

MANUAL ORIENTATIVO

INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

PONTES E VIADUTOS

é  do que você imagina

CONFEA
Conselho Federal de Engenharia
e Agronomia



CREA-SP
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de São Paulo



mútua SP
Casa de Assistência dos Profissionais do Crea



FICHA TÉCNICA

Comitê de Fiscalização de Pontes e Viadutos – Crea-SP

O Comitê de Fiscalização de Pontes e Viadutos do Crea-SP foi instituído no exercício de 2025 com o objetivo de avaliar e diagnosticar as condições estruturais das Obras de Arte Especiais (OAEs) no Estado de São Paulo, elaborando este Manual Técnico de Inspeção e Classificação como referencial para a padronização das inspeções, capacitação dos profissionais e apoio aos municípios e órgãos gestores na prevenção de falhas estruturais.

Composição do Comitê e Responsáveis pela Elaboração do Manual

Eng. Civ. Roberto Racanicchi – Engenheiro Civil

Eng. Civ. Joni Incheглу – Engenheiro Civil

Eng. Civ. Adriana Galletto – Engenheira Civil

Eng. Civ. Julio Timerman – Engenheiro Civil

Eng. Civ. Lucas Alves Ribeiro – Engenheiro Civil

Eng. Quím. Fernando Codelo Nascimento – Engenheiro Químico

Tec. em Construção Civil Décio Moreira – Tecnólogo em Construção Civil – Movimento de Terra e Pavimentação

Eng. Civ. Camila Mariana de Jesus Pereira – Engenheira Civil – Apoio Técnico

Cláudia Henriqueta Gabriel da Silva Camelo – Apoio Administrativo

Material produzido em outubro de 2025.

MENSAGEM DA PRESIDÊNCIA

A inspeção e a manutenção das Obras de Arte Especiais (OAEs) devem ser compromissos permanentes da Engenharia com o País. Esses elementos da infraestrutura são essenciais para a mobilidade, o desenvolvimento econômico e social do Brasil. Ao atuar de forma integrada, o Sistema Confea/Crea reafirma o papel estratégico da Engenharia como base para o progresso, segurança e a qualidade de vida da sociedade.

Com esse propósito, temos trabalhado para fortalecer o exercício profissional e ampliar o suporte técnico aos engenheiros, inspetores e gestores públicos. Este manual faz parte desse esforço: um material orientativo que transforma diretrizes técnicas e normativas em práticas seguras e aplicáveis no dia a dia. Garantir que os profissionais tenham acesso à informação, padrões de qualidade e ferramentas adequadas é a melhor forma de proteger a sociedade e promover resultados consistentes.

A parceria entre o Confea, o Crea-SP e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) também demonstra nosso compromisso com a integração institucional e o aprimoramento contínuo da Engenharia brasileira.

Aos profissionais que utilizarão este Manual Orientativo, destaco o compromisso com a técnica, a ética e a responsabilidade. Cada inspeção, cada projeto e cada decisão técnica são oportunidades de reforçar a confiança da sociedade na Engenharia e de construir um Brasil com infraestrutura mais segura, moderna e eficiente.



Eng. Vinicius Marchese

Presidente do Confea

MENSAGEM DA PRESIDÊNCIA

O estado de São Paulo possui uma das malhas viárias mais extensas e complexas do país, sendo o fluxo constante de pessoas e mercadorias a espinha dorsal de nossa economia. A gestão e a manutenção de nossas pontes e viadutos são, portanto, uma prioridade. O Crea-SP, responsável por zelar pela fiscalização do exercício profissional em solo paulista, toma a iniciativa de fornecer um guia prático e robusto para o tema.

Este Manual Orientativo nasce da necessidade de uniformizar a linguagem técnica e os procedimentos de inspeção de estruturas de concreto, transformando diretrizes normativas em ações concretas no campo. Ele é fruto de um trabalho colaborativo, pensado para servir como um referencial prático que auxilia o engenheiro, o inspetor e o gestor público na identificação precoce de manifestações patológicas, garantindo que as intervenções sejam realizadas de maneira eficaz.

Ao adotar os padrões estabelecidos neste documento, o profissional não apenas cumpre seu dever, mas eleva o nível de sua própria atuação. A padronização da inspeção é uma ferramenta poderosa para a redução de riscos, a otimização de recursos e a minimização de custos a longo prazo. É a demonstração do nosso empenho em promover uma cultura de manutenção preventiva, que assegura a longevidade das obras e a segurança de todos que as utilizam.

O Crea-SP tem orgulho em apresentar este material e reforça seu papel de parceiro do profissional. Convidamos todos os envolvidos a fazerem deste guia o seu padrão de excelência, trabalhando juntos para garantir que a infraestrutura de São Paulo permaneça sólida, segura e sustentável para as futuras gerações.



Eng. Lígia Mackey
Presidente do Crea-SP

SUMÁRIO

1. Apresentação	07
2. Conceitos fundamentais	08
2.1. Estrutura	08
2.2. Patologia	08
2.3. Sintoma	09
2.4. Anomalia	10
2.5. Durabilidade	10
2.6. Vida útil	10
2.7. Ações atuantes em OAEs	10
2.8. Manutenção preventiva e gestão de risco	11
3. Normas aplicáveis e referências	12
3.1. Normas brasileiras	12
4. Classificação das Obras de Arte Especiais	14
4.1. Critérios estruturais	14
4.2. Critérios funcionais	15
4.3. Critérios de durabilidade	16
4.4. Métodos de Classificação Final	17
5. Tipos e componentes de pontes e viadutos	18
5.1. Tipologias estruturais (laje, viga, arco, pórtico, estaiada)	18
5.2. Elementos constituintes (tabuleiro, apoio, pilares, etc.)	19
5.3. Materiais aplicados nas OAEs	20
6. Tipos de inspeção e níveis	21
6.1. Inspeção cadastral	21
6.2. Inspeção rotineira	21
6.3. Inspeção especial	22
6.4. Inspeção extraordinária	23
6.5. Diferenças e periodicidades	24
7. Procedimentos de campo	25
7.1. Métodos de observação e instrumentos	25
7.2. Boas práticas durante a inspeção	27
8. Principais manifestações patológicas	28
8.1. Fissuras	28
8.2. Corrosão das armaduras	29
8.3. Eflorescência e manchas	29
8.4. Recalques e deslocamentos	30
8.5. Falhas em apoios e juntas	31
9. Glossário	32
10. Registro técnico da inspeção	33
10.1. Fichas padronizadas	34

1. APRESENTAÇÃO

Pontes e viadutos são elementos essenciais da infraestrutura urbana e rodoviária. Mais do que obras de engenharia, representam conexões que garantem a mobilidade, a integração territorial e o desenvolvimento econômico e social das cidades. Preservar essas estruturas é garantir segurança à população e eficiência ao sistema viário.

