MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES
PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÕES E ENSAIOS DA PONTE JK

R02	03/06/2026	Revisão de textos técnicos, exigências e quadro resumo de entregáveis	Dieyson Moitinho
R01	09/01/2025	Revisão de entregáveis e quadro resumo de entregáveis	Dieyson Moitinho
R00	**18/11/2025**	**Versão inicial**	Dieyson Moitinho
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL
Nome do projeto		**Procedimentos de Inspeções e Ensaios da Ponte JK**	
Número do projeto		**PROJ-DE-XXX-XX**	Nome Eletrônico do Arquivo **PROJ-DP-XXX-XX-MEM-ESP-001-R00**
Endereço do projeto		**LIGAÇÃO DA SHIS QL 26 DO LAGO SUL AO SCES TRECHO 2, LAGO PARANOÁ, PLANO PILOTO/DF**	

SUMÁRIO

OBJETIVO
INSPEÇÕES
ENSAIOS
METODOLOGIA E ENTREGA DOS RESULTADOS
CRONOGRAMA E PRAZOS
RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA
DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA A SER ENTREGUE
ÍNDICE DE FIGURAS
ÍNDICE DE TABELAS
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

1. OBJETIVO

1.1. O presente memorial visa à contratação de uma empresa especializada na execução, ensaios e inspeções dos elementos de estaiamento, Sistema de Amortecimento Transversal (SAT), Aparelhos de Apoio, Pilares e Blocos da Ponte JK.

1.2. A contratação compreende o levantamento cadastral, o diagnóstico técnico, as inspeções detalhadas, os ensaios, a elaboração do plano de manutenção no estaiamento, SAT, Aparelhos de Apoio, Pilares e Blocos e a entrega dos documentos técnicos, consoantes às especificações técnicas descritas neste memorial.

2. INSPEÇÕES

GRUPO 03.00.000 FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS

SUBGRUPO 03.02.000 ESTRUTURAS DE CONCRETO

ITEM 03.02.400 DIVERSOS

2.1. Inspeção visual detalhada

2.1.1. Para garantir a segurança estrutural da Ponte JK, deverá ser realizado um conjunto de inspeções visuais e instrumentais dos elementos estruturais apontados neste memorial, com ênfase na

detecção e cadastramento de patologias, bem como o planejamento e execução das recuperações e tratamentos adequados. De modo geral, devem ser conduzidas as seguintes ações:

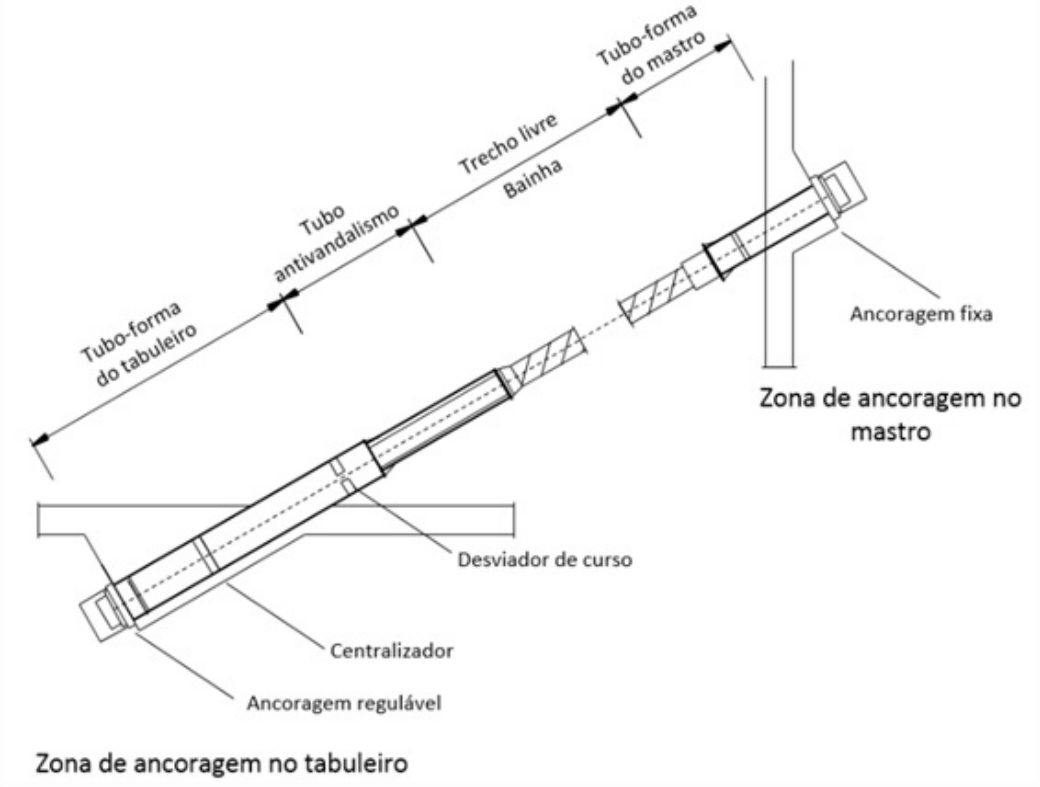
- Verificação sistemática e completa de todos os estais, dos aparelhos de apoio, do sistema de amortecimento transversal (SAT) e dos pilares;
- Deverá ser registrado um número mínimo de seis fotografias por elemento inspecionado;
- Nos estais, deverá ser verificada a estanqueidade das ancoragens, bem como as bainhas, tubos antivandalismo e no sistema anticorrosivo nas ancoragens;
- Nos elementos de concreto armado e protendido deverá ser realizado o registro e avaliação de fissuras, corrosões, desagregações e demais anomalias que possam comprometer a integridade e performance da ponte como um todo;

2.2. Inspeção do Estaiamento

2.2.1. Deverá ser realizada a inspeção visual e instrumental das ancoragens inferiores (junto ao tabuleiro) e superiores (junto aos arcos) da ponte, com foco em detecção de sinais de corrosão oriundos das falhas de estanqueidade.

2.2.2. O responsável pelo serviço deve demonstrar que foi realizada a avaliação da conformidade de todos os componentes dos estais (ver figura 1):

Figura 1 - Componentes dos estais (fonte: ABNT NBR 7187:2021)



2.2.3. Ancoragem dos estais:

2.2.3.1. As verificações a serem realizadas para o sistema de proteção contra corrosão do estaiamento deverão ser, mas não necessariamente limitam-se às seguintes:

- Nas ancoragens deve ser verificada a condição da proteção e presença de corrosão, vedação das juntas e idealizado um plano de manutenção adequado.
- Deverão ser realizados testes para verificar a possibilidade de entrada de umidade por ar saturado, água ou entrada de partículas como poeira, fuligem, etc. nas ancoragens.

2.2.4. Verificação da corrosão sob tensão nos estais:

- Avaliação da possibilidade de corrosão e rompimento nos estais através de ensaio RIMT;
- A avaliação deverá ser feita em todos os estais (48), com 3 leituras em cada cabo, sendo uma no grupo de cordoalhas internas, do centro, e duas nas cordoalhas externas, situadas em extremidades opostas;

- Serão um total de 144 leituras de ensaio RIMT;

Tabela 1 - Quadro quantitativo de inspeções nos estais

Serviço	Unitário (por estai)	Total
Inspeção de ancoragem dos estais	2 un	96 un
Inspeção ao longo dos estais (RIMT)	3	144 un

2.3. Inspeção dos aparelhos de apoio:

2.3.1. Disposições:

2.3.1.1. Deverá ser realizada avaliação das condições dos aparelhos de apoio dos tabuleiros metálicos, com registro fotográfico, medições e verificação das necessidades de substituição emergencial e/ou manutenção corretiva, preventiva e programada dos aparelhos.

2.3.1.2. Todos os elementos necessários para garantir o correto funcionamento devem estar presentes, em conformidade com o projeto estrutural, portanto o mesmo deve ser consultado para determinação e referenciamento de nomenclaturas, dimensões, posicionamento, tipo e característica do material de construção, detalhe do berço de assentamento e eventuais dispositivos de proteção.

2.3.1.3. Devem ser observadas, para os diversos tipos de aparelhos de apoio, as normas brasileiras pertinentes, tal como a **ABNT NBR 7187:2021, ABNT NBR 9452:2023** e, na falta de subsídio técnico em norma brasileira, pode ser utilizada a **EN 1337 (todas as partes)**.

2.3.1.4. A substituição eventual dos aparelhos de apoio, se for detectada tal necessidade, deve ser objeto de notificação à CONTRATANTE.

