



Ponte sobre o Rio Paraná em
Presidente Epitácio
Eng, Sérgio Marques de Souza

Prof. Eduardo
C. S. Thomaz
Notas de aula

ESTRUTURA

REVISTA TÉCNICA

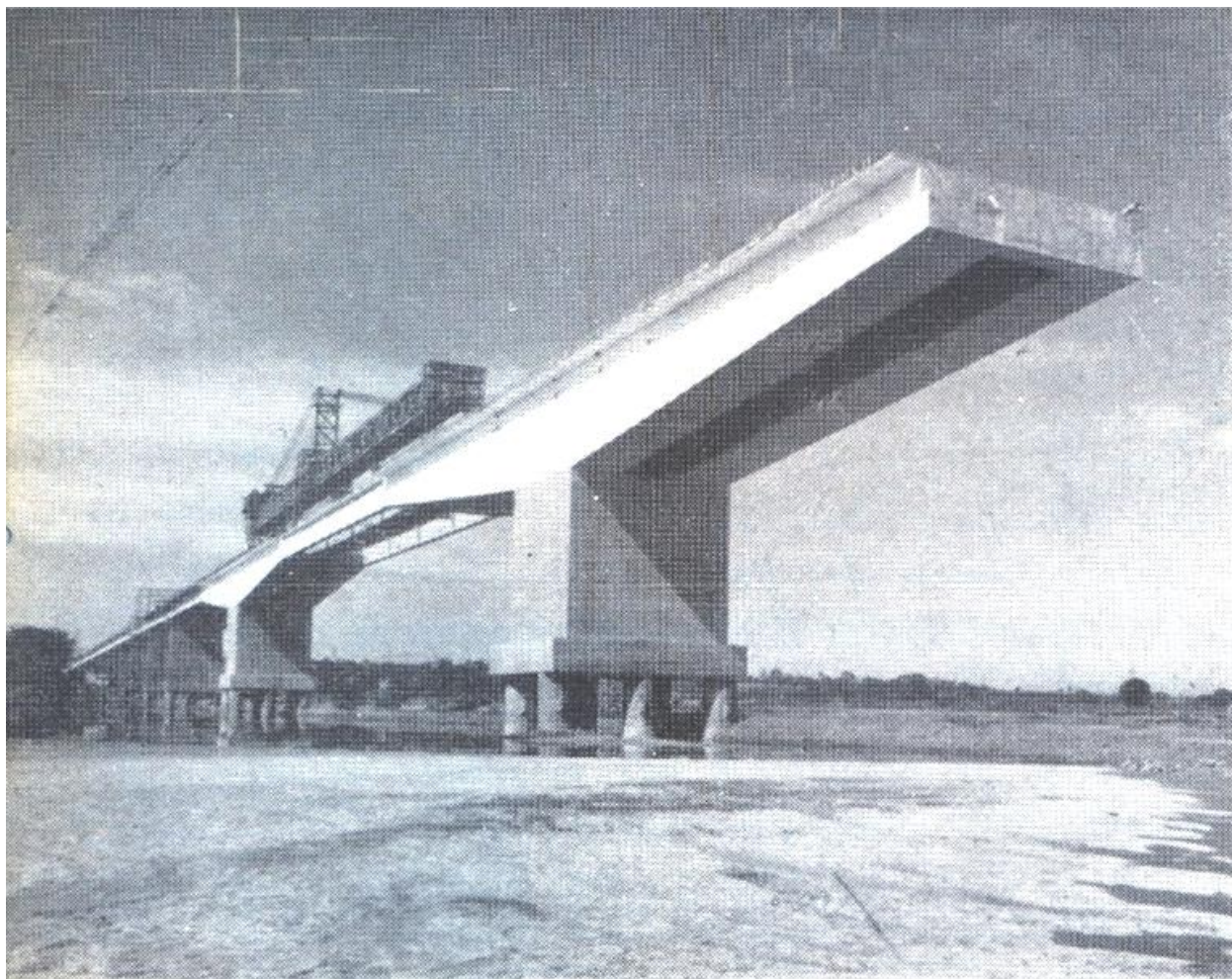
DAS CONSTRUÇÕES



Neste número:
Norma de Concreto Protendido

1962 **48**

Revista editada pelo Prof. Aderson Moreira da Rocha



Vista do vão de 112,50 m. A ponte possui 7 vãos iguais a este, vencendo o canal principal.



SERGIO MARQUES DE SOUZA S. A.

ENGENHARIA E COMÉRCIO

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE
GRANDES ESTRUTURAS

Avenida Rio Branco, 103 — 9º Andar
Tel.: 23-4666 — Rio de Janeiro - G. B.

PONTE SOBRE O RIO PARANÁ EM PRESIDENTE EPITÁCIO

RODOVIA BR-34 - SÃO PAULO / MATO GROSSO

1. GENERALIDADES:

A ponte sobre Rio Paraná em Presidente Epitácio na Rodovia BR-34, São Paulo / Mato Grosso, é uma das mais importantes obras rodoviárias que o Governo Federal está executando no momento por intermédio do DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. É um empreendimento decisivo e definitivo para a concretização da ligação da parte sul do Estado de Mato Grosso a São Paulo, interessando especialmente a região de Campo Grande, Dourados e Pôrto Murtinho, na fronteira com o Paraguai. O seu vulto e características técnicas a credencia como uma das maiores obras da engenharia brasileira.

Implantada no Rio Paraná, na altura da Ilha Tibiriçá, próximo a Presidente Epitácio, em local considerado mais favorável para a travessia, foi projetada dentro técnica moderna. O projeto e execução são da firma Sergio Marques de Souza Engenharia e Comércio.

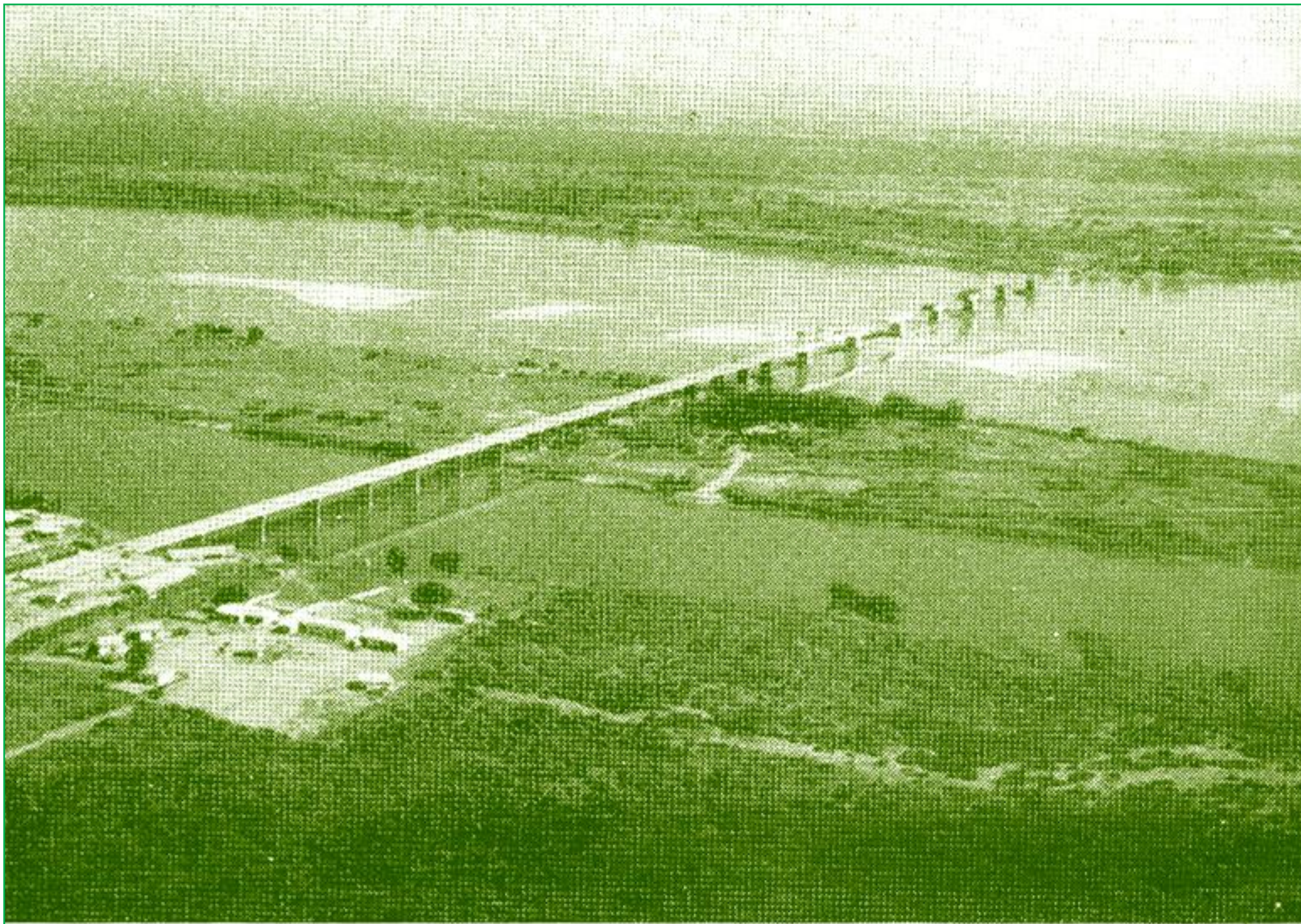
2. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS:

A obra toda em concreto pretendido, com 2.280 metros de extensão, possui o seu tabuleiro com 12,50 metros de largura, comportando uma pista central de 8,20 metros e dois passeios laterais.

O seu projeto consta essencialmente de dois encontros implantados nas margens, 7 vãos de



Fig. 1



Ponte sobre o Rio Paraná, em Presidente Epitácio na BR-34. Ao meio a ilha Tibiriçá , separando os dois canais do rio e ao fundo as margens de Mato-Grosso

AINDA EM FASE DE ACABAMENTOS



INAUGURAÇÃO DA PONTE

21 de Agosto de 1965





Brasil > > **Presidente Epitácio** > Ponte Professor Maurício Joppert da Silva





APOS A CONSTRUÇÃO DE BARRAGEM A JUSANTE

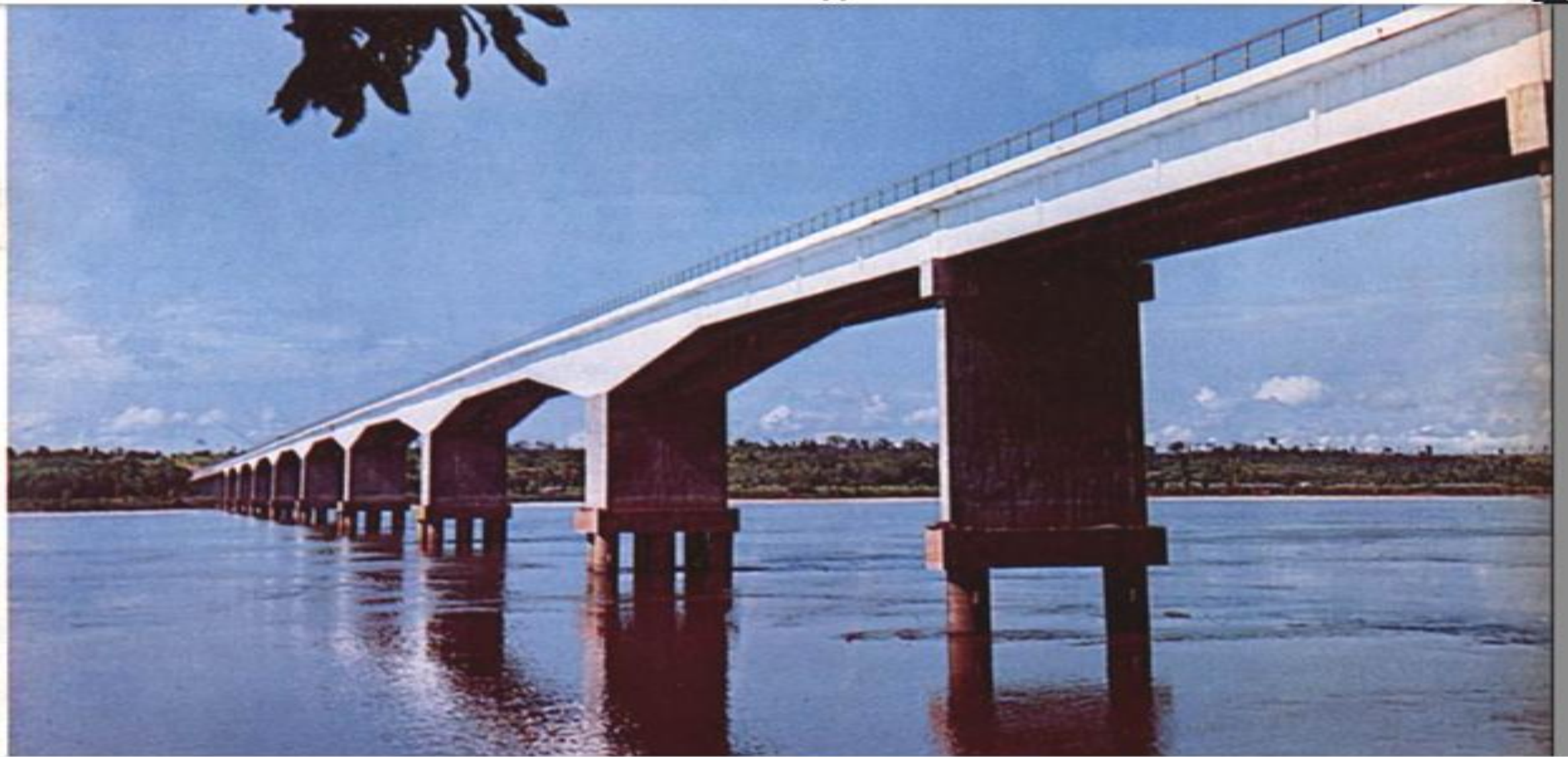


ANTES DA CONSTRUÇÃO DE BARRAGEM A JUSANTE



www.presidenteepitacio.com.br

ANTES DA CONSTRUÇÃO DE BARRAGEM A JUSANTE





APÓS A CONSTRUÇÃO DE BARRAGEM A JUSANTE

PONTE SOBRE O RIO PARANÁ EM PRESIDENTE EPITÁCIO / SP





CHEGANDO NA PONTE - MARGEM SÃO PAULO



ENTRANDO NA PONTE - MARGEM SÃO PAULO



112,50 metros no canal navegável e 29 vãos de 45 metros em vigas simplesmente apoiadas, localizados sobre o canal junto a margem de São Paulo, sobre a Ilha Tibiriçá e sobre a zona inundável da margem de Mato Grosso.

Face a grande profundidade do rio, que atinge cerca de 15 metros no canal navegável e a grande espessura de areia e cascalho sobrejacentes ao arenito (beck) que se encontra a cerca de 25 me-

tros de profundidade, as fundações foram projetadas em tubulões de concreto armado a ar comprimido, com 2 metros de diâmetro e base alargada para 4 metros no arenito.

a) — *vãos de 45 metros*: — As fundações para os pilares dos vãos de 45 metros, são constituídos por 2 tubulões. Os pilares tem forma de parede com 1,20 metros de espessura por 10,20 m de largura e altura de 14,40 m.

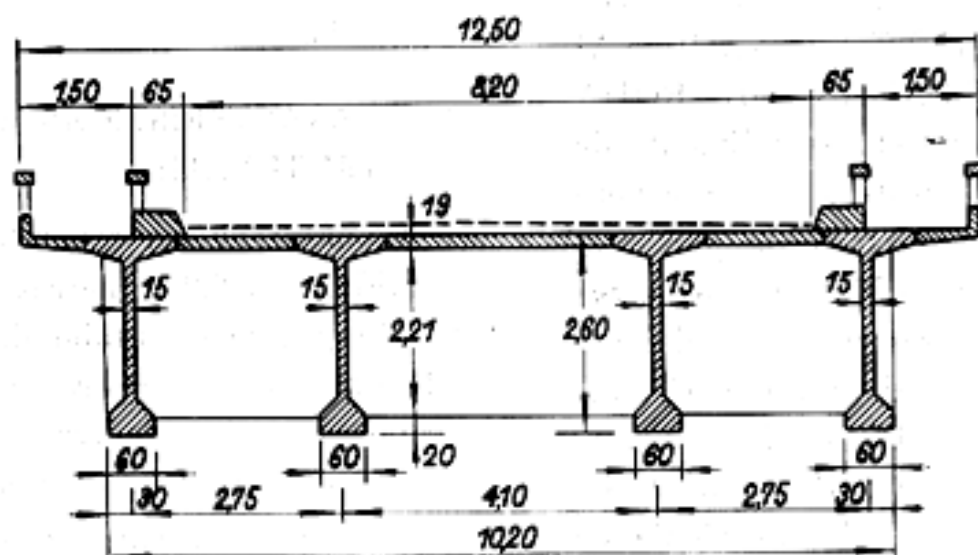


Fig. 2

A superestrutura é forrada por 4 vigas premoldadas com 2,60m de altura sendo usada para apoio a borracha fretada Neoprene. A laje com protensão transversal é moldada no local, bem como as transversinas, em número de 5 por vão.

b) — *Vãos de 112,50 metros*: — O canal principal é veneado por 7 vãos de 112,50 metros. Esses vãos são executados com

sistema GERBER, constituídos por 2 balanços que nascem nos pilares assentes em 6 tubulões. Os balanços avançam 30 metros para cada lado e o espaço central é vencido com 4 vigas premoldadas com as mesmas características dos vãos de 45 metros. Os balanços são construídos com auxílio de treliças móveis, e são executados em trecho de 6 metros cada um, em concreto protendido com al-

tura variável de 5,60 m a 2,60 metros.

3 — Método construtivo: —

As fundações e pilares são executados em concreto armado, sendo

os tubulões cravados com auxílio de ar comprimido.

As vigas premoldadas para os vãos de 45 metros são concretadas no canteiro formado por 4 alas localizado junto ao encontro

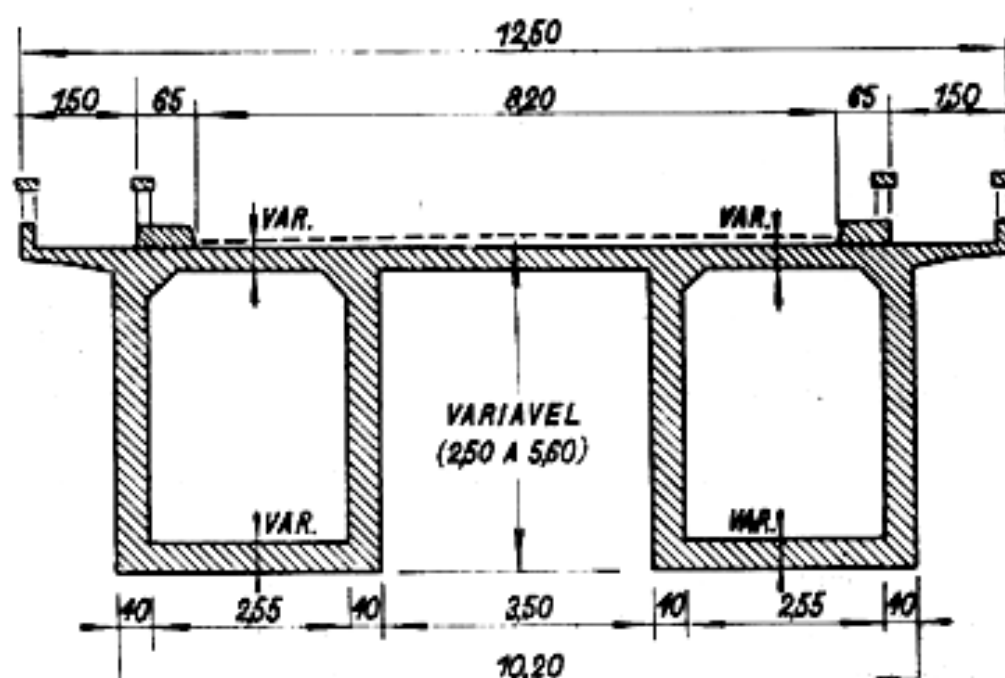


Fig. 3

na margem de São Paulo. Cada ala tem capacidade para 4 vigas, ou seja 1 vão completo da ponte. Portanto, são executados de cada vez, 16 vigas no canteiro o que significa 4 vãos de 45 metros. O cronograma prevê um avanço mensal da obra de 180 metros, isto é, a execução de 4 vãos inclusive as lajes correspondentes.

Essas vigas premoldadas pesando aproximadamente 110 toneladas cada uma, são transportadas por meio de carros especiais, correndo sobre trilhos, até ao pé trazeiro da treliça de lançamento que é equipada com 2 carros ponte de 60 toneladas de capacidade cada um. Com auxílio

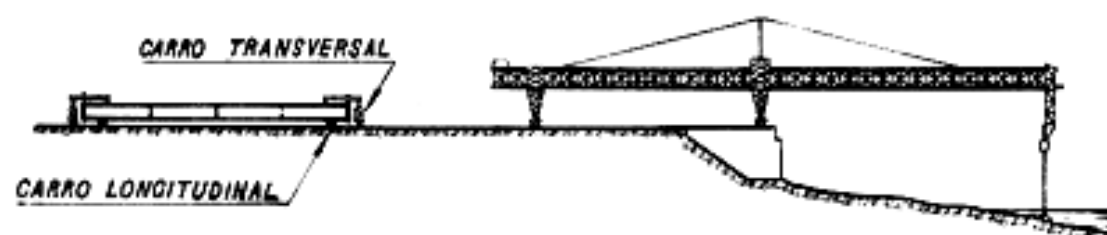


Fig. 4



Foto 1 — Vãos de 45 m. Vista da treliça de lançamento das vigas

dessa treliça são colocadas as vigas correspondentes à cada vão. Uma vez colocadas as 4 vigas, a treliça de lançamento se desloca sobre as mesmas ficando em con-

dições de executar o vão seguinte. A obra deverá ser entregue ao tráfego em meados do próximo ano, encontrando-se os trabalhos em fase bastante adiantada.