Com o passar do tempo, as ações do tráfego intenso, das variações climáticas e da falta de manutenção adequada podem comprometer o desempenho das estruturas. A inspeção periódica surge, portanto, como uma ferramenta fundamental para detectar precocemente anomalias, avaliar o estado de conservação e planejar intervenções preventivas, evitando danos estruturais e reduzindo custos públicos com emergências.

O Comitê de Fiscalização de Pontes e Viadutos do Crea-SP, em parceria com o Confea e ABNT, elaborou este manual como material de orientação para apoiar profissionais, gestores públicos e entidades técnicas na condução de inspeções em Obras de Arte Especiais. O conteúdo reúne conceitos essenciais, orientações práticas e procedimentos padronizados que contribuem para a uniformização das atividades de fiscalização e manutenção em todo o Estado de São Paulo.

A participação do profissional técnico habilitado é indispensável nesse processo. Somente o olhar técnico e a responsabilidade profissional asseguram que cada avaliação seja conduzida com precisão, que os registros reflitam fielmente as condições reais das estruturas e que as medidas corretivas adotadas garantam a segurança dos usuários e a durabilidade das obras.

Mais do que um conjunto de diretrizes, este manual expressa o compromisso do Crea-SP com a valorização da engenharia, com a prática responsável e com a consolidação de uma cultura voltada à manutenção preventiva. Ao fortalecer a atuação técnica e a cooperação entre profissionais e gestores públicos, o Conselho reafirma sua missão de proteger a sociedade, assegurando que a engenharia seja exercida com responsabilidade, competência e compromisso com a segurança das pessoas e das cidades.

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

A inspeção técnica de OAEs é uma atividade essencial dentro da Engenharia estrutural, voltada à garantia da segurança, conservação e prolongamento da vida útil de pontes, viadutos e passarelas. Para que a inspeção seja eficaz, é fundamental que os profissionais envolvidos compreendam os conceitos que sustentam as metodologias utilizadas, desde os princípios estruturais até as manifestações patológicas que podem comprometer o desempenho das estruturas.

A seguir, são apresentados os conceitos fundamentais que devem ser dominados por todos os profissionais envolvidos com inspeção, manutenção e gestão de estruturas de concreto:

2.1 Estrutura

Uma estrutura é um sistema composto por elementos que têm a função de receber, resistir e transferir ações (cargas) para o solo, garantindo estabilidade e segurança. No caso de pontes e viadutos, essa função é ainda mais crítica, considerando o tráfego de veículos, ações do vento, variações térmicas e vibrações contínuas.

As estruturas são dimensionadas com base em princípios da mecânica dos sólidos, utilizando critérios de estabilidade global, resistência dos materiais e deformações admissíveis. A integridade desses elementos deve ser periodicamente verificada por meio de inspeções visuais e, quando necessário, ensaios complementares.


2.2 Patologia

Patologia, no contexto da Engenharia, refere-se ao estudo das manifestações anômalas que ocorrem em uma estrutura. Diferentemente de um simples dano ou falha, a patologia envolve a identificação da causa, efeitos e possíveis soluções para o problema detectado.

Figura 1 - Manifestação patológica em pontes e obras de arte.



Fonte - Imagem gerada por IA, 2025.



Exemplos comuns de manifestação patológica em OAEs incluem:

- a. Corrosão das armaduras por carbonatação ou cloretos;
- b. Fissuras de origem térmica, estrutural ou por recalque;
- c. Lixiviação;
- d. Desagregação superficial do concreto e,
- e. Destacamento do cobrimento das armaduras (*spalling*).

A compreensão das manifestações patológicas é essencial para diferenciar manifestações inofensivas de situações críticas, que exigem intervenção imediata.

2.3 Sintoma

Sintomas são os efeitos visíveis ou mensuráveis de uma manifestação patológica estrutural. Não são o problema em si, mas sim a consequência física de um processo patológico.

Alguns sintomas comuns incluem:

- a. Manchas de umidade na face inferior do tabuleiro;
- b. Áreas com desprendimento de concreto;
- c. Fissuras longitudinais ou transversais;
- d. Desníveis entre vãos ou apoios;
- e. Aparelhos de apoio travados ou deslocados e,
- f. Eflorescências indicativas de infiltração de água.

A correta identificação e interpretação dos sintomas é um passo determinante para a formulação do diagnóstico técnico e do prognóstico da estrutura.

2.4 Anomalia

O termo anomalia abrange qualquer situação em que o comportamento ou a aparência da estrutura difere do esperado. Nem toda anomalia representa um risco imediato, mas toda anomalia deve ser registrada, monitorada e, se necessário, investigada.

Exemplos de anomalias que não são, inicialmente, críticas:

- a. Fissuras superficiais sem abertura significativa;
- b. Deformações plásticas em guarda-corpos;
- c. Oxidação incipiente de ferragens não estruturais e,
- d. Falhas no sistema de drenagem sem infiltrações visíveis.

A anomalia pode evoluir para uma manifestação patológica se negligenciada. Por isso, o papel da inspeção é identificar anomalias precocemente, possibilitando a adoção de medidas preventivas.

2.5 Durabilidade

Durabilidade é a capacidade da estrutura de manter suas funções ao longo do tempo, mesmo sob a ação de agentes ambientais agressivos como umidade, CO₂, cloretos, variações térmicas, ações mecânicas repetitivas e poluição atmosférica.

