



Rótulas temporárias

Analizando e interpretando:

- Fotos antigas, da época da construção da ponte, 1929 -1930, mostrando formas e armaduras.
- Inúmeras fotos, tiradas em 2010 pelo pesquisador Marckson Theones Kielek. (marcksonkielek@hotmail.com), morador da cidade Herval do Oeste / SC, às margens do rio do Peixe, 27 anos após a destruição da ponte Baumgart. Fotos tiradas na época das águas baixas de 2010, nos escombros da ponte Baumgart, no fundo do rio do Peixe,
- Artigo “ *Rigid Frame Bridges in Reinforced Concrete* ”, publicado na revista americana : The Structural Engineer – December 1933 - page 478 Autor: A.P.Mason B.Sc.,A.M.Inst.C.E.,A.M.I.Struct.E.
- Artigo “*Long Rigid-Frame Bridge Erected by Cantilever Method*” do Eng. Rolf Schjodt, que trabalhava no escritório do Eng. Emilio Henrique Baumgart, durante a elaboração do projeto, publicado na revista Engineering News Record - 6 Agosto 1931 – Esse artigo está traduzido na última página.
- Livro “ *Emilio Henrique Baumgart , suas realizações e recordes – Uma vida dedicada ao concreto armado* ” – do Eng. Augusto C. de Vasconcelos - Edição Vedacit Otto Baumgart SA - 2005

fizemos alguns croquis de como o Eng. Emilio Baumgart criou as rótulas temporárias, para que, durante a construção, não surgissem momentos fletores nos pilares centrais da ponte.

Baumgart usou rolos de ferro fundido como rótulas (ver fotos). Hoje são usados aparelhos de apoio com Neoprene ou com Teflon para essa função.

Após o fechamento do vão central da ponte, foi feita a concretagem de um espaço deixado vazio, e o pilar ficou rigidamente ligado à viga, formando um pórtico hiperestático.

Os pilares foram construídos em forma de forquilha (ver fotos) e a viga passava pelo meio dos dois braços da forquilha.

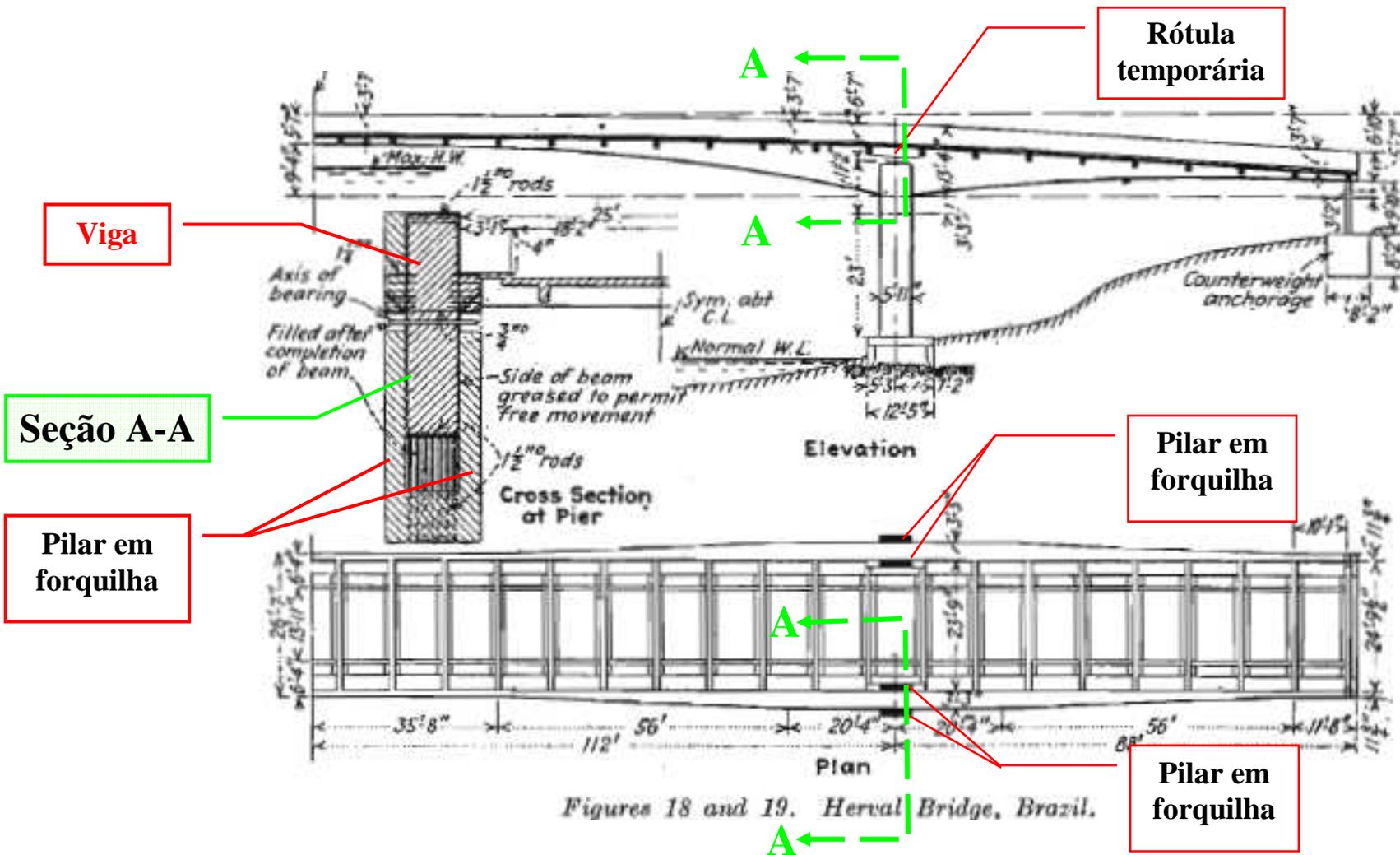
Como cuidado adicional para que a rótula pudesse funcionar perfeitamente livre, durante a fase de execução, as faces das vigas, junto aos pilares em forquilha, foram engraxadas para não aderir a esses pilares (ver recomendação no desenho de forma).



