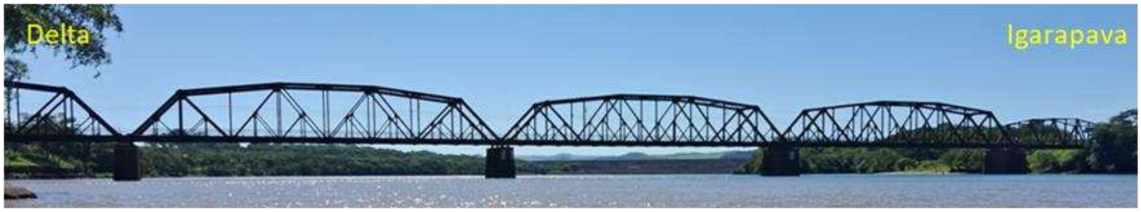
Ministério da Educação
Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Departamento de Engenharia Civil – Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas
Av. Dr. Randolfo Borges Júnior nº 1400 – Bairro Univerdecidade – CEP 38.064-200 – Uberaba – MG
E-mail: departamento.dec@uftm.edu.br Telefone: (34) 3331-3218

LAUDO TÉCNICO

O presente Laudo Técnico tem por objetivo apresentar uma **análise técnica do estado atual da Ponte da Revolução (diagnóstico),** identificando algumas das patologias associadas, como trincas e fissuras, além de inspecionar a eficiência do sistema de drenagem superficial, observando a obstrução dos pontos de captação de água e os impactos resultantes sobre a estrutura mista (concreto + metálica), especialmente em relação à corrosão, com especial atenção às restrições de tráfego na ponte, em atendimento à solicitação do Ministério Público Federal (MPF) de Minas Gerais, de Uberaba-MG (Ofício n. 134/2025 - GABPRM1, de 6 de fevereiro de 2025).



Objeto de análise: **Ponte da Revolução que conecta as cidades de Delta-MG e Igarapava-SP**

Metodologia: A metodologia adotada para a inspeção envolveu uma análise visual sistemática das condições de conservação e de manutenção dos elementos estruturais em concreto armado e metálico e também da pavimentação da ponte. Com base no que foi visto e relatado aqui, pode-se elaborar as conclusões colocadas no final deste relatório, a fim de atender à solicitação do Ministério Público Federal de Minas Gerais. A infraestrutura, compreendendo as fundações, não pode ser verificada por estar submersa no momento da vistoria cujo nível de água varia entre 10 a 15 m (segundo relatos no local). Foram avaliadas as condições de drenagem superficial da ponte, com verificação da obstrução nos pontos de captação de água e análise dos impactos causados pela água acumulada nas regiões críticas da estrutura mista.

Grupo de Trabalho responsável pelo Laudo Técnico:

Departamento de Engenharia Civil do Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas (ICTE) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), representados pelo Grupo de Trabalho:

(PORTARIA DE PESSOAL Nº 78, DE 20 DE FEVEREIRO DE 2025, DA PRÓ-REITORA DE ENSINO)

Albert Willian Faria - **Coordenador**
Alessandra Beatriz Carneiro Gonçalves
Cássio Leandro do Carmo
Fábio Martin Rocha
Luiz Fernando Resende dos Santos Anjo
Luiz Humberto Camilo
Marcos Leopoldo Borges
Ricardo Fonseca de Oliveira
Mauro César Barbosa
Paulo de Castro Guetti
Paulo Roberto Garcia
Simone Cristina de Jesus
Stênio de Sousa Venâncio
Viviani Antunes Gomes Rodrigues

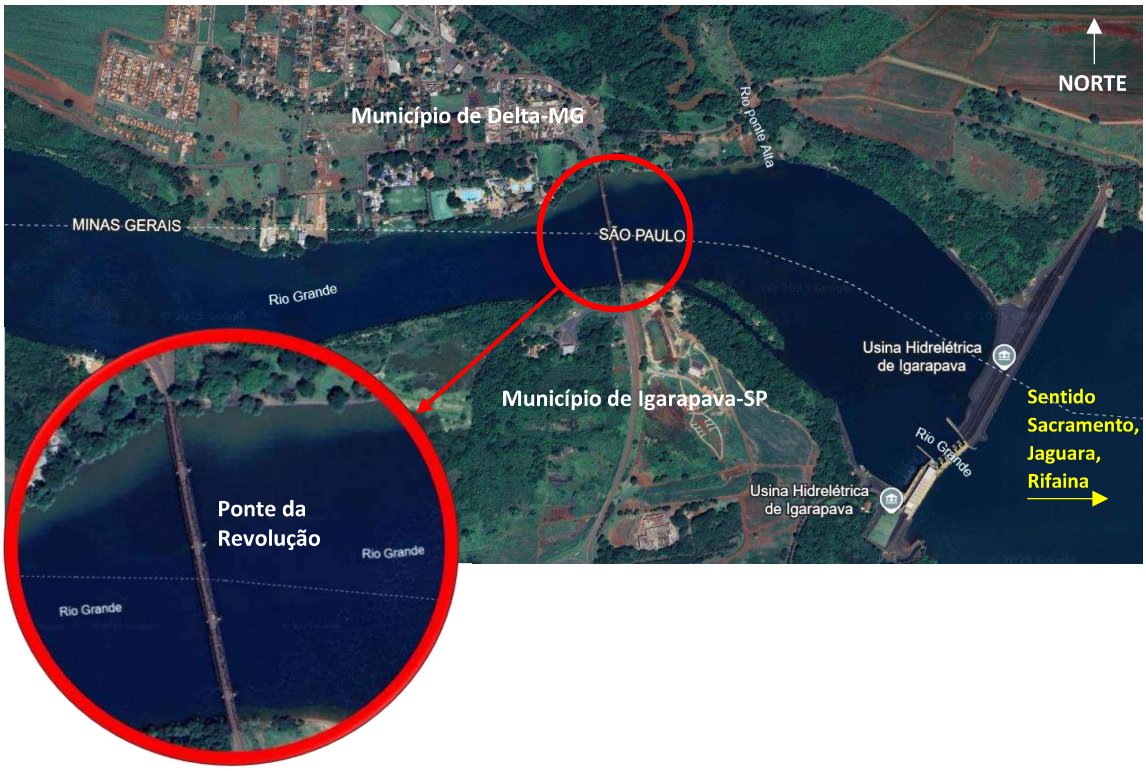
BREVE HISTÓRICO DA PONTE DA REVOLUÇÃO

(Fonte: Departamento de Turismo de Igarapava-SP)

A ponte sobre o Rio Grande que conecta Delta-MG e Igarapava-SP é chamada de Ponte da Revolução (Figura 1), com latitude aproximada de 19° 59' 8" S e longitude 47° 45' 57" W obtidas via *Google Maps*.

Trata-se uma ponte mista, de concreto e estrutura metálica, concebida inicialmente como ponte ferroviária, dotada de um vão total de 353 m e largura da pista do tabuleiro de 7,05 m, conforme indicado na Figura 2 da época de sua construção. Ela possui longarinas, transversinas que servem de apoio a uma laje de concreto armado e treliças de fechamento lateral em estrutura metálica.

Figura 1 – Mapa de localização da Ponte da Revolução



Na época, a Companhia Mogiana de Estradas de Ferro e Navegação[1] com o intuito de criar o Ramal Igarapava, um caminho alternativo ao existente que passava por Jaguara e Rifaina, em São Paulo, e Sacramento, em Minas

[1] O governo federal, pelo Decreto nº 8.413, de 7 de dezembro de 1910, concedeu autorização à Companhia Mogiana para construção, uso e gozo da linha férrea de Igarapava-SP à Uberaba-MG, ficando incorporada à estrada de ferro Jaguara à Araguari-MG.

Gerais, encomendou a referida ponte da Alemanha no início dos anos 1910 e veio desmontada, com vão de 353m, conforme indicado na Figura 2. A estrutura metálica da ponte foi encomendada para um outro vão mais estreito do rio, antes escolhido para instalação da ponte. Assim, vieram quatro lances metálicos (vão maiores). No entanto, a Companhia Mogiana resolveu alterar o local para onde a ponte se encontra atualmente, o que gerou uma nova encomenda para completar o gabarito da ponte, agora maior, no total de cinco lances metálicos.

Com o início da Primeira Guerra Mundial não foi possível comprar o restante da ponte. Desta forma, instalaram um lance provisório de madeira, para a inauguração em 1915, que funcionou até 1919. Com o fim da guerra, foi possível comprar o último lance, mas este foi comprado da Inglaterra e não da Alemanha, o que representa um trecho diferente do restante da ponte (localizado chegando em Igarapava), mas integrado aos outros. A Figura 2 ilustra a construção da ponte e as Figuras 3, 4 e 5 apresentam após construída.

Figura 2 – Construção da Ponte da Revolução



Figura 3 – Ponte da Revolução com destaque à linha férrea

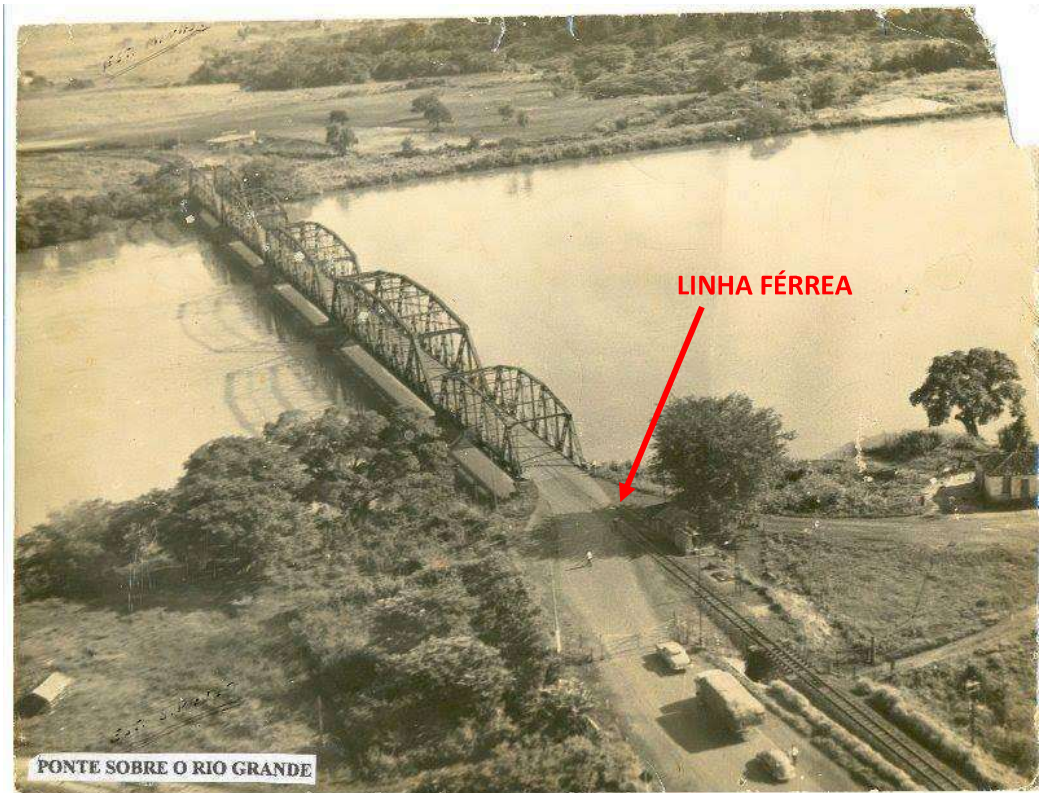


Figura 4 – Ponte da Revolução com vista para o Estado de São Paulo (fevereiro 2025)



Fonte: Dos autores (2025)

Figura 5 – Ponte da Revolução com vista para o Estado de Minas Gerais (fevereiro 2025)



Fonte: Dos autores (2025)

ANÁLISE E DIAGNÓSTICO

1 Acessos

A ponte liga os municípios de Delta, do lado de Minas Gerais, e Igarapava, do lado de São Paulo. O acesso do lado de Minas Gerais é feito direto da saída da cidade de Delta, por ruas em bom estado de conservação como mostram as Fotos 1.1, 1.2 e 1.3.