A durabilidade depende de fatores como:

- a. Qualidade dos materiais utilizados (concreto, aço, aditivos);
- b. Cobrimento adequado das armaduras;
- c. Execução correta das juntas e detalhes construtivos;
- d. Presença de sistemas eficientes de drenagem e impermeabilização;
- e. Manutenção periódica e intervenções corretivas em tempo hábil e,
- f. Qualidade da execução (mão de obra).

Uma estrutura com baixa durabilidade apresenta sintomas precoces de deterioração, mesmo sem sobrecarga ou falha de projeto. Por isso, inspeção e manutenção são ferramentas fundamentais de preservação da durabilidade.

2.6 Vida útil

A vida útil é o tempo estimado no qual uma estrutura atende satisfatoriamente às funções para as quais foi projetada, mantendo níveis adequados de segurança, estabilidade, conforto e funcionalidade.

Segundo a NBR 6118, o projeto deve considerar uma vida útil mínima de 50 anos para estruturas permanentes. Entretanto, esse número é apenas uma referência, pois a real durabilidade depende das condições de exposição, do uso, da manutenção e da agressividade ambiental.

A ausência de inspeção periódica pode reduzir drasticamente a vida útil de uma estrutura. Já a adoção de estratégias de manutenção preventiva, com base em inspeções técnicas bem conduzidas, pode prolongar significativamente sua funcionalidade, evitando reforços ou substituições dispendiosas.

2.7 Ações atuantes em OAEs

Durante sua vida útil, uma OAE está sujeita a diferentes tipos de ações:

- a. Permanentes: peso próprio da estrutura, camada de pavimento, barreiras, guarda corpos, aparelhos de apoio;
- b. Variáveis: tráfego de veículos (cargas móveis), vento, temperatura, impacto de veículos, sismos, recalques do solo e,
- c. Acidentais: incêndios, colisões, enchentes, vandalismo.

Essas ações devem ser consideradas na avaliação do estado da estrutura, pois são fatores determinantes para o surgimento de anomalias. Durante a inspeção, o inspetor deve buscar correlações entre as manifestações observadas e as ações predominantes na região inspecionada.

2.8 Manutenção preventiva e gestão de risco

A manutenção preventiva é aquela realizada antes da ocorrência de falhas visíveis, com base em planos preestabelecidos e informações oriundas das inspeções técnicas. Está diretamente ligada ao conceito de gestão do risco estrutural, que visa prevenir colapsos, minimizar custos de intervenção e garantir a segurança da população.

Uma boa prática de gestão inclui:

- a. Inventário e cadastramento das OAEs;
- b. Inspeções com periodicidade definida por norma;
- c. Avaliação e priorização das manifestações patológicas;
- d. Planejamento de intervenções conforme grau de risco e,
- e. Registro contínuo do histórico da estrutura.

O inspetor, ao dominar os conceitos aqui apresentados, atua como agente essencial para a gestão eficaz de infraestrutura pública, promovendo decisões técnicas baseadas em evidências, fundamentadas em normas e alinhadas com a segurança coletiva.


3. NORMAS APLICÁVEIS E REFERÊNCIAS

3.1. Normas brasileiras

A realização de inspeções em pontes e viadutos no Brasil deve seguir rigorosamente as normas técnicas nacionais, que estabelecem critérios, metodologias e requisitos para avaliação de estruturas de concreto, aço e madeira. O cumprimento dessas normas garante padronização dos procedimentos, confiabilidade dos resultados e segurança das operações.

Abaixo estão listadas as principais normas brasileiras aplicáveis à inspeção e manutenção de obras de arte especiais, acompanhadas de uma breve descrição do seu escopo:

- a. **NBR NM 336:2012** - Ensaaios não destrutivos - Ultrassom em solda – Procedimento;
- b. **NBR 6002:2015** - Ensaaios não destrutivos - Ultrassom - Detecção de descontinuidades em chapas metálicas;
- c. **NBR 6118:2023** - Projeto de estruturas de concreto;
- d. **NBR 7190-1:2022** - Projeto de estruturas de madeira – Partes 1 a 7;
- e. **NBR 7584:2012** - Concreto endurecido - Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão - Método de ensaio;
- f. **NBR 7680:2015** - Concreto - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Partes 1 e 2;
- g. **NBR 8522:2021** – Concreto – Determinação do módulo estático de elasticidade à Compressão - Partes 1 e 2;
- h. **NBR 8681:2025** - Ações e segurança nas estruturas;
- i. **NBR 8800:2024 versão corrigida:2025** - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações;
- j. **NBR 8802:2019** - Concreto endurecido - Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica;
- k. **NBR 9204:2012** - Concreto endurecido - Determinação da resistividade elétrico-volumétrica - Método de ensaio;
- l. **NBR 9452:2023** - Inspeção de pontes, viadutos e passarelas – Procedimento;
- m. **NBR 9604:2024** - Solo - Abertura de poço ou trincheira de inspeção, com retirada de amostras deformadas e indeformadas - Procedimento;
- n. **NBR NM ISO 9712:2025** - Ensaaios não destrutivos - Qualificação e certificação de pessoas em END;

- 
- o. NBR 13245:2011** - Tintas para construção civil - Execução de pinturas em edificações não industriais - Preparação de superfície;
 - p. NBR 13752:2024** - Perícias de engenharia na construção civil;
 - q. NBR 14859:2024** - Lajes pré-fabricadas de concreto - Partes 1 a 5;
 - r. NBR 15696:2025** - Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos;
 - s. NBR 16230:2013** - Inspeção de estruturas de concreto - Qualificação e certificação de pessoal - Requisitos;
 - t. NBR 16196:2024** - Ensaios não destrutivos - Ultrassom - Uso da técnica de tempo de percurso da onda difratada (ToFD) para ensaio em soldas;
 - u. NBR 15824:2020** - Ensaios não destrutivos - Ultrassom - Procedimento para medição de espessura e,
 - v. NBR 7188:2024** - Ações devido ao tráfego de veículos rodoviários e de pedestres em pontes, viadutos e passarelas.

4. CLASSIFICAÇÃO DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

A classificação de Obras de Arte Especiais é um processo técnico que visa determinar o estado geral de conservação, funcionalidade e durabilidade de uma estrutura, permitindo priorizar manutenções e intervenções.