“ Rigid Frame Bridges in Reinforced Concrete ”

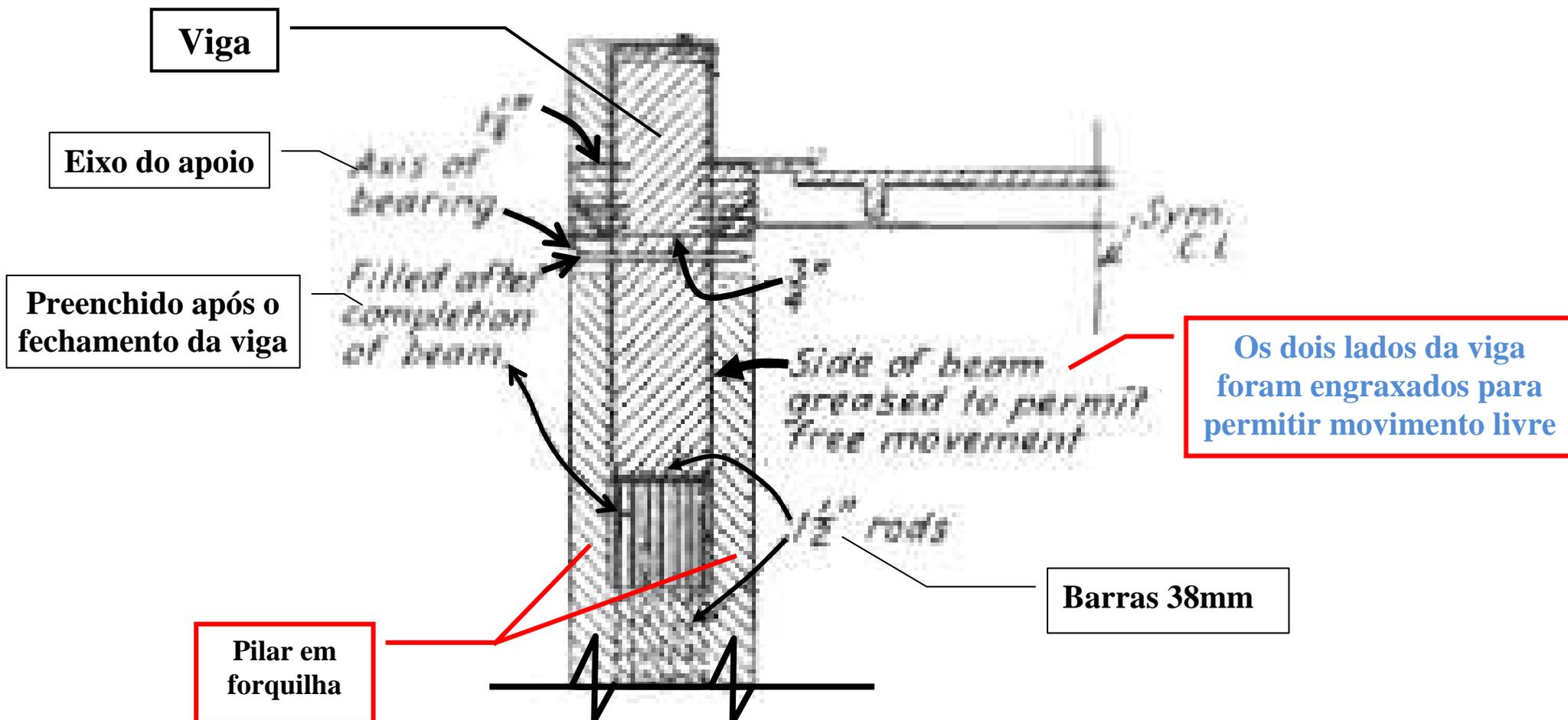
Artigo publicado na revista : The Structural Engineer – December 1933 - page 478

Autor: A.P.Mason, B.Sc.,A.M.Inst.C.E.,A.M.I.Struct.E.



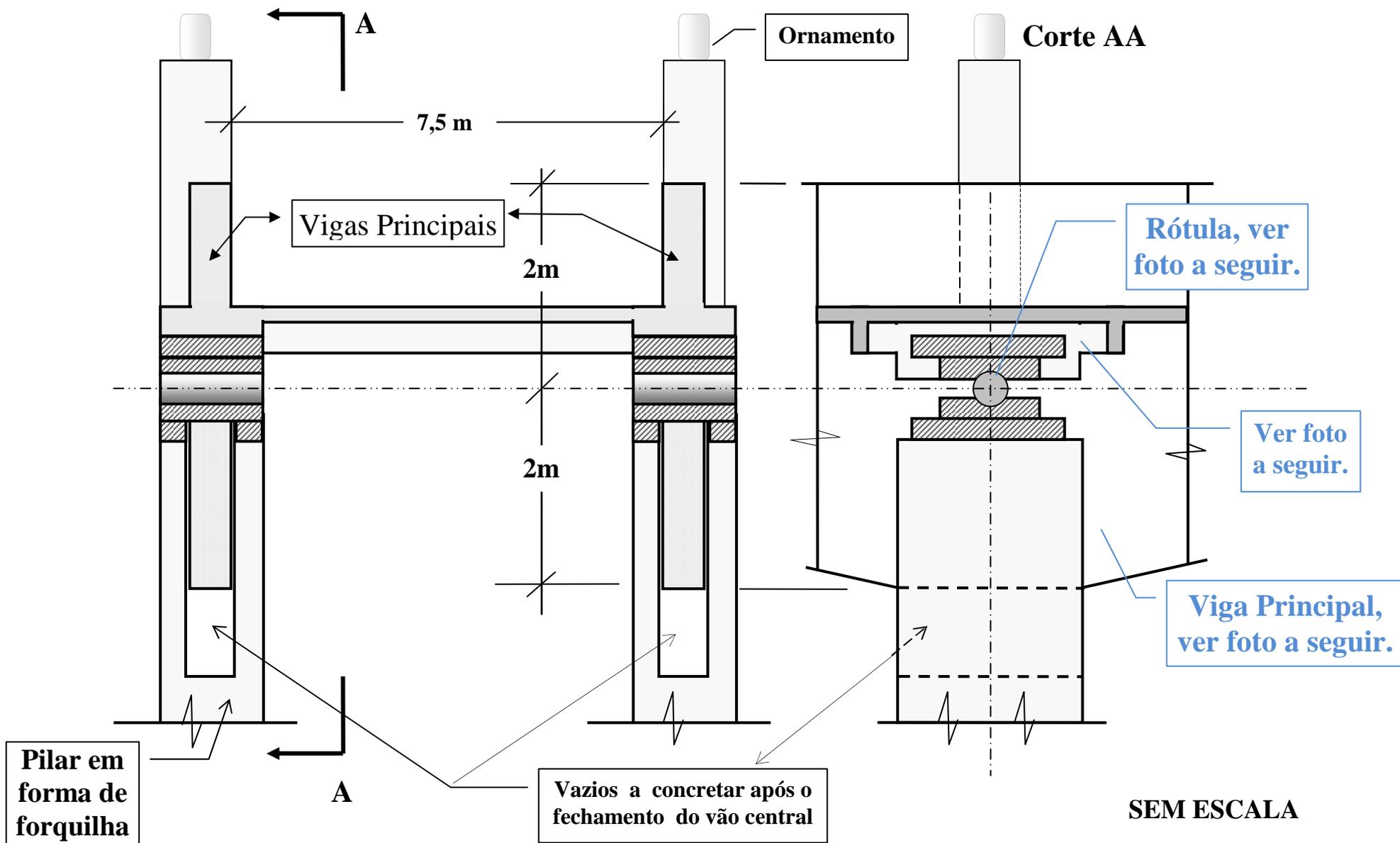


Cross Section at Pier (Seção A-A, da página anterior, no Pilar em forquilha)



As rótulas temporárias, nos pilares da ponte, foram projetadas apenas para a fase de execução.

