

**PARECER TÉCNICO DE INSPEÇÃO EXTRAORDINÁRIA
CONFORME ABNT NBR 9452:2023**

PONTE TRÊS IRMÃOS – FORMIGA/MG

Parceria Institucional:

**Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas
Gerais CREA/MG e Defesa Civil do Estado de Minas Gerais**

Programa Rede Solidária Qualificada

FORMIGA - 2026

CONCLUSÃO EXECUTIVA

Parecer Técnico de Inspeção Extraordinária – Ponte Três Irmãos Município de Formiga/MG

O presente Parecer Técnico de Inspeção Extraordinária foi elaborado no âmbito da parceria institucional entre o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais – CREA/MG e a Defesa Civil do Estado de Minas Gerais, com a atuação do profissional signatário na condição de voluntário integrante do Programa Rede Solidária Qualificada, em apoio técnico às ações emergenciais da Defesa Civil Estadual.

A inspeção foi motivada pela ocorrência de **evento extremo de precipitação pluviométrica**, associado à cheia do Rio Formiga, evento com potencial significativo de comprometimento da segurança estrutural da **Ponte Três Irmãos**, classificada como **Obra de Arte Especial (OAE)**, conforme a **ABNT NBR 9452:2023**.

Com base na análise integrada dos parâmetros **estrutural, funcional e de durabilidade**, nos termos do item 5 da ABNT NBR 9452:2023, conclui-se que a OAE encontra-se classificada na **NOTA 0 – CONDIÇÃO EMERGENCIAL**, caracterizando **situação de risco elevado e inaceitável à segurança pública**.

Do ponto de vista estrutural, foram identificados **danos graves e irreversíveis** em elementos estruturais principais, destacando-se o **recalque imediato de corpo rígido significativo do pilar P2**, definido como **causa raiz do processo de instabilização**, com consequente alteração do esquema estático e do caminho de cargas originalmente previsto. Essa condição resultou na **superação da capacidade resistente das vigas longarinas nas regiões próximas aos apoios**, com ocorrência de **ruptura frágil por esforços combinados de flexão e cisalhamento (flexo-cisalhamento)**, fissuração inclinada do tipo brecha, rompimento de concreto e armaduras, deslocamentos estruturais e **perda da estabilidade global da obra**, caracterizando o **atingimento do Estado Limite Último (ELU)**, conforme **ABNT NBR 6118:2023**. Concomitantemente, verificou-se o **não atendimento aos Estados Limites de Serviço (ELS)**, evidenciado por deformações excessivas, flechas incompatíveis, fissuração ativa de elevada abertura

e perda das condições mínimas de desempenho em serviço. O evento hidrológico extremo atuou como **fator agravante**, acelerando os mecanismos de colapso.

Sob o aspecto funcional, a ponte **não apresenta condições mínimas de uso seguro**, não assegurando conforto, estabilidade ou segurança aos usuários, sendo tecnicamente incompatível com qualquer forma de liberação, ainda que parcial ou condicionada, ao tráfego de veículos ou pedestres.

Quanto à durabilidade, observa-se **elevado grau de deterioração**, com armaduras passivas expostas, perda de cobrimento, comprometimento do ambiente alcalino de proteção do aço e evolução acelerada de processos corrosivos, caracterizando o **esgotamento da vida útil da estrutura**.

Diante desse cenário, conclui-se que a **manutenção da Ponte Três Irmãos em operação é tecnicamente inviável**, não havendo **viabilidade técnica, econômica ou financeira** para intervenções de recuperação, reforço ou reabilitação da estrutura existente, uma vez que tais medidas não seriam capazes de restituir níveis aceitáveis de segurança estrutural, desempenho ou confiabilidade ao longo da vida útil remanescente.

Assim, **recomenda-se**:

- a **manutenção da interdição total da OAE**, como medida indispensável à preservação da segurança pública;
- a **demolição técnica controlada da estrutura existente**;
- a **substituição integral da obra por nova Obra de Arte Especial**, a ser concebida, projetada e executada em conformidade com as normas técnicas vigentes, de modo a restabelecer condições adequadas de **segurança estrutural, funcionalidade, durabilidade e vida útil**.

Esta Conclusão Executiva constitui **subsídio técnico conclusivo** para a atuação dos órgãos competentes, em especial da Defesa Civil do Estado de Minas Gerais e do município de Formiga/MG, visando à **mitigação de riscos, preservação de vidas e suporte à tomada de decisões administrativas e técnicas**.

SUMÁRIO

CONCLUSÃO EXECUTIVA	2
1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Classificação do objeto da inspeção	11
1.2. Localização	12
1.3. Metodologia – Inspeção extraordinária de pontes.....	15
1.4. Limitações	16
1.5. Verificação da documentação	16
2. INSPEÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL – OAE	17
2.1. Condição Estrutural Observada	17
2.1.5 Ensaio de Esclerometria	60
3. DIAGNÓSTICO	63
4. FICHA DE INSPEÇÃO - ABNT NBR 9452:2023.....	65
5. CLASSIFICAÇÃO DA CONDIÇÃO DA OAE (<i>conforme item 5 da ABNT NBR 9452:2023</i>)	72
5.1. Parâmetros estruturais	72
5.2. Parâmetros funcionais	72
5.3. Parâmetros de durabilidade	73
5.4. Nota de classificação da OAE.....	73
5.5.1 Classificação Estrutural.....	74
5.5.2 Classificação Funcional	75
5.5.3 Classificação de Durabilidade	75
5.5.4 Síntese conclusiva da classificação	76
6. FUNDAMENTAÇÃO.....	77
6.1 Parâmetros de projeto.....	77
6.2 Mecanismos de envelhecimento e deterioração	79
6.3 Agressividade ambiental	80
6.4 Vida útil	82
6.5 Avaliação de estruturas existentes segundo NBR 7187:2021	84
6.5.1 Premissas para avaliação de estruturas existentes	84

6.5.2 Estruturas com limitações estruturais identificadas.....	85
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
8. RECOMENDAÇÕES EMERGENCIAIS	89
9. CLÁUSULA ESPECÍFICA – DEFESA CIVIL DO ESTADO DE MINAS GERAIS	90
10. RESPONSABILIDADES TÉCNICAS.....	91
11. ENCERRAMENTO	92
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
APÊNDICE I – RESULTADOS DE ENSAIO DE ESCLEROMETRIA.....	96

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 Vista aérea da região da Ponte Três Irmãos - Fonte: Google Maps (2026) ..	12
Imagem 2 Vista da Av. Dr. Henrique Braga (jusante).....	13
Imagem 3 Vista da Av. Rio Branco (montante)	13
Imagem 4 Vista da Av. Rio Branco para Av. Dr. Henrique Braga.....	14
Imagem 5 Vista da Av. Dr. Henrique Braga para Av. Rio Branco.....	14
Imagem 6 Vista de abatimento do tabuleiro no vão entre o pilar P2 e encontro 2, junto à Av. Rio Branco.	18
Imagem 7 Vista de fissura entre balanço transversal (jusante) e passeio de pedestre. .	18
Imagem 8 Vista do abatimento do tabuleiro e balanço transversal (jusante).	19
Imagem 9 Vista do abatimento do tabuleiro e balanço transversal (jusante).	19
Imagem 10 Vista do abatimento do tabuleiro e balanço transversal (montante).	20
Imagem 11 Vista do abatimento do tabuleiro e balanço transversal (montante) com 0,24 m. de desnível.	20
Imagem 12 Vista do guarda-corpo com pilaretes, balaustres e vigas rompidas (montante).....	21
Imagem 13 Vista do guarda-corpo com pilaretes, balaustres e vigas rompidas (montante) fissuras com 10 mm.	21
Imagem 14 Vista de rachadura no passeio de pedestre e entre balanço transversal e passeio (jusante).	22
Imagem 15 Vista de rachadura transversal no passeio de pedestre com 14 mm (jusante).	22
Imagem 16 Vista de fissura na viga do guarda-corpo (jusante).	23
Imagem 17 Vista de fissura no guarda-corpo com 1,2 mm (jusante).	23
Imagem 18 Vista de grelha metálica de drenagem 0,25 x 0,35 m. (4 distribuídas longitudinalmente em cada lado, 8 no total).	24
Imagem 19 Vista de grelha metálica de drenagem 0,25 x 0,35 m. (4 distribuídas longitudinalmente em cada lado, 8 no total).	24
Imagem 20 Vista de brechas no revestimento asfáltico na interface tabuleiro encontro 2.	25
Imagem 21 Vista de quadro fissuratório severo na laje/tabuleiro por toda seção transversal entre o pilar P2 e o encontro 2.....	25
Imagem 22 Vista de quadro fissuratório severo na laje/tabuleiro por toda seção transversal entre o pilar P2 e o encontro 2.....	26
Imagem 23 Vista do encontro 1 (jusante) e detalhe das vigas metálicas da passarela de pedestre e tubulações fixadas junto a longarina 4.	27
Imagem 24 Vista do encontro 1 com rede de drenagem urbana despejando diretamente no talude causando erosões severas.....	27
Imagem 25 Vista do encontro 1 com rede de drenagem urbana despejando diretamente no talude causando erosões severas.....	28

Imagem 26 Vista do encontro 1 com rede de drenagem urbana despejando diretamente no talude causando erosões severas.	28
Imagem 27 Vista geral do encontro 2.	29
Imagem 28 Vista do encontro 2 com fissuras generalizadas.	29
Imagem 29 Vista do encontro 2 com fissuras generalizadas.	30
Imagem 30 Vista do encontro 2 com fissuras de 0,65 mm.	30
Imagem 31 Vista do encontro 2 entre viga longitudinal VL3 e VL4 com quadro fissuratório generalizado.	31
Imagem 32 Vista do encontro 2 sob viga longitudinal VL4 com quadro fissuratório generalizado e brechas.	31
Imagem 33 Vista do encontro 2 junto a viga longitudinal VL4 com quadro fissuratório generalizado e brechas.	32
Imagem 34 Vista da laje da calçada sobre ala junto ao encontro 2 com corrosão de armaduras generalizada, perda de seção dos vergalhões, erosão, quadro fissuratório generalizado e proliferação biológica.	32
Imagem 35 Vista da laje da calçada junto ao encontro 2 com corrosão de armaduras generalizada, perda de seção dos vergalhões, erosão, quadro fissuratório generalizado e proliferação biológica.	33
Imagem 36 Vista da contenção junto ao encontro 2 colapsada e degradação avançada.	33
Imagem 37 Vista da contenção junto ao encontro 2 colapsada e degradação avançada. Detalhe para talude (jusante) com erosão, detritos e entulhos.	34
Imagem 38 Vista de região com vigas longitudinal rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2.	35
Imagem 39 Vista de região com vigas longitudinal rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face jusante.	36
Imagem 40 Detalhe da viga longitudinal VL4 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face jusante.	36
Imagem 41 Detalhe da viga longitudinal VL4 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face montante.	37
Imagem 42 Detalhe da viga longitudinal VL3 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face jusante.	37
Imagem 43 Detalhe da viga longitudinal VL3 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face montante.	38
Imagem 44 Detalhe da viga longitudinal VL2 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face jusante.	38
Imagem 45 Detalhe da viga longitudinal VL2 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face montante.	39
Imagem 46 Detalhe da viga longitudinal VL1 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face jusante.	39

Imagem 47 Detalhe da viga longitudinal VL1 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face montante.	40
Imagem 48 Vista de região com vigas longitudinais rompidas em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face montante.	40
Imagem 49 Detalhe da viga longitudinal VL4 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face montante.	41
Imagem 50 Vista da longitudinal VL4 sob grelha metálica de drenagem do tabuleiro com deslocamentos, corrosão de armaduras generalizadas, manchamentos, por ausência de condutos buzinos das águas de drenagem, junto ao P2 vão entre P2 e encontro 2.	41
Imagem 51 Vista da longitudinal VL1 sob grelha metálica de drenagem do tabuleiro com deslocamentos, corrosão de armaduras generalizadas por ausência de condutos buzinos das águas de drenagem, junto ao P2 vão entre P2 e encontro 2.	42
Imagem 52 Vista de região com vigas longitudinais rompidas em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.	42
Imagem 53 Detalhe da viga longitudinal VL 1 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.	43
Imagem 54 Detalhe da viga longitudinal VL 1 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante.	43
Imagem 55 Detalhe da viga longitudinal VL 2 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.	44
Imagem 56 Detalhe da viga longitudinal VL 3 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.	44
Imagem 57 Detalhe da viga longitudinal VL 4 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.	45
Imagem 58 Detalhe da viga longitudinal VL 4 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante.	45
Imagem 59 Detalhe da viga longitudinal VL 4 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante.	46
Imagem 60 Detalhe da viga longitudinal VL 3 fissurada, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.	46
Imagem 61 Detalhe da viga longitudinal VL 3 fissurada, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante.	47
Imagem 62 Detalhe da viga longitudinal VL 2 fissurada, com deslocamento severo e corrosão de armaduras, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.	47
Imagem 63 Detalhe da viga longitudinal VL 2 fissurada, com deslocamento severo e corrosão de armaduras, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.	48

Imagem 64 Detalhe da viga longitudinal VL 2 fissurada, com deslocamento severo e corrosão de armaduras, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante. Após deslocamento manual.	48
Imagem 65 Detalhe da viga longitudinal VL 2 e VL 1 fissurada, com deslocamento severo e corrosão de armaduras, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante.....	49
Imagem 66 Detalhe da viga longitudinal VL 1 fissurada, com deslocamento severo e corrosão de armaduras, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante.	49
Imagem 67 Detalhe da viga longitudinal VL 1 fissurada, com deslocamento severo e corrosão de armaduras, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante. Após deslocamento manual.	50
Imagem 68 Vista do pilar P1 face para o encontro 1 com manchas e proliferação biológicas. Detalhe para pórtico da passarela de pedestre com apoio lateral no P1 em ambos lados.	51
Imagem 69 Detalhe do pilar P1 face para o encontro 1 com manchas e proliferação biológicas. Bloco de coroamento de estacas com degradação severa no concreto, armaduras expostas, deformações, desaprumos, segregações do concreto. Desgaste do sistema de pintura, assoreamento e carreamento de solo por lançamento indevido de águas pluviais por desconexão de tubulação. Acúmulo de lixo e materiais diversos.	51
Imagem 70 Detalhe do pilar P1 face para o encontro 1. Bloco de coroamento de estacas com degradação severa no concreto, armaduras expostas, assoreamento e carreamento de solo por lançamento indevido de águas pluviais por desconexão de tubulação.....	52
Imagem 71 Detalhe do pilar P1 face para o o pilar P1. Bloco de coroamento de estacas com degradação severa no concreto, defeitos construtivos, deformações, concreto rompido, segregação.	52
Imagem 72 Detalhe do pilar P1 face para o o pilar P1. Bloco de coroamento de estacas com degradação severa no concreto, defeitos construtivos, deformações, concreto rompido, segregação.	53
Imagem 73 Vista do pilar P2 face para pilar P1.	53
Imagem 74 Detalhe do pilar P2 face para pilar P1. Detalhe para reforço com aumento de seção.....	54
Imagem 75 Vista do pilar P2 face para pilar P1.	54
Imagem 76 Vista do pilar P2 face para pilar P1. Detalhe para detritos acumulados na base do apoio.....	55
Imagem 77 Vista do pilar P2 face para pilar P1. Detalhe para concreto com segregação e erosão.	55
Imagem 78 Vista do pilar P2 face para pilar P1.	56
Imagem 79 Vista do pilar P2 face para encontro 2.....	56