O método deve ser objetivo, padronizado e repetível, para que diferentes inspetores, em diferentes inspeções, cheguem a resultados compatíveis.

Figura 2 - OAE com integridade afetada.



Fonte - Imagem gerada por IA, 2025.

4.1. Critérios estruturais

O objetivo aqui é avaliar a capacidade da estrutura de suportar as cargas para as quais foi projetada e identificar riscos imediatos de falha.

Aspectos a considerar:

4.1.1 Integridade de elementos estruturais primários:

4.1.1.1 Vigas principais, longarinas, travessas, tabuleiros, lajes, pilares, blocos, estais, cabos, arcos e fundações.

- a. O inspetor deve verificar presença de fissuras longitudinais e transversais, delaminação, falhas de ancoragem, lascamentos e perda de seção;
- b. Em estruturas de aço, avaliar corrosão generalizada ou localizada, fissuras em soldas, falhas em parafusos e ligações aparafusadas e,
- c. Em estruturas de madeira, observar apodrecimento, cupins, perda de resistência superficial e interna.

4.1.2 Comportamento global da estrutura:

4.1.2.1 Deslocamentos excessivos, flechas fora do aceitável, recalques diferenciais, desníveis perceptíveis ou ruídos anormais sob tráfego.

- a. Movimentos devem ser comparados com limites normativos ou dados de inspeções anteriores.

4.1.3 Capacidade resistente frente às cargas atuais:

4.1.3.1 Alterações de tráfego, aumento de peso de veículos, tráfego de cargas especiais e mudanças de uso devem ser considerados.

- a. Caso haja suspeita de insuficiência, acionar procedimentos de inspeção especial (NBR 9452).

4.1.4 Danos críticos:

4.1.4.1 Qualquer evidência de que a capacidade portante foi significativamente reduzida, como perda estrutural visível, ruptura parcial ou exposição avançada de armaduras deve levar a classificação da estrutura com prioridade máxima de intervenção.

4.2. Critérios funcionais

O objetivo é verificar se a OAE cumpre a função para a qual foi projetada e se oferece segurança e conforto aos usuários.

Aspectos a considerar:

4.2.1 Superfície de rolamento ou piso:

4.2.1.1 Buracos, deslocamentos, fissuras de retração, ondulações, desgaste excessivo, segregação de agregados ou desprendimentos que possam comprometer conforto e segurança.

4.2.2 Sistema de drenagem:

4.2.2.1 Canaletas, drenos, descidas e saídas de água.

- a. Obstruções causam acúmulo de água, que penetra no concreto e acelera corrosão de armaduras ou deterioração de materiais metálicos.

4.2.3 Elementos de segurança:

4.2.3.1 Guarda-corpos, defensas metálicas, barreiras *New Jersey*, telas de proteção, sinalização e dispositivos de iluminação.

- a. Deve-se observar deformações, oxidação, fixações soltas ou ausência de elementos.

4.2.4 Dimensões e capacidade de tráfego:

4.2.4.1 Largura útil da pista, altura livre e carga admissível comparadas com a demanda atual.

- a. Em muitos casos, a estrutura está em boas condições, mas se tornou obsoleta frente ao aumento de tráfego e tamanho dos veículos.

4.2.5 Acessibilidade e conforto de pedestres:

4.2.5.1 Passarelas devem ter piso regular, rampas ou escadas seguras, iluminação e proteção contra quedas.

- a. Observar a presença de pisos escorregadios, corrimãos frouxos ou ausência de guarda-corpo em altura adequada.

4.3. Critérios de durabilidade

O objetivo é medir a capacidade da estrutura de manter seu desempenho ao longo do tempo, resistindo aos efeitos ambientais e operacionais.

Aspectos a considerar:

4.3.1 Proteção superficial:

4.3.1.1 Estado de pinturas anticorrosivas, galvanização, revestimentos protetores, membranas de impermeabilização e juntas de dilatação.

4.3.2 Ação de agentes agressivos:

- a. Ambientes marinhos: ataque por cloretos;
- b. Ambientes urbanos industriais:
 - 1. CO_2 (Anidrido Carbônico/gás carbônico) - Embora seja um componente natural do ar, a sua concentração no ambiente urbano é significativamente maior devido à queima de combustíveis fósseis (veículos, indústrias, aquecimento). O CO_2 é o principal agente da carbonatação do concreto.
 - 2. Derivados de SO_x - SO_2 (anidrido sulfuroso), SO_3 (anidrido sulfúrico). Estes óxidos são provenientes principalmente da queima de combustíveis fósseis com alto teor de enxofre (como diesel e carvão). Ao reagirem com a água, formam o ácido sulfuroso (H_2SO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4) este processo de reação química dos anidridos com a água é chamado de chuva ácida.
 - 3. H_2S (gás sulfídrico) - Gerado pela decomposição de matéria orgânica em esgotos e aterros sanitários, além de certas atividades industriais. Causa a corrosão de materiais metálicos.
 - 4. Derivados do NO_x - Emissões de escapamentos de veículos, processos industriais e usinas de energia. O dióxido de nitrogênio NO_2 , um dos óxidos de nitrogênio NO_x mais reativos, reage com a água atmosférica para formar o ácido nítrico (HNO_3). sendo um dos principais precursores da chuva ácida

- 5. Cloretos (Cl): Embora sejam mais comuns na forma de sais (como cloreto de sódio), podem estar presentes em aerossóis, principalmente em áreas próximas ao mar. São extremamente agressivos para armações metálicas.

- c. Regiões de variação térmica acentuada: fissuração por ciclos térmicos.

4.3.3 Corrosão em armaduras e metais:

- a. Avaliar presença de manchas de ferrugem, eflorescência, fissuras paralelas à armadura e perda de seção metálica e,
- b. Em cabos de protensão, buscar indícios de fios rompidos ou corrosão interna.

4.3.4 Manifestações patológicas específicas:

4.3.4.1 Carbonatação profunda, lixiviação, reação álcali-agregado, apodrecimento (madeira), descolamento de revestimentos.

4.3.5 Histórico de manutenção:

- a. Periodicidade das intervenções;
- b. Qualidade das soluções aplicadas (se corretas ou paliativas) e,
- c. Existência de registros técnicos confiáveis.

