

programa  
**MASTER P=EC**  
IBRAÇON

VALE

Home  
**Quem somos**

**Inspetor I**  
**Acidentes**

**Paulo Helene**  
Diretor PhD Engenharia  
Prof. Titular Universidade de São Paulo  
Gestor e Ex-Presidente ALCONPAT Internacional  
Ex-Presidente e Conselheiro Permanente IBRAÇON  
Member fib(CEB-FIP) Model Code for Service Life Design  
Conselheiro da CNTU, SEESP, PMSP e ABNT

Carajás, 5 de maio de 2025

1

ENTREVISTA  
**Vitor Aly**  
Secretário municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SMURB)

LINHA DE FRENTE  
**Adriano Pires**  
Diretor do Centro Brasileiro de Infraestrutura (CBI)

**ENGENHARIA**  
Nº 640/2019 - ANO 76 www.brasilengenharia.com R\$ 39,00

AUSÊNCIA DE MANUTENÇÃO NO VIÁRIO URBANO

**ALERTA NAS PONTES E VIADUTOS**  
Na visão de dez entre dez especialistas a manutenção periódica e preventiva é mais barata do que o reparo de danos depois que ocorrem os sinistros

Observação: esta apresentação está protegida pelas leis nacionais e internacionais de direitos autorais e de imagem. É proibida a gravação, reprodução, distribuição, prints e fotografia da tela de apresentação, sem permissão do autor. O objetivo é estritamente educacional.

2

**CAPA ENGENHARIA** **INFRAESTRUTURA**

# AUSÊNCIA DE MANUTENÇÃO NO VIÁRIO URBANO PERIGOS RONDAM AS PONTES E VIADUTOS



**POR JUAN GARRIDO**

Na visão de especialistas ouvidos pela revista, a manutenção periódica e preventiva é muito mais barata do que a de reparo de danos depois que ocorrem os sinistros. Basta citar que a prefeitura paulistana só liberou no último dia 16 de março o trânsito de carros e caminhões no viaduto da pista expressa da Marginal Pinheiros, próximo ao Parque Villa Lobos, na Zona Oeste, após quatro meses de interdição. O viaduto sofreu acentuado recalque, fazendo com que parte do seu tabuleiro cedesse dois metros. Segundo o prefeito Bruno Covas, o custo total estimado das obras, incluindo a requalificação, é de 26,5 milhões de reais. Mas de mesmo cariz é que o sinistro, por falta de manutenção orçamentada, poderia custar 70 milhões de reais, caso fosse preciso demolir e construir uma nova obra no lugar. O viaduto havia cedido na madrugada do dia 15 de novembro do ano passado. Parte das obras vão continuar, mas não são emergenciais. São obras de requalificação do viaduto e podem

ser feitas com ele sendo utilizado. As intervenções complementares serão feitas mediante licitação. Antes da reabertura do viaduto ao público, os testes de carga foram de dois tipos: o dinâmico, em que uma carreta com 60 toneladas se deslocou pelo viaduto, e o estático, em que 45 caminhões, cada um com 28 toneladas, ficaram parados sobre a estrutura em pontos determinados. Foram instalados 49 sensores ao longo da pista e nos pilares para medir o comportamento da estrutura e captar o movimento da ponte fora do padrão. Além disso, está em preparação o cronograma das obras de recuperação da ponte que leva à Rodovia Presidente Dutra pelo Marginal Tietê, interditada em janeiro passado. Concomitantemente, as pontes e viadutos são obras de infraestrutura conhecidas como obras de arte especiais. Assim como as demais estruturas da construção civil elas são projetadas com uma determinada vida útil e, de modo a assegurar e prolongar sua vida, essas

grandes estruturas devem passar por processos contínuos de preservação. As empresas focam na execução e não dão a devida atenção ao pós-obra, aos processos de manutenção necessários. A falta de manutenção faz com que várias estruturas tenham perda de desempenho, gerando grandes impactos e transtornos na dinâmica das cidades, além do alto custo de recuperação do ponte ou viaduto que teve a sua funcionalidade perdida em parte ou por completo. No Brasil, recentemente, houve alguns episódios aos quais a falta de inspeção, acompanhamento e manutenção levaram a algumas estruturas ou partes delas ao colapso. Além do caso mais recente, em novembro passado, em São Paulo, alguns meses antes, em Brasília, parte da estrutura de um viaduto, na área central da capital federal, foi ao colapso. A falta de manutenção ficou patente nesses casos. Para que se possibilite o prolongamento da vida útil das obras de arte, os engenheiros apontam que alguns

procedimentos devem ser realizados ao longo de sua operação: monitoramento, inspeções, diagnóstica e manutenções. Acidentes anteriores de grandes proporções, como o desmoronamento da Estação Pinheiros do Metrô de São Paulo e os das barragens de rejeitos em Minas Gerais, têm demonstrado a insuficiente capacitação dos quadros técnicos do serviço público, paulatinamente desmobilizados, privatizados ou terceirizados. Figuras exponenciais da engenharia defendem que é preciso também melhorar o aprendizado dos engenheiros, introduzindo disciplinas de patologia, diagnóstica, inspeções, fiscalização, controle, reabilitação, assim como ética e responsabilidade profissional e social, nos cursos de graduação. Eles deixam claro que é preciso colocar em concorrência a execução de uma obra com base no projeto básico (o correto é ter um projeto executivo), nem escolher apenas pelo preço mínimo (Lei 8.666) sem distinguir entre competências.

3

**CAPA ENGENHARIA**

## Os quatro diferentes tipos de inspeção



De fato grande parte dos problemas estruturais em pontes e viadutos surgem em juntas de dilatação, aparelhos de apoio, e partes similares destas estruturas. São as partes que mais demandam manutenção periódica, devendo ser trocadas sempre que apresentarem sinais de desgaste ou de mau funcionamento. Como não há inspeção periódica, estes problemas em juntas e aparelhos de apoio costumam ser percebidos apenas quando ficam grandes a ponto de chamarem a atenção dos usuários.

**A** profissão do engenheiro é considerada de "confiança pública", assim como a do médico. Os clientes dos mais variados ramos da engenharia, assim como a sociedade em geral, acreditam que os profissionais de engenharia farão obras seguras e duráveis. Ou seja, a sociedade confia nesses especialistas ao comprar um apartamento para morar com sua família, ou transitar sobre um viaduto. Presume que aquela obra foi projetada e construída com segurança, assim como confia na medicação receitada por um médico. Seria inconcebível, portanto, tratar essa confiança precipua. Em relação a pontes e viadutos urbanos, o engenheiro Paulo Helene, diretor da PhD Engenharia, professor titular da Universidade de São Paulo, educador, pesquisador e responsável conselheiro de estruturas de concreto, lembra que a norma brasileira ABNT NBR 9452, Inspeção de Pontes, Viadutos e Passarelas de concreto, publicada em 2016, contempla quatro diferentes tipos de inspeção, a saber: cadastral; rotineira; especial e extraordinária. Apesar da norma datar de 2016, há mais de duas décadas esse conceito é de conhecimento do meio técnico e vem sendo aplicado no Brasil, esporadicamente, e no exterior, costumadamente nos países desenvolvidos ou mesmo em desenvolvimento como o México. Na visão de Helene, a atividade profissional do advogado se baseia não só e do engenheiro, nas normas técnicas, que precisam ser corretas, atuais e, ao mesmo tempo, respeitadas nos projetos e obras. E norma - frica ele - não é só da

ABNT, mas também do IPR, do Ministério do Trabalho, da Petrobras, das prefeituras, do Estado, e outras. Todas devem ser do conhecimento do engenheiro. A Lei 8.078/90, mais conhecida como Código de Defesa do Consumidor, é clara e explícita não permitindo a nenhum profissional de engenharia usar o argumento de que "eu não sabia".

— **Consta que já foram definidas as primeiras pontes que vão receber a chamada vistoria estrutural, técnica mais completa para detectar problemas nas estruturas viárias que podem passar despercebidas pelo atual método de vistoria. Isso representa um avanço frente à notória falta da cultura da manutenção no país? — perguntamos a Helene.**

"Didaticamente falando, as inspeções "cadastral e notineira", são básicas, ou seja, todos os organismos responsáveis por gerir estruturas dessa natureza, tais como prefeitura paulistana, DNITs, DERs, Desas, concessionárias de rodovias e ferrovias, empresas tipo Vale, entre outras, deveriam realizar constantemente e são de caráter preventivo. Essas inspeções, desde que bem gerenciadas, devem gerar um banco de dados muito importante de cada obra de arte especial, principalmente devem ter arquivado o projeto estrutural da obra. Quando o projeto estrutural foi "preto" por conta de negligências do organismo gerenciador, essas inspeções devem promover o chamado projeto "as built" do empreendimento, que infelizmente a prefeitura paulistana não tinha do viaduto acidentado da pista expressa da Marginal Pinheiros, próximo ao Parque Villa Lobos, na Zona Oeste, e nem tem, por completo, das demais obras de arte especiais importantes e históricas da cidade."

— **Como é a chamada inspeção extraordinária? — pedimos que Helene explicasse.**

"Em certos casos a norma prevê a obrigatoriedade de uma inspeção extraordinária que é gerada por uma demanda não programada, tais como: necessidade de avaliar com mais critério um elemento ou parte da obra, podendo ou não ser gerada por inspeção anterior; ocorrência de impacto de veículo, trem ou embarcação na obra; e ocorrência de eventos da natureza, como inundação, vendaval, sismo e outros. Portanto o viaduto acidentado na Marginal Pinheiros teve de ser inspecionado na categoria extraordinária. Os demais podem se encaixar na categoria de inspeção especial ou mesmo extraordinária porque foram escolhidos em função de inspeções básicas anteriores que apontaram falhas preocupantes e que exigem uma inspeção detalhada, chamada de inspeção especial ou extraordinária. A inspeção especial e uma extraordinária devem ser pormenorizadas e contemplar mapeamento gráfico e quantitativo das anomalias de todos os elementos aparentes e/ou acessíveis da obra de arte especial, além de uma avaliação criteriosa do ponto de vista estrutural da estabilidade, segurança estrutural, durabilidade e, em certos casos, também de funcionalidade, com o intuito de formular um parecer técnico conclusivo contendo, no mínimo, o diagnóstico (radiografia da situação atual) e

4

INFRAESTRUTURA

prognóstico (o comportamento futuro) da estrutura."
Consta que após vistorias em 2017, em São Paulo, 73 pontes e viadutos tinham problemas estruturais. São locais no centro expandido que têm infiltrações, armações metálicas expostas e rachaduras. Como tem acompanhado esse panorama? — perguntamos a Helene.

Esse relatório foi realizado por profissionais voluntários gerenciados pelo Sinterco que é um sindicato patronal nacional que representa algumas das empresas de engenharia consultiva e de arquitetura, com base numa vistoria despretensiosa, porém realizada por profissionais experientes e engajados, preocupados com a situação de descaso desse importante patrimônio construído e fundamental para a circulação da cidade e segurança dos indivíduos. É um excelente ponto de partida e um alerta às autoridades responsáveis, mas não pode ser tomado automaticamente como um documento executivo. Tem suas deficiências. Por exemplo nem constava dessa lista o viaduto acidentado, mas relata outros casos preocupantes que exigem inspeções especiais e detalhadas, a serem realizadas pela prefeitura paulistana que é o órgão responsável e competente para tal gestão.



Paulo Helene, diretor da PhD Engenharia, professor titular da Universidade de São Paulo

Estudos internacionais estimam que o total de que foram investidos pelo menos 2% do PIB de um país na manutenção do ambiente construído. De uma forma geral, quais as críticas que podem ser feitas à atuação (investimentos) das administrações municipais brasileiras na manutenção de pontes, viadutos e túneis? — solicitamos a Helene.

Não estou seguro de que se deva investir 2% do PIB na manutenção de obras de arte especiais, anualmente. Realmente a referência internacional que eu conheço e é praticada em muitos países e tomar como valor médio do custo de manutenção a quantia equivalente a 2% do custo de uma obra de arte especial não é equivalente. Em outras palavras os órgãos responsáveis deveriam ter um orçamento anual equivalente a 2% do valor do patrimônio construído em obras de arte especiais sob sua responsabilidade. Óbvio que esse valor médio pode ser diferente de uma obra a outra. Mas, na média, seria suficiente para pagar inspeções básicas cadastrais e rotineiras, inspeções especiais a cada cinco a dez anos, reparos, reformas, substituição de juntas e aparelhos de apoio, reaparelamentos, impermeabilizações, pinturas e proteções superficiais, limpeza, drenagem, calçadas etc. Acidentes não estariam cobertos por essa verba. Em 50 anos ter-se-ia, a grosso modo, investido o equivalente ao custo de 100% de uma obra nova e, se essa manutenção preventiva e corretiva

for bem realizada, ao fim desses 50 anos teríamos uma ponte, viaduto ou túnel no estado de novos e em condições de durar e servir à comunidade por mais 50 anos.

Para especialistas em engenharia civil seria preciso ter manutenção periódica. Os mesmos dizem que é preciso vontade política e também dizer à população que certo local será fechado para obras, para serviços definitivos. O senhor se associa a essas recomendações? — arguimos Helene.

Sem dúvida, falta cultura de manutenção predial e em especial de manutenção permanente de obras de arte especiais, sejam públicas ou privadas. As intervenções preventivas, como o próprio nome indica, devem ser realizadas com as obras em perfeitas condições aparentes. Fazendo um paralelo didático, diria que pessoas acham perfeitamente normal trocar o óleo dos carros antes do motor fundir — ou melhor, para não fundir o motor. Pêrfidamente, como se tratam de obras públicas, o gestor fica com receio da oposição crítica-lo por estar intervindo, correta e preventivamente, numa obra em perfeito estado aparente de funcionamento. É verdade, falta cultura e talvez esse "mea culpa" deva ser creditado à própria classe dos engenheiros civis, na qual me incluo, que não soube defender este óbvio processo necessário de manutenção periódica. Essas inspeções preventivas e corretivas devem ser realizadas, no mínimo, a cada dois anos, de modo profissional, com registro de ART, relatório fotográfico, parecer conclusivo e, sempre que for o caso, com ensaios comparativos. Porém, reitero que não basta realizar inspeções periódicas, pois isso gera "papel" e relatórios, hoje arquivados na chamada nuvem. O importante e fundamental é realizar obras, serviços e melhorar ou substituições previstas e requeridas nessas inspeções. A inspeção é necessária e fundamental para saber o que precisa ser feito. Porém, de nada contribui se o órgão responsável apenas arquivava e não toma as medidas recomendadas e especificadas nos pareceres e relatórios conclusivos de inspeção.

Conforme já foi divulgado, a determinação da prefeitura foi a de elaborar laudo estrutural de 185 pontes e viadutos da cidade, por entender que as vistorias visuais são insuficientes, antes de tomar medidas. Vê com otimismo a ideia de realmente ampliar o contrato para inspecionar todas as 185 estruturas? — perguntamos a Helene.

Hoje, graças ao CDC, as normas brasileiras podem ser consideradas como "leis compulsórias", e, portanto, devem ser implementadas. Segundo a ABNT NBR 9452, já citada, há necessidade de bem realizar as inspeções cadastrais e rotineiras assim como as inspeções especiais e eventualmente

5

CAPA ENGENHARIA

as extraordinárias. Um parecer conclusivo sobre o estado da obra de arte especial sob o ponto de vista da segurança e estabilidade estrutural, sobre a durabilidade estrutural e sobre a funcionalidade pode resultar de qualquer uma das inspeções. O que ocorre é que a cadastral e a rotineira, mais simplificada, com poucos ensaios e muita inspeção visual, nem sempre são suficientes para dizer claramente o que precisa ser feito de intervenção preventiva ou corretiva naquela obra. Então veio com bons olhos a vontade política da prefeitura paulistana de inspecionar detalhadamente com inspeções tipo especiais ou extraordinárias as 185 pontes e viadutos sob sua responsabilidade, mas considero uma medida política que dificilmente será viabilizada. O mais importante é que a municipalidade efetivamente cumpra com a norma ABNT NBR 9452, monte um sistema de banco de dados e gestão eficiente e destino regular e anualmente um orçamento correspondente a 2% do patrimônio construído em obras de arte especiais à manutenção preventiva e corretiva. De nada adianta querer fazer tudo de uma vez ou descontar o atraso de décadas de omissão em apenas uma gestão. O mais importante é montar um programa perene e forte de gestão ad seterem.

Por meio das vistorias (apenas visuais, como o nome indica), em pontes no Tatapé, no Cruzeiro do Sul e em duas sobre o Rio Tietê há plantas crescendo. Na Eusébio Matoso, uma das pontes mais movimentadas da Marginal Pinheiros, há plantas que até criaram raiz na estrutura. Também há vegetação enraizada no concreto no Viaduto Aricanduru, na Zona Leste, e no viaduto Bresser, no Centro. Segundo os especialistas as sementes das plantas chegam aos locais com ajuda do vento e conseguem brotar no concreto por causa da umidade. Como vê essas ameaças? — pedimos a Helene.

A existência de plantas crescendo onde não deveriam é a demonstração cabal da omissão do órgão responsável. As plantas refletem juntas de dilatação assoreadas, aparelhos de apoio com pouca mobilidade condições por restrições de sujira e raios, buzones entupidos, drenagem prejudicada que podem gerar película de água no pavimento e causar acidentes rodoviários, umidade excessiva na estrutura que aumenta riscos de corrosão de armaduras e deteriorações de natureza físico-química. Ou seja, trata-se de um quadro inadmissível.

Como analisa o macaqueamento para levantar os dois metros que cedem na estrutura do viaduto próximo à Ponte do Jaguar? Pode comentar sobre os bons resultados alcançados por esse método em outras ocasiões? — concluímos com Helene.

Melhor perguntar aos colegas responsáveis pelo projeto e execução, e que foram contratados pela prefeitura paulistana para essa finalidade. Macaquear uma estrutura é uma atividade usual e necessária muitas vezes necessária para atingir a reabilitação correta ou correção de um problema

patológico. No caso de uma ponte com vão hiperestático, como é o caso, passa a ser uma operação mais complexa que o usual porque "mexer" nesse vão pode acabar interferindo nos três vãos que estão integrados entre si, podendo causar efeitos colaterais nefastos.



O desenvolvimento urbano e a viabilidade do fluxo contínuo e em larga escala de pessoas e cargas tiveram grande avanço ao longo da história a partir da construção de pontes e viadutos que permitiram a conexão entre localidades separadas por vales, cursos d'água ou regiões montanhosas. Pontes e viadutos são estruturas viárias de transposição superior de obstáculos que permitem a travessia permanente com percurso mais curto. São chamadas obras de arte especiais por serem construções de engenharia dotadas de características estruturais, construtivas e funcionais específicas que demandam consideráveis habilidades técnicas e criativas para seu projeto, execução e manutenção. Uma das primeiras pontes de que há registro histórico foi construída na Babilônia por volta de 2000 a.C. e era composta por um tabuleiro de troncos de madeira apoiado sobre montes de pedras atados com tiras de couro. Durante o Império Romano, pontes e aquedutos, similares no sistema estrutural, foram construídos para desenvolver e expandir o território dominado.

Até o século 19, os materiais mais utilizados na construção dessas estruturas foram blocos de tochas, madeira e o aglomerado precursor do concreto, preparado com um tipo primitivo de cimento produzido com cal e pozolanas vulcânicas. Após a Revolução Industrial, a produção de ligas de aço mais resistentes e dúcteis que os materiais de então, garantiu o desenvolvimento de novas estruturas com vãos maiores e menor peso próprio. Com o advento do concreto de cimento Portland, no fim do século 19, ocorreu o desenvolvimento e o registro das primeiras patentes de sistemas construtivos com concreto armado. Citouse uma nova alternativa para a

6

BRASIL

**FRAGILIDADES OCULTAS**  
Estudo calcula que há 11 mil pontes no país que podem ter acidentes como o do Rio Tocantins



**FISCALIZAÇÃO**  
O estudo apontou que das 113.168 pontes nas estradas brasileiras, apenas 12.142 possuíam registro de inspeção e 14.874 estejam inventariadas.