Foto 1.1: Acesso à ponte pela cidade de Delta, sendo que existe uma pista para entrada à ponte e outra para saída, com pavimentação e sinalização horizontal em bom estado de conservação.

A Foto 1.2 mostra a entrada da ponte pelo lado da cidade de Delta, com destaque para a ausência de sinalizações indicativas, tais como: velocidade e altura máximas permitidas, quais os tipos de veículo (trem-tipo) permitidos e nenhum controle feito por barreiras ou fiscalização tanto para pedestres quanto para veículos.

Um detalhe importante, e que chama a atenção, é que a ponte do lado de Minas Gerais tem os seus três primeiros vãos com altura, até a sua estrutura metálica, maior do que o último trecho que dá acesso ao Estado de São Paulo, que tem uma altura menor. Informação importante para entender os acidentes que já ocorreram na estrutura metálica superior na chegada ao lado do Estado de São Paulo e que será colocado mais a frente neste relatório.



Foto 1.2: Entrada da ponte do lado da cidade de Delta. Nota-se que a única sinalização é a destacada. A viatura policial foi solicitada para auxiliar a equipe que fez a vistoria da ponte.

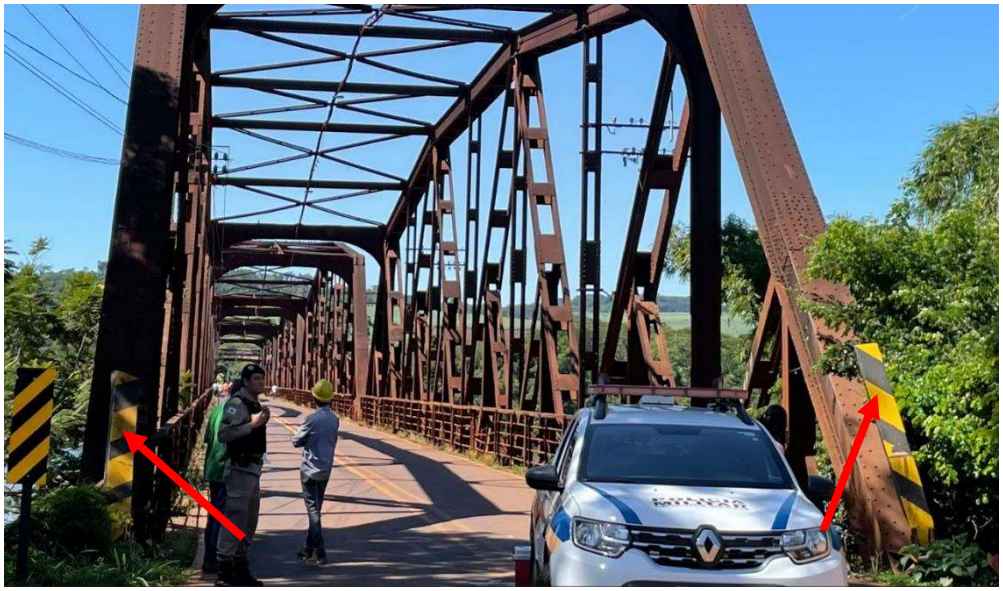


Foto 1.3: Entrada da ponte pelo lado da cidade de Delta. No destaque o que restou de uma barreia limitadora de altura.

As Fotos 1.4 e 1.5 ilustram detalhes do acesso à ponte pelo lado do Estado de São Paulo. Encontrou-se uma situação idêntica à descrita anteriormente quanto ao acesso pelo lado de Minas Gerais em relação à ausência de sinalizações de limites de velocidade e veículos e altura máxima permitida.



Foto 1.4: Acesso à ponte pelo lado do Estado de São Paulo. Presença de barreiras de proteção e bom estado de conservação das laterais da via.



Foto 1.5: Entrada à ponte pelo Estado de São Paulo.

Nota-se na Foto 1.5, a ausência de sinalizações e controles de tráfego, assim como já relatado na entrada da ponte pelo lado do Estado de Minas Gerais. As manilhas vistas nesta Foto foram colocadas quando da interdição da ponte pelos órgãos públicos. A viatura vista parcialmente estava no local apenas para dar suporte à equipe de vistoria, como ocorreu do lado de Minas Gerais.

As Fotos 1.6 e 1.7 mostram o que restou da barreira de limitação de altura do lado de acesso à ponte pelo Estado de São Paulo. Nota-se que é uma situação idêntica à encontrada do outro lado da ponte pelo Estado de Minas Gerais.

Estas Fotos evidenciam que barreiras indicativas de limite de altura instaladas não foram eficazes, devido, principalmente, à falta de fiscalização permanente dos órgãos policiais ou da concessionária responsável pelo trecho da Via Anhanguera, SP 330, o que leva os motoristas a entrarem na ponte sem se preocuparem com a altura máxima permitida, levando algumas vezes a sinistros de trânsito, como relatados por pessoas presentes no local no dia da vistoria. Segundo autoridades policiais presentes ao local no dia da vistoria, não há fiscalização ostensiva, visando o controle sobre quais os veículos poderiam circular pela ponte.



Foto 1.6: Destaque do que restou da barreira limitadora de altura na entrada esquerda da ponte pelo lado do Estado de São Paulo.



Foto 1.7: Destaque do que restou da barreira limitadora de altura na entrada (lado direito) da ponte pelo lado do Estado de São Paulo.

Pela Foto 1.5 percebe-se que o último trecho da ponte, chegando no Estado de São Paulo, tem altura menor do que o restante dos trechos da ponte. Segundo informações fornecidas, este último trecho foi feito posteriormente à inauguração da ponte em substituição de uma estrutura de madeira que existia no local.

Esta redução de altura e a falta de sinalização do gabarito de altura da ponte já levaram a sinistros de trânsito com choques de veículos na estrutura metálica superior, com danos significativos nos seus elementos conforme mostram as Fotos 1.8, 1.9 e 1.10.

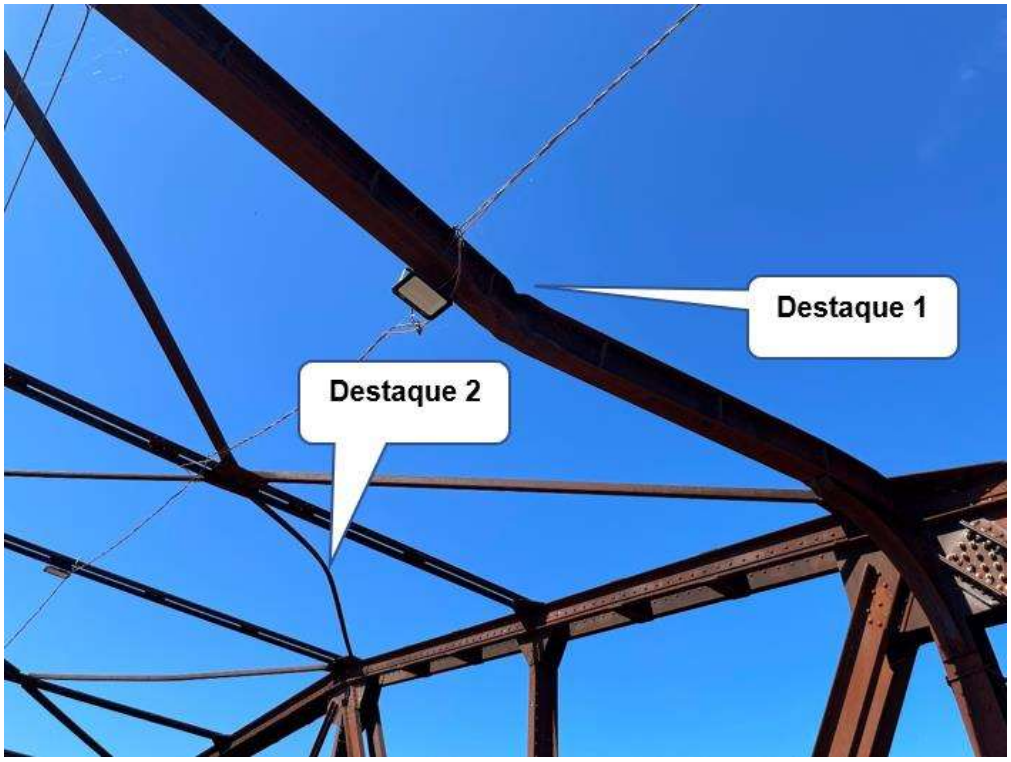


Foto 1.8: Destaques dos perfis avariados devido a choques dos veículos com a estrutura metálica superior da ponte.

Pelo que foi visto no local, nenhuma medida de reconstituição destes perfis foi realizada. Cada elemento de uma estrutura desempenha um papel importante na sua estabilidade. Qualquer avaria nestes elementos pode comprometer a boa funcionalidade da estrutura. Isto, associado a outros fatores como conservação e futuros acidentes que venham a danificar ainda mais estes e outros elementos, podem desencadear instabilidades, comprometendo o comportamento ideal da estrutura.

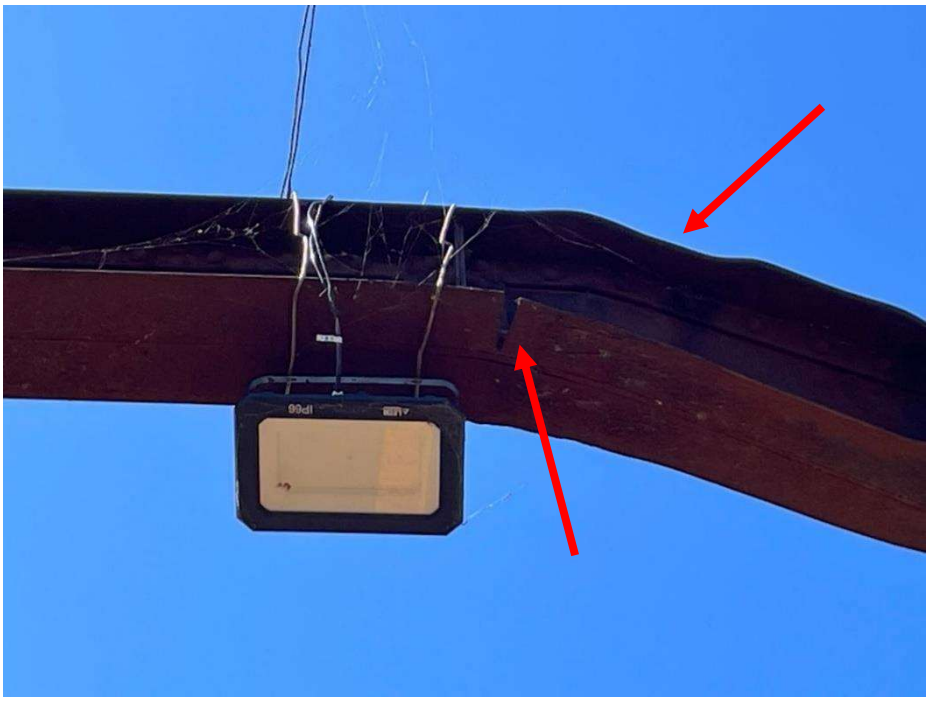


Foto 1.9: Detalhe ampliado do Destaque 1 da Foto 1.8. Observar a ruptura, em destaque, do banzo inferior do perfil que faz parte da estrutura metálica da ponte. Nota-se comprometimento também do banzo superior do perfil que se encontra amassado.