4.4. Métodos de Classificação Final

Após a avaliação dos critérios estruturais, funcionais e de durabilidade, a classificação final da obra deve refletir o estado geral de conservação e o nível de prioridade para manutenção ou intervenção.

A classificação pode ser realizada considerando os conceitos e parâmetros apresentados neste item, observando-se as diretrizes estabelecidas nas normas técnicas aplicáveis (NBR 9452) e os procedimentos adotados pelos órgãos rodoviários competentes, como o DER-SP e o DNIT, que definem metodologias padronizadas de avaliação e classificação das Obras de Arte Especiais.

Independentemente do método adotado, recomenda-se que a classificação seja:

- a. Documentada de forma objetiva, com registro fotográfico, croqui e descrição das anomalias observadas;
- b. Baseada em critérios técnicos verificáveis, evitando julgamentos subjetivos;
- c. Validada por profissional habilitado, com emissão da respectiva ART e,
- d. Compatível com a finalidade da inspeção (rotineira, especial ou cadastral).

5. TIPOS E COMPONENTES DE PONTES E VIADUTOS

A correta compreensão das tipologias estruturais, dos elementos constituintes e dos materiais utilizados em Obras de Arte Especiais é imprescindível para a condução de inspeções técnicas precisas e para o diagnóstico adequado das condições de conservação dessas estruturas.

Cada configuração estrutural possui zonas de maior vulnerabilidade, modos de falha característicos e requisitos específicos de manutenção. Assim, o inspetor deve dominar não apenas a nomenclatura, mas também o comportamento mecânico e a interação entre componentes.

5.1 Tipologias estruturais

As OAEs podem ser classificadas de acordo com o sistema estrutural predominante — definido pela forma como as cargas atuantes são transmitidas aos apoios e fundações.

As tipologias mais comuns incluem:

5.1.1 Estruturas em laje

- a. **Descrição:** compõem-se de lajes maciças, nervuradas ou alveolares, atuando como elemento resistente principal;
- b. **Aplicação:** vãos curtos a médios, geralmente até 15 metros e,
- c. **Vulnerabilidades comuns:** fissuração por flexão ou retração, destacamento do cobrimento nas regiões de apoio, infiltrações nas juntas.

5.1.2 Estruturas em viga

- a. **Descrição:** formadas por vigas principais (longarinas) que sustentam o tabuleiro, podendo ser de concreto armado, protendido ou aço;
- b. **Aplicação:** vãos de até 40 metros em concreto e até 60 metros em aço ou protendido e,
- c. **Vulnerabilidades comuns:** corrosão de armaduras, fadiga em elementos metálicos, fissuras em regiões de máximo momento fletor.

5.1.3 Estruturas em arco

- a. **Descrição:** sistema onde o arco trabalha predominantemente à compressão, transmitindo as cargas para os encontros;
- b. **Aplicação:** grandes vãos, solução estética e estrutural eficiente e,
- c. **Vulnerabilidades comuns:** deslocamentos diferenciais nos encontros, fissuração por compressão excêntrica, corrosão em tirantes e ancoragens.

5.1.4 Estruturas em pórtico

- a. **Descrição:** vigas e pilares rigidamente conectados, formando quadro estrutural que resiste a momentos fletores e esforços horizontais;
- b. **Aplicação:** locais com restrição de altura livre para aparelhos de apoio ou necessidade de maior rigidez lateral e,
- c. **Vulnerabilidades comuns:** fissuras nas regiões de ligação viga-pilar, deslocamentos diferenciais nas fundações.

5.1.5 Estruturas estaiadas

- a. **Descrição:** tabuleiro sustentado por cabos (estais) ancorados em torres ou mastros;
- b. **Aplicação:** grandes vãos (>200 metros), solução que alia leveza e eficiência e,
- c. **Vulnerabilidades comuns:** corrosão e fadiga em cabos, deterioração das ancoragens, desalinhamento ou vibração excessiva sob ação do vento.

Nota técnica: a correta identificação da tipologia estrutural durante a inspeção é essencial para definir os pontos críticos de observação, o posicionamento dos inspetores e os métodos auxiliares a serem empregados.

5.2 Elementos constituintes

Uma OAE é formada por um conjunto de elementos estruturais e não estruturais, cada um com função específica e suscetibilidade própria a manifestações patológicas:

5.2.1 Fundações

- a. Diretas (blocos, sapatas) ou profundas (estacas, tubulões, caixões) e,
- b. Devem ser avaliadas indiretamente, por meio de inspeção dos elementos emergentes (pilares, blocos de coroamento) e análise de recalques diferenciais.

5.2.2 Pilares e mesas

- a. Elementos verticais que recebem cargas do tabuleiro e,
- b. Manifestações patológicas comuns: fissuras verticais ou horizontais, destacamento do concreto, corrosão de armaduras e danos por impacto.

5.2.3 Apoios e aparelhos de apoio

- a. Transmitem cargas do tabuleiro aos pilares e permitem movimentos de rotação e translação;
- b. Podem ser de neoprene, elastômero fretado, metálicos ou *pot bearings* e,
- c. Inspeção deve verificar alinhamento, estado de conservação, travamento e acúmulo de detritos.

5.2.4 Longarinas e transversinas

- a. Vigas longitudinais e transversais que sustentam a laje do tabuleiro e,
- b. Manifestações patológicas: fissuração em regiões de momento máximo, corrosão em armaduras negativas, deformações excessivas.

5.2.5 Tabuleiro

- a. Elemento que suporta a carga de tráfego. Pode ser em laje maciça, mista ou ortotrópica e,
- b. Pontos de atenção: desgaste do pavimento, fissuras, infiltrações e falhas na impermeabilização.

5.2.6 Juntas de dilatação

- a. Permitem movimentações relativas devido a variações térmicas, retração e fluência e,
- b. Falhas geram infiltração, corrosão de armaduras e danos nos aparelhos de apoio.

5.2.7 Sistemas de drenagem

- a. Canaletas, descidas e drenos que evitam acúmulo de água sobre a estrutura e,
- b. Obstruções e falhas de vedação são causas recorrentes de manifestações patológicas.