**IDADE**  
O estudo identificou 5,5 mil pontes com mais de 50 anos, que necessitam mais manutenção. Mas a estimativa é que ao todo haja 42 mil.

**PRECARIIDADE**  
Segundo o Dnit, 736 pontes, de madeira ou de concreto, estão em grau crítico ou ruim na rede de estradas brasileiras. Mas o estudo estima que este número seja de 11 mil.

**CUSTO**  
Um programa do Dnit para estruturas como pontes prevê investimento de R\$ 5,83 bilhões em 816 obras.

**DESEMPENHO**  
O estudo também apontou que 11,3% das pontes não possuem registro de inspeção, o que pode indicar problemas de manutenção e segurança.

**ANÁLISE**  
O estudo foi realizado pelo Dnit em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

**CONCLUSÃO**  
O estudo concluiu que há uma grande necessidade de investimento em manutenção e fiscalização das pontes brasileiras para garantir a segurança dos usuários e a durabilidade das estruturas.

7

**Prof. Eduardo Thomaz IME RJ**



**foto 25 - VIADUTO SAMPAIO CORREA (ou Viaduto Faria-Timbó) (em 1985)**  
**Dente Gerber no ramo do viaduto situado ao lado do ramo acidentado em 1985 (o viaduto foi inaugurado em 1965).**

8

Prof.  
Eduardo  
Thomaz  
IME  
RJ



### RUTURAS INCLINADAS NOS DENTES GERBER

CORROSAO NA ARMADURA

foto 26 - VIADUTO SAMPAIO  
CORREA (em 1985)

Dente Gerber inferior do viaduto,  
rompido bruscamente no acidente  
ocorrido em 1985.



9

Prof.  
Eduardo  
Thomaz  
IME  
RJ



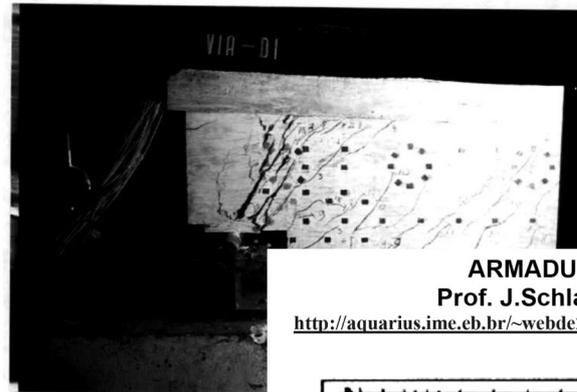
foto 27 - VIADUTO SAMPAIO CORREA (em 1985)

O vão isostático, que estava apoiado nos dentes Gerber inferiores do viaduto que se romperam no acidente, partiu-se em vários pedaços ao cair sobre as linhas férreas. 61

10

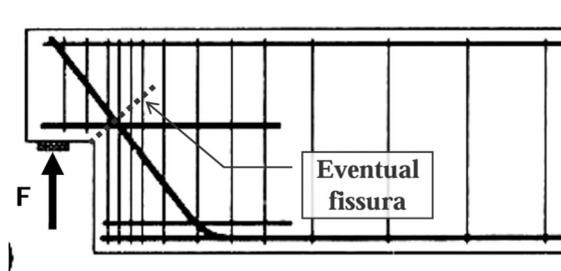
## FISSURAS

Prof.  
Eduardo  
Thomaz  
IME  
RJ



ARMADURA SUGERIDA por  
Prof. J. Schlaich e Prof. K. Schaefer

[http://aquarius.ime.cb.br/~webde2/prof/ethomaz/dente\\_gerber/dente\\_gerber.pdf](http://aquarius.ime.cb.br/~webde2/prof/ethomaz/dente_gerber/dente_gerber.pdf)



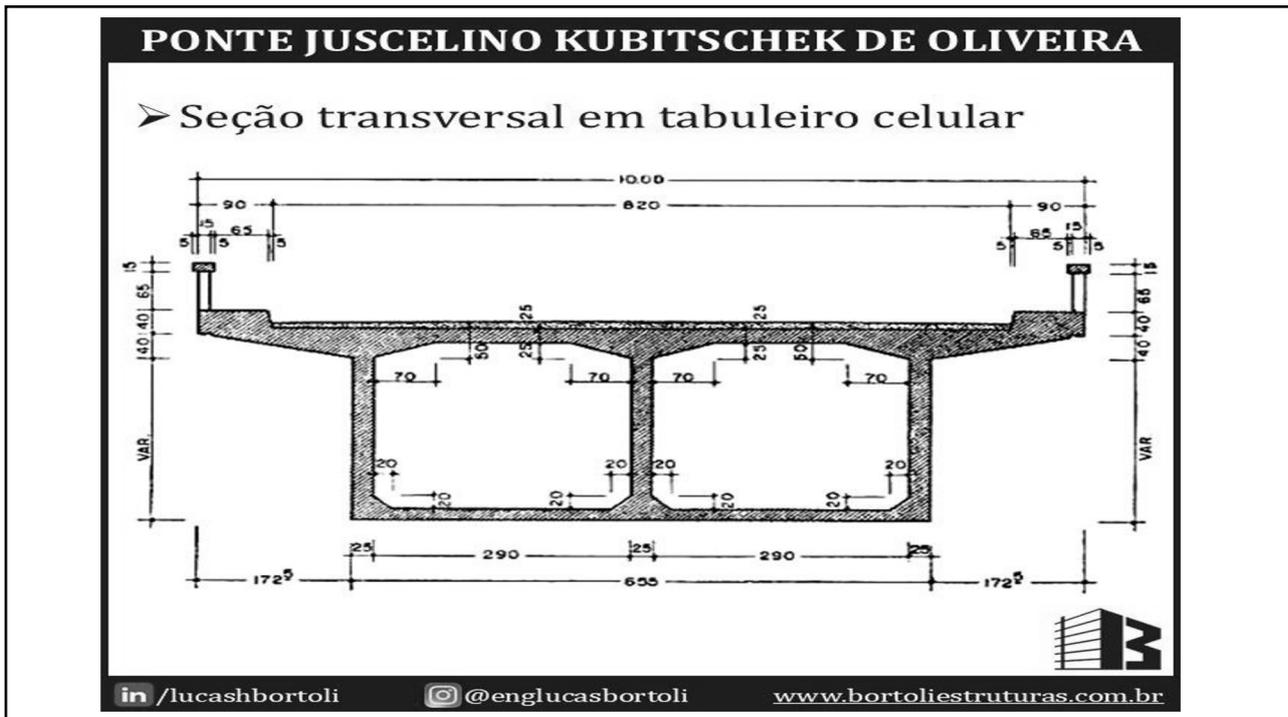
11

## **Ponte do TOCANTINS ou Ponte do Estreito**

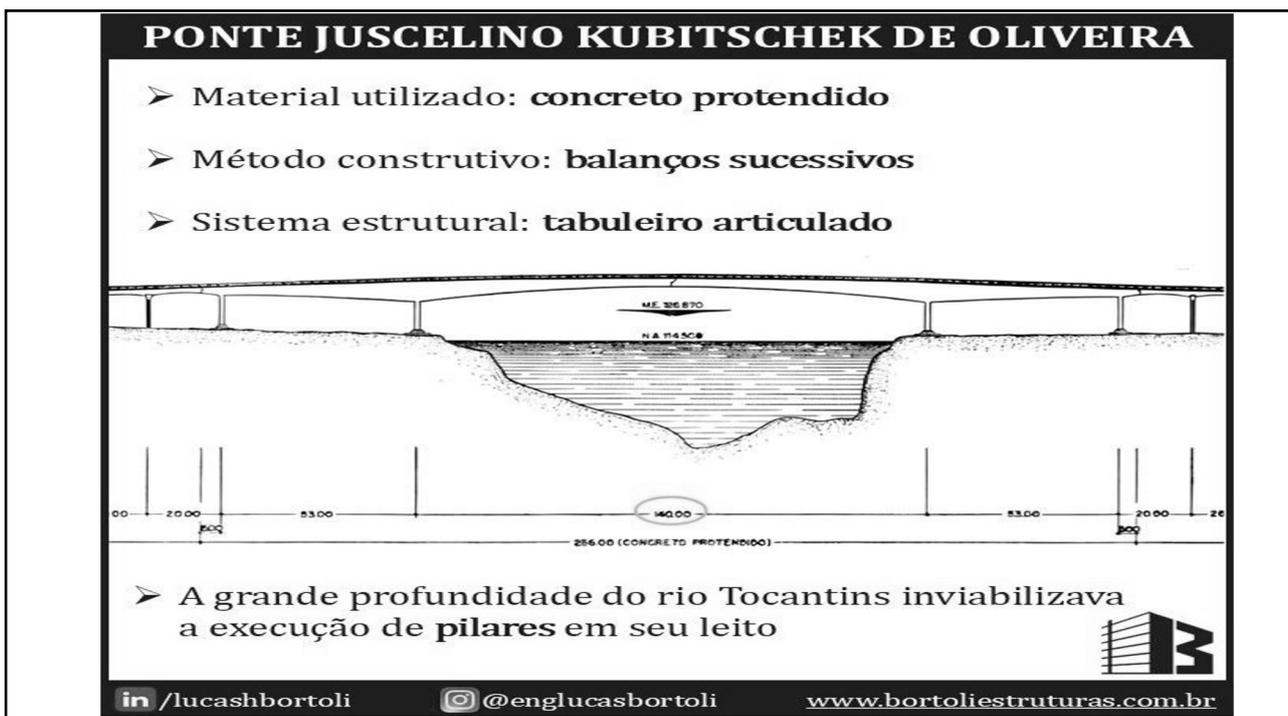
### **Ponte Juscelino Kubitschek**

533m Divisa Tocantins com Maranhão  
Acidente: 20/06/1988  
Construída 1960 (64 anos)  
Protendida

12



13



14



**Figura 2.6** – Meio do vão de 140m, detalhe da protensão externa na parte inferior

15



16

A QUEDA DO VÃO CENTRAL DA PONTE JUSCELINO KUBITSCHKE,  
PONTE DO ESTREITO  
DIVISA MARANHÃO TOCANTINS



de Balanços Sucessivos

Executado no local com

nas com vigas múltiplas, em  
uleiro em diversos trechos  
is) e cada viga é lançada com



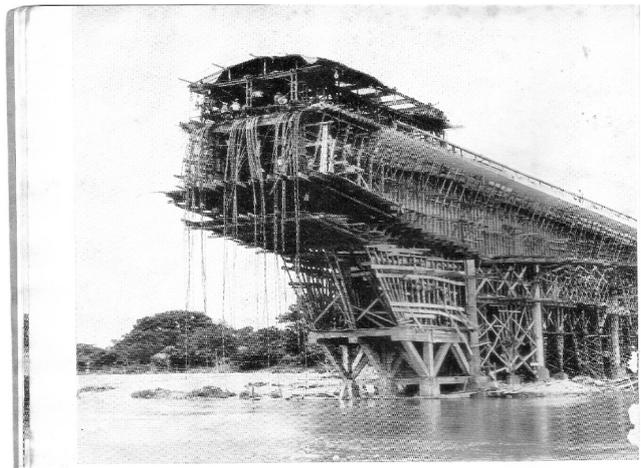
Prof. Chust

[https://www.youtube.com/watch?v=I53pHVla\\_1E](https://www.youtube.com/watch?v=I53pHVla_1E)

17

*PONTE SOBRE O RIO TOCANTINS  
PARTE I*

- **AUTOR: SERGIO MARQUES DE SOUZA – PARTE I**
- **Enviada por Bruno Contarini – 02-01-2013**



18

O Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT), órgão do governo federal, abriu em maio deste ano um processo para contratar empresas e reformar a ponte Juscelino Kubitschek, que **caiu no fim de semana**. O processo, no entanto, não foi adiante.

A queda da estrutura deixou quatro mortes, e 13 pessoas continuam desaparecidas. Ao menos oito veículos despencaram no rio Tocantins, que passa sob a ponte, incluindo caminhões que transportavam ácido sulfúrico e pesticida. A presença de substâncias tóxicas na água complica o trabalho das equipes de buscas.

Nos documentos citados para justificar a necessidade de reforma da ponte, construída na década de 1960, o DNIT afirma que vistorias no local identificaram "vibrações excessivas e desgaste visual de suas estruturas e do seu pavimento".

19

### **Problemas identificados em 2020**

Antes do início da licitação, em maio deste ano, o DNIT já havia feito estudos sobre a ponte e encontrado uma série de problemas, relatados por meio do anteprojeto de recuperação, reforço e reabilitação da ponte, datado de 2020. **Entre os destaques, estão:**

- ▶ No documento, o órgão relata que, "durante a extração de testemunhos de concreto da laje, constatou-se diferenças significativas entre as espessuras das camadas de asfalto ao longo da ponte".
- ▶ Foram observados, também, danos observados no bloco do P7 (pilar 7), com significativa variação da geometria do bloco, além de "danos observados no bloco do P8, com significativa variação da geometria do bloco".
- ▶ O documento informa ainda haver "meio do vão de 140m, detalhe da protensão externa na parte inferior", ou seja, o início de uma rachadura grande, detectado por uma foto.
- ▶ Relata "fissuras no cobrimento da protensão externa, no meio do vão principal da ponte (140m) e na seção do apoio P6".

20



21



22

# Dresden bridge failure caused by hydrogen-induced stress corrosion, report confirms

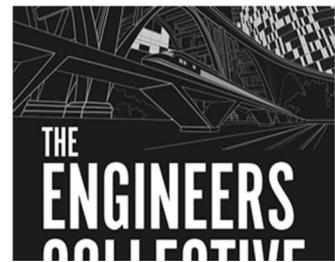
19 DEC, 2024 | BY ROB HAKIMIAN

Hydrogen-induced stress corrosion cracking has been identified as the primary cause of the failure of the Carola Bridge in Dresden earlier this year.

The City of Dresden has received a comprehensive report from Professor Steffen Marx of the Institute of Concrete Structures at TU Dresden, regarding the catastrophic collapse of the Carola Bridge on September 11, 2024.

The findings, presented to the city's building committee on December 11, 2024, highlight that corrosion damage to the bridge's steel components played a critical role in the incident.

PODCAST



23

4/17/25, 5:32 AM

Dresden bridge failure caused by hydrogen-induced stress corrosion, report confirms | New Civil Engineer



24



**The bridge collapsed in the early hours of September 11, 2024. (PHOTO: City of Dresden)**

**Numerous steel tendons in the Carola Bridge in Dresden, Germany, failed and caused its partial collapse in September, an independent bridge expert has found.**

An interim report from Professor Steffen Marx from the Technical University of Dresden's Institute of Structural Concrete, who was commissioned by authorities in Dresden to carry out an investigation, found that the cause of the accident on 11 September this year was "hydrogen-induced stress corrosion cracking".

The bridge, which was completed in 1971, suffered corrosion damage during its construction through a combination of manufacturing methods employed 50 years ago and the influence of the weather on the steel while it was being built, the investigation found.

That corrosion, combined with material fatigue caused by traffic stress, led to the bridge's failure. Over 68% of the tendons in the carriageway on the collapsed section were found to be severely damaged to the point of failure.

Nonetheless, the probe also found that city authorities had inspected the bridge in accordance with applicable standards and recommendations and had commissioned special reports. It concluded that there

25

## **Ponte do Socorro**

**São Paulo/SP**

**Acidente: 20/06/1988**

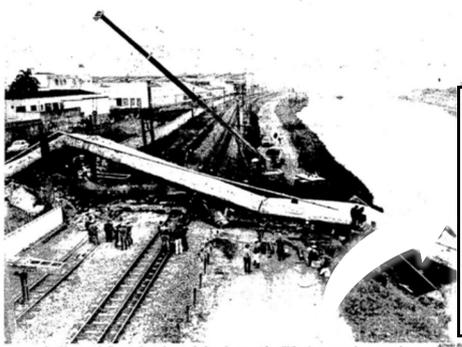
**noite de segunda-feira**

**Suporte da Adutora da SABESP**

26

# Guedes substitui Ozires na Petrobrás

O engenheiro aeronáutico e coronel-aviador da reserva Ozires Silva sai da presidência da maior empresa nacional, a Petrobrás, e será substituído "em uma primeira etapa" pelo atual diretor industrial da empresa, engenheiro Armando Guedes Coelho. Críticas à política salarial foram os motivos mais recentes para Ozires ser convencido.



O acidente prejudicou o abastecimento de água de quase três milhões de pessoas e levou ao racionamento

## Acidente com adutoras obriga a racionar água

Três milhões de pessoas, a maioria da Zona Sul, ficaram sem água na Capital, com o desabamento de uma ponte de concreto sobre o rio Pinheiros, que sustentava três adutoras da Sabesp. A ponte caiu às 23h45 de anteontem e ontem o número 195, da Sabesp, não parou de tocar: eram pessoas reclamando da falta de água. A empresa montou um esquema de atendimento de emergência para hospitais, escolas e creches, com 30 carros-pipa, e reforçou o abastecimento da região da Paulista com o sistema Cantareira. O problema levará pelo menos 20 dias para ter uma solução — e assim mesmo precária. Até lá, a cidade entrará num rodízio e mesmo bairros não afetados diretamente pelo desabamento ficarão 48 horas com água e 24 sem. Página 28

## Acidente com adutoras obriga a racionar água

Três milhões de pessoas, a maioria da Zona Sul, ficaram sem água na Capital, com o desabamento de uma ponte de concreto sobre o rio Pinheiros, que sustentava três adutoras da Sabesp. A ponte caiu às 23h45 de anteontem e ontem o número 195, da Sabesp, não parou de tocar: eram pessoas reclamando da falta de água. A empresa montou um esquema de atendimento de emergência para hospitais, escolas e creches, com 30 carros-pipa, e reforçou o abastecimento da região da Paulista com o sistema Cantareira. O problema levará pelo menos 20 dias para ter uma solução — e assim mesmo precária. Até lá, a cidade entrará num rodízio e mesmo bairros não afetados diretamente pelo desabamento ficarão 48 horas com água e 24 sem. Página 28

### Em busca de tóxico, polícia cerca senador

Um forte aparato policial cercou ontem a supracitada 309 Sul, em Brasília, onde moram os senadores da República. Objeto apurá a denúncia de que o senador Olavo Pires (PMDB-RJ) tinha em sua Mercedes-Benz vermelha (uma de suas 10) 40 quilos de maconha. Nada foi encontrado e agora a Polícia Federal quer saber a procedência dos carros. Página 24

## favorece todos

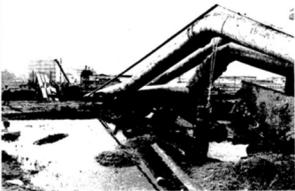
A Eletropaulo atravessa uma crise de liquidez, está com as contas bloqueadas, não paga o adicional de periculosidade. Mas tem investido firme na sua imagem, doando dinheiro a várias entidades e promovendo tudo: esporte, cultura, festas. Na última, para os 22 mil funcionários, não faltaram brindes. O convite era assinado pelo favorito do governador Quéricia, o secretário João Leiva. Por Cr\$ 11,8 milhões, a empresa está produzindo também o LP do radaiço Charles Gonçalves. Página 20

## Acordo da dívida só depende dos bancos

O rescalamento da dívida foi feito ontem, em Brasília, em reunião do Comitê de Crédito. Página 26