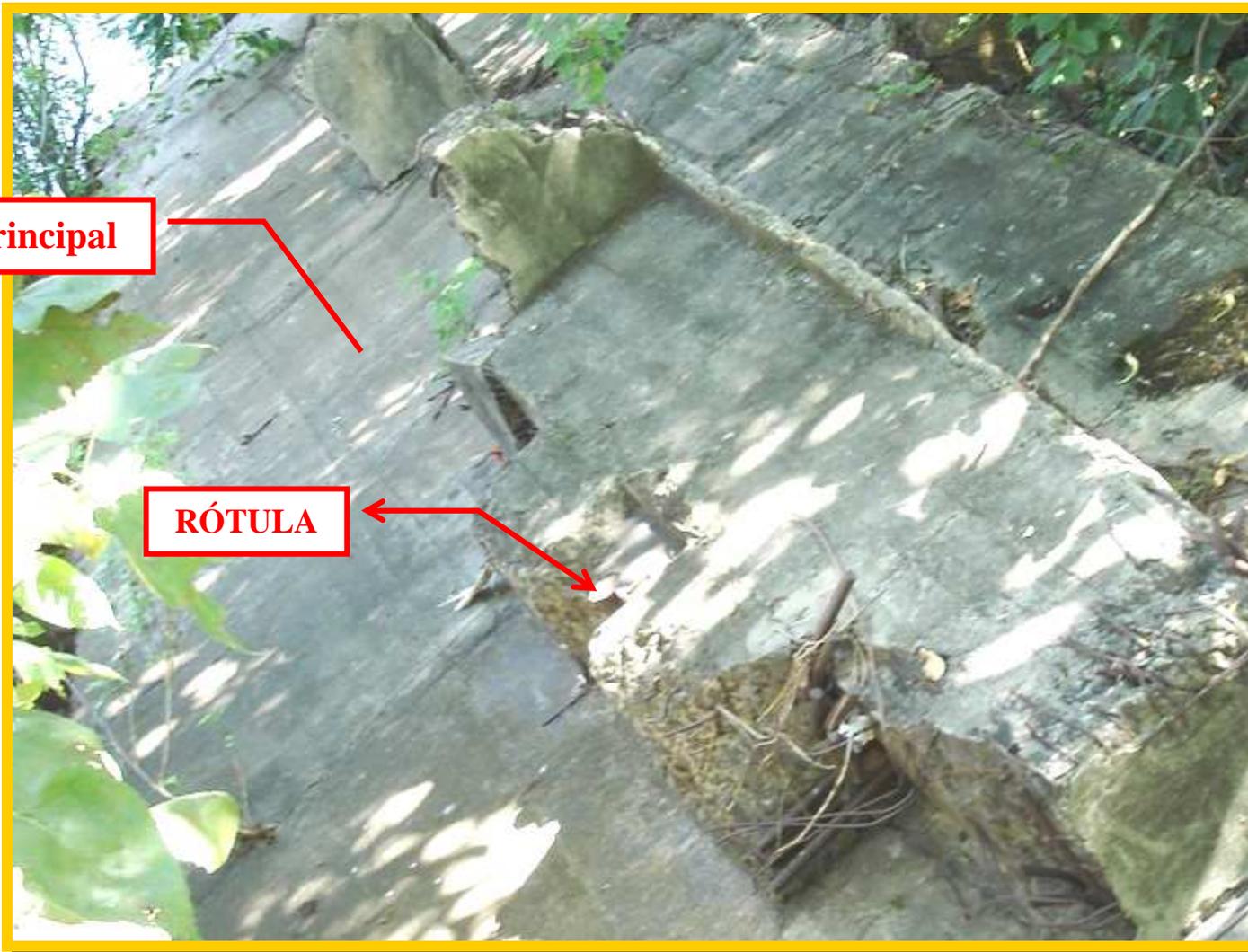
Após a conclusão da viga contínua com três vãos, as rótulas foram preenchidas com concreto, criando continuidade entre os pilares e as vigas. Eng. Rolf Schjodt - *Engineering News Record* - 6 Agosto 1931 - Ver Anexo 1





