

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



Prof. MSc. MANOEL FERNANDES DE NEGREIROS NETO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO DO RN



Prof Dr. Walney Gomes da Silva
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO DO RN

Eng. Jose Martins de Sousa Jr
Diretor da EEPC

56 CBC IBRACON
NATAL - 2014

DÉCADA DE 60

Foto cedida Eng Nadelson Freire

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



Ponte sobre o rio Potengi – Uma Arqueologia da Engenharia e do Concreto

Histórico: Início: 1912
Término: 1914.



JAECI
Fotos Antigas

Foto Jaeci E. Galvão - Década de 60

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA

O Empreiteiro brasileiro

O engenheiro de minas e civil
JOÃO JULIO DE PROENÇA

Presidente da
COMPANHIA DE VIAÇÃO E CONSTRUÇÕES SA
A Empreiteira construtora da Ponte sobre o Potengy !



Engenheiro João Júlio de Proença

(FALECEU A 22 DE NOVEMBRO DE 1923)

Nome PROENÇA, João Julio de Matr.

Nacionalidade Brasileira

Lugar do nascimento Valença - E. do Rio.

Data 2 de Junho de 1865

Proponente Frederico Smith de Vasconcellos

Proposto em 1º de Dezembro de 1896

Admitido em sessão de 1 de Dezembro de 1896

Categoria de sócio EFETIVO Título Engº Civil e de Mi

Formado em

Escola de Minas de Ouro Preto

C.R.E.A. n.º Região



A grandeza não consiste em receber honras, mas em merecê-las.

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



O projetista dessa ponte.



Georges Camille Imbault

Nascido na França na cidade de Châteauneuf-sur-loire nas margens do rio Loire.

- [Blue Nile Bridge \(1909\)](#)
- [Gal'a Bridge \(1913\)](#)
- [Gor-Abu-Gama Railroad Bridge \(1910\)](#)
- [Mit Gamar Bridge \(1913\)](#)
- [Natal Wharf \(1914\)](#)
- [Potengy River Bridge \(1914\)](#)
- [Omdurman Bridge \(1926\)](#)
- [Tyne Bridge \(1928\)](#)

HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO DA PONTE METÁLICA SOBRE O RIO POTENGY



A ponte sobre o **Rio Potengi** foi semelhante a **Blue Nile Bridge**.

ANÚNCIO DA CLEVELAND EM SETEMBRO DE 1902.
Cylinders sunk by pneumatic pressure

Até nas dificuldades de uma fundação obrigatoriamente profunda.

Conforme vamos constatar pelos perfis de sondagens quando da construção da 2ª ponte sobre o Potengi.

An advertisement for The Cleveland Bridge & Engineering Co., Ltd. The top part of the ad features the company name in large, bold, serif font: "THE CLEVELAND BRIDGE & ENGINEERING CO., LTD., DARLINGTON, ENGLAND. Bridge Builders and Contractors." Below the text is a black and white photograph of a large steel truss bridge under construction, supported by several concrete pillars. The bridge spans across a body of water. At the bottom of the advertisement, there is a caption: "Laytown Bridge, on the Great North of Ireland Railway. These Twelve Cylinders were sunk by pneumatic pressure." Below the caption, it reads "SPECIALISTS IN DEEP WATER FOUNDATIONS." and at the very bottom, "Contractors for the New HIGH LEVEL Bridge over the Tyne at Newcastle about half a mile long, carrying four railroads for the N.E.R. Co."

THE CLEVELAND BRIDGE & ENGINEERING CO., LTD.,
DARLINGTON, ENGLAND.
Bridge Builders and Contractors.

Laytown Bridge, on the Great North of Ireland Railway. These Twelve Cylinders were sunk by pneumatic pressure.

SPECIALISTS IN DEEP WATER FOUNDATIONS.

Contractors for the New HIGH LEVEL Bridge over the Tyne at Newcastle about half a mile long, carrying four railroads for the N.E.R. Co.



O início da construção em Natal:

- **Em 26 fevereiro de 1912** chegava em Natal o Vapor inglês “**Artist**” com os engenheiros Drs. **Stephen** e **Beit** e o “**maquinário**”, segundo o jornal Republica em 27.02.1912.

(Frederick William Stephen e Rupert Owen Beit)

- **Em 26 de agosto 1912, teve início a obra.**
O Dr. **João Proença**, diretor-presidente da **Companhia de Viação e Construções** “lançou a 1ª pá de concreto” (A República – Várias - 27.8.1912)



A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



THE YORKSHIRE POST. FRIDAY, JANUARY 5, 1912.

