 – Quatro tipos:

Cadastral	Rotineira	Especial	Extraordinária
  	   		

Tipos de Inspeções em OAE

Inspeção Rotineira

- Objetivo: **acompanhar o estado de conservação e detectar eventuais anomalias existentes ou que venham a surgir**, dando subsídios em tempo hábil ao planejamento dos trabalhos de inspeções especiais, cuja função é diagnosticar de maneira mais precisa as patologias existentes apresentando os tipos de terapias que as atividades de manutenção devem realizar.
- Periodicidade: **anual**
- Principais aspectos: São inspeção visuais, realizadas à distância, a partir do terreno, do nível d'água ou sobre o tabuleiro.
- Observação: Esse tipo de vistoria permite apenas a visualização superficial dos danos existentes na obra, não sendo possível algumas vezes identificar com clareza o seu real estado de conservação.



Ficha de Inspeção Rotineira – NBR 9452

Tabela B.1 – Modelo de ficha de inspeção rotineira

Inspeção rotineira (ano):	OAE Código:
Jurisdição (Órgão, Concessão ou outros):	Data da inspeção:
PARTE I – Informações gerais	
A - Identificação e localização	
Via ou município:	Sentido:
Obra:	Localização (km ou endereço):
B - Histórico das inspeções	
Inicial:	Última rotineira:
Especial:	
C - Descrição das intervenções executadas ou em andamento	
Reparos:	
Alargamento:	
Reforços:	
PARTE II - Registro de manifestações patológicas	
A - Elementos estruturais	
Superestrutura:	
Mesoestrutura:	
Infraestrutura:	
Aparelhos de apoio:	
Juntas de dilatação:	

Tabela B.1 (continuação)

Encontros:	
Outros elementos:	
B - Elementos da pista ou funcionais	
Pavimento:	
Acostamento e refúgio:	
Drenagem:	
Guarda-corpos:	
Barreiras rígidas/Defensas metálicas:	
C - Outros elementos	
Taludes:	
Iluminação:	
Sinalização:	
Gabaritos:	
Proteção de pilares:	
D - informação complementares	
E - Recomendações de terapia	
PARTE III – Classificação da OAE (ver Seção 5)	
Estrutural:	Funcional:
Durabilidade:	
Justificativas	

Ficha de Inspeção Rotineira – NBR 9452

Tabela B.1 (continuação)

Levantamento fotográfico (no mínimo oito fotografias)

Identificação	Identificação

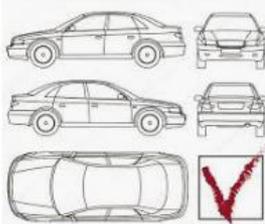
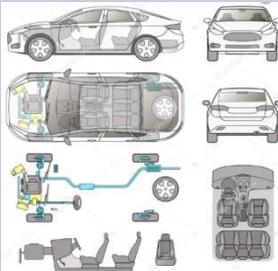
Tabela B.2 – Modelo de quadro resumo de inspeção rotineira

Resumo da inspeção rotineira						
Rodovia	Sentido	Obra	Localização (km + m)	Classificação mês/ano		
				Estrutural	Funcional	Durabilidade



Tipos de Inspeções em OAE

Segundo a NBR 9452:2019 – Quatro tipos:

Cadastral	Rotineira	Especial	Extraordinária
  	   	   	

Tipos de Inspeções em OAE

Inspeção Especial

- Objetivo: **Identificação e mapeamento completo das anomalias**, apresentando o **diagnóstico e terapias a serem realizadas**. São realizadas com base nas inspeções rotineiras e, em alguns casos particulares, na cadastral quando forem objeto de intervenções de curto prazo, sendo realizadas por engenheiro especialista.
- Periodicidade: **A cada 5 anos**, podendo ser postergada para 8 anos, quando for possível a inspeção de todos os elementos nas inspeções rotineiras ou antecipada, dependendo da nota de classificação.
- Principais aspectos: São inspeção realizadas com equipamentos especiais, tais como: caminhões com plataformas elevatórias, etc.
- Observação: Esse tipo de inspeção tem a **finalidade de formular o diagnóstico e prognóstico da estrutura**.



Equipamentos especiais para inspeção



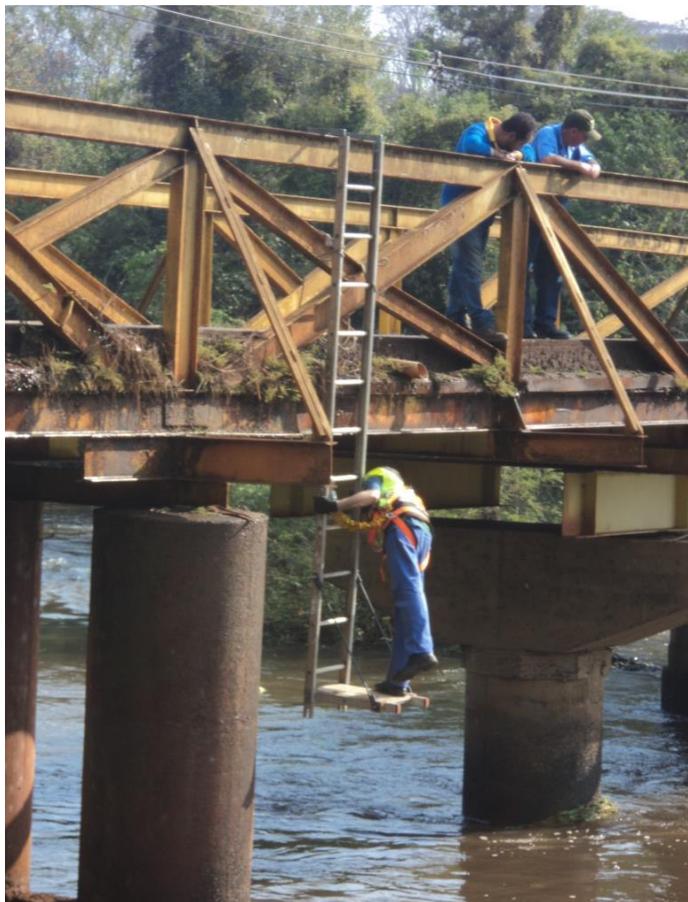
Interior dos caixões



Interior dos caixões



Equipamentos especiais para inspeção



Ficha de Inspeção Especial – NBR 9452

Tabela D.1 – Modelo de ficha de inspeção especial

Inspeção especial (ano):		OAE Código:
Jurisdição (DNIT, Concessão ou outro):		
Data da inspeção:	Início:	Término:
PARTE I - Síntese do relatório de patologia		
1 - Localização		
Rodovia ou município:	Sentido:	
Obra:	Localização (km ou endereço):	
2 - Descrição da obra		
Quantidade de vãos:	Comprimento total:	
Pilares:	Vigas:	
Largura total:	Juntas de dilatação:	
Tipologia transversal da superestrutura:	Tipologia longitudinal da superestrutura:	
Classe:		
Observações:		
3 - Ensaio realizados		
4 - Classificação da OAE (Ver Seção 5)		
Estrutural:	Funcional:	
Durabilidade:		
5 - Vistoria		
Data da vistoria:		
Recursos de aproximação empregados:		
6 - Descrição das anomalias		
Superestrutura		
Laje superior:		
Vigas longarinas:		
Vigas transversinas:		
Mesoestrutura		
Vigas travessas:		
Aparelho de apoio:		
Pilares:		
Infraestrutura		
Blocos:		
Fundações:		

Tabela D.1 (continuação)

Encontro
Estruturas de encontro:
Elementos complementares
Pavimento, sinalização e gabaritos:
Passeios e guarda-corpo:
Barreiras rígidas/defensas metálicas:
Juntas:
Drenagem:
PARTE II - Síntese do relatório de terapia
1 - Parecer técnico
Informar as conclusões da inspeção:
2 - Resumo da análise estrutural (caso necessário)
3 - Proposição de restauração e/ou reforço
A considerar:
Informar as medidas necessárias para a restauração ou reforço.

Ficha de Inspeção Especial – NBR 9452

- Ensaaios

- Relatório II – Terapia e Projeto de Reparos

- Diagnóstico: análise de cada anomalia, identificando sua provável origem, tais como falhas de execução, desgastes decorrentes do uso, procedendo a uma análise crítica da estrutura de forma a obter-se um diagnóstico final;
- Resumo da análise estrutural, caso necessária. O Memorial de Cálculo detalhado deve ser apresentado à parte;