Imagem 80 Vista do pilar P2 face para encontro 2.....	57
Imagem 81 Vista do pilar P2 face para encontro 2.....	57
Imagem 82 Vista do pilar P2 face para encontro 2. Detalhe para concreto com segregação e erosão.....	58
Imagem 83 Vista do pilar P2 face para encontro 2. Detalhe para concreto com segregação e erosão.....	58
Imagem 84 Vista do acesso por embarcação com apoio do CBMMG ao pilar P2.	59
Imagem 85 Ensaio de esclerometria ESC-1 no pilar P2 face entre P2 e encontro 2.	60
Imagem 86 Ensaio de esclerometria ESC-2 na viga longitudinal VL1 face montante vão P2 e Encontro 2.....	60
Imagem 87 Ensaio de esclerometria ESC-3 na viga longitudinal VL2 face montante vão P2 e Encontro 2.....	61
Imagem 88 Ensaio de esclerometria ESC-4 na viga longitudinal VL3 face montante vão P2 e Encontro 2.....	61
Imagem 89 Ensaio de esclerometria ESC-5 na viga longitudinal VL4 face montante vão P2 e Encontro 2.....	62
Imagem 90 Ensaio de esclerometria ESC-6 no pilar P1 face vão P1 e P2	62
<i>Imagem 91 Conceituação de vida útil das estruturas de concreto tomando-se por referência o fenômeno de corrosão das armaduras. Fonte: Helene, 1997.</i>	<i>83</i>
<i>Imagem 92 Ilustração das alterações típicas dos elementos em estruturas de concreto armado. Fonte: Adaptado de CUSSON et al., 2011 apud TECHNE, 2017)</i>	<i>84</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Vídeo via escaneamento de Código QR do quadro fissuratório do tabuleiro e vigas longitudinais entre o pilar P2 e o encontro 2.	26
Figura 2 Vídeo via escaneamento de Código QR de percolação de águas pluviais pelas aberturas do tabuleiro e VL's entre o pilar P2 e encontro 2.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Classificação da condição da OAE – Ponte Três Irmãos	74
<i>Tabela 2 Principais mecanismos de deterioração das estruturas de concreto. Fonte: Medeiros, Andrade e Helene (2011).</i>	<i>80</i>
<i>Tabela 3 Classes de agressividade ambiental</i>	<i>81</i>
<i>Tabela 4 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal NBR 6118/2023 (Tabela 7.2.). Fonte: ABNT NBR 6118:2023</i>	<i>81</i>

1. INTRODUÇÃO

1.1. Classificação do objeto da inspeção

O presente trabalho consiste em Inspeção Extraordinária da Ponte Três Irmãos, classificada como Obra de Arte Especial (OAE), nos termos da ABNT NBR 9452:2023 – Inspeção de pontes, viadutos e passarelas – Procedimentos.

A inspeção enquadra-se no **item 4.4 da referida norma**, sendo motivada pela ocorrência de evento da natureza, caracterizado por fortes precipitações pluviométricas, com volume registrado de 211 mm/dia, ocorridas em 23 de janeiro de 2026, no município de Formiga/MG, evento potencialmente capaz de afetar a segurança estrutural, funcional e a durabilidade da OAE.

Conforme estabelece a ABNT NBR 9452:2023, a Inspeção Extraordinária destina-se à avaliação específica da estrutura após a ocorrência de eventos não programados, devendo resultar em relatório técnico específico, com identificação de anomalias, análise de riscos e recomendações técnicas pertinentes.

1.2. Localização

A Ponte Três Irmãos localiza-se no município de Formiga, estado de Minas Gerais, promovendo a transposição do Rio Formiga, ligando a Rua Barão de Piumhi à Rua Bernardes Faria, entre as transversais Avenida Rio Branco e Avenida Dr. Henrique Braga, conforme dados cadastrais constantes na Ficha de Inspeção.

Convenciona-se nomenclatura dos elementos construtivos da ponte da Av. Dr. Henrique Braga para Av. Rio Branco como crescente longitudinalmente e lado montante para jusante do rio como crescente transversalmente.

Encontro 1 junto a Av. Dr. Henrique Braga e Pilar 1 (margem), P2 (leito do rio), Encontro 2 junto a AV. Rio Branco.



Imagem 1 Vista aérea da região da Ponte Três Irmãos - Fonte: Google Maps (2026)



Imagem 2 Vista da Av. Dr. Henrique Braga (jusante)



Imagem 3 Vista da Av. Rio Branco (montante)

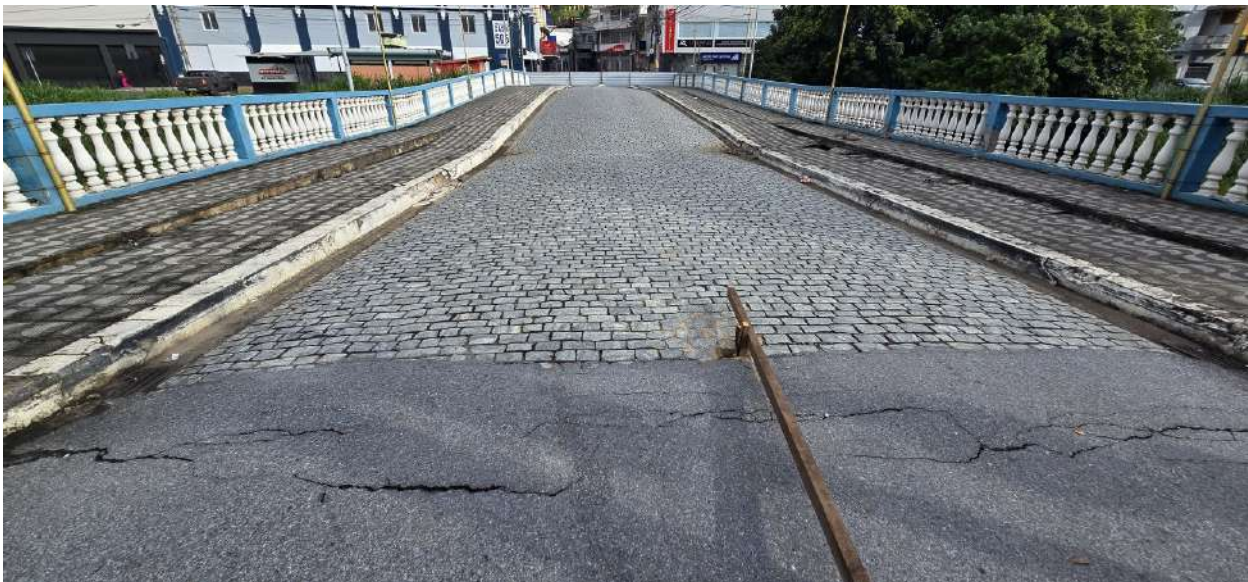


Imagem 4 Vista da Av. Rio Branco para Av. Dr. Henrique Braga



Imagem 5 Vista da Av. Dr. Henrique Braga para Av. Rio Branco

1.3. Metodologia – Inspeção extraordinária de pontes

A metodologia adotada atendeu aos procedimentos previstos na ABNT NBR 9452:2023, sendo compatível com o caráter extraordinário da inspeção e com os objetivos de avaliação pós-evento climático extremo.

A inspeção para tomada de conhecimento dos problemas consistiu na vistoria geral do local onde se pretendeu avaliar o estado geral da **Ponte Três Irmãos**, observar a natureza das eventuais manifestações patológicas presentes, avaliar o grau de incidência e estimar subjetivamente a gravidade delas.

A inspeção contou com o apoio de embarcação do tipo bote, disponibilizada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), viabilizando a inspeção do pilar P2, localizado no leito do rio.

Foram executadas as seguintes atividades:

Inspeção visual geral e sistemática, abrangendo superestrutura, mesoestrutura e elementos acessíveis da infraestrutura, com identificação de manifestações patológicas aparentes;

Inspeção tátil visando avaliar condições superficiais do concreto, presença de desagregações, destacamentos, medição de abertura de fissuras e exposição de armaduras;

Ensaio não destrutivos, consistindo em:

Ensaio de percussão - onde houve acesso seguro verificando área com concreto deslocado;

Pacometria para auxiliar a esclerometria;

Esclerometria, para avaliação da dureza superficial do concreto com o objetivo de estimar de forma indireta a homogeneidade superficial e fornecer subsídios comparativos de resistência do concreto, conforme princípios da ABNT NBR 7584;

Avaliação da profundidade de carbonatação, por meio de ensaio colorimétrico com indicador de pH (fenolftaleína), visando verificar a condição de proteção alcalina das armaduras.

1.4. Limitações

Ressalta-se que não foram realizados ensaios semi destrutivos ou destrutivos, modelagem e simulações numéricas, limitando-se a avaliação aos métodos compatíveis com a necessidade de resposta rápida frente ao evento extremo e às condições operacionais da inspeção extraordinária e características e limitações do Programa Rede Solidária Qualificada.

1.5. Verificação da documentação

Durante a inspeção, constatou-se ausência de documentação técnica original, tais como projetos estruturais, memoriais de cálculo, registros de execução e histórico sistematizado de inspeções anteriores, o que é compatível com a antiguidade estimada da obra (anterior a 1950).

Essa limitação documental foi considerada na análise técnica, conforme recomenda a ABNT NBR 9452:2023, reforçando a importância da inspeção in loco e da avaliação criteriosa dos sintomas observados.

2. INSPEÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL – OAE

2.1. Condição Estrutural Observada

A Ponte Três Irmãos apresenta manifestações patológicas de elevada severidade, abrangendo a superestrutura, a mesoestrutura e a infraestrutura.

O pilar P2 apresenta semiologia compatível com recalque severo de fundação, envolvendo estacas e bloco de coroamento, com reflexos diretos e significativos na superestrutura.

Observa-se degradação avançada do concreto nos blocos de coroamento de estacas dos pilares P1 e P2, caracterizada por quadro fissuratório generalizado, deslocamentos, disgregação, erosão, deformações, desaprumos, falhas nas condições superficiais do concreto e evidências de falhas de concretagem.

Vigas longarinas VL1, VL2, VL3 e VL4, em trecho aproximado de 1,40 m a partir dos apoios, nos vãos entre os pilares P1 e P2, e aproximadamente a 2,00 m. do P2 entre o pilar P2 e o Encontro 2, verifica-se rompimento do concreto com exposição das armaduras, fissuração do tipo brecha, perda de aderência entre aço e concreto, flechas excessivas superiores aos limites admissíveis para os estados limites de serviço de fissuração (ELS-W), conforme itens 13.3 e 13.4 da ABNT NBR 6118.

Constatam-se, ainda, processos de corrosão acentuada das armaduras, especialmente na região de influência do sistema de drenagem do tabuleiro.

O tabuleiro, os balanços transversais, os passeios de pedestres e os guarda-corpos apresentam deformações excessivas, desaprumos, desalinhamento de elementos, armaduras aparentes e deficiência no sistema de drenagem, em razão da ausência de condutos adequados. Tais condições resultam em desconforto aos usuários, aceleração dos processos de deterioração, redução da durabilidade da estrutura e risco significativo à segurança dos usuários.

A Ponte Três Irmãos apresenta comprometimento severo da capacidade resistente, esgotamento estrutural, atingimento do estado limite último (ELU) e perda do equilíbrio global da estrutura como corpo rígido.

A seguir apresenta-se o relato fotográfico da inspeção.

2.1.1 Superestrutura (tabuleiro e seu entorno):



Imagem 6 Vista de abatimento do tabuleiro no vão entre o pilar P2 e encontro 2, junto à Av. Rio Branco.



Imagem 7 Vista de fissura entre balanço transversal (jusante) e passeio de pedestre.



Imagem 8 Vista do abatimento do tabuleiro e balanço transversal (jusante).



Imagem 9 Vista do abatimento do tabuleiro e balanço transversal (jusante).



Imagem 10 Vista do abatimento do tabuleiro e balanço transversal (montante).



Imagem 11 Vista do abatimento do tabuleiro e balanço transversal (montante) com 0,24 m. de desnível.



Imagem 12 Vista do guarda-corpo com pilaretes, balaústres e vigas rompidas (montante).



Imagem 13 Vista do guarda-corpo com pilaretes, balaústres e vigas rompidas (montante) fissuras com 10 mm.



Imagem 14 Vista de rachadura no passeio de pedestre e entre balanço transversal e passeio (jusante).



Imagem 15 Vista de rachadura transversal no passeio de pedestre com 14 mm (jusante).



Imagem 16 Vista de fissura na viga do guarda-corpo (jusante).



Imagem 17 Vista de fissura no guarda-corpo com 1,2 mm (jusante).



Imagem 18 Vista de grelha metálica de drenagem 0,25 x 0,35 m. (4 distribuídas longitudinalmente em cada lado, 8 no total).



Imagem 19 Vista de grelha metálica de drenagem 0,25 x 0,35 m. (4 distribuídas longitudinalmente em cada lado, 8 no total).



Imagem 20 Vista de brechas no revestimento asfáltico na interface tabuleiro encontro 2.



Imagem 21 Vista de quadro fissuratório severo na laje/tabuleiro por toda seção transversal entre o pilar P2 e o encontro 2.



Imagem 22 Vista de quadro fissuratório severo na laje/tabuleiro por toda seção transversal entre o pilar P2 e o encontro 2.

Figura 1 Vídeo via escaneamento de Código QR do quadro fissuratório do tabuleiro e vigas longarinas entre o pilar P2 e o encontro 2.



2.1.2 Encontros:

2.1.2.1 Encontro 1 (junto a Av. Dr. Henrique Braga)



Imagem 23 Vista do encontro 1 (jusante) e detalhe das vigas metálicas da passarela de pedestre e tubulações fixadas junto a longarina 4.



Imagem 24 Vista do encontro 1 com rede de drenagem urbana despejando diretamente no talude causando erosões severas.



Imagem 25 Vista do encontro 1 com rede de drenagem urbana despejando diretamente no talude causando erosões severas.



Imagem 26 Vista do encontro 1 com rede de drenagem urbana despejando diretamente no talude causando erosões severas.

2.1.2.2 Encontro 2 (junto a Av. Rio Branco)



Imagem 27 Vista geral do encontro 2.



Imagem 28 Vista do encontro 2 com fissuras generalizadas.



Imagem 29 Vista do encontro 2 com fissuras generalizadas.



Imagem 30 Vista do encontro 2 com fissuras de 0,65 mm.



Imagem 31 Vista do encontro 2 entre viga longitudinal VL3 e VL4 com quadro fissuratório generalizado.



Imagem 32 Vista do encontro 2 sob viga longitudinal VL4 com quadro fissuratório generalizado e brechas.



Imagem 33 Vista do encontro 2 junto a viga longitudinal VL4 com quadro fissuratório generalizado e brechas.



Imagem 34 Vista da laje da calçada sobre ala junto ao encontro 2 com corrosão de armaduras generalizada, perda de seção dos vergalhões, erosão, quadro fissuratório generalizado e proliferação biológica.