A ponte apresenta sinalização noturna conforme pode-se observar pelas Fotos 1.8 e 1.9.



Foto 1.10: Destaques dos perfis metálicos de travamento da estrutura metálica da ponte no último trecho próximo ao Estado de São Paulo, avaliados.

As juntas entre os acessos da estrada, pelo lado de São Paulo, ou rua, pelo lado de Minas Gerais, à ponte não apresentam patologias. A Foto 1.11 mostra uma destas juntas do lado de acesso à ponte pelo Estado de São Paulo.



Foto 1.11: Destaque para a junta de construção entre a pista da estrada de acesso à ponte pelo lado de Igarapava e o tabuleiro da ponte. Observa-se o bom estado do asfalto em volta da junta, apesar de não ter nenhum material adequado para colocação neste tipo de junta.

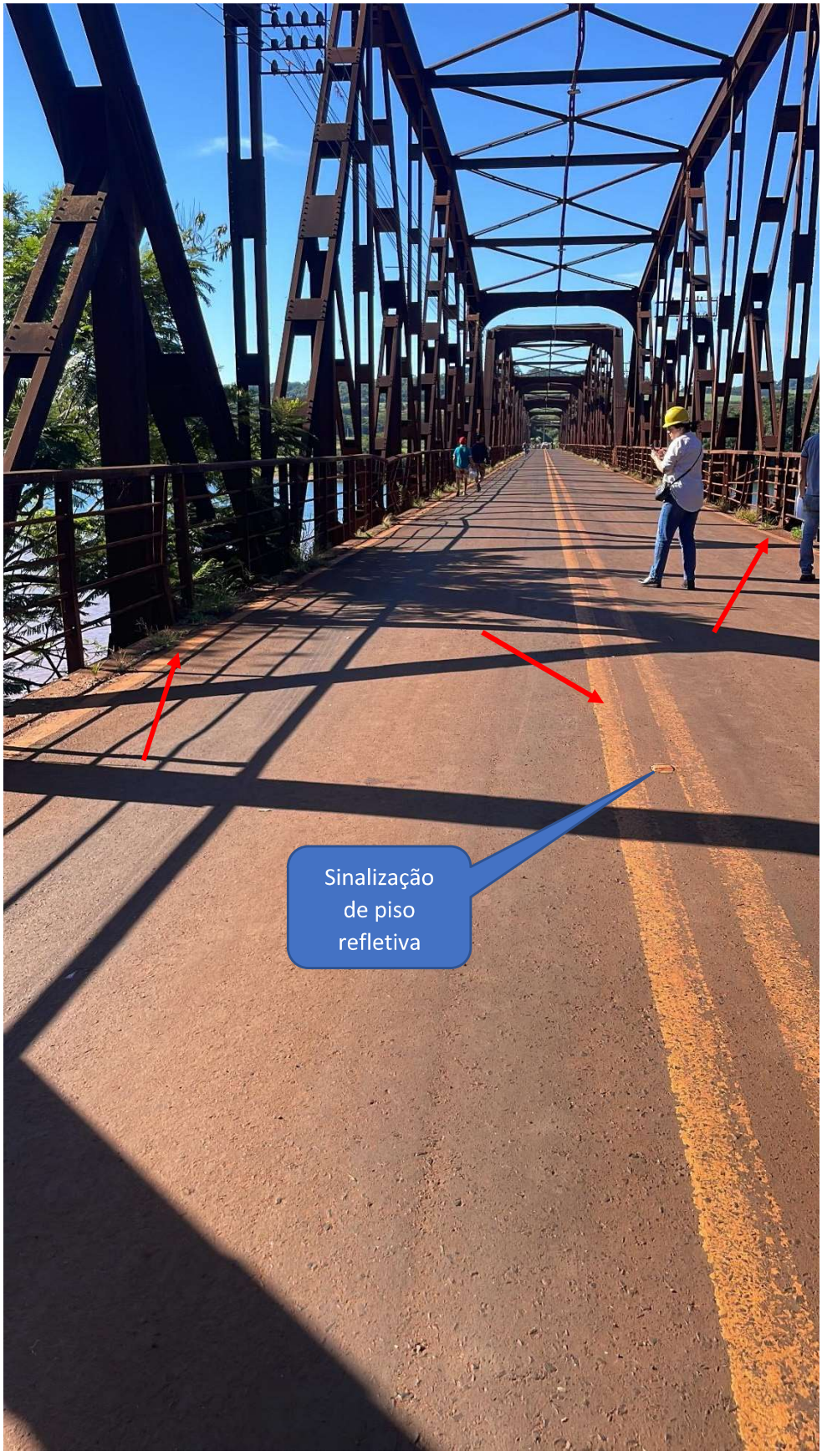


Foto 1.12: Destaque para a sinalização horizontal, única presente, ao longo de todo o trecho do tabuleiro da ponte.

Em ambos os acessos à ponte, ou seja, pelo Estado de São Paulo ou pelo Estado de Minas Gerais, nota-se que estão em bom estado de conservação no que se refere à qualidade do asfalto das pistas, apresentando deficiências significativas no que se refere às diversas sinalizações importantes e que não estão presentes, conforme já apontado anteriormente.

Ao longo da ponte somente há sinalização horizontal de faixa dupla e limites laterais. A Foto 1.12 mostra esta sinalização.

2. Elementos da superestrutura

O estrado da ponte é em estrutura mista, concreto armado e estrutura metálica. De uma forma geral, sem entrar em detalhes estruturais, existem vigas metálicas longitudinais ligadas aos pontos de apoio que são pilares de concreto armado. Sobre estas vigas estão apoiadas a estrutura metálica superior que faz parte do sistema estrutural da ponte. A Foto 2.1 ilustra estas vigas metálicas longitudinais. As Fotos 2.1 à Foto 2.10, apresentadas a seguir, foram tiradas no último trecho da ponte que faz a ligação com o Estado de São Paulo.

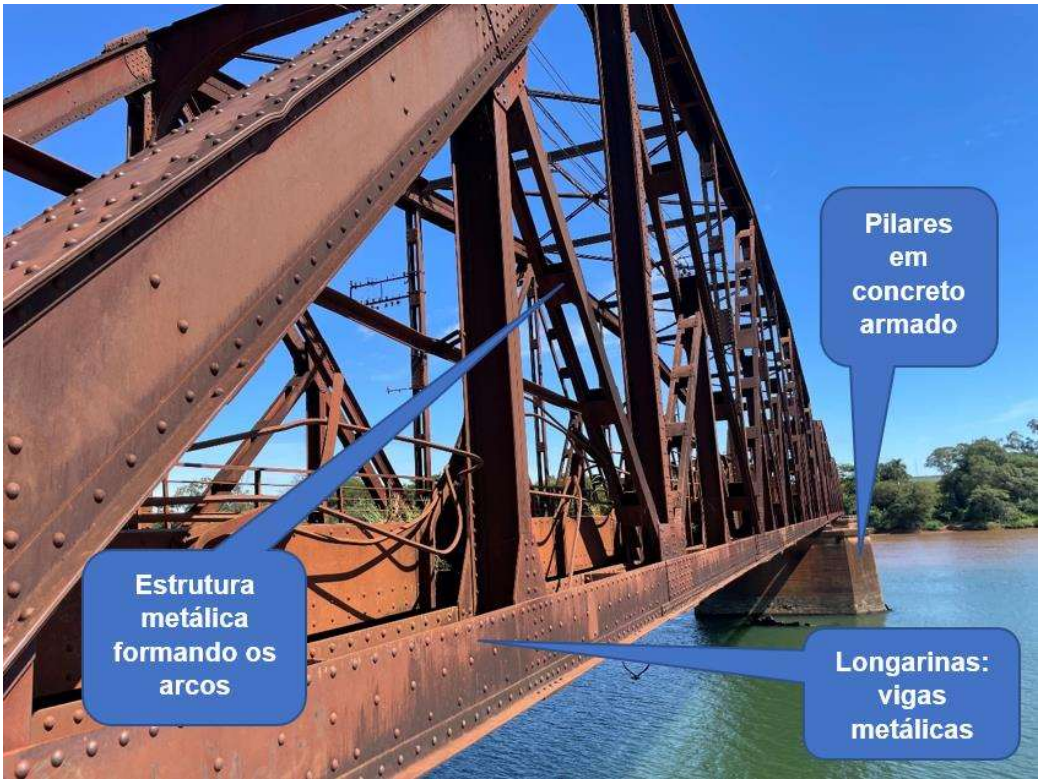


Foto 2.1: Vista lateral das longarinas

A Foto 2.1 Ilustra as longarinas que apoiam nos pilares de concreto armado que por sua vez estão apoiadas em fundações ao longo do leito do Rio Grande. Dividido ao nível do rio, entre 10 a 15 m, conforme relatos do corpo de bombeiro no local da vistoria, as fundações, e, os blocos de fundações caso existam, não puderam ser observadas. Nessa foto também é observada um painel de treliça lateral que compõe um dos vãos da ponte.

A Foto 2.2 mostra em destaque o tabuleiro da ponte, na sua parte inferior. Este é composto por transversinas compostas por vigas metálicas que se apoiam nas longarinas metálicas. Entre as transversinas, existem perfis metálicos ligados às transversinas e entre estes perfis há lajes em concreto armado.

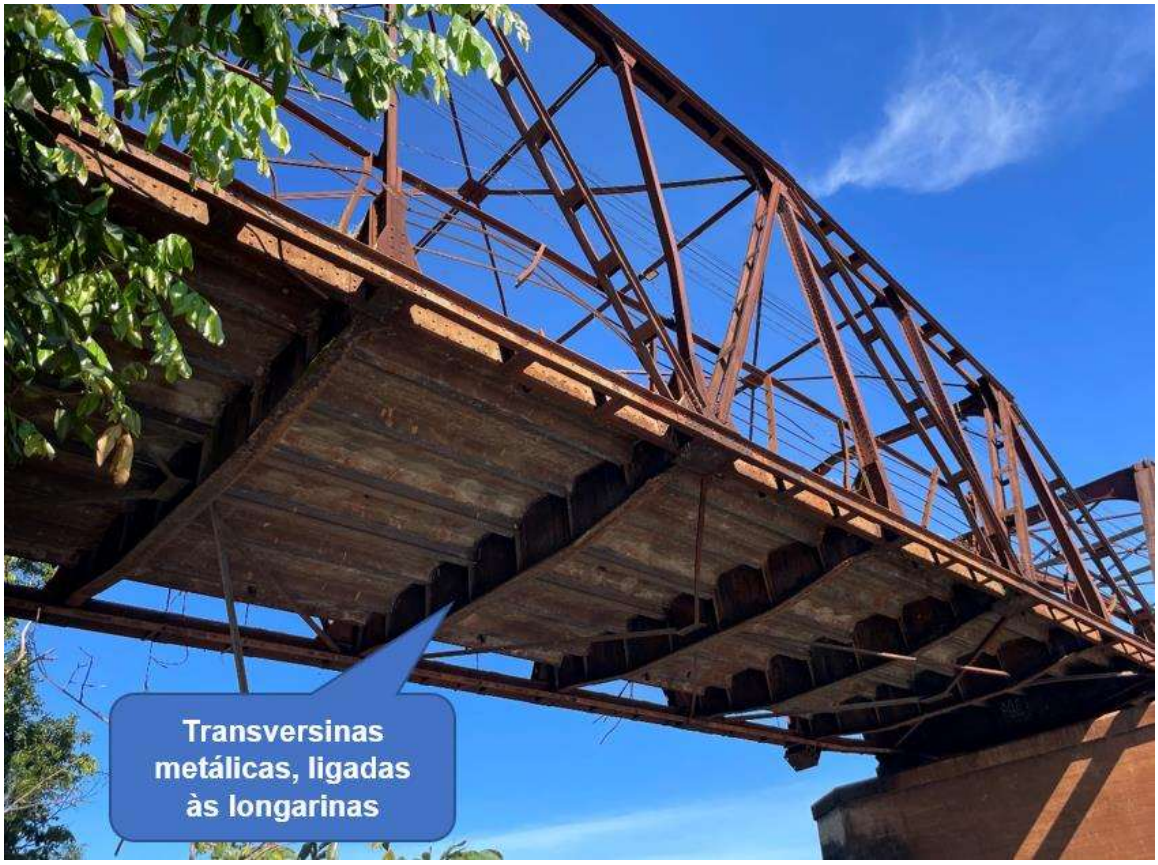


Foto 2.2: Estrutura de suporte do estrado da ponte visto por baixo.