Ficha de Inspeção Especial – NBR 9452

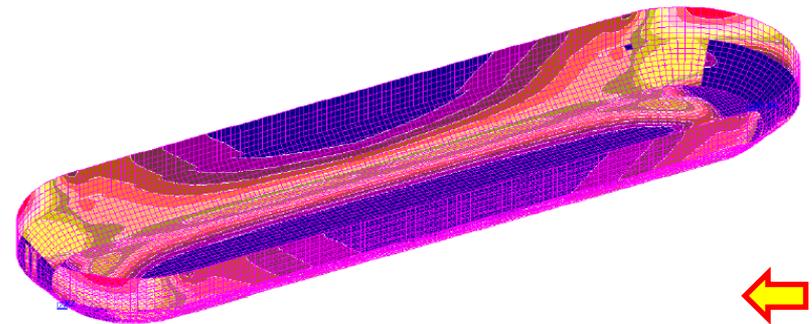
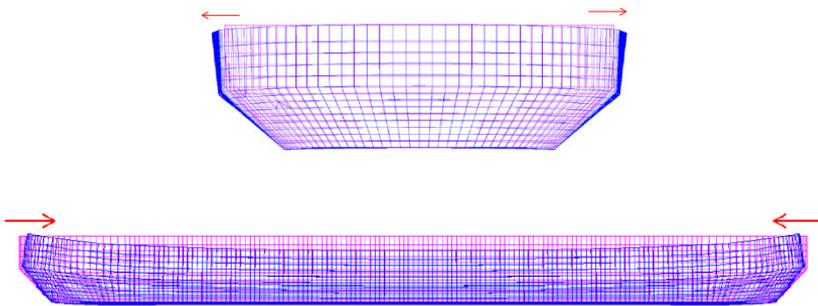
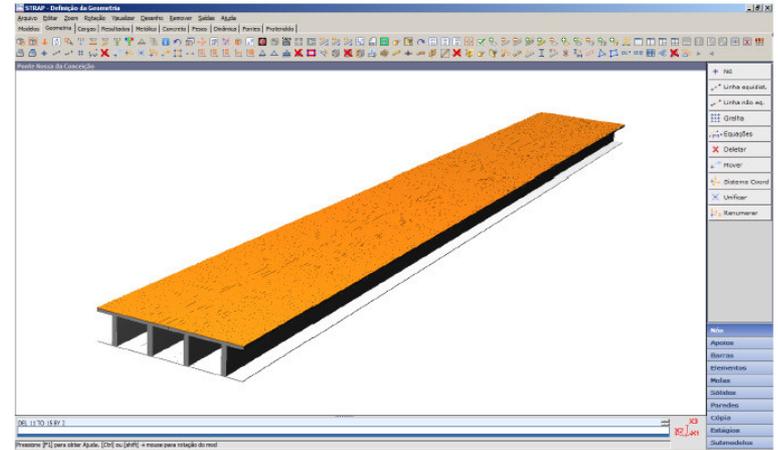
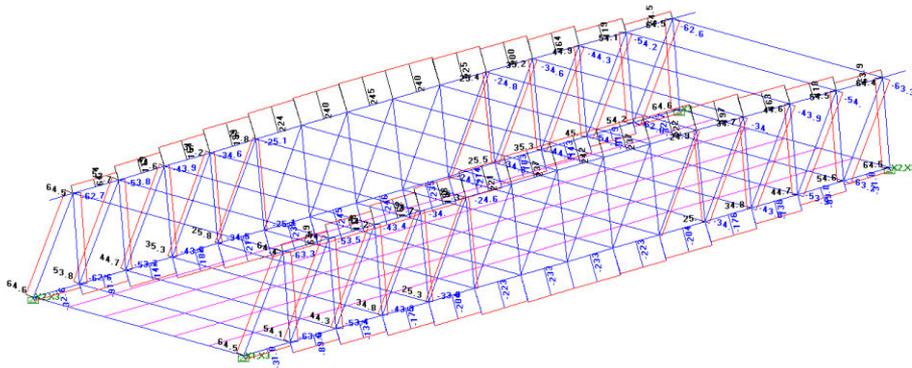
- Terapia e metodologia de recuperação de todas as anomalias. Indicação da necessidade de Reforma e/ou Reforço;
- Classificação da obra;
- Ficha resumo, conforme item Tabela D.1;
- Parecer Final, com a indicação da necessidade de eventuais relatórios complementares, conforme a seguir:

Relatórios técnicos complementares

- estudos hidráulico-hidrológicos;
- estudos geotécnicos;
- ensaios tecnológicos;
- análises estruturais com memória de cálculo; →
- instrumentações específicas para monitoramento da estrutura; →
- provas de carga estáticas ou dinâmicas; →
- outros estudos de interesse;
- conclusão e laudo final



Equipamentos/instrumentos para provas de carga e monitoramento



Equipamentos/instrumentos para provas de carga e monitoramento



Extensômetro:
Aparelho para medida de deformações.



Anemômetro:
Aparelho para medida da velocidade do vento.



Biruta:
Aparelho para medida da direção do vento.



Defletômetro:
Aparelho para medidas de deslocamentos.



Acelerômetro digital:
Aparelho para medidas de aceleração em tempo real.



Clinômetro manual:
Aparelho para medidas de rotações, in loco.



Paquímetro
Aparelho para medida de aberturas de juntas.



Relógio comparador
Aparelho para medida de aberturas de fissuras e juntas.



Exemplos de provas de carga

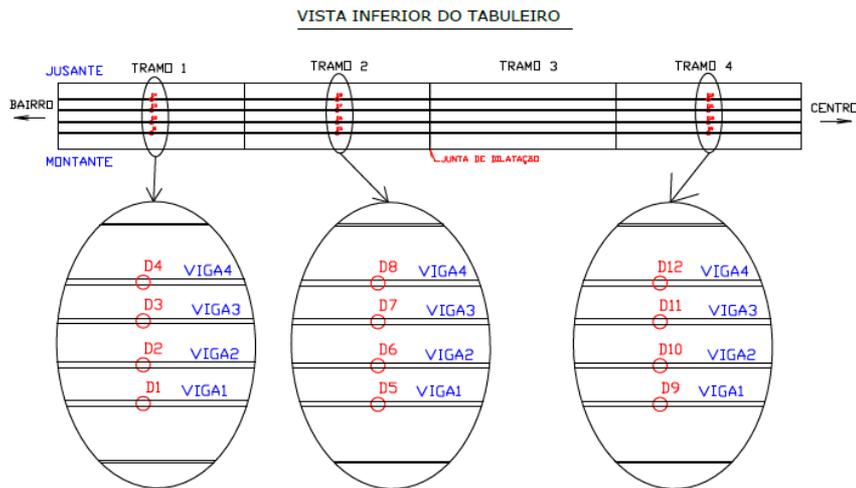
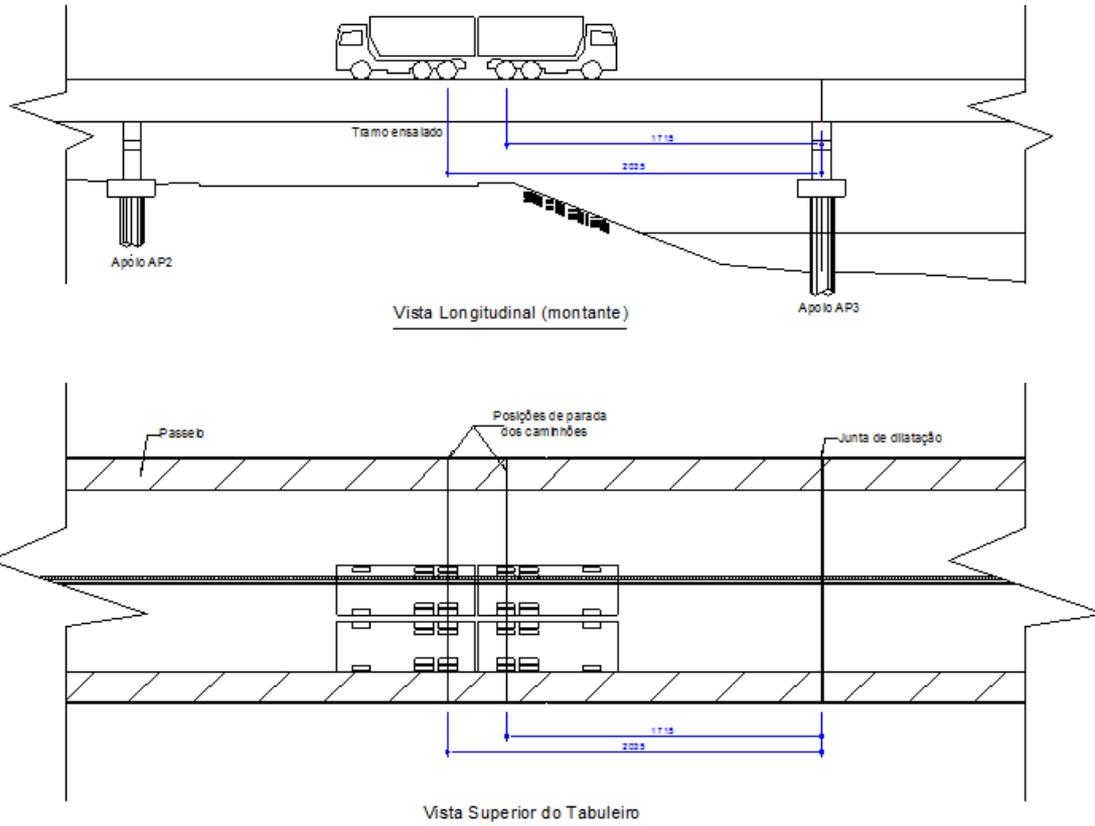


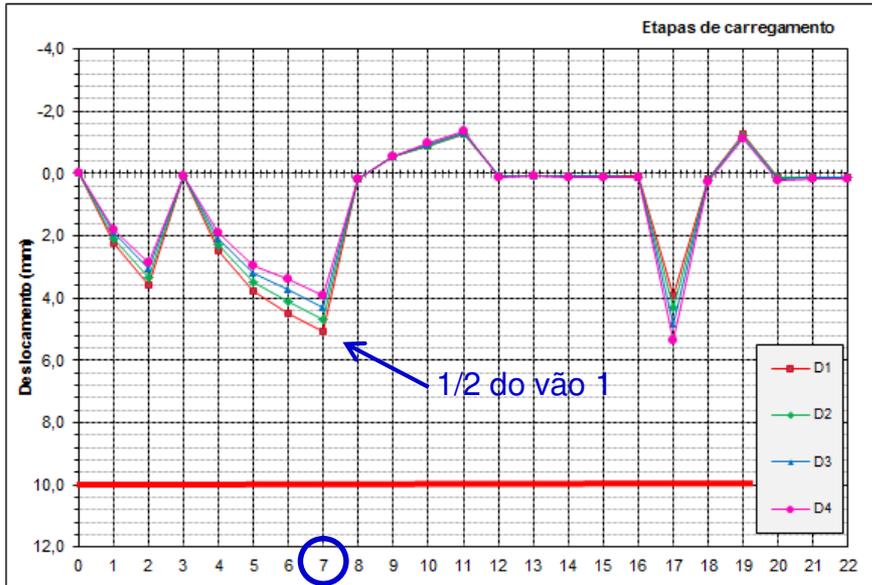
Figura 18 – Instrumentação instalada sob o tabuleiro da ponte.