Imagem 35 Vista da laje da calçada junto ao encontro 2 com corrosão de armaduras generalizada, perda de seção dos vergalhões, erosão, quadro fissuratório generalizado e proliferação biológica.



Imagem 36 Vista da contenção junto ao encontro 2 colapsada e degradação avançada.



Imagem 37 Vista da contenção junto ao encontro 2 colapsada e degradação avançada. Detalhe para talude (jusante) com erosão, detritos e entulhos.

2.1.3 Superestrutura Vigas longarinas (VL):

Convenciona-se viga longarina VL1 lado montante crescente. Longarina VL4 lado jusante.



Imagem 38 Vista de região com vigas longarina rompidas em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2.



Imagem 39 Vista de região com vigas longarina rompidas em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face jusante.



Imagem 40 Detalhe da viga longarina VL4 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face jusante.



Imagem 41 Detalhe da viga longitudinal VL4 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face montante.



Imagem 42 Detalhe da viga longitudinal VL3 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face jusante.



Imagem 43 Detalhe da viga longitudinal VL3 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face montante.



Imagem 44 Detalhe da viga longitudinal VL2 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face jusante.



Imagem 45 Detalhe da viga longitudinal VL2 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face montante.



Imagem 46 Detalhe da viga longitudinal VL1 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face jusante.



Imagem 47 Detalhe da viga longitudinal VL1 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face montante.



Imagem 48 Vista de região com vigas longitudinal rompidas em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face montante.



Imagem 49 Detalhe da viga longarina VL4 rompida em situação de colapso, próximo ao P2 vão entre P2 e encontro 2. Face montante.



Imagem 50 Vista da longarina VL4 sob grelha metálica de drenagem do tabuleiro com deslocamentos, corrosão de armaduras generalizadas, manchamentos, por ausência de condutos buzinos das águas de drenagem, junto ao P2 vão entre P2 e encontro 2.



Imagem 51 Vista da longarina VL1 sob grelha metálica de drenagem do tabuleiro com deslocamentos, corrosão de armaduras generalizadas por ausência de condutos buzínos das águas de drenagem, junto ao P2 vão entre P2 e encontro 2.



Imagem 52 Vista de região com vigas longarinas rompidas em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.



Imagem 53 Detalhe da viga longitudinal VL 1 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.



Imagem 54 Detalhe da viga longitudinal VL 1 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante.



Imagem 55 Detalhe da viga longitudinal VL 2 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.



Imagem 56 Detalhe da viga longitudinal VL 3 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.



Imagem 57 Detalhe da viga longarina VL 4 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.



Imagem 58 Detalhe da viga longarina VL 4 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante.

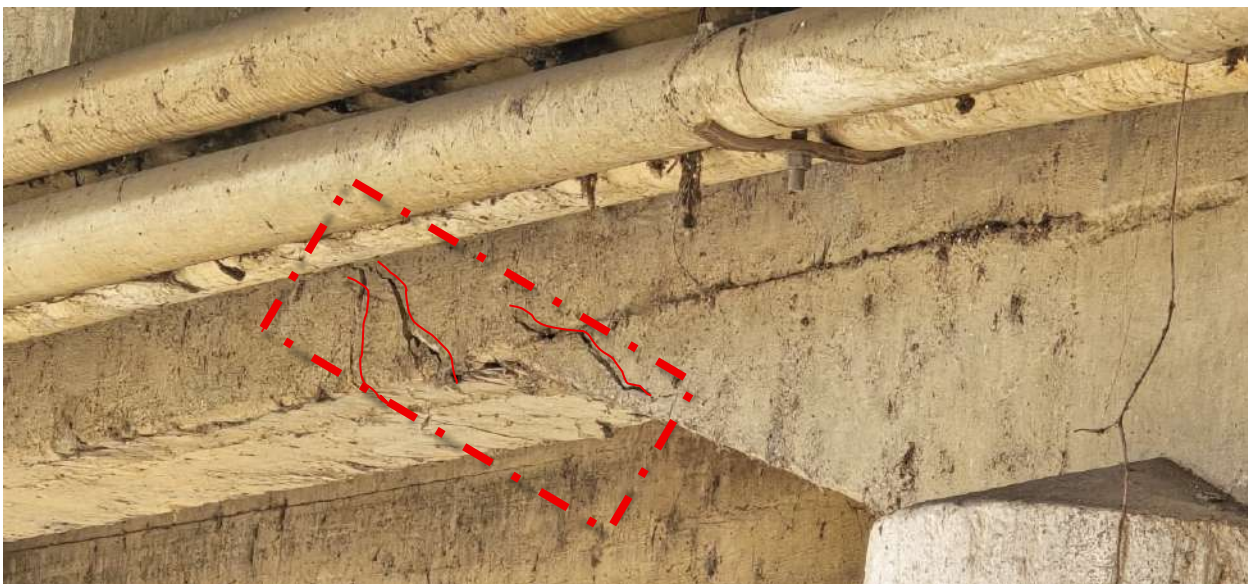


Imagem 59 Detalhe da viga longarina VL 4 rompida em situação de colapso, próximo ao pilar P2 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante.



Imagem 60 Detalhe da viga longarina VL 3 fissurada, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.



Imagem 61 Detalhe da viga longitudinal VL 3 fissurada, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante.



Imagem 62 Detalhe da viga longitudinal VL 2 fissurada, com deslocamento severo e corrosão de armaduras, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.



Imagem 63 Detalhe da viga longitudinal VL 2 fissurada, com deslocamento severo e corrosão de armaduras, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante.



Imagem 64 Detalhe da viga longitudinal VL 2 fissurada, com deslocamento severo e corrosão de armaduras, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face montante. Após deslocamento manual.



Imagem 65 Detalhe da viga longitudinal VL 2 e VL 1 fissurada, com deslocamento severo e corrosão de armaduras, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante.



Imagem 66 Detalhe da viga longitudinal VL 1 fissurada, com deslocamento severo e corrosão de armaduras, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante.



Imagem 67 Detalhe da viga longitudinal VL 1 fissurada, com deslocamento severo e corrosão de armaduras, próximo ao pilar P1 vão entre pilar P2 e pilar P1. Face jusante. Após deslocamento manual.

Figura 2 Vídeo via escaneamento de Código QR de percolação de águas pluviais pelas aberturas do tabuleiro e VLS entre o pilar P2 e encontro 2.



2.1.4 Mesoestrutura apoios (pilar P1 e pilar P2)



Imagem 68 Vista do pilar P1 face para o encontro 1 com manchas e proliferação biológicas. Detalhe para pórtico da passarela de pedestre com apoio lateral no P1 em ambos os lados.



Imagem 69 Detalhe do pilar P1 face para o encontro 1 com manchas e proliferação biológicas. Bloco de coroamento de estacas com degradação severa no concreto, armaduras expostas, deformações, desaprumos, disgregações do concreto. Desgaste do sistema de pintura, assoreamento e carreamento de solo por lançamento indevido de águas pluviais por desconexão de tubulação. Acúmulo de lixo e materiais diversos.



Imagem 70 Detalhe do pilar P1 face para o encontro 1. Bloco de coroamento de estacas com degradação severa no concreto, armaduras expostas, assoreamento e carregamento de solo por lançamento indevido de águas pluviais por desconexão de tubulação.



Imagem 71 Detalhe do pilar P1 face para o pilar P1. Bloco de coroamento de estacas com degradação severa no concreto, defeitos construtivos, deformações, concreto rompido, disgregação.



Imagem 72 Detalhe do pilar P1 face para o pilar P1. Bloco de coroamento de estacas com degradação severa no concreto, defeitos construtivos, deformações, concreto rompido, disgregação.



Imagem 73 Vista do pilar P2 face para pilar P1.



Imagem 74 Detalhe do pilar P2 face para pilar P1. Detalhe para reforço com aumento de seção.



Imagem 75 Vista do pilar P2 face para pilar P1.



Imagem 76 Vista do pilar P2 face para pilar P1. Detalhe para detritos acumulados na base do apoio.



Imagem 77 Vista do pilar P2 face para pilar P1. Detalhe para concreto com segregação e erosão.



Imagem 78 Vista do pilar P2 face para pilar P1.



Imagem 79 Vista do pilar P2 face para encontro 2.



Imagem 80 Vista do pilar P2 face para encontro 2.



Imagem 81 Vista do pilar P2 face para encontro 2.



Imagem 82 Vista do pilar P2 face para encontro 2. Detalhe para concreto com segregação e erosão.



Imagem 83 Vista do pilar P2 face para encontro 2. Detalhe para concreto com segregação e erosão.



Imagem 84 Vista do acesso por embarcação com apoio do CBMMG ao pilar P2.

2.1.5 Ensaio de Esclerometria

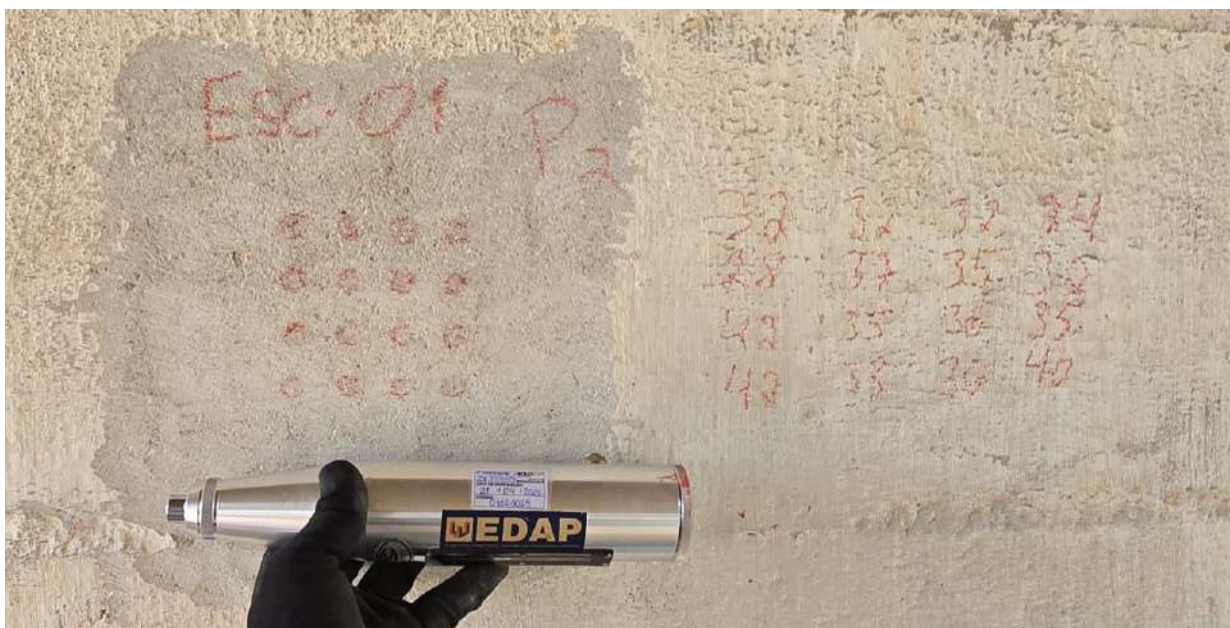


Imagem 85 Ensaio de esclerometria ESC-1 no pilar P2 face entre P2 e encontro 2.



Imagem 86 Ensaio de esclerometria ESC-2 na viga longitudinal VL1 face montante vão P2 e Encontro 2.



Imagem 87 Ensaio de esclerometria ESC-3 na viga longitudinal VL2 face montante vão P2 e Encontro 2



Imagem 88 Ensaio de esclerometria ESC-4 na viga longitudinal VL3 face montante vão P2 e Encontro 2

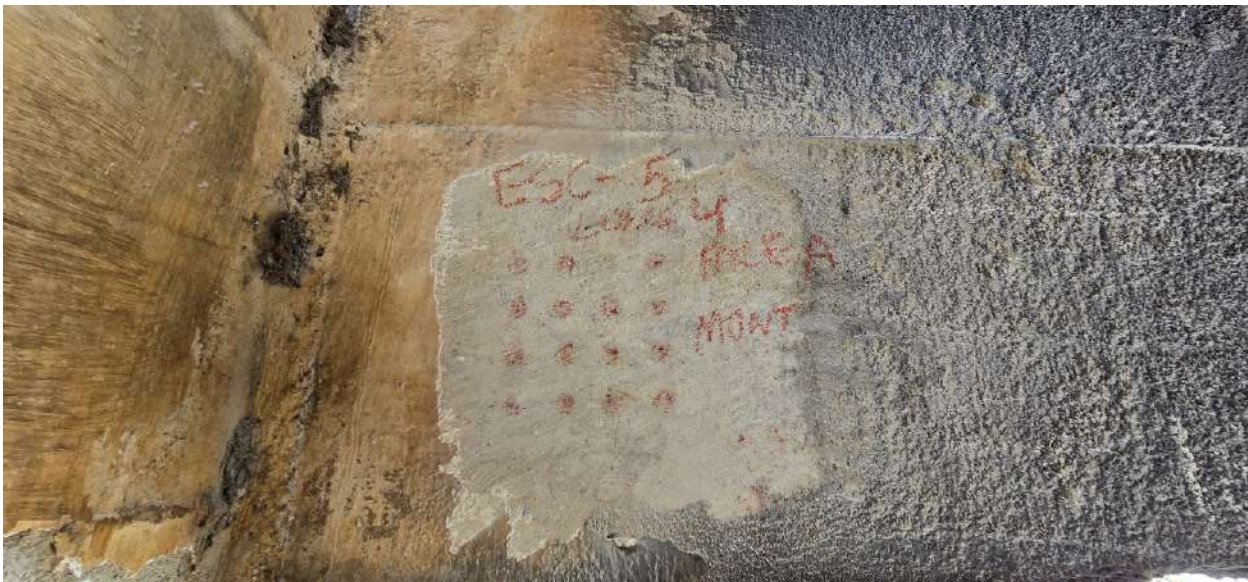


Imagem 89 Ensaio de esclerometria ESC-5 na viga longitudinal VL4 face montante vão P2 e Encontro 2

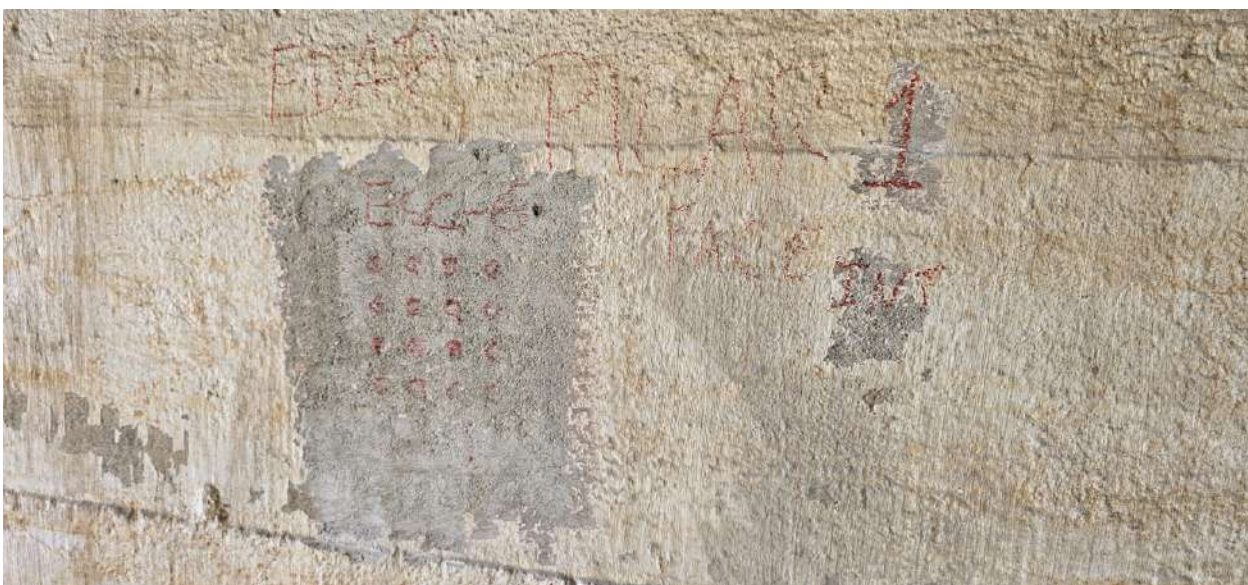


Imagem 90 Ensaio de esclerometria ESC-6 no pilar P1 face vão P1 e P2

3. DIAGNÓSTICO

O quadro de colapso estrutural verificado na Ponte Três Irmãos decorre de **nexo causal direto** entre o **recalque imediato de corpo rígido significativo do pilar P2**, identificado como **causa raiz do processo de instabilização**, e a subsequente **superação da capacidade resistente dos elementos estruturais próximos aos apoios (de todas as vigas longarinas)**, especialmente sob esforços de cisalhamento, associada ao estado limite último. O recalque do apoio provocou alteração substancial no caminho de cargas originalmente previsto, induzindo **incremento anômalo de esforços cortantes e momentos fletores nas regiões adjacentes (flexo-cisalhamento)**, os quais não puderam ser adequadamente absorvidos pela estrutura, seja por limitações de projeto, seja pela degradação progressiva dos mecanismos resistentes.