Foto 2.3: Detalhe dos perfis metálicos que recebem as lajes maciças de concreto armado.

Observa-se o sistema de travamento das transversinas, através da Foto 2.3, feito por perfis metálicos. Nota-se na mesma que, dois destes perfis metálicos, serviam antes da adaptação da ponte em ponte rodoviária como estrutura de suporte para a passagem do trem de ferro.

Em relação ao sistema de travamento das transversinas, observa-se, neste último trecho da ponte (chegada ao Estado de São Paulo), duas peças soltas, conforme mostram as Fotos 2.7, 2.8, 2.9 e 2.10.

O desprendimento destes dois perfis que fazem parte do sistema de travamento das transversinas coincide com o trecho da ponte que se encontra em um estado mais crítico conforme já relatado no item anterior. Além da falta de conservação da estrutura metálica, o rompimento destes perfis pode estar ligado aos impactos de veículos registrados nesta parte da ponte.

Este sistema de travamento das transversinas desempenha um papel importante no comportamento da estrutura como um todo. A sua ausência parcial de algumas peças, associada a outras patologias encontradas neste trecho da

ponte podem comprometer o bom funcionamento da estrutura, podendo gerar situações adversas.

As Fotos 2.4 a 2.6 ilustram as transversinas e as longarinas e os estados de corrosão.



Foto 2.4: Detalhe do apoio da transversina na longarina. Observar o estado de corrosão da estrutura metálica, em destaque.



Foto 2.5: Detalhe da ligação dos perfis da longarina e seu estado de corrosão



Foto 2.6: Vista superior do apoio da transversina e na longarina, observa-se o estado de corrosão da estrutura metálica em destaque.



Foto 2.7: Perfil de travamento das transversinas rompido, ver destaque.

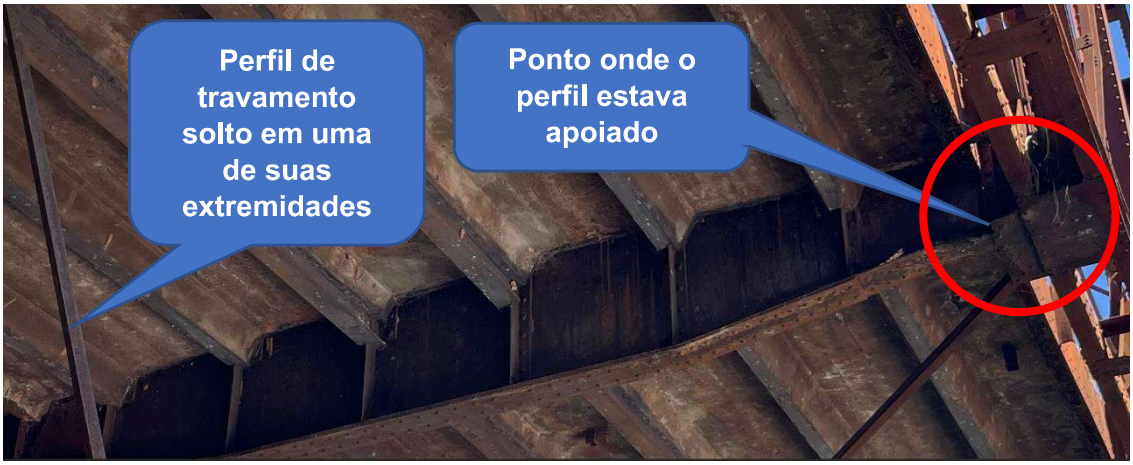


Foto 2.8: Ampliação do ponto onde o perfil de travamento da transversina estava apoiado, ver destaque.



Foto 2.9 - Destaque do ponto onde o perfil de travamento da transversina estava apoiado.

Na Foto 2.9 nota-se que o processo de corrosão das peças, associado com a solicitação de impacto sofrida pela ponte, levou ao destacamento da peça de travamento.



Foto 2.10: Destaque para outro perfil de travamento das transversinas que se encontra rompido em uma de suas extremidades.

Em relação aos aparelhos de apoio, estes encontram-se em estado muito crítico de conservação, com excesso de detritos e corrosão, o que impede o bom funcionamento dos mesmos. A situação mais crítica está nos aparelhos localizados no último apoio do lado de Igarapava.

As Fotos de 2.11 à 2.15 mostram a situação em que se encontram os aparelhos de apoio junto à entrada da ponte do lado de Igarapava. Nota-se a presença de muito detrito e estado de corrosão avançado tanto dos aparelhos de apoio, quanto das vigas metálicas que chegam nestes apoios.

A função principal destes aparelhos de apoio é permitir o deslocamento do tabuleiro da ponte provocado pelos efeitos de temperatura e frenagem dos veículos. O estado em que se encontram prejudicam o bom funcionamento estrutural dos elementos da ponte, pois, passam a absorver esforços para os quais não foram dimensionados.

A quantidade de detritos encontrada nos apoios deste lado da ponte indica que há muito tempo não existe nenhum trabalho de conservação e manutenção da ponte.



Foto 2.11: Aparelho de apoio esquerdo. Sinais de desgaste do elemento.

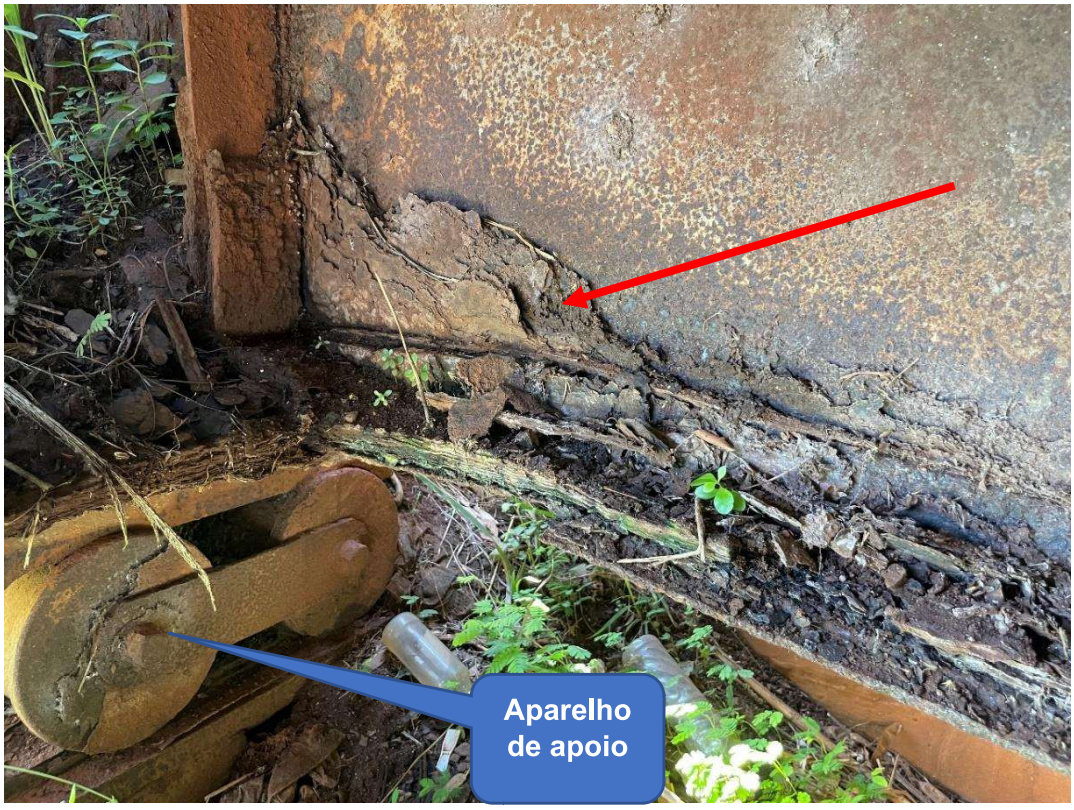


Foto 2.12: Aparelho de apoio esquerdo. Detritos e corrosão da estrutura metálica



Foto 2.13: Aparelho de apoio direito. Detritos e corrosão da estrutura metálica



Foto 2.14: Aparelho de apoio direito. Destaque para os detritos e corrosão.

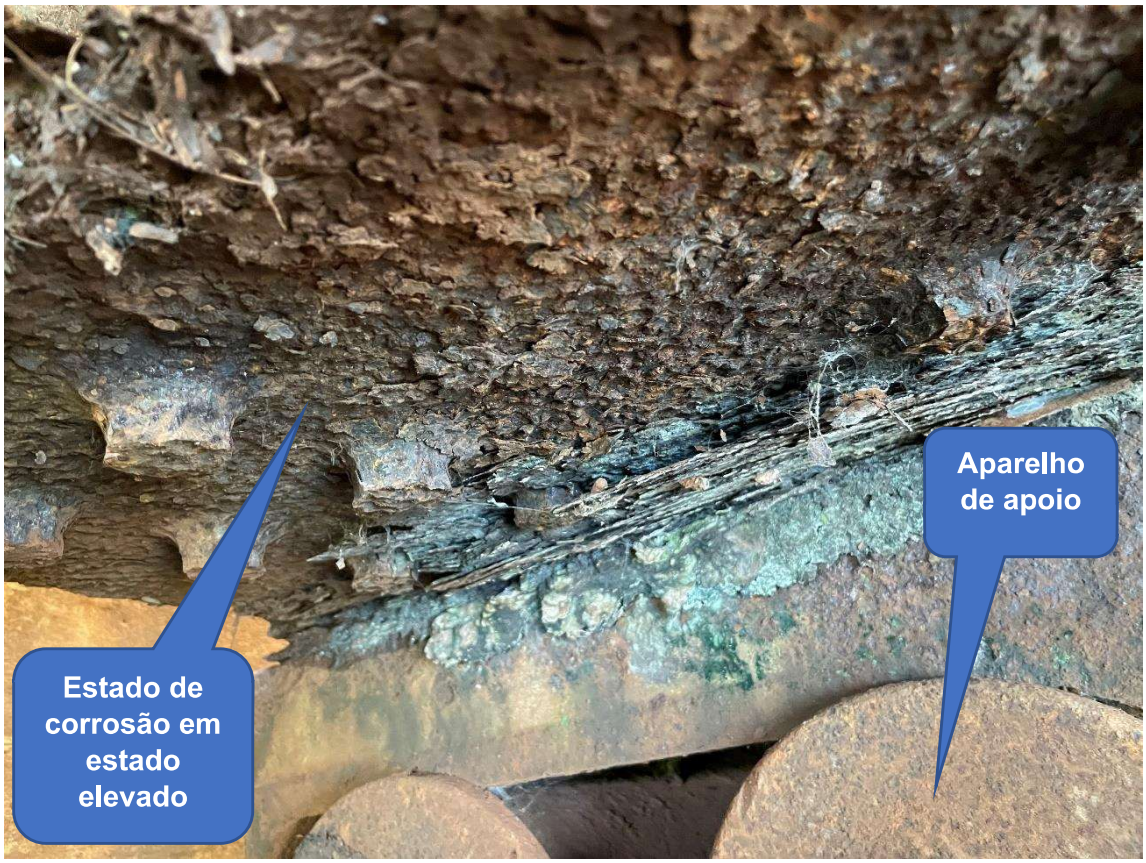


Foto 2.15: Estado de corrosão da ligação da transversina ao sistema de apoio

As Fotos 2.16 e 2.17 mostram os aparelhos de apoio do primeiro trecho da ponte junto à entrada do lado de Minas Gerais. Nota-se que estes apoios são diferentes daqueles encontrados do lado de São Paulo.