Verificação teórica e prova de carga

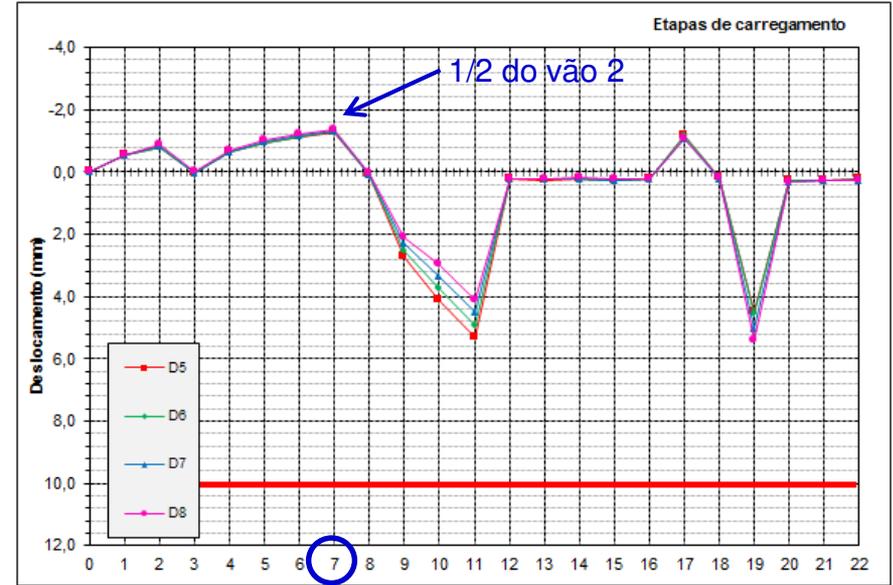


Prova de carga
Tramo 1 - Deslocamentos verticais no meio do vão

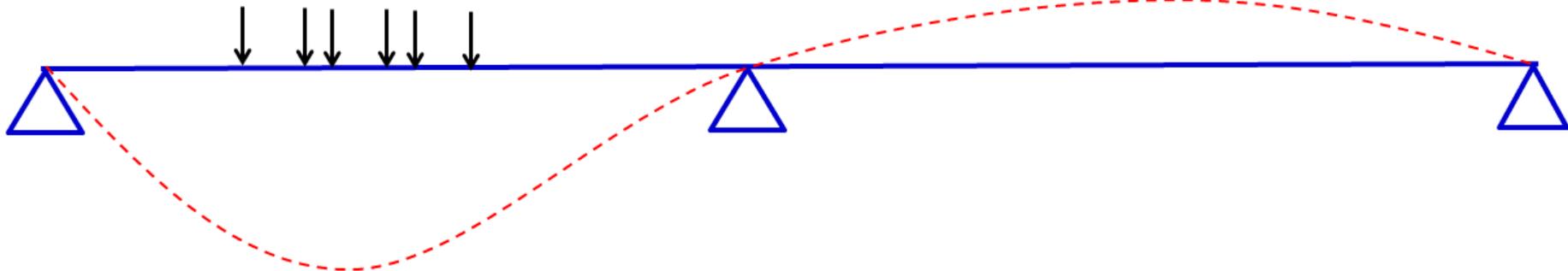


(Di) = defletômetros
(+) deslocamento para baixo
(-) deslocamento para cima

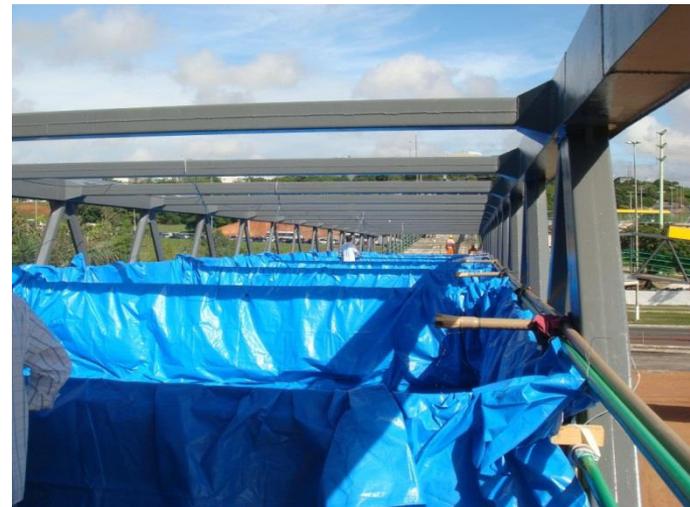
Prova de carga
Tramo 2 - Deslocamentos verticais no meio do vão



(Di) = defletômetros
(+) deslocamento para baixo
(-) deslocamento para cima



Outros exemplos de provas de carga



Outros exemplos de provas de carga

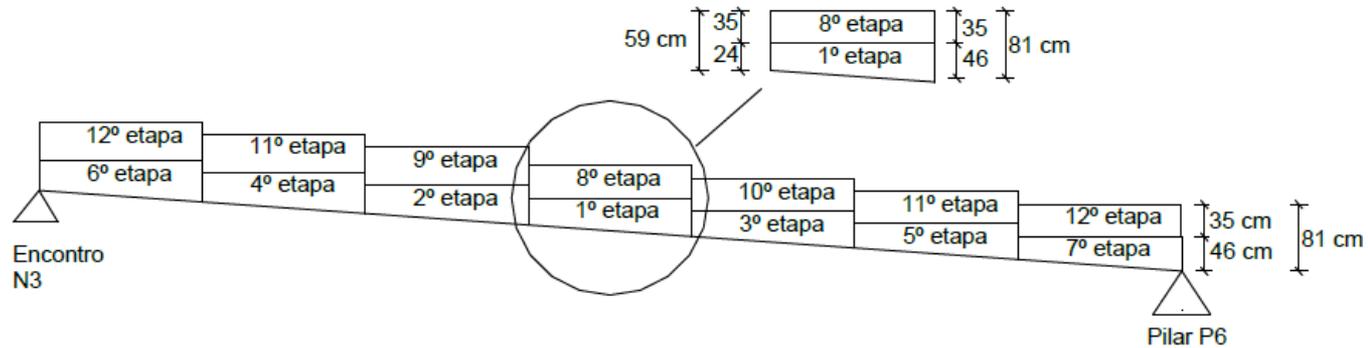
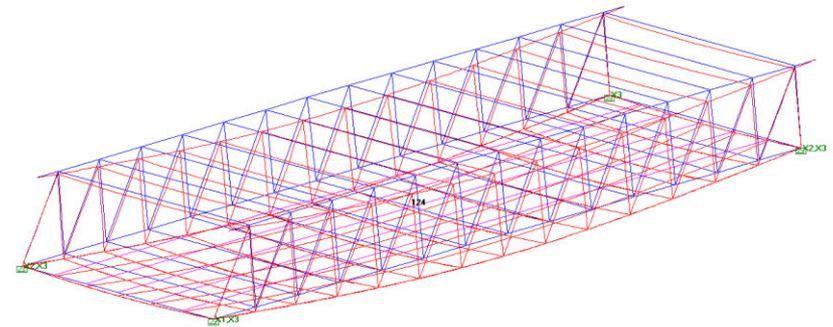
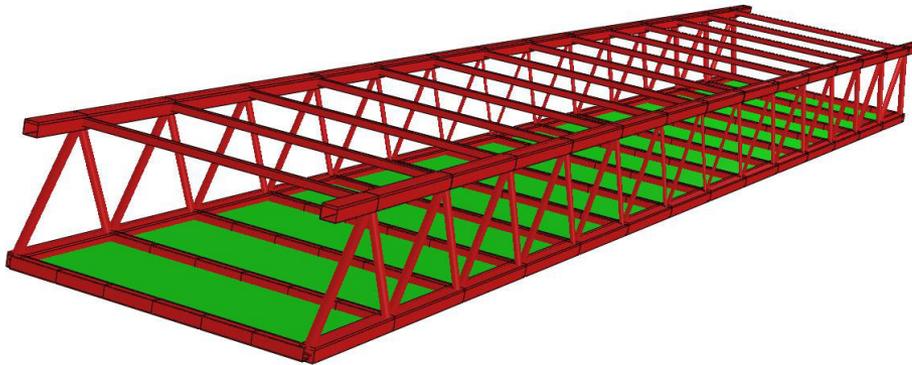
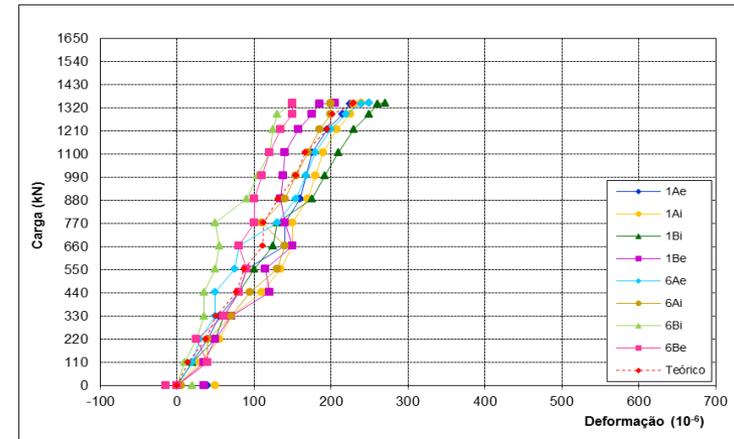


Figura 2 - Previsão de carregamento dos reservatórios

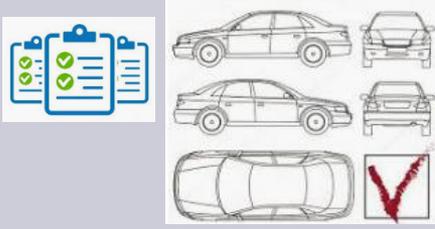
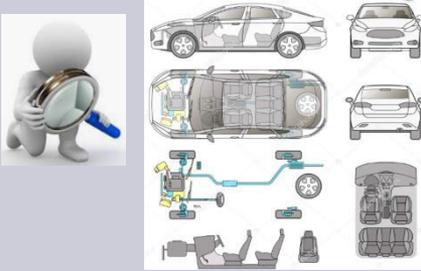
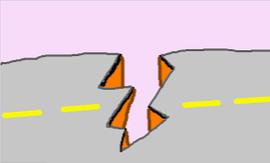


Outros exemplos de provas de carga



Tipos de Inspeções em OAE

Segundo a NBR 9452:2019 – Quatro tipos:

Cadastral	Rotineira	Especial	Extraordinária
 	  	  	  

Tipos de Inspeções em OAE

Inspeção Extraordinária

- Objetivo: **Inspeção não programada, gerada por** uma das demandas a seguir:
 - **necessidade de avaliar com mais critério** um elemento ou parte da OAE, podendo ou não ser gerada por inspeção anterior;
 - **ocorrência de impacto de veículo, trem ou embarcação na obra;**
 - **ocorrência de eventos da natureza**, tal como inundação, vendaval, sismo e outros.