A semiologia observada caracterizada por **quadro fissuratório inclinado e do tipo brecha**, associado ao **rompimento frágil do concreto e do aço por flexo-cisalhamento** nas proximidades dos apoios P2 (de forma mais contundente), P1 e Encontro 2 é compatível com **ruptura por esforço cortante não suportado**, típica de situações em que há perda de apoio efetivo, redução abrupta de rigidez e concentração excessiva de tensões. Esse mecanismo foi **significativamente agravado pelo evento extremo de cheia do Rio Formiga**, que promoveu a intensificação de ações hidrodinâmicas, prováveis processos erosivos e instabilização do solo de fundação e das estacas, potencializando o recalque do pilar P2 e acelerando o colapso local dos elementos estruturais, com posterior evolução para um quadro de **instabilidade global da obra**.

Os resultados do ensaio de esclerometria, realizados em 06 (seis) pontos identificados como Esc-01 pilar P2, Esc-02 viga longarina VL1, Esc-03 viga longarina VL2, Esc-04 viga longarina VL3 e Esc-05 viga longarina VL4 e Esc-06 pilar P2, apresentaram Índice Esclerométrico Médio Efetivo (IE_{ef}) médio de 36 MPa. Tal resultado indica qualidade satisfatória da camada de cobrimento do concreto, conforme critérios adotados e apresentado no Apêndice I.

O ensaio de avaliação da profundidade de carbonatação, por meio de ensaio colorimétrico com indicador de pH (fenolftaleína), visando verificar a condição de proteção alcalina das armaduras, demonstrou avanço da carbonatação por toda a camada de cobrimento de concreto sobre o aço, nos pontos ensaiados junto as vigas longarinas VL1, VL2, VL3, VL4, junto ao Encontro 2, o que demonstra que a estrutura está acometida por carbonatação generalizada, compatível com idade avançada.

A Obra de Arte Especial (OAE) Ponte Três Irmãos apresenta **comprometimento severo e irreversível da capacidade resistente**, com evidências inequívocas de **esgotamento estrutural**, caracterizando o **atingimento do estado limite último (ELU)** e a consequente **perda do equilíbrio global da estrutura**. O conjunto estrutural passou a apresentar comportamento incompatível com o modelo resistente originalmente concebido, passando a se comportar, de forma inadequada, como **corpo rígido**, condição que inviabiliza qualquer expectativa de desempenho estrutural seguro.

Os mecanismos resistentes previstos em projeto encontram-se **substancialmente degradados**, com ocorrência de **redistribuição não controlada de esforços internos**, perda significativa de rigidez global e local dos elementos estruturais e **incapacidade da estrutura em suportar, com segurança, as ações permanentes e variáveis atuantes**. A presença concomitante de deformações excessivas, fissuração ativa de elevada abertura, exposição e corrosão avançada de armaduras confirma a condição de **colapso estrutural iminente ou progressivo**, à luz dos critérios de segurança estabelecidos na **ABNT NBR 6118, NBR 7187, NBR 8681**, e dos procedimentos de avaliação definidos na **ABNT NBR 9452**.

Diante do conjunto de evidências levantadas na inspeção, a estrutura é diagnosticada como **em condição emergencial (nota 0)**, nos termos da **ABNT NBR 9452**, apresentando **comprometimento crítico da segurança estrutural, restrições severas à funcionalidade e processos de deterioração com potencial de progressão acelerada**, configurando **risco elevado e inaceitável à integridade física dos usuários** e exigindo **intervenções imediatas** e definição de medidas emergenciais de mitigação de risco.

4. FICHA DE INSPEÇÃO - ABNT NBR 9452:2023

Ficha de Inspeção - ABNT NBR 9452:2023 – Ponte Três Irmãos	
Inspeção Cadastral (ano): Não possui histórico.	OAE Código: Não tem.
Jurisdição: Prefeitura Mun. Formiga.	Data da inspeção: 02 de fevereiro 2026.
Inspetor responsável: Anderson Costa Couto – Eng. Civil	
Parte I - Cadastro	
A - Identificação e localização	
Via: Urbana	Sentido: Bairro - Centro
Obra: Ponte Três Irmãos	Localização: Rua Barão de Piumhi para Rua Bernardes Faria entre as transversais Av. Dr. Henrique Braga e Av. Rio Branco
Ano da construção: Sem Informação (provavelmente anterior a 1950)	Projetista: Sem Informação
Coordenada: -20°27'44.96" S -45°25'49.65" O	Município: Formiga/MG
Trem-tipo: TB 240 kn – TB 24tf. (provável)	Construtor: Sem Informação
Importância: Alta	Finalidade: Transposição de curso d'água (Rio Formiga).
B - Características da estrutura	
Comprimento total (m): 45,20 m.	Largura total (m): 6,00 m. (via) + 3,00 m. (balanço transversal e passarela) + 3,00 m. (balanço transversal e passarela) = 12,00 m.
	Largura útil (m): 11,60 m.
Tipologia estrutural (NBR 9452)	
Sistema construtivo: Código 1	
Natureza da transposição: Código 1	Material: Código 2.

Seção tipo:	
Longitudinal (superestrutura): Código 2.	Mesoestrutura: Código 4.
Transversal (superestrutura): Código 3	Infraestrutura: Código 6.

Características particulares	
Número de vãos: 3.	Comprimento do vão típico (m): Encontro 1 ao Pilar 1 13,32 m.; Pilar 1 ao Pilar 2 17,00 m.; Pilar 2 ao encontro 2 13,25 m.
Número de apoios: 2	Comprimento do maior vão (m): 17,00 m.
Número de pilares por apoio: 1. (pilar parede)	Altura dos pilares (m): 1,90 m. (livre)
Aparelhos de apoio (quantidade e tipo): N.A.	Juntas de dilatação (quantidade e tipo): N.A
Encontros: cortina com alas, sem laje de transição, junto ao passeio das avenidas.	
Outras peculiaridades: Passagem de pedestre construída posteriormente a Obra de Arte Especial (OAE), em estrutura metálica, por vigas longitudinais, com mão-francesa (metálica) apoiada em face menor dos apoios (pilares). Passagem de pedestre com largura transversal de 1,50 m. por todo comprimento da OAE, em ambos os lados. Balanço transversal aproveitado como complemento do passeio.	

C - Características funcionais	
Características planialtimétricas (informar se a região é plana, ondulada ou montanhosa, traçado em tangente ou curvo, esconsidade, rampa)	
Região plana. OAE com traçado reto.	
Características da pista	
Números de faixa: 1 faixa.	Largura da faixa (m): 6,00 m.
Acostamentos: N.A.	Largura do acostamento (m): N.A.
Refúgios: N.A.	Largura do refúgio (m): N.A.
Passeio, passarela de pedestre ou de manutenção: 2. Possui em cada lado.	Largura do passeio (m), passarela de pedestre ou de manutenção: 3,00 m. cada lado, 1,50 m. balanço transversal + 1,50 m. nova passarela em estrutura mista metal/concreto.
Barreira rígida: N.A.	Guarda-corpo: Tipo balaústre em concreto.
Pavimento: revestimento em pavimento poliédrico granítico.	Drenos: Drenagem superficial por sarjetas e boca de lobo. Quatro grelhas metálicas de 0,20 x 0,35 m. em cada lado da OAE.
Pingadeiras: não existe pingadeiras.	
Gabaritos:	
Gabarito vertical sob a OAE (m): N.A.	
Gabarito vertical sobre a OAE (m): N.A.	
Gabarito navegável da ponte (m): N.A. Altura (m):	Largura (m):

Tráfego	
Frequência de passagem de carga especial rodoviária: Por estar inserida na malha viária urbana da cidade de Formiga com ruas estreitas, é pouco provável a passagem de cargas especiais.	
Peso bruto total (PBT) máximo: Sem informação	
Carga máximo por eixo: Sem informação	
Volume médio diário (VMD): N.A.	Ano de referência do VMD: N.A.

Parte II – Registro de manifestações patológicas

A - Elementos estruturais (*Ver registro fotográfico*)

Superestrutura:

- Estado de fissuração importante nas longarinas VL1, VL2, VL3 e VL4. Colapso com rompimento de seção de concreto em diversos pontos, principalmente junto aos pilares P1 e P2 com semiologia de cisalhamento.
- Deformação severa, flecha excessiva, do estrado/tabuleiro e balanços transversais.
- Deformação severa, flecha excessiva, das 04 longarinas.
- Deformação severa, flecha excessiva, das vigas metálicas longitudinais das passarelas.
- Defeitos construtivos: Deformações das formas. Falhas superficiais e de concretagem (segregações).
- Armaduras expostas nas lajes inferiores próximo aos encontros, lajes em balanços transversais e longarinas.
- Deterioração por agentes agressivos e fogo.
- Desplacamentos do concreto nas 4 longarinas.
- Disgregação do concreto nas 4 longarinas.
- Desgaste do sistema de pintura.
- Carbonatação do concreto da OAE, atingindo a toda a espessura da camada de cobrimento.

Mesoestrutura:

- Desaprumo, deslocamento e desalinhamento do pilar P2.
- Estado de fissuração na base dos pilares.
- Deterioração por agentes agressivos e fogo.
- Desplacamentos do concreto.
- Segregação do concreto.
- Disgregação do concreto.
- Desgaste do sistema de pintura.

Infraestrutura:

- Recalque de fundação do pilar P2.
- Desaprumo, deslocamento e desalinhamento do bloco de coroamento de estacas do pilar P2.
- Defeitos construtivos com desalinhamento de formas.
- Desgaste profundo em alguns pontos dos blocos dos pilares.
- Desgaste por erosão e possível ataque por contaminantes proveniente da água (Sulfatos).
- Acúmulo de detritos, ocorrência de agentes agressivos.
- Distorção excessiva.

Aparelhos de apoio: • N.A.
Juntas de dilatação: • N.A.
Encontros: • Deslizamentos de taludes de encontro. • Armaduras expostas no encontro 1 e 2. • Corrosão de armaduras no encontro 1 e 2. • Deterioração por agentes agressivos e fogo no encontro 1 e 2. • Desplacamentos do concreto no encontro 1 e 2. • Quadro fissuratório generalizado no encontro 1 e 2 • Desgaste do sistema de pintura no encontro 1 e 2.
Taludes: Taludes confortes erosões entulhos e vegetação • Fuga, erosão e escorregamento de material do talude junto ao encontro 1 e 2.

B – Elementos da pista ou funcionais
Pavimento e/ou via permanente ferroviária: • Desgaste superficial, ondulações no pavimento em calçamento poliédrico granítico • Deficiência e/ou ausência de sinalização horizontal e vertical • Deformação excessiva com risco ao trânsito de veículos e pedestres.
Acostamento e refúgio: N.A.
Drenagem: • Deficiência no sistema de drenagem com condutos inexistentes em todos os 8 pontos/grelhas existentes.
Guarda – corpo: • Armaduras expostas. • Estado de fissuração em alguns pontos. • Desplacamentos do concreto. • Disgregação do concreto. • Desgaste do sistema de pintura.

Passagem de pedestres/Passeio:

- Desgaste profundo em alguns pontos.
- Desplacamentos do concreto.
- Deformação excessiva com risco ao trânsito de pedestres.
- Fissuras longitudinais e transversais.

Ciclovia:

- N.A.

Barreira rígida e /ou defesa metálica e/ou contratrilhos:

- N.A.

Iluminação:

- *Nenhum registro*

Sinalização:

- *Deficiência e/ou ausência de sinalização horizontal e vertical*

Pintura:

- *Desgaste do sistema de pintura por toda Obra de Arte Especial (OAE).*

C – Outros elementos:

Proteção de pilares: Não possui

Dolphins: Não possui

D – Características ambientais

Grau de agressividade Ambiental (conforme ABNT NBR 6118):

Fraca:

Moderada: X

Forte:

Muito forte:

Caracterização do curso d'água: aplicável: Sim X Não

Nome do curso d'água: Rio Formiga
Histórico de inundação no local da OAE: Sem informações
E – Informações complementares
Ano aproximado de construção anterior a 1950. Sinais de reforço nos pilares e bloco de coroamento de estacas; Relatos de estacas sendo de madeira. É altamente recomendado limitar o acesso de pessoas em condição de vulnerabilidade social sob a OAE.
F – Recomendações terapêuticas:
• Manutenção da interdição total da OAE; • Adoção de medidas emergenciais de segurança do entorno; • Elaboração de estudos técnicos complementares para definição de solução de substituição da obra, conforme viabilidade técnica e econômica. • Reconstrução.
Parte III – Classificação da OAE
Estrutural: Nota 0 – Condição Emergencial
Justificativas: <i>Há elementos estruturais principais (4 longarinas) colapsados junto ao pilar 2, tanto no vão entre P2 e Encontro 2, como no vão entre P2 e P1; junto ao pilar 1 no vão entre P1 e P2, pilar P2 com recalque de fundação importante, evoluindo para instabilidade da estrutura. Rompimento do concreto em pontos de altas tensões em elementos principal (flexo-cisalhamento). Ruptura de parte da armadura principal em longarinas. Deslocamento longitudinal e transversal de peças estruturais principais gerando excentricidades, fissuras, instabilidade e concentrações de tensões não previstas. É necessária a interdição total.</i>
Funcional: Nota 0 – Condição Emergencial
Justificativas: <i>A OAE não apresenta condições funcionais de utilização. A OAE deve ser interditada. A OAE não proporciona conforto e segurança a seus usuários, apresentado depressões, vãos excessivos entre o tabuleiro e o balanço transversal/passarela, saliência, guarda-corpo danificados. Passeio e guarda-corpo rompidos. Desnível no pavimento, na transição terrapleno x tabuleiro.</i>

Durabilidade: Nota – 0 Condição Emergencial

Justificativas:

A OAE se encontra em elevado grau de deterioração, gerando grave insuficiência estrutural e funcional, requerendo intervenção emergencial e total. Ruptura do concreto em pontos de altas tensões de compressão, flexão e cisalhamento.