2.3.2. Critérios de classificação da OAE:

2.3.2.1. A OAE deve ser avaliada segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade de acordo com as referências citadas na norma **ABNT NBR 9452:2023.**

2.3.2.2. Os parâmetros estruturais são aqueles 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.

2.3.2.3. Sob o ponto de vista de prioridades de ações de recuperação, é frequente estes parâmetros serem objeto de maior atenção, notadamente a obra apresentada sintomatologia já visualmente detectável de desempenho estruturalmente anômalo.

2.3.3. Critérios para definição das notas de classificação da OAE:

2.3.3.1. A classificação da OAE consiste na atribuição da avaliação de sua condição, que pode ser excelente, boa, regular, ruim crítica ou emergencial, associando notas aos parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade.

2.3.3.2. Essas notas de avaliação devem variar de 0 a 5, refletindo a maior ou menor gravidade dos problemas detectados.

2.3.3.3. A classificação deve seguir o estabelecido na **Tabela 2**, que correlaciona essas notas com a condição da OAE e caracteriza os problemas detectados, segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade.

Tabela 2 - Classificação da condição da OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade

Classificação (nota)	**Condição**	**Caracterização estrutural**	**Caracterização funcional**	**Caracterização de durabilidade**
5	Excelente	A estrutura se encontra em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados	A OAE apresenta segurança e conforto aos usuários	A estrutura se encontra em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados

4	Boa	A estrutura apresenta danos de baixa gravidade, localizados 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 não 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	A OAE apresenta desconforto ao usuário, com defeitos que requerem ações	A OAE apresenta anomalias de moderada gravidade, que comprometem sua vida útil, em região de moderada a alta agressividade ambiental A OAE apresenta de moderadas a muitas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental
2	Ruim	Há danos comprometendo a segurança estrutural da OAE sem aparente risco iminente de colapso. Sua devolução pode levar ao colapso estrutural. A OAE necessita de intervenções significativas.	A OAE possui funcionalidade visivelmente comprometida, com riscos de segurança ao usuário.	A OAE apresenta de moderadas a muitas anomalias, que comprometem sua vida útil em região de alta agressividade ambiental. A OAE apresenta muitas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.

1	Crítica	Há danos gerando grave insuficiência estrutural na OAE. Há elementos estruturais em estado crítico, com risco tangível de colapso estrutural localizado. A OAE necessita de intervenção imediata, podendo ser necessária restrição de carga, interdição parcial, escoramento provisório, instrumentação, associadas ou não.	A OAE apresenta condições funcionais limitadas de utilização em regiões localizadas.	A OAE se encontra em elevado grau de deterioração em regiões localizadas, apontando problema já de risco estrutural e/ou funcional, requerendo intervenção imediata, podendo ser necessárias restrição parcial ao tráfego.
0	Emergencial	Há elementos estruturais principais colapsados, evoluindo para instabilidade da estrutura. É necessária a interdição total, até que haja avaliação e reclassificação por consultoria especializada ou intervenção.	A OAE não apresenta condições funcionais de utilização. A OAE deve ser interditada.	A OAE se encontra em elevado grau de deterioração, gerando grave insuficiência estrutural e/ou funcional, requerendo intervenção emergencial e interdição total.

2.3.3.4. A convenção de nomenclatura para vistoria de uma OAE deve estar de acordo com o **Anexo G** da norma **ABNT NBR 9452:2023** (exemplificados entre os itens 2.3.4 e 2.3.5 deste documento). Em caso de nomenclatura própria da CONTRATADA, a nomenclatura deverá ser disposta e detalhada no documento técnico.

2.3.4. Princípio:

2.3.4.1. Este anexo apresenta a padronização da nomenclatura dos elementos estruturais das obras de arte especiais (OAE) e passarelas das rodovias e ferrovias situadas no eixo ou transversalmente à rodovia ou ferrovia, para que as anomalias registradas durante as inspeções possam ser monitoradas ao longo do tempo com mais acuracidade. Os critérios estabelecidos podem também ser adotados quando houver projetos de adequação, recuperação e reforço das obras.

2.3.5. Nomenclaturas:

2.3.5.1. Obras de arte no eixo da rodovia ou ferrovia (passagens inferiores e pontes) :

- A numeração dos elementos deste tipo de obra deve estar de acordo com os seguintes critérios básicos:
    - O observador deve se posicionar de costas para a menor quilometragem;
    - Na direção longitudinal à pista, a numeração deve ser crescente a partir da menor quilometragem para a de maior valor;
    - Na direção transversal, a numeração deve ser crescente da esquerda para a direita.

2.3.5.2. Aparelhos de apoio e juntas de dilatação:

- Aparelhos de apoio: sem numeração (identificação do apoio e da viga longarina sob a qual está posicionado);
    - NOTA: No caso da inspeção especial, a numeração dos aparelhos de apoio pode ser efetuada de maneira contínua para a obra toda.
- “junta de dilatação 01” e “junta de dilatação 02” (contínua para a obra toda).

- Exemplificação nas figuras 2, 3 e 4 a seguir:

Figura 2 - Nomenclatura de longarinas em estrutura celular no eixo da rodovia ou ferrovia. Fonte: Figura G.2 ABNT NBR 9452:2023

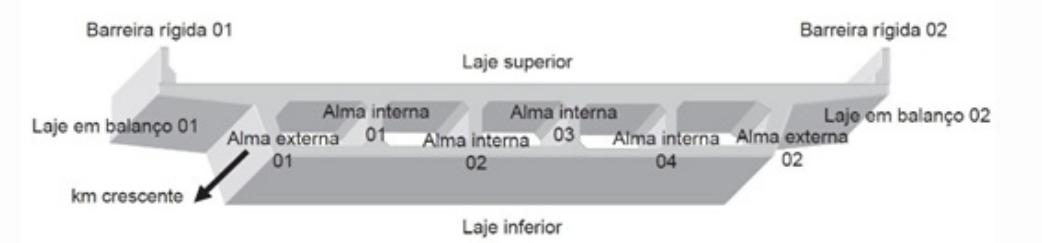


Figura 3 – Nomenclatura de mesoestrutura e infraestrutura no eixo da rodovia ou ferrovia. Fonte: Figura G.3 ABNT NBR 9452:2023

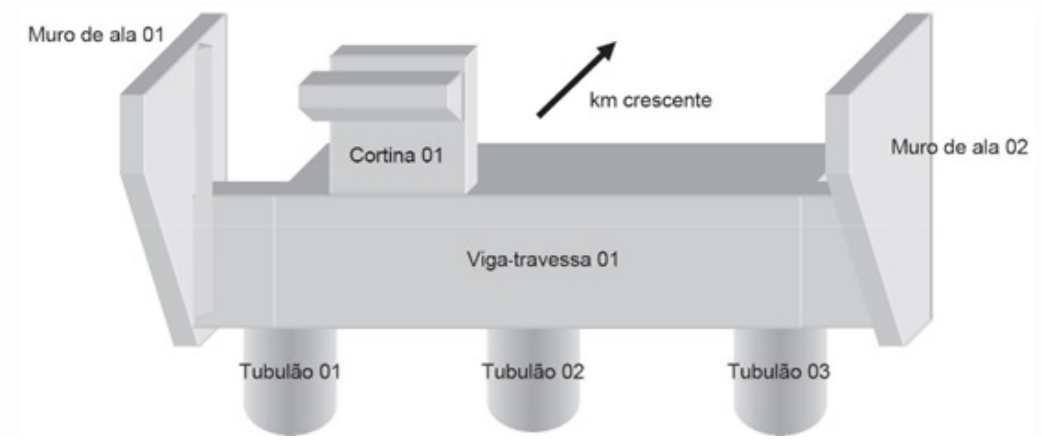


Figura 4 - Nomenclatura de elementos em estrutura celular (somente almas externas) no eixo da rodovia ou ferrovia. Fonte: Figura G.5 ABNT NBR 9452:2023