# Adutoras caem, Zona Sul fica sem água

Três milhões de pessoas, a maioria da Zona Sul, ficaram sem água na Capital, com o desabamento de uma ponte de concreto sobre o rio Pinheiros, que sustentava três adutoras da Sabesp. A ponte caiu às 23h45 de anteontem e ontem o número 195, da Sabesp, não parou de tocar: eram pessoas reclamando da falta de água. A empresa montou um esquema de atendimento de emergência para hospitais, escolas e creches, com 30 carros-pipa, e reforçou o abastecimento da região da Paulista com o sistema Cantareira. O problema levará pelo menos 20 dias para ter uma solução — e assim mesmo precária. Até lá, a cidade entrará num rodízio e mesmo bairros não afetados diretamente pelo desabamento ficarão 48 horas com água e 24 sem. Página 28



## Trem de passageiros volta a circular amanhã

O trem de passageiros voltou a circular amanhã, depois de 10 dias parado por causa da queda da ponte de concreto sobre o rio Pinheiros, que sustentava três adutoras da Sabesp. A ponte caiu às 23h45 de anteontem e ontem o número 195, da Sabesp, não parou de tocar: eram pessoas reclamando da falta de água. A empresa montou um esquema de atendimento de emergência para hospitais, escolas e creches, com 30 carros-pipa, e reforçou o abastecimento da região da Paulista com o sistema Cantareira. O problema levará pelo menos 20 dias para ter uma solução — e assim mesmo precária. Até lá, a cidade entrará num rodízio e mesmo bairros não afetados diretamente pelo desabamento ficarão 48 horas com água e 24 sem. Página 28



## Suspensas obras e lavagens

O desabamento de uma ponte de concreto sobre o rio Pinheiros, que sustentava três adutoras da Sabesp, obrigou a suspensão das obras e lavagens na região da Zona Sul. A ponte caiu às 23h45 de anteontem e ontem o número 195, da Sabesp, não parou de tocar: eram pessoas reclamando da falta de água. A empresa montou um esquema de atendimento de emergência para hospitais, escolas e creches, com 30 carros-pipa, e reforçou o abastecimento da região da Paulista com o sistema Cantareira. O problema levará pelo menos 20 dias para ter uma solução — e assim mesmo precária. Até lá, a cidade entrará num rodízio e mesmo bairros não afetados diretamente pelo desabamento ficarão 48 horas com água e 24 sem. Página 28

População muda os hábitos. A população de São Paulo mudou seus hábitos de consumo de água. Com o desabamento de uma ponte de concreto sobre o rio Pinheiros, que sustentava três adutoras da Sabesp, a cidade entrou em um rodízio de água. A população passou a economizar água e a usar menos água quente. A Sabesp reforçou o abastecimento da região da Paulista com o sistema Cantareira. O problema levará pelo menos 20 dias para ter uma solução — e assim mesmo precária. Até lá, a cidade entrará num rodízio e mesmo bairros não afetados diretamente pelo desabamento ficarão 48 horas com água e 24 sem. Página 28





29

## ***PONTE do SOCORRO***

**São Paulo, 20 junho 1988**

- **laudo 5 meses antes**
- **27 anos,  $f_{ck} = 16$  MPa**
- **Inspeções 81, 83, 84, 87**
- **Janeiro 88**
- **Vão de “52 m”**
- **custo = incomensurável**
- **inauguração: 1961**

acervo de Paulo Helene

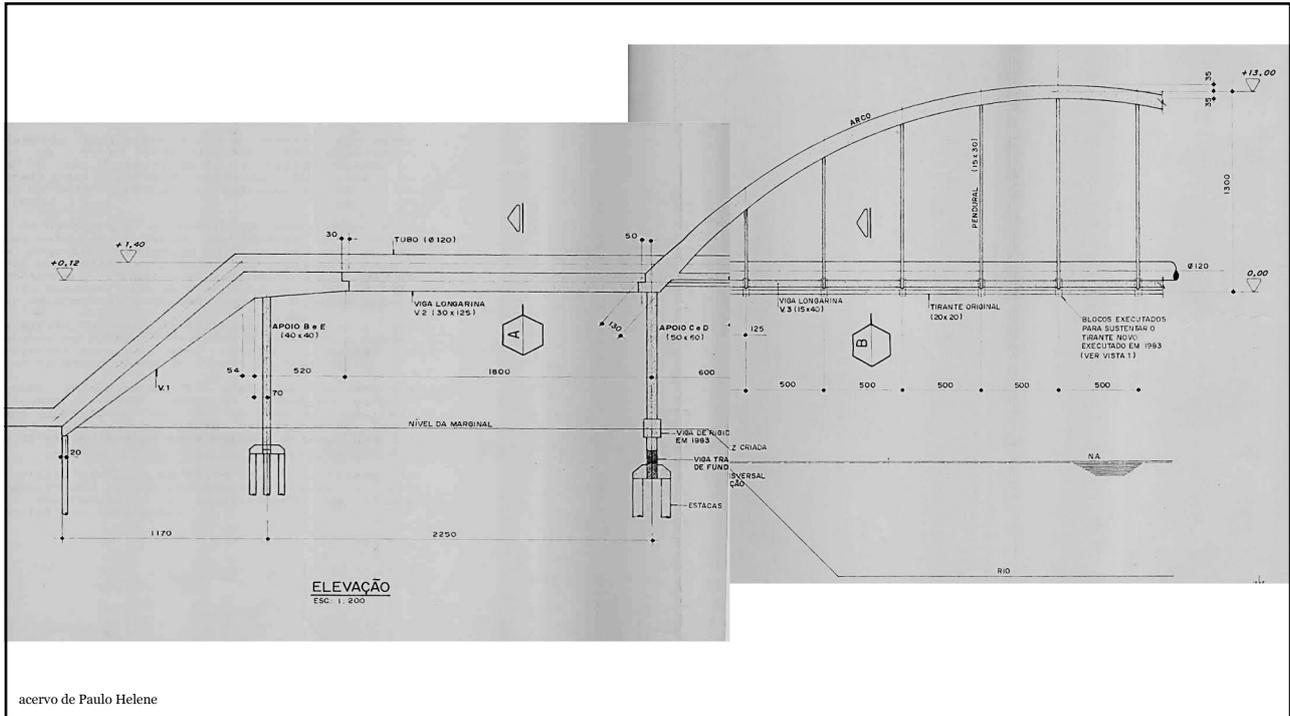
30



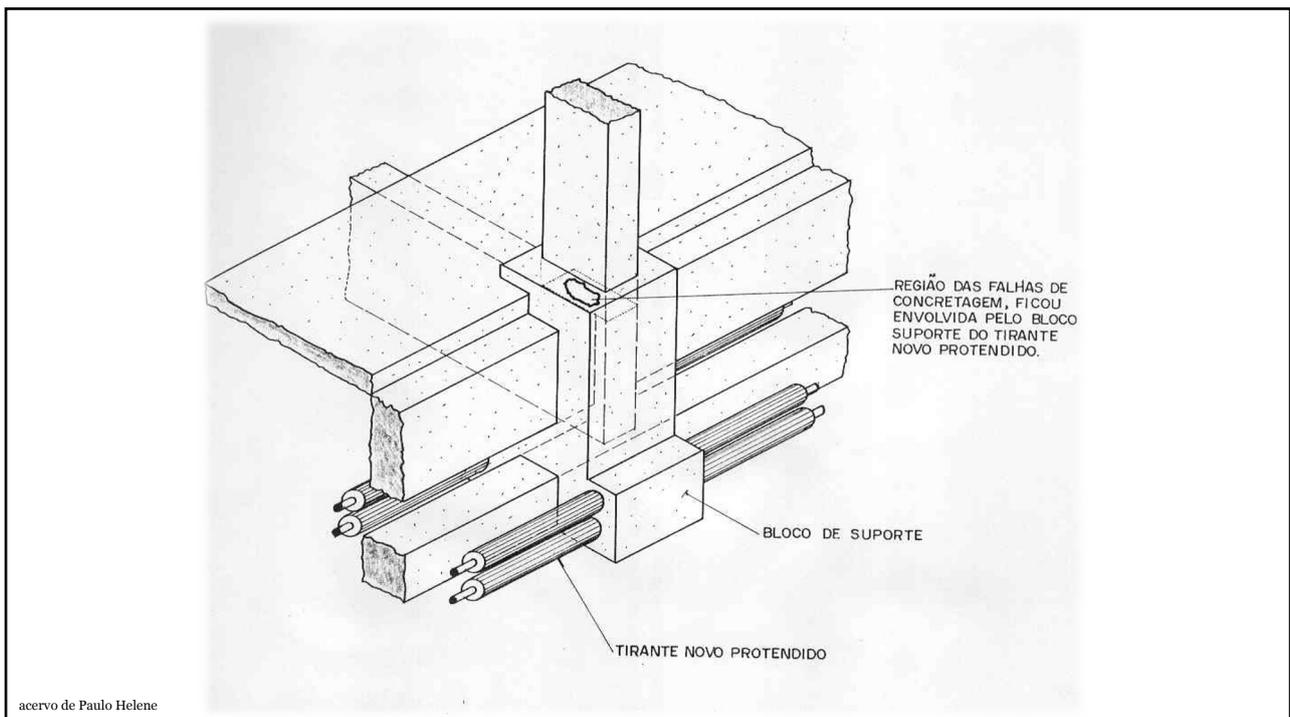
31



32



33

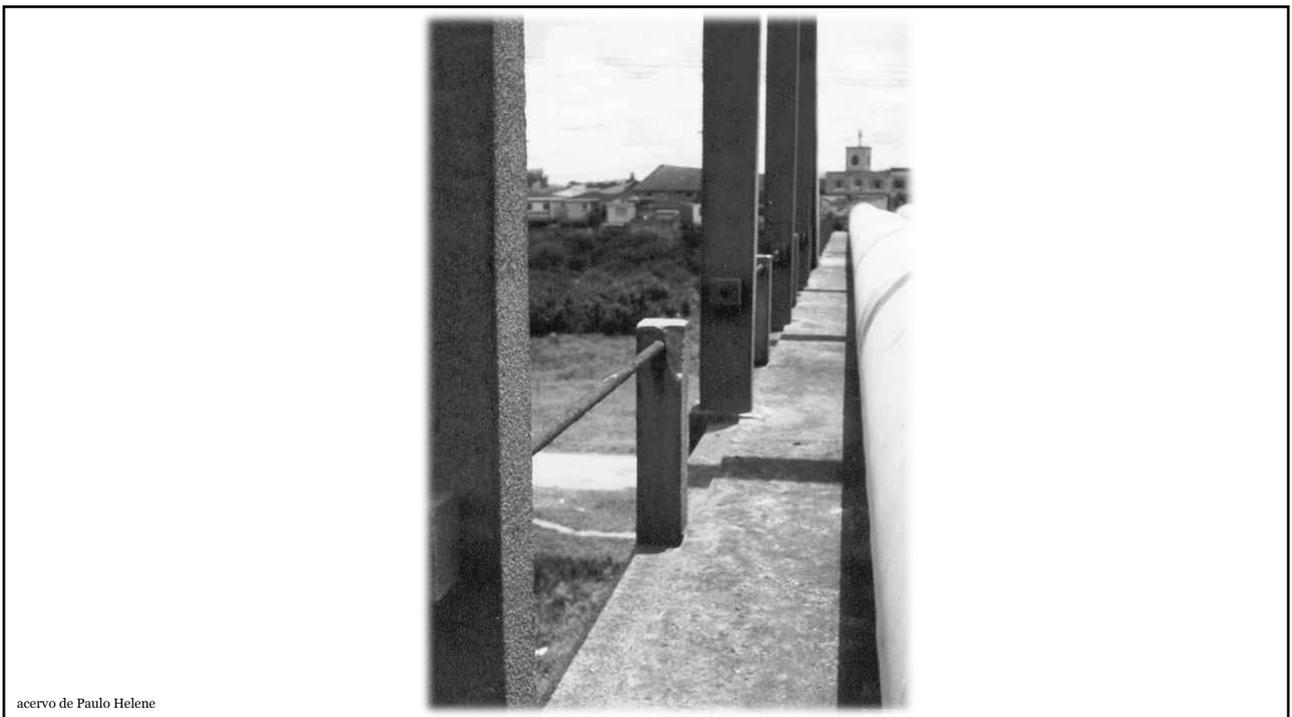


34



acervo de Paulo Helene

35



acervo de Paulo Helene

36



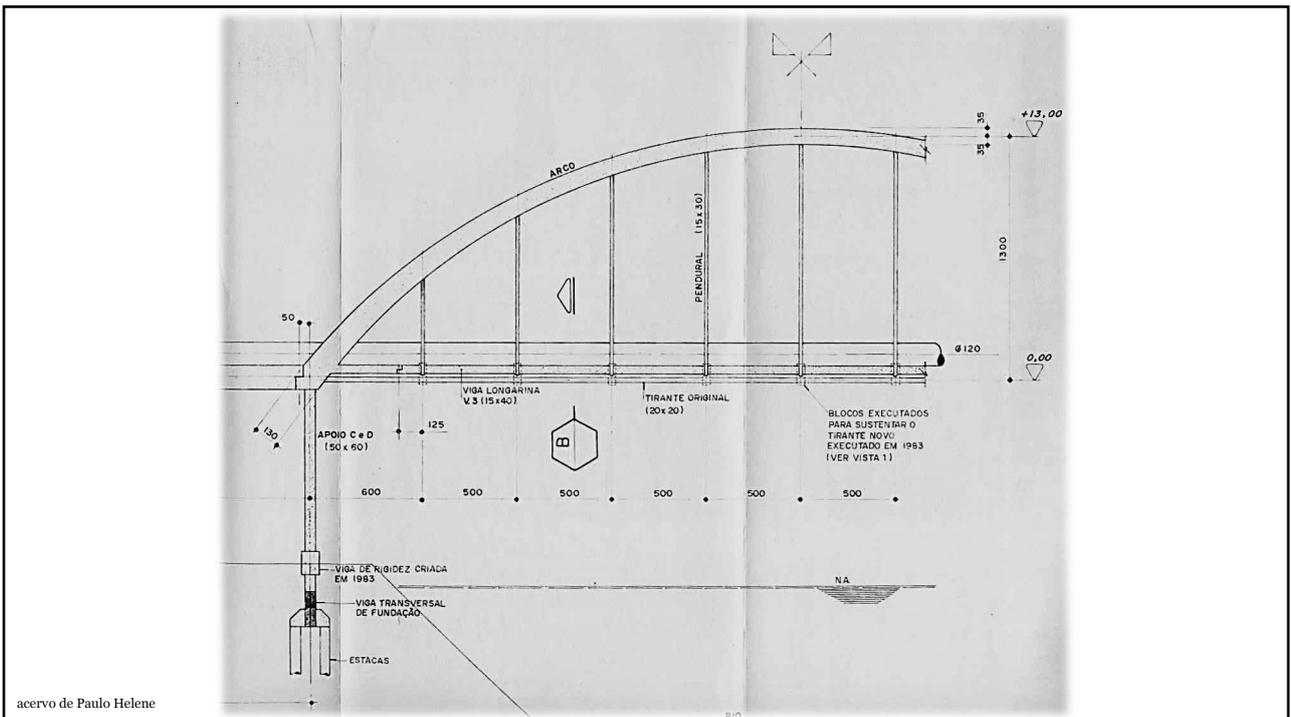
37



38



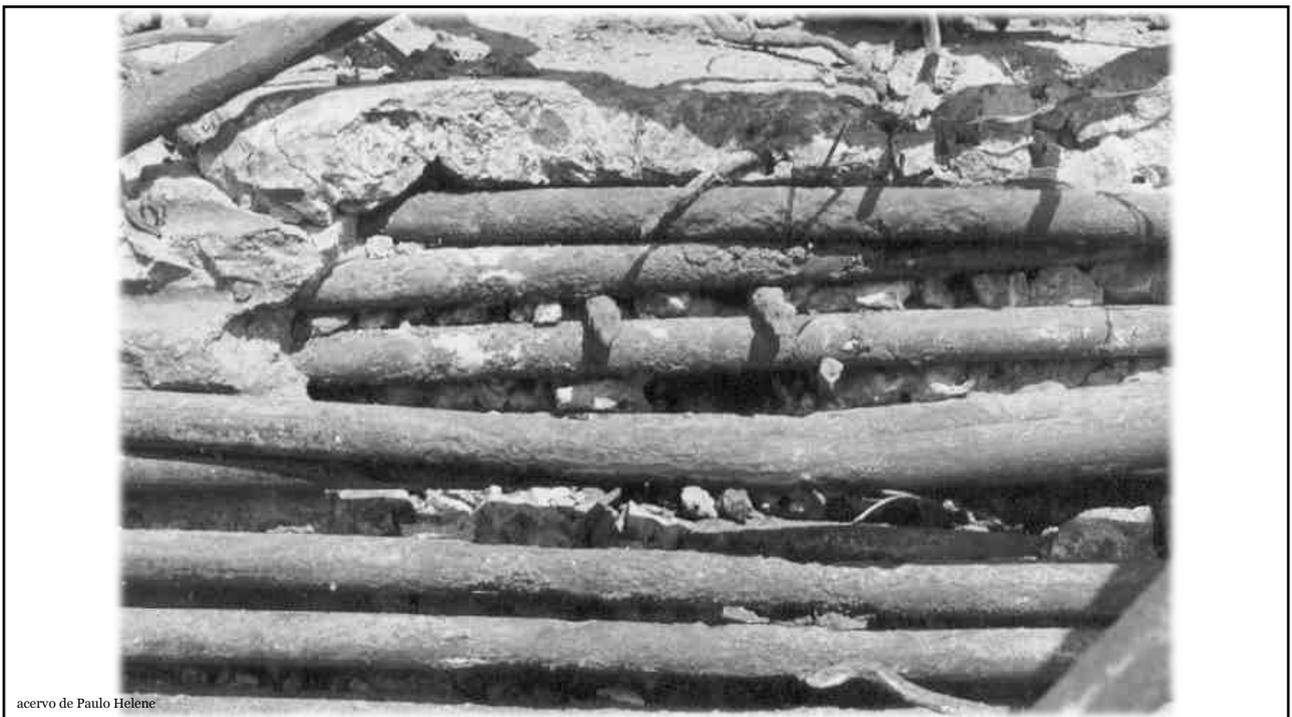
39



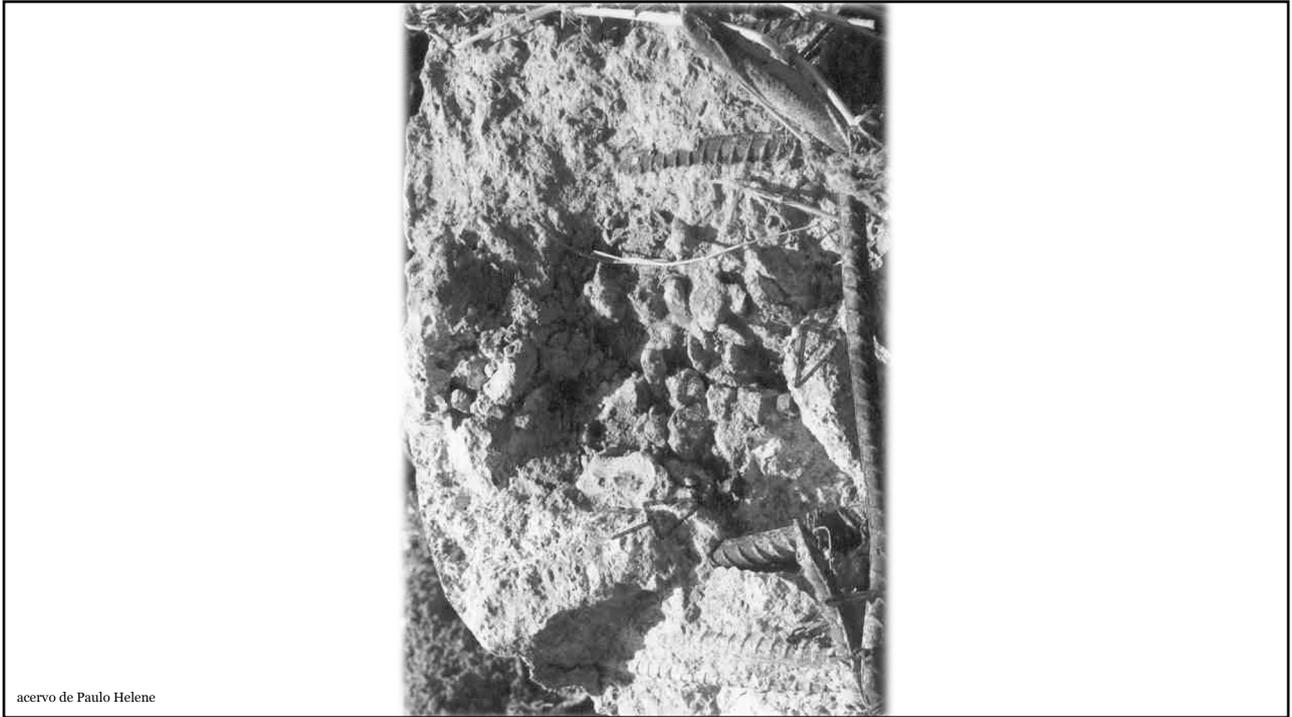
40



41



42



acervo de Paulo Helene

43



acervo de Paulo Helene

44

# Desabamento de ponte

## Pedra Branca/SE

Acidente: 09/05/2015,  
tarde de sábado

Estrutura para tubulação da adutora da Deso

45

MENU G1 SERGIPE TV SERGIPE

09/05/2015 13h59 - Atualizado em 09/05/2015 19h37

### Ponte desaba e rompe tubulação de água em Pedra Branca, SE

Ponte fazia a parte da BR-101, mas estava interditada para veículos. Fornecimento de água pode ficar interrompido até a próxima semana.