Entretanto, as condições encontradas são idênticas às anteriores, ou seja, muito detrito, falta de manutenção e conservação, estado avançado de corrosão da estrutura metálica que chega aos apoios e a perda da função dos apoios que é o de permitir o deslocamento da estrutura face às variações de temperatura e frenagem dos veículos que circulam na ponte.



Foto 2.16: Um dos aparelhos de apoio do primeiro trecho de Minas Gerais.



Foto 2.17: Estado de corrosão da transversina

As Fotos 2.18 e 2.19 são de um dos aparelhos de apoio dos pilares intermediários da ponte. Nota-se que estes apresentam-se em bom estado de conservação, entretanto, sem manutenções preventivas em sua estrutura que permitem um desempenho satisfatório.



Foto 2.18: Aparelho de apoio de um dos pilares intermediários da ponte.



Foto 2.19: Aparelho de apoio de um dos pilares intermediários da ponte.

Em relação às lajes de concreto armado, ligadas aos perfis metálicos, mostradas na Foto 2.3, em vários pontos foram encontrados desplacamentos de parte do concreto, fissuras, exposição das armaduras, armaduras rompidas, falta

de cobrimento das armaduras e estado avançado de corrosão de algumas armaduras.

Foram observados diversos pontos com a presença de eflorescência, indicando a percolação de fluidos no interior do concreto do tabuleiro, e um processo de fissuração do concreto, como ilustrado na Foto 2.20.



Foto 2.20: Parte inferior do tabuleiro com manchas esbranquiçada, indicando a presença de eflorescência.

As patologias, ilustradas na Foto 2.20, foram observadas principalmente na região central entre os vãos. Já na região mais próxima aos apoios foram observadas as patologias mais severas.

As Fotos 2.21 a 2.25 ilustram alguns destes pontos com patologias sérias. Destaca-se que estes pontos identificados e fotografados foram obtidos próximos aos pilares da ponte por onde se teve acesso.

Uma das funções do concreto é a proteção da armadura contra a corrosão. Se há perda desta camada e a armadura fica exposta, ao longo do tempo o processo de corrosão da armadura avança, chegando ao ponto de perda da sua seção transversal e rompimento.

A diminuição da seção ou, em um estágio mais avançado da corrosão da armadura essa se romper, perde-se parte da capacidade de suporte da laje, podendo haver o desprendimento de uma região do tabuleiro da ponte, como já aconteceu e será mostrado mais à frente.

Destaca-se que vários destes pontos apresentados neste relatório somente são possíveis de serem vistos por baixo do tabuleiro da ponte, o que leva a impressão, quando se percorre a pista da ponte por cima, de que não há patologia nas lajes.

Nota-se que as patologias das lajes mostradas nas Fotos estão mais concentradas na região central do tabuleiro, nos painéis no entorno e entre os dois trilhos utilizados para locomoção do trem de ferro que passava pela ponte no passado.



Foto 2.21: Exposição da armadura das lajes devido à perda do seu cobrimento, próximo à saída da ponte junto ao Estado de São Paulo.



Foto 2.22: Desplacamento do concreto com exposição da armadura das lajes, próximo à saída da ponte junto ao Estado de São Paulo.



Foto 2.23: Laje do tabuleiro da ponte vista por baixo, apresentando desprendimento do concreto e exposição da armadura, próximo à primeira junta de dilatação indo sentido de Minas Gerais para São Paulo.



Foto 2.24: Laje do tabuleiro da ponte vista por baixo, patologias idênticas às patologias mostradas na foto anterior, localizada no painel de laje ao lado do que foi mostrado na Foto 2.23.



Foto 2.25: Laje do tabuleiro da ponte vista por baixo mostrando o processo de corrosão da armadura e desplacamento do concreto.

Um ponto do tabuleiro que chama muito a atenção é o localizado na junta de dilatação do segundo conjunto de pilares, contado a partir da divisa de São Paulo. A Foto 2.26 mostra a trinca no tabuleiro no sentido transversal, exatamente sobre a junta de dilatação. Nota-se que não há nenhum tratamento desta junta, não existe material compressível aplicado.



Foto 2.26: Trinca no tabuleiro da ponte do segundo par de pilares a partir do lado de São Paulo.

A Foto 2.27 mostra uma vista frontal desta junta na qual observa-se que o material colocado na junta está muito desgastado e com sinais de corrosão dos elementos metálicos da estrutura. Não há vedação da água pluvial que percola livremente através da junta.



Foto 2.27: Vista frontal da junta de dilatação. Observar no fundo junto ao pilar depósito de detrito proveniente da infiltração da água através da junta.

A Foto 2.28 mostra a ruptura de parte da laje do tabuleiro próxima à esta junta de dilatação. Houve ruptura da armação da laje e parte do concreto destas

lajes ainda continua dependurada. Notam-se muitas fissuras no concreto da laje nas proximidades desta abertura.

Como medida de reconstituição, foram colocados perfis metálicos apoiados nos perfis metálicos que ligam as transversinas e por cima colocaram uma chapa metálica.

A Foto 2.29 mostra em detalhes este serviço realizado. A chapa metálica posicionada serviu para suportar a camada de asfalto do tabuleiro. Acontece que com o trânsito de veículos sobre a ponte a camada de asfalto está se desprendendo da chapa, pois, não há uma perfeita aderência destes materiais. Este comportamento está provocando o surgimento de buracos no asfalto sobre esta chapa.



Foto 2.28: Região do tabuleiro que sofreu ruptura de sua laje em concreto armado com desprendimento de sua parte. Nota-se que ainda existe um bloco de concreto suspenso. Outro destaque foi o rompimento da armadura da laje devido à corrosão. Observa-se muita infiltração na laje.

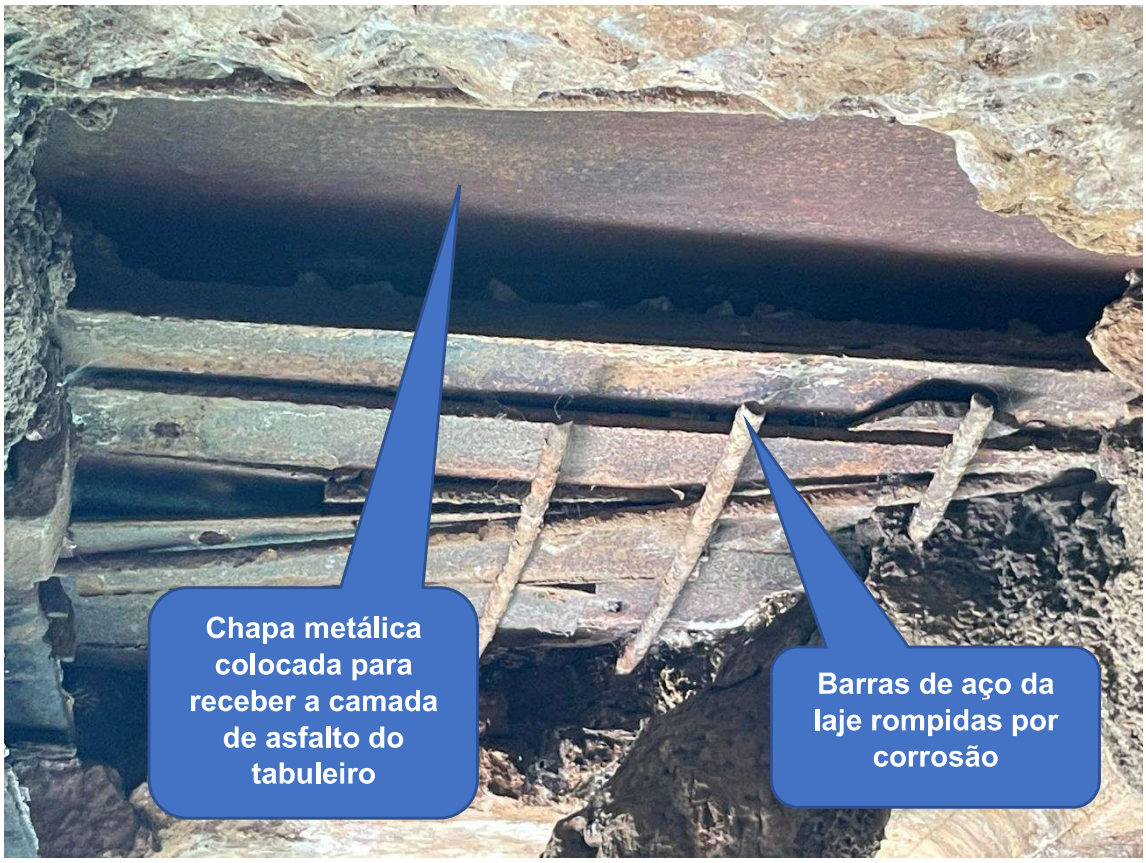


Foto 2.29: Recuperação realizada na parte da laje do tabuleiro que se soltou. Notar o rompimento da armadura da laje por corrosão; perfis posicionados para suporte de uma chapa metálica.

Foi realizada, com auxílio do corpo de bombeiros de Uberaba-MG, a retirada de parte da camada de asfalto sobre a chapa, local onde já se notam fissuras desta camada e desprendimento do seu material. A Foto 2.30 mostra em detalhes a situação desta região, após retirada da capa asfáltica.

A tendência, se não for feito um novo capeamento da base de asfalto sobre a chapa metálica de reforço, é que se amplie o “buraco” já existente, criando depressão, que poderá provocar sérios sinistros de trânsito aos usuários da ponte.