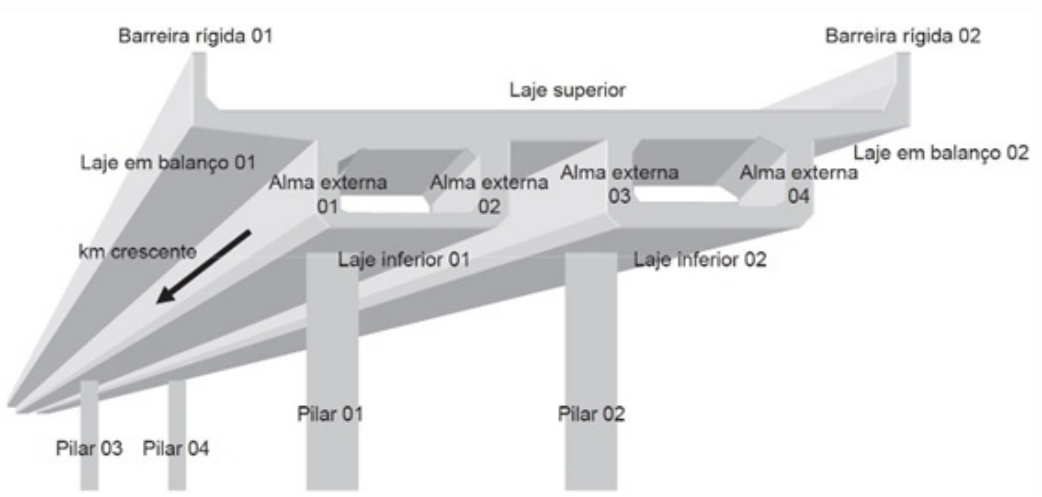


Figura 5 - Corte esquemático do aparelho de apoio dos encontros E1 e E2

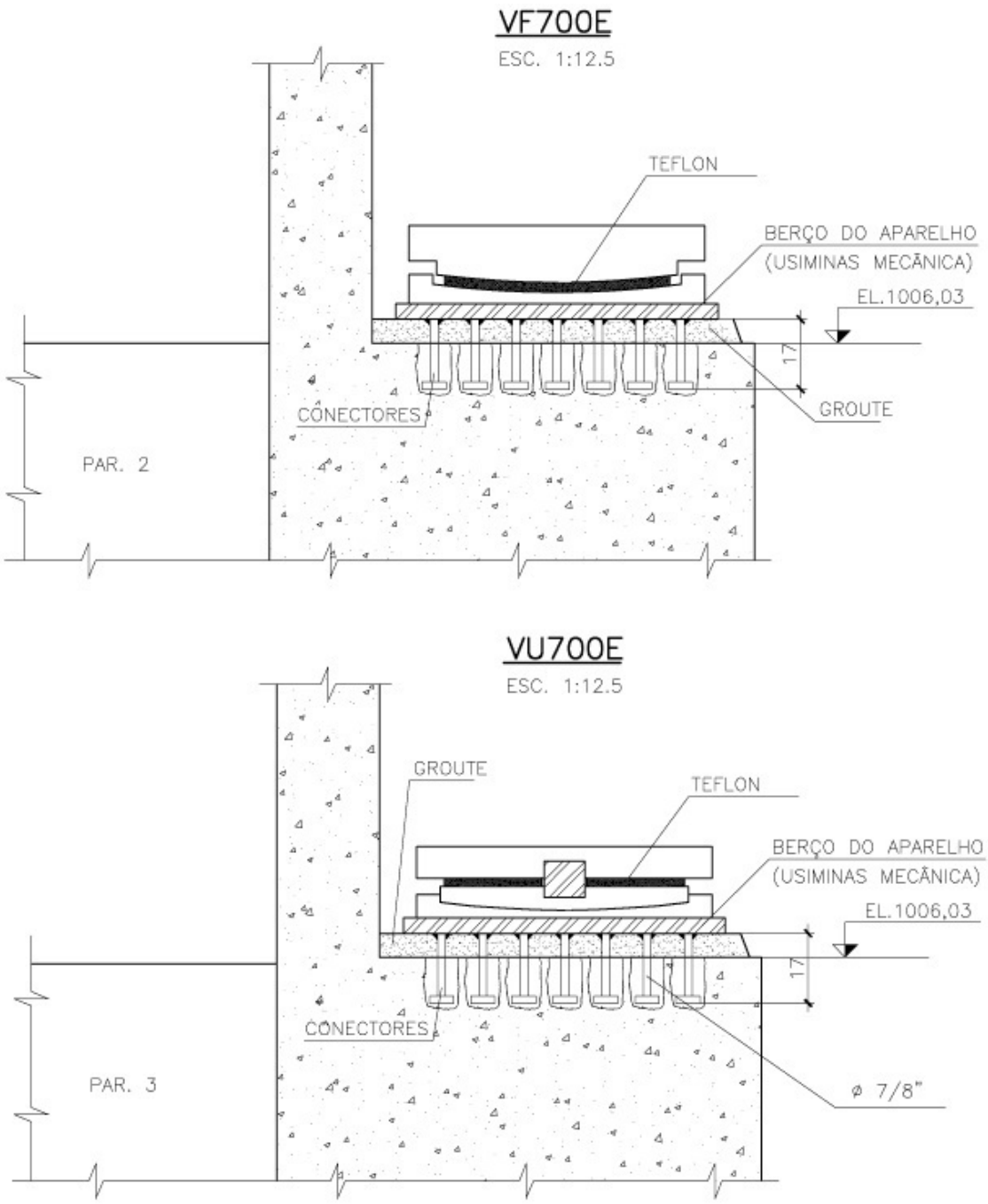
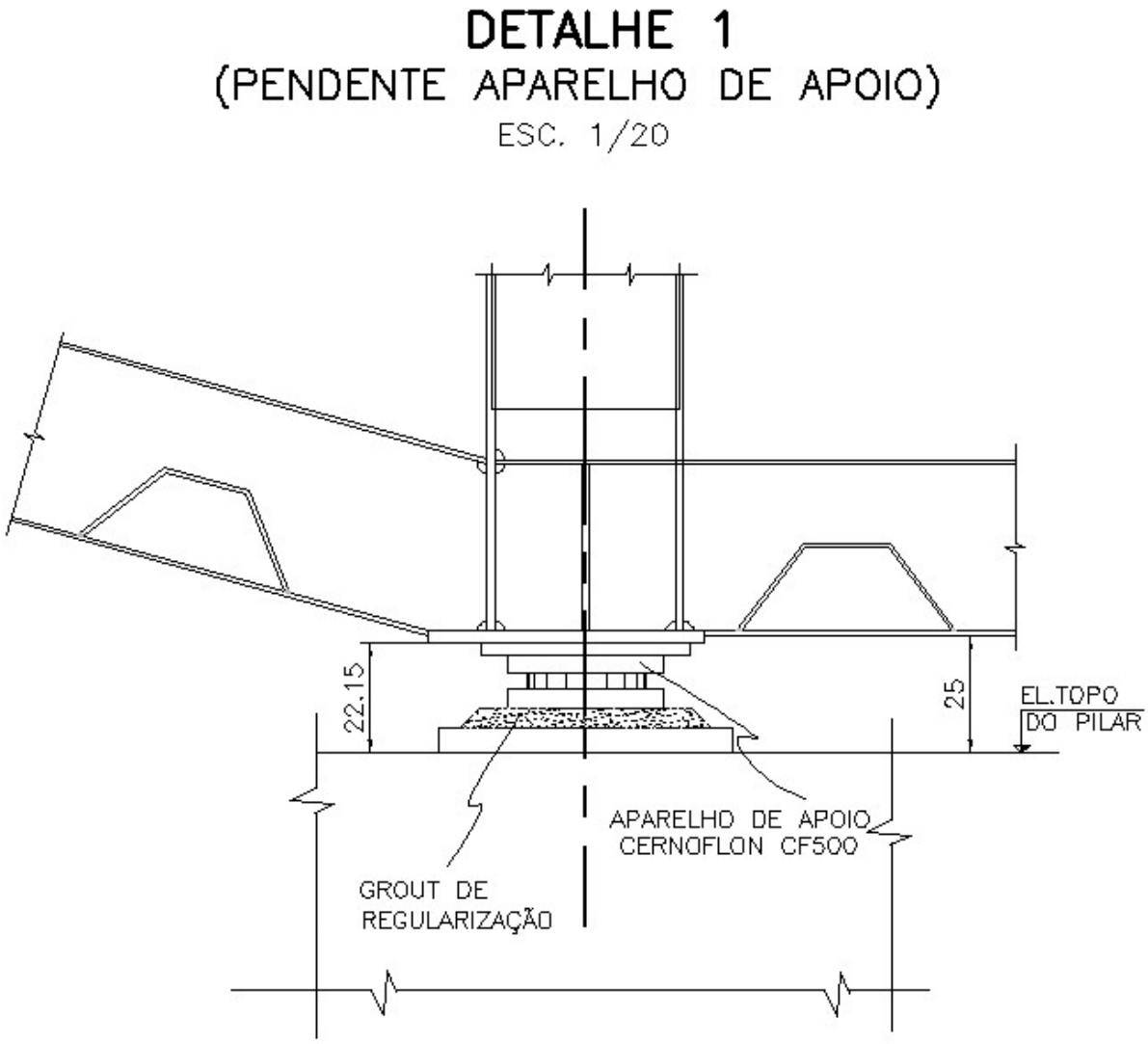


Figura 6 - Corte esquemático do aparelho de apoio dos pilares P1 ao P4 e P9 ao P12



2.3.5.3. Obras de arte transversais ao eixo da rodovia ou ferrovia (passagens superiores inferiores e passarelas):

- A numeração dos elementos deste tipo de obra deve estar de acordo com os seguintes critérios básicos
    - O observador deve se posicionar na direção da obra, de maneira que consiga visualizá-la à sua frente e que seu lado esquerdo esteja no sentido da menor quilometragem;
    - Seguindo o posicionamento indicado, na direção longitudinal à pista superior, a numeração começa partindo dos elementos mais próximos ao observador;
    - Por sua vez, na direção transversal da pista superior, a numeração deve ser crescente da esquerda para a direita.