Critério de classificação da OAE

PARÂMETRO	NOTA DE CLASSIFICAÇÃO	CONDIÇÃO
Estrutural	5	Excelente
	4	Boa
	3	Regular
	2	Ruim
	1	Crítica
Funcional	5	Excelente
	4	Boa
	3	Regular
	2	Ruim
	1	Crítica
Durabilidade	5	Excelente
	4	Boa
	3	Regular
	2	Ruim
	1	Crítica

Critérios de classificação – NBR 9452:2019

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DAS OAEs SEGUNDO OS PARÂMETROS ESTRUTURAL, FUNCIONAL E DE DURABILIDADE

CLASSIFICAÇÃO	CONDIÇÃO	CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL	CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL	CARACTERIZAÇÃO DE DURABILIDADE
5	EXCELENTE	A estrutura apresenta-se em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados.	A OAE apresenta segurança e conforto aos usuários.	A OAE apresenta-se em perfeitas condições, devendo ser prevista manutenção de rotina.
4	BOA	A estrutura apresenta danos pequenos e em pequenas áreas, sem comprometer a segurança estrutural.	A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
3	REGULAR	Há danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. Recomenda-se acompanhamento dos problemas. Intervenções podem ser necessárias a médio prazo.	A OAE apresenta desconforto ao usuário, com defeitos que requerem ações de médio prazo.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometam sua vida útil, em região de moderada a alta agressividade ambiental ou a A OAE apresenta moderadas a muitas anomalias, que comprometam sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.

Critérios de classificação – NBR 9452:2019

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DAS OAEs SEGUNDO OS PARÂMETROS ESTRUTURAL, FUNCIONAL E DE DURABILIDADE

CLASSIFICAÇÃO	CONDIÇÃO	CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL	CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL	CARACTERIZAÇÃO DE DURABILIDADE
2	RUIM	Há danos comprometendo a segurança estrutural da OAE, sem risco iminente. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural.	A OAE com funcionalidade visivelmente comprometida, com riscos de segurança ao usuário, requerendo intervenções de curto prazo.	A OAE apresenta anomalias moderadas a abundantes, que comprometam sua vida útil, em região de alta agressividade ambiental.
1	CRÍTICA	Há danos que geram grave insuficiência estrutural na OAE. Há elementos estruturais em estado crítico, com risco tangível de colapso estrutural.	A OAE não apresenta condições funcionais de utilização.	A OAE encontra-se em elevado grau de deterioração, apontando problema já de risco estrutural e/ou funcional.

Classificação quanto ao tipo de parâmetro

Junta		Estrutural	Funcional	Durabilidade
Tabela E.2	Juntas de dilatação parcialmente obstruídas sem causar restrições à movimentação dos tabuleiros	5	-	-
	Juntas de dilatação obstruídas, causando restrições à movimentação dos tabuleiros	4	-	-
	Juntas de dilatação obstruídas, com contribuição para o quadro patológico com formação de fissuras em vigas longarinas e lajes	3	-	-
	Juntas de dilatação obstruídas, causando graves danos à superestrutura (esmagamento do concreto de vigas e lajes, formação de quadro de fissuração e esforços não previstos na meso e infraestrutura)	2	-	-
Tabela E.3	Pontos danificados nas juntas de dilatação sem causar desconforto ao usuário	-	4	-
	Berço danificado nas juntas de dilatação, gerando pequeno desconforto ao usuário	-	3	-

TABELA E.1 – Caracterização dos componentes estruturais segundo relevância no sistema estrutural

Elemento			Sistema Estrutural				
			Duas vigas	Grelha	Caixão	Laje	Galeria
Superestrutura	viga	Longarina	P	P	-	-	-
		Transversina	S	S	S	S	S
	Laje	S	S	P	P	P	
Mesoestrutura	Travessas		P	P	P	P	-
	Pilares		P	P	P	P	-
	Aparelho de apoio		P	P	P	P	-
Encontros	Cortina		S	S	S	S	-
	Laje de transição		S	S	S	S	S
	Muros de ala		S	S	S	S	S
Infraestrutura	Blocos		P	P	P	P	P
	Sapatas		P	P	P	P	P
	Estacas e tubulões		P	P	P	P	P
Complementares	Barreira rígida		C	C	C	C	C
	Guarda-corpo		C	C	C	C	C

Nota de classificação da OAE

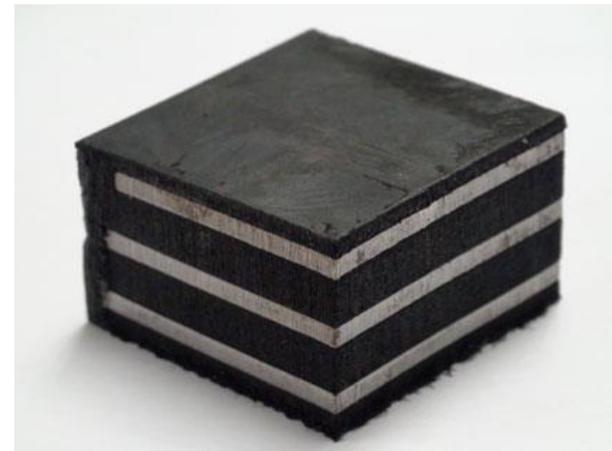
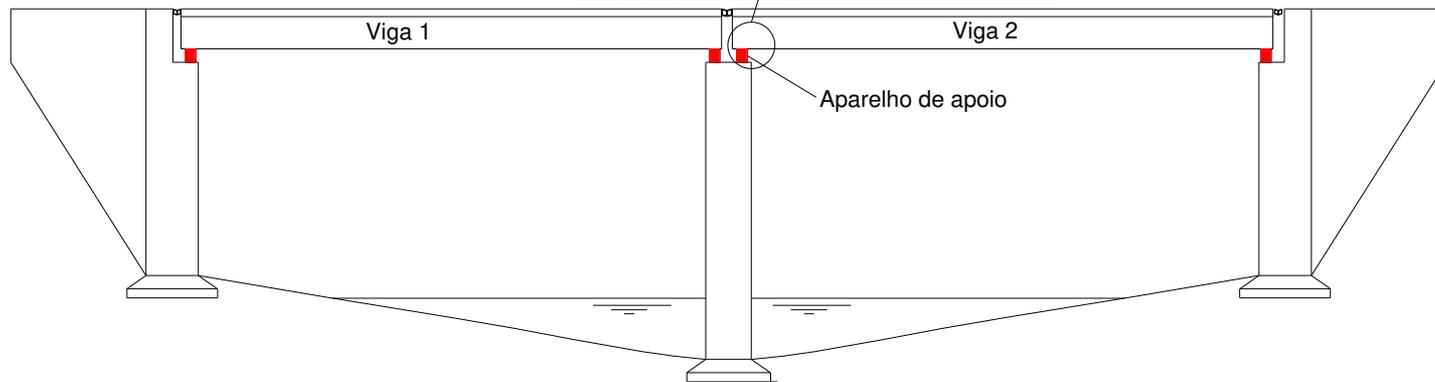
Parâmetro	Super estrutura	Meso estrutura	Infra estrutura	Elementos Complementares		Pista	NOTA FINAL
				Estrutura	Encontro		
Estrutural				-	-		
Funcional		NA	NA	-	-		
Durabilidade				-	-		

Etapas da apresentação

- 1) Conceitos gerais
- 2) Requisitos mínimos de escolaridade e experiência profissional de inspetores segundo a Norma ABNT NBR 16230:2013
- 3) Conceitos básicos da ABNT NBR 9452:2019
- 4) Exemplos de anomalias observadas nas inspeções
- 5) Resumo das etapas de planejamento das inspeções
- 6) Vida útil x manutenção
- 7) Discussões e conclusões