5. CLASSIFICAÇÃO DA CONDIÇÃO DA OAE (conforme item 5 da ABNT NBR 9452:2023)

5.1. Parâmetros estruturais

Os **parâmetros estruturais** são aqueles relacionados à **segurança estrutural da OAE**, abrangendo aspectos de estabilidade, capacidade portante e atendimento aos estados-limite últimos e de utilização.

Conforme a ABNT NBR 9452:2023, esses parâmetros devem receber **prioridade na análise**, especialmente quando há indícios visuais de desempenho estrutural anômalo, podendo demandar intervenções imediatas ou monitoramento contínuo.

A inspeção considerou a severidade das manifestações e os elementos estruturais prioritários, como apoios, longarinas, balanços e tabuleiros.

5.2. Parâmetros funcionais

Os **parâmetros funcionais** referem-se à **capacidade da OAE de atender adequadamente à sua finalidade**, considerando aspectos como:

- geometria compatível com o tráfego;
- condições de rolamento;
- presença e integridade de guarda-corpos;
- segurança e conforto dos usuários;
- sinalização e dispositivos auxiliares.

A avaliação funcional deve considerar o tipo de via e o perfil de usuários, conforme diretrizes da norma.

5.3. Parâmetros de durabilidade

Os **parâmetros de durabilidade** dizem respeito às características da OAE associadas à sua **vida útil**, considerando a resistência da estrutura aos agentes ambientais agressivos.

Incluem-se, entre outros aspectos:

- presença de fissurações que permitam infiltrações;
- carbonatação do concreto;
- corrosão de armaduras;
- ausência ou deficiência de cobrimento;
- processos de erosão, lixiviação ou desgaste superficial.

A relevância dessas manifestações deve ser analisada em conjunto com a **agressividade ambiental**, visando inferir a velocidade de deterioração da estrutura.

5.4. Nota de classificação da OAE

A **classificação da condição da OAE** consiste na atribuição de uma **nota de 0 a 5**, associada às condições **estrutural, funcional e de durabilidade**, conforme estabelecido na **Tabela 1 da ABNT NBR 9452:2023**, podendo enquadrar-se nas categorias:

- Excelente (5)
- Boa (4)
- Regular (3)
- Ruim (2)
- Crítica (1)
- Emergencial (0)

A nota final reflete a **gravidade dos problemas detectados**, subsidiando a definição de prioridades de intervenção, necessidade de restrições operacionais e recomendações técnicas.

5.5 Tabela classificação da condição da OAE (conforme ABNT NBR 9452:2023 – Item 5)

Tabela 1 Classificação da condição da OAE – Ponte Três Irmãos

Parâmetro	Superestrutura	Mesoestrutura	Infraestrutura	Elementos complementares		Pista	Nota Final
				Estrutura	Encontro		
Estrutural	0	1	1	1	2	1	0
Funcional	0	NA	NA	1	2	2	0
Durabilidade	0	1	1	2	1	1	0

5.5.1 Classificação Estrutural

Nota 0 – Condição Emergencial

Justificativa técnica

Foram identificados **danos graves em elementos estruturais principais**, destacando-se:

- **Colapso das quatro vigas longarinas junto ao pilar 2, tanto no vão entre P2 e Encontro 2, como no vão entre P2 e P1; junto ao pilar 1 no vão entre P1 e P2;**
- **Recalque de fundação significativo no pilar P2, com evolução para instabilidade global da estrutura;**
- **Rompimento do concreto em regiões de altas tensões, em elementos estruturais principais (vigas longarinas);**
- **Ruptura parcial da armadura principal das vigas longarinas, comprometendo a capacidade resistente;**

- **Deslocamento de elementos estruturais principais**, gerando **excentricidades não previstas em projeto**, fissuração generalizada, redistribuição inadequada de esforços e **concentrações de tensões críticas**.

O conjunto dessas condições caracteriza **grave insuficiência estrutural**, com **risco iminente de colapso**, enquadrando a OAE na **condição emergencial**, conforme critérios da **ABNT NBR 9452:2023**.

É necessária a interdição total e imediata da OAE.

5.5.2 Classificação Funcional

Nota 0 – Condição Emergencial

Justificativa técnica

A OAE **não apresenta condições funcionais mínimas de utilização**, observando-se:

- **Impossibilidade de uso seguro da estrutura** por veículos e pedestres;
- **Ausência de conforto e segurança aos usuários**;
- **Depressões acentuadas e vãos excessivos** entre o tabuleiro e o balanço transversal/passarela;
- **Saliências pronunciadas**, representando risco direto aos usuários;
- **Guarda-corpos danificados**, comprometendo a segurança lateral.

Diante do cenário identificado, a OAE **deve permanecer interditada**, não atendendo aos requisitos funcionais definidos na norma.

5.5.3 Classificação de Durabilidade

Nota 0 – Condição Emergencial

Justificativa técnica

A estrutura apresenta **elevado grau de deterioração**, evidenciado por:

- **Insuficiência grave da durabilidade**, com comprometimento direto da segurança estrutural e funcional;
- **Armaduras passivas expostas em elementos estruturais principais**, indicando perda do cobrimento e do ambiente alcalino de proteção;
- Condições favoráveis à **evolução acelerada de processos corrosivos**, agravadas por ataques de agentes agressivos ao concreto e armaduras.

O estado atual da estrutura exige **intervenção emergencial e de caráter total**, conforme preconiza a ABNT NBR 9452:2023 para notas de classificação 0.

5.5.4 Síntese conclusiva da classificação

Com base na análise dos **parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade**, a Obra de Arte Especial (OAE) **Ponte Três Irmãos** foi classificada com **NOTA FINAL 0 – CONDIÇÃO EMERGENCIAL**, demandando:

- **Interdição total e imediata da OAE**;
- Adoção de **medidas emergenciais de segurança**;
- Elaboração de **estudos técnicos complementares** para definição de **solução de substituição da obra**, conforme viabilidade técnica e econômica.

6. FUNDAMENTAÇÃO

Este trabalho será orientado, sem se limitar a estas, basicamente pelas normas técnicas de referências para inspeção de OAE's, citados no item 12. **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

6.1 Parâmetros de projeto

Pela idade da edificação, a norma técnica vigente à época era a NB-1, atualmente NBR 6118:2023. Naquela época não preconizava por critérios de durabilidade e vida útil, considerando baixas espessuras de cobrimento nominal de concreto sobre o aço.

De acordo com Helene (2014), a vida útil da estrutura depende tanto do desempenho dos elementos e componentes estruturais propriamente ditos, quanto dos demais componentes e partes da obra. Estes elementos e componentes incorporados à estrutura, tais como drenos, **juntas, aparelhos de apoio, instalações, pingadeiras, impermeabilizações, revestimentos, drenagem e outros**, possuem geralmente vida útil mais curta que a do concreto, o que **exige previsões adequadas para suas substituições e manutenções**, uma vez que ali estão para proteger a estrutura de concreto.

A atual NBR 6.118:2023 *Projeto de Estruturas de Concreto*, estabelece os requisitos básicos exigíveis para o projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido. Segue alguns trechos inerentes ao caso em comento para ilustrar a importância destes parâmetros:

ABNT NBR 6.118:2023

5 Requisitos gerais de qualidade da estrutura e avaliação da conformidade do projeto

5.1 Requisitos de qualidade da estrutura

5.1.1 Condições gerais

As estruturas de concreto devem atender aos requisitos mínimos de qualidade classificados em 5.1.2, durante sua construção e serviço, (...).

5.1.2 Classificação dos requisitos de qualidade da estrutura

Os requisitos de qualidade de uma estrutura de concreto são classificados, para efeito desta Norma, em três grupos distintos, relacionados em 5.1.2.1 a 5.1.2.3.

5.1.2.1 Capacidade resistente

Consiste basicamente na segurança à ruptura.

5.1.2.2 Desempenho em serviço

Consiste na capacidade de a estrutura manter-se em condições plenas de utilização, não devendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada.

5.1.2.3 Durabilidade

Consiste na capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto.

6 Diretrizes para durabilidade das estruturas de concreto

6.1 Exigências de durabilidade

As estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas conforme preconizado em projeto, conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o prazo correspondente à sua vida útil. (grifo nosso)

6.2 Vida útil de projeto

6.2.1 Por vida útil de projeto, entende-se o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, sem intervenções significativas, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor, conforme 7.8 e 25.3, bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais.

6.3 Mecanismos de envelhecimento e deterioração

6.3.1 Generalidades

6.3.2 Mecanismos preponderantes de deterioração relativos ao concreto

6.3.3 Mecanismos preponderantes de deterioração relativos à armadura

6.3.3.1 Despassivação por carbonatação

É a despassivação por carbonatação, ou seja, por ação do gás carbônico da atmosfera sobre o aço da armadura. As medidas preventivas consistem em dificultar o ingresso dos agentes agressivos ao interior do concreto. O cobrimento das armaduras e o controle da fissuração minimizam este efeito, sendo recomendável um concreto de baixa porosidade. (nosso grifo)

7.4 Qualidade do concreto de cobrimento

7.4.1 Atendidas as demais condições estabelecidas nesta seção, a durabilidade das estruturas é altamente dependente das características do concreto e da espessura e qualidade do concreto do cobrimento da armadura. (nosso grifo)

Percebe-se que atualmente há uma preocupação com a durabilidade e vida útil das estruturas e são intimamente ligadas à **espessura da camada de cobrimento da armadura**.

6.2 Mecanismos de envelhecimento e deterioração

Os mecanismos mais importantes e frequentes de envelhecimento e de deterioração das estruturas de concreto estão descritos nas normas ABNT NBR 6118 e NBR 12655 e listados a seguir.

Mecanismos preponderantes de deterioração relativos ao concreto:

- lixiviação (águas puras e ácidas);
- expansão (sulfatos, magnésio);
- expansão (reação álcali-agregado);
- reações deletérias (superficiais tipo eflorescências).

Mecanismos preponderantes de deterioração relativos à armadura:

- corrosão devida à carbonatação;
- corrosão por elevado teor de íon cloro (cloreto).

Mecanismos de deterioração da estrutura propriamente dita:

- ações mecânicas, movimentações de origem térmica, impactos, ações cíclicas (fadiga), deformação lenta (fluência), relaxação, e outros considerados em

qualquer norma ou código regional, nacional ou internacional, mas que não fazem parte de uma análise de vida útil e durabilidade tradicional.

Na *Tabela 2*, está apresentada uma visão geral dos principais mecanismos físico-químicos de deterioração das estruturas de concreto armado e protendido.

Tabela 2 Principais mecanismos de deterioração das estruturas de concreto. Fonte: Medeiros, Andrade e Helene (2011).

agressividade do ambiente		consequências sobre a estrutura	
natureza do processo	condições particulares	alterações iniciais na superfície do concreto	efeitos a longo prazo
carbonatação	UR 60% a 85%	imperceptível	redução do pH corrosão de armaduras fissuração superficial
lixiviação	atmosfera ácida, águas puras	eflorescências, manchas brancas	redução do pH corrosão de armaduras desagregação superficial
retração	umedecimento e secagem, ausência de cura UR baixa (< 50%)	fissuras	fissuração corrosão de armaduras
fuligem	partículas em suspensão na atmosfera urbana e industrial	manchas escuras	redução do pH corrosão de armaduras
fungos e mofo	temperaturas altas (>20°C e <50°C) com UR > 75%	manchas escuras e esverdeadas	redução do pH desagregação superficial corrosão de armaduras
concentração salina, Cl ⁻	atmosfera marinha e industrial	imperceptível	despassivação e corrosão de armaduras
sulfatos	esgoto e águas servidas	fissuras	expansão → fissuras desagregação do concreto corrosão de armaduras
álcali-agregado	composição do concreto umidade, UR > 95%	fissuras gel ao redor do agregado gráúdo	expansão → fissuras desagregação do concreto corrosão de armaduras

6.3 Agressividade ambiental

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2023), **a agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto**, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas de concreto.

Nos projetos das estruturas correntes, a agressividade ambiental pode ser classificada conceitualmente, de acordo com o apresentado na *Tabela 3*.

Tabela 3 Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Risco de deterioração da estrutura
I	fraca	insignificante
II	média	pequeno
III	forte	grande
IV	muito forte	elevado

A NBR 6118 (ABNT, 2023) traz ainda, parâmetros correspondentes entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal da armadura, com espessuras mínimas, demonstrada na *Tabela 4*.

Atenção deve ser dada aos elementos estruturais em contato com o solo, conforme alínea “d”.

Tabela 4 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal NBR 6118/2023 (Tabela 7.2.). Fonte: ABNT NBR 6118:2023

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

6.4 Vida útil

Tomando como referência o CEB / FIP Model Code (1990), por **vida útil entende-se o período de tempo no qual a estrutura é capaz de desempenhar as funções para as quais foi projetada sem necessidade de intervenções não previstas**, ou seja, as operações de manutenção previstas e especificadas ainda na fase de projeto, fazem parte do período total de tempo durante o qual se admite que a estrutura está cumprindo bem sua função.