5.2.8 Dispositivos de segurança

- a. Guarda-corpos, defensas metálicas, barreiras *New Jersey*, telas e,
- b. Devem ser avaliados quanto à fixação, integridade e conformidade com normas de segurança viária.

5.3 Materiais aplicados nas OAEs

A escolha e o desempenho dos materiais empregados influenciam diretamente a durabilidade da estrutura e as estratégias de inspeção e manutenção.

5.3.1 Concreto armado

- a. Material predominante nas OAEs brasileiras e,
- b. Manifestações patológicas frequentes: fissuração, corrosão de armaduras, delaminação, eflorescência.

5.3.2 Concreto protendido

- a. Reduz deformações e permite vãos maiores, mas exige controle rigoroso na execução e,
- b. Pontos críticos: corrosão em cabos, perda de protensão, fissuração por falhas de ancoragem.

5.3.3 Aço estrutural

- a. Alta resistência e montagem rápida e,
- b. Requer manutenção periódica de pintura e inspeção contra corrosão e fadiga.

5.3.4 Estruturas mistas aço-concreto

- a. Combina leveza e rigidez, reduzindo custo e tempo de execução e,
- b. Atenção a zonas de interface (aderência, conectores de cisalhamento).

5.3.5 Madeira

- a. Usada em passarelas, pontes temporárias e zonas rurais e,
- b. Vulnerável a apodrecimento, fungos e insetos xilófagos.

5.3.6 Materiais compósitos (FRP)

- a. Utilizados em reforços ou componentes específicos, com alta resistência e baixa manutenção e,
- b. Sensíveis à degradação por UV e impacto localizado.

6. TIPOS DE INSPEÇÃO E NÍVEIS

A definição clara dos tipos de inspeção e seus respectivos níveis de aprofundamento é fundamental para padronizar a avaliação das Obras de Arte Especiais, permitindo comparabilidade entre inspeções, rastreabilidade histórica e planejamento eficiente de manutenção.

Cada modalidade apresenta objetivos, métodos e periodicidades específicos, devendo ser conduzida por profissionais habilitados e devidamente capacitados para a atividade.

6.1 Inspeção cadastral

Tem o objetivo de realizar o levantamento inicial das informações geométricas, construtivas e funcionais da OAE, criando um registro-base para futuras inspeções comparativas.

6.1.1 Características técnicas:

- a. É a primeira inspeção realizada na estrutura, idealmente logo após sua entrada em operação ou quando não houver registro anterior;
- b. Inclui medições básicas, registro fotográfico sistemático e mapeamento das principais características estruturais e funcionais e,
- c. Os dados coletados devem alimentar o banco de dados georreferenciado de OAEs do órgão gestor.

6.1.2 Itens levantados:

- a. Localização georreferenciada;
- b. Tipologia estrutural e materiais;
- c. Dimensões gerais e vãos;
- d. Sistema de fundação e tipo de apoio;
- e. Equipamentos e dispositivos instalados (drenagem, juntas, guarda-corpos, iluminação) e,
- f. Estado geral aparente.

Importância: Serve como referência para monitoramento evolutivo das condições, permitindo a comparação entre inspeções subsequentes e a detecção de alterações.

6.2 Inspeção rotineira

Tem o objetivo de avaliar periodicamente o estado de conservação da OAE de forma visual, detectando anomalias precoces e monitorando manifestações já registradas.

6.2.1 Características técnicas:

- a. Realizada predominantemente por inspeção visual direta, com equipamentos básicos (binóculos, trenas, câmeras);
- b. Não envolve ensaios destrutivos ou não destrutivos complexos e,
- c. Deve ser conduzida a partir de pontos seguros de observação, podendo incluir acesso por passarelas, veículos de inspeção ou drones.

6.2.2 Periodicidade recomendada:

- a. NBR 9452: anual para OAEs em ambientes de agressividade moderada e,
- b. Semestral ou trimestral para estruturas em ambientes agressivos (marinho, industrial) ou com alto volume de tráfego.

6.2.3 Produtos esperados:

- a. Registro fotográfico;
- b. Ficha de inspeção padronizada;
- c. Indicação de anomalias com localização e severidade preliminar e,
- d. Recomendação sobre necessidade de inspeção especial.

6.3 Inspeção especial

Tem o objetivo de realizar avaliação detalhada da OAE, com identificação, quantificação e classificação das anomalias e manifestações patológicas, além de análise da capacidade estrutural.

6.3.1 Características técnicas:

- a. Utiliza acesso direto a todos os elementos, por meio de andaimes, plataformas móveis, cordas ou veículos de inspeção de baixo de ponte (UBIV);
- b. Inclui medições, mapeamento de fissuras, levantamentos topográficos, ensaios não destrutivos (esclerometria, ultrassom, pacometria, medição de carbonatação, potencial de corrosão) e,
- c. Pode incluir retirada de amostras e ensaios laboratoriais.

6.3.2 Periodicidade recomendada:

- a. A cada 5 anos para estruturas em bom estado e ambiente moderado;
- b. Entre 2 a 3 anos para estruturas com manifestações patológicas identificadas ou em ambientes agressivos e,
- c. Semestral ou trimestral para estruturas em ambientes agressivos (marinho, industrial e marinho industrial) ou com alto volume de tráfego.

6.3.3 Produtos esperados:

- a. Relatório técnico detalhado;
- b. Mapeamento georreferenciado das anomalias;
- c. Classificação do estado geral da estrutura e,
- d. Recomendações de intervenção, reforço ou substituição.

6.4 Inspeção extraordinária

Tem o objetivo de avaliar a condição da OAE após eventos excepcionais que possam comprometer sua integridade estrutural ou funcional.

6.4.1 Eventos que motivam:

- a. Colisões de veículos;
- b. Enchentes e erosões;
- c. Incêndios;
- d. Sismos;
- e. Cargas excepcionais e,
- f. Desastres naturais.

6.4.2 Características técnicas:

- a. Deve ser realizada imediatamente após o evento, com prioridade máxima para segurança dos usuários;
- b. Pode demandar bloqueio parcial ou total do tráfego até a liberação técnica e,
- c. Envolve inspeção detalhada de zonas críticas, podendo utilizar ensaios complementares para aferir a extensão dos danos.