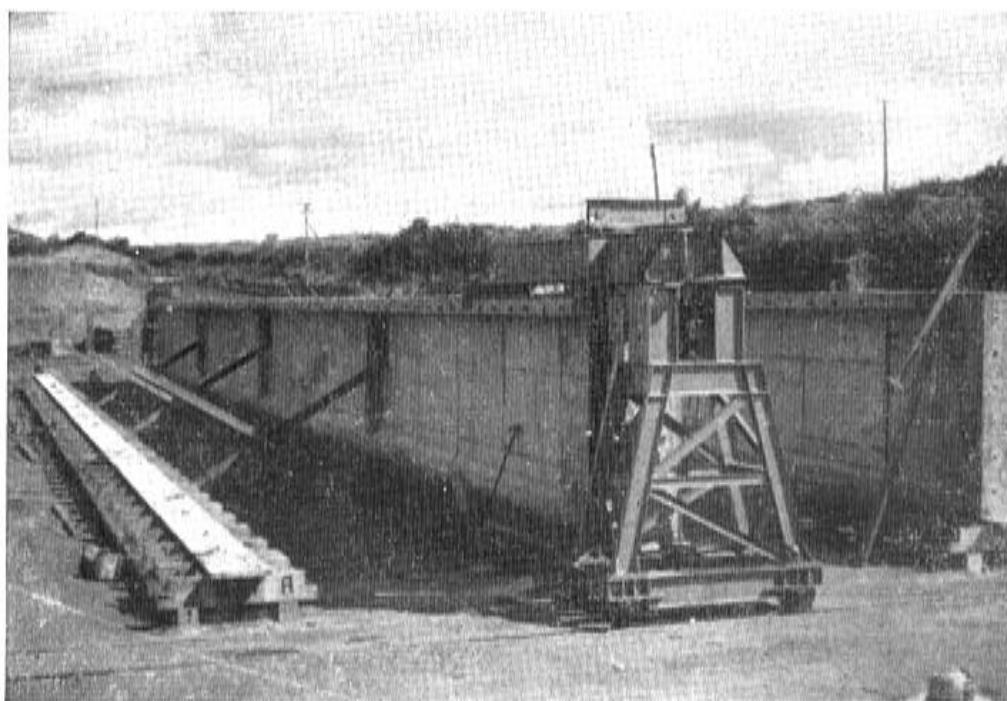
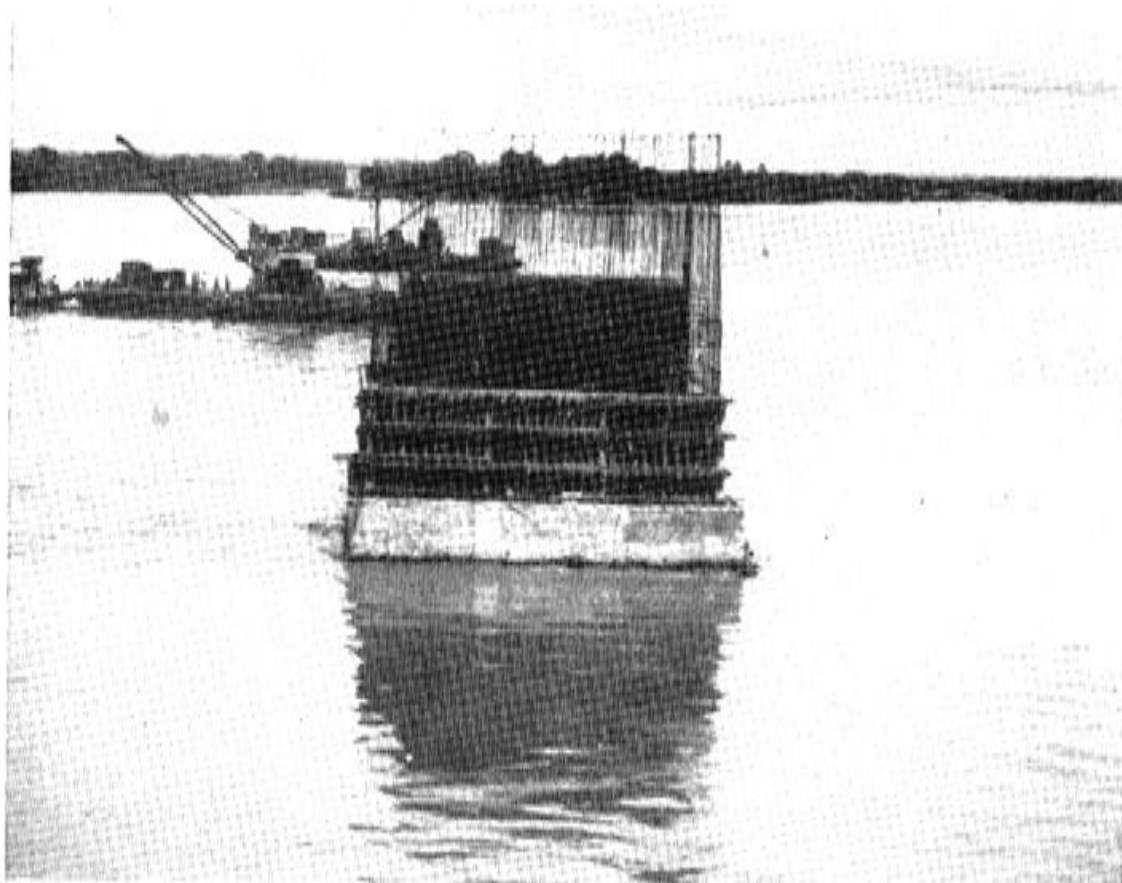


Foto 2 — Carro de movimentação das vigas no canteiro



*Foto 3 Execução dos pilares e fundação no canal navegável
— Vãos de 112,5 m,*

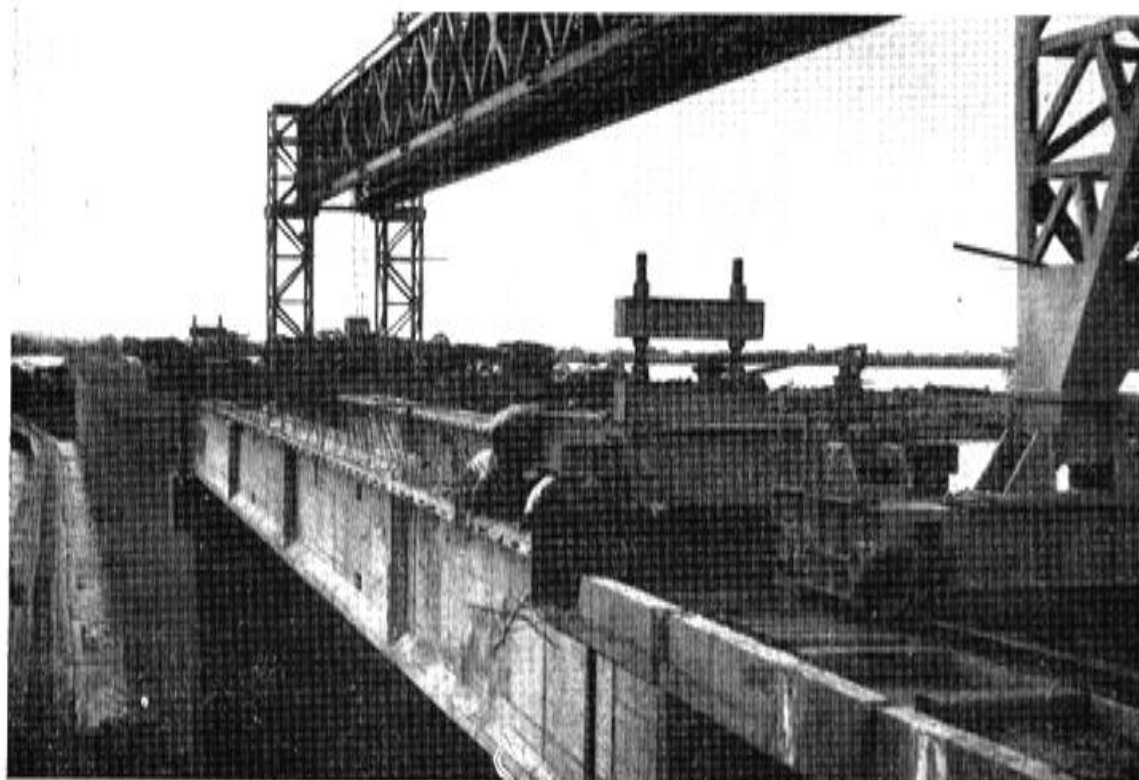
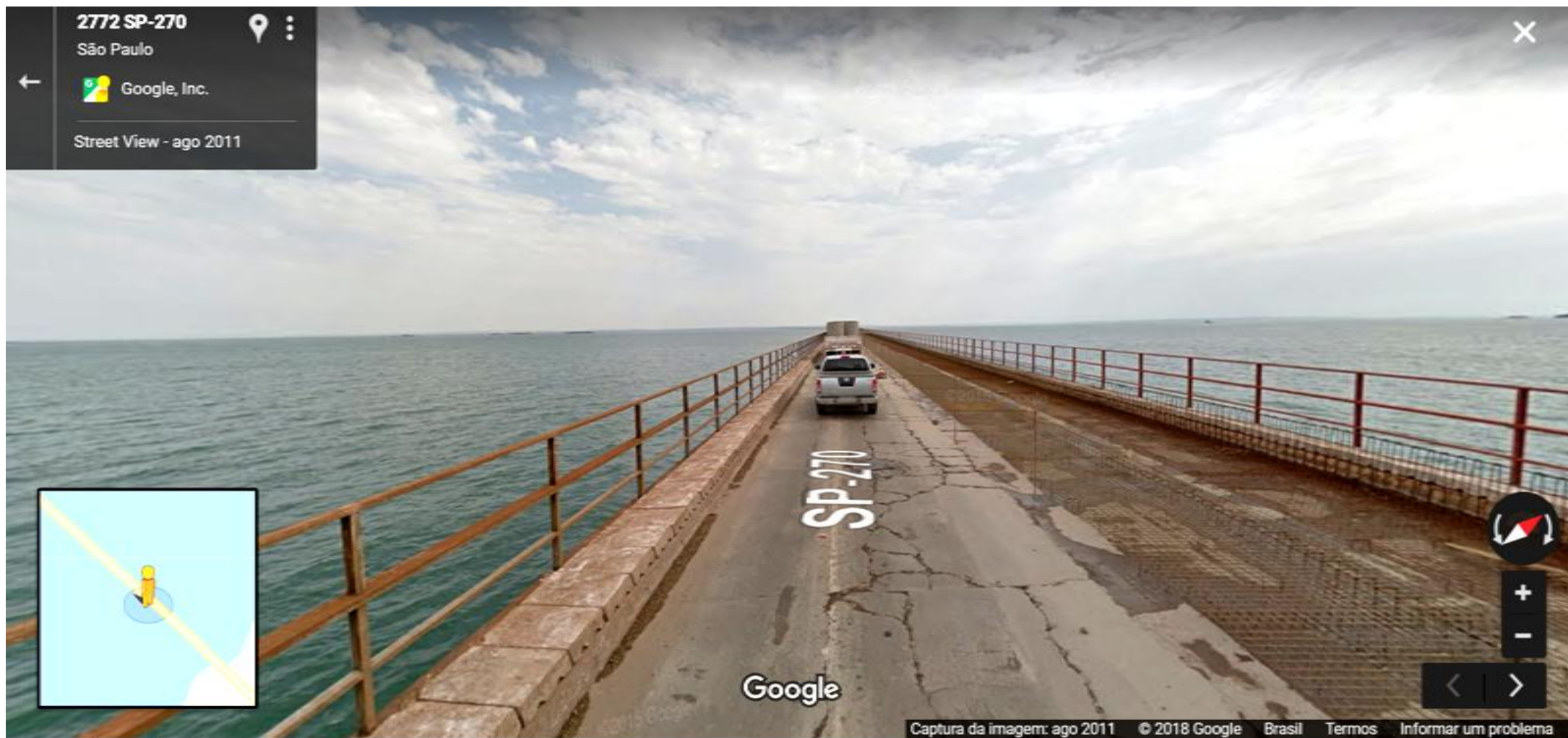
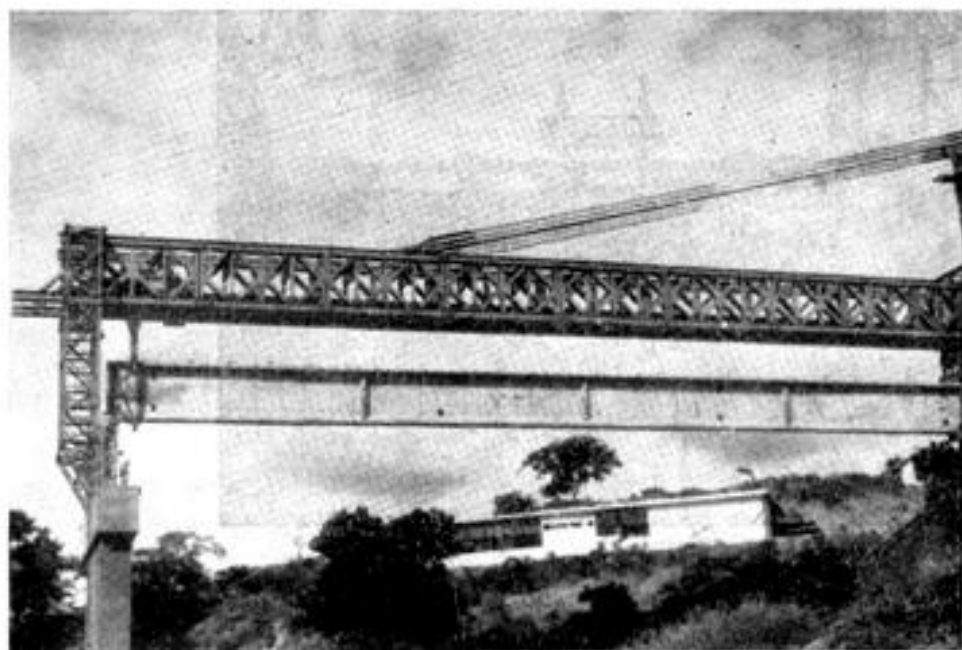


Foto 4 — Carro de transporte transversal sôbre os pilares em primeiro plano, cavalete central da treliça

ATRAVESSANDO O RIO PARANÁ - PAVIMENTAÇÃO EM REPARO



*Foto 5 — Vista aérea.
Canteiro das vigas vãos de
45 m. no canal não nave-
gável. Parte da treliça*



*Foto 6 — Colocação de
uma viga de 45 m no eixo
da ponte*

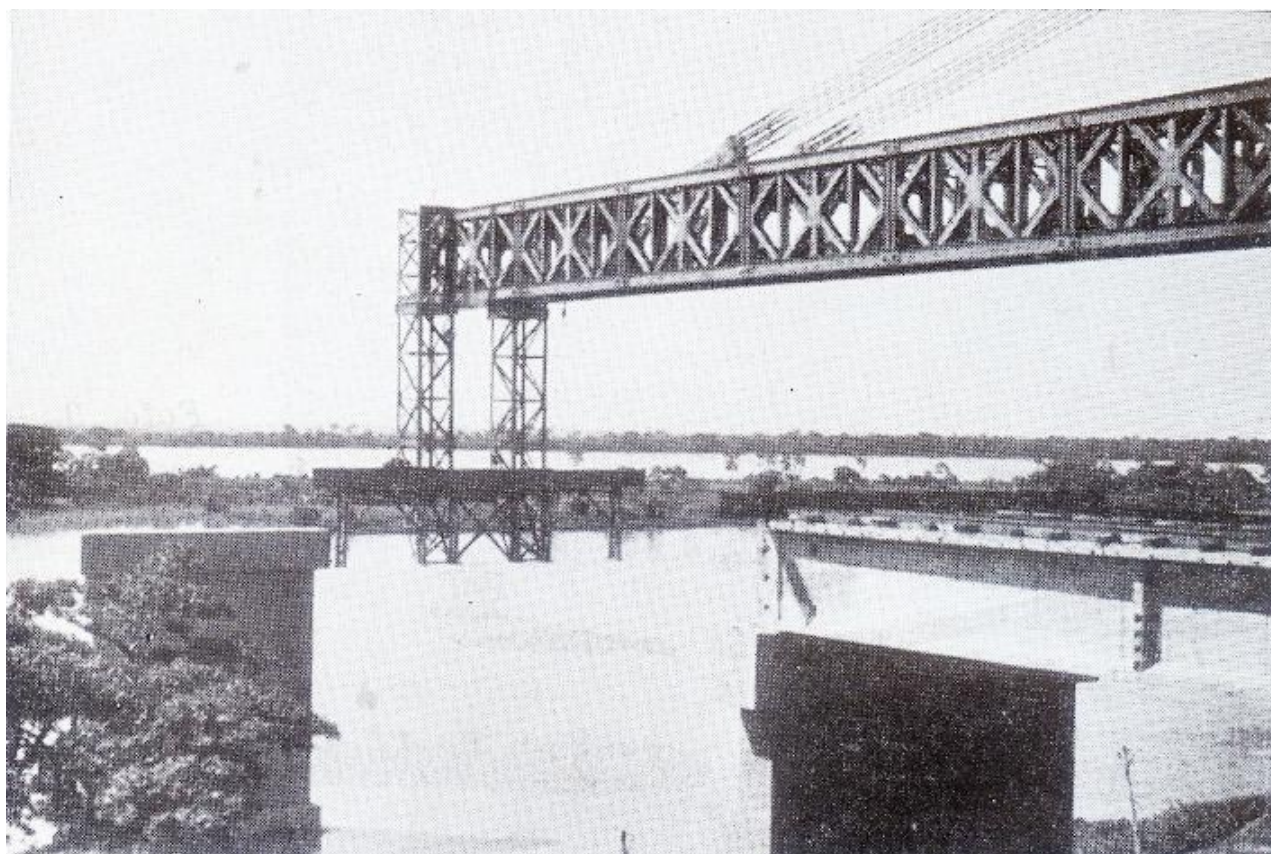


Foto 7 — Deslocamento da treliça. Trecho dianteiro em balanço

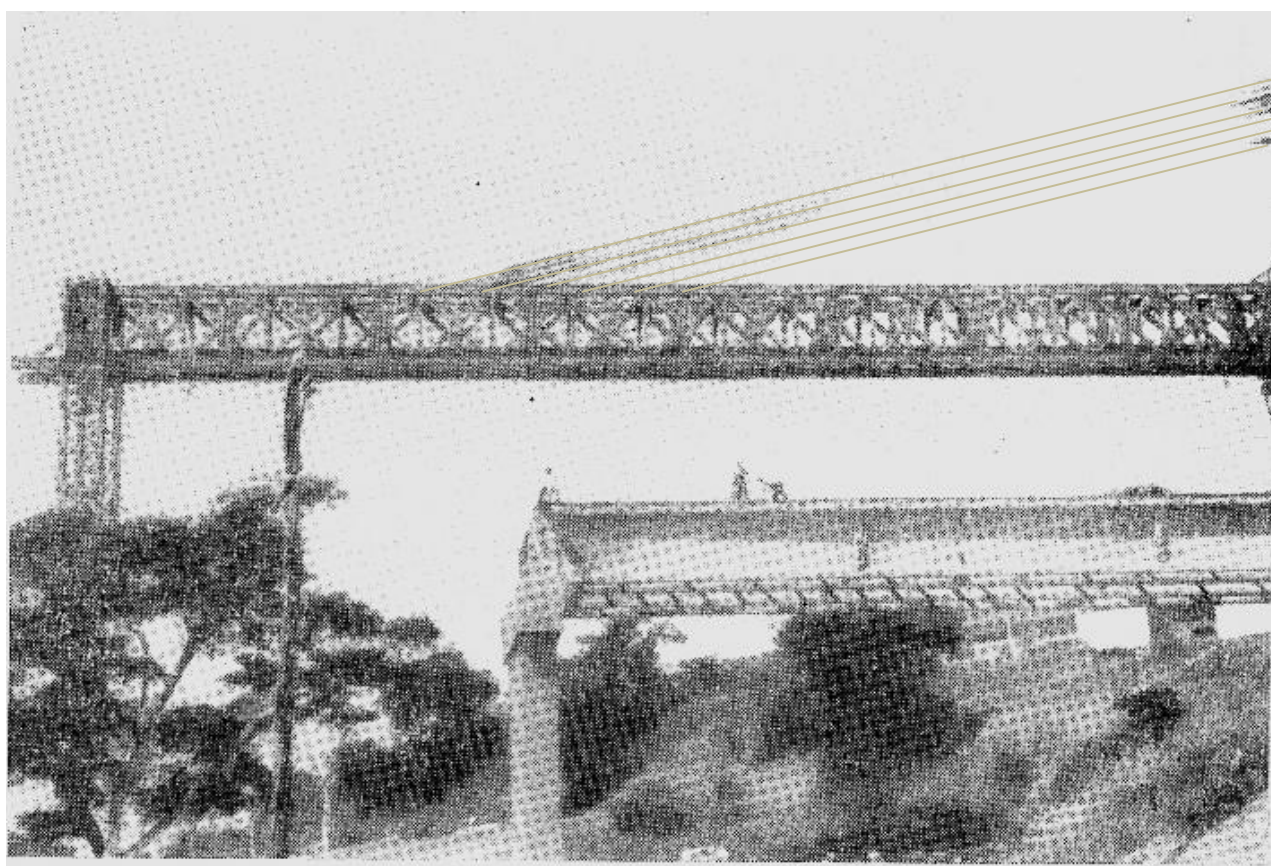
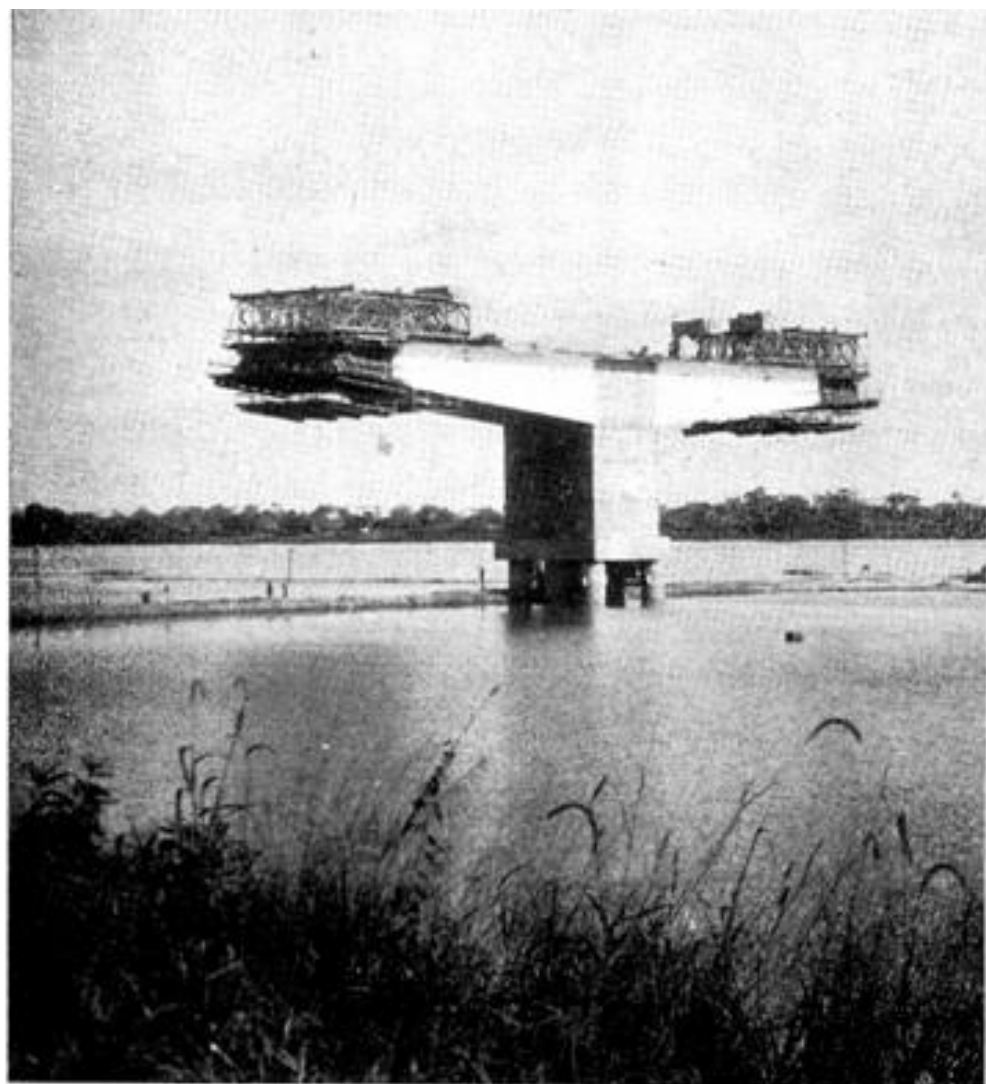
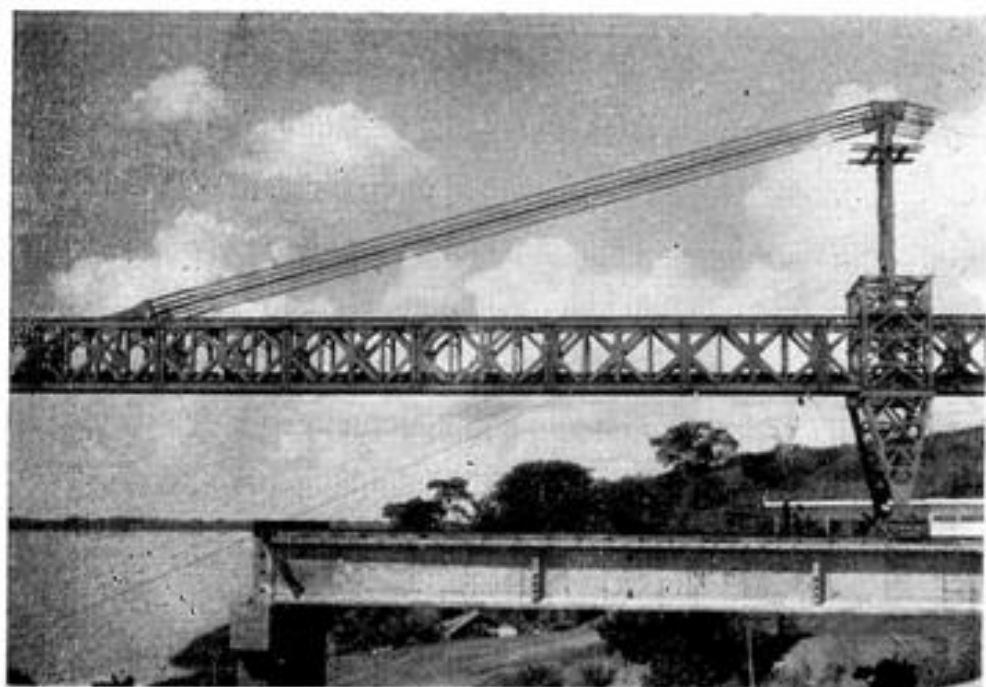