Anomalias Observadas

- Aparelhos de Apoio



Aparelhos de Apoio

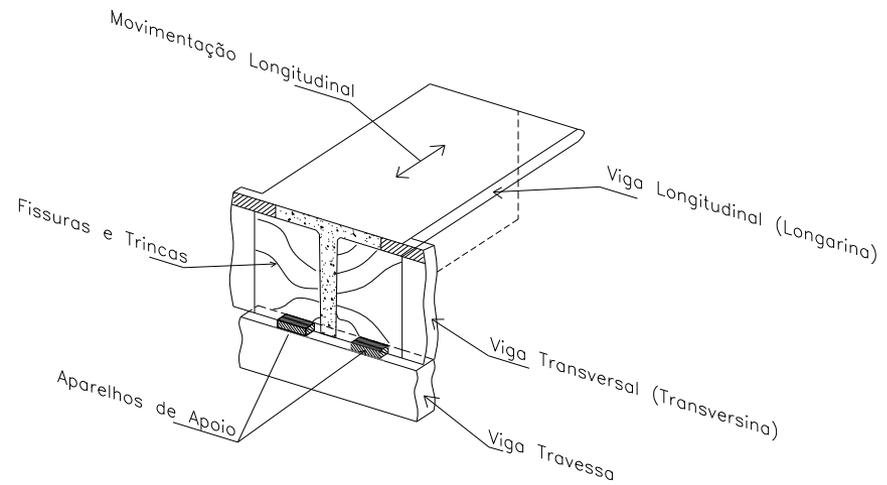


Anomalias Observadas



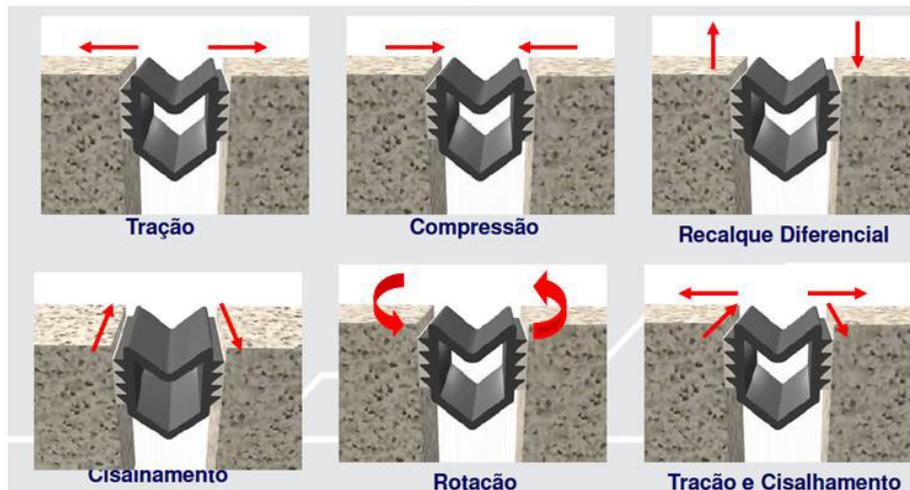
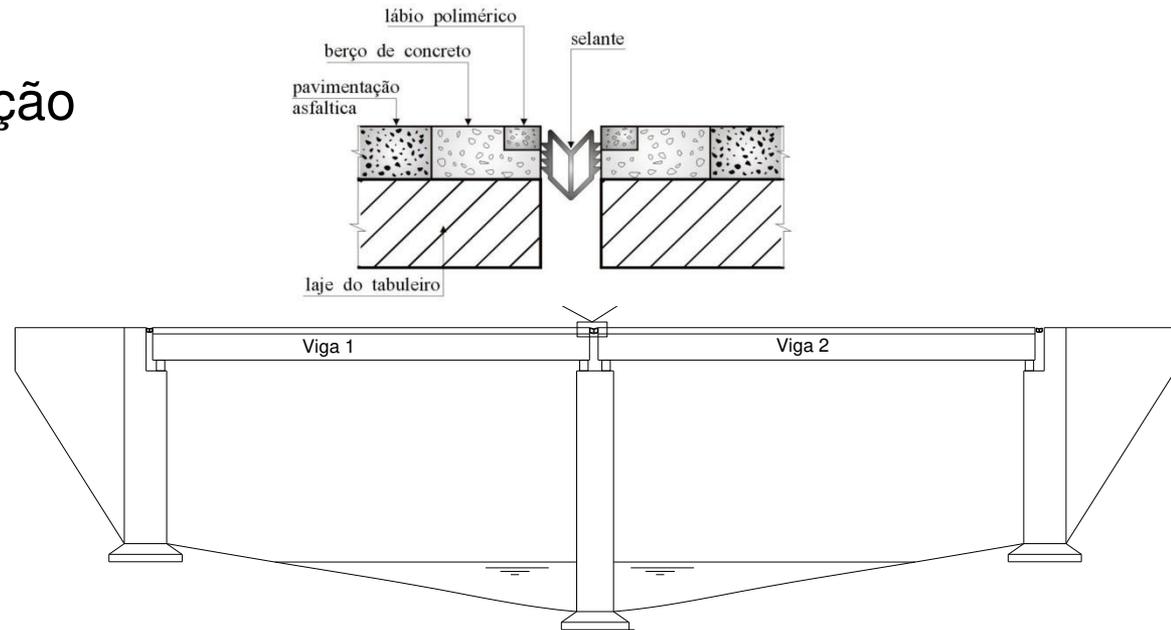
NBR

Aparelhos de Apoio



Anomalias Observadas

- Juntas de dilatação



Anomalias observadas



NBR



Juntas de dilatação



NBR

Juntas de dilatação



NBR

Anomalias Observadas

- Sistemas de drenagem



NBR



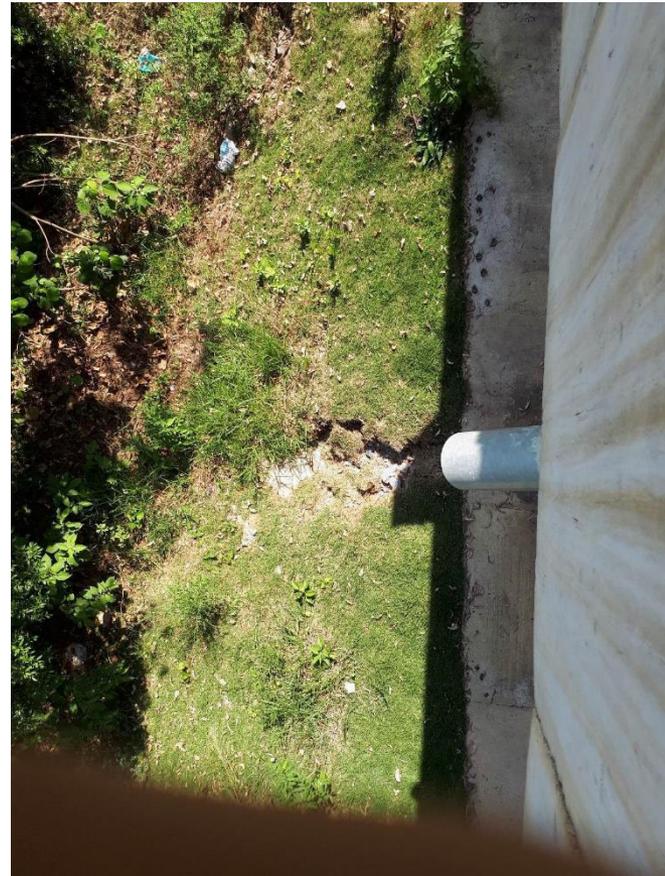
NBR



NBR

Anomalias Observadas

- Sistemas de drenagem



NBR

Anomalias Observadas

- Sistemas de drenagem



NBR



Anomalias Observadas

- Pavimentos

NBR



Anomalias Observadas

- Guarda rodas e guarda corpos



NBR



Anomalias Observadas

- Destacamento de concreto e armaduras corroídas

NBR



Cobrimento de concreto destacado e armaduras expostas e corroídas



Armaduras expostas e corroídas dos estribos e bainha de protensão na região do encontro de ponte

Anomalias Observadas

- Falhas de execução e manutenção

NBR



Falha de concretagem devido ao excesso de armaduras, não permitindo a passagem do concreto na região inferior de viga de ponte



Vibração inadequada do concreto, proporcionando nichos de concretagem



Estaca metálica preenchida com concreto armado – Note-se corrosão e ruptura no tubo metálico e a presença de falha de concretagem no interior do elemento estrutural

Anomalias Observadas

- Estruturais



Fissuras inclinadas nos cantos da ligação Gerber



Fissuras de cisalhamento.



Fissuras no canto da viga, na região junto ao aparelho de apoio

Etapas da apresentação

- 1) Conceitos gerais
- 2) Requisitos mínimos de escolaridade e experiência profissional de inspetores segundo a Norma ABNT NBR 16230:2013
- 3) Conceitos básicos da ABNT NBR 9452:2019
- 4) Exemplos de anomalias observadas nas inspeções
- 5) **Resumo das etapas de planejamento das inspeções**
- 6) Vida útil x manutenção
- 7) Discussões e conclusões

Planejamento

Resumo das etapas de inspeção

O **planejamento** é uma fase **fundamental** para as **atividades de inspeção**, independentemente de qual seja, cadastral, rotineira, especial e extraordinária, pois é neste momento que definimos os objetivos a serem atingidos. Nele **analisamos o cenário do local** para a realização da atividade, **identificando o tipo de obra** de arte especial, **os meios, ações e estratégias** para o **alcance** desses **objetivo**.

A seguir, são indicados alguns passos que podem ser elencados no planejamento das atividades de inspeção:

Planejamento

Resumo das etapas de inspeção

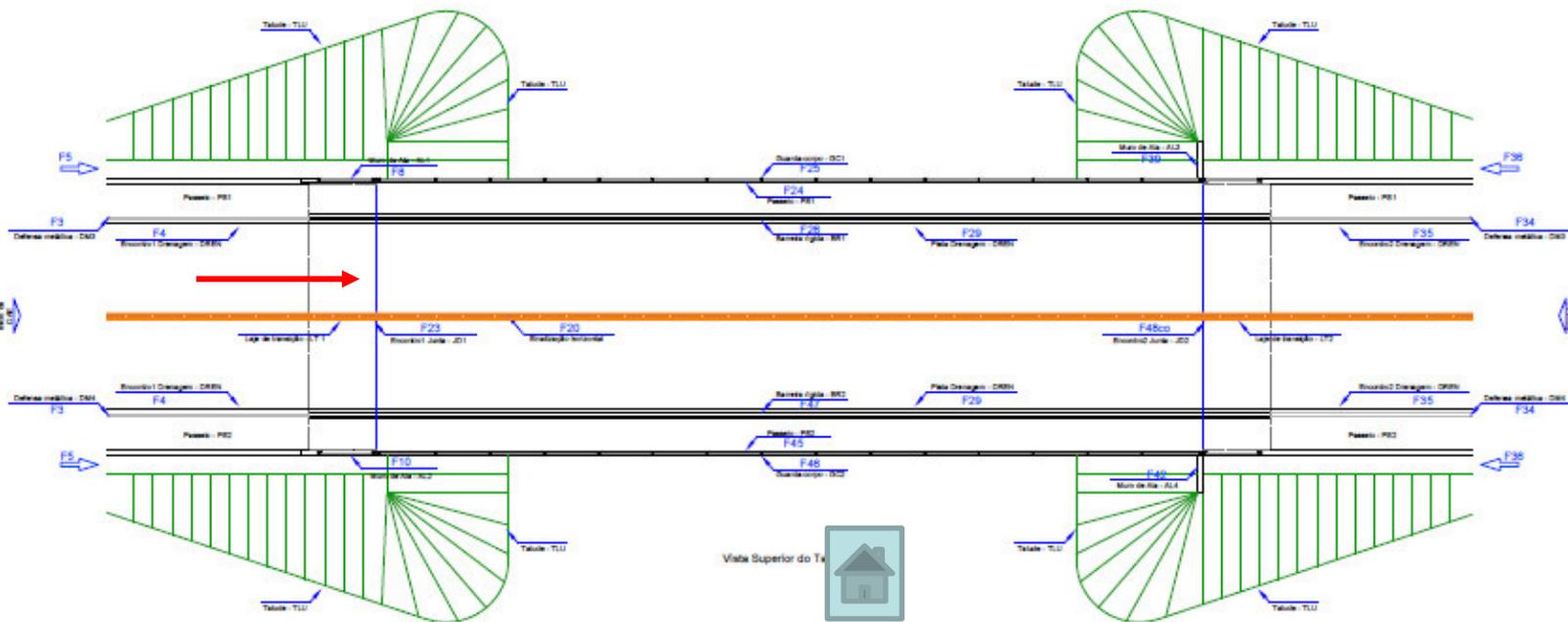
- 1º Passo: Realizar um **levantamento das informações e localização** da OAE (obra de arte especial) com o uso de **mapas geológicos, cartas geotécnicas, fotos aéreas**, em sites de busca como o “**google maps**” ou “**google Earth**” que são ferramentas que possibilitam a **localização dessas obras** e as **características do entorno** na qual estão inseridas e **identificar o tipo de, se é ponte, viaduto ou passarela**;
- 2º Passo: Verificar a **existência de inspeções ou intervenções anteriores** “tais como alargamentos, prolongamentos, etc...” e analisar as notas de classificação atribuídas nas inspeções;
- 3º Passo: **Examinar os projetos estruturais e geotécnicos, especificações dos materiais e outras informações disponíveis da OAE.**