Viga Principal

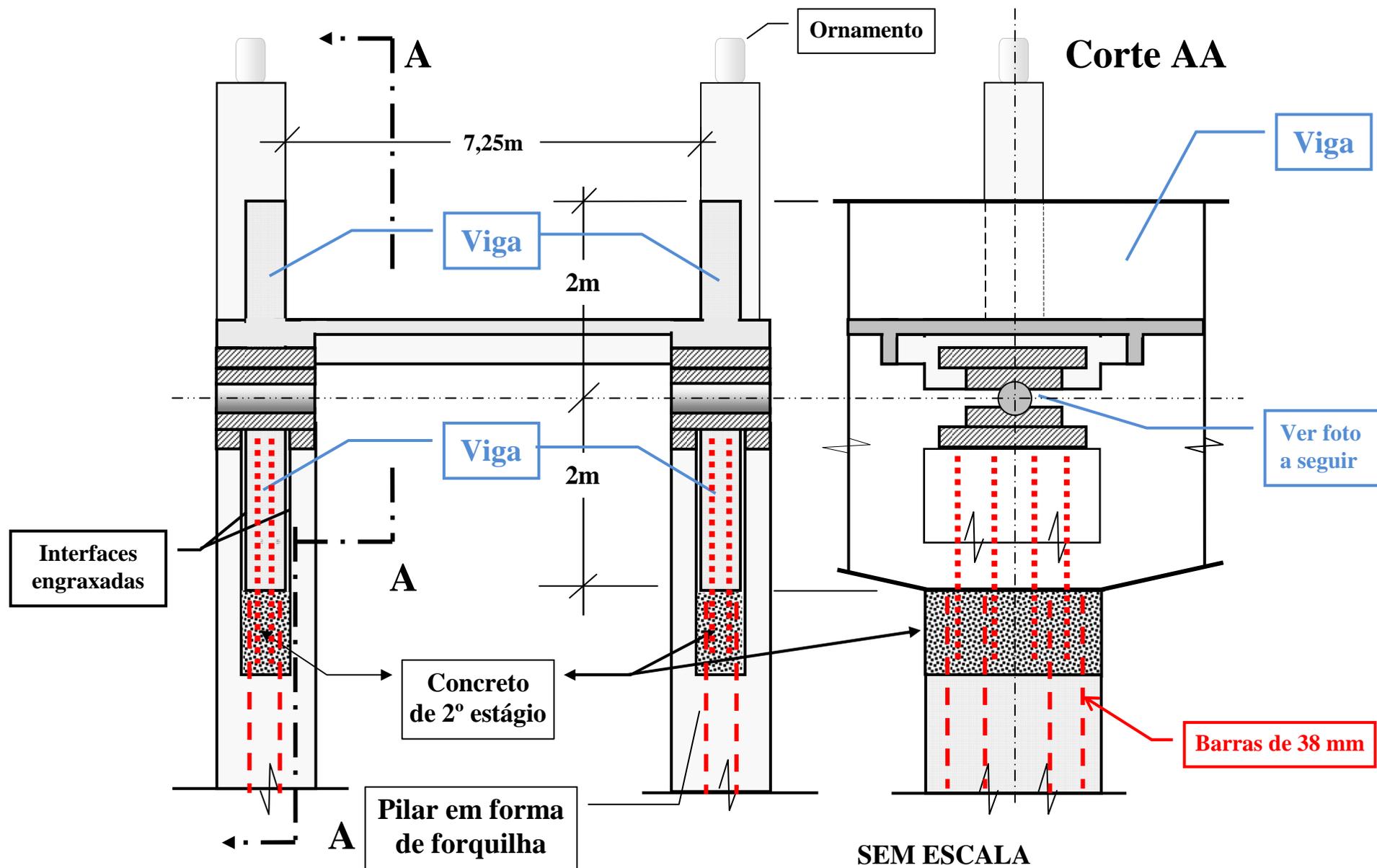
RÓTULA

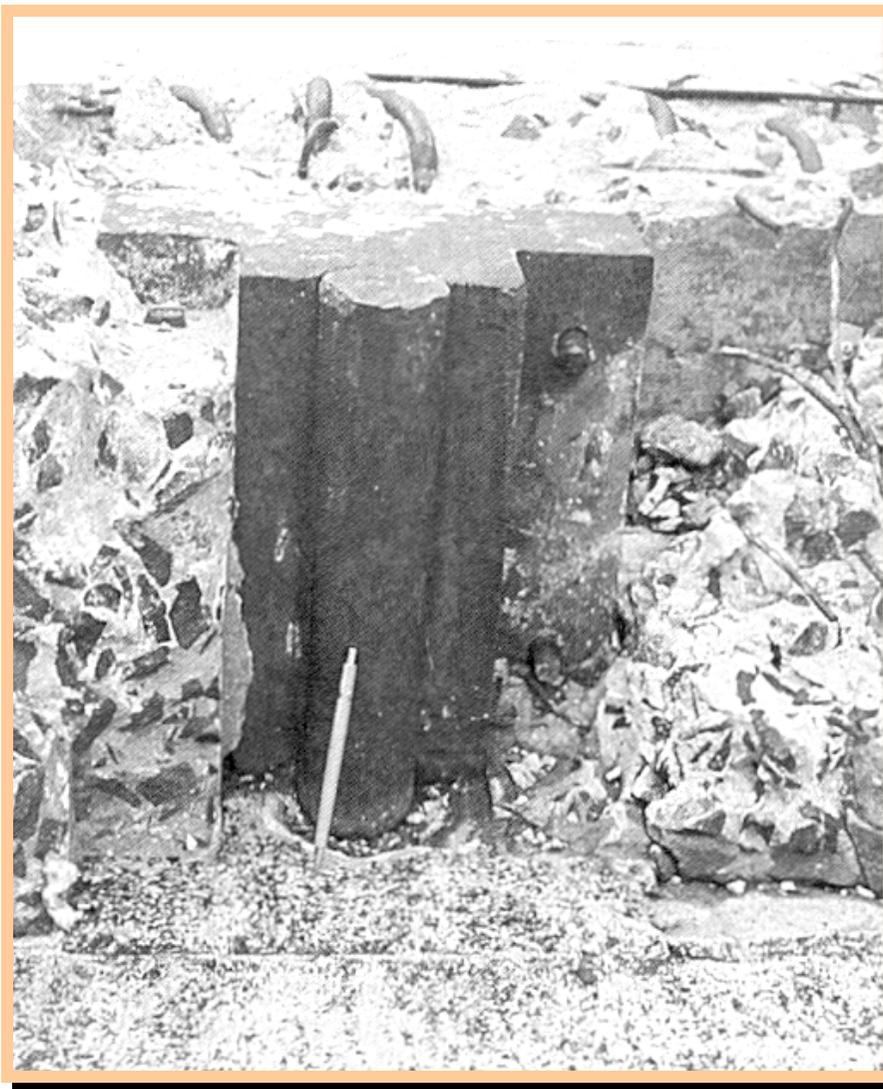


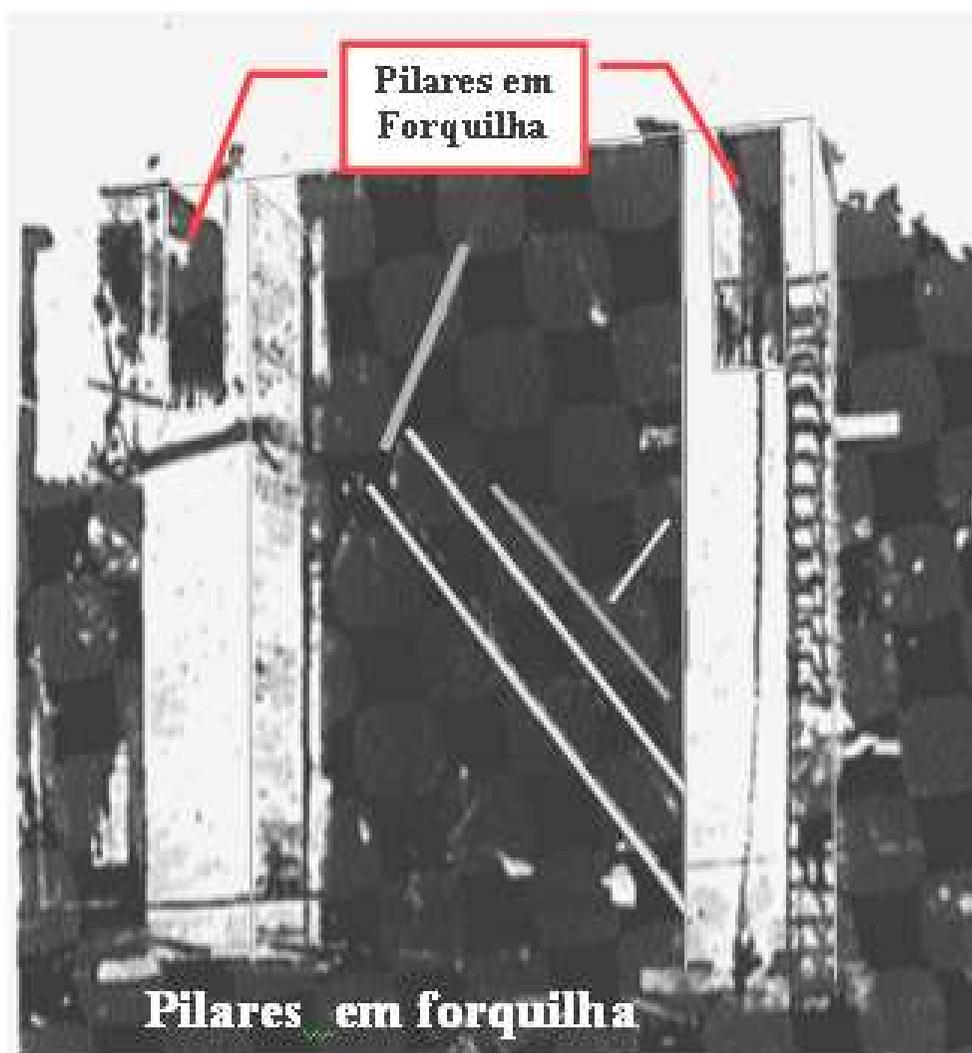
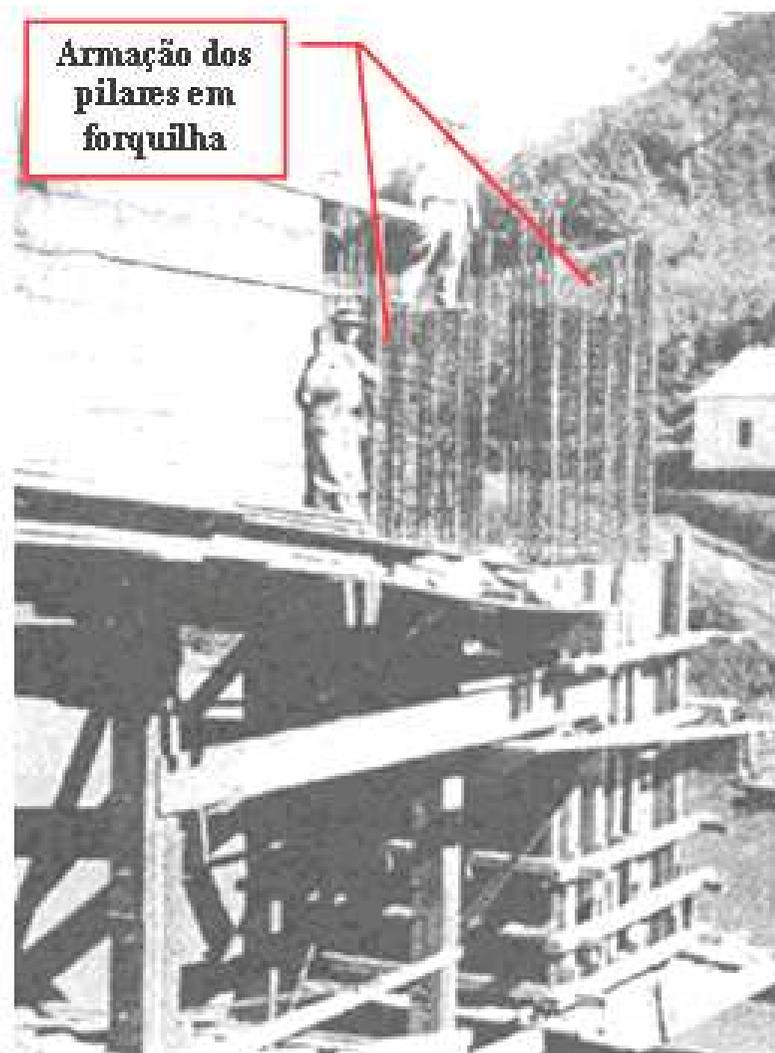
Rótula no fundo do rio do Peixe – Foto feita 27 anos após a destruição da ponte.
Foto tirada em 2010 por marcksonkielek@hotmail.com



Rótula no fundo do rio do Peixe – Foto feita 27 anos após a destruição da ponte.
Foto tirada em 2010 por marcksonkielek@hotmail.com