O modelo clássico de vida útil das estruturas de concreto foi proposto por Tuutti em 1982. A partir desse modelo, Helene propôs em 1993, a conceituação e definição objetiva de vida útil, mostrando que podem ser distinguidas pelo menos três situações e suas correspondentes vidas úteis, apresentadas na XX, que contempla o fenômeno da corrosão de armaduras por ser o mais frequente, o mais importante e mais conhecido cientificamente, mas que como modelo conceitual aplica-se a todos os mecanismos de deterioração. Podem ser definidas as seguintes “vidas úteis”:

a) Período de tempo que vai até a despassivação da armadura, normalmente denominado de período de iniciação. A esse período de tempo pode-se associar a chamada **vida útil de projeto**. Normalmente corresponde ao período de tempo necessário para que a frente de carbonatação ou a frente de cloretos atinja a armadura. O fato da região carbonatada ou de um certo nível de cloretos atingir a armadura e teoricamente despassivá-la, não significa que necessariamente a partir desse momento haverá corrosão importante, apesar de que em geral ela ocorre. Esse período de tempo, no entanto, é o período que deve ser adotado no projeto da estrutura, a favor da segurança;

b) Período de tempo que vai até o momento em que aparecem manchas na superfície do concreto, ou ocorrem fissuras no concreto de cobrimento, ou ainda quando há o destacamento do concreto de cobrimento. A esse período de tempo associa-se a chamada **vida útil de serviço ou de utilização**, muito variável de caso a caso pois em certos locais é inadmissível que uma estrutura de concreto apresente manchas de

corrosão ou fissuras. Em outros casos somente o início da queda de pedaços de concreto, colocando em risco a integridade de pessoas e bens, pode definir o momento a partir do qual deve-se considerar terminada a vida útil de serviço;

c) Período de tempo que vai até a ruptura ou colapso parcial ou total da estrutura. A esse período de tempo associa-se a chamada **vida útil última** ou total. Corresponde ao período de tempo no qual **há uma redução significativa da seção resistente da armadura ou uma perda importante da aderência armadura / concreto, acarretando o colapso parcial ou total da estrutura;**

d) Nessa modelagem foi introduzido ainda o conceito de **vida útil residual**, que corresponde ao período de tempo em que a estrutura ainda será capaz de desempenhar suas funções, contado neste caso a partir da data, qualquer, de uma vistoria. Essa vistoria e correspondente diagnóstico pode ser efetuado a qualquer instante da vida em uso da estrutura. O prazo final, neste caso, tanto pode ser o limite de projeto, o limite das condições de serviço, quanto o limite de ruptura, dando origem a três vida útil residual; uma mais curta contada até a despassivação da armadura, outra até o aparecimento de manchas, fissuras ou destacamento do concreto e outra longa contada **até a perda significativa da capacidade resistente do componente estrutural ou seu eventual colapso.**

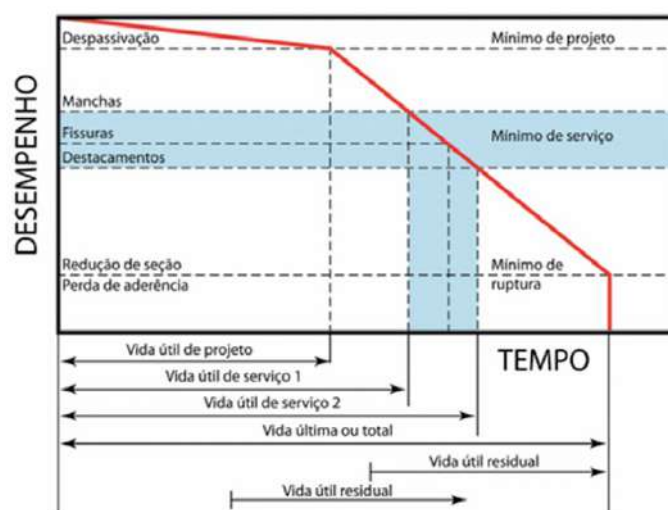


Imagem 91 Conceituação de vida útil das estruturas de concreto tomando-se por referência o fenômeno de corrosão das armaduras. Fonte: Helene, 1997.

A evolução do fenômeno da corrosão pode ser representada graficamente conforme indicado na *Imagem 92*, fazendo considerações sobre essas fases de deterioração ou melhor, de envelhecimento.

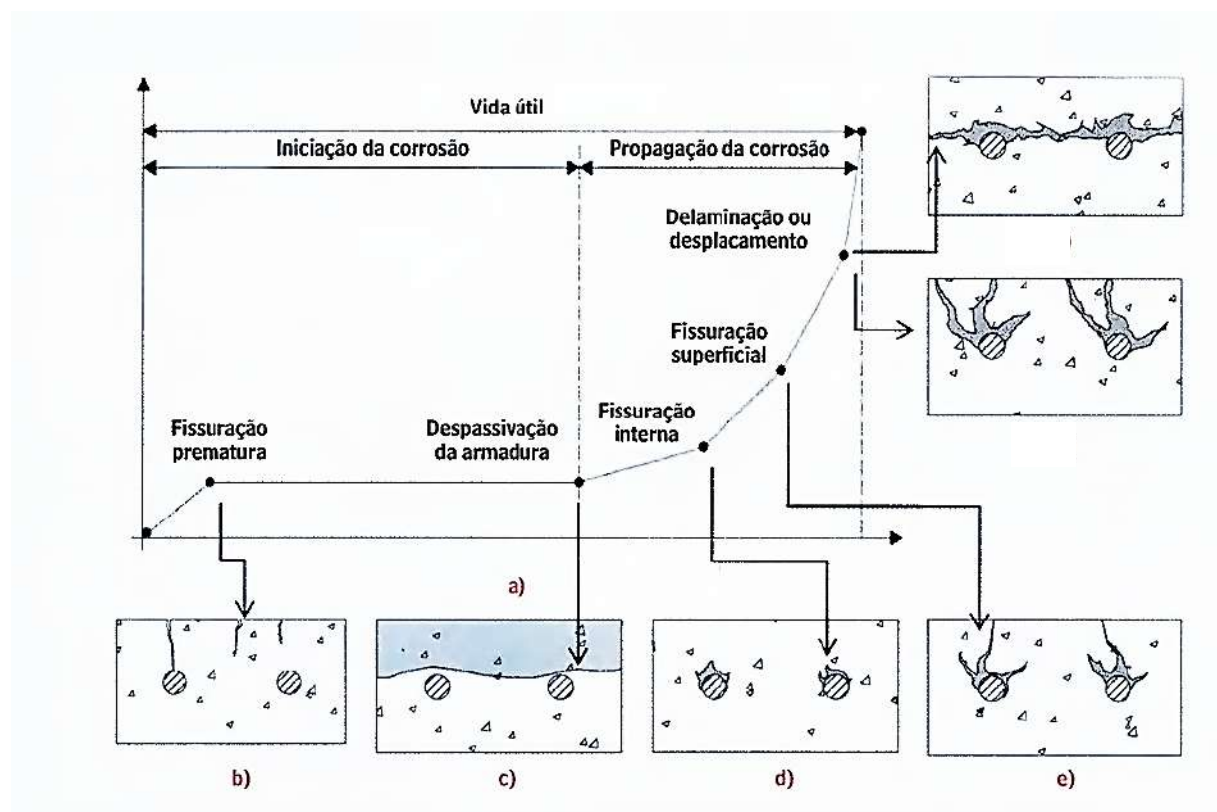


Imagem 92 Ilustração das alterações típicas dos elementos em estruturas de concreto armado. Fonte: Adaptado de CUSSEON et al., 2011 apud TECHNE, 2017)

6.5 Avaliação de estruturas existentes segundo NBR 7187:2021

6.5.1 Premissas para avaliação de estruturas existentes

A NBR 7187:2021 *Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto*, em seu Anexo D, traz premissas para avaliação de estruturas existentes, preconizando que devem ser acompanhadas por meio de inspeção e com periodicidade estipulada pela NBR 9452.

6.5.2 Estruturas com limitações estruturais identificadas

Nos casos críticos em que o reforço seja difícil, complexo ou mesmo pouco confiável, a solução pode ser demolir e reconstruir os elementos estruturais comprometidos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente **Parecer Técnico de Inspeção Extraordinária** foi elaborado no âmbito da parceria institucional entre o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais – CREA/MG e a Defesa Civil do Estado de Minas Gerais, tendo o profissional signatário sido acionado pelo CREA/MG, na condição de voluntário integrante do **Programa Rede Solidária Qualificada**, para atuação conjunta com a Defesa Civil Estadual.

Com base na Inspeção Extraordinária realizada na Ponte Três Irmãos, motivada por evento extremo de precipitação pluviométrica, e na análise integrada dos parâmetros **estrutural, funcional e de durabilidade**, conforme estabelecido no item 5 da **ABNT NBR 9452:2023**, conclui-se que a referida Obra de Arte Especial (OAE) encontra-se classificada na **NOTA 0 – CONDIÇÃO EMERGENCIAL**.

A estrutura apresenta **insuficiência estrutural grave**, caracterizada por colapsos localizados em elementos estruturais principais (vigas longarinas), recalque (abatimento/movimentação) significativos em apoio (pilar P2), rupturas de concreto e armaduras em regiões críticas, deslocamentos estruturais com geração de excentricidades não previstas em projeto e redistribuições inadequadas de esforços. Esse conjunto de manifestações configura **risco iminente de colapso progressivo e/ou localizado**, incompatível com a manutenção da estabilidade global da estrutura.

Do ponto de vista do **diagnóstico estrutural e do nexos causal**, verifica-se que o **recalque imediato de corpo rígido significativo do pilar P2 constitui a causa raiz do processo de instabilização da OAE**, tendo provocado alteração substancial no esquema estático e no caminho de cargas originalmente concebido. Tal condição resultou em incremento anômalo e não previsto dos esforços internos, especialmente **nas regiões próximas aos apoios**, conduzindo à **superação da capacidade resistente dos elementos estruturais submetidos a esforços combinados de flexão e cisalhamento**. A semiologia observada, caracterizada por **fissuração inclinada do tipo brecha, ruptura frágil do concreto e rompimento de armaduras**, é compatível com **mecanismo de colapso por flexo-cisalhamento**, não suportado pela estrutura nas

condições atuais. Esse mecanismo foi **significativamente agravado pelo evento extremo de cheia do Rio Formiga**, que intensificou processos hidrodinâmicos, erosivos e provável instabilização do solo de fundação e das estacas, acelerando o recalque do apoio P2 e a progressão do colapso estrutural.

Sob o aspecto **funcional**, a OAE **não reúne condições mínimas de uso seguro**, não assegurando conforto, estabilidade ou segurança aos usuários, sendo tecnicamente incompatível com qualquer forma de liberação parcial, condicionada ou provisória ao tráfego, independentemente de restrições operacionais.

No que se refere à **durabilidade**, observa-se **elevado grau de deterioração**, com armaduras passivas expostas em elementos estruturais principais, perda significativa de cobrimento, comprometimento do ambiente alcalino de proteção do aço e condições altamente favoráveis à evolução acelerada de processos corrosivos, agravados pela ação direta do evento hidrológico extremo que motivou a inspeção.

Diante do quadro estrutural diagnosticado, conclui-se que a **manutenção da Obra de Arte Especial (OAE) em operação é tecnicamente inviável**, em razão do comprometimento severo e irreversível da capacidade resistente e da perda das condições mínimas de segurança estrutural. Assim, **recomenda-se a demolição técnica controlada da estrutura existente**, seguida de sua **substituição integral por nova Obra de Arte Especial**, a ser concebida, dimensionada e executada em conformidade com os requisitos normativos vigentes, de modo a restabelecer adequadamente as condições de **segurança, funcionalidade, durabilidade e vida útil**.

Nesse contexto, conclui-se, que **não há viabilidade técnica, econômica ou financeira** para a adoção de intervenções de recuperação, reforço ou reabilitação da estrutura existente, uma vez que tais soluções não seriam capazes de restituir níveis aceitáveis de desempenho estrutural, tampouco garantir segurança aos usuários ao longo de sua vida útil remanescente. Essas alternativas configuram-se, portanto, como **tecnicamente inadequadas e economicamente injustificáveis**, considerando-se que:

- os danos atingem **elementos estruturais principais**, essenciais à estabilidade global da OAE;
- as intervenções necessárias teriam caráter **extensivo, profundo, de alta complexidade executiva e elevado custo**;
- não há **garantia técnica de restabelecimento adequado da segurança estrutural, da vida útil ou do desempenho**, mesmo após intervenções de grande porte;
- o custo estimado de eventuais intervenções tenderia a **se aproximar ou superar o custo de reconstrução integral**, sem alcançar níveis equivalentes de confiabilidade estrutural e durabilidade, principalmente considerando estacas de fundação em madeira.

Dessa forma, recomenda-se a **reconstrução integral da Obra de Arte Especial**, precedida, obrigatoriamente, de:

- **manutenção da interdição total da OAE**, como medida indispensável à preservação da segurança pública;
- **demolição técnica controlada**, a ser definida em projeto específico, com avaliação dos riscos associados;
- **elaboração de novos projetos estruturais, hidráulicos e geotécnicos**, compatíveis com as condições atuais de solicitação, agressividade ambiental e critérios normativos vigentes;
- **implantação de nova OAE** que atenda integralmente aos requisitos de segurança estrutural, funcionalidade, durabilidade e vida útil estabelecidos pelas normas técnicas aplicáveis.

As conclusões aqui apresentadas fundamentam-se nos critérios normativos da **ABNT NBR 9452:2023**, nos resultados da inspeção visual e tátil realizada em campo e refletem a **condição crítica, emergencial e irreversível** da estrutura existente.

8. RECOMENDAÇÕES EMERGENCIAIS

(Curto prazo – atuação integrada com Defesa Civil / CREA-MG)

Em função da **classificação da OAE como NOTA 0 – CONDIÇÃO EMERGENCIAL**, conforme **ABNT NBR 9452:2023**, e considerando o contexto de **atuação conjunta entre o CREA/MG e a Defesa Civil do Estado de Minas Gerais**, recomenda-se a adoção **imediata** das seguintes medidas:

a) Medidas de proteção à vida e à segurança pública

- **Manutenção da interdição total da Ponte Três Irmãos**, impedindo qualquer tipo de tráfego;
- **Isolamento físico rigoroso da área**, com barreiras, sinalização ostensiva e controle de acesso;
- **Acompanhamento permanente pela Defesa Civil**, no âmbito de suas atribuições legais;
- Implantação e manutenção de **rotas alternativas**, quando existentes, com apoio dos órgãos competentes.

b) Medidas institucionais e administrativas

- Ciência formal do **órgão gestor/proprietário da OAE**, quanto à condição emergencial e às conclusões deste parecer;
- Utilização do presente parecer como **subsídio técnico oficial** às ações da **Defesa Civil Estadual**, no âmbito da gestão de riscos e desastres;
- Encaminhamento às instâncias administrativas competentes para início dos procedimentos de **demolição e reconstrução da OAE**.

c) Medidas técnicas

- **Vedação expressa a intervenções paliativas, escoramentos ou reforços emergenciais**, por não eliminarem o risco identificado;
- Início dos trâmites técnicos e administrativos para **demolição técnica controlada e reconstrução integral da obra**.

9. CLÁUSULA ESPECÍFICA – DEFESA CIVIL DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Este Parecer Técnico foi elaborado no âmbito da **parceria entre o CREA/MG e a Defesa Civil do Estado de Minas Gerais**, com atuação do engenheiro signatário como **voluntário do Programa Rede Solidária Qualificada**, em apoio técnico às ações da Defesa Civil Estadual.

Considerando a **classificação da Obra de Arte Especial (OAE) Ponte Três Irmãos como NOTA 0 – CONDIÇÃO EMERGENCIAL**, e a constatação de **risco iminente à segurança da população**, recomenda-se:

- a **manutenção da interdição total da OAE**, como medida essencial de proteção à vida;
- a **adoção imediata das providências cabíveis pela Defesa Civil**, no exercício de suas competências legais;
- a utilização deste parecer como **documento técnico de referência** para embasar decisões administrativas, preventivas e corretivas.

A eventual postergação ou omissão na adoção das medidas recomendadas poderá resultar em **agravamento do risco**, expondo a população a perigo iminente.

10. RESPONSABILIDADES TÉCNICAS

O presente Parecer Técnico foi elaborado por profissional legalmente habilitado, **acionado pelo CREA/MG**, na condição de **voluntário integrante do Programa Rede Solidária Qualificada**, para atuação **em apoio técnico à Defesa Civil do Estado de Minas Gerais**.