- Identificar o **tipo de superestrutura**, se é seção celular “**caixão**”, em **vigas** ou **grelhas**, **laje**, **pênsil**, **estaiada**, etc. No caso de **seção caixão**, se existe **alçapão na laje inferior**, para acesso ao interior da superestrutura e **se existem passagens nas transversinas** intermediárias e dos apoios, que possibilitem o deslocamento no interior das células;
- verificar o número e larguras das **faixas de rolamento**, **passeios**, **guarda corpo**, **juntas de dilatação**, **postes de iluminação**, informações do **gabarito da obra**, caso haja tráfego de veículos ou embarcações sob a obra, os nomes ou código das **ruas**, **rodovias**, **rios ou córregos** e sua **Km**;
- identificar o **material constituinte**: concreto armado, concreto protendido, metálica, madeira, mista (aço-concreto) ou alvenaria de tijolos ou pedras;
- identificar o tipo de **mesoestrutura**;
- identificar se **existem partes aparentes da infraestrutura**

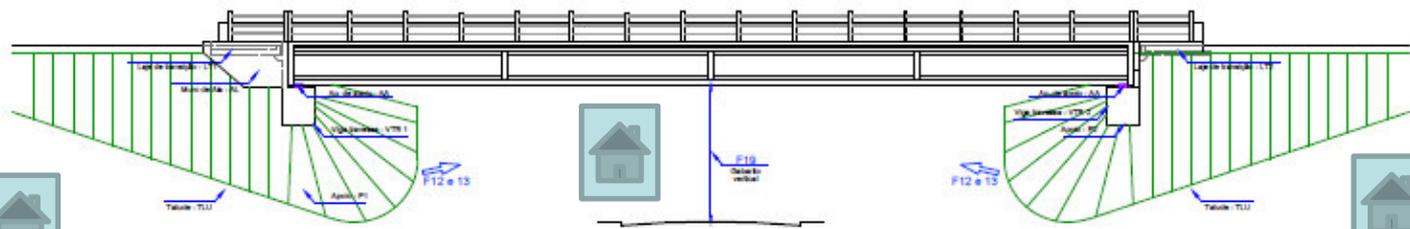
- 4º Passo: Preparar **planilhas** para avaliação, **croqui ou desenhos** para a indicar a **localização** das **anomalias e fotos**. Quando se tratar de uma inspeção especial, planilhas de quantificação, para cada tipo de anomalia, também devem ser preparadas;



- 5º Passo: Avaliar as **condições de acesso e limpeza**, junto aos **encontros e sob a obra** verificando a existência de fatores externos, tais como : vegetação alta, terreno muito íngreme, cursos d'água, etc;
- 6º Passo: Verificar a **possibilidade de interdição total ou parcial da obra**, caso seja necessário. É importante destacar que o **órgão responsável pelo tráfego** local necessitará de **tempo** para **planejamento e estudos de rotas alternativas** do tráfego durante o período de inspeção;
- 7º Passo: Se necessário a utilização de **equipamentos especiais** para a inspeção tais como: caminhões com plataformas móveis, ou/e com guindastes articulados com cestos para permitir que os inspetores alcancem os locais a serem inspecionados nas regiões inferiores da OAE, no caso das inspeções especiais. Também podem ser utilizados binóculo, escadas, andaimes, plataformas fixas e alpinismo industrial “utilizando a técnica de rapel”

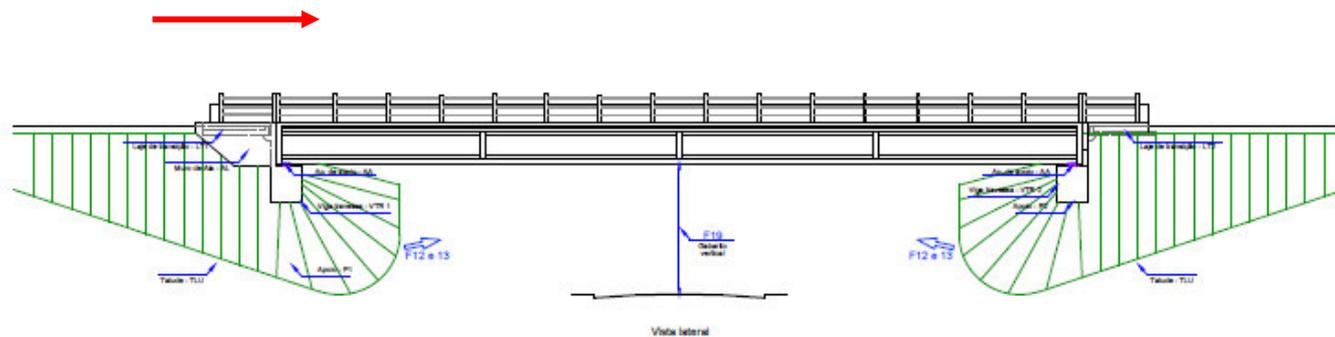


Vista Superior do T₁

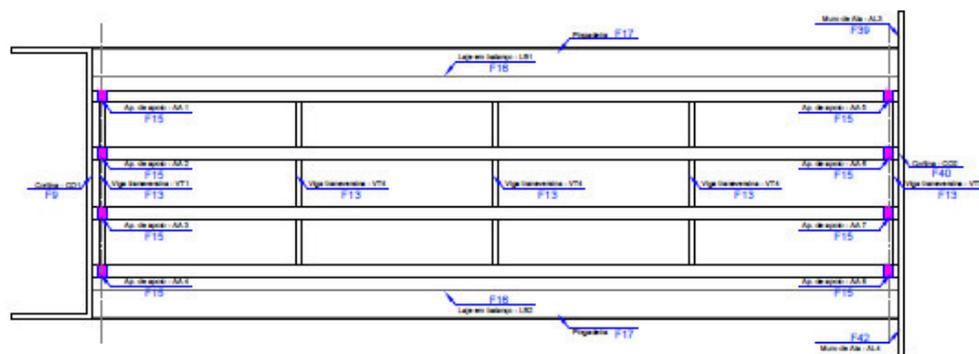
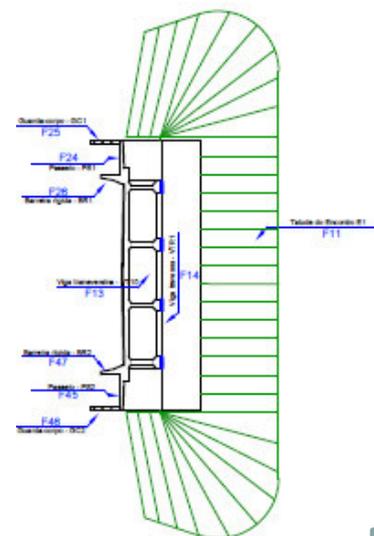


Vista lateral

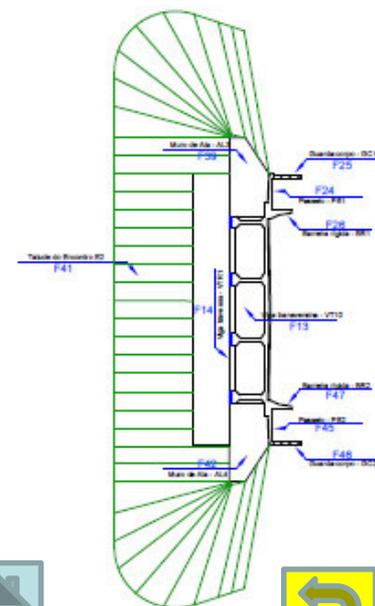




Vista lateral



Vista Inferior do Tabuleiro



Encontro 1	Superior	1	Sinalização vertical
		2	Vista superior (a partir do Encontro E1)
		3	Vista da Defesa metálica de aproximação
		4	Vista da drenagem da Pista (Encontro E1)
		5	Vista da drenagem do Talude (Encontro E1)
		6	Vista da lateral 1
		7	Vista da lateral 2
	Inferior	8	Muro de Ala - AL1
		9	Vista da Cortina - CT1
		10	Muro da Ala - AL2
		11	Vista do Talude do Encontro - E1