2.3.5.4. Aparelhos de apoio e juntas de dilatação:

- Para formatação e preenchimento da ficha de inspeção cadastral, consultar a **Tabela A.1** da norma **ABNT NBR 9452:2023.**

2.3.5.5. Anomalias:

- As anomalias encontradas na OAE devem ser registradas na ficha de inspeção cadastral, de acordo com a **Tabela A.1** da **ABNT NBR 9452:2023**

a) Nos aparelhos de apoio e entorno:

- Ausência de aparelho de apoio;

- Bloqueio;
- Posicionamento inadequado;
- Acúmulo de detritos;
- Ruptura;
- Fissuras;
- Rasgos;
- Esmagamentos;
- Distorção excessiva;
- Peças de aço oxidadas no aparelho, expostas;
- Descolagem da fretagem.

Tabela 3 – Pontes, viadutos e passarelas – Nota de classificação da OAE segundo parâmetros estruturais na Seção 5 (trecho extraído, desconsiderando demais itens a serem avaliados).

Condição verificada na inspeção, segundo parâmetros estruturais		**Nota de classificação**
Aparelhos de apoio	Aparelho de apoio de neoprene com pequenos rasgos na camada superficial, sem exposição das chapas de fretagem	5
	Aparelhos de apoio metálicos com corrosão superficial sem comprometimento da sua capacidade portante	5
	Aparelhos de apoio comprometidos por ações mecânicas, ações de incêndio e intempéries, gerando vínculos imprevistos com cunhas de ruptura e recalques diferenciais com fissuras	2
	Aparelhos de apoio danificados totalmente rompidos, dando origem a esforços horizontais e/ou travamento de rotações, indesejáveis no esquema estrutural original	1
	Ausência de aparelho de apoio	0

Tabela 4 – Pontes, viadutos e passarelas em aço e mistas – Nota de classificação da OAE segundo os parâmetros estruturais para elemento principal, secundário e complementar previsto na Seção 5 (trecho extraído, desconsiderando demais itens a serem avaliados).

Condição erificada na inspeção segundo parâmetros estruturais		**Nota de classificação**		
		Elemento onde foi constada a anomalia		
		Principal	**Secundário**	**Complementar**
Aparelhos	Aparelhos de apoio de neoprene com pequenos rasgos na camada superficial, sem exposição das chapas de fretagem.	3		
	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		

de apoio [a]	Aparelhos de apoio comprometidos, gerando vínculos imprevistos como cunhas de ruptura e recalques diferenciais com fissuras.	2
	Aparelhos de apoio danificados e/ou totalmente rompidos, dando origem a esforços horizontais e/ou travamento de rotações, indesejáveis no esquema estrutural original.	1
	Ausência de aparelho ou elemento de apoio.	0 ou 1, conforme avaliação da concepção estrutural
[a]Recomenda-se, como elemento auxiliar para a classificação dos aparelhos de apoio, a consulta aos fabricantes, relativamente à vida útil do aparelho de apoio, cabendo ao administrador da OAE a consideração desta informação para tomada de decisão.		

Tabela 5 - Quadro quantitativo de inspeções dos aparelhos de apoio

Serviço		Total
Inspeção dos aparelhos de apoio Vasoflon	VF350 (Fixo)	2 un
	VF400 (Fixo)	2 un
	VFE400 (Fixo)	2 un
	VM1000 (Multi direcional)	8 un
	VM350 (Multi direcional)	4 un
	VM400 (Multi direcional)	4 un
	VM450 (Multi direcional)	2 un
	VM700 (Multi direcional)	9 un
	VU1000 (Móvel)	8 un
	VU350 (Móvel)	2 un
	VU400 (Móvel)	2 un
	VU450 (Móvel)	2 un
	VUE400 (Multi direcional)	2 un
	VUE700 (Móvel)	3 un

2.4. Inspeção do Sistema de Amortecimento Transversal (SAT):

2.4.1. O Sistema de Amortecimento Transversal (SAT) é o aparelho de protensão nos pilares que estabiliza o empuxo dos estais na ponte, evitando que o tabuleiro seja elevado. O SAT da Ponte JK é ilustrado pelas **figuras 5 a 9** a seguir:

Figura 7 - Vista lateral geral do SAT

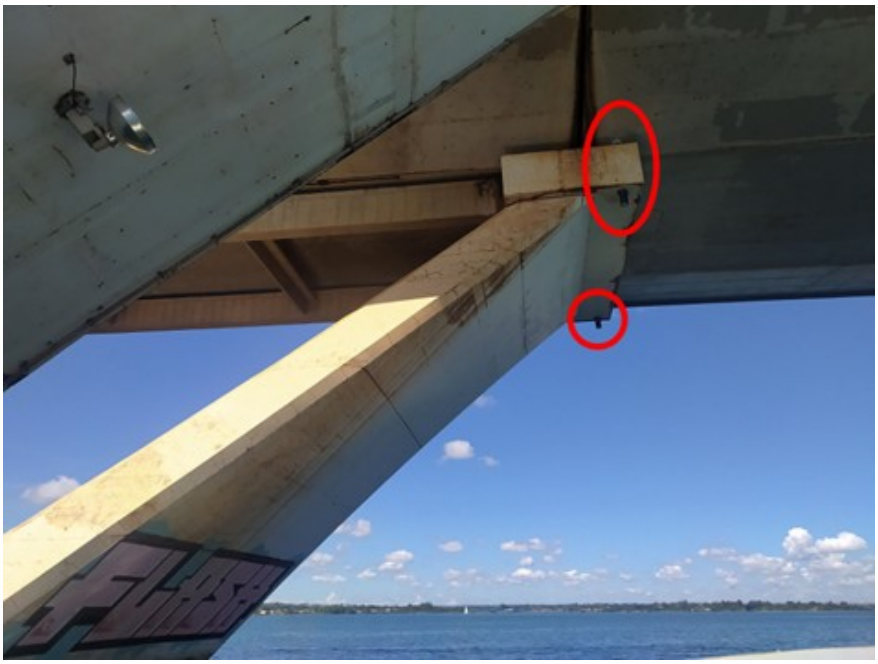


Figura 8 - Vista lateral aproximada do SAT



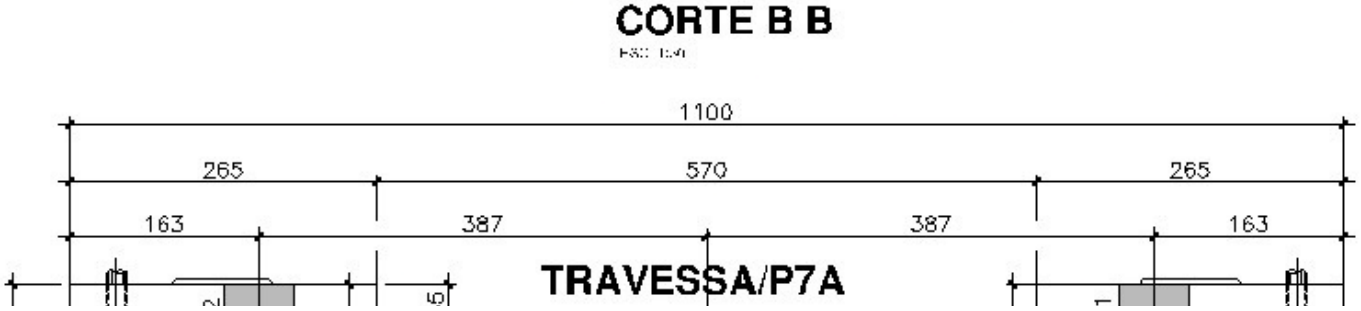
Figura 9 - Vista frontal geral do SAT

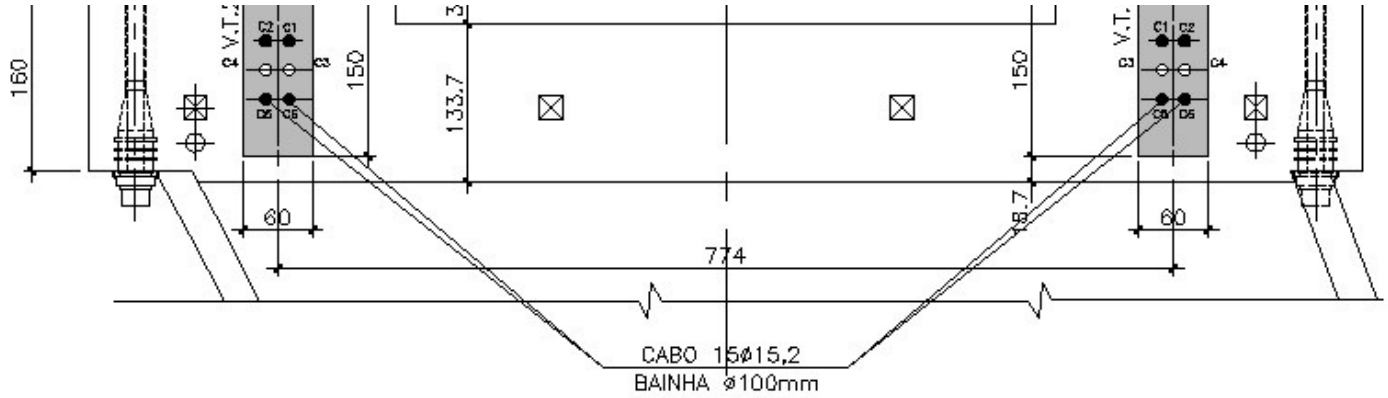


Figura 10 - Vista frontal aproximada do SAT



Figura 11 - Corte esquemático do SAT

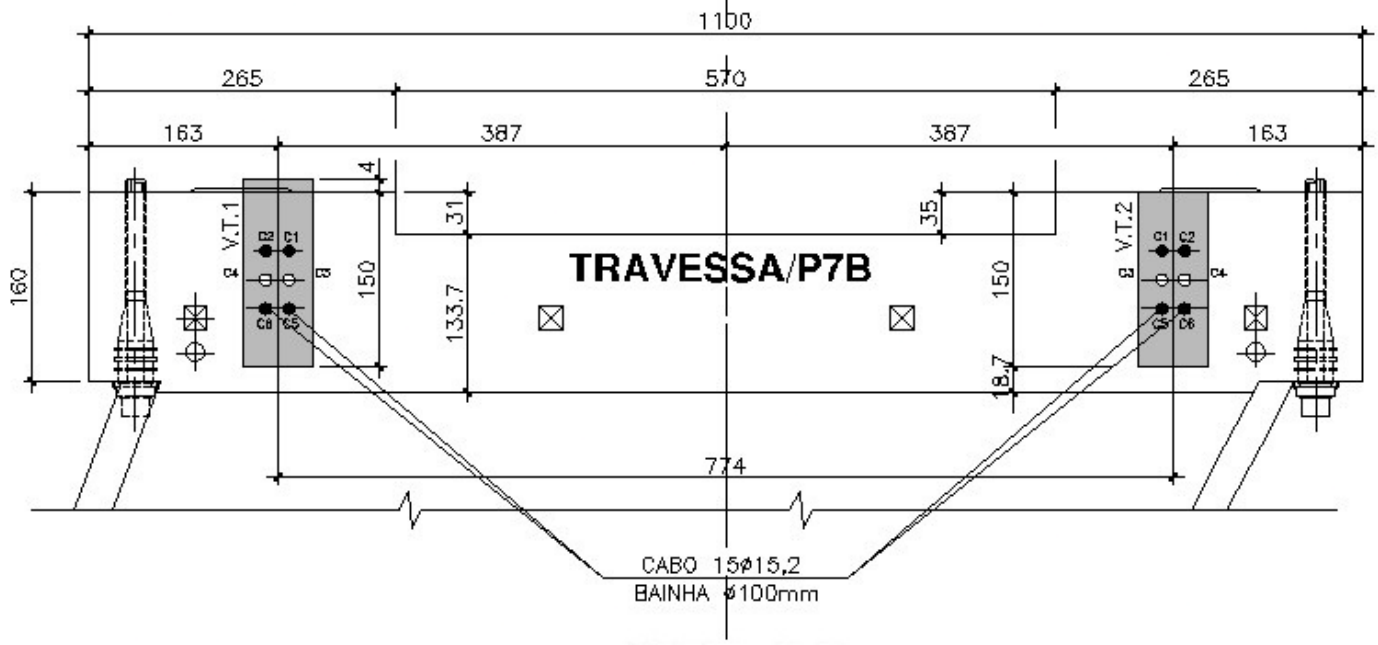




EIXO DA PONTE
EIXO III

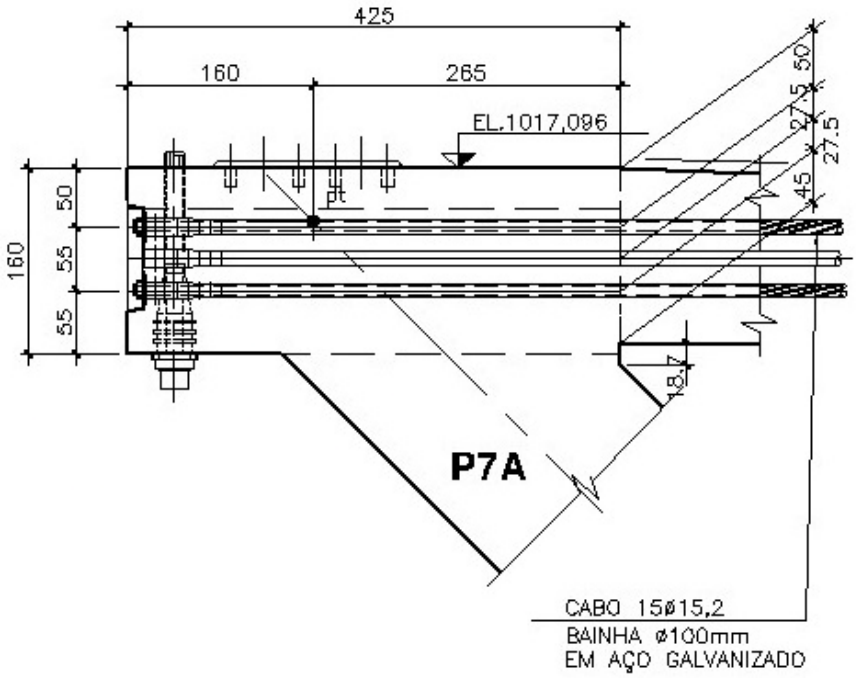
CORTE C C

ESC. 1:50

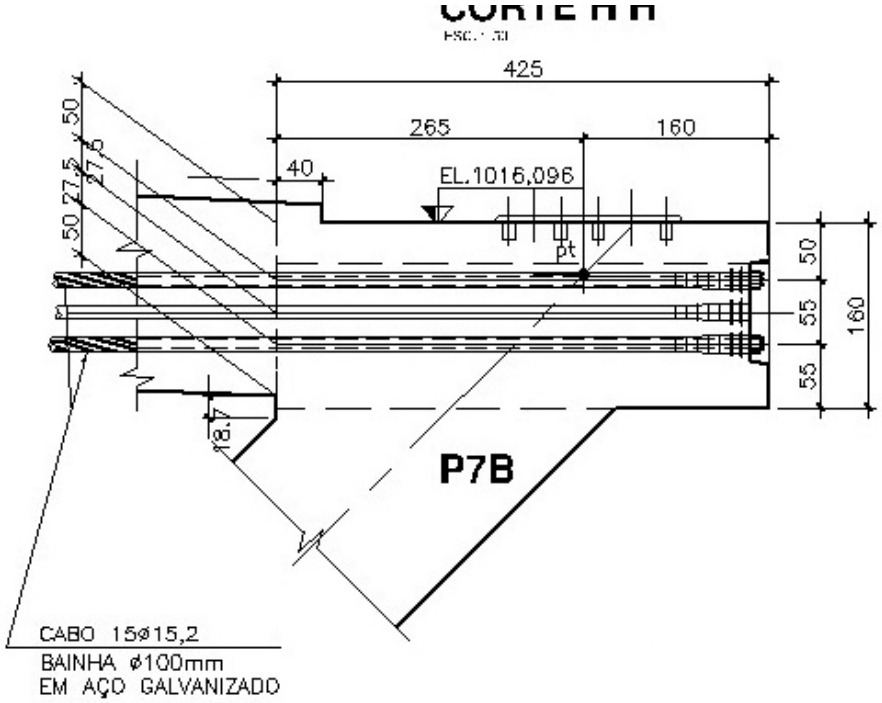


CORTE G G

ESC. 1:50



CORTE H H



2.4.2. Procedimentos para identificar ambientes corrosivos e corrosão ativa em estruturas de concreto armado e protendido (síntese baseada na norma **ACI 222R-19)**:

2.4.3. A detecção de corrosão em estruturas de concreto protendido exige cuidados específicos, dado o risco elevado associado à falha dos elementos de protensão sujeitos à corrosão sob tensão.