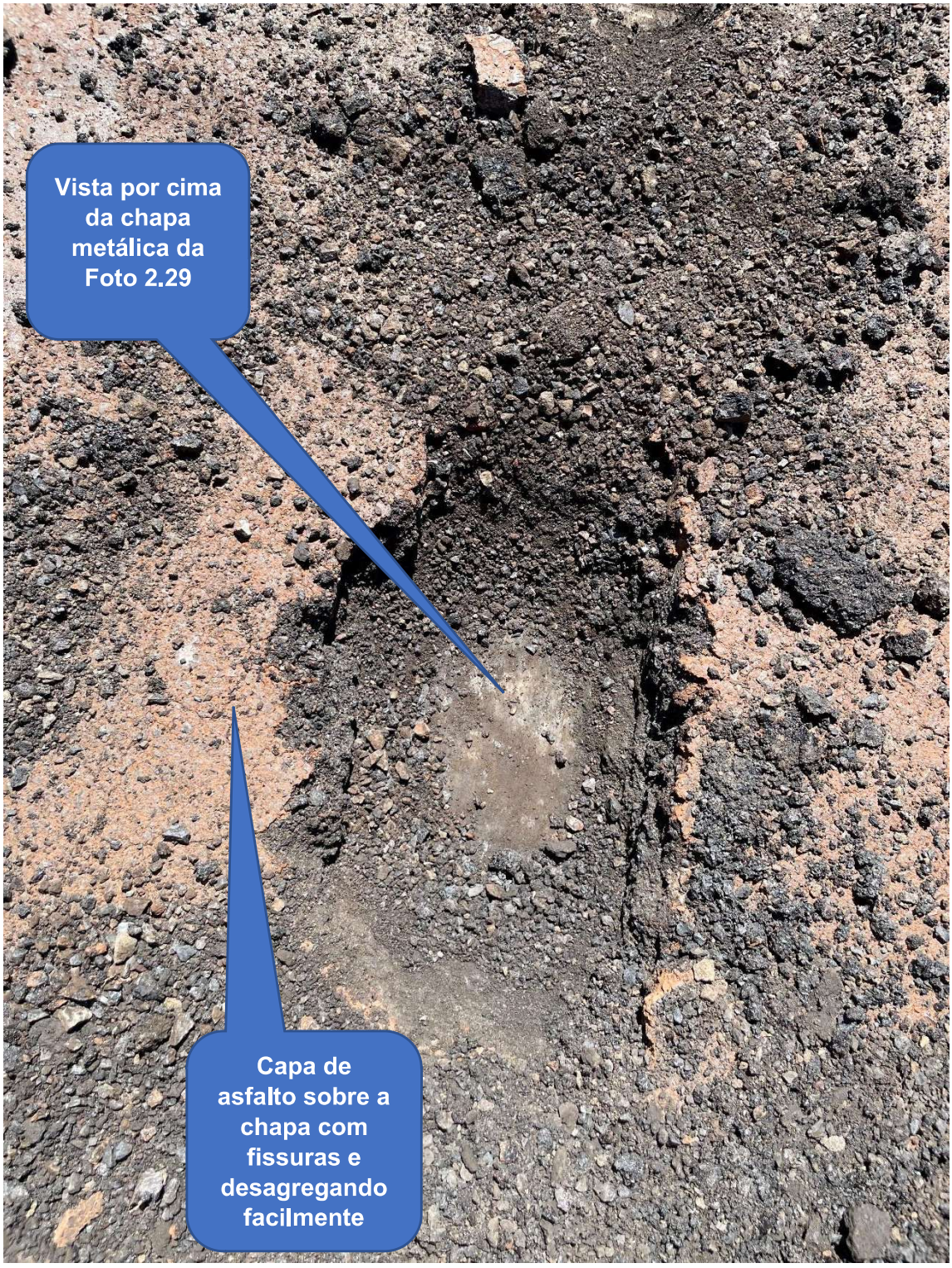


Foto 2.30: Vista por cima da chapa metálica de reforço da laje e situação do asfalto sobre esta chapa

Outra situação que chama atenção é a laje ao lado desta que foi recuperada com a chapa. A Foto 2.31 mostra esta laje. Ela está muito fissurada, com sinais de infiltrações e alguns pontos com ruptura do concreto armado. O que preocupa é que, vendo por cima do tabuleiro, não há sinais de patologia.

Continuando este processo de infiltração na laje, vai acontecer com o tempo o desprendimento de placas maiores, assim como ocorreu no painel ao lado. Torna-se necessário uma intervenção urgente.

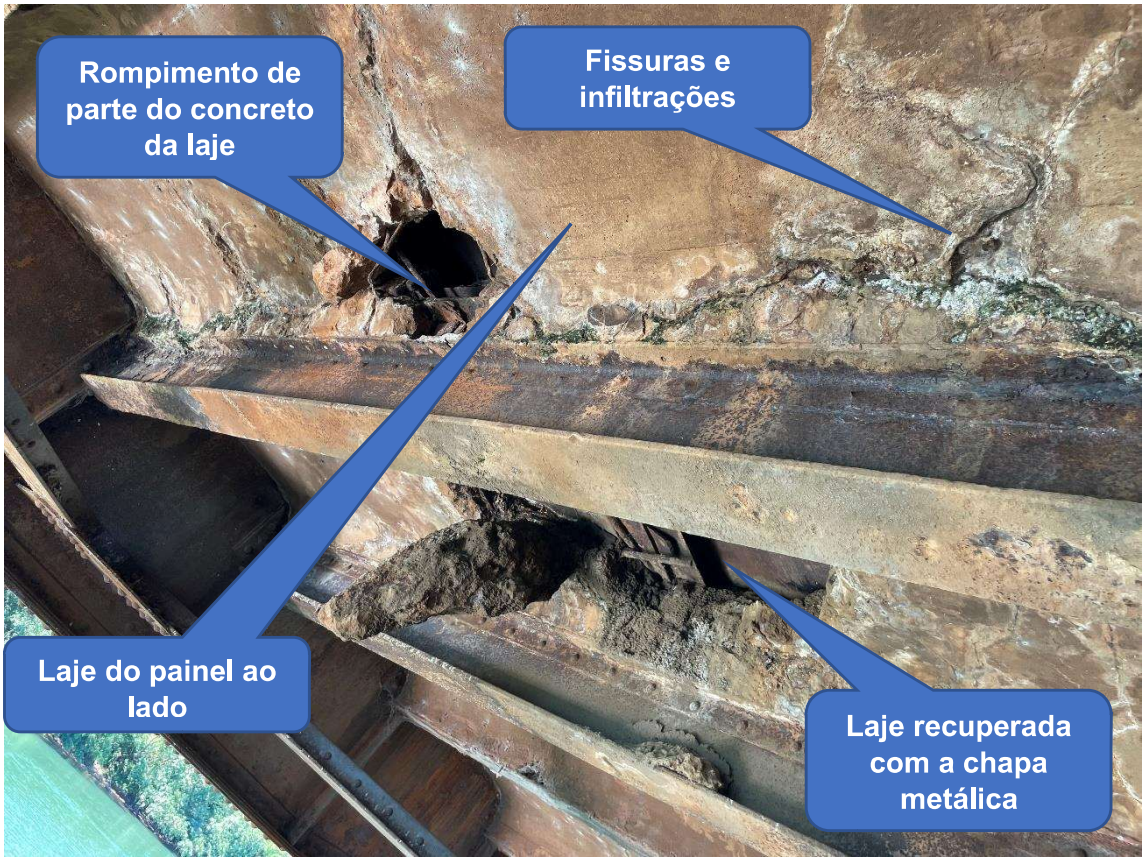


Foto 2.31: Estado avançado de degradação da laje do painel ao lado da que foi recuperada com a chapa.

A Foto 2.32 mostra um outro painel de laje ao lado daquele mostrado na Foto 2.28 já com sinais de fissuras e infiltrações.



Foto 2.32: Destaque do buraco que já se formou na laje da Foto 2.31.



Foto 2.33: Situação da próxima laje ao lado da mostrada na Foto 2.32.

As Fotos 2.34 a 2.39 referem-se à situação encontrada na segunda junta de dilatação. A Foto 2.34 mostra a situação da camada de asfalto ao longo da junta, com destaque para a depressão que está se formando no centro da pista.

Observam-se fissuras na camada de asfalto ao longo de toda a junta. Não há nenhum material próprio para juntas aplicado. Há infiltração de água pluvial pela junta, o que vai piorando ainda mais a camada de asfalto e promovendo impactos ao passar veículo, além de poder causar acidentes devido à depressão na pista de rolamento.



Foto 2.34: Vista por cima da segunda junta de dilatação. Destaque para a deformação na camada de asfalto com parte do material desprendido.



Foto 2.35: Vista da segunda junta de dilatação.



Foto 2.36: Vista frontal da junta de dilatação. Observar no fundo junto ao pilar depósito de detrito proveniente da infiltração da água através da junta. Situação idêntica à encontrada na primeira junta de dilatação e mostrada na Foto 2.27.



Foto 2.37: Condições de uma das lajes do tabuleiro próxima à junta de dilatação em análise.



Foto 2.38: Outro painel de laje do tabuleiro paralelo ao mostrado na Foto 2.37.



Foto 2.39: Painel da laje do tabuleiro ao lado daquele mostrado na foto anterior.

Em relação aos passeios para trânsito de pedestres, eles não existem, conforme pode ser visto na Foto 2.40. O trânsito de pedestres é feito junto com a circulação de veículos. Esta largura da pista de rolamento, de aproximadamente 7,05m é dividida em duas pistas de veículos.

A situação dos guarda-corpos é muito crítica. Eles são de perfis metálicos e em alguns pontos da ponte, devidos a vários sinistros de trânsito, não existem ou estão completamente danificados. O estado de conservação dos guarda-corpos compromete o uso seguro da ponte tanto para veículos quanto para pedestres.

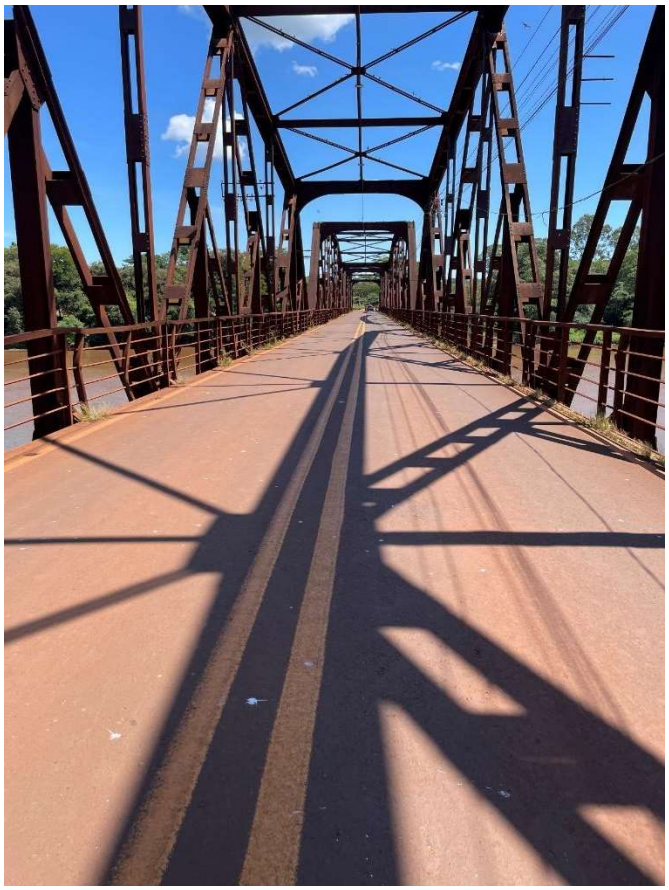


Foto 2.40: Visão geral do tabuleiro da ponte com destaque para a falta de passeio e guarda-corpo para pedestres.

As Fotos 2.41 a 2.48 ilustram as condições dos guarda-corpos ao longo da ponte. Os locais mais críticos situam-se no vão que se encontra próximo ao Estado de São Paulo, coincidindo com a região onde já ocorreram vários sinistros de trânsito, com danos estruturais a outros elementos da ponte, conforme já relatados anteriormente.

Torna-se necessário que haja recuperações e manutenções urgentes destes elementos estruturais para garantir uma segurança maior aos usuários da ponte. Além disso, como pode ser observado na Foto 2.41, não há guarda-rodas (passeio) nem barreiras, que são dispositivos de segurança lateral projetados para impedir que um veículo desgovernado saia da ponte, minimizando danos tanto ao veículo quanto à estrutura. Os guarda-corpos não são dimensionados para resistir ao impacto de veículos. Destaca-se também a ausência de qualquer elemento de proteção entre os usuários e as pistas de rolamento.



Foto 2.41: Situação do guarda-corpo metálico próximo ao Estado de São Paulo.



Foto 2.42: Situação do guarda-corpo próximo ao Estado de São Paulo.



Foto 2.43: Situação do guarda-corpo próximo ao Estado de São Paulo.



Foto 2.44: Situação do guarda-corpo ao longo da ponte, mostrando montantes (barras verticais) rompidas devido ao efeito de oxidação e/ou impactos laterais.



Foto 2.45: Situação do guarda-corpo ao longo da ponte, desprovido de fechamento lateral com montantes rompidos e barras longitudinais retorcidas.