Tabuleiro	Inferior	12	Vista inferior da Obra
		13	Vista inferior da Superestrutura
		14	Vista da Mesoestrutura (pilares)
		15	Vista dos aparelhos de Apoio
		16	Vista inferior dos dispositivos de Drenagem do tabuleiro (buzinote)
		17	Vista da pingadeira
		18	Vista da proteção dos pilares
		19	Vista da passagem inferior (gabarito)
	Superior	20	Sinalização horizontal
		22	Iluminação
		23	Vista da junta de dilatação no Encontro - E1
		24	Vista do Passeio - PS1
		25	Vista do Guarda corpo - GC1
		26	Barreira rígida - BR1
		27	Detalhes do Pavimento
		28	Vista das Juntas de Dilatação - JD1 a JDx
		29	Vista da Drenagem da Pista (Sarjetas e buzinotes)
		30	Vista da junta de dilatação no Encontro - E2
		31	Vista de Tubulação de Utilidade Pública



Encontro 2	Superior	32	Vista superior (a partir do Encontro E2)
		33	Sinalização vertical
		34	Vista da Defesa metálica de aproximação
		35	Vista da drenagem da Pista (Encontro E2)
		36	Vista da drenagem do Talude (Encontro E2)
		37	Vista da lateral 1
		38	Vista da lateral 2
	Inferior	39	Muro de Ala - AL3
		40	Vista da Cortina - CT2
		41	Vista do Talude do Encontro - E2
		42	Muro da Ala - AL4
		43	Vista da proteção dos pilares
		44	Vista da passagem inferior (gabarito)



Tabuleiro	Superior	45	Vista do Passeio - PS2
		46	Vista do Guarda corpo - GC2
		47	Barreira rígida - BR2
		48	Vista da junta de dilatação no Encontro - E2
		49	Vista das Juntas de Dilatação - JDx a JD1

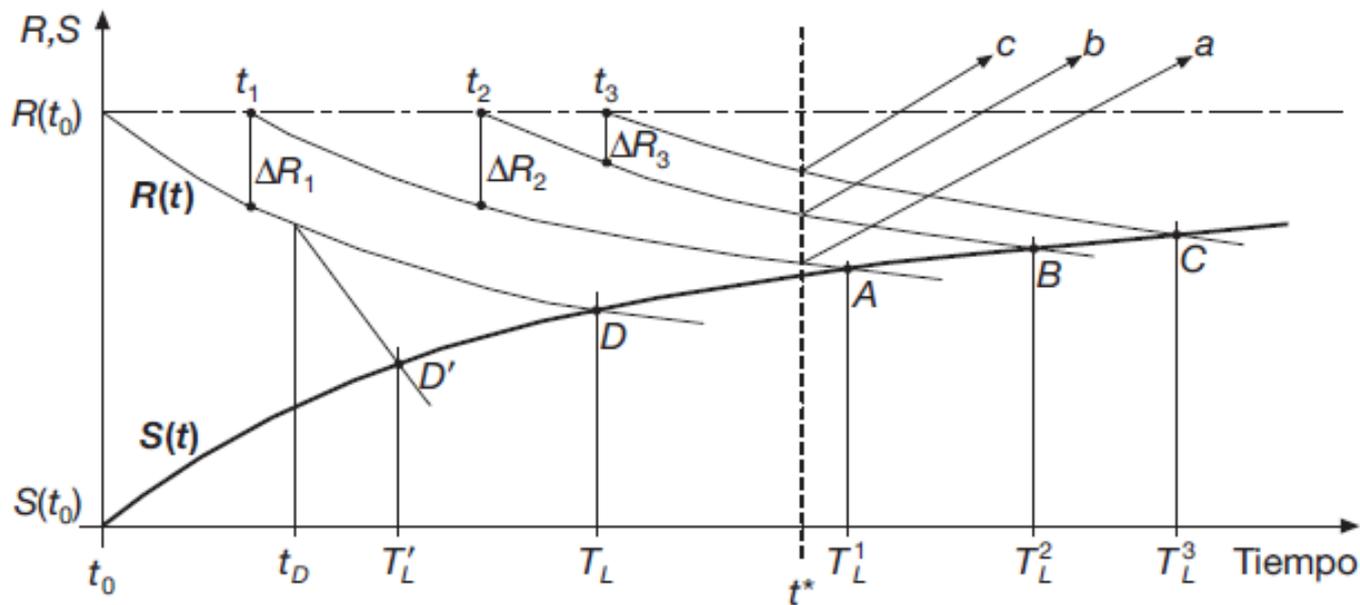


Etapas da apresentação

- 1) Conceitos gerais
- 2) Requisitos mínimos de escolaridade e experiência profissional de inspetores segundo a Norma ABNT NBR 16230:2013
- 3) Conceitos básicos da ABNT NBR 9452:2019
- 4) Exemplos de anomalias observadas nas inspeções
- 5) Resumo das etapas de planejamento das inspeções
- 6) Vida útil x manutenção
- 7) Discussões e conclusões

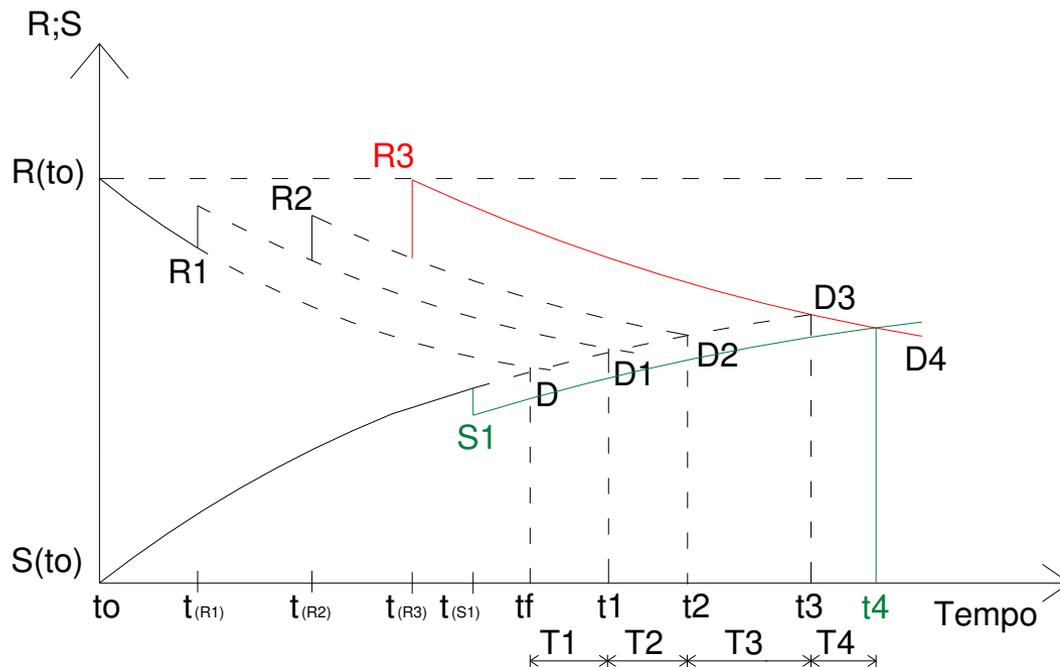
Manutenção e Vida útil

- Aumento da vida útil



ESPAÑA. Ministerio de Fomento. **EHE-08**: Instrucción de Hormigon Estructural. 5. ed. Madrid: Centro de Publicações, 2011.

Manutenção x vida útil



R1: Desobstrução dos buzinotes.

R2: Desobstrução dos aparelhos de apoio e avaliação da substituição dos mesmos por aparelhos com maior altura.

R3: Reparo e instalação dos selantes das juntas de dilatação.

S1: Remoção dos asfalto antigo e posterior recapeamento.

Etapas da apresentação

- 1) Conceitos gerais
- 2) Requisitos mínimos de escolaridade e experiência profissional de inspetores segundo a Norma ABNT NBR 16230:2013
- 3) Conceitos básicos da ABNT NBR 9452:2019
- 4) Exemplos de anomalias observadas nas inspeções
- 5) Resumo das etapas de planejamento das inspeções
- 6) Vida útil x manutenção
- 7) **Discussões e conclusões**

Discussão / Conclusão

- Importância das inspeções rotineiras e especiais
 - Aspectos estruturais, funcionais e de durabilidade
 - Realização das respectivas manutenções
- Detecção em tempo hábil as anomalias
- Condições de acesso às inspeções devem possibilitar o inspetor observar as anomalias existentes
- Ausência de um plano de inspeção e manutenção acarreta na degradação das estruturas, aumento dos custos para reparos e de riscos de acidentes



Seu desafio é nosso.

Obrigado !

- Ciro José Ribeiro Villela Araujo

- Ronecir Cirilo da Cruz

e-mail da Seção de Obras Civis: soc@ipt.br

Telefone da Seção de Obras Civis : (11) 3767-4021

Condição verificada na inspeção especial segundo parâmetros estruturais		Nota de classificação		
		Elemento onde foi constatada a anomalia		
		Principal	Secundário	Complementar
Fissuração	Fissuração superficial de retração, hidráulica ou térmica	4	4	5
	Fissuras em elementos protendidos	1	2	-
	Fissuras em elementos de concreto armado com armadura dentro dos limites previstos conforme ABNT NBR 6118:2014, 13.4	3	4	4
	Fissuras em elementos de concreto armado com armadura superior aos limites previstos conforme ABNT NBR 6118:2014, 13.4	2	3	4
Flecha	Flechas anômalas não congênicas acima dos limites conforme ABNT NBR 6118	1	2	3
Anomalias na armadura	Armadura principal exposta e corroída, com perda de seção de até 20% do total de armadura	3	4	5
	Armadura principal exposta e corroída, com perda de seção acima de 20% da área total de armadura ou que comprometa a estabilidade da peça	2	3	4
	Armaduras principais rompidas	1	2	3
	Ruptura de parte da armadura principal passiva ou ativa	1	2	3
	Tirantes rompidos	1	-	-
	Armadura protendida exposta e corroída	2	-	-
	Perda ou falta de protensão em elemento principal	2	-	-
Anomalias no concreto	Concreto segregado com áreas inferiores a 0,1 m ² em zonas favoráveis de tensões	4	5	5
	Concreto segregado em regiões de tensões de compressão, mas em pequenas áreas (entre 0,1 m ² e 0,5 m ²)	3	4	5
	Concreto segregado em regiões sujeitas a tensões de compressão, em área superior a 0,5 m ²	2	3	4
	Rompimento do concreto em pontos de altas tensões de compressão	1	2	3