Do G1 SE

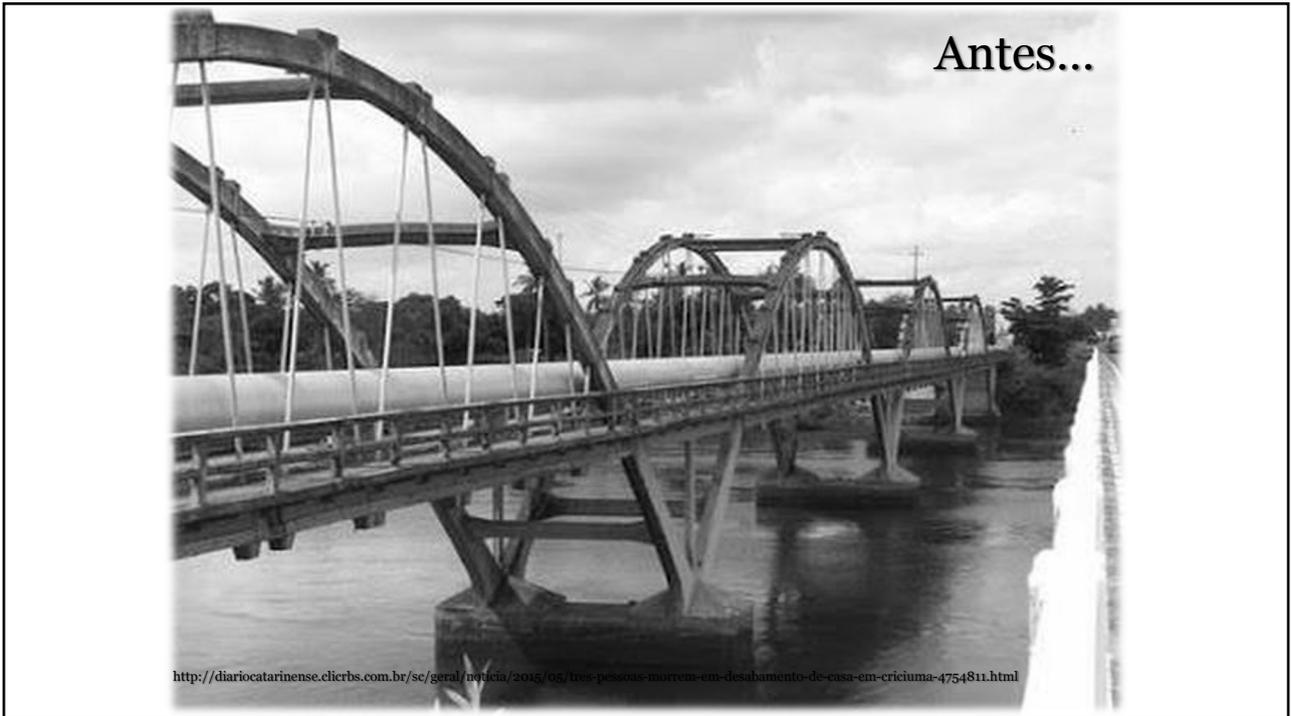
FACEBOOK TWITTER G+ PINTEREST



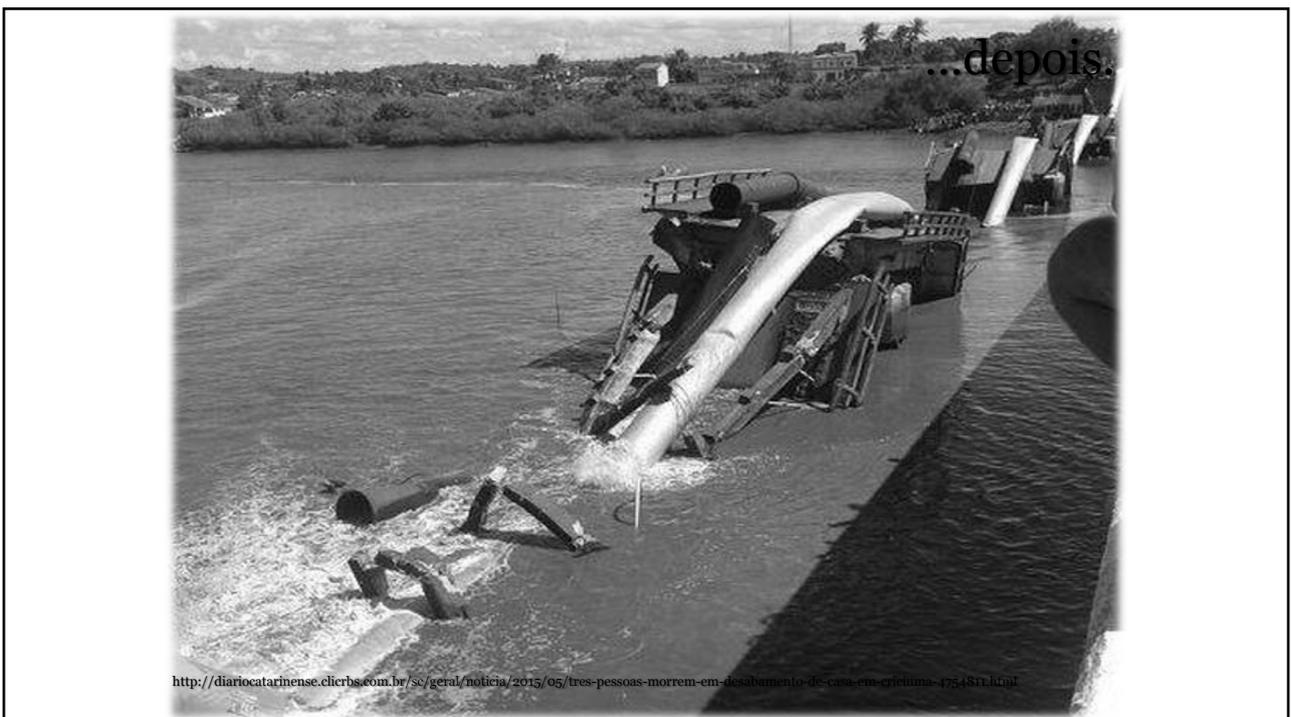
Ponte era bastante antiga e pode não ter suportado peso (Foto: Divulgação/André Amorim)

<http://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/2015/05/rodizio-de-agua-sera-feito-nos-municipios-afetados-na-grande-aracaju.html>

46



47



48

# Desabamento de ponte metálica centenária Jaguari/RS : inaugurada 1899

Acidente: 31/05/2015  
tarde de domingo.

ruptura após a travessia de um  
caminhão bitrem

49

≡ MENU
G1
RIO GRANDE DO SUL

31/05/2015 17h44 - Atualizado em 31/05/2015 19h22

## Ponte desaba e derruba carro e parte de caminhão em rio de Jaguari

Ponte liga as duas partes da cidade, que é separada pelo Rio Jaguari. Após queda, parte de caminhão e automóvel caíram na água.

Do G1 RS

FACEBOOK



Ponte antiga desabou no Centro de Jaguari, RS (Foto: Fábio Pinto/Arquivo pessoal)

<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2015/05/ponte-cai-ent-jaguari-na-regiao-central-do-rio-grande-do-sul.html>

50



51



52

Segundo a Brigada Militar, a ponte tem mais de 100 anos e estaria sem manutenção.

O prefeito de Jaguari, João Mário Cristofari, garantiu que não havia restrições quanto à passagem de caminhões e bitrens. De acordo com o procurador jurídico do município, Eduardo Diefenback, há cerca de três anos a prefeitura foi questionada pelo Ministério Público sobre a situação da ponte, já que, segundo ele, a estrutura foi cedida pelo Estado em 1941, após uma enchente que atingiu Jaguari.

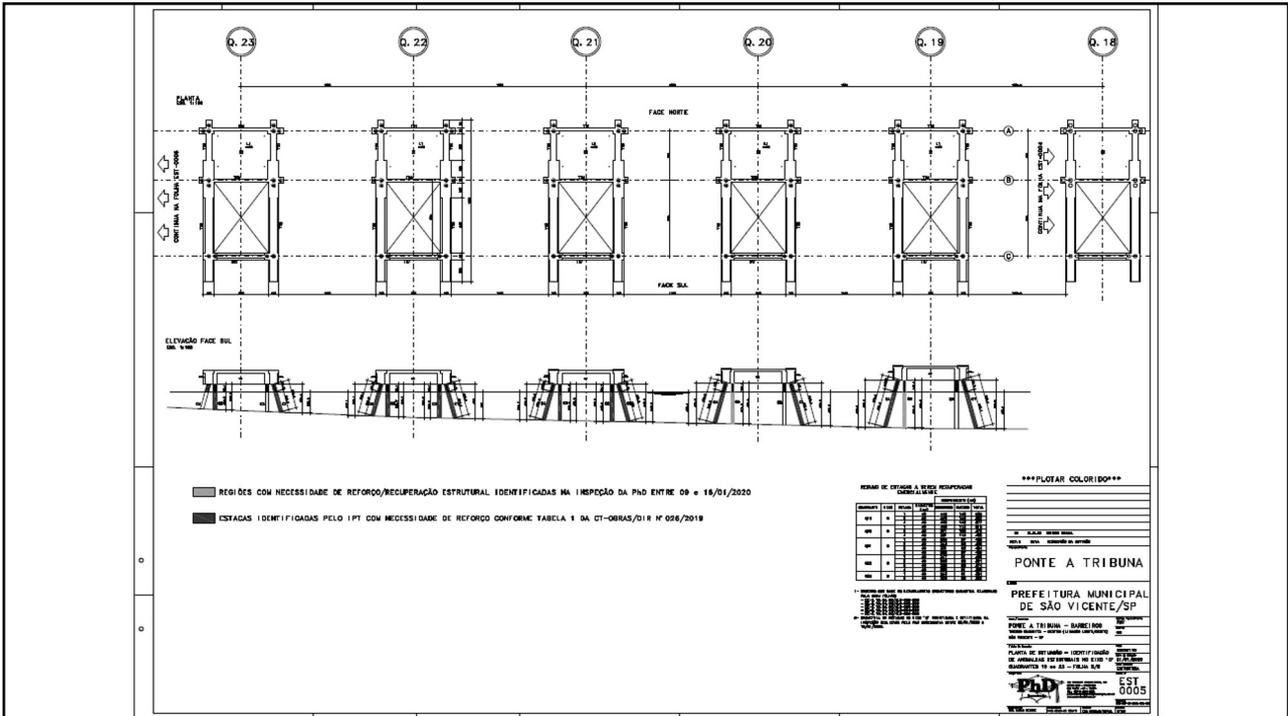
O procurador jurídico garantiu que uma vistoria do MP, feita em novembro passado, não detectou problemas estruturais na ponte, construída em 1899. A prefeitura garantiu, neste domingo, que não tem dinheiro para reconstruir a estrutura e vai pedir ajuda ao Estado.

<http://diariodesantamaria.clicrbs.com.br/rs/geral-policia/noticia/2015/05/ponte-de-acesso-a-jaguari-desaba-e-caminhao-e-carro-caem-em-rio-4772000.html>

53

**Ponte A Tribuna**  
**São Vicente/SP**  
**Interdição: nov/2019,**  
**após relatório de inspeção do**  
**IPT e determinação do TJSP**  
  
*32 anos de idade*

62



63



acervo de PhD Engenharia

64



Detalhe do fuste emerso de duas estacas distintas

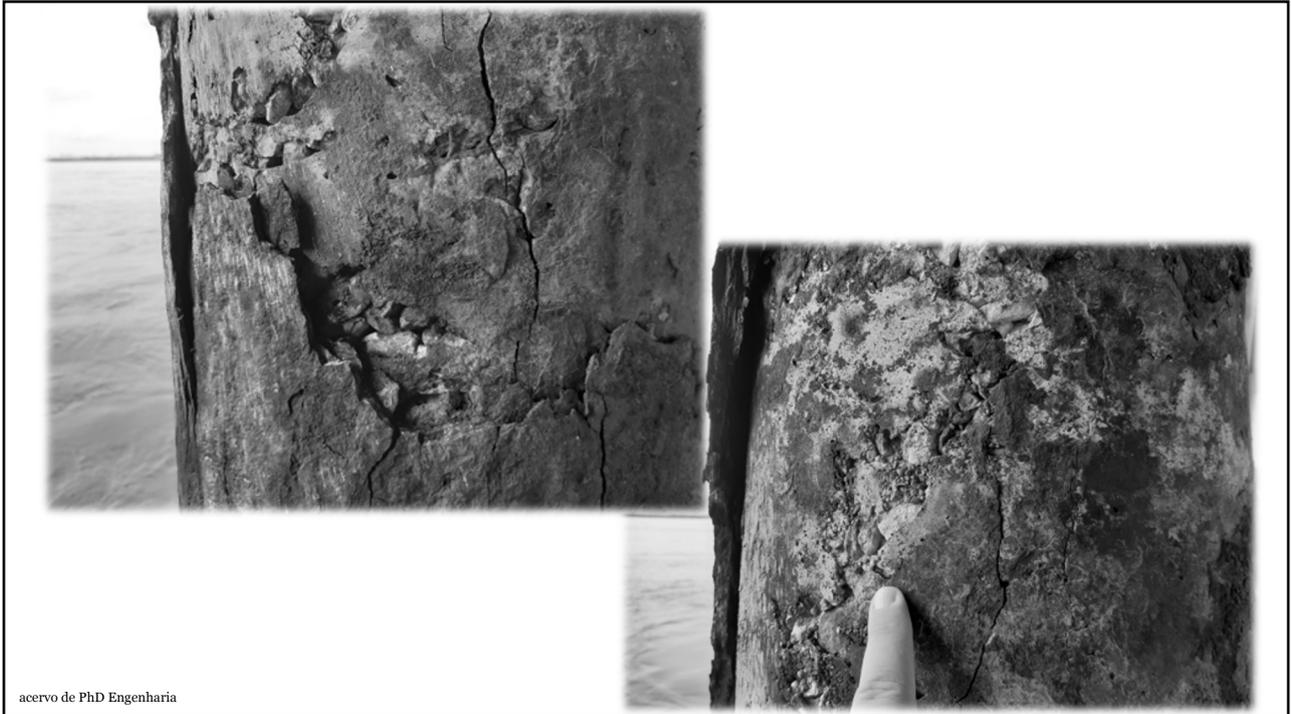
acervo de PhD Engenharia

65



acervo de PhD Engenharia

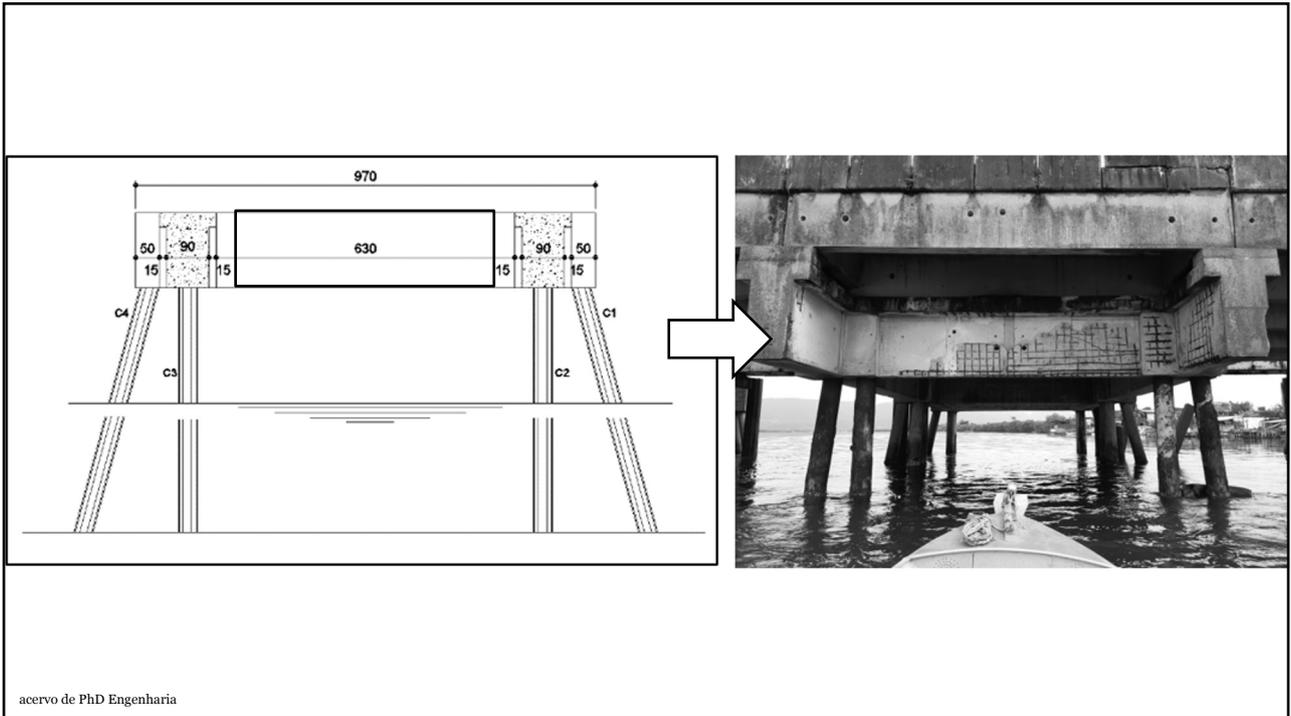
66



67



68



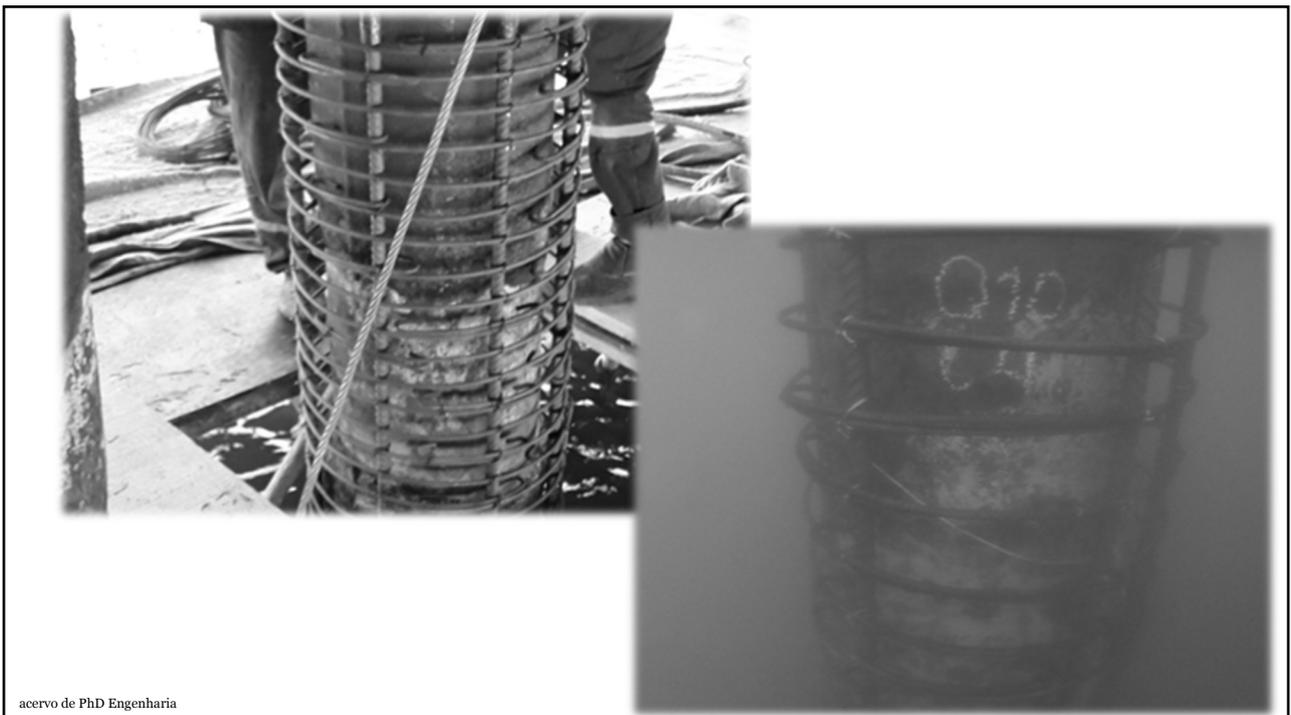
69



70



71



72



acervo de PhD Engenharia

73



acervo de PhD Engenharia

74



75



76



77



78

G1

MUNDO

## Ponte desaba em Taiwan e deixa feridos e desaparecidos

No momento do desmoronamento, um caminhão-tanque passava pela estrutura. O veículo caiu sobre barcos que estavam na água.