Foto 8 — Deslocamento da treliça. Trecho dianteiro em balanço para o movimento



*Foto 9 — Execução dos
consolos para os vãos de
112,5 m.*



*Foto 10 — Deslocamento
da treliça. Vista parcial*

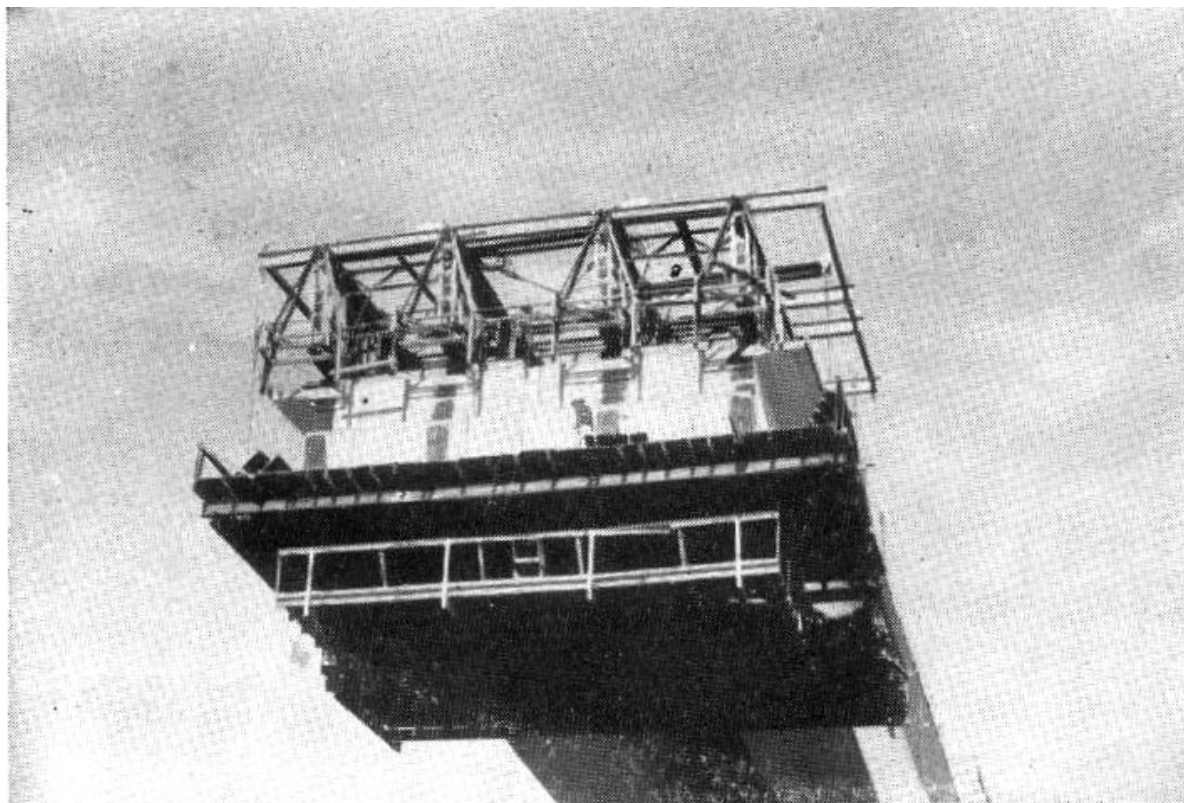


Foto 11 — Vista parcial da treliça de execução dos consolos para os vão de 112,5 m.

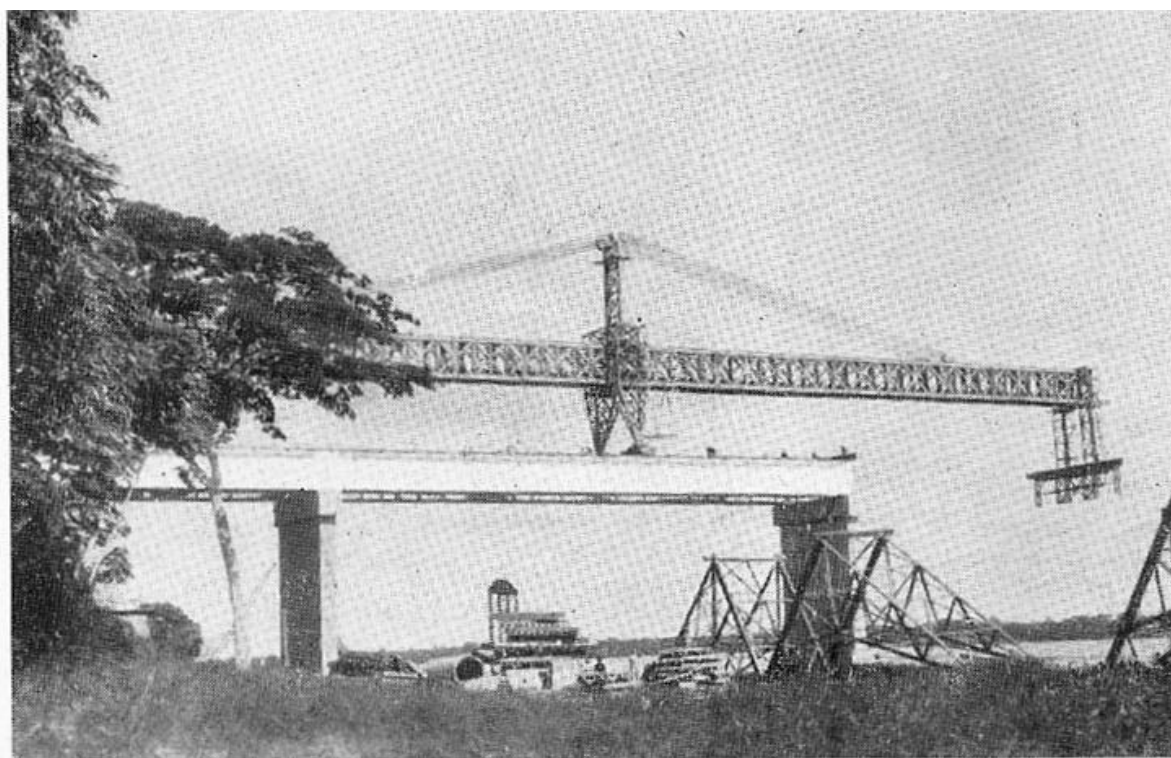


Foto 12 — Deslocamento de treliça de lançamento das vigas de 45 m. Vista durante o transporte

ATUAL = MUITO CAMINHÃO = MUITA CARGA

<https://www.youtube.com/watch?v=uRixOkEyIOE>

Travessia da Ponte sobre o Rio Paraná - Presidente Epítácio/SP e Bataguassu/MS.



Sair da tela inteira



1:35 / 8:25



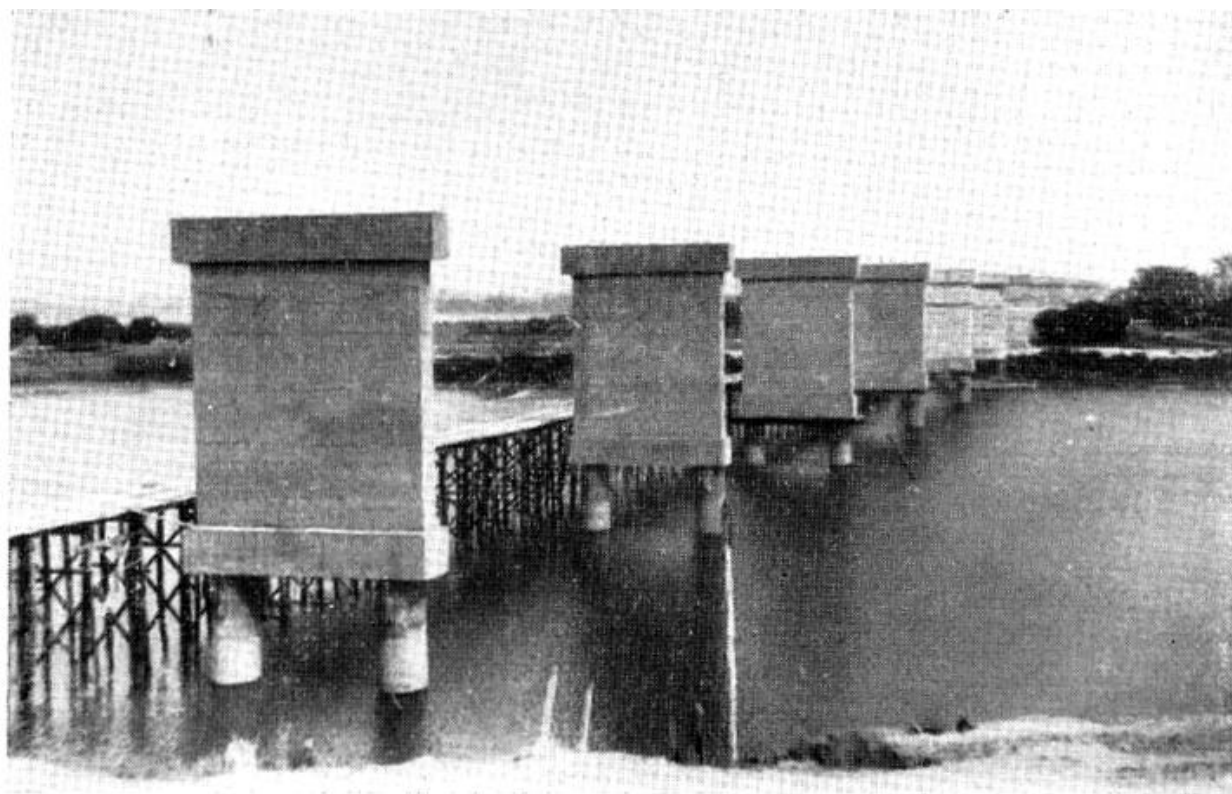


Foto 13 — Pilares para os vãos de 45 m. no braço não navegável do rio

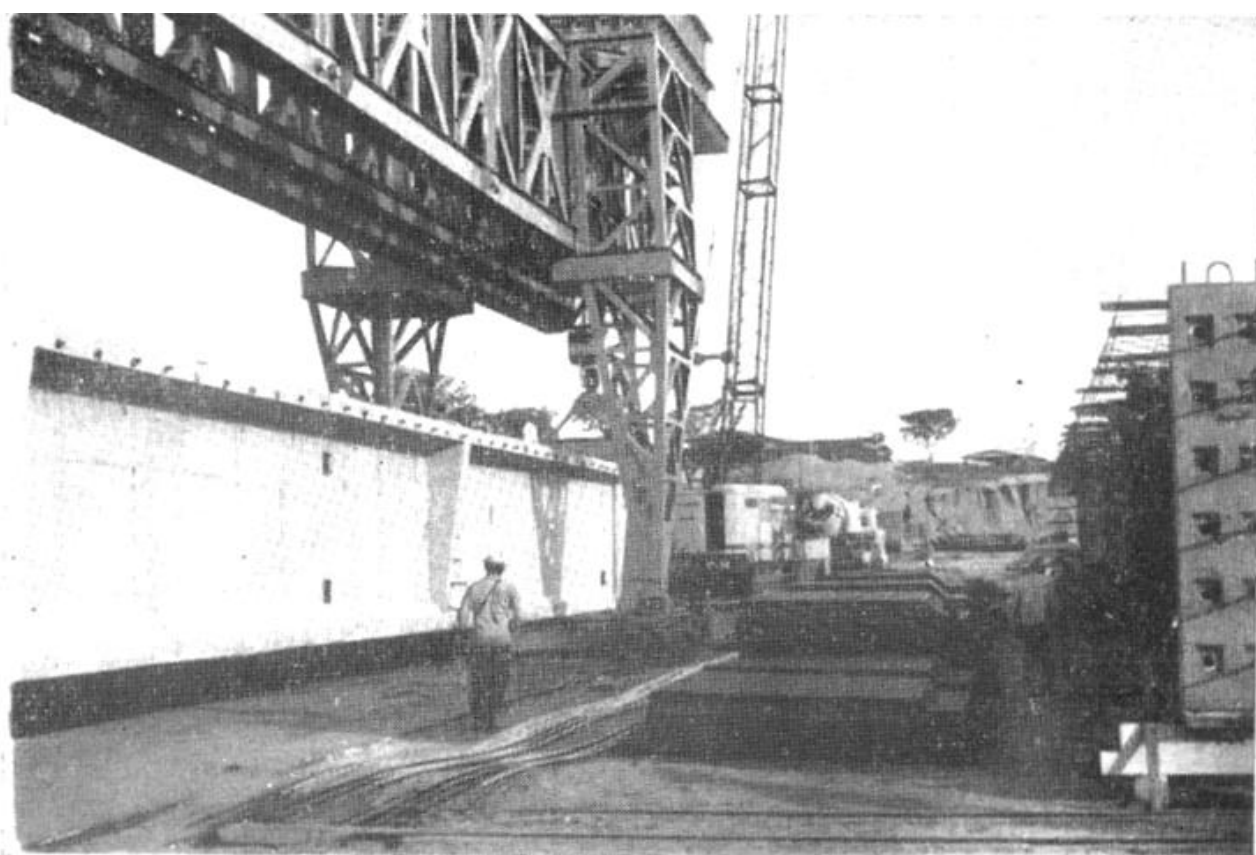


Foto 14 — Vista parcial do coneteiro mostrando parte da treliça



www.presidenteepitacio.com.br

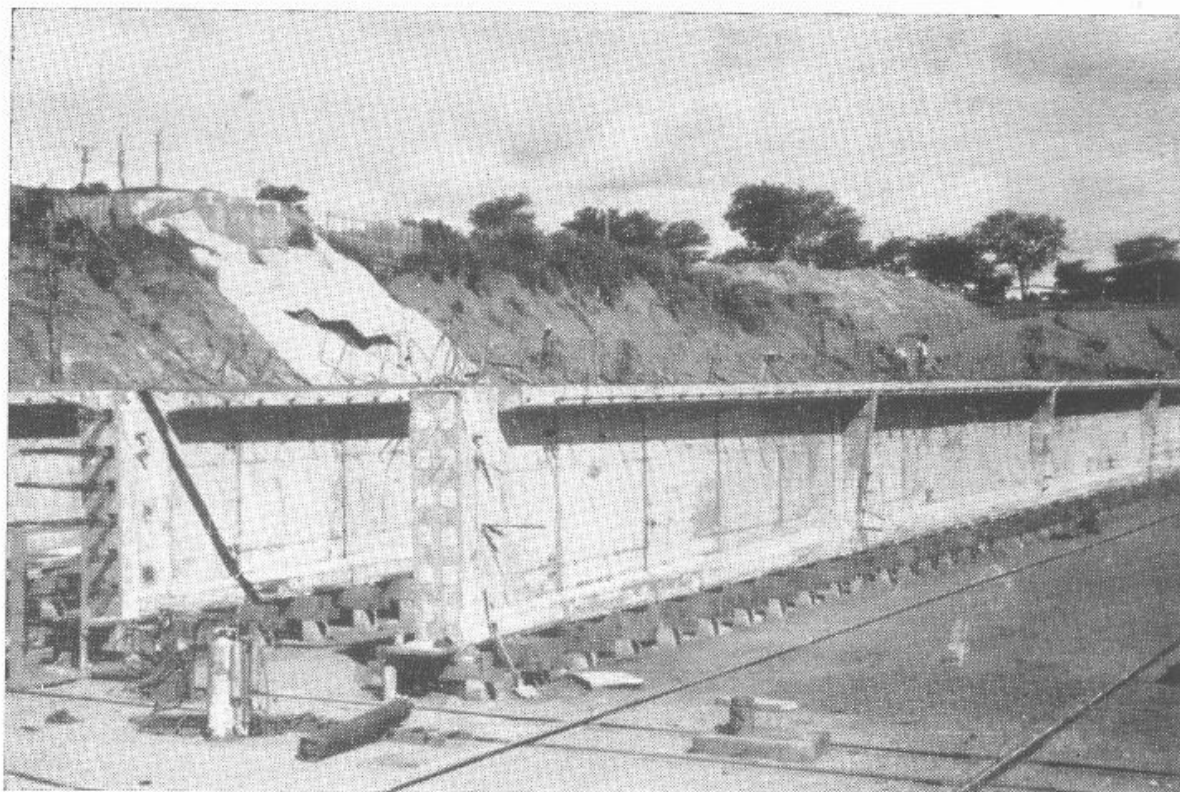


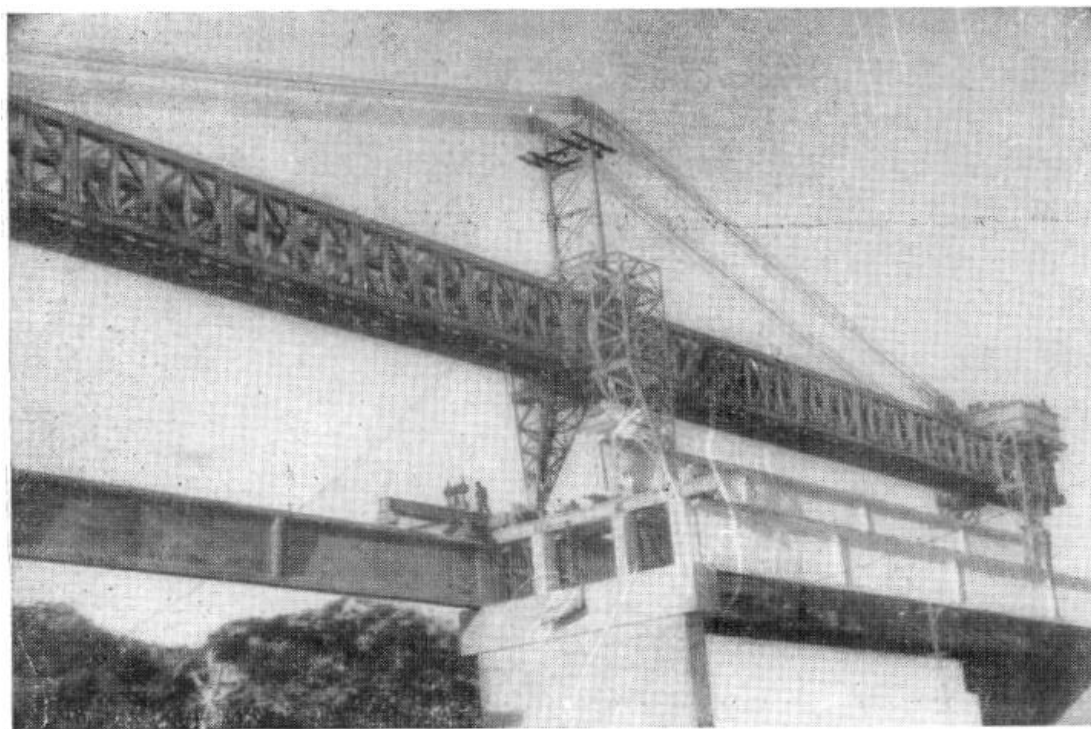
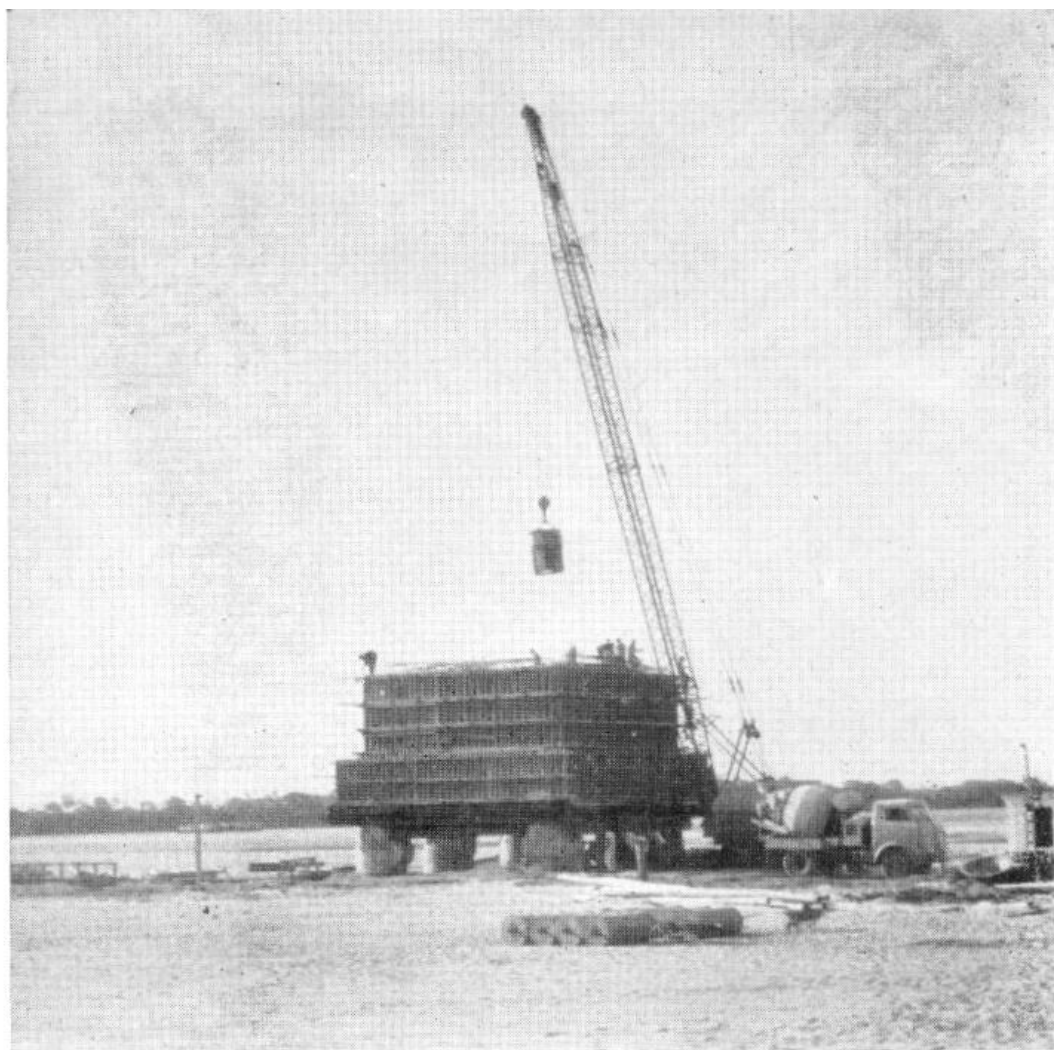
Foto 15 — Vista parcial do coneteiro de confecção das vigas de 45 m.