2.4.4. Avaliação de corrosão sob tensão nos conjuntos de SAT:

- Verificação das zonas de ancoragem para identificar se apresentam produtos de corrosão e danos ao concreto, indicando corrosão nas ancoragens e possivelmente também corrosão nas cordoalhas de protensão;
- Avaliação da possibilidade de corrosão e rompimento nos tirantes através de ensaio RIMT;
- A avaliação deverá ser feita em 6 dos 12 tirantes, com 3 leituras em cada cabo, sendo uma no grupo de cordoalhas internas, do centro, e duas nas cordoalhas externas, situadas em extremidades opostas;
- Serão um total de 18 leituras de ensaio RIMT;

Tabela 6 - Quadro quantitativo de inspeções nos SAT

Serviço	Unitário (por estai)	Total
Inspeção de ancoragem dos SAT	2 un	12 un
Inspeção ao longo dos SAT (RIMT)	3	18 un

2.5. Inspeção de pilares, blocos e cadastramento de fissuras:

2.5.1. Deve ser realizado o levantamento e medição das fissuras presentes nos pilares da ponte e a elaboração de planilhas de quantitativos e mapeamento geométrico das fissuras e manifestações patológicas, para subsequente elaboração do plano de recuperação e tratamento dos danos detectados. A seguir são relacionadas as orientações gerais para o serviço:

2.5.1.1. Organização do Levantamento:

- Identificação dos pilares com georreferenciamento (coordenadas, grid de inspeção).
- Inspeção visual inicial visitando cada pilar, anotando superfícies, localização e tipo e abertura de fissuras.

2.5.2. Registro de Fissuras:

- Classificação conforme DNIT 010/2004:

- Capilares (<0,5 mm)
- Médias e grandes (≥0,5mm) ou conforme NBR 6118:2023

- Para cada fissura, registras:
  - Comprimento (m)
  - Abertura máxima (em mm)
  - Orientação (vertical, horizontal, inclinada)
  - Localização geográfica ou grid (coordenadas ou grid local do pilar)
  - Estado: ativa (em evolução ou passiva)
  - Sinais associados: ferrugem, eflorescência, infiltração, destacamento de concreto

2.5.3. Mapeamento Geométrico

- Utilizar ferramentas como CAD para mapeamento das fissuras dos pilares.
- Medição das aberturas de fissuras com fissurômetro ótico ou digital, preferencialmente.
- Medição das profundidades das fissuras com utilização de ultrassom;
- Gerar planilhas com quantitativos de fissuras relacionadas a cada um dos pilares.

2.5.4. Análise e classificação técnica

- Basear-se em NBR6118:2023 para definir limites de abertura aceitáveis – especialmente critério de durabilidade em classe ambiental agressiva.

2.5.5. Produção de Relatórios técnicos

- Planilha detalhada com:
  - Identificação dos pilares e localização das fissuras
  - Quantitativos de fissuras (aberturas e profundidade estimada)
  - Fotografias com referência de grid
- Croquis ou plantas chave com marcação das fissuras e seus parâmetros.
- Elaboração detalhada do plano de manutenção para as fissuras, separado por categorias e procedimentos a serem adotados para recuperação das patologias.

3. ENSAIOS

GRUPO 03.00.000 FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS

SUBGRUPO 03.02.000 ESTRUTURAS DE CONCRETO

ITEM 03.02.400 DIVERSOS

3.1. Ensaios recomendados para o estaiamento

3.1.1. Esta seção apresenta os principais métodos de ensaio e diagnóstico aplicáveis à estrutura da ponte, com o objetivo de identificar e caracterizar patologias, avaliar a integridade dos materiais e fornecer subsídios técnicos para intervenções corretivas ou preventivas. Os ensaios abrangem tanto elementos estruturais aparentes como componentes internos não acessíveis por métodos convencionais.

3.1.2. Avaliação visual das ancoragens e cabos:

3.1.2.1. Visa identificar desgaste, desplacamento de camadas anticorrosivas ou falhas de vedação, para identificação de infiltração e corrosão interna;

3.1.3. Ensaio RIMT:

3.1.3.1. Ensaio de **Técnica de Medição por Impulso Refletométrico** ou **Reflectomectric Impulse Measurement Technique (RIMT)** é uma técnica não destrutiva avançada que permite realizar o diagnóstico in situ da integridade de cabos de protensão, principalmente em estruturas de concreto protendido como pontes estaiadas, viadutos e obras de arte especiais. O método baseia-se na injeção de impulsos elétricos de alta frequência em um dos extremos do cabo, com posterior análise dos sinais refletidos por descontinuidades ou variações de impedância ao

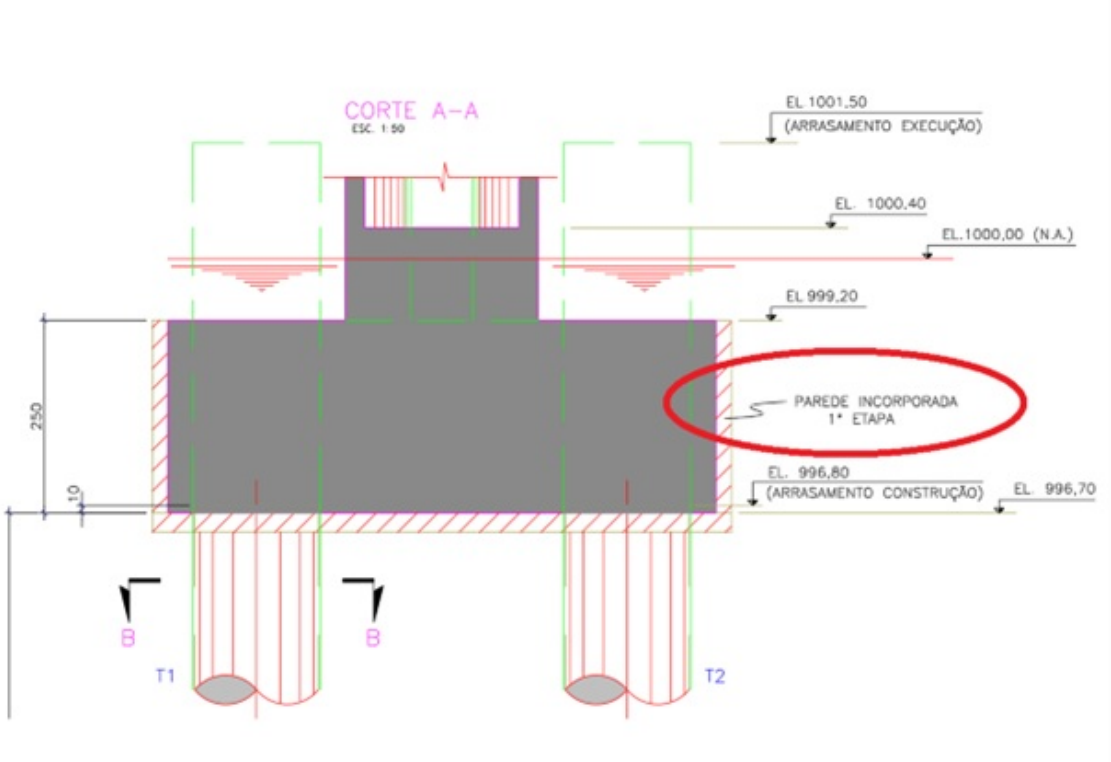
longo do cabo. Isso permite a localização, caracterização e avaliação da severidade de anomalias internas, como corrosão e perda de seção das cordoalhas.

3.2. Ensaios para avaliação de reação álcali-agregado (RAA) e ataque por sulfatos nos pilares e blocos de fundação:

3.2.1. Ensaios RAA, de acordo com a Norma ASTM C856/17:

3.2.1.1. Devem ser realizados ensaios de Reação Álcali-Agregado e ataques por sulfatos nos blocos de fundação para avaliação do estado de conservação do concreto e a situação de sua performance estrutural. É importante frisar que os blocos da Ponte JK, em particular, têm uma forma de concreto com parede de aproximadamente 20 cm de espessura envolvendo o bloco, denominada de "parede incorporadora" no projeto **5783-FO103-R0-681.dwg** e conforme ilustra a **figura 10**. Frente a esta particularidade, é importante realizar ensaios apenas no concreto do bloco principal, pela parte superior.