6.4.3 Produtos esperados:

- a. Relatório emergencial com registro fotográfico;
- b. Diagnóstico preliminar da segurança estrutural e,
- c. Recomendação imediata sobre uso, restrição ou interdição.

6.5 Diferenças e Periodicidades

Figura 3 - Quadro das diferenças e periodicidades das inspeções nas Obras de Arte.

Tipo de inspeção	Profundidade	Objetivo principal	Periodicidade típica	Método predominante
Cadastral	Básica	Criar registro inicial da OAE	Uma vez (inicial)	Visual + medições básicas
Rotineira	Intermediária	Monitorar evolução de anomalias e detectar novas	1 ano (ou menor, conforme risco)	Visual direta/indireta
Especial	Detalhada	Diagnosticar estado estrutural e funcional	2 a 5 anos (conforme risco)	Visual + ensaios complementares
Extraordinária	Variável	Avaliar danos pós-evento	Sob demanda (após evento)	Visual + ensaios específicos

Fonte - Crea-SP (Comitê de Fiscalização de Pontes e Viadutos Crea-SP), 2025

6.5.1 A periodicidade pode variar conforme:

- Classe de agressividade ambiental;
- Volume e tipo de tráfego;
- Histórico de manutenção;
- Idade da estrutura e,
- Severidade das anomalias registradas.

7. PROCEDIMENTOS DE CAMPO

A execução da inspeção em campo deve seguir um protocolo sistemático, contemplando desde o planejamento prévio até o registro final das informações. O objetivo é garantir que todos os elementos da OAE sejam avaliados de forma uniforme, permitindo a repetibilidade e comparabilidade dos resultados ao longo do tempo.

A aplicação de metodologias padronizadas e o uso adequado de instrumentos são fatores determinantes para a confiabilidade do diagnóstico. Além disso, deve-se garantir a segurança da equipe e dos usuários, minimizando impactos sobre o tráfego.

7.1 Métodos de observação e instrumentos

A escolha do método de observação depende da tipologia da inspeção (rotineira, especial, extraordinária), das condições de acesso e do nível de detalhamento requerido.

Figura 4 - Inspeção em campo.



Fonte - Imagem gerada por IA, 2025.

7.1.1 Métodos de observação:

7.1.1.1 Observação direta:

- a. Realizada no próprio elemento, com inspeção a olho nu ou com lentes de aumento e,
- b. Exige acesso físico ao componente, por passarelas, escadas, andaimes, plataformas móveis ou técnicas de acesso por corda.

7.1.1.2 Observação indireta:

- a. Feita com auxílio de equipamentos ópticos ou eletrônicos (binóculos, câmeras de alta resolução, drones) e,
- b. Adequada para pontos de difícil acesso, minimizando intervenções e bloqueios de tráfego.

7.1.1.3 Documentação visual e mapeamento:

- a. Uso de fotografias de alta resolução e vídeos, com escala e referência de localização e,
- b. Inclusão de croquis, diagramas e georreferenciamento dos pontos inspecionados.

7.1.2 Instrumentos recomendados:

7.1.2.1 Medição dimensional: trenas metálicas, paquímetros, réguas graduadas, medidores de fissuras (crack meters) e calços para verificação de juntas.

7.1.2.2 Ensaios não destrutivos (END): esclerômetro de reflexão, ultrassom de pulso, pacômetro (detecção de armaduras), medidor de profundidade de carbonatação, medição de potencial de corrosão.

7.1.2.3 Controle geométrico e deslocamentos: nível ótico, estação total, inclinômetros, *laser scanner* 3D.

7.1.2.4 Registro e georreferenciamento: câmeras digitais, GPS de alta precisão, tablets com aplicativos de inspeção padronizados.

7.1.2.5 Segurança: EPIs obrigatórios (capacete, cinto tipo paraquedista, talabarte, colete refletivo, luvas, óculos de proteção, botas de segurança) e EPCs (sinalização temporária, cones, barreiras móveis).

7.2 Boas práticas durante a inspeção

7.2.1 Planejamento prévio: analisar projetos, relatórios e históricos de manutenção; identificar pontos críticos e possíveis restrições de acesso.

7.2.2 Ordem sistemática de inspeção: iniciar pelos elementos de fundação visíveis, seguir por apoios, pilares, vigas e tabuleiro, finalizando com sistemas complementares (drenagem, juntas, dispositivos de segurança).

7.2.3 Controle de tráfego e segurança: quando necessário, implementar bloqueios parciais, sinalização e desvio de tráfego, de acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Obras.

7.2.4 Registro padronizado: utilizar códigos pré-definidos para anomalias e fichas padronizadas, assegurando uniformidade dos dados.

7.2.5 Comunicação e coordenação: manter contato constante entre inspetores e equipe de apoio, especialmente em inspeções com acesso suspenso ou áreas confinadas.

7.2.6 Condições climáticas: evitar inspeções sob chuva, ventos fortes ou baixa luminosidade, que possam comprometer a segurança ou a detecção visual de anomalias.

Nota: O inspetor deve atuar sempre com postura preventiva, avaliando não apenas as manifestações já presentes, mas também indícios de processos patológicos em evolução.

8. PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

As manifestações patológicas em OAEs decorrem de ações mecânicas, químicas, físicas ou biológicas, isoladas ou combinadas. A identificação precoce e a correta classificação dessas ocorrências são determinantes para a definição da estratégia de manutenção ou intervenção.

A seguir, apresentam-se as manifestações patológicas mais comuns, suas causas prováveis, indicadores visuais e riscos associados.

8.1 Fissuras

8.1.1 Definição: aberturas lineares na superfície do concreto, originadas quando as tensões de tração superam a resistência à tração do material.

8.1.2 Principais causas:

- a. Retração plástica ou por secagem;
- b. Variações térmicas;
- c. Sobrecargas ou impactos;
- d. Recalques diferenciais e,
- e. Reações expansivas internas (ex.: reação álcali-agregado).

8.1.3 Indicadores visuais:

- a. Fissuras longitudinais, transversais, inclinadas ou em mapa;
- b. Variação na largura e extensão e,
- c. Presença de umidade ou exsudação de sais.