As conclusões refletem as condições observadas no momento da inspeção e limitam-se ao escopo técnico definido, não substituindo projetos executivos ou estudos aprofundados eventualmente necessários em fases posteriores.

11. ENCERRAMENTO

O presente Parecer Técnico de Inspeção Extraordinária foi elaborado com base nas condições observadas durante a vistoria realizada, no contexto da atuação conjunta entre o CREA/MG e a Defesa Civil do Estado de Minas Gerais, no âmbito do **Programa Rede Solidária Qualificada**.

As conclusões e recomendações aqui apresentadas refletem, de forma fiel e tecnicamente fundamentada, o estado da Obra de Arte Especial na data da inspeção, tendo como objetivo principal a preservação da segurança pública e o apoio à tomada de decisão pelos órgãos competentes.

Para os efeitos legais, este trabalho está registrado sobre a Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do CREA-MG (ANEXO I) Nº MG20264667967.

Encerrados os trabalhos, foi redigido e impresso o presente Parecer Técnico, que se compõe de 92 (noventa e duas) páginas escritas de um só lado, mais 01 (um) Anexo-ART e 01 (um) Apêndice, tendo sido então todas rubricadas, com exceção desta, que vai datada e assinada.

Nada mais havendo a relatar, encerra-se o presente parecer, que segue assinado pelo responsável técnico.

Formiga/MG, 08 de fevereiro de 2026.

Anderson Costa Couto

Voluntário – Programa Rede Solidária Qualificada
Atuação em apoio à Defesa Civil do Estado de Minas Gerais
Engenheiro Civil, Esp.

Especialista em Patologias das Construções – Diagnóstico e Tratamentos
CREA/MG-CONFEA: 1419503847

Inspetor de Pontes, Perito de Engenharia, Professor de Patologia das Construções
Engenheiro Perito da AJ do TJMG, TRF6 e MPMG

Membro da Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y
Recuperación de la Construcción – **ALCONPAT/INTERNACIONAL**

Membro da Associação Brasileira de Patologia das Construções – **ALCONPAT/BRASIL**

Membro do Instituto Brasileiro do Concreto – **IBRACON**: 13302219206

Membro do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – **IBAPE/MG**:
1197

Membro 202 e Embaixador da **ADPAT** em Minas Gerais
Diretor da AMPEA Associação Médio Paraopebana de Engenharia e Agronomia
Inspetor do CREA/MG

contato@edap.eng.br +55 31 2010-0266 / 97101-0134

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13752: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2023;

____ NBR 6118: Projeto e Execução de obras de concreto armado. Rio de Janeiro, 1978;

____ NBR 7187: Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto. Rio de Janeiro, 2021;

____ NBR 7584: Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetros de reflexão. Rio de Janeiro, 2012.

____ NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas. Rio de Janeiro, 2025;

____ NBR 8802: Concreto endurecido – determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica. Rio de Janeiro, 2019;

____ NBR 9204: Concreto endurecido – Determinação da resistividade elétrico-volumétrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012;

____ NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas – Procedimento. Rio de Janeiro, 2023.

____ NBR 14931: Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras Requisitos. Rio de Janeiro, 2023

ACI 228.2R-13,98 Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures – Reported by ACI Committee 228;

ASTM C 597 – 02 – Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete;

ASTM C 876. Standard Method for Half-cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete;

ASTM C42. Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete;

British Standard – BS 1881: Part 203: 1986 – Recommendations for measurement of velocity of ultrasonic pulses in concrete;

BS 1881-201:1986. Testing concrete – Part 201: Guide to the use of non-destructive methods of test for hardened concrete;

COMITE EURO-INTERNATIONAL du BETON. CEB-FIP Model Code 1990: final draft. Lausanne, 1991. (Bulletin d'Information, 205)

GOMIDE, Tito; GULLO, Marco, FAGUNDES NETO, Jerônimo, Engenharia Diagnóstica em Edificações, ed. Pini. São Paulo, 2009

Guidebook on non-destructive testing of concrete structures” da International Atomic Energy Agency.

IBAPE – INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA CIVIL. Norma de inspeção predial nacional. São Paulo, 2012.

INSTITUTO DE ENGENHARIA. DT 001/14 DTPC Diretrizes técnicas de engenharia diagnóstica em edificações. São Paulo, 2014.

IS 13311-1 (1992): Method of Non-destructive testing of concrete, Part 1: Ultrasonic pulse velocity [CED 2: Cement and Concrete];

Test methods for on-site measurement of resistivity of concrete – a RILEM TC-154 technical recommendation;

APÊNDICE I – RESULTADOS DE ENSAIO DE ESCLEROMETRIA

Amostra: PILAR P1					Data do ensaio: 02/02/2026					
Índices Esclerométricos	Média	Limite Inferior	Limite Superior	Índices Esclerométricos Corrigido	Média Final (deve ter mais de 5 dados válidos)	Média de correção do fabricante de acordo com a posição (ângulo) do ensaio	Índice Esclerométrico Médio (IE)	Coefficiente de correção do índice esclerométrico (afiação do equipamento) (K)	Coefficiente de correção - carbonatação	Índice Esclerométrico Médio Efetivo (I _{ea})
1	32,00	35,06	31,56	1	32	34,08	34,17	0,9975	0,9500	32,38
2	32,00			2	32					
3	32,00			3	32					
4	34,00			4	34					
5	28,00			5	30					
6	37,00			6	37					
7	35,00			7	35					
8	32,00			8	32					
9	42,00			9	40					
10	35,00			10	35					
11	36,00			11	36					
12	35,00			12	35					
13	42,00			13	40					
14	33,00			14	33					
15	36,00			15	36					
16	40,00			16	40					

Amostra: VIGA LONGARINA VL1					Data do ensaio: 02/02/2026					
Índices Esclerométricos	Média	Limite Inferior	Limite Superior	Índices Esclerométricos Corrigido	Média Final (deve ter mais de 5 dados válidos)	Média de correção do fabricante de acordo com a posição (ângulo) do ensaio	Índice Esclerométrico Médio (IE)	Coefficiente de correção do índice esclerométrico (afiação do equipamento) (K)	Coefficiente de correção - carbonatação	Índice Esclerométrico Médio Efetivo (I _{ea})
1	32,00	41,06	36,96	1	30	38,88	38,97	0,9975	0,9500	36,93
2	46,00			2	40					
3	40,00			3	40					
4	32,00			4	40					
5	40,00			5	40					
6	38,00			6	38					
7	39,00			7	39					
8	37,00			8	37					
9	51,00			9	40					
10	52,00			10	40					
11	52,00			11	40					
12	47,00			12	40					
13	39,00			13	39					
14	40,00			14	40					
15	34,00			15	40					
16	38,00			16	38					

Amostra: VIGA LONGARINA VL2					Data do ensaio: 02/02/2026					
Índices Esclerométricos	Média	Limite Inferior	Limite Superior	Índices Esclerométricos Corrigido	Média Final (deve ter mais de 5 dados válidos)	Média de correção do fabricante de acordo com a posição (ângulo) do ensaio	Índice Esclerométrico Médio (IE)	Coefficiente de correção do índice esclerométrico (afiação do equipamento) (K)	Coefficiente de correção - carbonatação	Índice Esclerométrico Médio Efetivo (I _{ea})
1	43,00	40,50	36,45	1	43	41,00	41,10	0,9975	0,9500	38,95
2	49,00			2	40					
3	34,00			3	40					
4	38,00			4	38					
5	42,00			5	42					
6	39,00			6	39					
7	38,00			7	38					
8	40,00			8	40					
9	41,00			9	41					
10	32,00			10	40					
11	42,00			11	42					
12	44,00			12	44					
13	40,00			13	40					
14	40,00			14	40					
15	44,00			15	44					
16	42,00			16	42					

Amostra: VIGA LONGARINA VL3					Data do ensaio: 02/02/2026					
Índices Esclerométricos	Média	Limite Inferior	Limite Superior	Índices Esclerométricos Corrigido	Média Final (deve ter mais de 5 dados válidos)	Média de correção do fabricante de acordo com a posição (ângulo) do ensaio	Índice Esclerométrico Médio (IE)	Coefficiente de correção do índice esclerométrico (afiação do equipamento) (K)	Coefficiente de correção - carbonatação	Índice Esclerométrico Médio Efetivo (I _{ea})
1	35,00	38,50	34,65	1	35	38,33	38,43	0,9975	0,9500	36,42
2	43,00			2	36					
3	36,00			3	36					
4	36,00			4	36					
5	42,00			5	42					
6	39,00			6	39					
7	42,00			7	42					
8	36,00			8	36					
9	40,00			9	40					
10	39,00			10	39					
11	46,00			11	40					
12	38,00			12	38					
13	39,00			13	39					
14	34,00			14	40					
15	38,00			15	38					
16	33,00			16	40					

Amostra: VIGA LONGARINA VL4				Data do ensaio: 02/02/2026						
Índices Esclerométricos	Média	Limite Inferior	Limite Superior	Índices Esclerométricos Corrigido	Média Final (deve ter mais de 5 dados válidos)	Média de correção do fabricante de acordo com a posição (ângulo) do ensaio	Índice Esclerométrico Médio (IE)	Coefficiente de correção do índice esclerométrico (afinação do equipamento) (K)	Coefficiente de correção - carbonatação	Índice Esclerométrico Médio Efetivo (IEα)
1	34,00	40,94	36,84	1 0	41,29	1,0025	41,39	0,9975	0,9500	39,22
2	65,00			2 0						
3	34,00			3 0						
4	32,00			4 0						
5	32,00			5 0						
6	34,00			6 0						
7	38,00			7 38						
8	33,00			8 0						
9	42,00			9 42						
10	42,00			10 42						
11	39,00			11 39						
12	52,00			12 0						
13	43,00			13 43						
14	50,00			14 0						
15	42,00			15 42						
16	43,00			16 43						

Amostra: ENCONTRO 2 (CORTINA)				Data do ensaio: 02/02/2026						
Índices Esclerométricos	Média	Limite Inferior	Limite Superior	Índices Esclerométricos Corrigido	Média Final (deve ter mais de 5 dados válidos)	Média de correção do fabricante de acordo com a posição (ângulo) do ensaio	Índice Esclerométrico Médio (IE)	Coefficiente de correção do índice esclerométrico (afinação do equipamento) (K)	Coefficiente de correção - carbonatação	Índice Esclerométrico Médio Efetivo (IEα)
1	42,00	37,81	34,03	1 0	38,13	1,0025	38,22	0,9975	0,9500	36,22
2	42,00			2 0						
3	38,00			3 38						
4	50,00			4 0						
5	40,00			5 40						
6	40,00			6 40						
7	41,00			7 41						
8	42,00			8 0						
9	32,00			9 0						
10	38,00			10 38						
11	35,00			11 35						
12	37,00			12 37						
13	32,00			13 0						
14	30,00			14 0						
15	36,00			15 36						
16	30,00			16 0						

RESULTADOS					
Elemento	Índice Esclerométrico Médio Efetivo (IEα) (Mpa)	Média Índice Esclerométrico Médio Efetivo (IEα) (Mpa)	Qualidade da cobertura do concreto	Desvio Padrão (σ)	Coef. Variação (%)
P2	32,38	36,69	SATISFATÓRIA	2,5	6,73
VL1	36,93		SATISFATÓRIA		
VL2	38,95		SATISFATÓRIA		
VL3	36,42		SATISFATÓRIA		
VL4	39,22		SATISFATÓRIA		
ENCONTRO 2	36,22		SATISFATÓRIA		

Média (IE)	Qualidade da cobertura do concreto
> 40	Boa, superfície dura
30 -40	Satisfatória
20 -30	Ruim
< 20	Fissuras/ Concreto solto junto à superfície

(MORAES FILHO, 2011)

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Nº: 28355/25
DATA: 21/04/2025
OS: 021503160010
REV: 00

CONDIÇÕES AMBIENTAIS			
Temperatura ambiente - (° C) :	22,1	Umidade relativa - (%) :	57
		Altitude local - (m) :	880
DADOS DO CLIENTE			
CLIENTE:	EDAP ENGENHARIA DIAGNOSTICA PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES E PERÍCIAS LTDA		
ENDEREÇO:	RUA B, 348 - QUINTAS DO BRUMADO - BRUMADINHO - MG		
CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO CALIBRADO			
EQUIPAMENTO:	ESCLERÔMETRO ANALÓGICO	ESCALA SUPERIOR:	10 a 100 N/mm²
MARCA:	MC	DIVISÃO:	2 N/mm²
IDENTIFICAÇÃO:		ESCALA INFERIOR:	10 a 100 N/mm²
Nº DE SÉRIE:	1020025	DIVISÃO:	1 N/mm²

PROCEDIMENTOS
Foram adotados procedimentos e instruções internas para determinação dos padrões utilizados, seguindo recomendações da norma ABNT NBR 7584 - Concreto endurecido - Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão - Método de ensaio.

EQUIPAMENTO			Dureza (HBN)			CALIBRAÇÃO		DATA
BIGORNA DE AÇO STANDARD TESTING ANVIL BQ-01 Nº 7547/2024			150,0			SENAI ITAÚNA		27/08/2024
RESULTADO DA CALIBRAÇÃO								
Número de Impactos (Posição→)	Índice esclerométrico individual (N/mm²) (Posição→)	Verificação (Posição→)	Número de Impactos (Posição↓)	Índice esclerométrico individual (N/mm²) (Posição↓)	Verificação (Posição↓)	Número de Impactos (Posição↑)	Índice esclerométrico individual (N/mm²) (Posição↑)	Verificação (Posição↑)
1ª	80	CONFORME	1ª	80	CONFORME	1ª	79	CONFORME
2ª	80	CONFORME	2ª	79	CONFORME	2ª	79	CONFORME
3ª	81	CONFORME	3ª	80	CONFORME	3ª	80	CONFORME
4ª	81	CONFORME	4ª	79	CONFORME	4ª	80	CONFORME
5ª	79	CONFORME	5ª	79	CONFORME	5ª	81	CONFORME
6ª	80	CONFORME	6ª	80	CONFORME	6ª	80	CONFORME
7ª	79	CONFORME	7ª	79	CONFORME	7ª	79	CONFORME
8ª	80	CONFORME	8ª	81	CONFORME	8ª	80	CONFORME
9ª	79	CONFORME	9ª	79	CONFORME	9ª	80	CONFORME
10ª	79	CONFORME	10ª	80	CONFORME	10ª	81	CONFORME
Índice esclerométrico médio (N/mm²):		79,8	Índice esclerométrico médio (N/mm²):		79,6	Índice esclerométrico médio (N/mm²):		79,9
Soma do número de Impactos (N/mm²):		798	Soma do número de Impactos (N/mm²):		798	Soma do número de Impactos (N/mm²):		799
(K) Coeficiente de correção:		1,0025	(K) Coeficiente de correção:		1,0050	(K) Coeficiente de correção:		1,0013



NOTA:	
1 - QUANDO O ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO MÉDIO FOR MENOR QUE 75, O ESCLERÔMETRO NÃO PODE SER EMPREGADO, DEVENDO ENTÃO SER CALIBRADO.	
2 - NENHUM ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO INDIVIDUAL OBTIDO ENTRE OS 10 IMPACTOS DEVE DIFERIR DO ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO MÉDIO DE ± 3. QUANDO ISSO OCORRER, O ESCLERÔMETRO NÃO PODE SER EMPREGADO, DEVENDO ENTÃO, SER CALIBRADO.	
A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k = 2, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação - NORMA Nº NIT - R+D/CLA - 021 - REV 03/2007 - ANEXO EA-402.	
ENSAIOS QUE EXECUTAMOS	Ensaios rotineiros, ensaios especiais, estáticos e dinâmicos em solos naturais e estabilizados com cimento/calcestrado, asfalto, concreto, rejeito de mineração, escória de aciaria e alto forno. É o único em MG, Acreditado na ISO 17025 - Requisitos de Competências de laboratórios de ensaios e Calibração.
EQUIPAMENTOS QUE FABRICAMOS	Fábrica equipada com central de usinagem a torno CNC. Oferecemos serviços de manutenção e calibração para uma variedade de equipamentos. Somos a única empresa no Brasil com um Laboratório de Metrologia, especializado na calibração de Equipamentos de Solos, Asfalto, Concreto, Rejeito e Escória. Todos os nossos serviços são realizados com padrões rastreáveis a INMETRO.
INVESTIGAÇÕES QUE EXECUTAMOS	(1) Levantamento Deflectométrico - Possuímos três unidades FWD - Falling Weight deflectometer - (2) Irregularidade longitudinal (IR) (Perfilômetro a laser) - (3) Compactador Giratório Superpave.