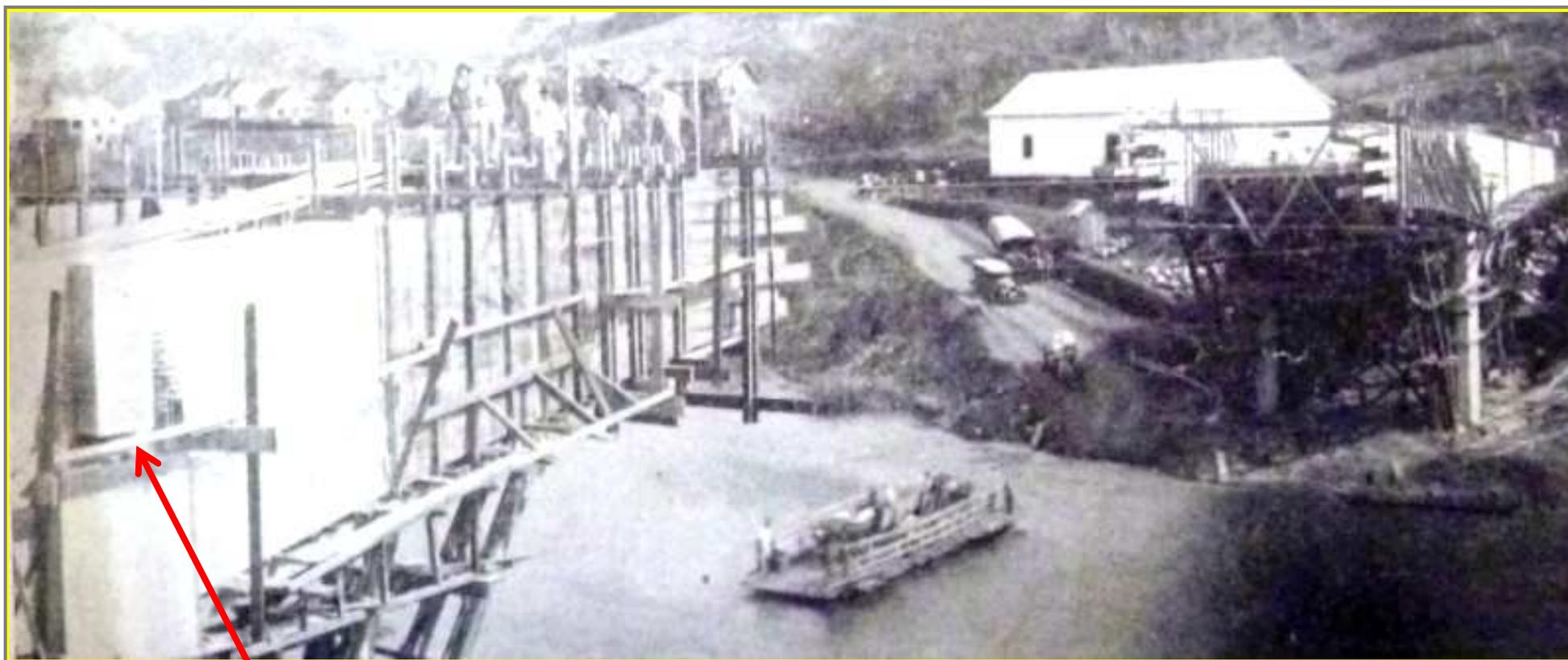




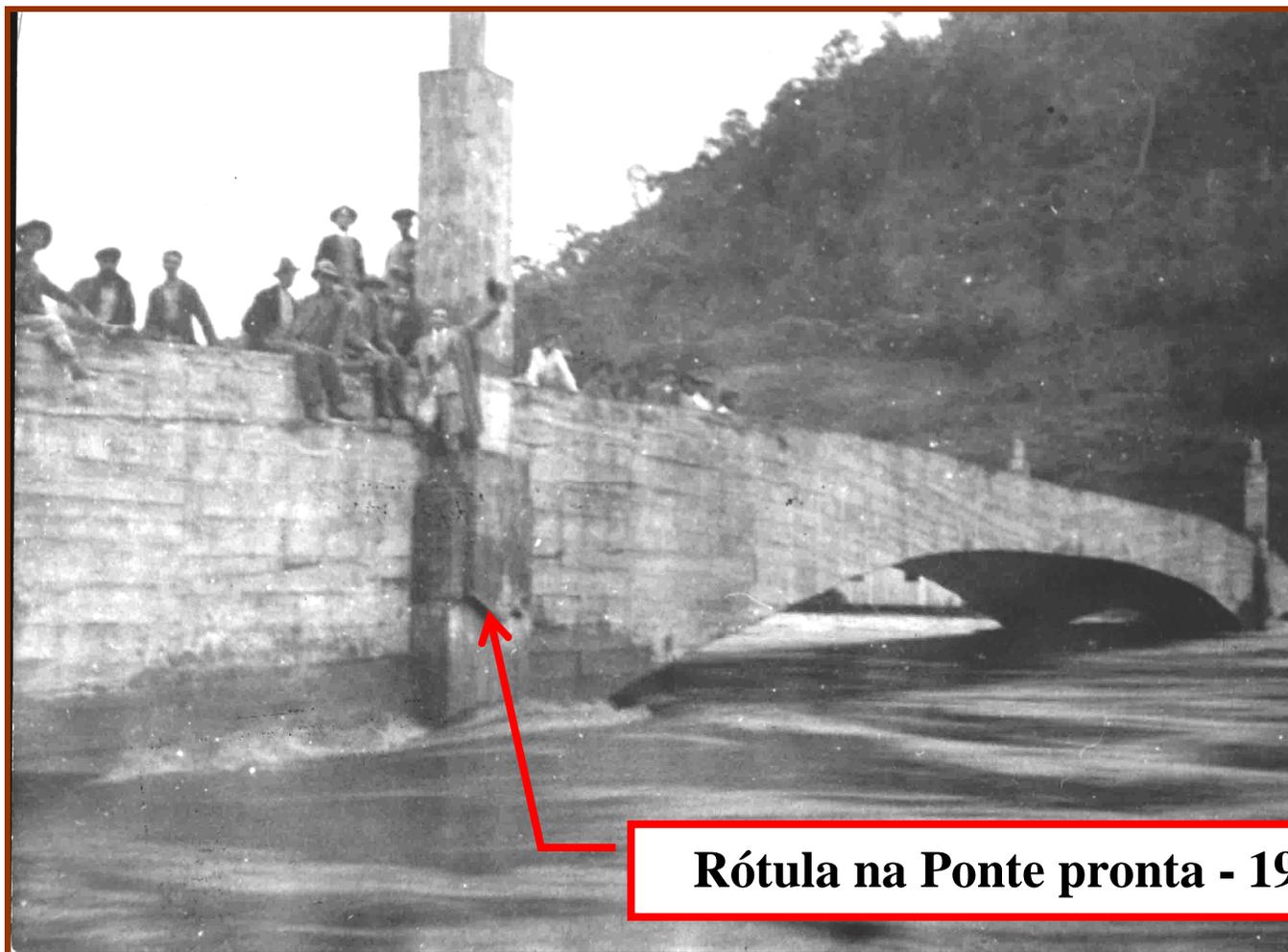
Os pilares foram construídos como forquilha com as vigas apoiadas em pinos, durante a fase de execução de modo a eliminar os momentos fletoras nos pilares. Após a conclusão da obra os apoios foram embutidos no concreto transformando a estrutura em um pórtico rígido contínuo. **Eng. Rolf Schjodt - Engineering News Record - 6 Agosto 1931 - Ver Anexo 1**



Rótula pronta



Rótula Temporária pronta - 1930



Rótula na Ponte pronta - 1931

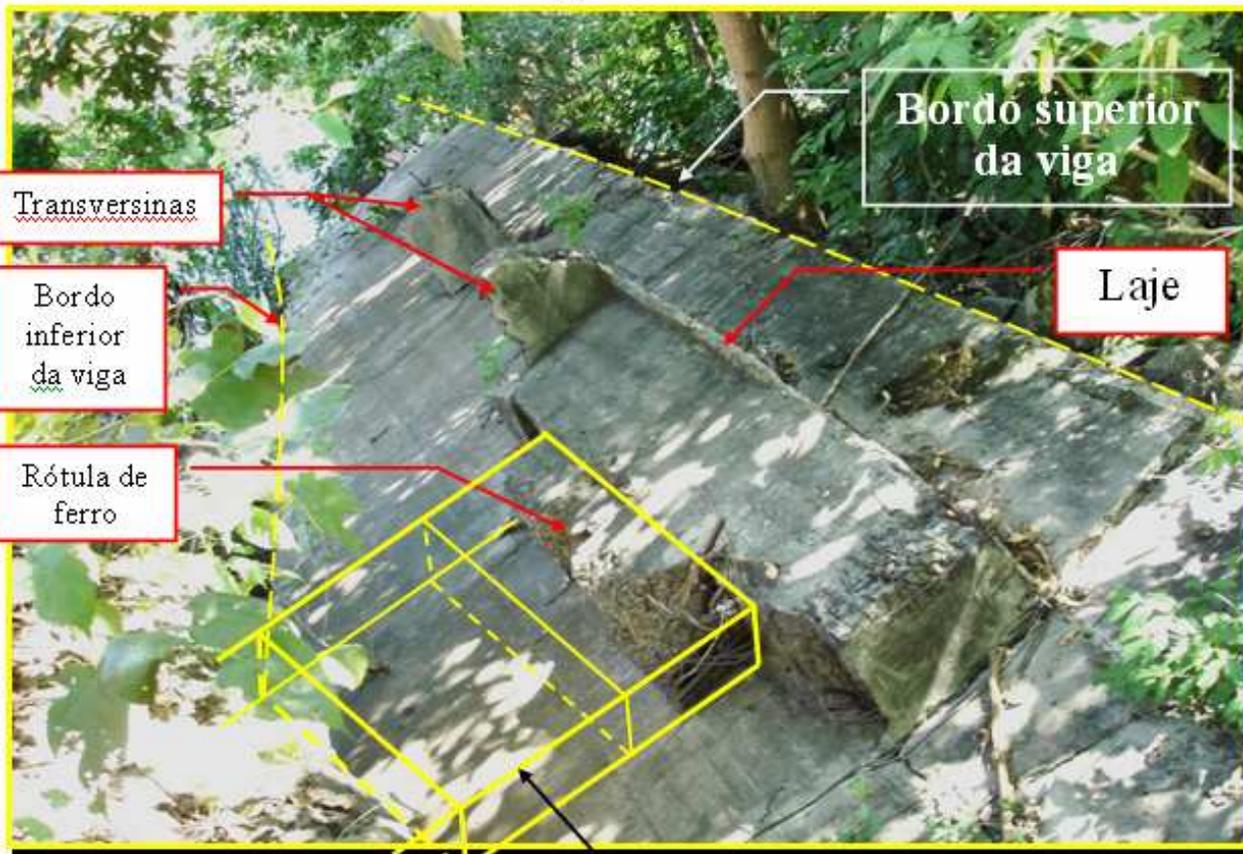
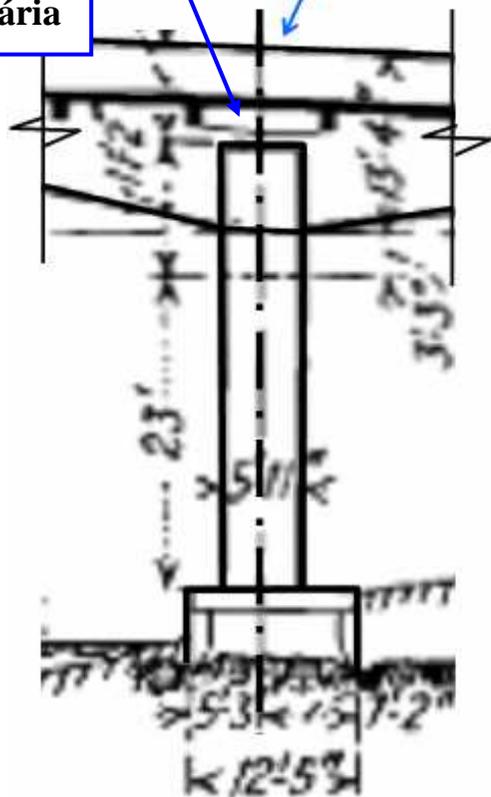