Condição verificada na inspeção especial segundo parâmetros estruturais		Nota de classificação
Apoio (meso-estrutura)	Deslocamento e ou desalinhamento de peças estruturais gerando excentricidades que podem ocasionar instabilidades ou concentração de tensões	2
	Vigas transversinas ou longarinas mal ou insuficientemente apoiadas em pilares, sintomas localizados como trincas (grandes fissuras) junto aos apoios na interface das vigas e pilares podem vir a reforçar este juízo	1
Aparelhos de apoio	Aparelhos de apoio de neoprene com pequenos rasgos na camada superficial, sem exposição das chapas de fretagem	5
	Aparelhos de apoio metálicos com corrosão superficial	4
	Aparelhos de apoio danificados ou comprometidos gerando alguma vinculação sem causar grandes esforços, recalques diferenciais e sem criação de cunhas de ruptura ou fissuras no entorno	3
	Aparelhos de apoio comprometidos, gerando vínculos imprevistos com cunhas de ruptura e recalques diferenciais com trincas ou fissuras	2
	Aparelhos de apoio danificados totalmente rompidos, dando origem a esforços horizontais e ou travamento de rotações, indesejáveis no esquema estrutural original	1
Juntas	Juntas de dilatação parcialmente obstruídas sem causar restrições à movimentação dos tabuleiros	5
	Juntas de dilatação obstruídas, causando restrições à movimentação dos tabuleiros	4
	Juntas de dilatação obstruídas, com contribuição para o quadro patológico com formação de fissuras em vigas longarinas e lajes	3
	Juntas de dilatação obstruídas, causando graves danos à superestrutura (esmagamento do concreto de vigas e lajes, formação de quadro de fissuração e esforços não previstos na meso e infraestrutura)	2
Encontros	Taludes de encontro com pequenos sulcos, sem causar danos às fundações	5
	Taludes de encontro com erosão, com situação estabilizada, sem causar danos às fundações	4
	Deslizamento de taludes de encontro	2
	Deslizamento de taludes de encontro gerando possível perda de base de apoio de fundações e ou empuxos ativos nos pilares	1
	Desníveis do pavimento, na transição terrapleno x tabuleiro, gerando acréscimo no impacto da carga acidental	3
Outros	Drenos inexistentes ou comprometidos no interior dos caixões, acarretando retenção de água no seu interior	3

AP

Juntas

Condição verificada na inspeção especial segundo parâmetros funcionais		Classificação nota
Drenagem	Drenagem deficiente sem causar empoçamento ou aquaplanagem	4
	Drenagem no tabuleiro deficiente com empoçamentos localizados que não provoquem o fenômeno de aquaplanagem	3
	Drenagem ineficiente ou inexistente gerando pontos úmidos e formação de lâmina de água, possibilitando derrapagem ou o fenômeno de aquaplanagem	1
Pista	Pista de rolamento com pequenas irregularidades, sem gerar desconforto ao usuário	5
	Pista de rolamento com irregularidades, gerando desconforto ao usuário	4
	Desníveis no pavimento, na transição terrapleno x tabuleiro e juntas de dilatação, causando solavancos	3
Juntas	Pontos danificados nas juntas de dilatação sem causar desconforto ao usuário	4
	Berço danificado nas juntas de dilatação, gerando pequeno desconforto ao usuário	3
Dispositivos de segurança	Dispositivos de segurança com pontos danificados (segregação de concreto, armadura exposta)	3
	Dispositivos de segurança inexistentes, comprometendo a segurança dos usuários	1
	Inexistência de dispositivos de segurança para proteção de peças estruturais sujeitas a impactos	2
Passeio e guarda-corpo	Guarda-corpo rompido ou inexistente	1
Gabaritos	Sinalização horizontal e vertical indadequadas ou inexistentes, com risco à segurança da obra e usuários	2
	Acidentes com choques de veículos ou embarcações na estrutura	2

Drenagem

Pavim.

Juntas

G.C.

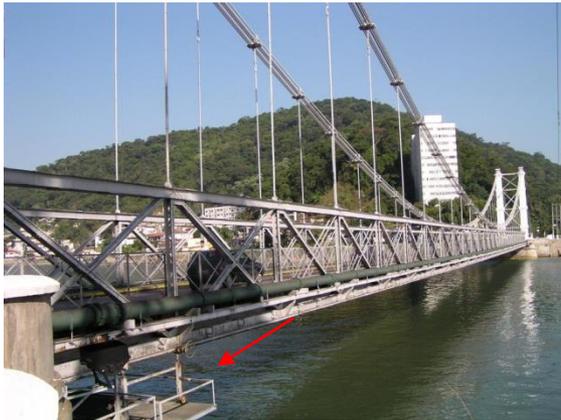
Condição verificada na inspeção especial segundo parâmetro de durabilidade		Nota de classificação		
		Elemento onde foi constatada a condição		
		Principal	Secundário	Complementar
Fissuração	Quadro de fissuração generalizada, mas dentro dos limites previstos conforme ABNT NBR 6118:2014, 13.4	5	5	5
	Quadro de fissuração inaceitável, conforme ABNT NBR 6118:2014, 13.4	1	2	3
	Fissuração de elementos estruturais com indícios de reação expansiva (álcali-agregado ou sulfatos)	2	2	3
Armadura	Armaduras expostas com corrosão incipiente	3	4	4
	Armadura exposta em processo evolutivo de corrosão	2	3	4
	Armadura protendida exposta, mesmo sem corrosão, em ambiente de baixa e média agressividade	3	4	-
	Armadura protendida exposta e corroída	1	2	3
	Obras com deficiência de cobrimento sem armadura exposta	4	5	5
	Obras com deficiência de cobrimento com estufamento por expansão da corrosão	3	4	4
Concreto	Concreto segregado com áreas inferiores a 0,1 m ² em zonas favoráveis de tensões	4	4	5
	Concreto segregado em regiões de tensões de compressão, mas em pequenas áreas (entre 0,1 m ² e 0,5 m ²)	3	4	5
	Concreto segregado em regiões sujeitas a tensões de compressão, em área superior a 0,5 m ²	2	3	4
	Lixiviação superficial do concreto	4	4	5
	Manchas superficiais de fuligem atmosférica	4	4	5
	Calcinação do concreto com exposição de armaduras	1	2	3
Carbonatação	Eflorescências, com surgimento de manchas esbranquiçadas decorrentes de reação de carbonatação	4	4	5
	Carbonatação com profundidade atingindo armaduras principais	3	3	4
	Carbonatação com profundidade superior à espessura do cobrimento da armadura	2	3	3

Condição verificada na inspeção especial segundo parâmetro de durabilidade		Nota de classificação
Drenagem	Buzinotes obstruídos	3
	Drenagem do caixão inexistente ou insuficiente, com acúmulo de água dentro dos mesmos	2
	Presença de água internamente às bainhas da armadura protendida	1
	Drenagem do tabuleiro totalmente inoperante	2
Taludes	Taludes dos encontros com erosão localizada ou solapamento de material	3
	Taludes dos encontros com erosão significativa	2
	Taludes dos encontros com erosão significativa, acarretando desconfinamento da fundação	1
	Taludes protegidos com placas faltantes ou danificados	4
	Percolação de águas pluviais ou subterrâneas pelos taludes dos encontros	3

Drenagem

Acesso às inspeções

- Plataformas instaladas



Acesso às inspeções



Plataforma metálica instalada sob o viaduto VA 19 da Rodovia dos Imigrantes em Cubatão – SP, utilizada pela Seção de Engenharia de Estruturas do IPT para os trabalhos de inspeção



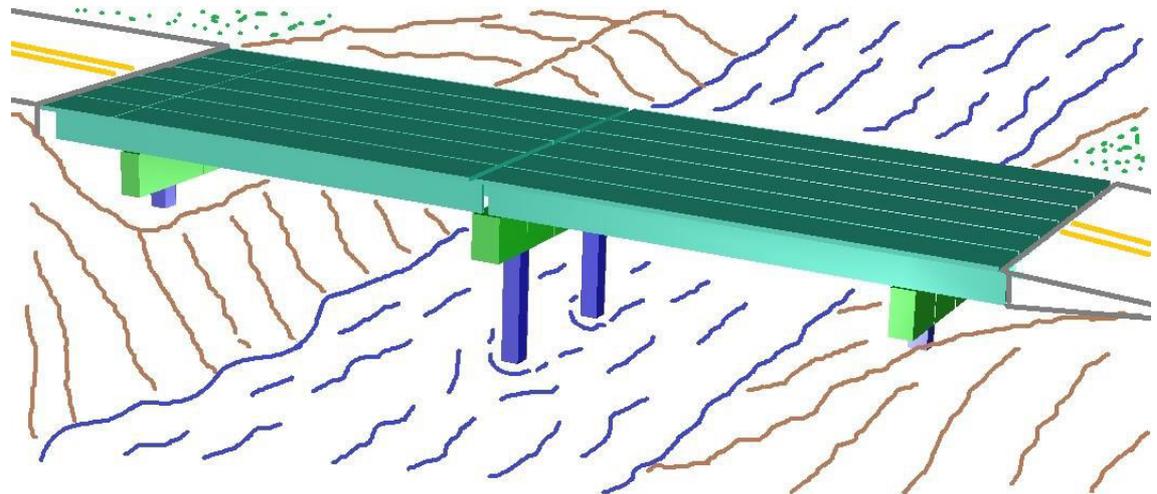
Ponte Minami Bisan-Seto - Ponte foi construída em 1988, com 1723 m de comprimento e vão central de aproximadamente 1100 m, destinada ao tráfego de veículos rodoviários e ferroviários.

Acesso às inspeções



Acesso às inspeções

- Dificuldades de acesso



Acesso às inspeções

- Dificuldades de acesso