Belo Horizonte, 21 abril, 2025

CSA
Cristiano Costa Moreira - CREA 61510-D - Diretor Técnico
Téc. Químico - Eng. Civil - Pós-graduado LS - Eng. Rodoviaria
Signatário Autorizado Acreditação ABNT-NBR ISO-IEC 17025
Consultor: Materiais - Processos e Serviços Geotécnicos

FFB
Técnico Felipe Borges de Oliveira
Laboratório de Metrologia

SOLOCAP - Avenida dos Apúdos, 99 - Alto dos Pinheiros - CEP : 30630-720
Belo Horizonte - MG - Fone : (31) 3047-7450 - E-mail: solocap@solocap.com.br / comercial@solocap.com.br



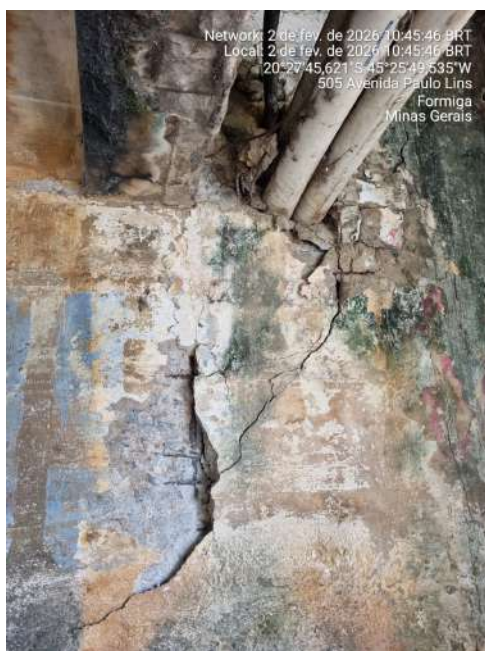
RELATÓRIO DE ATIVIDADES

Número : 0035626	Data Ocorrência : 02/02/2026 15:09:00	
Município : FORMIGA	Operador : 97181323687	
Ocorrência : DC11.1.1 / VISTORIAS TÉCNICAS	Alvo da Ocorrência : 20 / OUTROS (DISCRIMINAR NO HISTORICO)	
Cobrade : 3.0.0.0.0 / Outros (Discriminar no Histórico)		
Envolvidos :		
Nome da Operação :		
Endereço : RUA BARÃO DE PIMHI		Número : 121
Bairro : CENTRO	Estado : MINAS GERAIS	Cep : 35570-000
Referência : PONTE 3 IRMÃOS		
Descrição / Ações / Relatório : Na data de hoje, agentes da 7ª REDEC deslocaram-se ao município de Formiga, com a finalidade de apoiar a COMPDEC e o engenheiro Anderson Costa na perícia da Ponte Três Irmãos, danificada em decorrência de evento adverso ocorrido em 23/01. No local, constatou-se que o engenheiro Anderson Costa encontrava-se presente, realizando as vistorias técnicas, acompanhado pelo Coordenador Municipal de Defesa Civil. Em análise preliminar, o perito responsável indicou que, em princípio, a ponte deverá ser demolida para posterior construção de nova estrutura. Contudo, a medida depende da conclusão e emissão do laudo técnico definitivo, que confirmará ou não essa possibilidade.		

_____, ____ de _____ de ____.

Assinatura

Imagens Relacionadas



Copyright © 2012-2023 Gabinete Militar do Governador e Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Minas Gerais. Todos os direitos reservados.



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Gabinete Militar do Governador e Coordenadoria Estadual de Defesa Civil

Coordenadoria Estadual de Defesa Civil

Ofício GMG/CEDEC nº. 196/2026

Belo Horizonte, 12 de fevereiro de 2026.

Ao Senhor,

Adilson Angelo da Silva

Coordenador Municipal de Proteção e Defesa Civil – COMPDEC

Rua Barão de Piumhi, nº 92, 3º andar, Centro – CEP: 35570-128

Tel.: (37) 3329-1800 - e-mail: defesacivilformigamg@gmail.com | adilsonsilvaangelo46@hotmail.com

Assunto: Vistoria Técnica na Ponte Três Irmãos - Formiga / MG

Anexos: Parecer Técnico de Inspeção Extraordinária – Ponte Três Irmãos Município de Formiga/MG (133120802) | Relatório Técnico 7º RPM - Agente Regional de Defesa Civil (133202008)

Senhor Coordenador,

Em atenção à solicitação desse Município e em decorrência do evento hidrometeorológico extremo ocorrido em 23 de janeiro de 2026, caracterizado por chuvas intensas, enchentes e inundações de evolução súbita, esta Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil de Minas Gerais (CEDEC) encaminha o Parecer Técnico de Inspeção Extraordinária, elaborado no âmbito da parceria institucional com o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (CREA/MG) (133120802), contendo a análise integrada dos aspectos estruturais, funcionais e de durabilidade da Ponte Três Irmãos, bem como o Relatório do Agente Regional de Defesa Civil (REDEC) (133202008).

No tocante às estruturas críticas, foi realizada Inspeção Extraordinária da referida Obra de Arte Especial, em conformidade com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), nos termos da ABNT NBR 9452:2023, cujo Parecer Técnico concluiu:

- Classificação da OAE na NOTA 0 – Condição Emergencial, caracterizando risco elevado e inaceitável à segurança pública;
- Recalque imediato significativo do pilar P2, identificado como causa raiz da instabilização estrutural;
- Ruptura frágil por flexo-cisalhamento das vigas longarinas, com perda de capacidade resistente;
- Atingimento do Estado Limite Último (ELU), com comprometimento do equilíbrio global da estrutura;

- Deformações excessivas, fissuração ativa, armaduras expostas e corrosão avançada, afetando segurança, funcionalidade e durabilidade;

- Inviabilidade técnica, econômica e financeira de recuperação ou reforço estrutural.

Diante do diagnóstico, o Parecer recomenda expressamente:

- manutenção da interdição total da ponte;
- demolição técnica controlada da estrutura existente;
- substituição integral por nova obra, concebida conforme normas técnicas vigentes.

O Relatório do REDEC registra, ainda, as seguintes providências adotadas pelo Município:

- Decretação de Situação de Emergência (Decreto nº 11.029/2026);
- Instituição de Gabinete de Crise;
- Registro no S2iD (protocolo MG-F-3126109-13214-20260123);
- Reconhecimento estadual e federal da emergência;
- Plano de Contingência Municipal atualizado (novembro/2025), encontrando-se o Município em fase de análise documental para captação de recursos destinados à reconstrução e ao restabelecimento dos serviços essenciais.

Por fim o Relatório do REDEC conclui que o evento apresentou caráter extremo, gerando impactos significativos à população e à infraestrutura local, demandando resposta imediata e a continuidade das ações de recuperação e reconstrução.

Colocamo-nos à disposição para apoio técnico complementar e para articulação das medidas necessárias à proteção da população.

Atenciosamente,

MARDELL DA SILVA ALVES, MAJOR BM
Superintendente Técnico Operacional - CEDEC



Documento assinado eletronicamente por **Mardell da Silva Alves, Major BM**, em 12/02/2026, às 15:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **133197428** e o código CRC **40CA2551**.



POLÍCIA MILITAR DE MINAS GERAIS
SÉTIMA REGIÃO DA POLÍCIA MILITAR
SÉTIMA REGIONAL DE DEFESA CIVIL

RELATÓRIO TÉCNICO

Município Afetado: Formiga/MG

Data do Evento: 23/01/2026

Tipo de Evento: Chuvas Intensas / Enchente / Inundação

Origem: Natural

COBRADE: 1.3.2.1.4

Evolução: Súbita

Magnitude: Severa

Intensidade: Nível II

Caracterização: Evento hidrometeorológico extremo

1. CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO ADVERSO:

Em 23 de janeiro de 2026, o Município de Formiga/MG foi impactado por evento hidrometeorológico de elevada severidade, caracterizado por precipitação pluviométrica acumulada de 211 mm em 24 horas, configurando volume excepcional e superior à capacidade de absorção do sistema de drenagem urbana e das bacias hidrográficas locais.

O evento ocasionou enchentes, inundações e alagamentos generalizados, com comprometimento significativo da infraestrutura urbana, vias públicas, obras de arte especiais e sistemas de abastecimento, além de aumento expressivo de risco secundário associado, incluindo instabilidades de encostas e processos erosivos.

2. CLASSIFICAÇÃO DO DESASTRE.

Conforme avaliação técnica da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil, acompanhado pelos Agentes Regionais, evento foi classificado como:

Origem: Natural;

Tipo: Chuvas Intensas / Enchente / Inundação;

COBRADE: 1.3.2.1.4;

Evolução: Súbita;

Magnitude: Severa;

Intensidade: Nível II.

3. PROVIDÊNCIAS ADMINISTRATIVAS E OPERACIONAIS.

Em decorrência da magnitude do evento e dos impactos gerados, foi editado o Decreto Municipal nº 11.029, de 24 de janeiro de 2026, declarando Situação de Emergência no Município de Formiga/MG.

Na mesma data, foi instituído o Gabinete de Crise, por meio da Portaria nº 6.320/2026, visando garantir a articulação interinstitucional, a coordenação das ações emergenciais de resposta, a gestão integrada das informações, o monitoramento do cenário e o direcionamento das medidas de assistência à população.

4. IMPACTOS HUMANOS (DANOS HUMANOS).

Conforme levantamentos oficiais realizados pelos órgãos municipais competentes, foram registrados:

População diretamente afetada: aproximadamente 9.700 pessoas;

População indiretamente afetada: aproximadamente 39.118 pessoas;

Desalojados: 20;

Desabrigados: 0;

Óbitos: 0;

Resgatados em situação de ilhamento: 10.

Ressalta-se que não houve registro de feridos, tampouco necessidade de expansão da capacidade assistencial em saúde, permanecendo os atendimentos dentro da normalidade operacional do sistema municipal.

5. DANOS MATERIAIS E INFRAESTRUTURAIS.

Foram constatados danos e prejuízos significativos na infraestrutura urbana e equipamentos públicos, destacando-se:

Alagamento de vias públicas: 19 (dezenove) vias atingidas, com impactos também em residências;

Queda de árvores: 07 (sete) registros;

Danos estruturais: em 04 (quatro) pontes, com comprometimento parcial e necessidade de avaliação técnica especializada;

Avarias em adutoras do SAAE, com prejuízo ao sistema de abastecimento;

Interdições temporárias de vias e pontes, afetando mobilidade urbana e acessos a serviços essenciais.

6. ÁREAS AFETADAS (URBANAS E RURAIS).

Além das áreas urbanas, foram identificados impactos em comunidades rurais e em trechos rodoviários estratégicos, incluindo:

Cachoeirinha;

Fazenda Campestre;

Rodovia BR-354, Km 506;

Comunidades de Pouso Alegre, Barra Mansa e Padre Doutor.

7. PLANO DE CONTINGÊNCIA

Registra-se que o Plano de Contingência Municipal encontra-se atualizado, tendo sido revisado tecnicamente em novembro de 2025, contemplando procedimentos operacionais padrão, fluxos de acionamento, protocolos de resposta e atribuições dos órgãos integrantes do Sistema Municipal de Proteção e Defesa Civil.

8. COMUNICAÇÃO OFICIAL E RECONHECIMENTOS

O evento foi devidamente comunicado e registrado no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2iD, sob protocolo:

MG-F-3126109-13214-20260123

A Situação de Emergência foi reconhecida:

Pelo Governo do Estado de Minas Gerais, conforme Decreto NE nº 72, de 29 de janeiro de 2026, publicado no Diário Oficial de Minas Gerais;

Pelo Governo Federal, conforme Portaria nº 341, de 30 de janeiro de 2026, publicada no Diário Oficial da União.

O processo encontra-se em fase de análise documental, visando o deferimento do pleito municipal para obtenção de recursos destinados às ações de reconstrução, recuperação e restabelecimento de infraestrutura e serviços essenciais.

9. CONCLUSÃO

O evento hidrometeorológico registrado em 23/01/2026 apresentou caráter extremo, com precipitação concentrada de elevada intensidade, ocasionando impactos relevantes sobre a população, infraestrutura urbana e sistemas essenciais, caracterizando situação de resposta imediata e necessidade de continuidade das ações de recuperação.

Divinópolis / MG, 11 de fevereiro de 2026.

Antônio Marcos Azevedo, Cap. PM
Agente Regional de Defesa Civil.

Data de Envio:

12/02/2026 15:56:48

De:

GMG/Email Defesa Civil MG <defesacivil@defesacivil.mg.gov.br>

Para:

defesacivilformigamg@gmail.com
adilsonsilvaangelo46@hotmail.com

Assunto:

Parecer técnico CEDEC

Mensagem:

Em atenção à solicitação desse Município e em decorrência do evento hidrometeorológico extremo ocorrido em 23 de janeiro de 2026, caracterizado por chuvas intensas, enchentes e inundações de evolução súbita, esta Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil de Minas Gerais (CEDEC) encaminha o Parecer Técnico de Inspeção Extraordinária, elaborado no âmbito da parceria institucional com o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (CREA/MG) (133120802), contendo a análise integrada dos aspectos estruturais, funcionais e de durabilidade da Ponte Três Irmãos, bem como o Relatório do Agente Regional de Defesa Civil (REDEC) (133202008).

Anexos:

E_mail_133277491.html
Anexo_133120802_Parecer_TA_cnico_Inspecao_Extraordinaria_Ponte_Tres_Irmaos_ass..pdf
Relatorio_133128363_SDC___Sistema_de_Defesa_Civil.pdf
Oficio_133197428.html
Relatorio_133202008_Relatorio_Formigaassinado.pdf