8.1.4 Riscos:

- a. Penetração facilitada de água e agentes agressivos;
- b. Corrosão acelerada das armaduras e,
- c. Redução da vida útil e da capacidade resistente.

Parâmetro de alerta: fissuras $>0,3$ mm em elementos estruturais primários devem ser avaliadas com prioridade.

8.2 Corrosão das armaduras

8.2.1 Definição: deterioração do aço por reação eletroquímica.

8.2.2 Mecanismos:

- a. Carbonatação do concreto (redução do pH);
- b. Penetração de cloretos e,
- c. Presença de umidade e oxigênio.

8.2.3 Sinais característicos:

- a. Manchas de ferrugem na superfície;
- b. Fissuras longitudinais paralelas à armadura e,
- c. Destacamento do cobrimento (*spalling*).

8.2.4 Riscos:

- a. Perda de seção metálica;
- b. Redução da aderência aço-concreto e,
- c. Comprometimento da capacidade portante.

8.3 Eflorescência e manchas

8.3.1 Definição: depósitos esbranquiçados ou manchas na superfície do concreto, formados pela cristalização de sais.

8.3.2 Causas:

- a. Infiltração de água;
- b. Lixiviação de hidróxidos de cálcio e,
- c. Percolação de soluções salinas.

8.3.3 Riscos:

- a. Indicação de falha na impermeabilização ou drenagem;
- b. Possível transporte de cloretos para armaduras e,
- c. Degradação estética e funcional.



8.4 Recalques e deslocamentos

8.4.1 Definição: movimentações diferenciais nas fundações ou elementos estruturais.

8.4.2 Causas:

- a. Assentamento de solo;
- b. Erosão ou socavamento próximo aos apoios e,
- c. Fundações insuficientes ou mal executadas.

8.4.3 Indicadores:

- a. Desníveis no tabuleiro;
- b. Fissuras inclinadas nos pilares e,
- c. Aberturas irregulares em juntas.

8.4.4 Riscos:

- a. Redistribuição indesejada de esforços;
- b. Sobrecargas localizadas e,
- c. Colapso parcial ou total.



8.5 Falhas em apoios e juntas

8.5.1 Definição: mau funcionamento ou deterioração dos dispositivos de apoio e de movimentação.

8.5.2 Causas:

- a. Travamento por detritos;
- b. Corrosão de partes metálicas;
- c. Deformação permanente e,
- d. Desgaste por falta de manutenção.

8.5.3 Sinais:

- a. Deslocamento ou rotação anormal do aparelho de apoio;
- b. Infiltração de água pelas juntas e,
- c. Ruídos ou vibrações atípicas durante o tráfego.

8.5.4 Riscos:

- a. Transferência de esforços indevidos para outros elementos;
- b. Danos progressivos ao tabuleiro e aos apoios e,
- c. Redução da vida útil.

9. GLOSSÁRIO

END – Ensaios Não Destrutivos

EPCs – Equipamentos de Proteção Coletiva

EPIs – Equipamentos de Proteção Individual

OAEs – Obras de Arte Especiais

UBIV – Unidade Básica de Inspeção de Viadutos. Também se refere a veículo especial utilizado para fazer inspeções em partes inferiores de pontes e viadutos.

10. REGISTRO TÉCNICO DA INSPEÇÃO

10.1 Fichas padronizadas

FICHA DE INSPEÇÃO ROTINEIRA DE OBRA DE ARTE ESPECIAL (OAE)

Comitê de Fiscalização de Pontes e Viadutos – Crea-SP

1. IDENTIFICAÇÃO DA OBRA

Nome da OAE:

Tipo: () Ponte () Viaduto () Passarela

Código de identificação:

Rodovia/Via/Logradouro: _____

Cidade: _____ Bairro: _____ CEP: _____

Dados de georreferenciamento: _____

Extensão total (m): _____ Número de vãos: _____

Ano de construção: _____ Proprietário/Responsável legal: _____

2. DADOS DA INSPEÇÃO

Tipo de inspeção: () Rotineira

Data da inspeção: _____ Horário: _____

Condições climáticas: _____

a. Temperatura ambiente: _____ b. Velocidade do vento: _____

c. Teor de umidade: _____

d. sol () chuva () nublado () frio () calor () granizo () vento ()

Inspetor(es) responsável(is): _____

Registro profissional (CREA): _____

Acompanhantes (se houver): _____

3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ESTRUTURA

Tipo estrutural: _____

Material predominante: _____

() Concreto armado () Concreto protendido () Aço () Misto () Madeira

() Material polimérico () Compósito

Tipo de compósito aplicado: () Poliéster + Fibra de vidro () Poliéster + Fibra de carbono

Sistema construtivo: _____

() Outros: _____

Tipo de fundação aparente (se visível): _____

Estado geral aparente: _____

4. LEVANTAMENTO VISUAL DAS CONDIÇÕES (por elemento estrutural)

Elemento avaliado	Situação encontrada	Classificação	Registro fotográfico
-------------------	---------------------	---------------	----------------------

5. CONDIÇÕES DE SEGURANÇA OPERACIONAL

Sinalização: () Adequada () Parcial () Inexistente

Restrição de tráfego atual: () Sim () Não

Há interdição parcial ou total? () Sim () Não

Tráfego observado: _____

Veículos leves: () Sim () Não

Veículos pesados: () Sim () Não

Pedestres: () Sim () Não

6. CONCLUSÃO DA INSPEÇÃO

Estado geral da OAE: () Bom () Regular () Ruim () Crítico

Justificativa *[descrição clara e objetiva os principais pontos que levaram à classificação do estado geral]*:

7. RECOMENDAÇÕES

() Nenhuma intervenção necessária () Realizar manutenção preventiva

() Realizar manutenção corretiva () Realizar inspeção especial

() Reforço estrutural () Interdição parcial

() Interdição total

Detalhamento das recomendações:

[Incluir as medidas recomendadas, prazos sugeridos e a criticidade]

8. ANEXOS

a) Fotografias com legendas;

b) Croqui da obra (se necessário) e,

c) Outros documentos complementares

9. ASSINATURA DO RESPONSÁVEL TÉCNICO

Nome: _____

Registro CREA: _____

Assinatura: _____

Data: _____



é  do que você imagina