Por G1

01/10/2019 12h17 - Atualizado há 16 horas



<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2019/10/01/ponte-desmorona-em-taiwan-e-deixa-variios-feridos.ghtml>

79



<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2019/10/01/ponte-desmorona-em-taiwan-e-deixa-variios-feridos.ghtml>

80



<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2019/10/01/ponte-desmorona-em-taiwan-e-deixa-variios-feridos.ghtml>

81

### Ponte cai e deixa feridos em Nanfangao, Taiwan

10 pessoas foram levadas para hospitais, 6 delas com ferimentos graves



Ponte cai e deixa feridos em Nanfangao, Taiwan — Foto: Lara Pinheiro/G1

Na hora do incidente, o tempo estava ensolarado, mas o colapso ocorreu horas depois de um tufão varrer a ilha. As autoridades não disseram se a tempestade comprometeu a ponte, nem deram detalhes sobre a causa do desmoronamento. A Agência Central de Notícias, administrada pelo governo, disse que um pier da estrutura pode ter desabado.

<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2019/10/01/ponte-desmorona-em-taiwan-e-deixa-variios-feridos.ghtml>

82



83



101

**MARCOS PEDROSA MITRE**

**www.phd.eng.br**



**METODOLOGIA PARA INSPEÇÃO  
E DIAGNÓSTICO DE PONTES E  
VIADUTOS DE CONCRETO**

Dissertação apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de  
São Paulo para obtenção do  
Título de Mestre em Engenharia.

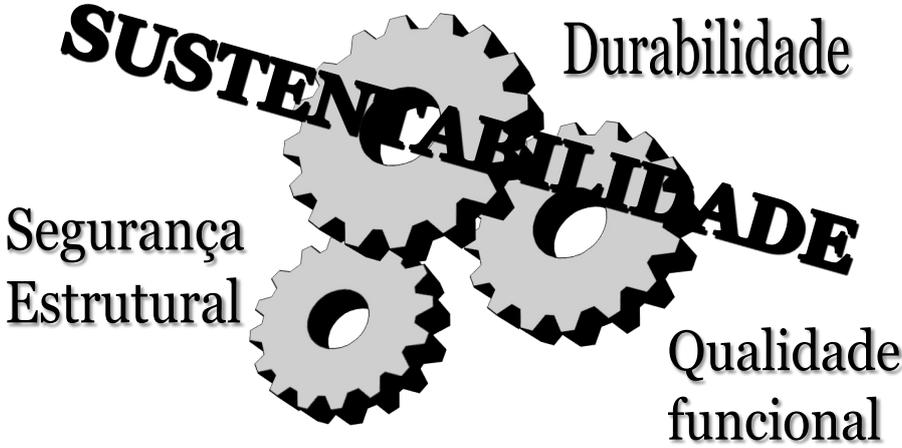
Área de concentração:  
Engenharia de Construção Civil

Orientador:  
Professor Titular Paulo Helene

São Paulo  
2005

102

***Requisitos de Desempenho***



**SUSTENTABILIDADE**

Durabilidade

Segurança Estrutural

Qualidade funcional

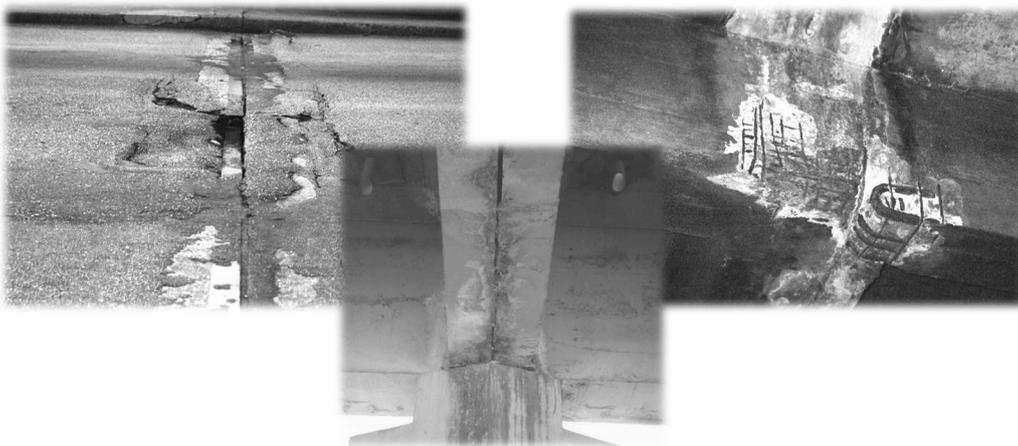
103



104

### ***Juntas do tabuleiro***

- Vedação danificada ou inexistente, cantos quebrados:
  - Infiltração de água, lixiviação do concreto, corrosão das armaduras.



105

### ***Drenagem de pista ineficiente, ausência de pingadeiras e buzinetes***

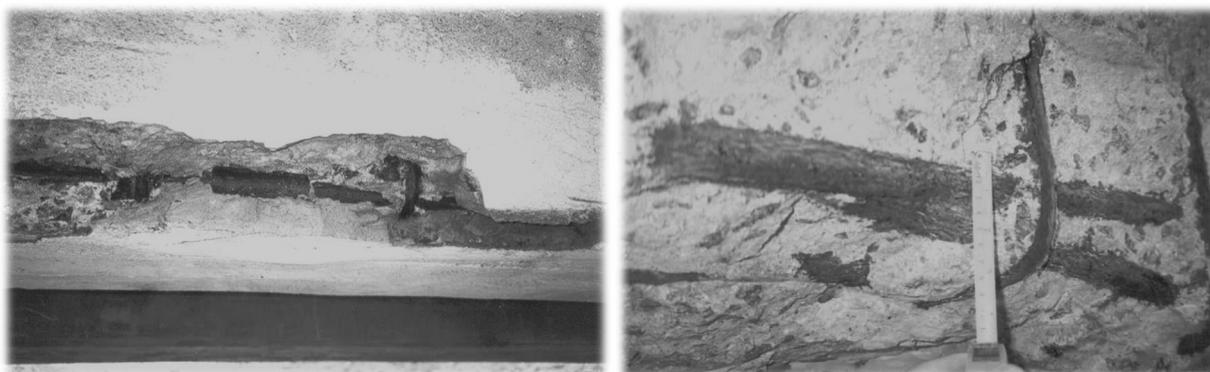
- Manchas de escurimento, infiltrações e lixiviação do concreto



106

### ***Corrosão de armaduras***

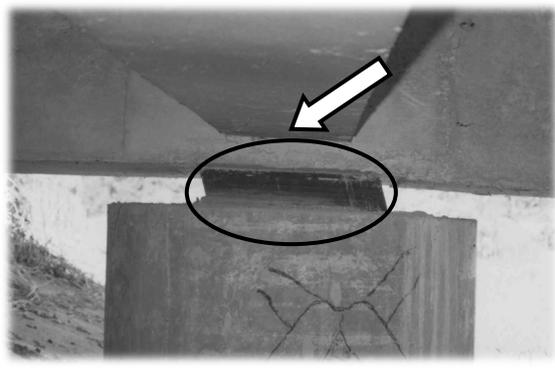
- Carbonatação, penetração de íons cloreto, lixiviação do concreto, umidade excessiva, cobrimento deficiente.



107

### ***Aparelhos de apoio***

- Deterioração, esmagamento ou obstrução
  - restrição à deformação da estrutura, esforços adicionais, fissuração, esmagamento do concreto



108



109

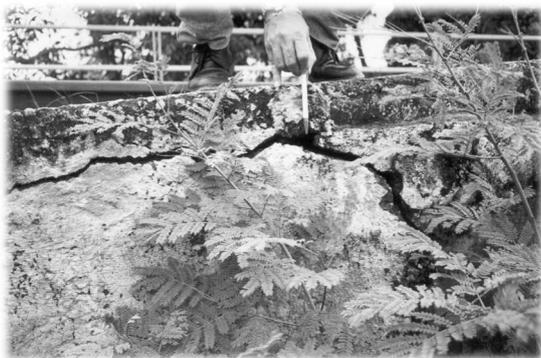
### ***Problemas estruturais***

- Fissuração do pavimento e dos elementos estruturais, afundamento da pista, acúmulo de água sobre o tabuleiro
- Detalhamento inadequado, deficiência de armaduras, perda de protensão, fluência do concreto
  - fissuração do tabuleiro, deformações excessivas
- Passagem de cargas não previstas em projeto (cargas especiais ou mais críticas que o trem-tipo de projeto)
  - comprometimento da capacidade portante da estrutura: fissuração, deformações permanentes excessivas, escoamento das armaduras
- Choque de veículos ou embarcações
  - instabilidade do tabuleiro e destruição parcial da meso ou superestrutura

110

### ***Movimentação dos terraplenos dos encontros***

- Fissuras nas estruturas de contenção, esforço horizontal na mesoestrutura



111

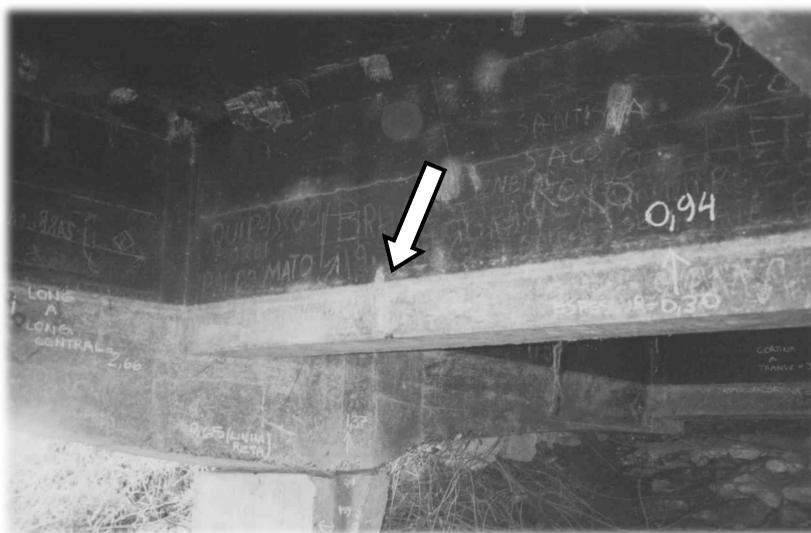
### ***Encontros***

- Inexistência de revestimento de proteção dos taludes dos encontros e deficiência de drenagem dos encontros
  - erosão pela ação das águas pluviais, instabilidade dos taludes
- Recalque dos terraplenos dos encontros e perda de solo confinado sob cortinas e muros de ala
  - desnível do pavimento no acesso à obra
- Ausência de contenções nos pés dos taludes dos encontros junto ao curso d'água
  - carreamento de solo e exposição das fundações da obra

112

### ***Gabarito vertical***

- “Afogamento” durante enchentes.



113

## ***Incidência***

- Instabilidade do terrapleno: 30%
- Obra “afogada”: 17%
- Vedação de juntas deficiente: 18%
- Drenagem ineficaz de pista: 58%
- Ausência de pingadeiras: 52%
- Aparelho de apoio deteriorado: 18%
- Erosão de taludes: 56%
- Fissuras em longarinas:
  - Concreto armado: 17%
  - Concreto protendido: 4%
- Corrosão de armaduras: 43%
- Umidade / eflorescência: 37%
- Ninhos de concretagem: 35%