Figura 1 - Indicação da forma de concreto (parede incorporadora) e bloco



3.2.2. Os ensaios sugeridos para as avaliações supracitadas são:

3.2.2.1. Análise petrográfica com fotomicrografias:

- O Propósito da análise petrográfica:
  - Caracterizar a matriz cimentícia (tipo de ligante, hidratação, carbonatação, aditivos, etc.),
  - Detectar reações deletérias como álcali-sílica ou álcali-carbonato
  - Avaliar danos por ataque de sulfatos ou agentes químicos,
  - Verificar o desempenho ou origem dos agregados,
- Os corpos de prova de concreto devem ser extraídos da parte superior dos blocos, preferencialmente em regiões fissuradas.
- Todas as análises petrográficas devem ser realizadas por laboratório acreditado pelo INMETRO, sob supervisão de um profissional com, no mínimo, 10 anos de experiência em análises petrográficas de concreto para avaliações de reação Álcali-Agregado.
- A análise visual do concreto pode ser realizada utilizando como referência a **Tabela 1** da norma **ASTM C856-17** "*Table 1 Visual examination of Concrete (1)* [5]" e utilizando-se das condições nela impostas para testes de campo e laboratório.
- Qualquer divergência em metodologia deverá ser comunicada à CONTRATADA e devidamente justificada tecnicamente.

3.2.2.2. Análise mineralógica com Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectometria de Energia Dispersiva (EDS):

- Utilizada para caracterizar a composição química e a estrutura de minerais e materiais utilizando um microscópio eletrônico de varredura (MEV) acoplado a um espectrômetro de energia dispersiva de raios X (EDS). O MEV gera imagens da amostra, enquanto o EDS permite a análise elementar da área observada, identificando os elementos químicos presentes e suas concentrações.

3.2.2.3. Análise mineralógica qualitativa por Difratometria de raios X (DRX):

- É uma técnica não destrutiva que será utilizada como complemento às metodologias listadas acima.

3.2.2.4. Determinação de teor de sulfatos:

- Para garantir a integridade da estrutura frente ao grau de agressividade do ambiente (imerso em água), é importante determinar os teores de sulfato presentes no concreto e testar sua resistência. Para isso, recomenda-se as diretrizes da NBR 16937 (todas as partes), especialmente a parte 6 (Águas Agressivas – Durabilidade do Concreto parte 6: Determinação de sulfato solúvel em água).
    - A norma supracitada estabelece o método de ensaio para determinação do teor de íons de sulfato em água em contato com elementos de concreto endurecido, a fim de avaliar o seu grau de agressividade pela formação de compostos expansivos causados pela ação dos íons de sulfato. O método é igualmente aplicável à determinação do teor de íons sulfato em águas destinadas ao amassamento e à cura de argamassas e concretos.
    - O princípio do método é: Os íons de sulfato presentes na amostra são precipitados a pH fortemente ácido, com uma solução de cloreto de bário. A reação de precipitação é realizada à ebulição. A determinação é realizada gravimetricamente.
      Normas adicionais de Referência para procedimentos, análise e interpretação dos ensaios: **ASTM C856, EN 932-3, EN 196-2, ABNT NBR 12655** .

3.2.2.5. Ensaios de Danos por Rigidez - Stiffness Damage Test (SDT):

- O Ensaio de Rigidez com Danos (SDT – Stiffness Damage Test) é um método experimental utilizado para avaliar o grau de dano físico em concretos afetados pela Reação Álcali-Agregado (RAA). Baseado no carregamento cíclico à compressão de corpos de prova cilíndricos ou testemunhos extraídos, o SDT permite quantificar a perda de rigidez do material, fornecendo subsídios para o diagnóstico e a definição de ações corretivas em estruturas de concreto envelhecidas e sob agressão ambiental proveniente de umidade. Embora ainda não exista um único método padronizado para o ensaio, recomenda-se que seja utilizadas as orientações do artigo ***Practical use of the Stiffness Damage Test (SDT) for assessing damage in concrete infrastructure affected by álcali-silica reaction*** por **J.F.M. Sanchez et al.** original da publicação ***Construction and Building Materials 125 (2016) 1178-1188.***
- Em complemento aos ensaios descritos acima, deverão ser realizados ensaios para avaliação de possíveis danos por rigidez nos blocos. Para tal, deverão ser realizadas, no mínimo:
    - O SDT requer pelo menos três amostras (100x200mm) por nível de expansão para garantir resultados estatisticamente confiáveis e reduzir a variabilidade dos dados. Ainda há a necessidade de realização de ensaio de compressão e módulo de elasticidade: mínimo de 2 amostras por área afetada.
    - Ensaio SDT: Extração de 3 (três) testemunhos da face superior dos blocos e sapata dos pilares 1 a 4 e 9 a 12, e 6 (seis) testemunhos dos blocos dos pilares 5 a 8, com 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura. Os testemunhos devem ser extraídos preferencialmente próximos a regiões fissuradas. Total de 48 testemunhos de 100x200 mm;
    - Ensaio de Compressão e Módulo de Elasticidade: Extração de 2 (dois) testemunhos da face superior dos blocos e sapata dos pilares 1 a 4 e 9 a 12, e 4 (quatro) testemunhos dos blocos dos pilares 5 a 8, com 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura. Os testemunhos devem ser extraídos preferencialmente próximos a regiões fissuradas. Total de 32 testemunhos de 100x200 mm;
    - Ensaios para Avaliação de Ataque por Sulfatos: Extração de 1 (um) testemunhos da face superior dos blocos e sapata dos pilares 1 a 4 e 9 a 12, e 2 (dois) testemunhos dos blocos dos pilares 5 a 8, em locais distintos, com 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura. Os testemunhos devem ser extraídos preferencialmente próximos a regiões fissuradas. Total de 16 testemunhos de 50x100 mm;

- Ensaios de imagem (Petrografia, MEV/EDS e DRX): Extração de 1 testemunho da face superior dos blocos e sapata dos pilares 1 a 4 e 9 a 12, e 2 testemunhos dos blocos dos pilares 5 a 8, em locais distintos, com 100 mm de diâmetro e 300 mm de altura. Os testemunhos devem ser extraídos preferencialmente próximos a regiões fissuradas. Total de 16 testemunhos de 100x300 mm. Serão aproveitados da seguinte forma: Fatia superior para Petrografia, Fatia inferior para MEV/EDS e raspagem superficial para DRX;
- Todo o procedimento de extração, ensaio e intepretação de dados devem seguir o que versa a **ABNT NBR 8522 (partes 1 e 2)** e, no que a norma não atender, poderão ser consultadas as normas **EN 12504-1, EN 12390-3, ASTM C469** e a norma ***Recomendação para Extração e Análise de Testemunhos de Estruturas de Concreto - RT-9*** por **Paulo Helene** para orientações complementares de procedimento e tratamento.

4. METODOLOGIA E ENTREGA DOS RESULTADOS

4.1. Todos os resultados devem ser apresentados em relatórios técnicos com registros fotográficos, desenhos técnicos, planilhas de quantitativos e interpretação de resultados em forma de laudo.

- Com base nas informações das vistorias e nos resultados dos ensaios, a CONTRATADA deverá elaborar um diagnóstico técnico integrado da Ponte JK, contemplando, no mínimo:
  - Análise do estado atual de segurança da estrutura, em função de eventuais manifestações patológicas que sejam identificadas;
  - Avaliação dos efeitos das principais patologias identificadas em inspeção (como corrosão em armaduras e fios, fissuração relevante, perda de seção, danos em aparelhos de apoio, falhas no SAT, danos por RAA ou atasques por sulfatos, corrosão sob tensão, etc), nosprincipais elementos estruturais (estais, tabuleiro, arcos, pilares, blocos, aparelhos de apoio e SAT), indicando se essas manifestações impactam ou não a segurança e a funcionalidade da OAE,
  - Classificação da OAE segundo a ABNT NBR 9452, com atribuição de notas/níveis de condição estrutural, funcional e de durabilidade, justificando tecnicamente cada enquadramento,
  - Indicação de eventuais restrições operacionais (por exemplo, limitação de carga, velocidade, faixas interditadas) que se façam necessárias por razões de segurança, com fundamentação técnica,

4.2. Os ensaios laboratoriais deverão ser realizados por laboratórios acreditados pelo INMETRO ou equivalentes internacionais.

4.3. Os relatórios deverão conter Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de profissional habilitado.

5. CRONOGRAMA E PRAZOS

5.1. O prazo máximo para execução dos serviços será de 120 (cento e vinte) dias corridos, contatos a partir da ordem de serviço.

6. RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA

6.1. Garantir a segurança da equipe durante as inspeções, com uso de EPIs e sinalização.

6.2. Obter autorizações necessárias para interdição parcial ou total da ponte, se necessário.

6.3. Preservar a integridade das estruturas durante as extrações de testemunhos.

6.4. Garantir que todos os serviços executados in situ estão em acordo com as normas de segurança e leis ambientais vigentes.

7. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA A SER ENTREGUE

7.1. Relatórios de inspeção com fotografias, croquis e mapas de danos.

7.2. Relatório de Modelagem e Diagnóstico.

7.3. Laudos dos ensaios laboratoriais com memórias de cálculo e resultados.

7.4. Planilhas de quantitativos em formato editável.

8. QUADRO RESUMO DE ENTREGÁVEIS

Tabela 7 - Quadro resumo de entregáveis

Serviços e Ensaios	Total de amostragem	Amostras	Observações

Inspeção de ancoragem dos estais	96 un	-	Ancoragens inferiores e superiores
Inspeção ao longo dos estais através de Ensaio RIMT	144 leituras	-	RIMT - realização obrigatória de 3 leituras por estai (uma no grupo de cordoalhas internas do centro e duas nas cordoalhas externas, situadas em extremidades opostas)
Inspeção dos aparelhos de apoio Vasoflon	52 un	-	
Inspeção do Sistemas de Amortecimento Transversal (SAT) e ensaio RIMT	6 conjuntos	-	RIMT - realização obrigatória de 3 leituras por tirante (uma no grupo de cordoalhas internas do centro e duas nas cordoalhas externas, situadas em extremidades opostas)
Ensaio Stiffness Damage Test (SDT)	48 un	100x200mm extraídas da face superior dos blocos/sapata	3 testemunhos dos pilares 1 a 4 e 9 a 12, e 6 testemunhos dos blocos dos pilares 5 a 8, extraídos preferencialmente próximos a regiões fissuradas
Ensaio de Compressão e Módulo de Elasticidade	32 un	100x200mm extraídas da face superior dos blocos/sapata	2 testemunhos dos pilares 1 a 4 e 9 a 12, e 4 testemunhos dos blocos dos pilares 5 a 8, extraídos preferencialmente próximos a regiões fissuradas
Determinação do teor de Sulfatos	16 un	50x100mm extraídas da face superior dos blocos/sapata	1 testemunho dos pilares 1 a 4 e 9 a 12, e 2 testemunhos dos blocos dos pilares 5 a 8, extraídos preferencialmente próximos a regiões fissuradas
Análise petrográfica com fotomicrografias (ASTM C856/11)	16 un	100x300mm extraídas da face superior dos blocos/sapata	1 testemunho dos pilares 1 a 4 e 9 a 12, e 2 testemunhos dos blocos dos pilares 5 a 8, extraídos preferencialmente próximos a regiões fissuradas (fatia superior)
Análise mineralógica por microscopia eletrônica de varredura e EDS de materiais das eflorescências			Mesmos testemunhos do ensaio de análise petrográfica (fatia intermediária)
Análise mineralógica qualitativa por difratometria de raios X das eflorescências			Mesmos testemunhos do ensaio de análise petrográfica (raspagem superficial)
Documentos			
Relatório de inspeção com fotografias, croquis e mapas de danos			

Relatório de Diagnóstico
Laudos dos ensaios laboratoriais com memórias de cálculo e resultados
Planilhas de quantitativos em formato editável

Obs.: consultar o documento em sua integridade para detalhes sobre os entregáveis.

9. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes dos estais (fonte: ABNT NBR 7187:2021)

Figura 2 - Nomenclatura de longarinas em estrutura celular no eixo da rodovia ou ferrovia. Fonte: Figura G.2 ABNT NBR 9452:2023

Figura 3 – Nomenclatura de mesoestrutura e infraestrutura no eixo da rodovia ou ferrovia. Fonte: Figura G.3 ABNT NBR 9452:2023

Figura 4 - Nomenclatura de elementos em estrutura celular (somente almas externas) no eixo da rodovia ou ferrovia. Fonte: Figura G.5 ABNT NBR 9452:2023

Figura 5 - Corte esquemático do aparelho de apoio dos encontros E1 e E2

Figura 6 - Corte esquemático do aparelho de apoio dos pilares P1 ao P4 e P9 ao P12

Figura 7 - Vista lateral geral do SAT

Figura 8 - Vista lateral aproximada do SAT

Figura 9 - Vista frontal geral do SAT

Figura 10 - Vista frontal aproximada do SAT

Figura 11 - Corte esquemático do SAT

Figura 12 - Indicação da forma de concreto (parede incorporadora) e bloco

10. ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Quadro quantitativo de inspeções nos estais

Tabela 2 - Classificação da condição da OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade

Tabela 3 – Pontes, viadutos e passarelas – Nota de classificação da OAE segundo parâmetros estruturais na Seção 5 (trecho extraído, desconsiderando demais itens a serem avaliados).

Tabela 4 – Pontes, viadutos e passarelas em aço e mistas – Nota de classificação da OAE segundo os parâmetros estruturais para elemento principal, secundário e complementar previsto na Seção 5 (trecho extraído, desconsiderando demais itens a serem avaliados).

Tabela 5 - Quadro quantitativo de inspeções dos aparelhos de apoio

Tabela 6 - Quadro quantitativo de inspeções nos SAT

Tabela 7 - Quadro resumo de entregáveis

11. MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

- ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto
- ABNT NBR 8681: ações e segurança nas estruturas
- ACI 201.1R: Guide for conducting a visual inspection of concrete
- EN 1504: Produtos e sistemas para proteção e reparação de estruturas de concreto
- ABNT NBR 8522: Concreto endurecido – Determinação dos módulos de elasticidade e de deformação (partes 1 e 2)
- ABNT NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas – Procedimento
- ABNT NBR 7187: Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto
- ASTM E309-24: Standard Practice for Eddy Current Examination of Steel Tubular Products
- EN 1337-7: Structural Bearings – Spherical and Cylindrical PTFE bearings

- ACI 222R-19: Guide to protection of Reinforcing Steel in Concrete Against Corrosion
- ACI 222.2R: Corrosion in Prestressing Steels
- ACI 423.8R: Report on corrosion and repair of grouted multistrand and bar tendon systems
- ASTM C856: Standard practice for petrographic examination of hardened concrete [1]
- ASTM E1131: Standard Test Method for Compositional Analysis by Thermogravimetry
- ISO 11358: Termogravimetria de polímeros (todas as partes)
- NBR 16937: Águas agressivas – Durabilidade do concreto (todas as partes)
- EN 932-3: Tests for general properties of aggregates – Part 3: Procedure and terminology for simplified petrographic description
- EN 196-2: Method for testing cement – Part 2: Chemical analysis of cement
- ABNT NBR 12655: concreto de cimento Portland – preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento
- EN 12504-1: Testing concrete in structures – Part 1: Cored specimens – Taking, examining and testing in compression
- EN 12390-3: Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of test specimens
- ACI 437R: Strenght evaluation of existing concrete buildings
- DNIT 010/2004: Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido - procedimento
- Bridge Management: Proceedings of the Third International Conference – cap. 63 Prestressing Cables Inspection and Assessment by Means of The Reflectometric Method (RIMT) - M. Donferri Mitelli, A. Gennari Santori, G. Nava e M. Tommasini.
- Medidas preventivas para evitar manifestações patológicas no concreto pela reação álcali-agregado (RAA) – Msc Eng° Flávio André da Cunha Munhoz
- Reação Álcali-Agregado – Engenharia 360, end. eletrônico: https://engenharia360.com/o-que-e-raa-a-reacao-alcali-agregado/
- Practical use of the Stiffness Damage Test (SDT) for assessing damage in concrete infrastructure affected by álcali-silica reaction por J.F.M. Sanchez et al. original da publicação Construction and Building Materials 125 (2016) 1178-1188.
- Recomendação para Extração e Análise de Testemunhos de Estruturas de Concreto - RT-9 por Paulo Helene

Elaboração:

Engº Civil Dieyson Gomes Moitinho

CREA: 27095/D-DF

Matrícula: 973.465-1

NOVACAP/PRES/DP/DPR/DEPE

Documento assinado eletronicamente por **DIEYSON GOMES MOITINHO - Matr.0973465-1**, **Assessor(a)**, em 03/06/2026, às 11:14, conforme art. 6º do Decreto n° 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.

A autenticidade do documento pode ser conferida no site: https://sei.df.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0
Código Verificador: **204741011** Código CRC: **B0A40C08**.