Foto 2.46: Situação do guarda-corpo ao longo da ponte

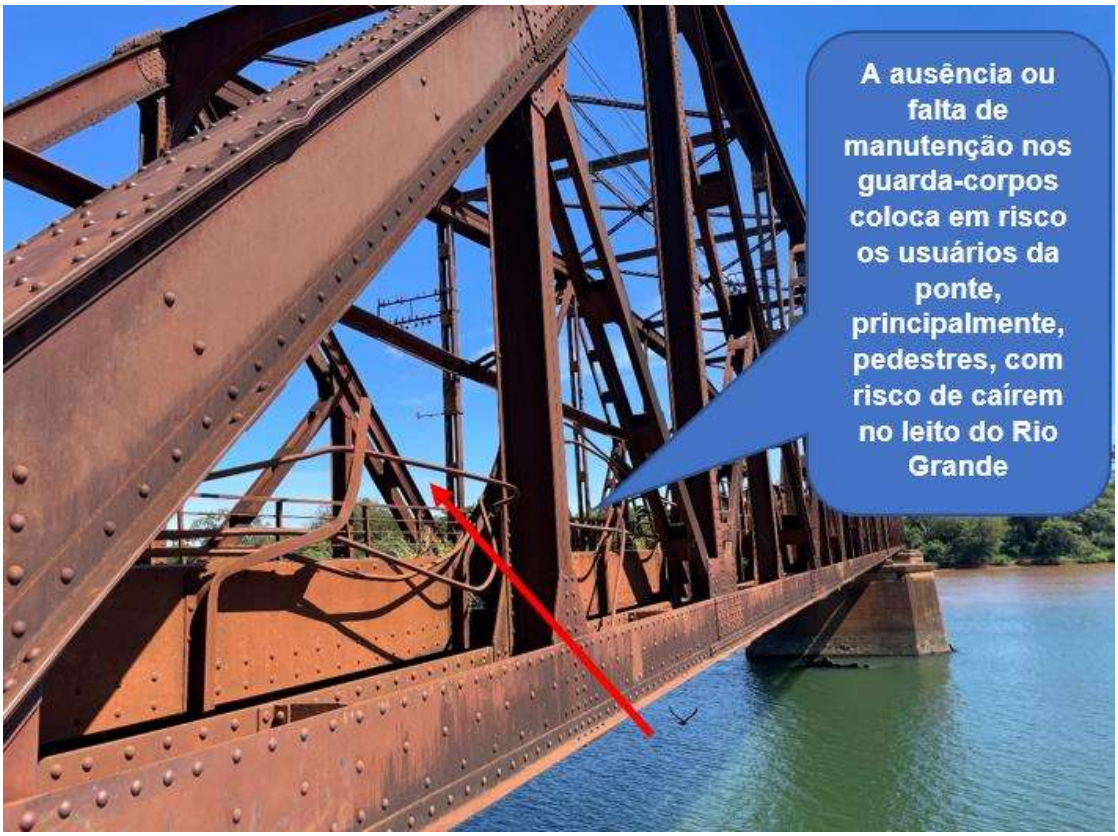


Foto 2.47: Situação do guarda-corpo ao longo da ponte



Foto 2.48: Situação do guarda-corpo ao longo da ponte

Como pode ser observado em diversos registros fotográficos (Fotos 2.10, 2.28 e outras), os painéis das treliças, as longarinas, as transversinas e os guarda-corpos não possuem proteção anticorrosiva, o que, aliado à presença constante de umidade, acentua os efeitos da oxidação.

Verificou-se a ausência de dispositivos de segurança lateral, como guarda-rodas, barreiras e guarda-corpos ou sua deterioração, bem como a inexistência de faixa exclusiva para pedestres, compromete a segurança dos usuários (veículos e pedestres). Além disso, as próprias dimensões da pista de rolamento, originalmente concebida para a passagem de trens e não de veículos, inviabilizam a circulação segura de pedestres. Segundo o DNIT (2006) as pontes até a década de 1960 apresentam largura total do estrado: 8,30m; largura da pista: 7,20m; dois guarda-rodas de 0,30m de altura e 0,55m de largura e dois guarda-corpos de 0,15/0,60m. Sem pingadeiras.

A largura da ponte da Revolução, por ser uma adaptação de uma ponte ferroviária, não atende a largura das observadas do período, além de não possuir guarda-rodas (passeio) para segurança lateral (para evitar, segundo essa mesma norma, de não só que um veículo desgovernado possa sair da ponte, mas também para redirecionar, sem grandes danos, o veículo para sua pista).

Quanto aos dispositivos de drenagem da ponte, observa-se que a drenagem da água pluvial do tabuleiro é realizada por furos laterais, existentes ao longo da pista de rolamento. Vários destes furos encontram-se obstruídos por sujeira ou vegetação, conforme mostram as Fotos 2.49 e 2.50.

A principal consequência da obstrução destes furos para drenagem é o acúmulo de água pluvial no tabuleiro da ponte, podendo ocasionar aquaplanagem de veículos, deterioração da capa de asfalto e corrosão da estrutura de concreto armado.

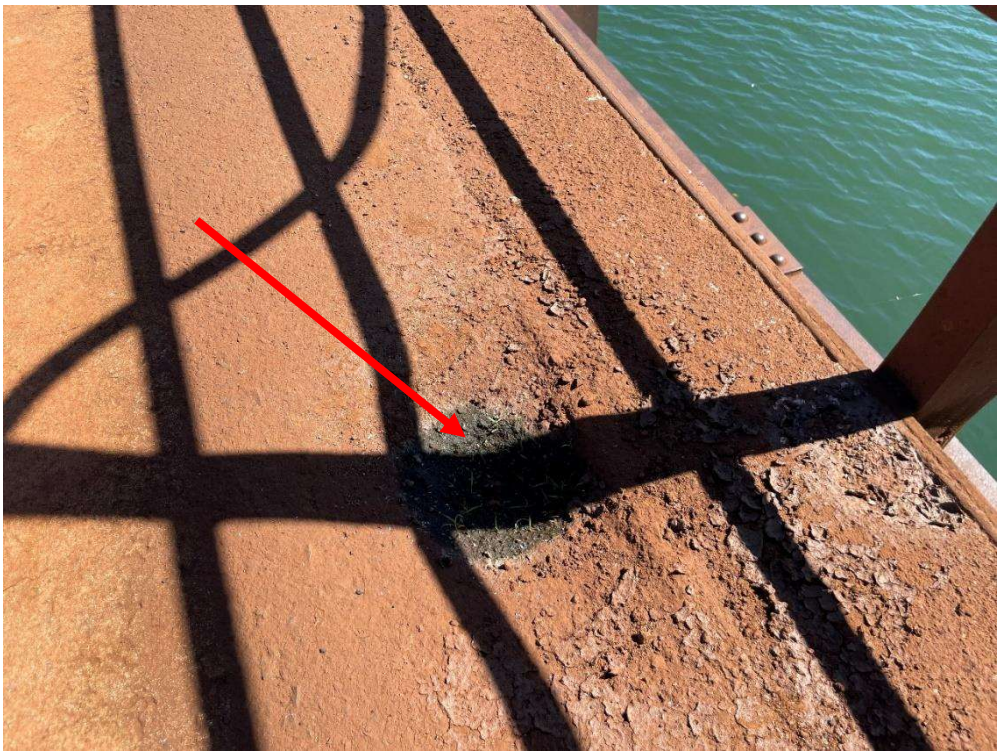


Foto 2.49: Furo para drenagem da água pluvial obstruído.



Foto 2.50: Furo para drenagem da água pluvial do tabuleiro da ponte obstruído, com presença de vegetação.



Foto 2.51: Visão dos furos de drenagem por baixo do tabuleiro da ponte.

Em relação aos taludes nas duas cabeças da ponte, estes não possuem sinais significativos de erosão, possuem vegetação que protege contra ação das intemperes, conforme mostra a Foto 2.52 que se refere ao talude da ponte do lado do Estado de São Paulo.



Foto 2.52: Talude na cabeça da ponte do lado do Estado de São Paulo.



Foto 2.53: Talude na cabeça da ponte do lado do Estado de São Paulo.



Foto 2.54: Talude na cabeça da ponte do lado do Estado de Minas Gerais.

3. Pilares da Mesoestrutura

A ponte, denominada “Ponte da Revolução”, possui comprimento total de aproximadamente 353m distribuídos em 5 (cinco) vãos, delimitados por dois encontros (E1 e E2) e 4 apoios, denominados aqui de P1 a P4, com numeração crescente de Minas Gerais para São Paulo. O trecho principal é composto por três vãos centrais, que cruzam sobre o Rio Grande, um vão adjacente, pelo lado de Minas Gerais e outro vão menor pelo lado de São Paulo. Na imagem de satélite (Foto 3.1), observa-se a ponte da Revolução.

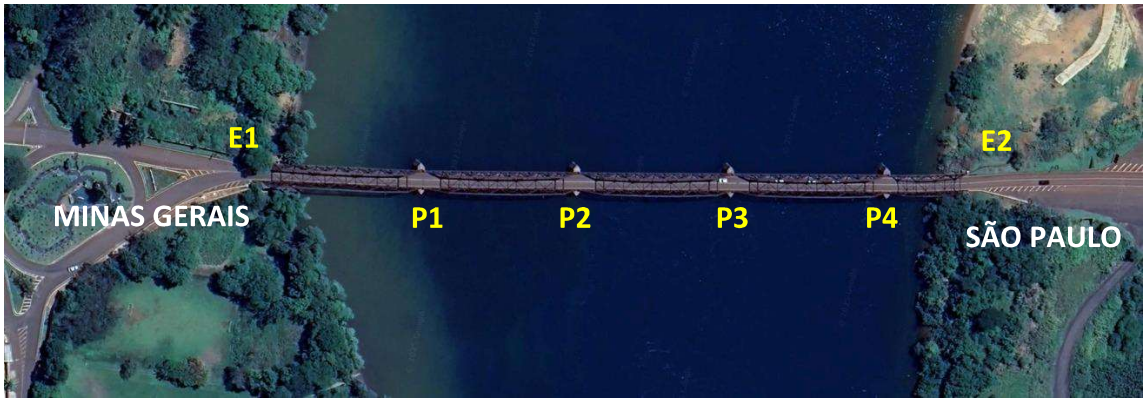


Foto 3.1: Ponte da Revolução (vista de satélite)

Os pilares centrais, têm dimensões aproximadas de 14m x 3m, em concreto, a uma profundidade aproximada de 10m. Na Foto 3.2 tem uma vista da ponte e dos pilares por dentro do rio.

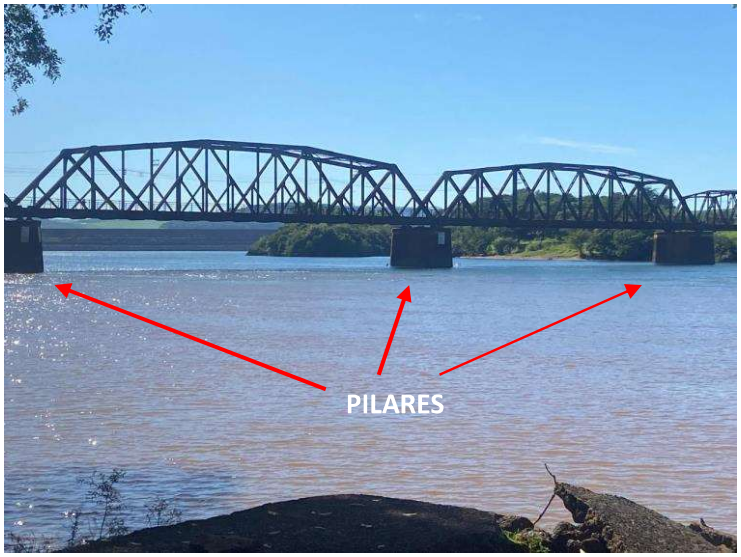


Foto 3.2: Vista lateral da ponte.