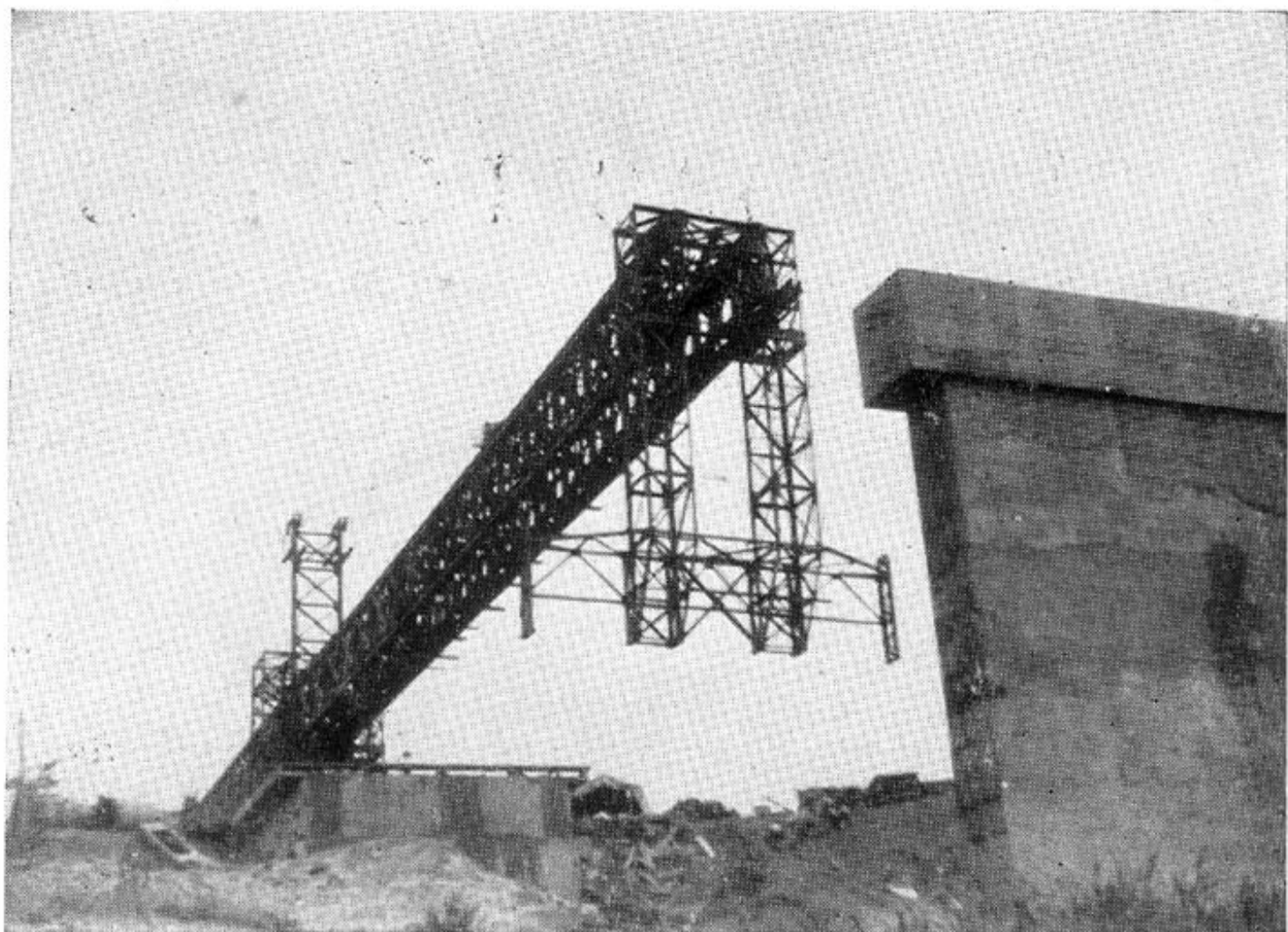
Foto 16 — Dormentes e trilhos para a movimentação da treliça



*Foto 17 — Concre-
tagem dos pilares
para os vãos de
112,5 m.*



*Foto 18 — Treliça
de lançamento das
vigas. Uma viga
sendo colocada e ou-
tra sendo transpor-
tada*



*Foto 19 — Movimentação da treliça de lançamento das vigas
de 45 m.*

2010 a 2013

**Processo de recuperação executado
pela empresa Concrejato**

**Demolição do piso existente e construção de
novo piso estrutural em concreto armado,**

<http://www.concrejato.com.br/cases/ponte-mauricio-joppert/>



Ponte Maurício Joppert

Quarta maior ponte fluvial em território nacional, a ponte Maurício Joppert, que liga os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, passou por um processo de recuperação entre 2010 e 2013, executado pela Concrejato.

Entre as atividades realizadas estão a demolição do piso existente e a construção de novo piso estrutural em concreto armado, a execução de barreiras de proteção e de novas juntas de dilatação, a recuperação estrutural dos pilares, o tratamento dos gradis metálicos existentes e a execução de novos, além da realização de atividades submersas para recuperar as estruturas.

O maior desafio para a execução da obra foi a impossibilidade de paralisação do tráfego.

Dessa maneira, os trabalhos foram previstos inicialmente para acontecer no período noturno, com o ajuste da logística da obra às 24 horas de funcionamento ininterrupto da ponte.

Os cuidados técnicos ultrapassaram a própria recomendação de projeto, inserindo tempo maior para a cura úmida durante o período de pós-concretagem.

Um novo piso, mais moderno e seguro, fez parte da recuperação da ponte.

O antigo pavimento de concreto foi demolido após a limpeza, e a retirada de resíduos e a superfície da laje foi apicoada para preparar a superfície para receber o novo concreto, agora armado.

Para garantir que o piso passasse a funcionar como sobrelaje, o projeto previu a instalação de grampos de aço para fazer a interligação com a estrutura existente e telas de aço para armar o concreto.

Novas linhas de grampos foram inseridas com a finalidade de melhorar a conexão entre os pisos e minimizar o efeito da vibração decorrente da continuidade do tráfego no momento de início da cura do concreto.

https://www.youtube.com/watch?v=FVe8wP_wlL8



https://www.youtube.com/watch?v=FVe8wP_wlL8

Cura úmida após a concretagem

Ponte Rio Parana - Presidente Epitacio-SP X Porto XV de Novembro



0:26 / 2:25

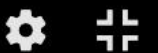


https://www.youtube.com/watch?v=FVe8wP_wlL8

Ponte Rio Parana - Presidente Epitacio-SP X Porto XV de Novembro



Sem áudio

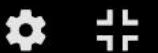


https://www.youtube.com/watch?v=FVe8wP_wlL8

Ponte Rio Parana - Presidente Epitacio-SP X Porto XV de Novembro



▶ ⏸ 🔊 0:36 / 2:25



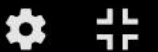
Malha da armadura

https://www.youtube.com/watch?v=FVe8wP_wIL8 / 2011

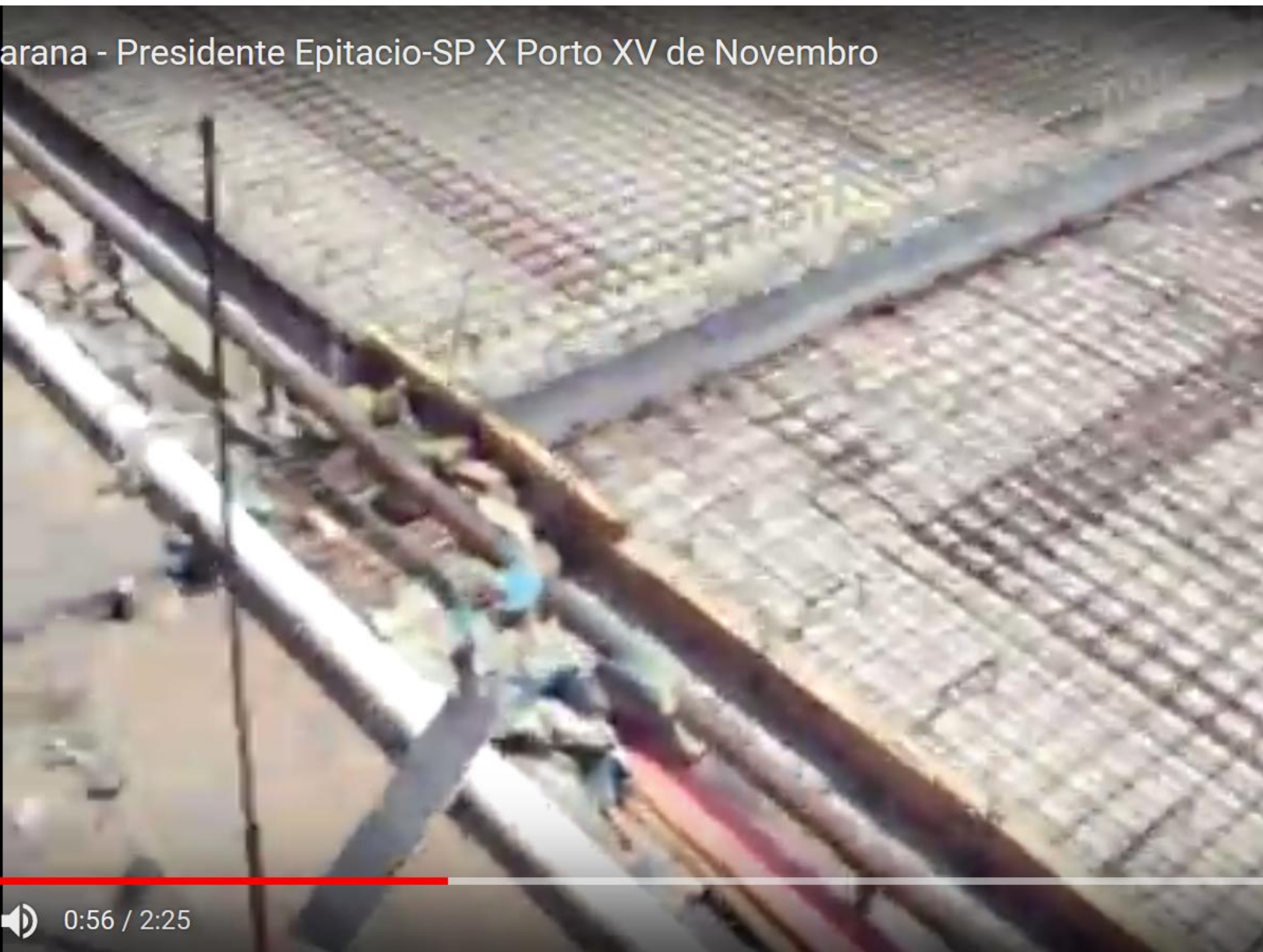
Ponte Rio Parana - Presidente Epitacio-SP X Porto XV de Novembro



▶ ▶| 🔊 0:47 / 2:25



Ponte Rio Parana - Presidente Epitacio-SP X Porto XV de Novembro



0:56 / 2:25



Junta

https://www.youtube.com/watch?v=FVe8wP_wIL8 / 2011

Ponte Rio Parana - Presidente Epitacio-SP X Porto XV de Novembro



▶ ⏸ 🔊 1:06 / 2:25



Ponte Rio Parana - Presidente Epitacio-SP X Porto XV de Novembro



1:08 / 2:25



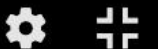
Junta

https://www.youtube.com/watch?v=FVe8wP_wIL8 / 2011

Ponte Rio Parana - Presidente Epitacio-SP X Porto XV de Novembro



1:26 / 2:25



Ponte Rio Parana - Presidente Epitacio-SP X Porto XV de Novembro



1:15 / 2:25



Ponte Rio Parana - Presidente Epitacio-SP X Porto XV de Novembro



Sair da tela inteira

0:46 / 2:25



Ponte Rio Parana - Presidente Epitacio-SP X Porto XV de Novembro



0:46 / 0:25

APÓS A RECUPERAÇÃO DO PAVIMENTO



ATUAL = MUITO CAMINHÃO = MUITA CARGA

<https://www.youtube.com/watch?v=uRixOkEyIOE>

Travessia da Ponte sobre o Rio Paraná - Presidente Epítácio/SP e Bataguassu/MS.



Compartilhar



5:37 / 8:25



ATUAL = MUITO CAMINHÃO = MUITA CARGA
<https://www.youtube.com/watch?v=uRixOkEyIOE>

Travessia da Ponte sobre o Rio Paraná - Presidente Epítácio/SP e Bataguassu/MS.



4:27 / 8:25



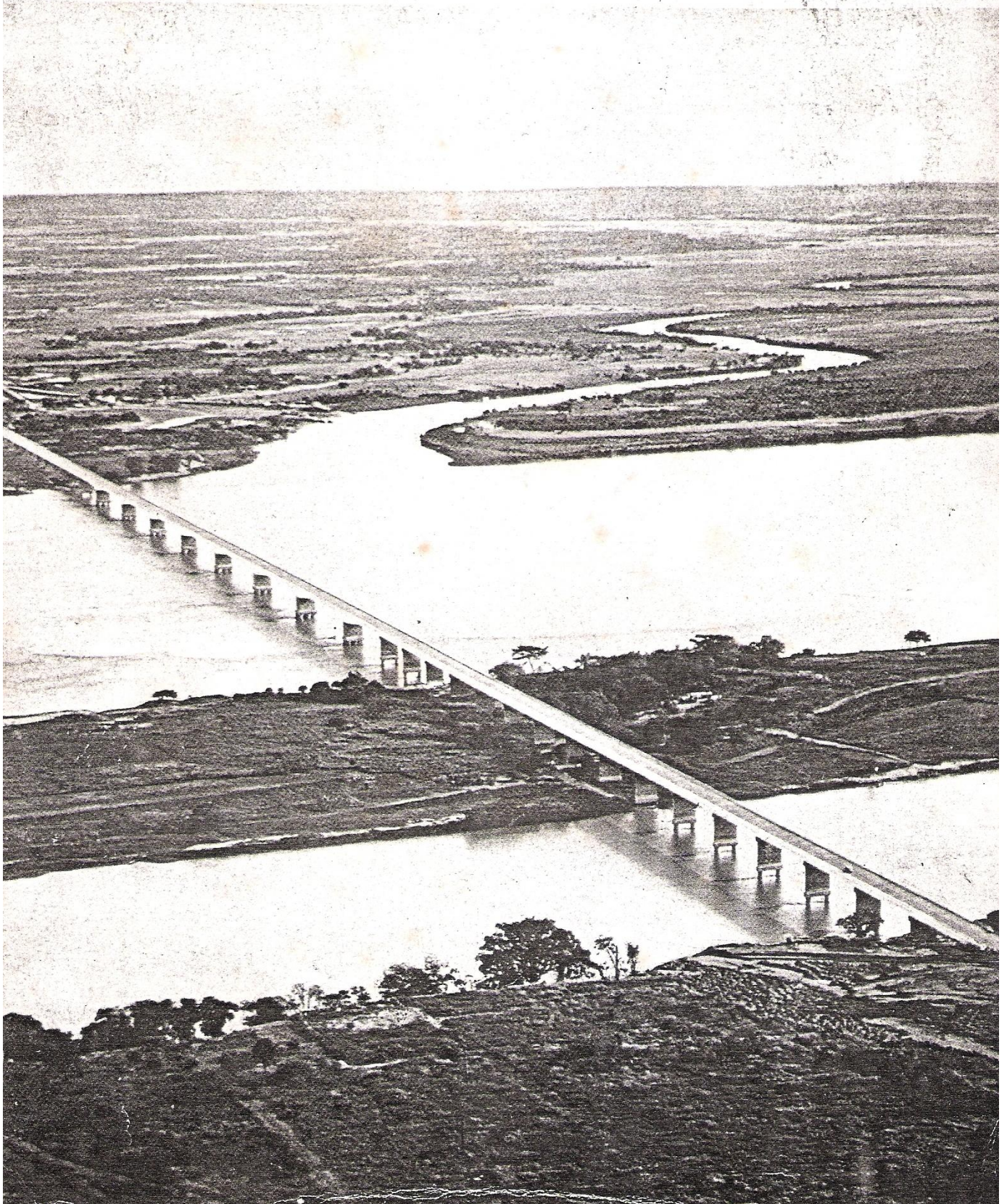
PONTE MAURÍCIO JOPPERT

Documentação cedida por
Eng. Andrés Batista Cheung

PONTE PROFESSOR MAURÍCIO JOPPERT

Sôbre o rio Paraná

Projeto do Professor Sérgio Marques de Souza • Brasil



1. Localização

A ponte sobre o rio Paraná, em Presidente Epitácio, é a principal obra da rodovia BR-34 e estabelece a ligação entre os estados de São Paulo e Mato Grosso.

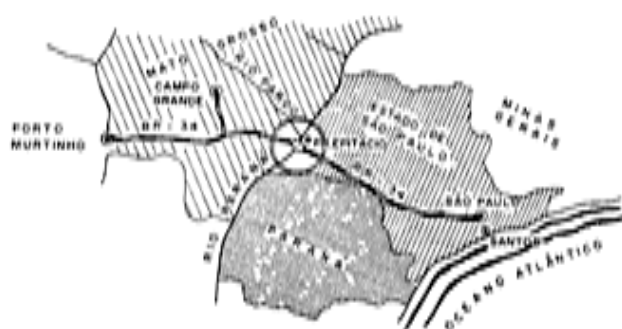


Fig. 1 — Localização geográfica
Geographical location

1. Location

The bridge over the Paraná river at Presidente Epitácio is the most important engineering project on highway BR-34. It provides the connection between the states of São Paulo and Mato Grosso.

Located in the heart of the Brazilian West, about 500 miles from the coast, it is one of the country's outstanding structures, not only because of its unusual length but especially in view of its modern design.

It was constructed by the initiative of the Federal Government, through the National Highway Department (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, DNER), an agency of the Ministry of Transport and Public Works and officially ready for traffic on the 21st August 1965.

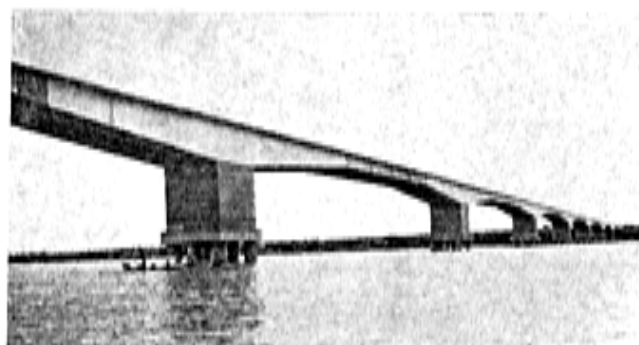


Fig. 2 — Vista parcial da obra
A partial view of the project

Implantada em pleno Oeste Brasileiro, à cerca de 800 km do litoral, é uma das mais importantes obras construídas no Brasil, não só pela sua excepcional extensão, como principalmente pelas características modernas de sua concepção.

Foi construída por iniciativa do Governo Federal, através do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem órgão do Ministério de Viação e Obras Públicas e entregue oficialmente ao tráfego em 21 de agosto de 1965.



Fig. 3 — Vista geral da obra

Fig. 3 — A general view of the project

2. O Rio

O rio Paraná é um dos mais importantes rios brasileiros, não só por seu potencial energético, como também por sua grande extensão.

Nascendo na confluência do rio Paranaíba e rio Grande, no Estado de Minas Gerais em pleno *hinterland*, segue aproximadamente a direção Norte Sul.

Estabelece em seu percurso a divisa entre o Brasil, o Paraguai e a Argentina e deságua no rio da Prata, próximo à cidade de Buenos Aires.

No local onde é atravessado pela rodovia BR-34, apresenta-se com uma largura de aproximadamente 1 800 m na época da vazante e com uma profundidade da ordem de 15 m no canal principal.

Na época das cheias, as águas extravasam de seu leito, alagando a margem baixa de Mato Grosso, numa extensão de cerca de 5 km, atingindo a velocidade da ordem de 4,7 km/hora.

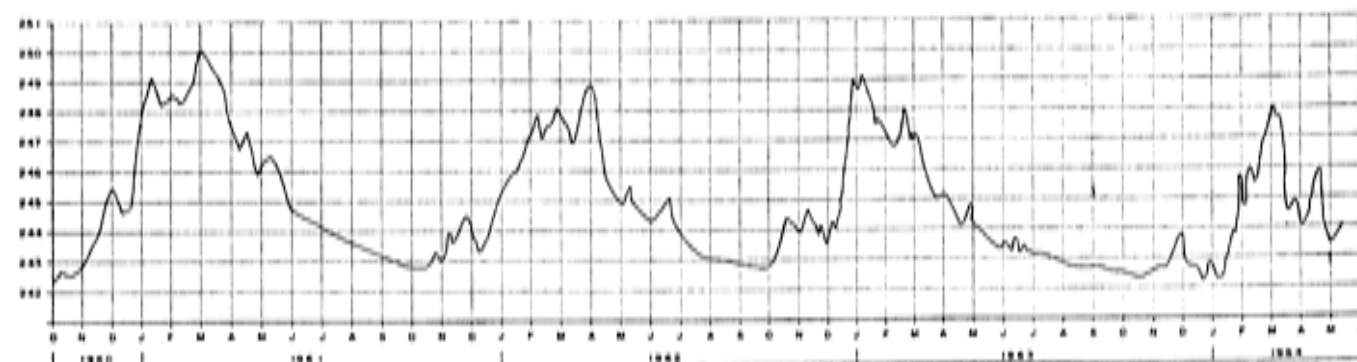


Fig. 4 — Variação do nível d'água

A máxima enchente observada na região, ocorreu em 1929, quando o nível das águas atingiu à cota 252,000 m, ocasionando uma elevação de 10 m em relação ao nível mínimo que corresponde a cota 242,000 m.

A figura 4 apresenta o gráfico das variações observadas nos períodos de outubro de 1960 a junho de 1964.

Com relação ao seu leito, é todo ele constituído por uma camada de areia e cascalho com espessura variável de 10 a 20 m assente sobre o arenito, que se encontra a 28 m abaixo do nível médio das águas.

3. Problema da travessia

Foram estudadas 3 diretrizes para a travessia do rio, conforme está indicado na figura:

- Linha A: 3 km à montante da barra do Rio Pardo
- Linha B: junto à barra do rio Pardo
- Linha C: 3 km à jusante da barra do rio Pardo

2. The river

The Paraná is one of the most important rivers in Brazil in terms of both hydro-electric potential and length.

Rising at the point where the Paranaíba joins the Rio Grande, far in the hinterland of the State of Minas Gerais, it runs approximately North and South.

The Paraná serves as frontier between Brazil, Paraguay and Argentina, and runs into the *River Plate* close to Buenos Aires.

At the point where it is crossed by highway BR-34, it is about 1,800 meters wide at the low water season and about 15 meters deep in the main channel.

At flood time the river overflows its banks and swamps the lower Mato Grosso shore to a distance of about 5 kilometers. The rate of flow reaches a figure of 4.7 kilometers per hour.

Fig. 4 — Variation in water level

The record high water mark in the region was attained in 1929. That year, water level reached an altitude of 252.000 meters above sea level — a rise of 10 meters over the low point at altitude 242.000 meters.

Fig. 4 is a graph of variations observed between October 1960 and June 1964.

The river bed is entirely composed of a layer of sand and gravel ten to twenty meters deep, overlying an arenite layer 28 meters below the mean water level.

3. Problems faced bridging

Three alternate bridging directives were studied, as indicated in fig. 5:

- Line A: 3 kilometers upstream from rio Pardo bar
- Line B: at rio Pardo bar
- Line C: 3 kilometers downstream from rio Pardo bar



Fig. 5 — *Estudo da travessia*
Alternative directives studied

A diretriz correspondente à Linha B, foi a que se apresentou em condições mais favoráveis, porque neste local, sendo a margem de Mato Grosso ligeiramente mais alta, permitiu a implantação da obra com um comprimento de 2 550 m, bastante menor que o das Linhas A e C onde seria necessário um comprimento de ordem de 4 000 m, a fim de vencer extensa área inundável.

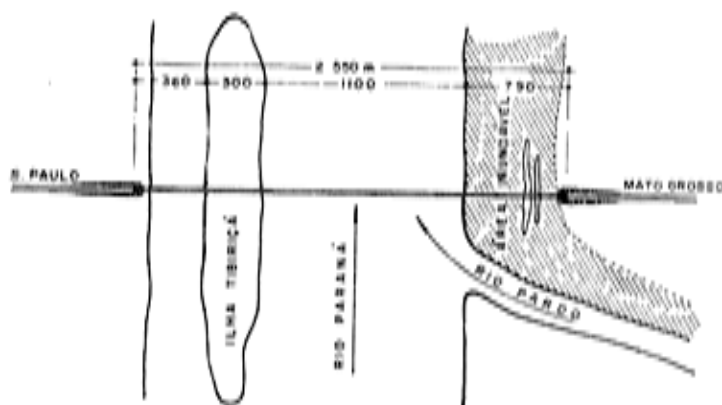


Fig. 7 — *Situação da travessia*
Location of bridge

Na linha B, adotada para a diretriz, o rio apresenta-se com um canal secundário de 360 m junto à margem de São Paulo, uma ilha com 300 m de largura (Ilha Tibiriçá) e um canal principal de 1 100 m de extensão, com 15 m de profundidade junto a margem de Mato Grosso, navegável em qualquer época do ano. (Veja fig. 7.)