acervo de Paulo Helene

114

## ***PONTE DOS REMÉDIOS***

**São Paulo, 1997**

**Lauda 6 meses antes**

**36 anos**

**$f_{ck} = 21$  MPa**

**Custo = 3 vezes uma ponte nova**

115



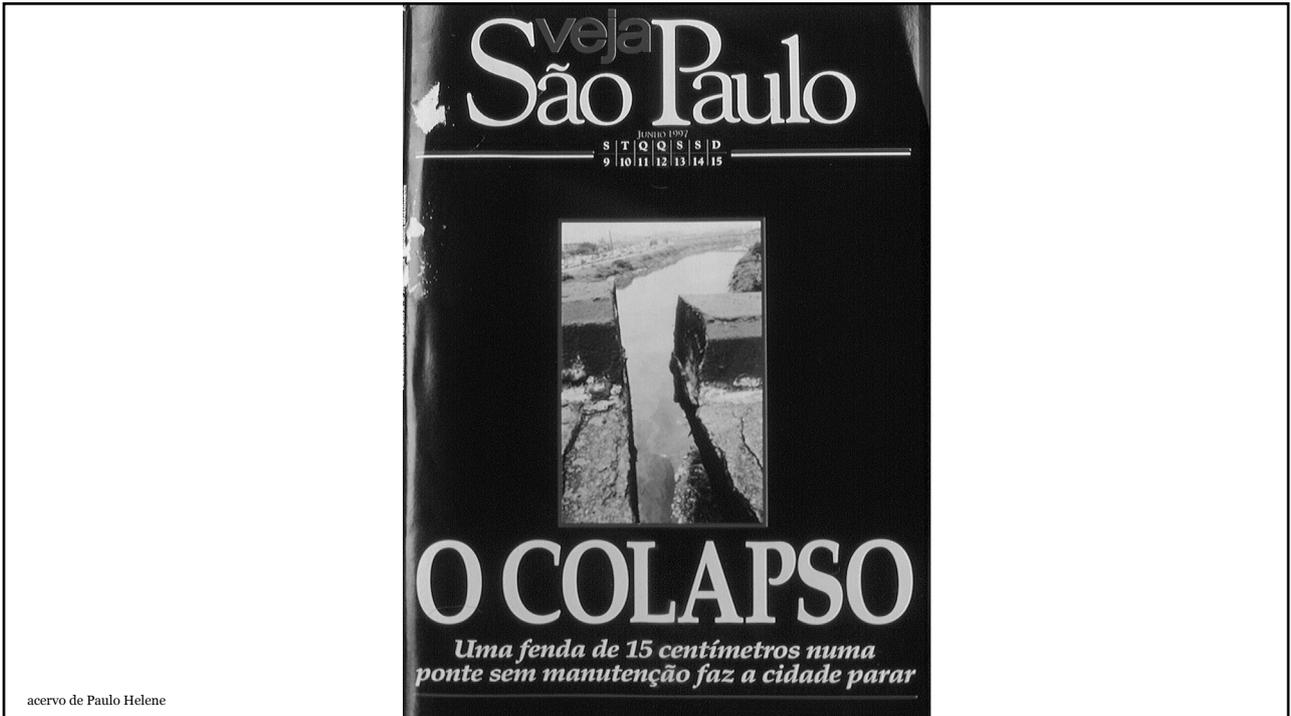
acervo de Paulo Helene

116

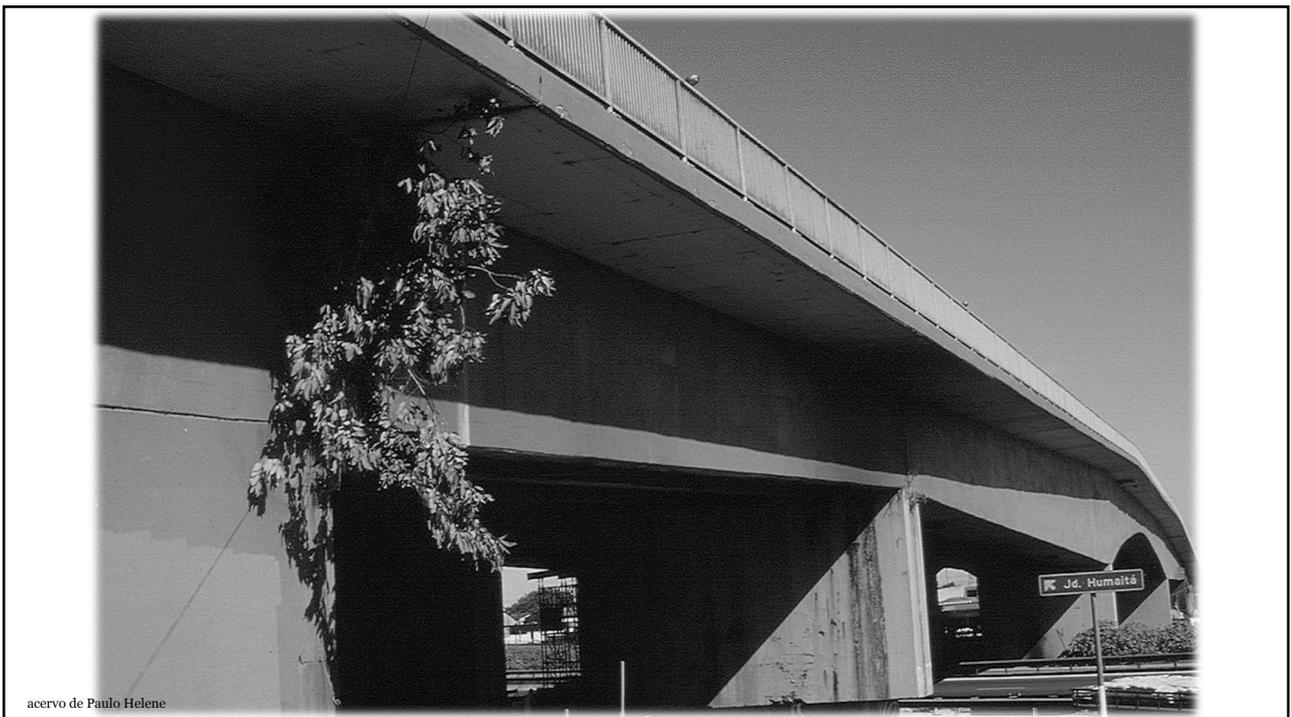


acervo de Paulo Helene

117



118



119

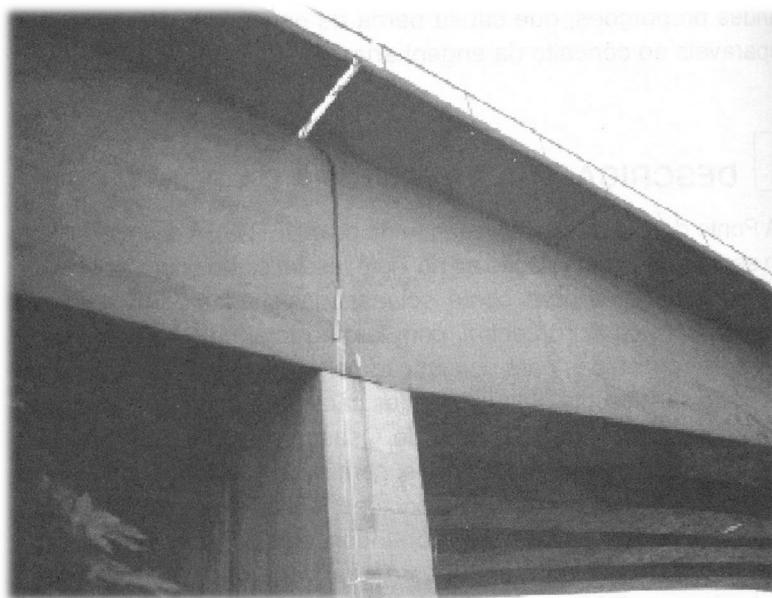


120



121

## ***Ponte dos Remédios***



**Vista lateral  
da rachadura**

acervo de Paulo Helene

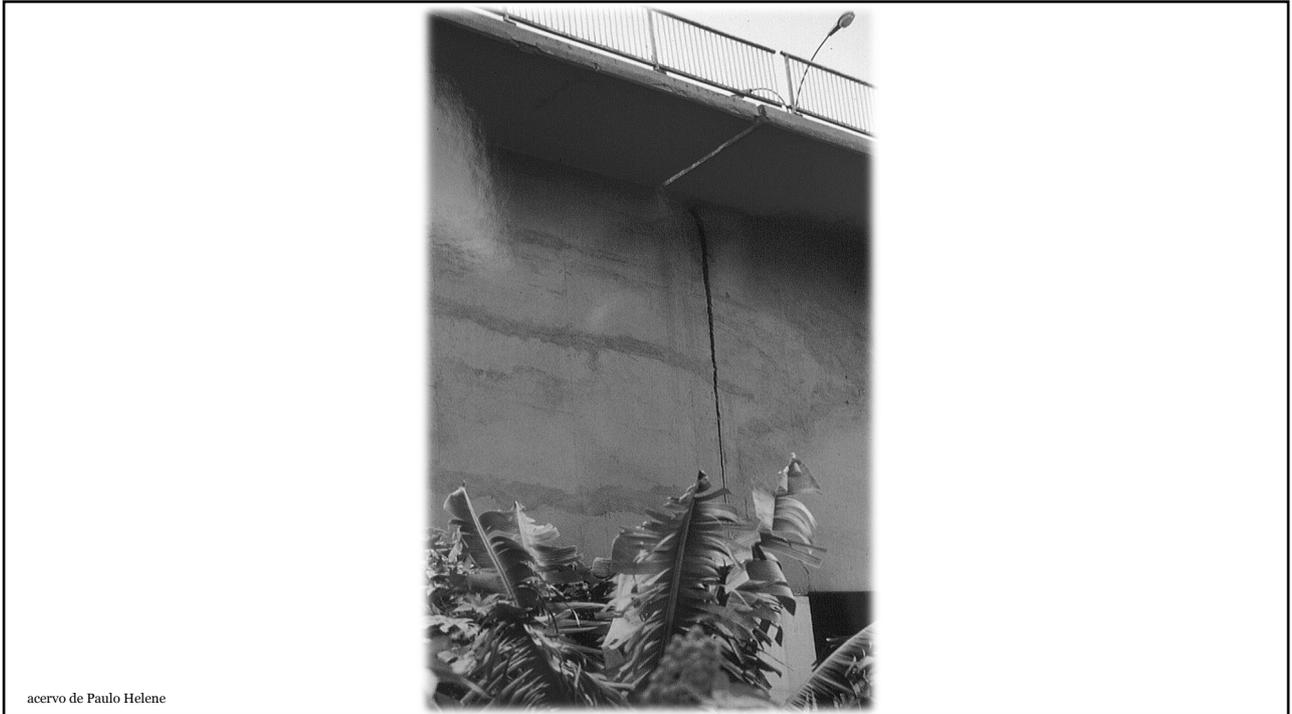
122



**Vista superior da rachadura**

acervo de Paulo Helene

123



124



125



acervo de Paulo Helene

126



acervo de Paulo Helene

127

**UM GARGALO DE 48 QUILOMETROS**

Ao longo dos 48 quilômetros das marginais Tietê e Pinheiros trafega diariamente 1 milhão veículos. Essa malha, ligada a oito das dez rodovias que chegam a São Paulo, é também o lugar onde ocorrem os maiores congestionamentos da cidade. Atualmente é servida por 28 pontes.

Várias delas apresentam problemas de manutenção

**Arquivo de Paulo Helene**

**Ulysses Guimarães** – A ligação entre a margem esquerda da Marginal Tietê com a Rodovia dos Bandeirantes foi inaugurada em 1994. Custou 37 milhões de reais

**Atílio Fontana** – A antiga Anhanguera tem 42 anos. Está em obras para a instalação de diques e bombas antienfrentente

**Remédios** – Por descaço da prefeitura e do governo estadual, rachou como um biscoito e provocou um colapso no trânsito

**Cebolão** – Liga as duas marginais entre si e com o Castelo Branco. Precisa de manutenção

**Jaguari** – Tem quase 23 anos. Está em obras de manutenção desde janeiro

**Cidade Universitária** – Esburacada, sofre infiltração de água. Seu vão central vibra em excesso

**Bernardo Goldfarb** – Foi inaugurada em 1993, para reduzir os engarrafamentos na Avenida Eusébio Matoso. É a única ponte monitorada nas marginais

**Eusébio Matoso** – Tem infiltrações. Está com obras de manutenção programadas ainda para este ano

**Morumbi** – Na verdade são duas. Uma para cada sentido. A mais antiga tem menos de 5 metros de altura. No ano passado, uma carga enlouqueceu ali e parou a Zona Sul

**João Dias** – Substituiu a ponte em arcos em 1976 e foi recuperada entre 1995 e 1996

**Socorro** – Construída antes da marginal, teve de ser ampliada há 26 anos

**Jurubatuba** – São duas. Uma, do tempo da Light, ainda em uso. A outra é de 1971

**Fiqueri** – Foi terminada em dezembro de 1964. Está em manutenção desde janeiro

**Esquecida do V** – Tem 31 anos e demorou seis e meio para ser construída. Em manutenção desde janeiro

**Carla Ferrer** – Aos 41 anos, tem problemas de altura. Bombas e diques estão sendo instalados

**Dandara** – Tem 55 anos. Já foi estragada por excesso de carga e recuperada. Sobre risco de infiltração

**Presidente Jânio Quadros** – A antiga Vila Maria tem quarenta anos. Passou por obras devido a choques de caminhões

**Milton Tavares de Sousa** – Construída em 1980, é a mais longa ponte municipal: tem 950 metros

**Limão** – Tem infiltrações nas juntas. Por ser baixa (4,3 metros), é frequentemente atingida por caminhões altos

**Crusnejo do Sul** – Tem 31 anos e também é vítima dos caminhões altos. A prefeitura diz ter feito manutenção no ano passado, mas apenas colocou muretas laterais de proteção

**Presidente Dutra** – Concluída em 1976 e recuperada em 1996, segundo a prefeitura, foi vistoriada recentemente

**Aricanduva** – Tem 28 anos de idade e 193 metros de extensão. Entre as antigas municipais é das mais altas, com 4,7 metros

**Tatuapé** – Tem 22 anos. Em agosto de 1995 um incêndio danificou suas vigas. Foi parcialmente reconstruída

**Vila Guilherme** – Tem 31 anos. Passou por recuperação e manutenção em 1994 e 1995, mas está precisando de novas obras. Infiltrações nas juntas

**Roberto Zucolo** – A antiga Cidade Jardim, com quase trinta anos, tem infiltrações e vibração excessiva

**Ary Torres** – Concluída em 1978. Foi a primeira a ser construída com módulos prefabricados

**Transamérica** – Com seis anos é uma das que estão em melhores condições de manutenção, segundo a prefeitura

128

## Exame de raio X

Observe a ilustração e a legenda (ao lado) com todas as anomalias técnicas detectadas nas pontes Norte e Sul dos Remédios. Abaixo, o quadro "Remédios Vitais" traz os principais tratamentos que estão em andamento para recuperar as condições originais de segurança e conforto da obra de arte.

**Ponte Sul - Osasco São Paulo (quebrada)**

**Ponte Norte - São Paulo Osasco (paralela)**

**REMÉDIOS VITAIS**

Principais tratamentos que estão sendo realizados na ponte dos Remédios e o seu detalhamento

Situação	Procedimentos	Tratamentos	Situação	Procedimentos
Por causa dos ventos fortes e brisas recorrentes de norte, os pilares apresentam, além de fissuras, arrancamentos das partes superiores. Com isso, reduziu-se a capacidade de suporte e surgiu o risco de desmoronamento e colapso a longo prazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remoção do concreto microfissurado e aplicação da argamassa</li> <li>Clareamento das juntas</li> <li>Manutenção das armaduras de reforço</li> <li>Aplicação de argamassa para impermeabilização do concreto</li> <li>Aplicação de ar ou água para remoção das bicas</li> <li>Reparação de peças estruturais e o colapso das armaduras com concreto projetado no grande</li> <li>Reforço de vigas</li> </ul>	Substituição dos apoios de apoio	Os apoios de apoio foram parcialmente substituídos com a movimentação estrutural da estrutura, realizada pelo rompimento dos cabos de proteção	<ul style="list-style-type: none"> <li>Execução de concreto projetado no tipo de pilar</li> <li>Atuação de sistema hidráulico</li> <li>Acionamento das mactas de pilares integrais de carga permanente</li> <li>Reparação de bico e concreto antigo e do grande espaço de apoio</li> <li>Desmontagem de mactas de apoio e construção de novo sistema</li> <li>Acionamento das mactas, remoção dos talões e assentamento do vão de novo</li> <li>Acabamento de superfície</li> </ul>
Os pilares foram atingidos por movimento no tipo de fundo dos baciais, nos vigas e baciais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clareamento da área para contenção de extensão do problema</li> <li>Abertura de novos transpontos de reaparelhamento para a ligação</li> <li>Partição do concreto para instalação de juntas de dilatação com tiras a 30 cm</li> <li>Injeção de grout na fissura com argamassa ligada</li> <li>Reparação das bicas e impermeabilização da superfície</li> </ul>	Reforço de vigas e baciais rígidos	As grandes deformações plásticas sofridas pela estrutura de obra estão implicando quebras de vigas e reformulação nos níveis das bacias rígidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capotamento da greide dos baciais no lado e sentido da ponte em direção</li> <li>Demolição do tipo das bacias existentes com corte de armadura e "podagem" e nova greide</li> <li>Execução das bacias de concreto para substituição das armaduras comprometidas</li> </ul>