Ano 2010 - 27 anos após a destruição da Ponte

Partes da ponte no fundo do rio do Peixe

Parte do projeto mostrada na foto

Rótula temporária



Pilar Forquilha (um lado)
Posição desenhada



Rótula no fundo do rio do Peixe – Foto feita 27 anos após a destruição da ponte.
Foto tirada em 2010 por Marckson Theones Kielek marcksonkielek@hotmail.com



Anexo 1

Artigo publicado na revista **Engineering News Record** - 6 Agosto 1931

“Long Rigid-Frame Bridge Erected by Cantilever Method”

“Ponte Longa em Pórtico Rígido, Construída pelo Método dos Balanços (sucessivos) ”

Autor : Eng. Rolf Schjodt, que trabalhava no escritório do Eng. Emilio Henrique Baumgart, no Rio de Janeiro, Brasil

“ A ponte do Herval em Santa Catarina, Brasil,apresenta um bom número de aspectos singulares .

Em geral, o projeto é um pórtico contínuo de concreto armado, com um vão central de 224 pés (68,27m), o maior já construído.

Além disso ela foi construída em balanço, sem escoramentos.

A ponte atravessa o Rio do Peixe , no sul do Brasil, e forma uma conexão muito necessária entre a ferrovia e a cidade de Herval em uma das margens, e os distritos produtores de gado na outra margem.

Devido à ausência de lagos e às fortes chuvas nas montanhas costeiras, o rio está sujeito a repentinas enchentes durante todo o ano.

Ocasionalmente o nível da água sobe 10,7 metros ou mais em uma noite.

Essa condição, junto com o caro transporte dos materiais para o local da obra, e a barata mão de obra local, foram as razões para a escolha do projeto.

A ponte tem uma largura útil de 7,5 metros, incluindo duas calçadas laterais de 1,0 metro cada.

Ela foi calculada para tráfego pesado.



Existem dois vãos laterais, com 23,2 metros e 26,2 metros respectivamente e um vão central de 68,3 metros . Total 117,7 metros.

A altura das vigas no meio do vão é 1/40 do comprimento do vão.

As fundações sob os pilares centrais foram assentes na rocha.

As colunas eram bifurcadas no topo (forquilha), para permitir a passagem das vigas, que eram apoiadas, cada uma delas , em dois apoios (rótulas) de ferro fundido durante a construção.

Posteriormente, essas rótulas foram envolvidas em concreto e a estrutura, como um todo, passou a funcionar como um pórtico contínuo.

Este método foi escolhido para evitar momentos de flexão nas colunas.

Os vãos laterais das vigas (junto às margens) eram ancorados em contrapesos de concreto e de pedra.

Esses vãos laterais e os primeiros 9 metros de cada lado do vão central foram construídos sobre escoramentos.

O restante do vão central foi executado em segmentos em balanço com 1,50 metros cada.

As formas de madeira tinham 4,5 metros de comprimento, alcançando, portanto, um segmento em balanço, além do segmento anterior já executado.

Para cada novo segmento de 1,5 metros, dois terços da forma já estavam na posição e fixadas pelo concreto lançado anteriormente e já endurecido.

As formas restantes eram então colocadas e o conjunto era abraçado por peças verticais de madeira.

Desse modo as próprias formas suportavam o concreto fresco, quando lançado.



As armaduras consistiam de barras de aço redondas com 1½ polegadas (38mm) com 1,5 metros de comprimento, conectadas por luvas rosqueadas. Essas luvas eram colocadas de modo que não existissem duas emendas na mesma seção transversal da viga.

Na extremidade de cada segmento eram colocadas barras curtas de ¼ de polegada a cada 5 cm de intervalo, nas partes tracionadas da viga, de modo a aumentar a aderência entre os segmentos.

Os trabalhos (de construção) se desenvolveram regularmente e sem qualquer dificuldade, muito embora uma cheia repentina tenha arrastado os escoramentos dos dois vãos laterais da ponte.

Felizmente, isso aconteceu após esses vãos laterais já terem se tornado auto-portantes (o concreto já havia endurecido).

Também aconteceu que todos os trabalhos tiveram que parar por uma semana durante o começo da revolução de 1930, quando muita luta ocorreu na vizinhança.

O vão central foi completado em 29 de Outubro de 1930. Um mês após, a ponte foi testada com a sobrecarga total.

Até o presente momento não surgiu nenhuma fissura.

A ponte foi projetada pela firma de Emilio H. Baumgart, engenheiro consultor no Rio de Janeiro, com o autor desse artigo encarregado do cálculo e do controle.

...”

- **Eng. Rolf Schjodt**, do escritório do Eng. Emilio Henrique Baumgart, no Rio de Janeiro , 6 Agosto 1931



298



Mud truck raises slabs by forcing mud under them. It consists of a chamber where the mud is mixed, a pump and a pressure hose and is powered with a diesel engine.

Earth was hauled from a near-by lot by two trucks. Loam proved the best material. Clay and sandy soil were unsatisfactory. Loam containing some clay could be used but had to be mixed longer. Water was taken from a hydrant. Two sacks of cement were scattered in with the earth as it was loaded into the trucks, making about 1 cu. ft. of cement per cubic yard of earth.

Slabs were lifted when they had settled 1/4 in. or more. For small lifts thin mud was best. For higher lifts thicker mud worked better.