4. Descrição da obra

A navegação na região é bastante intensa e é feita por intermédio de comboios de barcas de grande porte, que transportam principalmente madei-



Fig. 6 — *Vista da barra do rio Pardo*
A view of rio Pardo bar

The Line B directive was the one affording the most satisfactory prospects. This was because the Mato Grosso bank is slightly higher here, making it possible to build to a length of 2,550 meters, a good deal shorter than in the case of Lines A and C, where a length of 4,000 meters would be required to traverse the wide stretch subject to flooding.

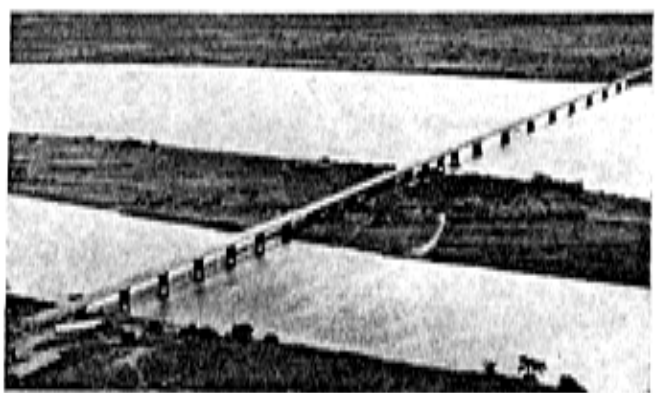


Fig. 8 — *Vista da ponte sobre a ilha Tibiriçá*
A view of the bridge over Tibiriçá-islet

At line B, the directive adopted, the river has a minor channel 300 meters wide adjoining the São Paulo bank, an islet 300 meters wide (Ilha Tibiriçá), and a major channel, 1,100 meters wide and 15 meters deep on the Mato Grosso side which is navigable at all seasons (See Fig. 7).

4. Description of project

Shipping in the region is quite heavy. It is done in convoys of large barges, mainly hauling lumber

ra, além de outros produtos, em demanda ao pôrto de Presidente Epitácio, que é o segundo pôrto fluvial do Brasil.

Por êste motivo, foi estabelecido que os vãos no canal principal, deveriam ser da ordem de 100 m, deixando uma altura livre mínima de 9 m em relação à máxima enchente (cota 252,000). Com relação ao trecho não navegável do rio, não havia qualquer exigência especial quanto ao tamanho dos vãos.

As enchentes, a natureza do fundo do rio e a grande profundidade contra-indicavam o emprêgo de escoramento convencional.

O estudo detalhado de todos os aspectos peculiares da travessia, as condições impostas e os problemas de ordem estrutural e construtiva, conduziram à seguinte solução em concreto protendido (veja fig. 9): Dois encontros de 15 m de extensão implantados nas margens, 35 vãos de 45 m, vencendo o canal junto à margem de São Paulo, a Ilha Tibiriçá e o trecho alagado da margem de Mato Grosso, 7 vãos de 112,50 m no canal principal e 2 vãos de 78,75 m estabelecendo a concordância entre os trechos com vãos de 45 m e 112,50 m.

Os vãos de 45 m são constituídos por 4 vigas premoldadas de concreto protendido, simplesmente apoiadas sobre pilares de concreto armado, assentes sobre tubulões, cravados a ar comprimido.

Os vãos de 112,50 m são constituídos pela associação de duplos-balanços de 30 m, na extremidade dos quais se apóiam vigas premoldadas, também com 45 m de vão.

Com a solução adotada, foi conseguida uma padronização perfeita dos elementos estruturais, permitindo a execução da obra com apenas um tipo de viga premoldada, sendo o aumento de vão de 45 m para 112,50 m realizado à custa de uma estrutura em duplo-balanço.

Fundações

Como se verifica pelo exame do perfil geológico apresentado na fig. 10, o fundo do rio é constituído por

plus a few other products down to the port of Presidente Epitácio, second largest river port in Brazil.

In view of this it was decided that the spans on the major channel should be of the order of 100 meters, providing a minimum free headspace of 9 meters above the high water mark of 252.000 meters above sea level. On the non-navigable side of the river there were no special requirements as to span.

The flooding, the nature of the river bottom, and the great depth of water made the adoption of the conventional type of shoring inadvisable.

A detailed study of the special requirements of the project, the conditions that had to be met, and the problems of design and construction, led to the adoption of the prestressed concrete solution shown in Fig. 9. There are two 15 meter bridgeheads on the banks, 35 spans forty-five meters wide crossing the São Paulo side channel, the Ilha Tibiriçá islet and the floodable stretch on the Mato Grosso side, 7 spans 112.50 meters wide in the main channel and 2 spans of 78.75 m to establish concordance between the 45-meters span and the 112.50 meter span series.

The 45-meter spans are built of four prestressed, pre-cast concret beams which are merely laid upon reinforced concrete columns. The columns are seated on caissons driven in by compressed air.

The 112.50 meter spans are built up out of 30-meter double cantilevers, on the ends of which premolded beams also 45 meters long are supported.

The solution adopted made for complete standardization of the structural elements. It became possible to carry out the project with just one type of pre-molded beam. As mentioned, the increase in span from 45 meters to 112.50 meters was achieved by means of a double cantilever structure.

Foundations

The geological profile shown in Fig. 10 reveals that the river bed is composed of a layer of sand and

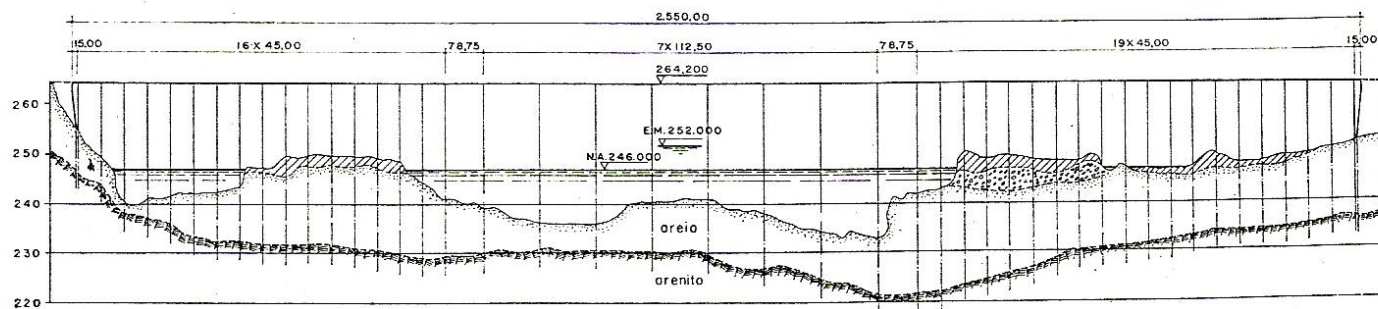


Fig. 10 — Perfil Geológico

Fig. 10 — Geological profile

uma camada de areia e cascalho, com uma espessura variável de 10 a 20 m. Abaixo dessa camada, em profundidades que variam de 15 a 30 m encontra-se o arenito que constitui o "bed rock".

Tendo em vista o perfil geológico e o valor das cargas solicitantes, foi adotada para as fundações a solução em tubulões de concreto armado, com 2 m de diâmetro e com base alargada para 4 m, cravados a ar comprimido.

As tensões máximas verificadas para o caso das solicitações mais desfavoráveis são de 37 kg/cm² para o concreto e 12 kg/cm² para o terreno (tensões nas bordas).

Os tubulões fora do rio, foram executados diretamente sobre o terreno, com o auxílio de fôrmas metálicas, em seções de 4 a 6 m de comprimento, concretadas no local.

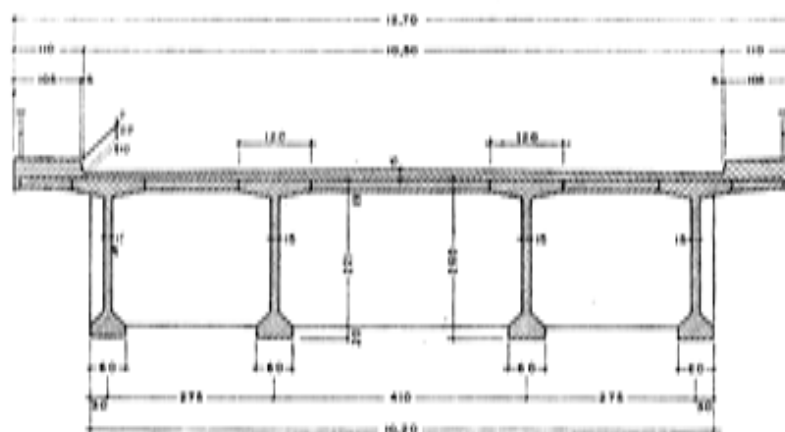
Para o trecho correspondente ao rio, os tubulões foram concretados nas margens e transportados com o auxílio de flutuantes.

Nos casos de maior profundidade, foi necessário trabalhar com pressões da ordem de 3 kg/cm², atingindo-se praticamente os limites admissíveis para serviços a ar comprimido.

Vãos de 45 m

A estrutura dos vãos de 45 m, é constituída por 4 vigas premoldadas de concreto protendido, com 2,60 m de altura e 15 cm de alma, simplesmente apoiadas sobre pilares e solidarizadas transversalmente pela laje e transversinas, também protendidas.

A figura 11, apresenta a seção transversal correspondente a este trecho, com todas as dimensões características.



gravel varying in thickness from 10 to 20 meters. Below this layer there is arenite bedrock in depths varying from 15 to 30 meters.

In view of the geological profile and the magnitude of the loads to be borne, the solution adopted for the foundations was to use reinforced concrete caissons 2 meters in diameter with the base flared to 4 meters. These caissons were driven in by compressed air.

The maximum load under the most unfavorable condition is 37 kg/cm² for the concrete and 12 kg/cm² on the soil (stress at banks). The caissons on dry land were built directly in the ground, with the aid of metallic forms, in sections 4 to 6 meters long. They were concreted "in situ".

For the portion located in the river the caissons were concreted on the banks and moved into position with the aid of floats.

For the deepest units it was necessary to work with pressures of the order of 3 kg/cm², practically the admissible limit for compressed air work.

45 meter spans

The 45-meter spans are built of four premolded beams of prestressed concrete 2.60 meters high and with a core thickness of 15 cm. They are merely laid on the columns and are held laterally by the slab and by crossbeams also of prestressed construction.

Fig. 11 shows the cross-section of this portion of the bridge, with key dimensions.

Fig. 12 gives details of the structure adopted and the arrangement of the structural elements.

Eighteen Freyssinet 12 wires of 7 mm cables (40-ton) were housed in each pre-molded beam. They were arranged as shown in Fig. 13.

The slabs were concreted "in situ" and prestressed by straight Freyssinet 12 wires of 5 mm (20-ton) spaced 60 centimeters apart.

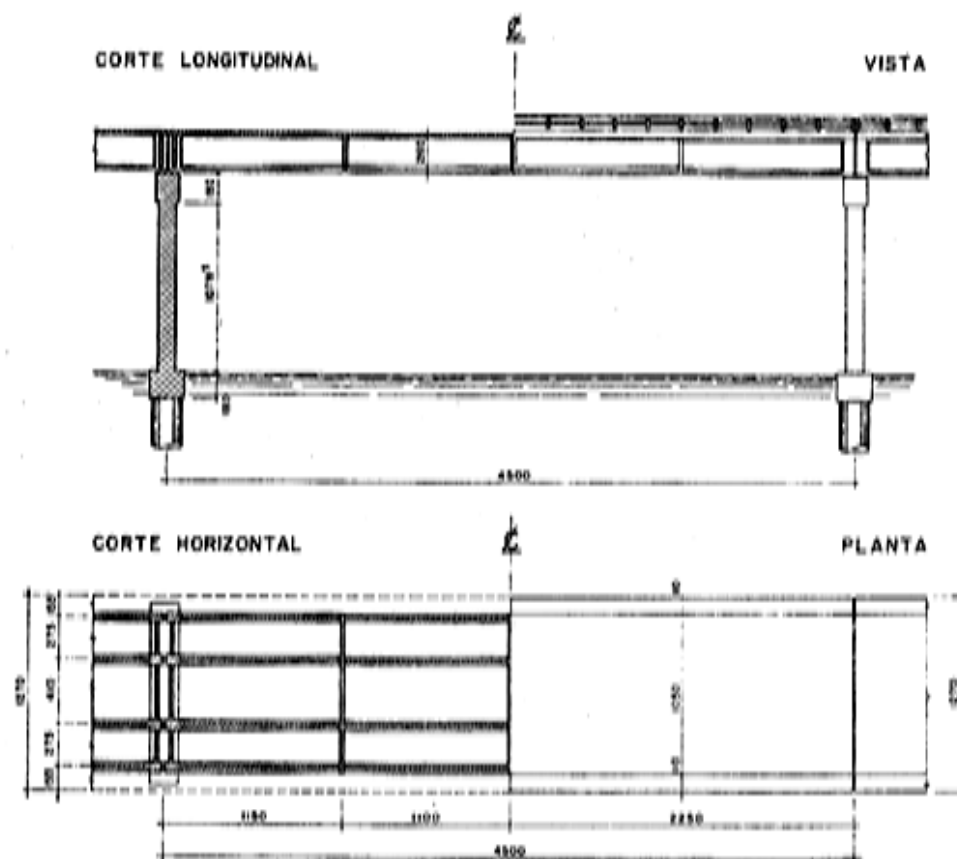


Fig. 12 — Detalhes dos vãos de 45 m

As transversinas, que também são concretadas no local, estão projetadas: as extremas com 3 cabos de 12 fios de 5 mm e as intermediárias com 4 cabos de 12 fios de 5 mm, cada uma.

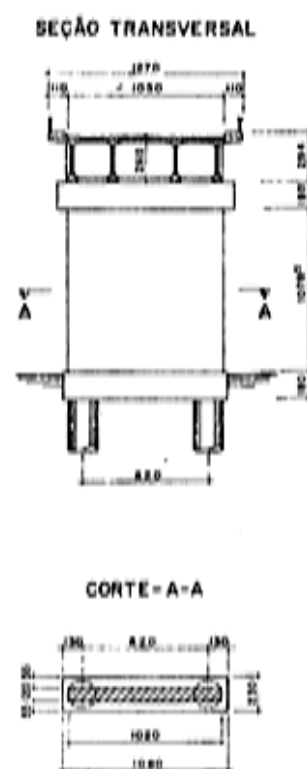


Fig. 12 — Details of the 45-meter spans

The crosspieces were also concreted "in situ". The end ones were prestressed by three 12 wires of 5 mm and the intermediate ones by four 12 wires of 5 mm cables each.

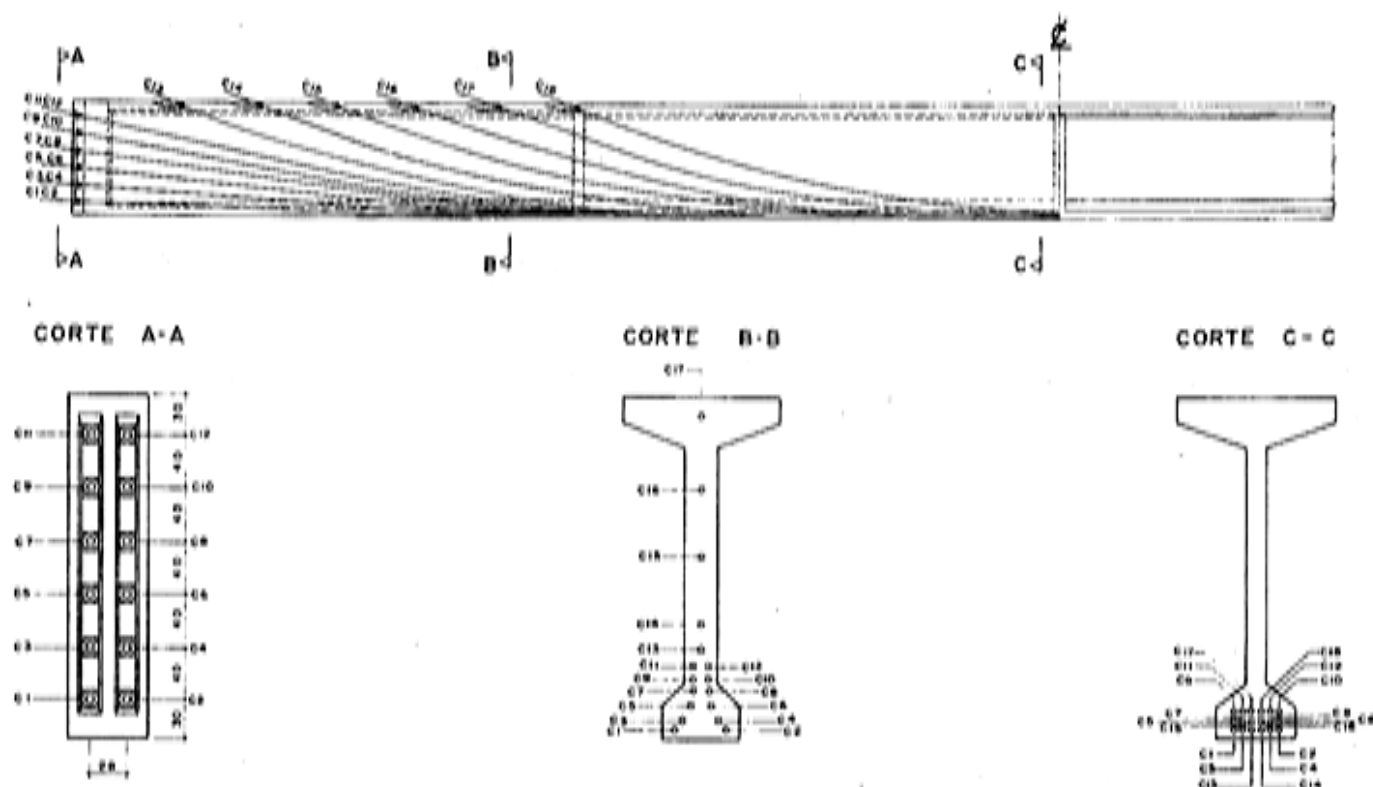


Fig. 13 — Distribuição dos cabos

Fig. 13 — How cables distributed

As tensões máximas de compressão no concreto são:

Fase de execução no canteiro (1.^a protensão):
116 kg/cm²

Fase intermediária (2.^a protensão): 145 kg/cm²

Fase final (obra pronta): 118 kg/cm²

A fig. 14 apresenta um aspecto geral de um trecho com vãos de 45 m.

Maximum compression stresses on the concrete were:

During building at job-site (first prestressing)
116 kg/cm²

Intermediate phase (second prestressing) 145 kg/cm²

Final phase (project completed) 118 kg/cm²

Fig. 14 shows an overall view of a stretch of the bridge with 45-meter spans.

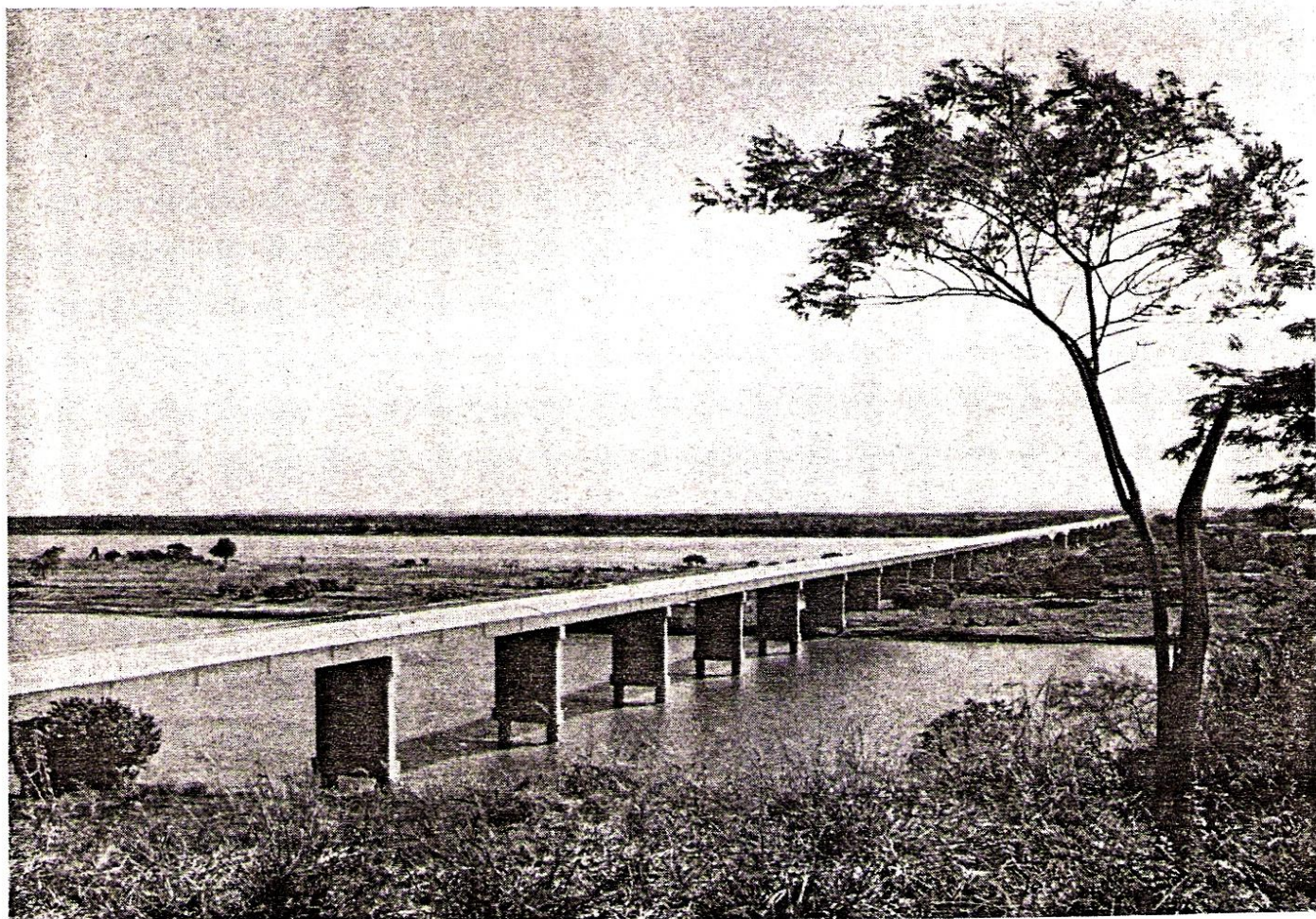


Fig. 14 — Trecho com vãos de 45 m

Fig. 14 — Stretch bridged by 45-meter spans

Vãos de 112,50 m

112.50 meter spans

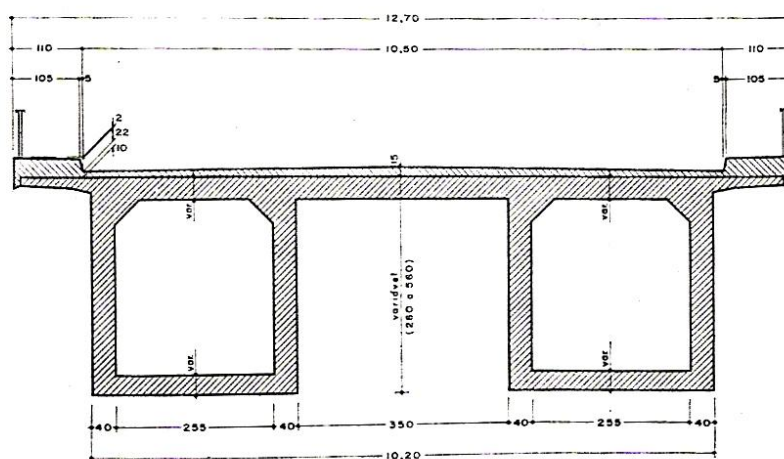


Fig. 15 — Seção transversal

Fig. 15 — Cross section

A estrutura dos vãos de 112,50 m, também em concreto protendido, é constituída pela associação de duplos-balanços com um comprimento livre de 30 m e vigas premoldadas de 45 m de comprimento.