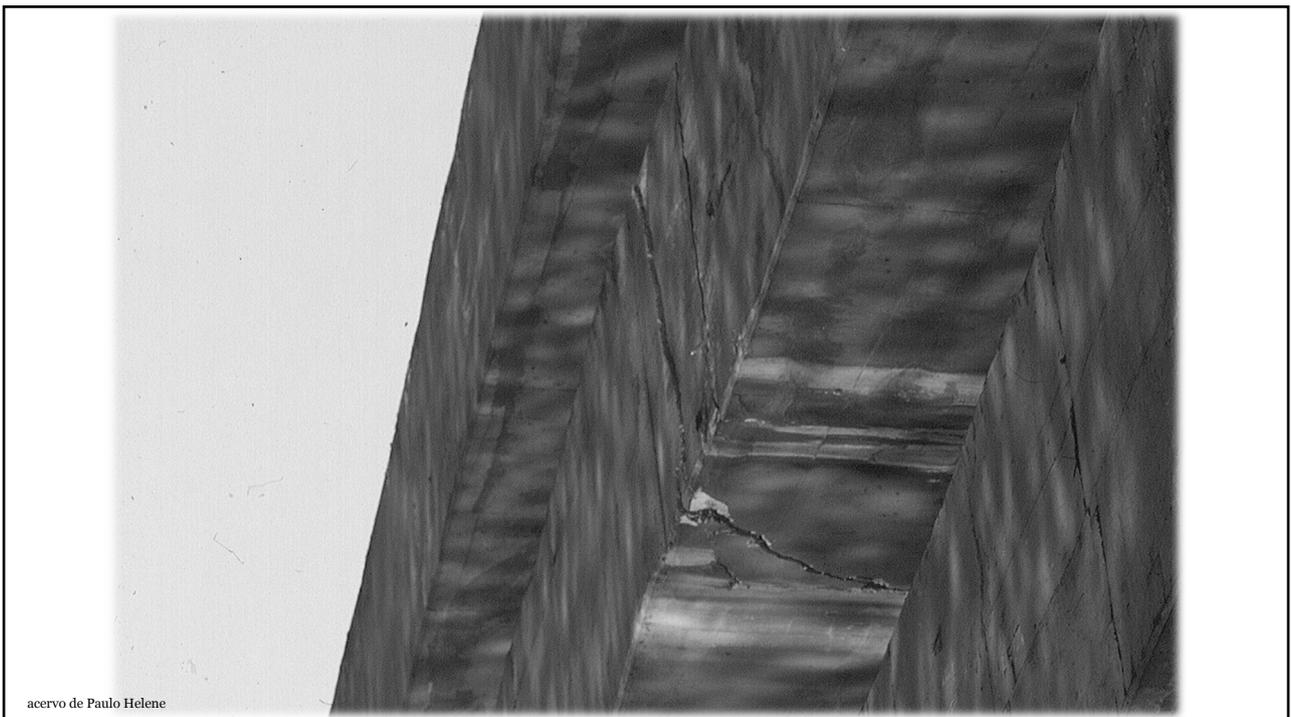
**Arquivo de Paulo Helene**

129



acervo de Paulo Helene

130



acervo de Paulo Helene

131



acervo de Paulo Helene

132



acervo de Paulo Helene

133



acervo de Paulo Helene

134

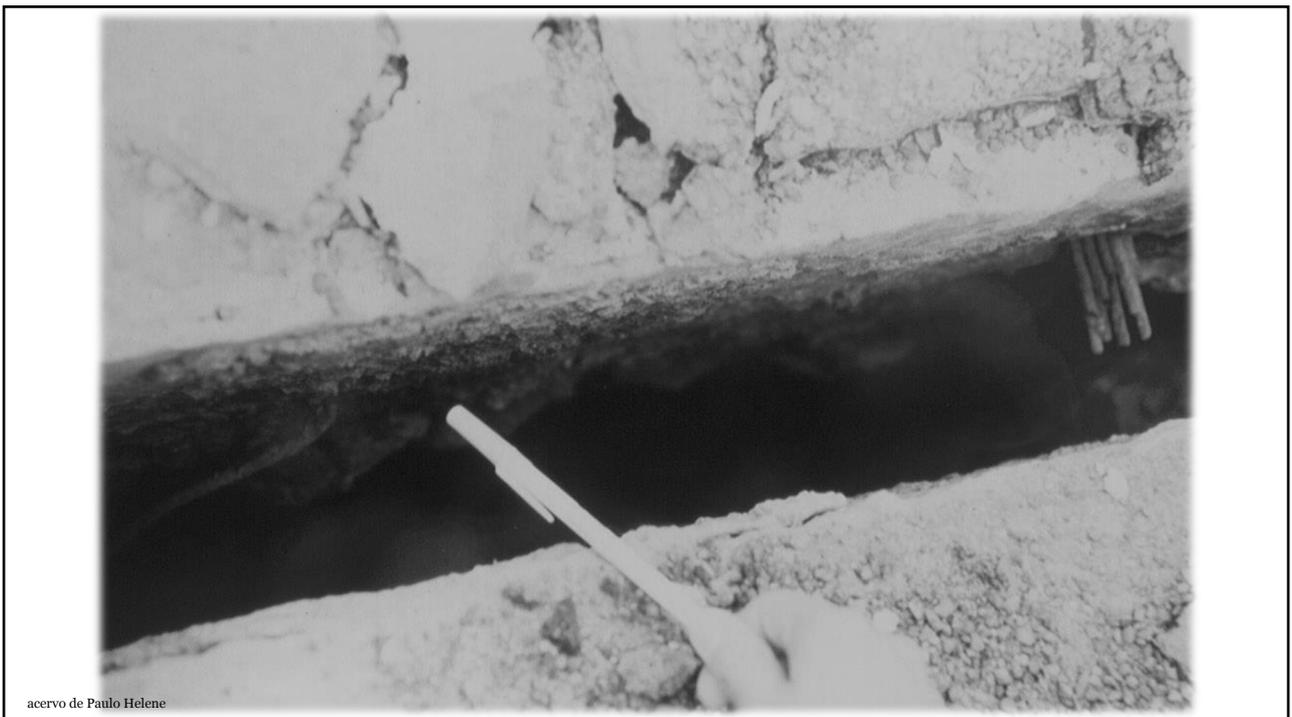


acervo de Paulo Helene

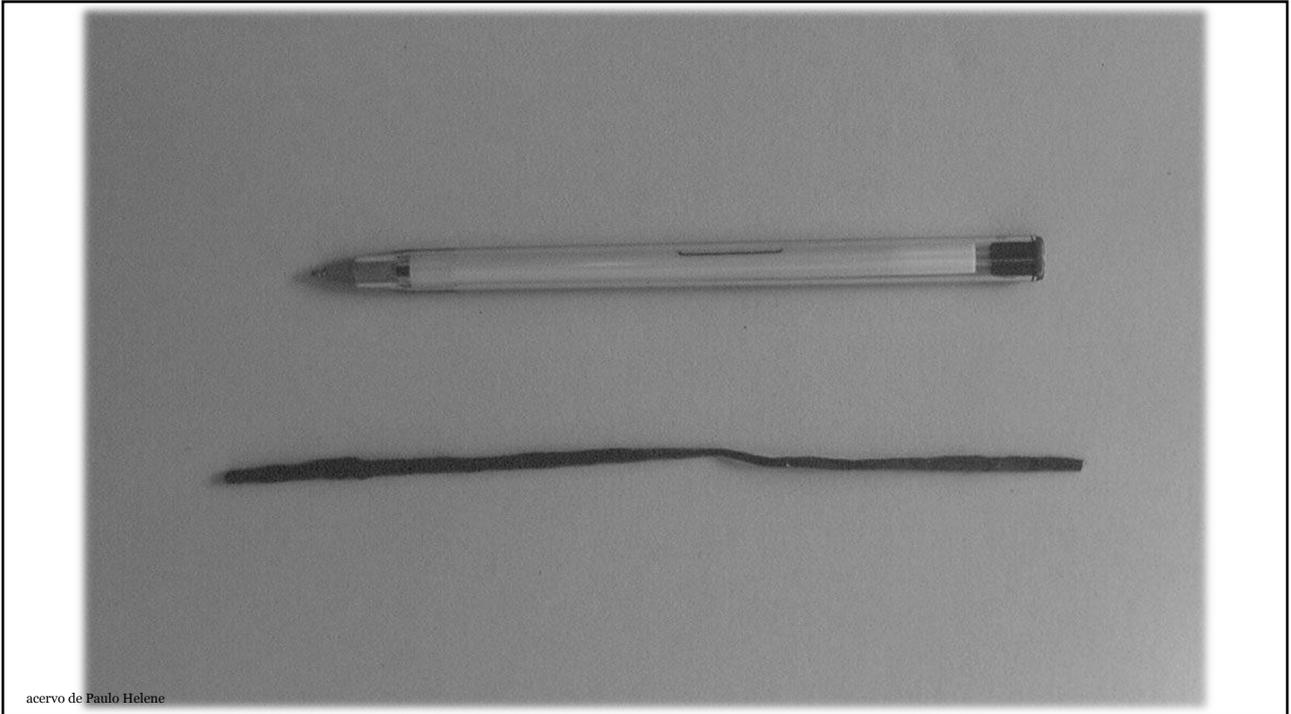
135



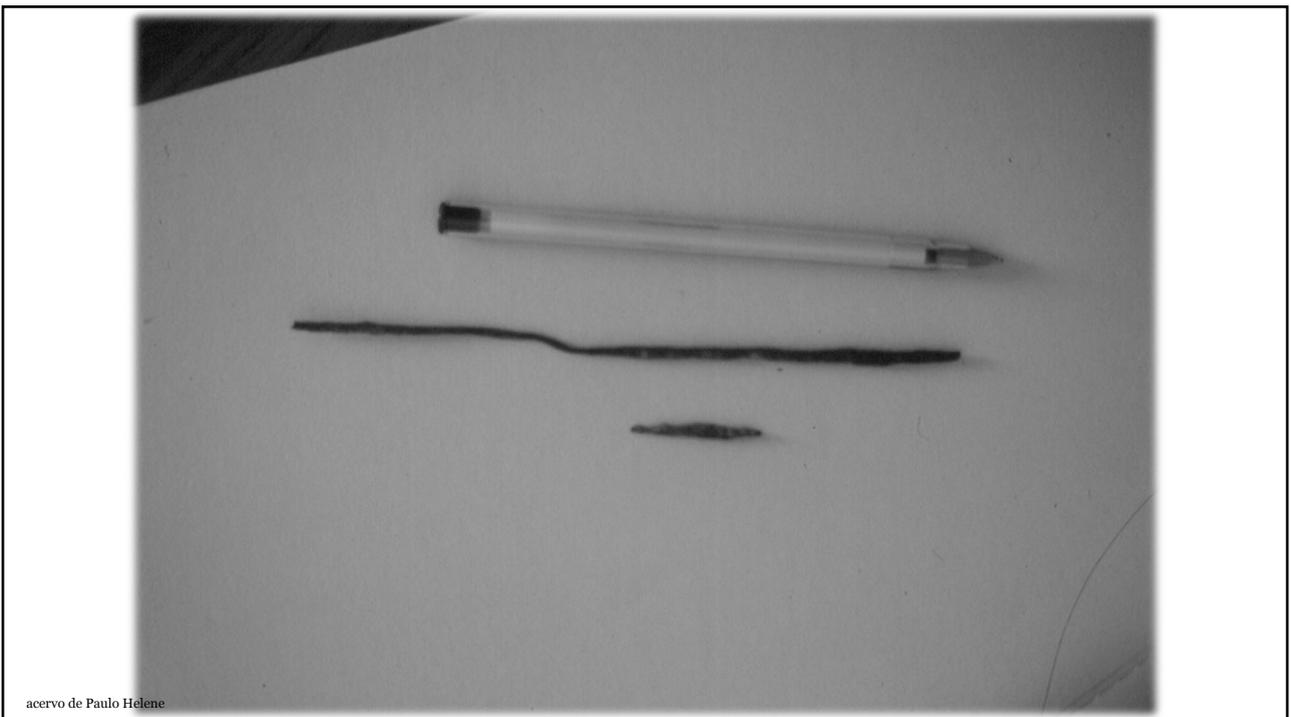
136



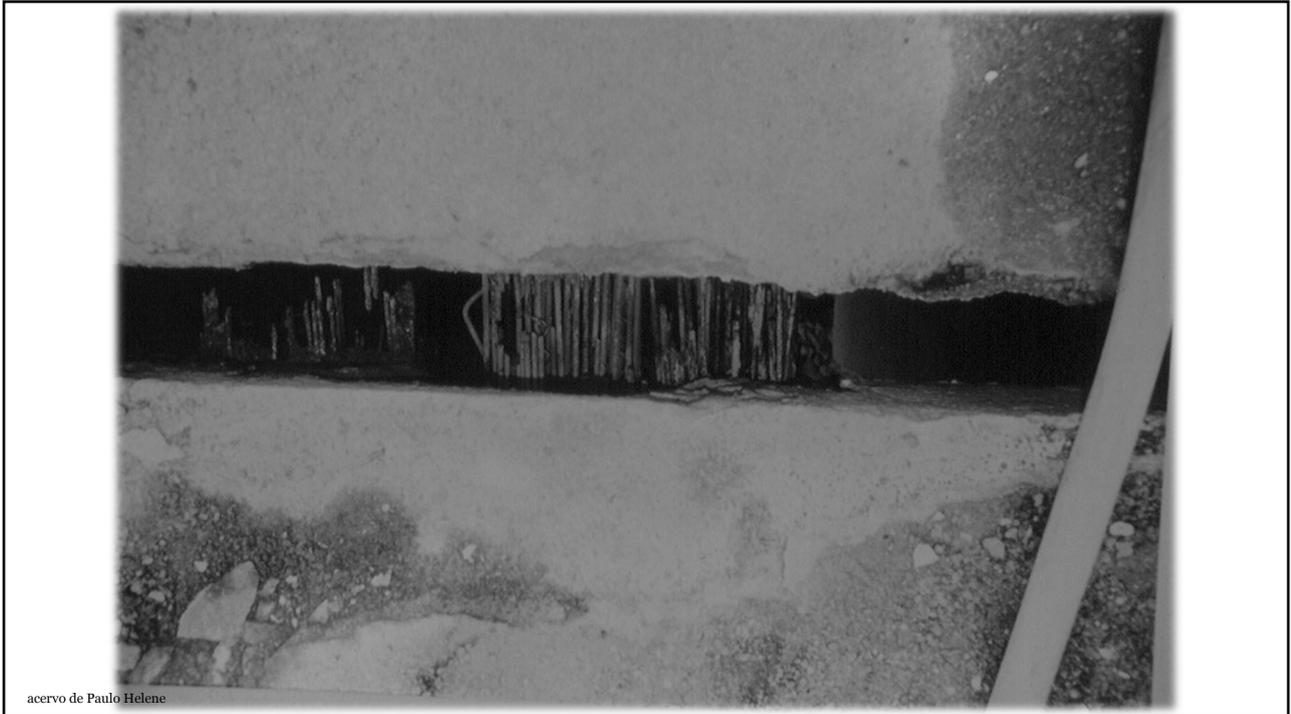
137



138

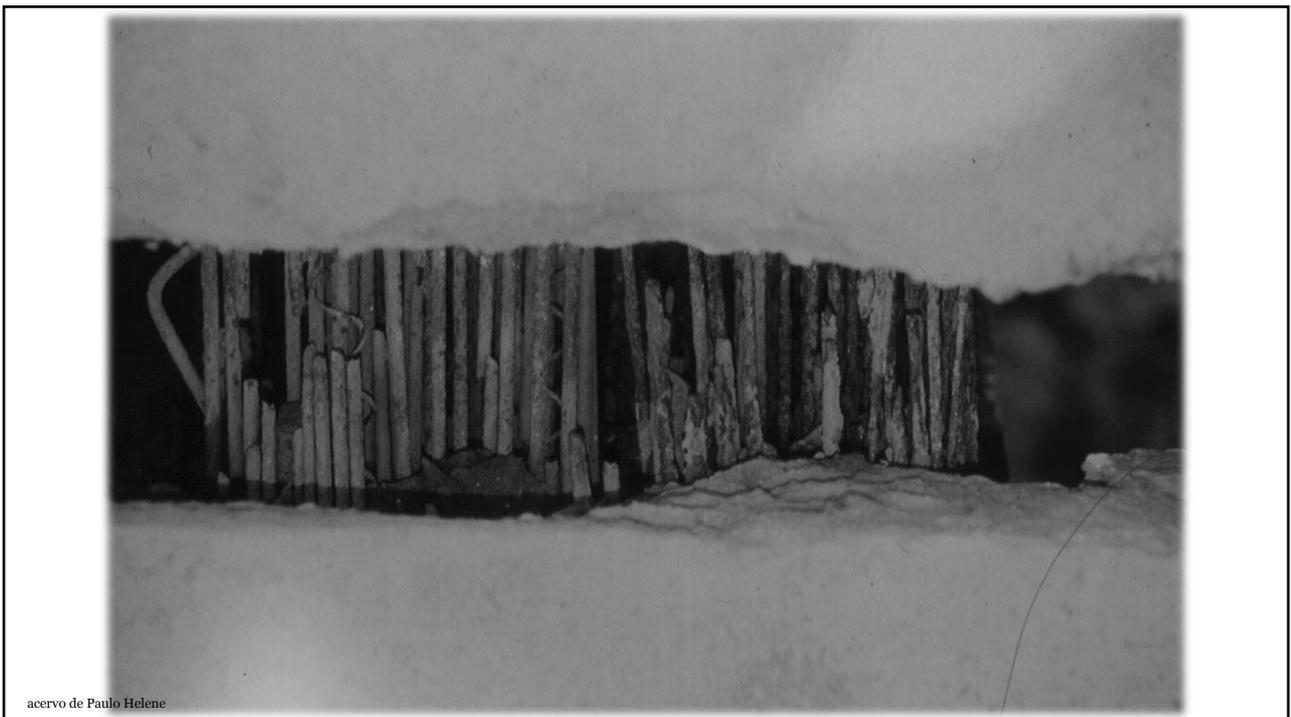


139



acervo de Paulo Helene

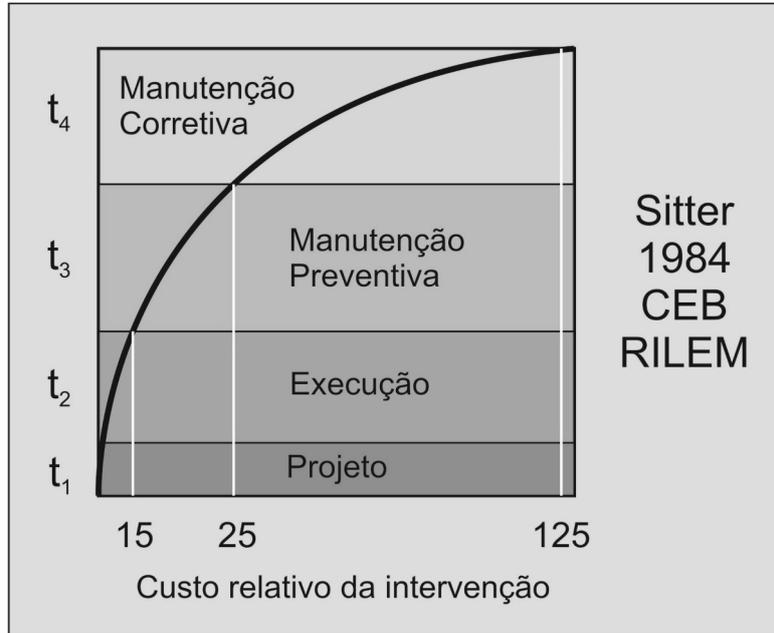
140



acervo de Paulo Helene

141

### Lei de Evolução dos Custos



acervo de Paulo Helene

142

acervo de Paulo Helene

143



acervo de Paulo Helene

144



acervo de Paulo Helene

145

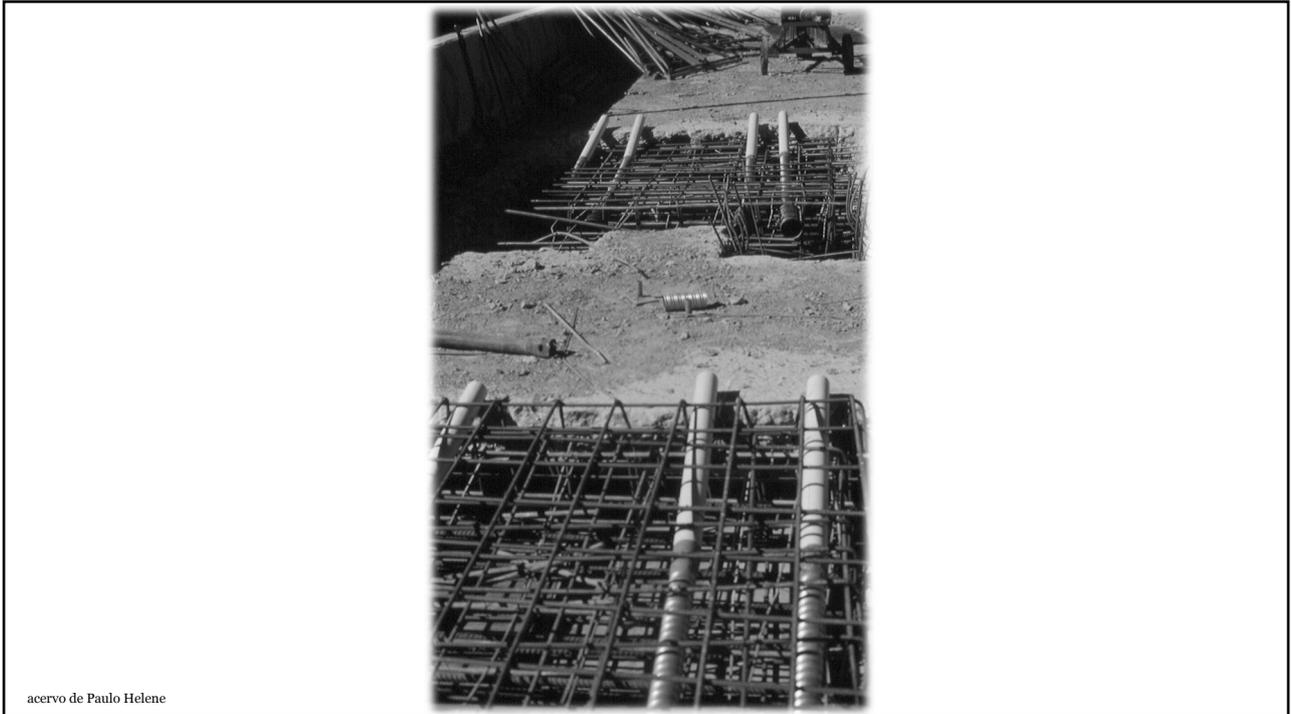




148



149



150



151



152



153



acervo de Paulo Helene

154



acervo de Paulo Helene

155



acervo de Paulo Helene

156



acervo de Paulo Helene

157



158



159



acervo de Paulo Helene

160



acervo de Paulo Helene

161



162

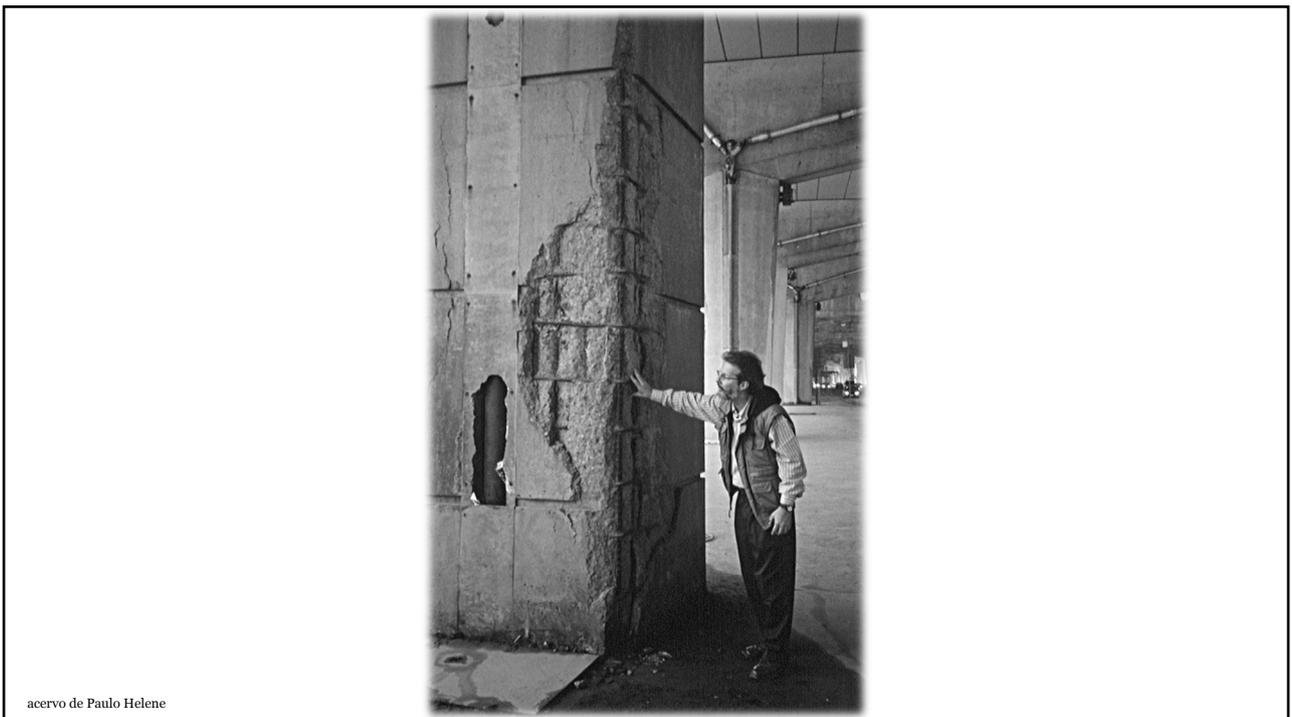


163



acervo de Paulo Helene

164



acervo de Paulo Helene

165



166



167



acervo de Paulo Helene

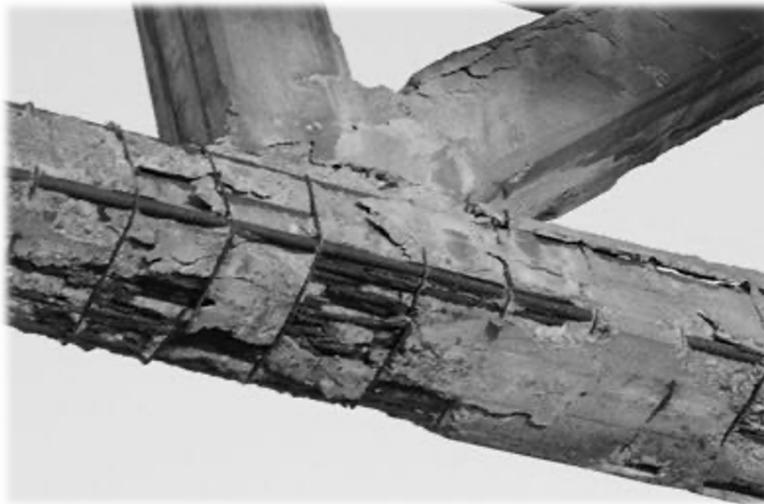
168



acervo de Paulo Helene

169

Ponte Florianópolis  
Pedro Ivo Colombo Sales  
2018



acervo de Paulo Helene

170

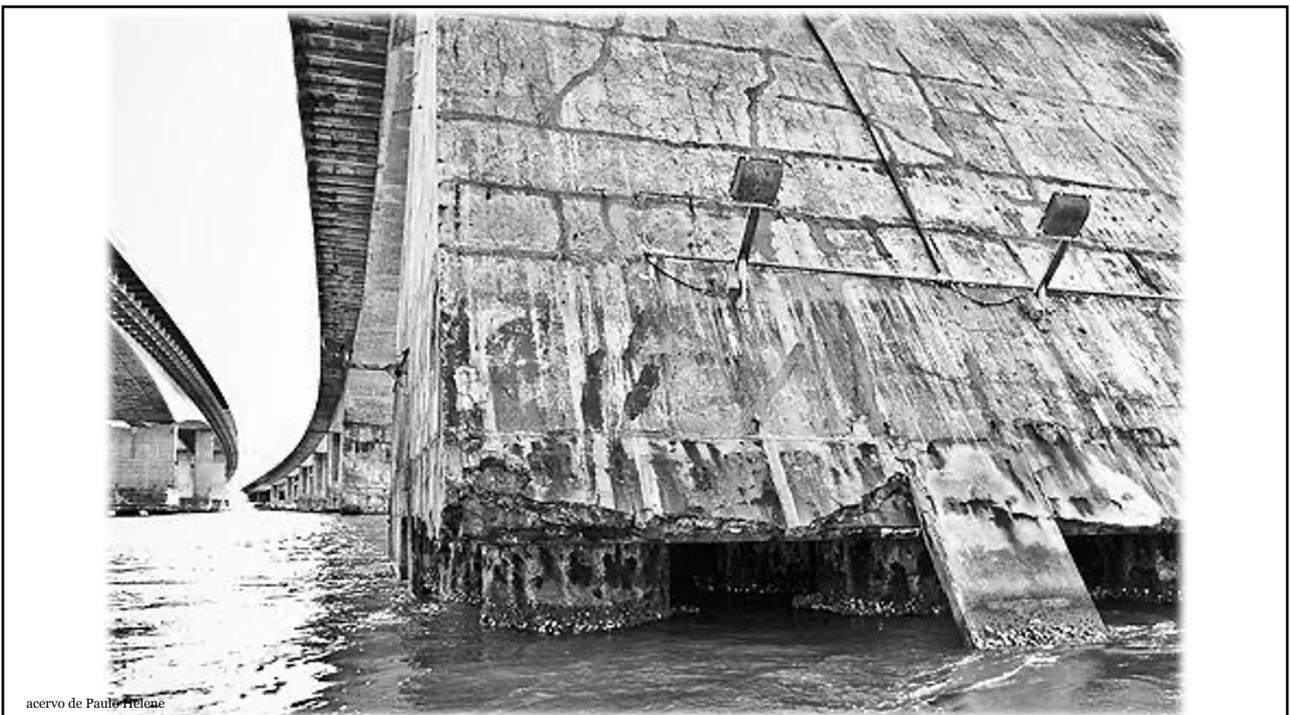


acervo de Paulo Helene

171



172



173



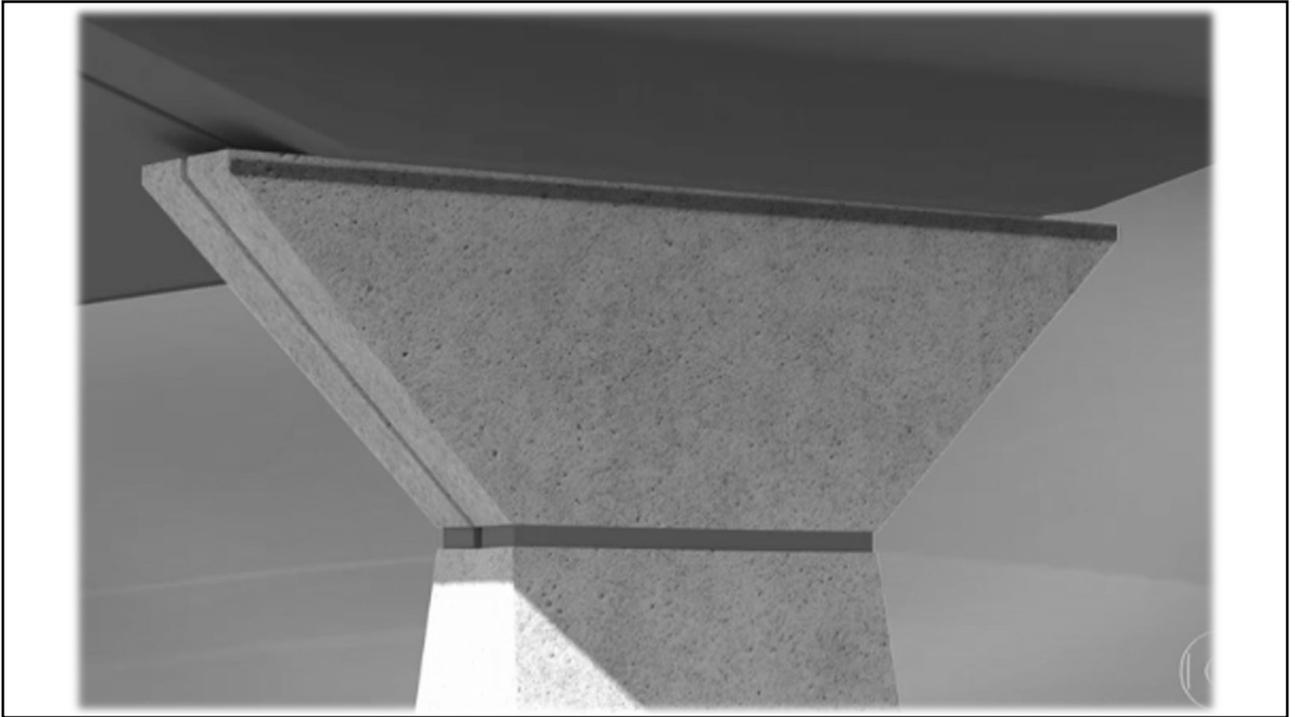
174

Viaduto da pista expressa da Marginal Pinheiros, cedeu cerca de 2m na madrugada da quinta-feira (15.11.2018). Por volta de 3h30, poucos motoristas trafegavam pela via. Um deles teve escoriações leves e cinco carros ficaram danificados. O viaduto passa por cima da linha 9-Esmeralda, que não teve o funcionamento afetado.

O local é rota de acesso à rodovia Castello Branco, e provoca congestionamento na região.



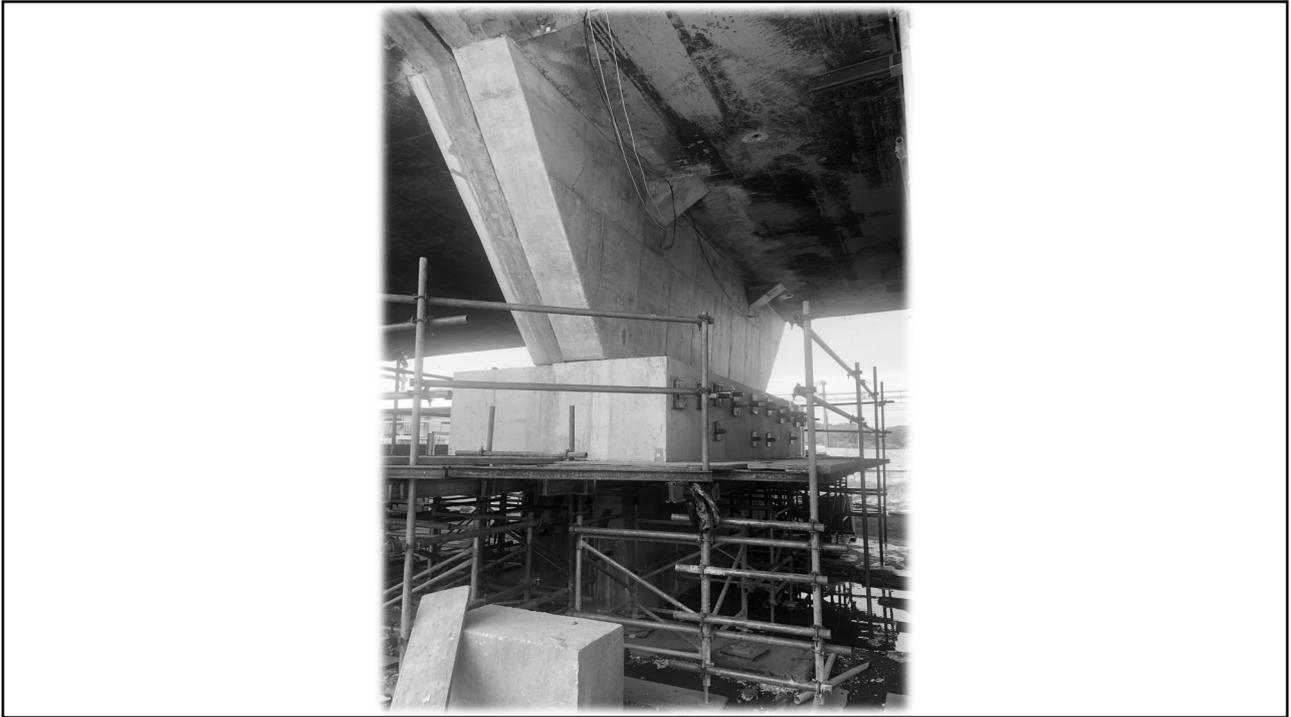
175



176



177



178



179

# Exemplo de licitação para inspeção de pontes

196



*CONCORRÊNCIA 005/2017-SMSO*

**TERMO DE REFERÊNCIA PARA CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS DE  
INSPEÇÕES ESPECIAIS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO EM OBRAS DE ARTE  
ESPECIAIS DA CIDADE DE SÃO PAULO**

**Setembro/2017**

acervo de Paulo Helene

197

### 3.3. Realização de Ensaios na OAE

A fim de caracterizar mais precisamente o estado de deterioração ou comprometimento do quadro patológico, poderão ser realizados, a partir de um plano desenvolvido com base na análise dos resultados da Inspeção, devidamente justificado, ensaios destrutivos ou não-destrutivos nas estruturas. Os ensaios previstos são os seguintes:

- 3.3.1 **Determinação da profundidade de carbonatação do concreto e do cobrimento das armaduras**
- 3.3.2 **Verificação do Potencial de Corrosão**
- 3.3.3 **Verificação da Resistividade Elétrica do Concreto**
- 3.3.4 **Verificação da homogeneidade do concreto**
- 3.3.5 **Verificação do fck do concreto**
- 3.3.6 **Determinação do teor de íons cloretos**
- 3.3.7 **Determinação do teor de sulfatos**
- 3.3.8 **Reação Álcali Agregado (RAA)**
- 3.3.9 **Instrumentação**

acervo de Paulo Helene

198

## Exemplos de planilhas orçamentárias – Prefeitura SP

### Viaduto General Olímpio da Silveira

- **1 vão sobre a Avenida Pacaembu**
- **Comprimento: 12m**
- **Largura: 32m**



acervo de Paulo Helene

199

## Exemplos de planilhas orçamentárias – Prefeitura SP

ITEM		BASE	CODIGO SMSO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UN.	QUANT.	ORÇAMENTO PREFEITURA (R\$)		ORÇAMENTO EMPRESA (R\$)	
							UNITÁRIO	TOTAL	UNITÁRIO	TOTAL
<b>RELATÓRIO I</b>										
SMSO	01-10-00			LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL	m2	875,00		0,63	R\$	551,25
SMSO	03-24-00			CONSULTOR	H	10,00	R\$	331,62	R\$	3.316,20
SMSO	03-27-00			ENGENHEIRO/ARQUITETO SÊNIOR	H	10,00	R\$	169,72	R\$	1.697,20
SMSO	03-29-00			ENGENHEIRO/ARQUITETO PLENO	H	20,00	R\$	147,43	R\$	2.948,60
SMSO	03-33-00			TECNÓLOGO - 5 A 10 ANOS DE EXPERIÊNCIA COM FORMAÇÃO EM EDIFICAÇÕES	H	60,00	R\$	64,88	R\$	3.892,80
SMSO	03-41-00			AJUDANTE GERAL	H	60,00	R\$	18,43	R\$	1.105,80
<b>RELATÓRIO II</b>										
SMSO	03-24-00			CONSULTOR	H	25,00	R\$	331,62	R\$	8.290,50
SMSO	03-27-00			ENGENHEIRO/ARQUITETO SÊNIOR	H	75,00	R\$	169,72	R\$	12.729,00
SMSO	03-36-00			DESENHISTA PROJETA	H	50,00	R\$	66,87	R\$	3.343,50
SMSO	03-39-00			PROJETISTA	H	50,00	R\$	95,85	R\$	4.792,50