The crew consisted of ten men, of whom two were truck drivers and one was foreman. Two men loaded the trucks, leaving five men and a foreman at the machine. Two of these inserted and removed the hose nozzle, one operated the engine and regulated the pressure, and one cleaned spilled mud from the pavement. The truck drivers fed the earth into the mixing chamber.

The work in Niles Center was divided into two sections. The first of these was East Prairie Road. There the pavement had been laid over an old macadam roadway. The macadam had not been in the center of the street, and some of the pavement laid on virgin soil had settled. This settlement was all on the east side of the center joint. The settled slabs were raised an average of 1 1/2 in. and a maximum of 2 1/2 in. Calculating the area raised, as all the pavement between center joint and curb, a total of 4,722 sq. yd. of slab was lifted at a total cost of \$1,268.58, or at 27c. per square yard.

The remainder of the slabs raised were in scattered locations on several streets. A total of 4,475 sq. yd. was lifted a minimum of 1/4 in., a maximum of 2 in., and an average of 1 in., for a total cost of \$993.63, or at the rate of 22c. per square yard.

Only one or two cracks formed as the slabs were raised, due to raising too much from one hole. When slabs are to be lifted more than an inch, the hose is shifted from hole to hole, raising a little from each, so the slab will not be bent too much.

If there is any chance that further settlement will occur, it is wise to fill the holes drilled in the slab with bitumen, so that they can be dug out easily when the slabs is to be raised again. Otherwise they are filled with concrete of low water-cement ratio. The experience in Niles Center indicates that it is difficult to measure accurately the area of slab actually raised because the line between the portion of the slab that was raised and that which was not is so indefinite. It is suggested that contracts for such work be let on a per diem basis, or per cubic yard of material forced under the slab, as measured by the earth put into the incline.

Engineering News-Record — August 6, 1931

Long Rigid-Frame Bridge Erected by Cantilever Method

By ROLE SCHJODT
Civil Engineer, Rio de Janeiro, Brazil

THE Herral bridge in Stn. Catarina, Brazil, involves a number of unusual features. In general design it is a continuous reinforced concrete frame, with a main span of 224 ft., the longest yet built. In addition it was erected as a cantilever, without falsework. The bridge spans the Rio do Peixe, in southern Brazil and forms a much-needed connection between the railroad and the town of Herral on one side and the cattle-producing districts on the other side of the river. Owing to the absence of lakes and the heavy rain-

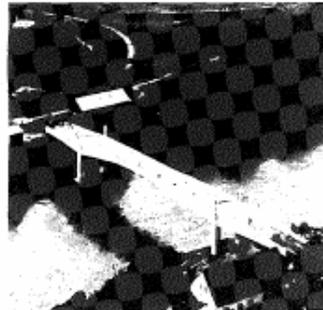


Fig. 3—Rigid-frame bridge in Brazil with a center span of 224 ft.

This is the longest bridge of this design yet built and illustrates the slender proportions characteristic of the type.

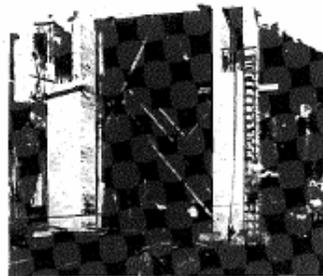


Fig. 2—Main piers were built as forked columns with girders carried on pin bearings during the construction stage to eliminate bending in the columns.

On completion of construction the bearings were embedded in concrete, converting the structure into a continuous rigid frame.

August 6, 1931 — Engineering News-Record

299

falls in the coastal mountains the river is subject to sudden floods at all times of the year. The water level occasionally rises 35 ft. and more during a night. This condition, together with the expensive transport of material to the site and the cheap local labor, constituted the reasons for the design chosen.

The bridge has a useful width of 25 ft., including two sidewalks of 3.5 ft. each. It was calculated for heavy traffic. There are two shore spans, of 76 and 86 ft., respectively, and one river span of 224 ft. The thickness of the ribs at the crown is one-fourth of the span. The foundations under the main columns were carried to rock. The columns are forked on top to permit the passage of the beams, each of which rested on two cast-iron bearings during the construction operation. Later they were embedded in concrete. The

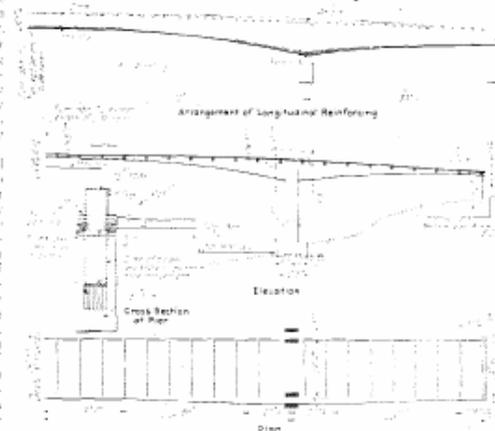


Fig. 4—Details of rigid-frame concrete bridge with 22-ft. span.

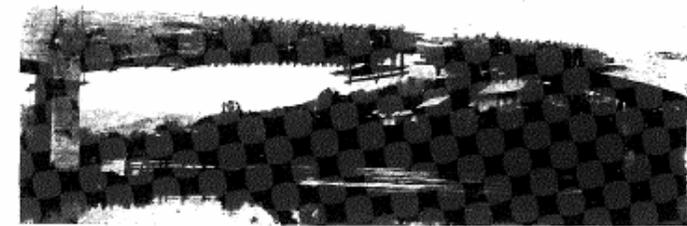


Fig. 4—Concrete bridge being erected by cantilevering in 5-ft. sections, the form boards supplying the support.

whole structure then working as a continuous frame. This method was chosen to eliminate excessive bending moments in the columns. The shore ends of the beams are anchored to counterweights of concrete and stone.

The shore spans and the first 30 ft. on both sides of the river span were erected with falsework. The remainder of the river span was cantilevered in 5-ft. sections. The form boards were 15 ft. long, each reaching one section farther than the board immediately below. Thus for each new 5-ft. section two-thirds of the boards were already in position and secured by the previously poured concrete. The remaining boards were then placed, and the whole was braced by vertical wooden members. In this way the forms themselves carried the fresh concrete.

The reinforcement consisted of 1 1/2-in. round iron bars, in 5-ft. lengths, connected with screw sockets. These

were placed so that no two joints were in the same cross-section of the beam. At the end of each section short 4-in. dowels were placed at 2-in. intervals over the part of the beam subject to traction to improve the adherence between the sections.

The work proceeded regularly and without any difficulty, although a sudden flood washed away the falsework under both shore spans, fortunately after they were self-supporting. Also, all work had to rest for a week during the beginning of the revolution, when much fighting took place in the vicinity. The center span was closed on October 29, 1930. One month afterward the bridge was tested under full live load. Up to date no cracks have appeared.

The bridge was designed by the firm of Emilio H. Baumgart, consulting engineer in Rio de Janeiro, with the author in charge of design and control.