Estas vigas obedecem ao mesmo detalhe daquelas dos vãos de 45 m, com a única diferença que possuem em cada extremidade, um dente para apoio na estrutura em balanço.

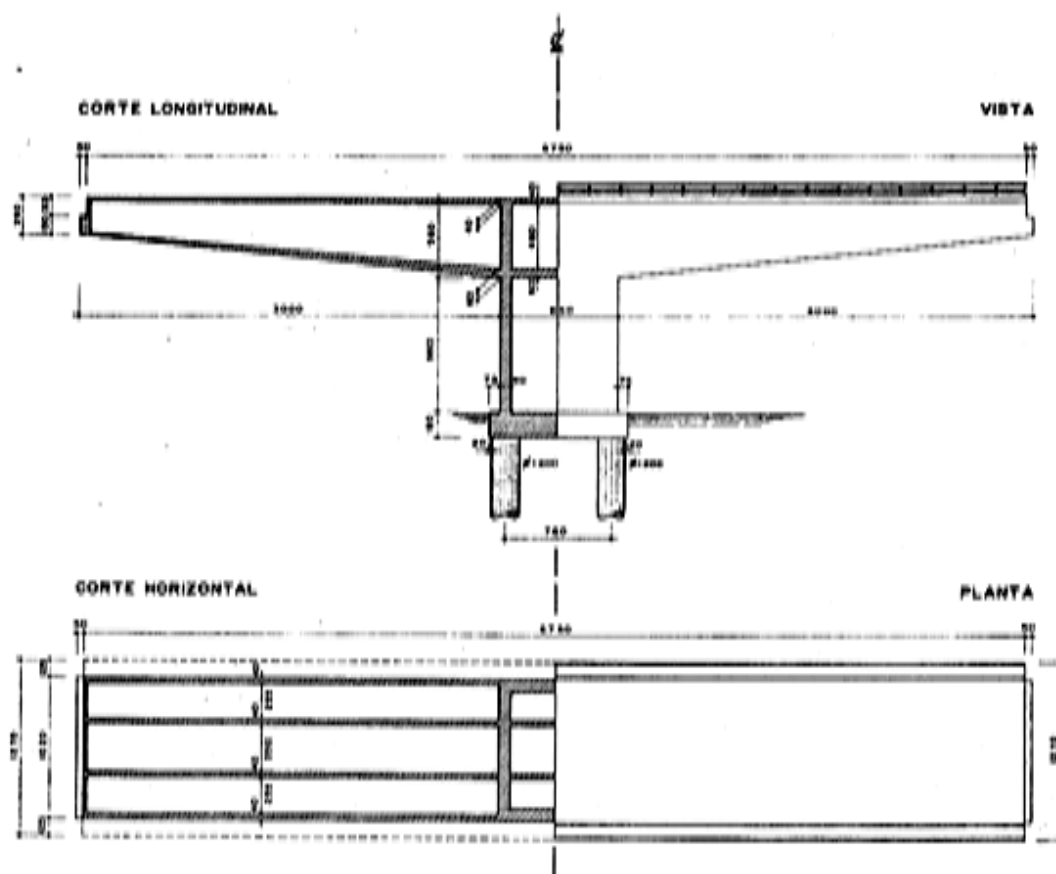


Fig. 16 — Detalhes dos duplos-balanços

As estruturas dos duplos-balanços são constituídas por 2 vigas caixão conforme fig. 15, com altura variável de 2,60 m a 5,60 m engastadas em pilares também em caixão, com dimensões externas de 10,20 m por 8,50 m assentes sobre 6 tubulões.

A fig. 16 apresenta em detalhe o projeto desta estrutura.

As vigas caixão que são concretadas no local, foram projetadas de modo a permitir a execução em cantilever em seções sucessivas de 6 m de comprimento.

Em cada caixão, foram colocados 104 cabos Freyssinet de 12 fios de 7 mm (40 t) distribuídos de modo a permitir a sua execução de acordo com as etapas programadas. (Veja fig. 17).

A fig. 18 mostra um duplo-balanço inteiramente concluído, pronto para receber, em suas extremidades, as vigas de 45 m.

The portion of the structure with 112.50-meter spans — also built of pre-stressed concrete — is comprised of an association of double-cantilevers with a free length of 30 meters, and pre-molded beams 45 meters long.

Details of these beams are the same as for the beams on the 45-meter spans. The only difference is that the ends are formed into "teeth" so as to rest on the cantilever beams.

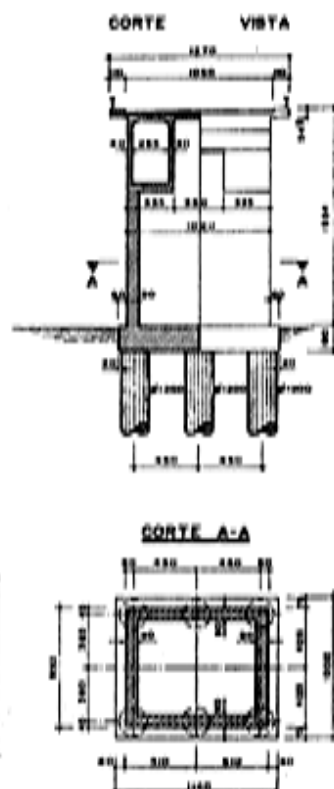


Fig. 16 — Details of double cantilever structure

The cantilever structures are composed of two caisson-type beams as shown in Fig. 15, from 2.60 to 5.60 meters high, set into columns also of caisson-section; external dimensions of the latter are 10.20 meters by 8.50 meters and they are supported by six foundation caissons each.

Detailed design of these structures is shown in Fig. 16.

The caisson-type beams were concreted "in situ" and designed so as to permit cantilever construction in successive sections each 6 meters long.

Each caisson-type beam was pre-stressed by 104-12 wires of 7 mm Freyssinet 40-ton cables distributed in such a manner as to permit construction in harmony with the scheduled stages of work (see Fig. 17).

Fig. 18 shows a double-cantilever structure entirely completed, ready to receive the 45-meter beams which rest on the ends.

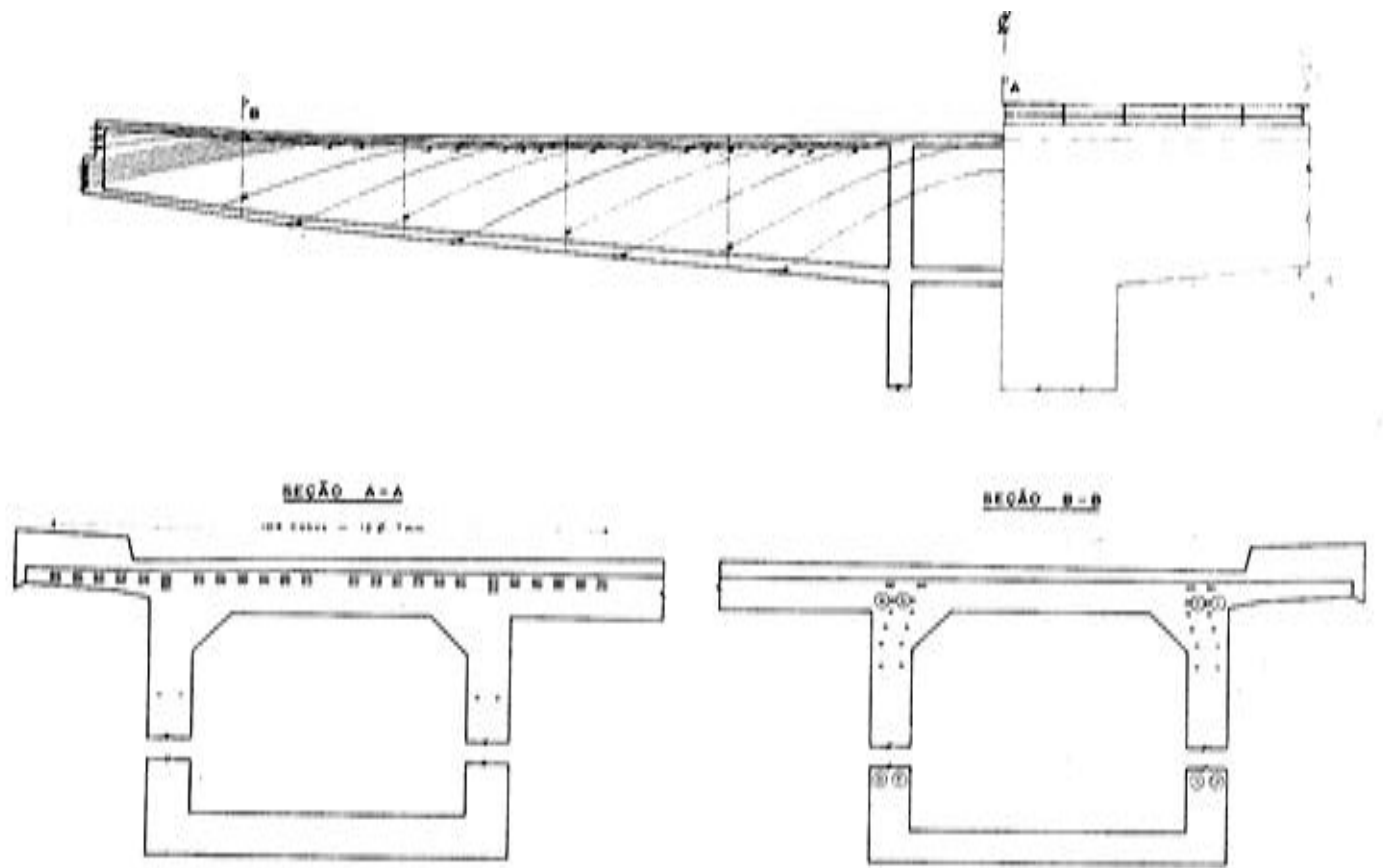


Fig. 17 — Distribuição dos cabos

Fig. 17 — Distribution of cables

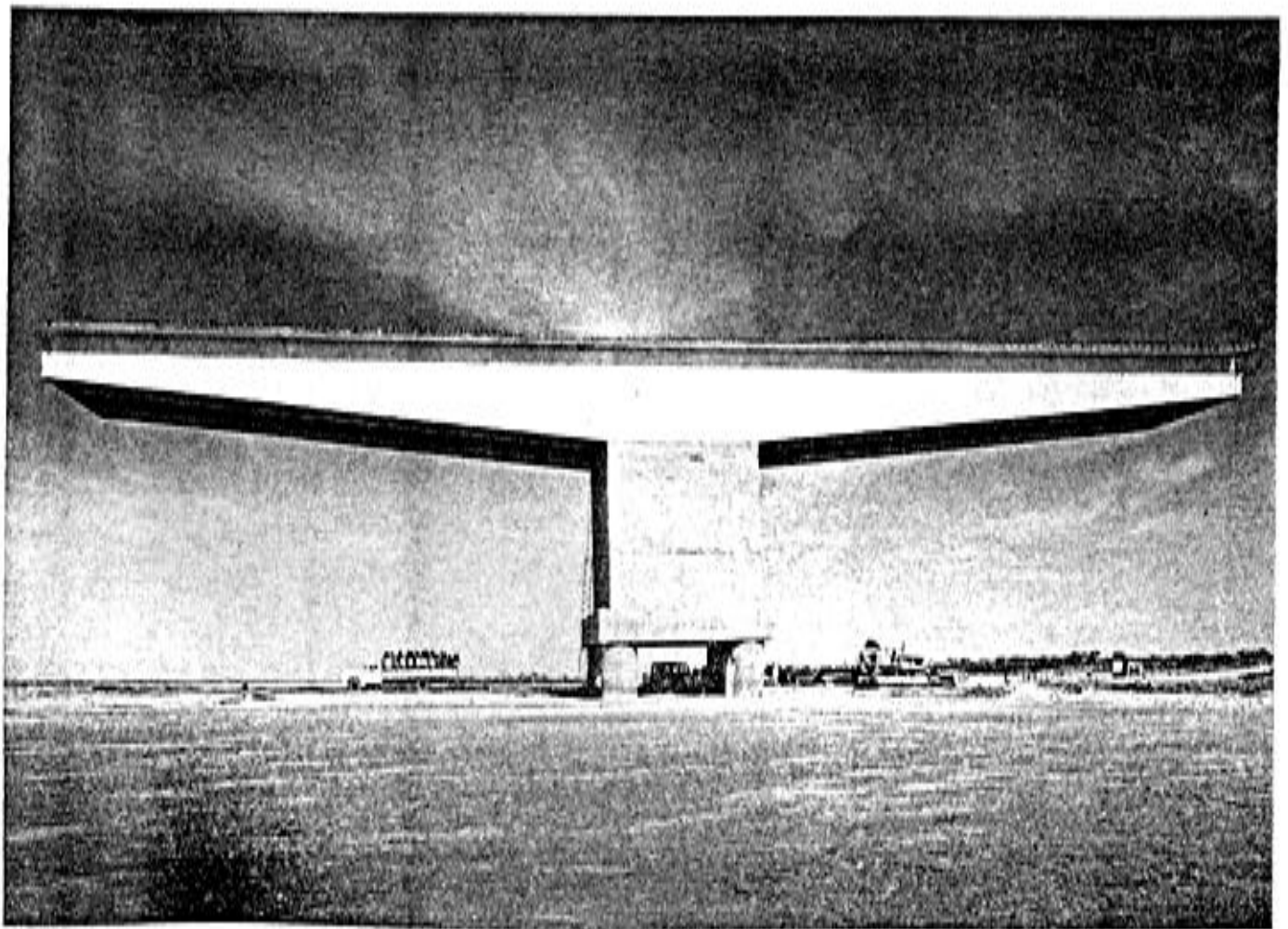


Fig. 18 — Vista dos duplos-balancos

Fig. 18 — View of double cantilever

Canteiro de Serviço

Tendo em vista o vulto dos trabalhos a serem realizados e os problemas de construção que deveriam ser enfrentados, foi projetado na margem de São Paulo um canteiro de serviço, dotado de todos os requisitos necessários à perfeita execução da obra, cuja planta está apresentada na fig. 19.

Glossário do canteiro

1. Canteiro de Vigas — Beam construction yard; 2. Central de concreto — Concrete mixing plant; 3. Depósito de cimento — Cement warehouse; 4. Depósito de agregados — Aggregate warehouse; 5. Laboratório — Laboratory; 6. Carpintaria — Carpenters' shop; 7. Oficina metálica — Metal parts workshop; 8. Fábrica de cabos de protensão — Prestressing cable plant; 9. Estoque de aço duro — Stocks of hard steel; 10. Pátio de armação — Assembly yard; 11. Oficina mecânica — Machine shop; 12. Escritório — Offices; 13. Residências — Living quarters; 14. Cantina — Lunch room; 15. Escola — School.

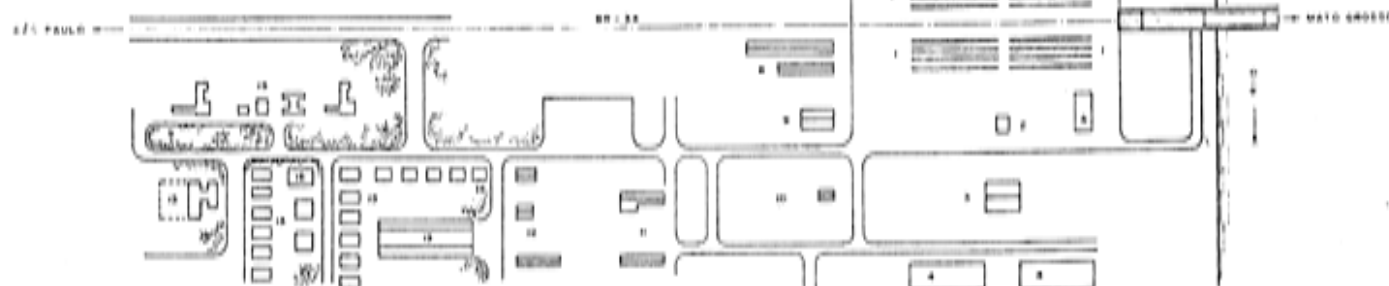


Fig. 19 — *Planta do canteiro de serviço*

Job-site set-up

In view of the scope of the work to be done and the constructional problems to be faced, a special building yard was designed on the São Paulo bank suitably equipped for efficient handling of the project. Fig. 19 shows layout of this yard.

Glossary of job-site terms

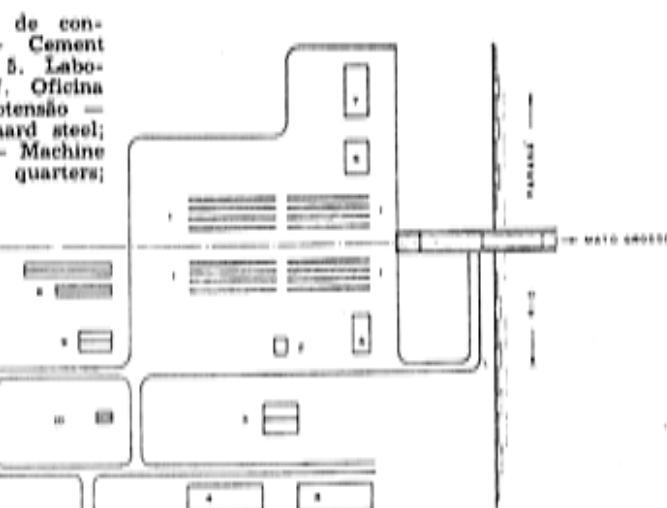


Fig. 19 — *Job-site layout*

Materials

a) Concreto

O concreto era fabricado em central de pês com capacidade de 400 m³/dia e transportado para as diversas frentes de trabalho, por meio de caminhões-betoneiras.

A concretagem era feita com o auxílio de guindastes e caçambas com 1,1 m³ de capacidade.

Para a execução dos serviços dentro do rio, o concreto acondicionado dentro dessas mesmas caçambas, era transportado em barcaças até os locais de aplicação.

Materials

a) Concrete

The concrete was made at a mixing plant with a capacity of 400 cubic meters a day and taken to the various points of use in mixer-trucks.

Pouring was done with the aid of winches, hoisting 1.1 m³ buckets.

For the work done in the river bed, concrete was put up in these same buckets and then floated on barges to points of application.

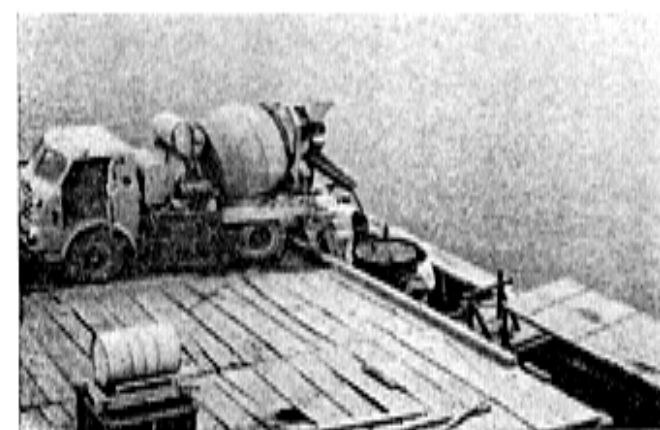


Fig. 20 — *Embarque de concreto*
Shipping concrete

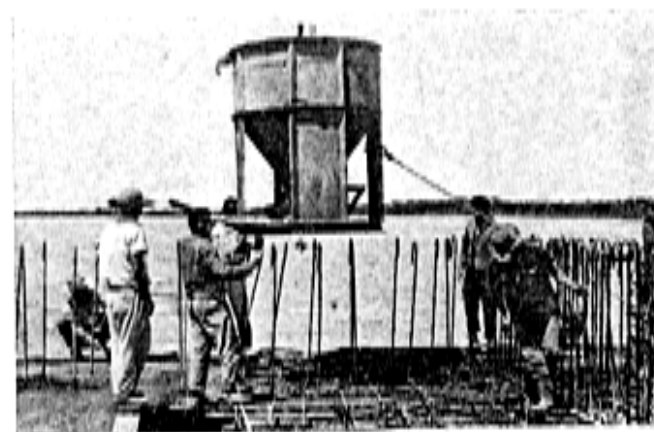


Fig. 21 — *Concretagem dentro do rio*
Pouring operation in river bed

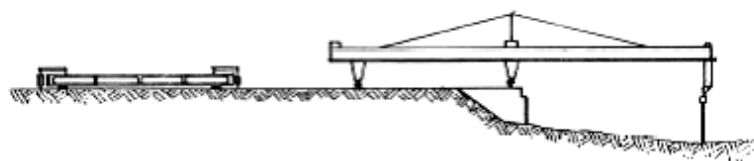


Fig. 12 - 1ª Fase

Segunda Fase

A viga é içada pelo primeiro carro-ponte. O segundo carro-ponte se situa na parte anterior, na traseira da viga.

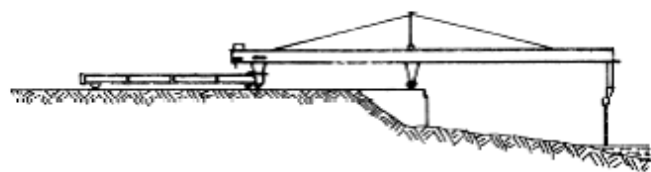


Fig. 13 - 2ª Fase

Terceira Fase

O primeiro carro-ponte desloca a viga que ainda possui sua traseira apoiada no carro que a trouxe até o local de montagem, até uma posição que permita seu levantamento pelo segundo carro-ponte.

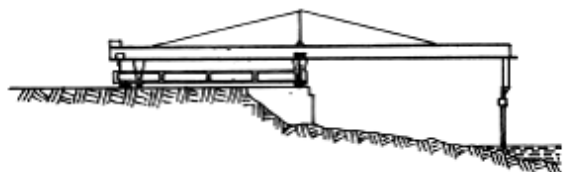


Fig. 14 - 3ª Fase

Quarta Fase

A viga suspensa nos dois carros-ponte é deslocada longitudinalmente até a outra extremidade da treliça onde é arreada sobre os pilares, no eixo da ponte.

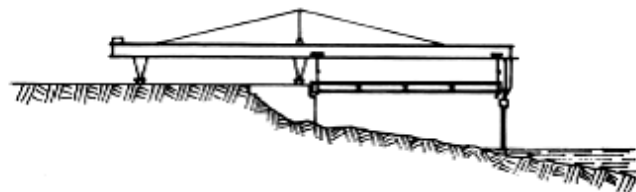


Fig. 15 - 4ª Fase

Quinta Fase

A viga é deslocada transversalmente sobre os pilares por meio de pequenos carros que correm sobre trilhos nos pilares.

/ 6 /

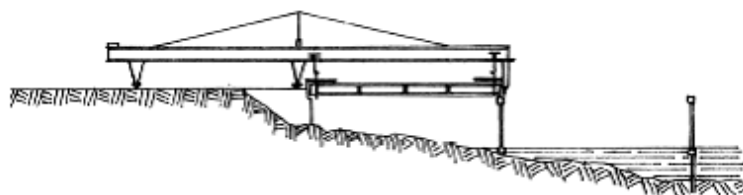


Fig. 16 - 5ª Fase

Sexta Fase

Concluída a montagem das quatro vigas do tramo, a treliça avança para o tramo seguinte com seu suporte intermediário sobre trilhos instalados sobre as vigas já montadas. Os tirantes da treliça são acionados por macacos, de maneira a oferecer resistência suficiente para o transporte da treliça funcionando como viga em balanço.

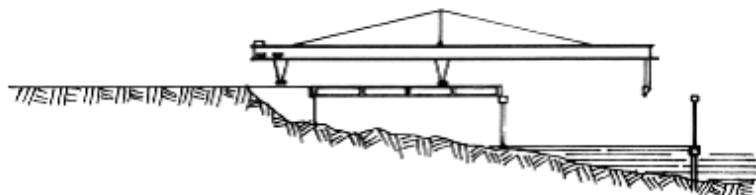


Fig. 17 - 6ª Fase



Fig. 18 - Vista geral da ponte em 1991, fotografia de Robert Ostrowski (Mercedes-Benz do Brasil S. A. (2))

Bibliografia

- (1) MARQUES DE SOUZA, S. - A ponte sobre o Rio Paraná, monografia apresentada no Congresso da AIPC, Rio de Janeiro, em 1964. Ponte nº 3.12.
- (2) MERCEDES-BENZ DO BRASIL S. A. - Pontes e Viadutos do Brasil, São Bernardo do Campo, 1992, Laborgraf Artes Gráficas S. A.