SMSO	PET 09			PLATAFORMA ARTICULADA A DIESEL COM ALTURA DE TRABALHO DE 15,9M, DISTANCIA HORIZONTAL DE 7,5 M. CAPACIDADE DE CARGA DE 227 KG.	DIA	7,00	R\$	161,65	R\$	1.131,55
SMSO	PET 10			FORNECIMENTO DE SUPERCONE PARA SINALIZAÇÃO PADRÃO CET, COM REAPROVEITAMENTO	UNI	8,00	R\$	45,71	R\$	365,68
SMSO	PET 11			FORNECIMENTO DE CAVALETE LARANJA E BRANCO PADRÃO CET, PARA FIXAÇÃO DE PLACAS	UNI	2,00	R\$	75,21	R\$	150,42
									R\$	44.315,00
									R\$	16.751,07
									R\$	61.066,07
<b>PREÇOS EXTRA TABELA - SERVIÇOS EXECUTADOS POR EMPRESAS ESPECIALIZADAS</b>										
SMSO	PET 01			ENSAIO DE CARBONATAÇÃO	UNI	2,00	R\$	913,22	R\$	1.826,44
SMSO	PET 06			ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO CONCRETO	UNI	1,00	R\$	623,59	R\$	623,59
SMSO	PET 07			ENSAIO DE HOMOGENEIDADE DO CONCRETO	UNI	1,00	R\$	749,90	R\$	749,90
SMSO	PET 02			EXTRAÇÃO E RUPTURA DE CORPO DE PROVA DE CONCRETO	UNI	2,00	R\$	377,28	R\$	754,56
SMSO	PET 08			ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DA PENETRAÇÃO DE IONS DE CLORETOS E SULFATOS	UNI	1,00	R\$	1.097,36	R\$	1.097,36
SMSO	PET 04			ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DA REAÇÃO ALCALI AGREGADO (RAA)	UNI	1,00	R\$	3.011,28	R\$	3.011,28
SMSO	PET 03			ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO COBRIMENTO DAS ARMADURAS	UNI	2,00	R\$	672,41	R\$	1.344,82
									R\$	9.407,95
									R\$	1.411,19
									R\$	10.819,14
									R\$	71.885,21

acervo de Paulo Helene

200

## Exemplos de planilhas orçamentárias – Prefeitura SP

### Ponte Freguesia do Ó

- 10 vãos e um trecho em arco
- Trechos sobre a via e trecho sobre o rio
- Comprimento total: 217m
- Largura: 25m



acervo de Paulo Helene

201

## Exemplos de planilhas orçamentárias – Prefeitura SP

PREFEITURA DE SÃO PAULO		PLANILHA DE ORÇAMENTO PT FREGUESIA DO O				Processo 2017-0.123.324-6			
ITEM	BASE	CODIGO SMSO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UN.	QUANT.	ORÇAMENTO PREFEITURA (R\$)		ORÇAMENTO EMPRESA (R\$)	
						UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
<b>RELATORIO I</b>									
SMSO	01-10-00		LEVANTAMENTO PLANALTIMÉTRICO CADASTRAL	m2	5.720,00	0,63	R\$ 3.603,60		
SMSO	03-24-00		CONSULTOR	H	25,00	R\$ 331,62	R\$ 8.290,50		
SMSO	03-27-00		ENGENHEIRO/ARQUITETO SENIOR	H	38,00	R\$ 169,72	R\$ 6.449,36		
SMSO	03-29-00		ENGENHEIRO/ARQUITETO PLENO	H	88,00	R\$ 147,43	R\$ 12.973,84		
SMSO	03-33-00		TECNOLOGO - 5 A 10 ANOS DE EXPERIÊNCIA COM FORMAÇÃO EM EDIFICAÇÕES	H	265,00	R\$ 64,88	R\$ 17.193,20		
SMSO	03-41-00		AJUDANTE GERAL	H	265,00	R\$ 18,43	R\$ 4.883,95		
<b>RELATORIO II</b>									
SMSO	03-24-00		CONSULTOR	H	125,00	R\$ 331,62	R\$ 41.452,50		
SMSO	03-27-00		ENGENHEIRO/ARQUITETO SENIOR	H	375,00	R\$ 169,72	R\$ 63.645,00		
SMSO	03-36-00		DESENHISTA PROJETISTA	H	250,00	R\$ 66,87	R\$ 16.717,50		
SMSO	03-39-00		PROJETISTA	H	250,00	R\$ 95,85	R\$ 23.962,50		
SMSO	PET 09		PLATAFORMA ARTICULADA A DIESEL COM ALTURA DE TRABALHO DE 15,9M. DISTANCIA HORIZONTAL DE 7,5 M. CAPACIDADE DE CARGA DE 227 KG	DIA	20,00	R\$ 161,65	R\$ 3.233,00		
SMSO	PET 10		FORNECIMENTO DE SUPERCONE PARA SINALIZAÇÃO PADRAO CET, COM REAPROVEITAM	UNI	8,00	R\$ 45,71	R\$ 365,68		
SMSO	PET 11		FORNECIMENTO DE CAVALETE LARANJA E BRANCO PADRAO CET, PARA FIXAÇÃO DE PL	UNI	2,00	R\$ 75,21	R\$ 150,42		
SUBTOTAL (A)							R\$ 202.921,05		
BDI						37,80%	R\$ 76.704,16		
TOTAL (A)							R\$ 279.625,21		
<b>PREÇOS EXTRA TABELA - SERVIÇOS EXECUTADOS POR EMPRESAS ESPECIALIZADAS</b>									
SMSO	PET 01		ENSAIO DE CARBONATAÇÃO	UN.	8,00	R\$ 913,22	R\$ 7.305,76		
SMSO	PET 06		ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO CONCRETO	UN.	1,00	R\$ 623,59	R\$ 623,59		
SMSO	PET 07		ENSAIO DE HOMOGENEIDADE DO CONCRETO	UN.	1,00	R\$ 749,90	R\$ 749,90		
SMSO	PET 02		EXTRAÇÃO E RUPTURA DE CORPO DE PROVA DE CONCRETO	UN.	4,00	R\$ 372,28	R\$ 1.509,12		
SMSO	PET 08		ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DA PENETRAÇÃO DE IONS DE CLORETOS E SULFATOS	UN.	1,00	R\$ 1.097,36	R\$ 1.097,36		
SMSO	PET 04		ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DA REAÇÃO ALCALI AGREGADO (RAA)	UN.	1,00	R\$ 3.011,28	R\$ 3.011,28		
SMSO	PET 03		ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO COBRIMENTO DAS ARMADURAS	UN.	8,00	R\$ 672,41	R\$ 5.379,28		
SUBTOTAL (B)							R\$ 19.676,29		
TAXA DE ADMINISTRAÇÃO						15,00%	R\$ 2.951,44		
TOTAL (B)							R\$ 22.627,73		
TOTAL (A+B)							R\$ 302.252,94		

202







# OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

[www.concretophd.com.br](http://www.concretophd.com.br)

[www.phd.eng.br](http://www.phd.eng.br)

11.2501.4822 / 23

11.9.5045.4940

203