Essa ponte foi construída por volta de 1912 a 1915, quando a tecnologia do concreto ainda estava em desenvolvimento. Por falta de documentação, estima-se que o cimento utilizado foi do tipo CP-1, cimento de baixa resistência, sem aditivos, o que provavelmente determinou-se as dimensões dos pilares centrais, de 14m x 3 (Foto 3.3).



Foto 3.3: Um dos pilares centrais da ponte.

Apesar da época da construção, 110 anos atrás, onde se tinha pouca tecnologia no desenvolvimento de concretos, tanto no Brasil como no mundo, as patologias de Desagregação, Erosão, Esfoliação e Desgaste foram mínimas, não se percebendo nenhum desplacamento, o que se vê nas Fotos 3.4 e 3.5.



Foto 3.4: Erosão verificada no concreto de um dos pilares da ponte da Revolução.



Foto 3.5: Erosão no concreto com aparecimento do agregado graúdo.

Outros fatores observados, que fizeram com que a estrutura dos pilares não se desgastasse, são as bordas que têm a forma semi oblonga com ponta em quina viva para atenuar parte das linhas de corrente produzidas pelo "scour". Na cabeça dos pilares, a chapa metálica, envolvendo os pilares, e a largura desses, onde há carga concentrada das vigas, se localizam a uma distância considerável da face, não provocando tensões em suas laterais. Na Foto 3.6 são observados esses detalhes.



Foto 3.6: Formato triangular nas pontas dos pilares, chapa metálica na cabeça e distância dos apoios da face.

A falta de documentação e equipamentos de inspeções, levou-se a fazer apenas uma análise visual, e em relação aos pilares. Nos pilares a estrutura superior encontra-se preservada, entretanto, a estrutura da parte inferior, próxima ao nível da água, o concreto encontra-se desgastado e poroso, com britas aparentes e desplacamento em alguns pontos. Conforme pode ser observado nas Fotos 3.7, 3.8 e 3.9.



Foto 3.7: Vista lateral do pilar, ilustrando o desgaste superficial acima da variação do nível de água.

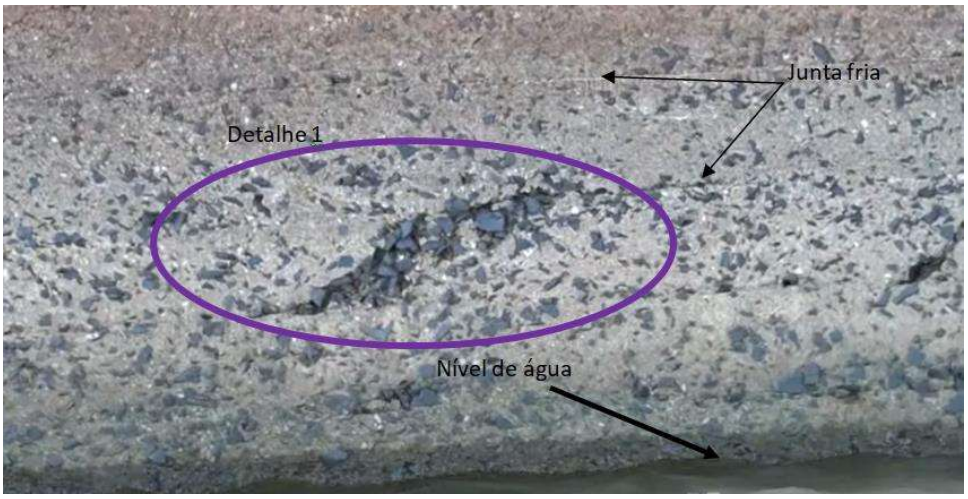


Foto 3.8: Vista lateral do pilar, ilustrando as juntas frias.



Foto 3.9: Vista lateral do pilar.

Notou-se esse processo em todos os pilares da ponte, principalmente, na região próxima ao nível de água, indicando que essa região sofre um processo cíclico de molhagem e secagem, o que leva a uma maior agressividade do meio a estrutura. Entretanto, não foi possível observar armadura exposta.

4. Descrição geral das condições observadas

4.1 Patologias no pavimento

Fissuras Transversais e Longitudinais: foram observadas trincas transversais Fotos 1.11, 2.26, 2.34, no pavimento e fissuras longitudinais ao longo do tabuleiro da ponte, indicando um comprometimento estrutural devido à ausência de juntas de dilatação adequadas. A movimentação térmica do pavimento e a incompatibilidade de movimentos entre o pavimento e a estrutura mista têm causado a deformação e fissuração do revestimento direcionado a dilatação da ponte, já as fissuras longitudinais identificam que o tabuleiro da ponte está com uma série de patologias (Fotos 2.21, 2.24, 2.29 e 2.32). Foi retirado uma amostra do pavimento para análise, conforme Foto 2.30.

4.2 Drenagem superficial

Obstrução nos Pontos de Captação: A inspeção revelou que existem vários pontos de captação da drenagem superficial que estão obstruídos, resultando na falha do sistema de drenagem. A água acumulada ao longo do pavimento contribui para a infiltração nas camadas inferiores, comprometendo a resistência da estrutura metálica. (Fotos 2.41, 2.44 e 2.49)

4.3 Análise da Integridade Estrutural

A falha no sistema de drenagem superficial, em conjunto com o acúmulo de água e a obstrução nos pontos de captação, tem acelerado o processo de corrosão das estruturas metálica e de concreto armado causando danos significativos nas mesmas. As patologias observadas comprometem a

funcionalidade e a durabilidade da estrutura. O impacto combinado das trincas no pavimento e da corrosão na estrutura exige intervenções corretivas imediatas para evitar falhas estruturais graves.

4.4 Análise dos aparelhos de segurança da via

Foi constatada a falta de elementos de sinalização vertical e horizontal, incluindo indicações de velocidade máxima permitida, altura e largura máxima dos veículos, além da carga máxima suportada, tanto no lado de MG quanto no de SP. Também foi observada a ausência de elementos de segurança laterais, como guarda-rodas e barreiras, essenciais para evitar o impacto de veículos e seu eventual lançamento para fora da pista ou no rio.

Além disso, verificou-se a inexistência ou condições críticas dos elementos de segurança lateral dos guarda-corpos, bem como a ausência de placas de advertência sobre a travessia de pedestres. Considera-se que a travessia de pedestres não deveria ser permitida, dada a ausência de separação de tráfego entre veículos e pedestres. Como a vistoria foi realizada durante o período diurno, não foi possível avaliar as condições da iluminação noturna, fundamental para garantir a visibilidade das sinalizações aos condutores.

5. Normas Técnicas aplicáveis

- ABNT NBR 7187 (2003) – Pavimentação Asfáltica – Execução de Obras: Estabelece critérios para a execução de pavimentos, com ênfase na importância da drenagem eficaz para evitar infiltração de água, que pode comprometer tanto o pavimento quanto às estruturas subjacentes.
- ABNT NBR 8800 (2008) – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto: Define os requisitos para o projeto de estruturas metálicas, considerando as cargas, os efeitos da corrosão e as necessidades de proteção adequada para garantir a durabilidade do aço.
- NORMA DNIT 031/2024 – ES – Manual de Pavimentação: Direciona as práticas corretas de drenagem e pavimentação, com foco na preservação da

integridade estrutural de pontes e outros sistemas viários, especificando o dimensionamento e instalação de sistemas de drenagem eficientes.

- ABNT NBR 15575 (2013) – Edificações Habitacionais – Desempenho: Estabelece exigências para o controle de umidade e corrosão nas estruturas, com foco na durabilidade e segurança das edificações e pavimentos.
- ABNT NBR 10697 (2020) – Pesquisa de Sinistros de Trânsito – Terminologia.
- NORMA DNIT 088/2006 – ES – Dispositivos de segurança lateral: guarda-rodas, guarda-corpos e barreiras – Especificação de serviço.

CONCLUSÃO

A análise técnica da Ponte da Revolução revelou diversas patologias estruturais e funcionais que comprometem sua segurança e durabilidade. A partir das inspeções realizadas, destacam-se os seguintes aspectos:

1. **Deficiências no Sistema de Drenagem**: Foram identificadas obstruções nos pontos de captação de água, o que provoca acúmulo de umidade, infiltração nas camadas inferiores do pavimento e aceleração do processo de corrosão dos elementos estruturais.

2. **Corrosão e Degradação Estrutural**: Elementos metálicos apresentam sinais avançados de corrosão, especialmente nas transversinas e aparelhos de apoio, afetando a estabilidade da estrutura e comprometendo sua capacidade de suporte.

3. **Danos no Pavimento**: Trincas transversais e longitudinais foram detectadas ao longo do tabuleiro da ponte, indicando comprometimento estrutural e a necessidade de intervenção para prevenção de colapsos locais.

4. **Falta de Sinalização e Controle de Tráfego**: A ausência de sinalização adequada quanto a limites de altura e peso permitidos favorece acidentes com impacto na estrutura, agravando as patologias existentes.

5. **Comprometimento dos Guarda-Corpos e Acessibilidade**: Os guarda-corpos estão em condição precária, expondo pedestres e veículos a riscos. Além disso, a ausência de passeios adequados compromete a segurança dos transeuntes

Esses desgastes afetam tanto a integridade do pavimento quanto a resistência da estrutura como um todo, colocando em risco a segurança dos usuários. A implementação das medidas corretivas, conforme as normas técnicas estabelecidas, é imprescindível para mitigar os danos e garantir a estabilidade e a funcionalidade da ponte a longo prazo. Diante do exposto, **recomenda-se manter a interdição da ponte**, tanto para veículos quanto para pedestres, até que as intervenções necessárias sejam realizadas, a fim de assegurar a segurança e a integridade de todos os usuários.

Uberaba-MG, 28 de fevereiro de 2025.

gov.br Documento assinado digitalmente
ALBERT WILLIAN FARIA
Data: 26/02/2025 19:10:53-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Albert Willian Faria - **Coordenador**
Engenheiro Civil

gov.br Documento assinado digitalmente
LUIZ FERNANDO RESENDE DOS SANTOS ANJO
Data: 26/02/2025 19:58:14-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Luiz Fernando Resende dos Santos Anjo
Engenheiro Civil

gov.br Documento assinado digitalmente
ALESSANDRA BEATRIZ CARNEIRO GONCALVES
Data: 26/02/2025 18:38:09-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Alessandra Beatriz Carneiro Gonçalves
Arquiteta e Urbanista

gov.br Documento assinado digitalmente
LUIZ HUMBERTO CAMILO
Data: 26/02/2025 19:00:58-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Luiz Humberto Camilo
Engenheiro Civil

gov.br Documento assinado digitalmente
CASSIO LEANDRO DO CARMO
Data: 26/02/2025 19:15:45-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Cássio Leandro do Carmo
Engenheiro Civil

Marcos Leopoldo Borges
Engenheiro Civil

gov.br Documento assinado digitalmente
FABIO MARTIN ROCHA
Data: 26/02/2025 19:21:50-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Fábio Martin Rocha
Engenheiro Civil

Ricardo Fonseca de Oliveira
Engenheiro Civil

Documento assinado digitalmente
gov.br
MAURO CESAR BARBOSA
Data: 26/02/2025 20:01:26-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Mauro César Barbosa
Engenheiro Civil

Documento assinado digitalmente
gov.br
SIMONE CRISTINA DE JESUS
Data: 26/02/2025 18:50:19-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Simone Cristina de Jesus
Engenheira Civil

Paulo de Castro Guetti
Engenheiro Civil

Stênio de Sousa Venâncio
Engenheiro Civil

Paulo Roberto Garcia
Engenheiro Civil

Viviani Antunes Gomes Rodrigues
Engenheira Civil