FOLHA EM BRANCO

FOTOS CEDIDAS PELO ENG. PIOTR SLAWINSKI

QUE TRABALHOU NA CONSTRUÇÃO DA PONTE

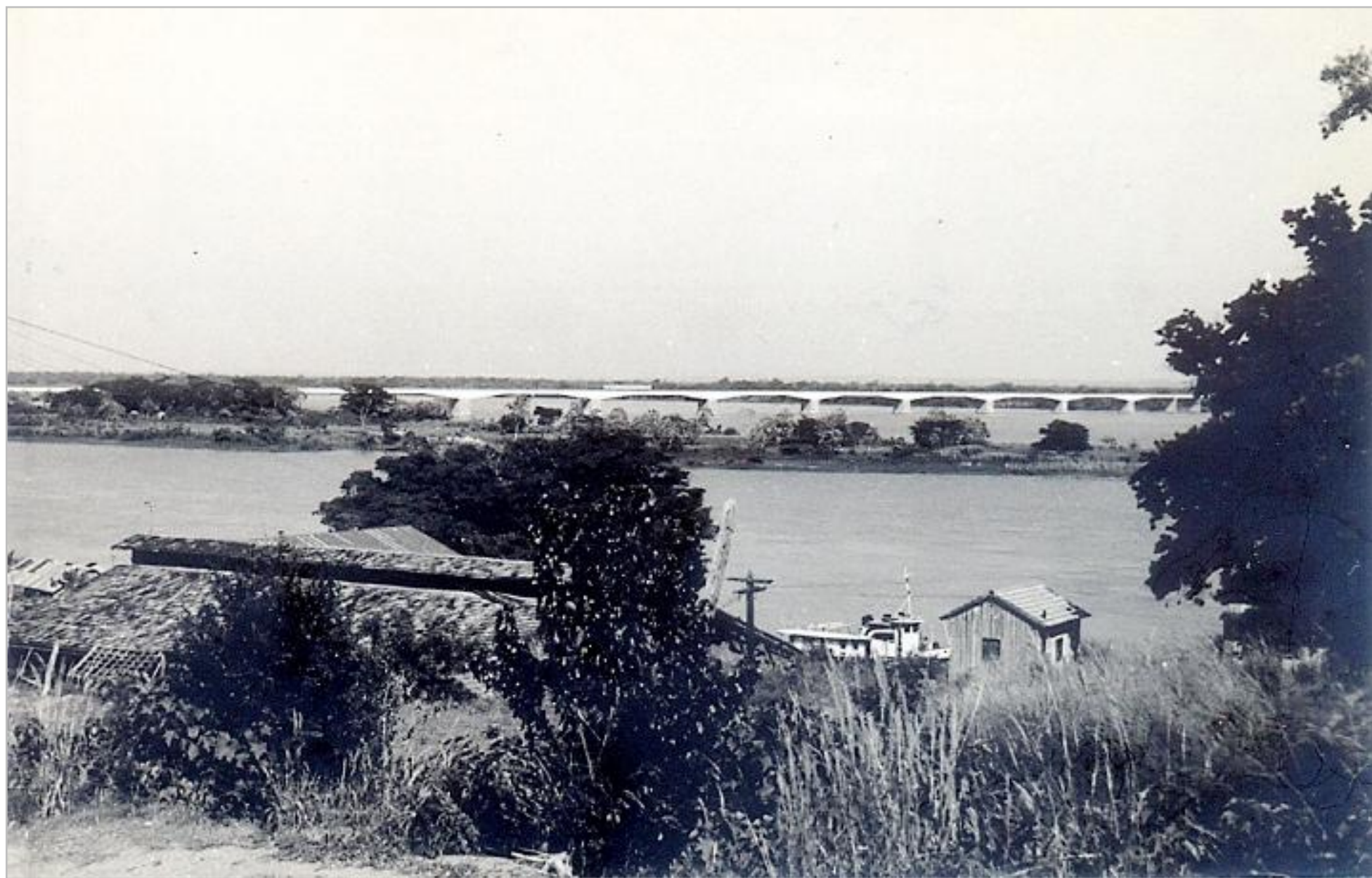
PONTE SOBRE O RIO PARANÁ - PRESIDENTE EPITÁCIO - 1965

FOTOS CEDIDAS PELO ENG. PIOTR SLAWINSKI QUE LÁ TRABALHOU

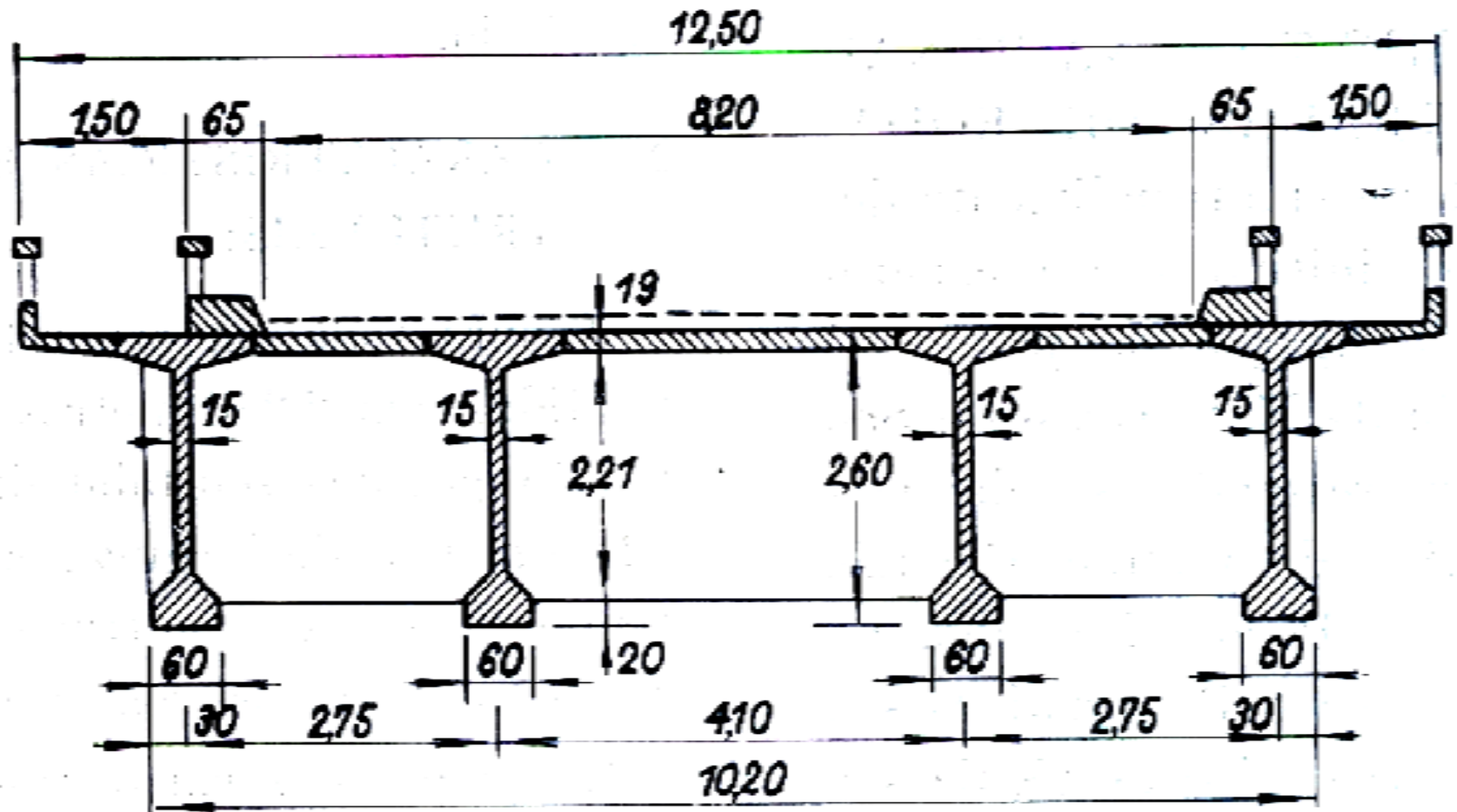


INAUGURAÇÃO - 25 AGOSTO 1965





VIGAS PRÉ-MOLDADAS

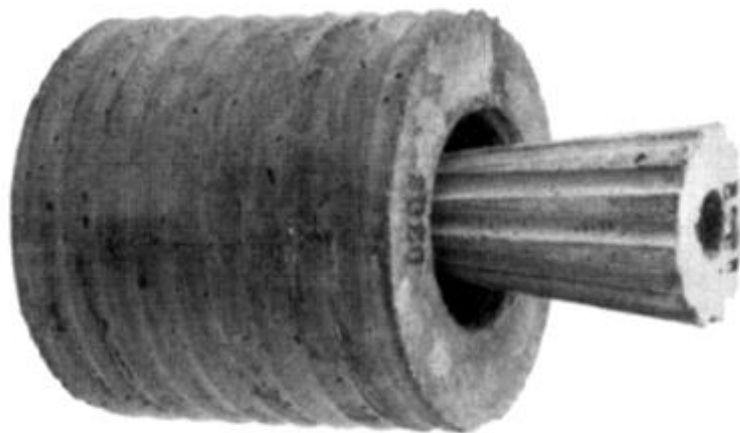
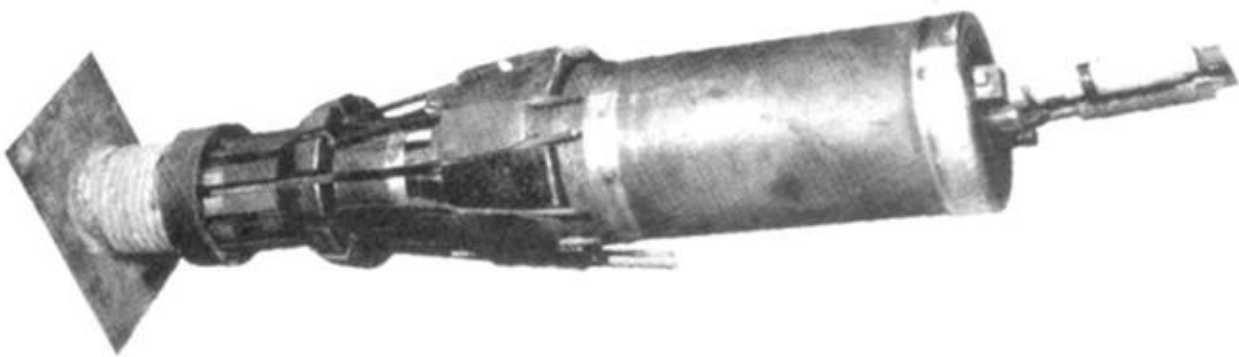


VIGAS PROTENDIDAS DA PONTE DO RIO PARANÁ - CABOS DE 12 fios de 7mm

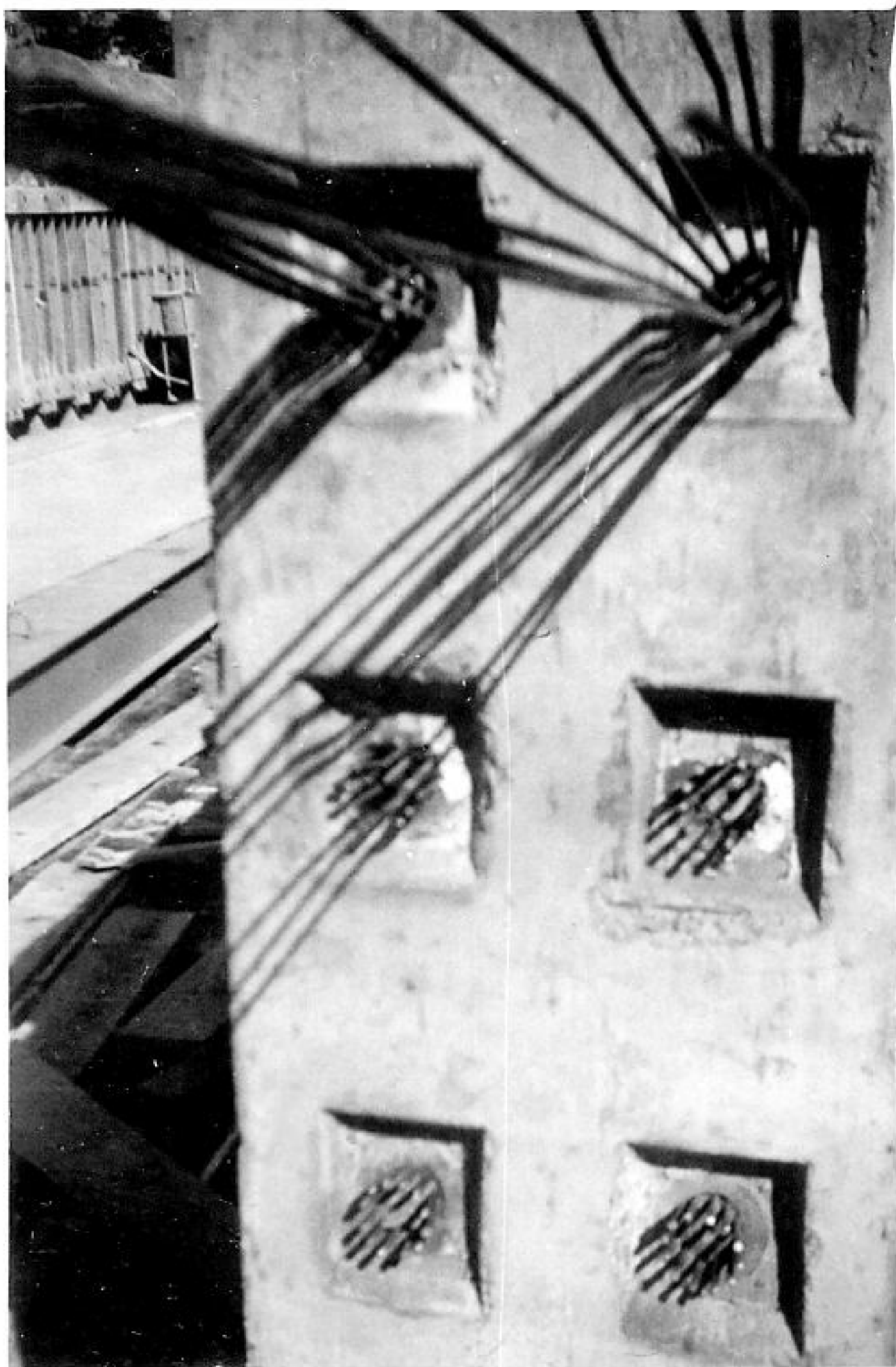


PROTENSÃO FREYSSINET

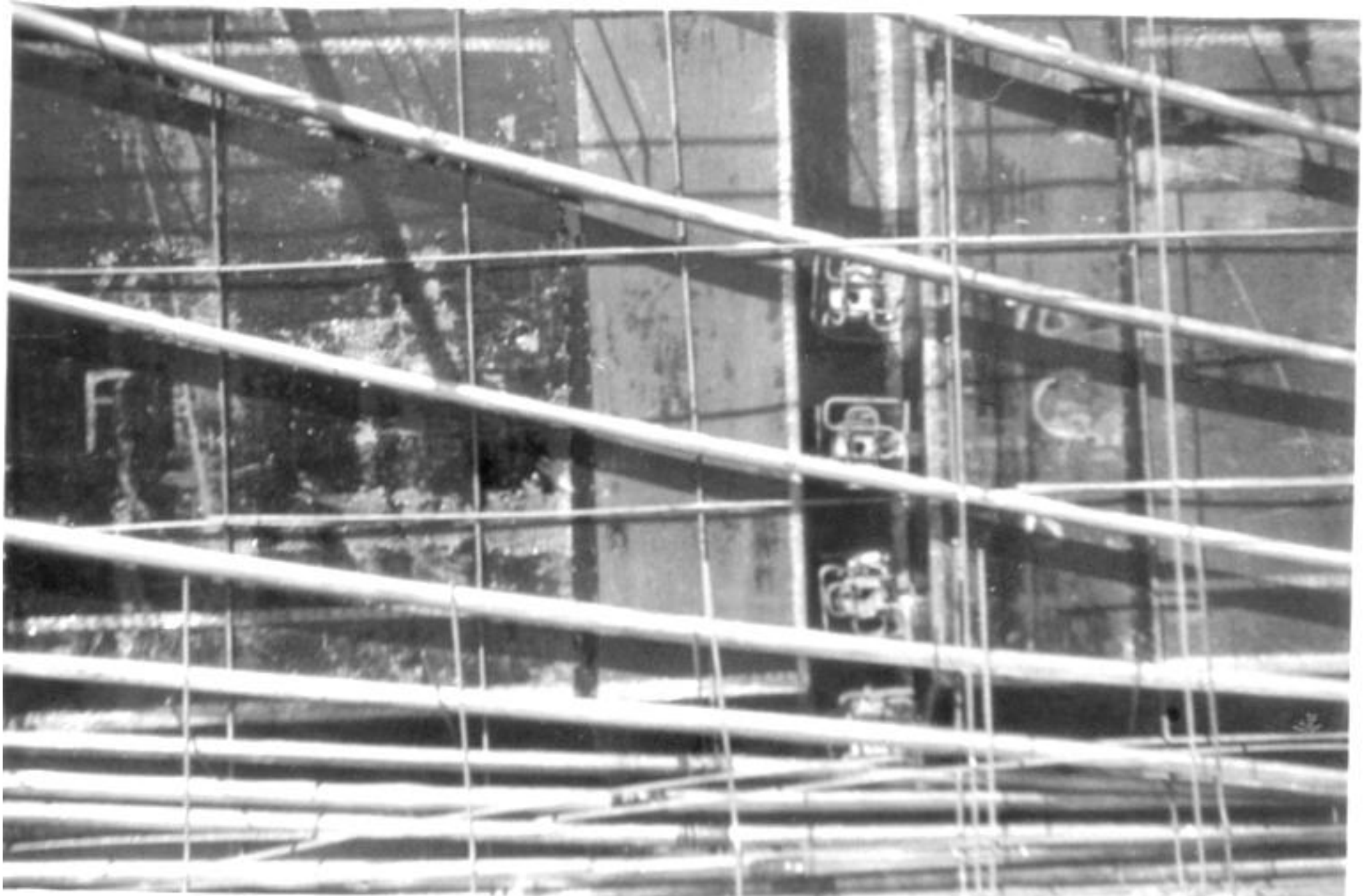
CABOS COM 12 FIOS DE 7mm COM FORÇA DE 40 ton.



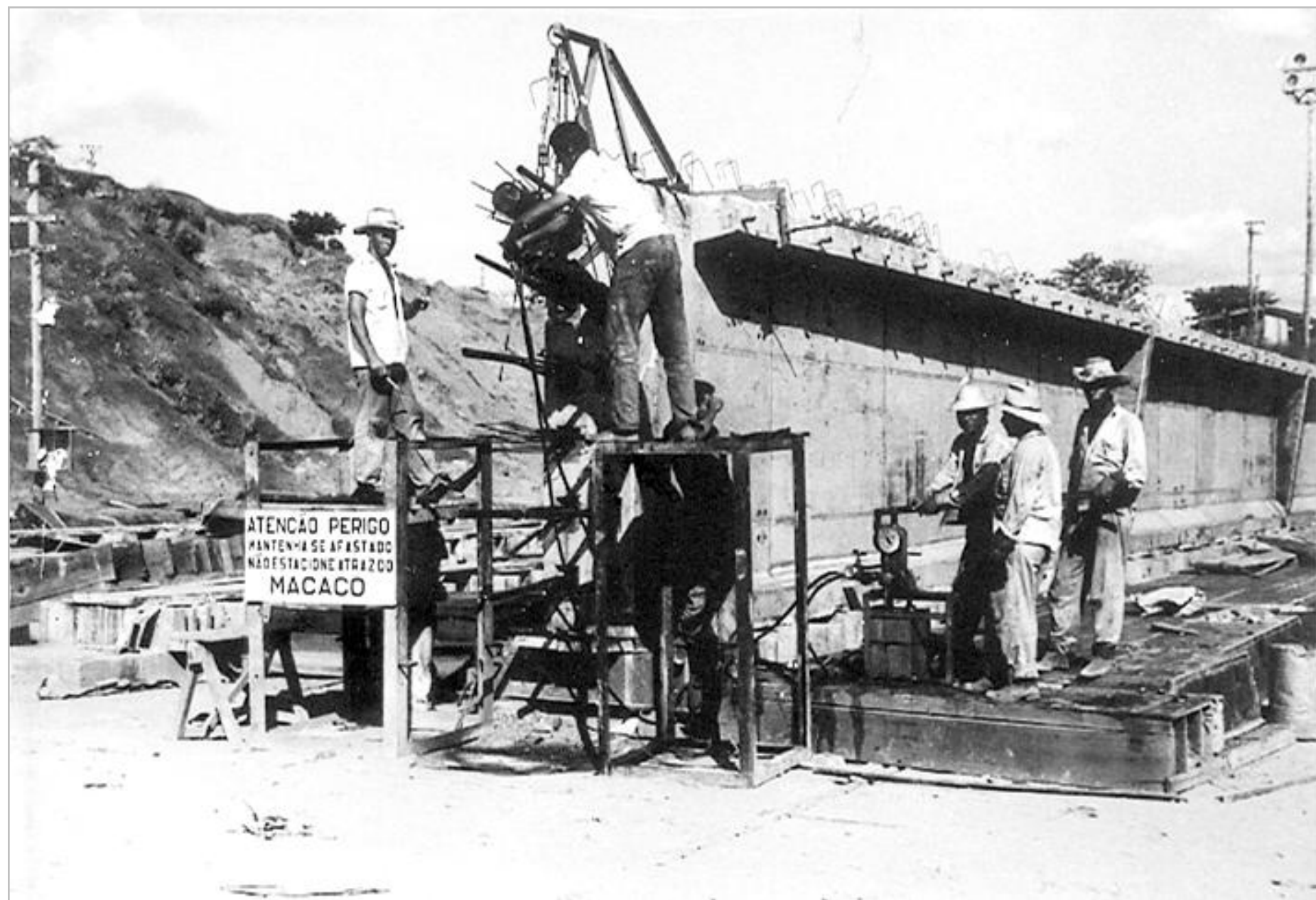
CABOS COM 12 FIOS DE 7mm COM FORÇA DE 40 ton



TRANSVERSINA DO QUARTO DO VÃO, COM 4 CABOS DE PROTENSÃO TRANSVERSAL









CONCRETO

Segundo informe do Eng. Piotr Slawinski que participou da obra e da dosagem e controle do concreto :

- 1 - O concreto era feito com areia do Rio Paraná e com seixo rolado do Rio Paraná, extraídos de local próximo à obra.**
- 2 - O cimento era o CP1 da Votoran vindo de Sorocaba pela via Férrea. A quantidade era de cerca de 380 kg/m³.**
- 3 - O traço era aproximadamente o traço $1 : 1 \frac{1}{2} : 3$**
- 4 - Aditivo - Plastiment da SIKA**
- 5 - A resistência média do concreto era $f_{cm} 28 = 38$ MPa**
- 6 - O Slump era alto devido ao formato dos seixos rolados, esféricos.**
- 7 - A forma das vigas pré-moldadas era de aço.**
- 8 - Foi usado vibrador de forma, fixado na forma de aço.**
- 9 - A concretagem das vigas com 15 cm de espessura e 260cm de altura não apresentava problemas devido à boa trabalhabilidade do concreto com os seixos rolados do rio.**

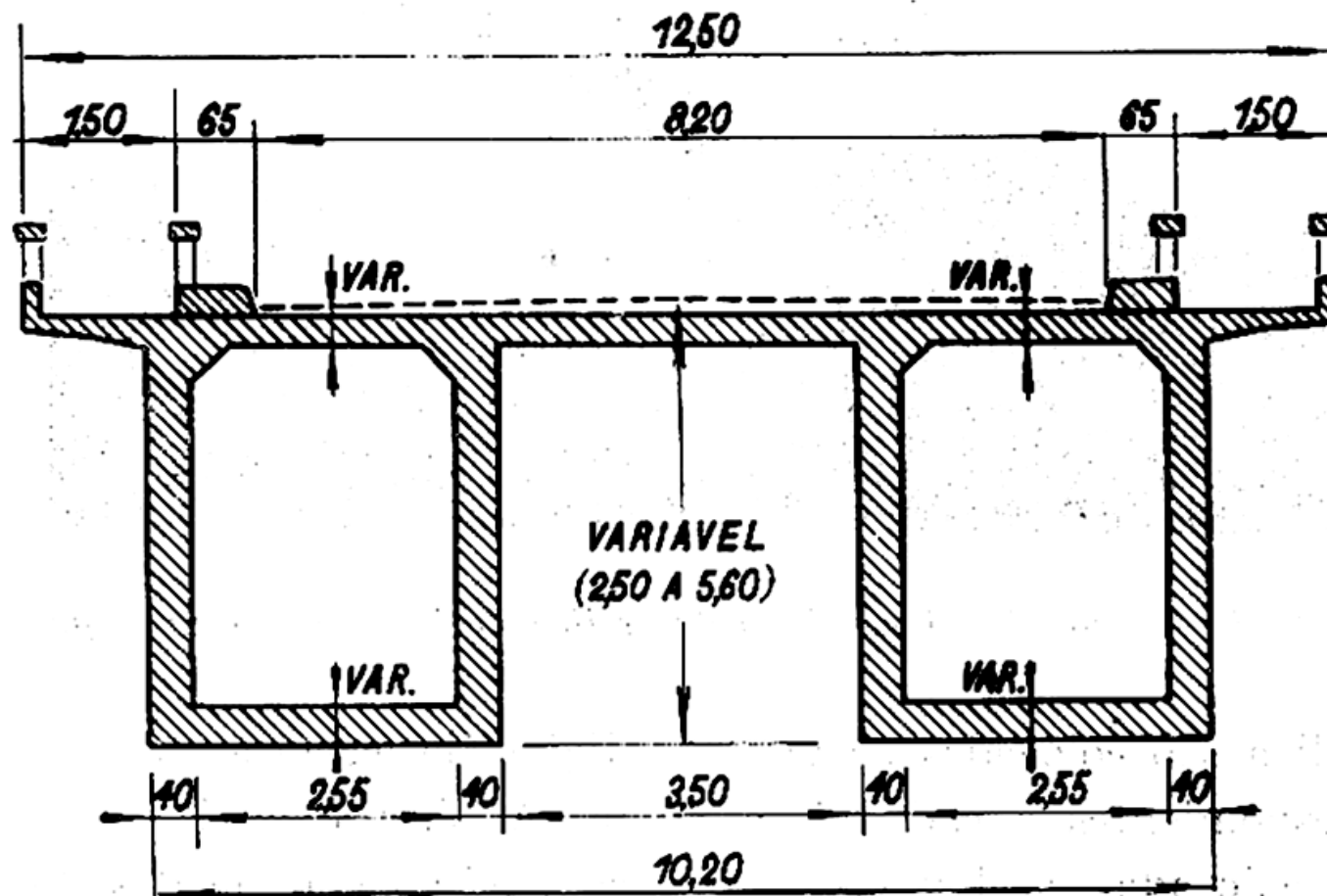
Eduardo Thomaz

FOLHA EM BRANCO

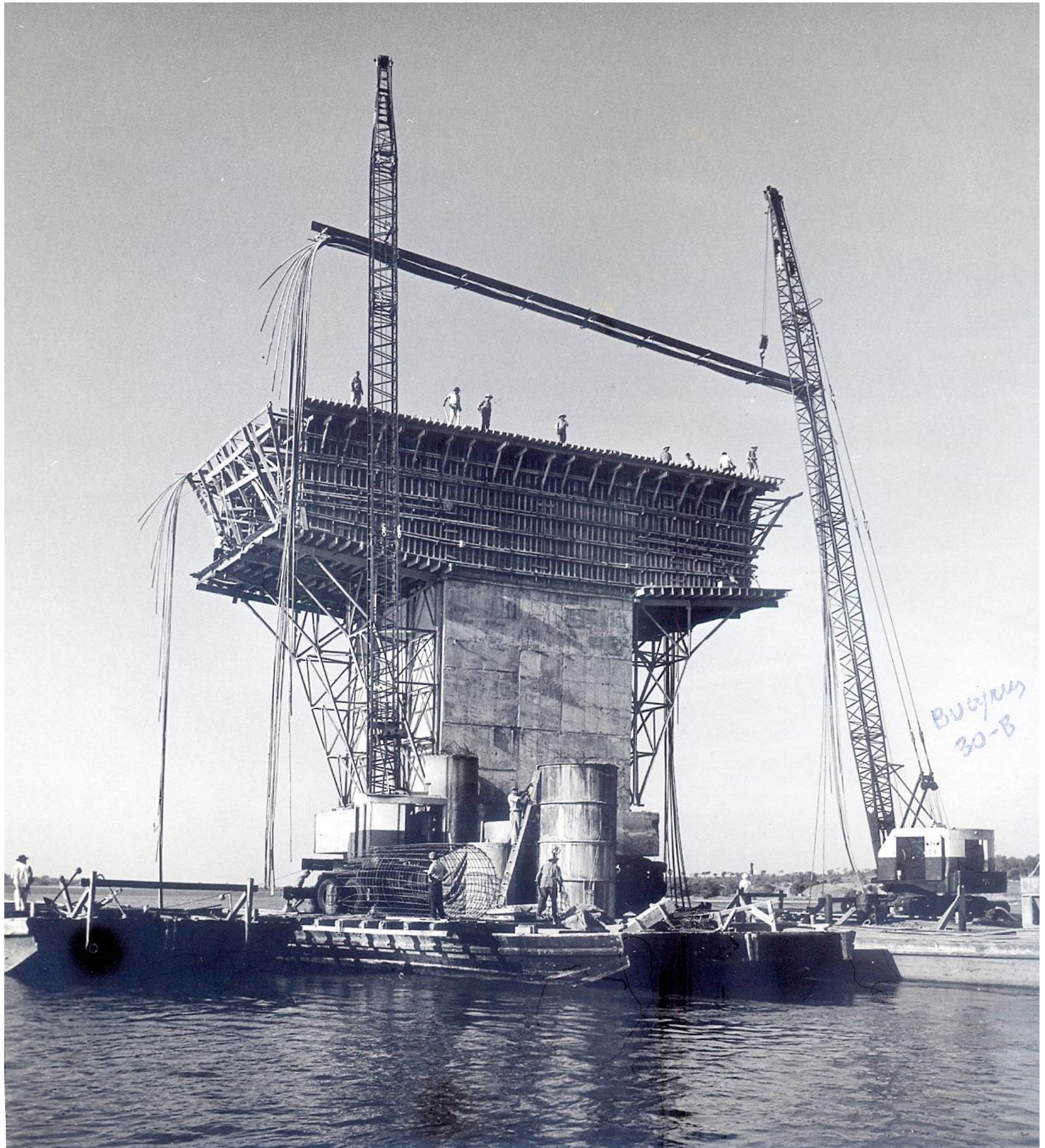
PILARES COM DUPLO BALANÇO

VÃOS DE 112,5 m

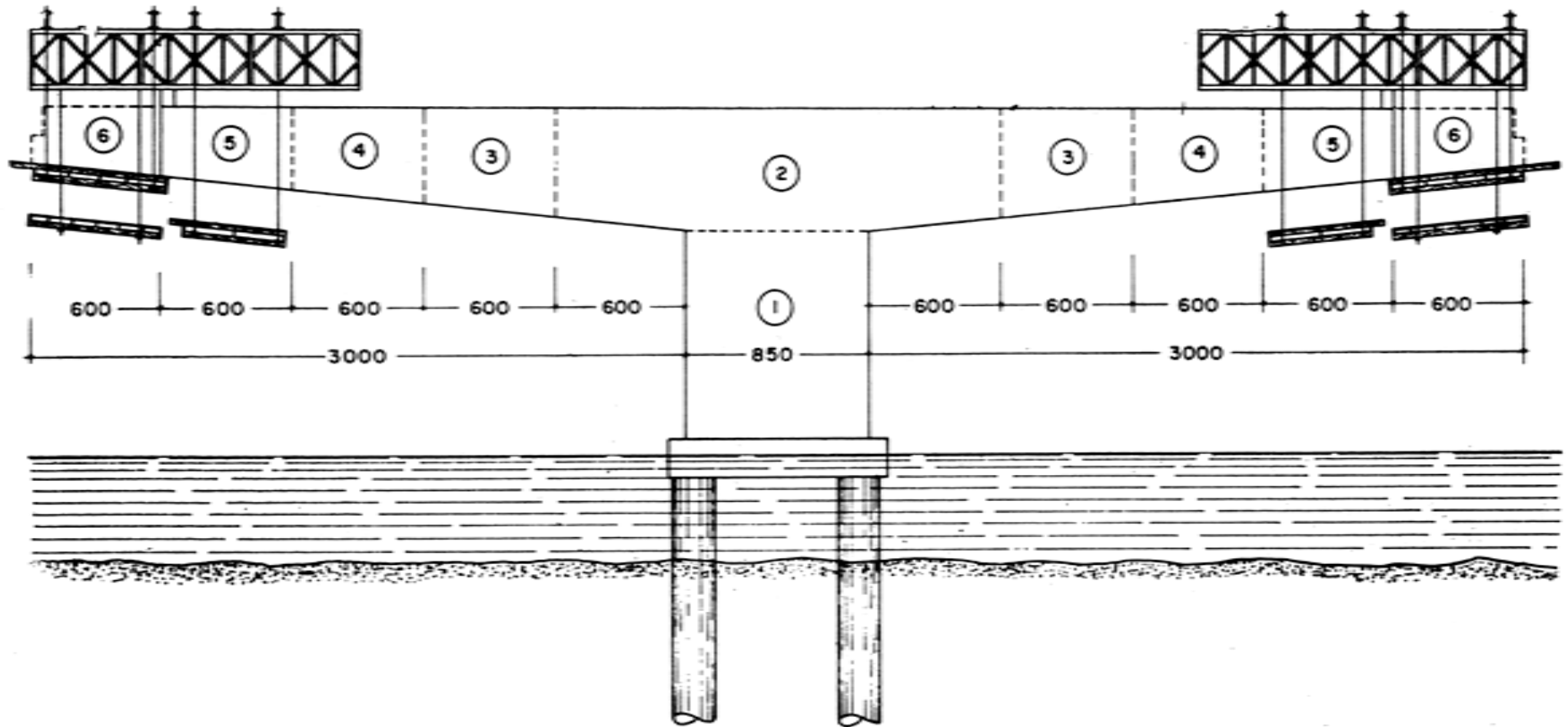
PILARES COM DUPLO BALANÇO



VÃOS DE 112,5 m



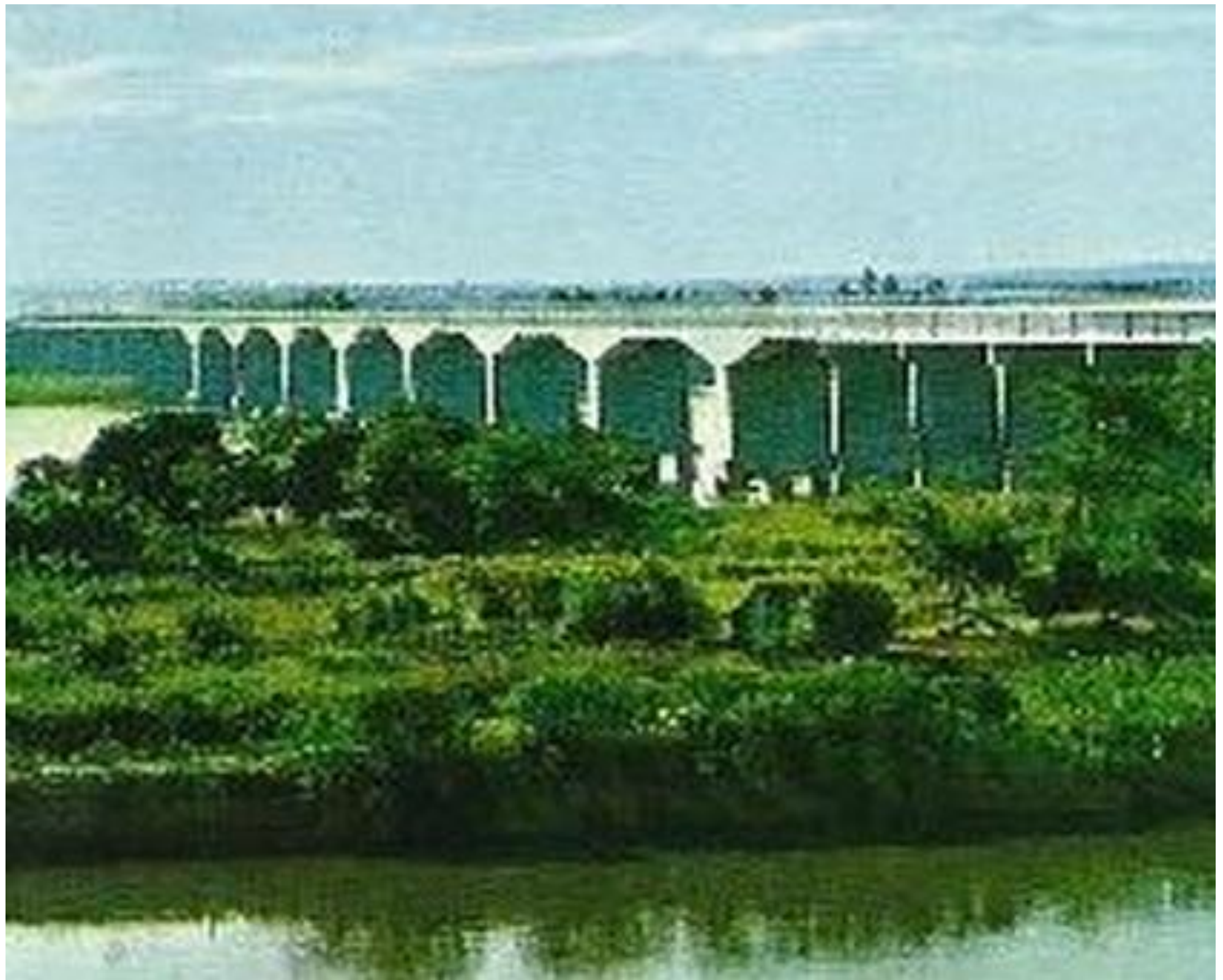
VÃOS DE 112,5 m



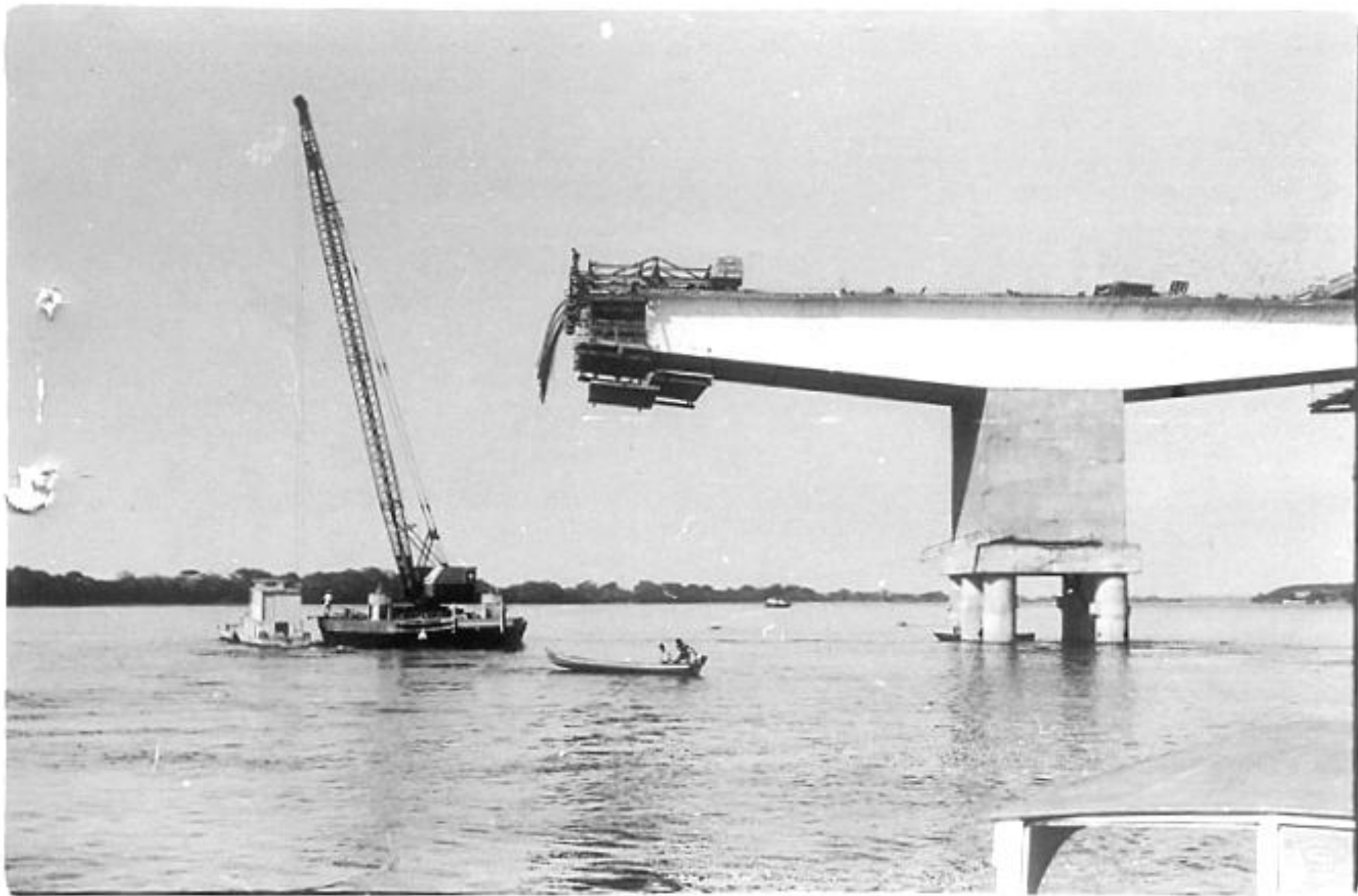
A figura mostra as diversas fases executivas das aduelas. A primeira aduela foi executada sobre cimbramento metálico em leque junto ao pilar. As demais aduelas foram concretadas por meio de um carro de cimbramento que avançava à medida que a obra prosseguia e ficava ancorado nas partes executadas anteriormente.

VÃOS DE 112,5 m





VÃOS DE 112,5 m



VÃOS DE 112,5 m





PONTE PRONTA



OUTRAS HISTÓRIAS DA PONTE

TODO CUIDADO ERA POUCO



PONTE SOBRE O RIO PARANÁ - 1962 / 1965

TRÁFEGO FLUVIAL DE 1962 A 1965 - PERÍODO DA OBRA

Madeira vinda de Mato Grosso para o Porto de Pres. Epitácio, onde era embarcada, pela Ferrovia, para Serrarias em SP.





FOLHA EM BRANCO

COMENTÁRIOS

Informação sobre obras de conservação da Ponte sobre o Rio Paraná em Presidente Epitácio.

- Em 2018-07-10 , **Elias Bernardo Aranda** escreveu:

Prezado Eduardo, mencionar na sua resenha que eu fiz os seguintes serviços nessa ponte nos idos de 1993, ainda quando era ENGENHEIRO da Pioneira na RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL NO BRASIL a empresa JATOCRET S.A.

São eles:

- **Troca de aparelhos de apoio com a utilização de macaco TÓRICO.**

- **Recuperação ESTRUTURAL das estacas submersas dos blocos de fundação com utilização de concreto de alta densidade em formas metálicas deslizantes.**

NOTA 1 : Eu mesmo vistoriei as estacas submersas com a utilização de aparelho de mergulho com ar de compressor respirável. Treinei na época por dois meses com nossos mergulhadores de Santos/SP, onde já havíamos tratado mais de 1000 estacas do PIER DE GRANEIS LÍQUIDOS DA ALAMOA .

NOTA 2: Levávamos exatamente 30 minutos para substituírmos todos os apoios de um painel entre pilares com cerca de 500 ton. E então liberávamos o transito. O nosso trecho era do lado de SP.

NOTA 3: importantíssima, o melhor dourado (peixe de água doce), na telha, era do restaurante do SESI que era na cabeceira da ponte em PRESIDENTE EPITÁCIO/SP.

ABRAÇO,

ELIAS BERNARDO ARANDA - ENG. CIVIL
elias@reforcesul.com.br - (21) 3908 4976
Reforce Sul Recup. e Reforço Estrutural Ltda.

Injeção dos cabos

Em 10/07/2018 **Antonio Carlos Reis Laranjeiras** escreveu

Renato Costa, Vc escreveu:

"Eu tenho enorme curiosidade para saber como se realizava, à época, a operação de grauteamento da protensão."

O "grauteamento" ou injeção dos cabos de protensão, nessa época, era feito da seguinte maneira:

- misturava-se manualmente a nata de cimento (mistura simples de cimento + água) em um tonel metálico e a injeção era dada com auxílio de uma bomba manual. A mistura manual não produzia uma mistura estável e o bombeamento manual com pulsos espaçados geravam vazios intermediários.

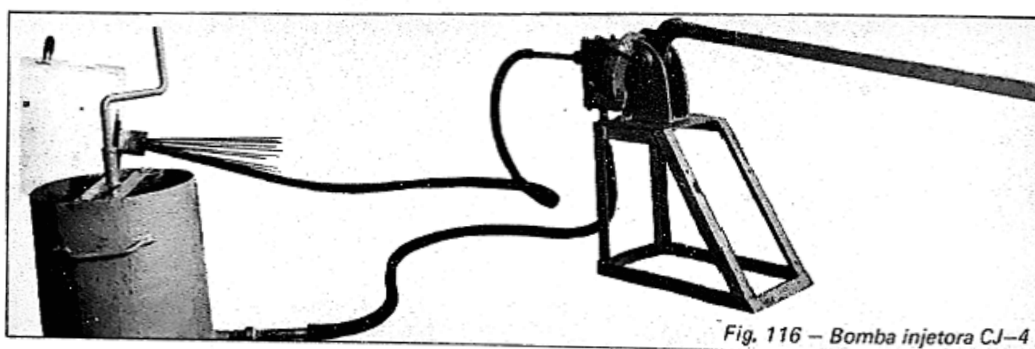


Fig. 116 — Bomba injetora CJ-4

A exsudação era muito grande. Era conveniente não cortar os fios nem fazer os arremates das ancoragens até se medir, no dia seguinte, o nível da injeção, ou melhor a que distância das ancoragens estava a nata endurecida, para se extrair a água exsudada e completar a injeção.

O processo era extremamente precário. Reconheceu-se a deficiência da nata injetada, e a necessidade de fazer a mistura com misturadores de alta rotação para formação de uma mistura coloidal com adição de aditivos apropriados, não agressivos. A injeção passou a ser feita com bombas elétricas de fluxo contínuo. Os resultados melhoraram bastante, mas o procedimento ainda exige medidas severas de controle de qualidade.

Antonio Carlos Reis Laranjeiras
calculistas-ba@yahoogrupos.com.br

Rio-Niterói: Solução dupla



Regressou ontem dos Estados Unidos o Engenheiro Sérgio Marques de Sousa, responsável por um estudo sobre a ligação Rio-Niterói, que advoga uma solução dupla para o problema, com ponte no fundo da baía e túnel de centro a centro. Segundo o Sr. Sérgio Marques de Sousa, sua solução é de interesse geral e de custo igual ao de outras soluções já aventadas e que têm sido motivo de controvérsia. O Sr. Sérgio Marques de Sousa é o responsável pelo projeto da ponte de 3 quilômetros sobre o Rio Paraná, ligando os Estados de São Paulo e Mato Grosso, e que será inaugurada pelo Presidente da República no próximo dia 21.

2018 - Ponte sobre o Rio Paraná em Presidente Epitácio



A ponte foi prolongada antes da construção de uma barragem a jusante.

OLHANDO A PONTE BEM DE PERTO, COMO UM PESCADOR
Vãos de 112,50m após o enchimento de barragem a jusante.

<https://www.youtube.com/watch?v=P4SMU9cLBU4>



+++