BIG BRAZILIAN CONTRACTS FOR DARLINGTON ENGINEERS.

In connection with projected extensions of the Rio Grande do Norte Central Railway of Brazil, one of our correspondents wires that he is authoritatively informed that the tender submitted by the Cleveland Bridge and Engineering Company (Limited), of Darlington, for the construction of a new steel viaduct to carry the railway over the River Potengi, at a point five miles distant from the port of Natal has now been accepted in preference to other tenders submitted from North America and Germany. The bridge will consist of ten spans, each 50 metres in length, and the piers will be carried on single cylinders, taken down by means of compressed air, to an average depth of twenty metres below low-water level. There will be footways for pedestrian traffic carried upon cantilevers outside the main girders. The value of this contract exceeds £100,000, and the work is to be completed within two years. A further contract of the value of £20,000 has also been awarded the same firm for the construction by means of screw-piling, of a new wharf at the harbour of Natal, the sea-port capital of the province of the Rio Grande do Norte, Brazil.

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



FUNDAÇÕES:

- 9 BLOCOS de Concreto Armado

- 7,30 x 2,40 m na superfície e D=6,00 metros até profundidades variáveis de 10 a 12 m pós fundo de rio.

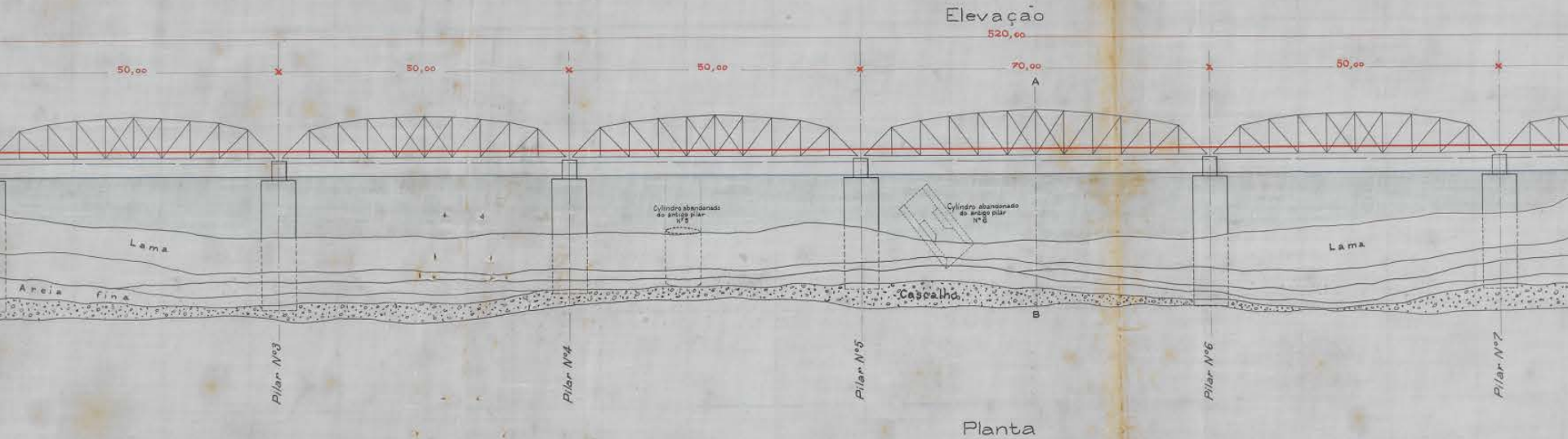
-Volume total Aprox. Pelo ORÇAMENTO Oficial:

=>Concreto assentado com ar comprimido: 940,00 m³.

=>Concreto assentado ao ar livre:..... 6.310,00 m³

E.F.C.R.G.N.

Ponte de 520 metros sobre o Rio Potengy
(Projecto com um Vão central de 70 metros e nove de 50^m)



Projeto do Eng. G. C. Imbault - Cleveland Bridge

adotado pela CVC.

VISTA FRONTAL (à montante) e
PLANTA BAIXA - 1914. "As built"

Escala 1:500

Rio de Janeiro, 20 de Fevereiro de 1914
COMPANHIA DE VIATION & CONSTRUÇÕES
João Julius de Carvalho
Diretor-Técnico

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA

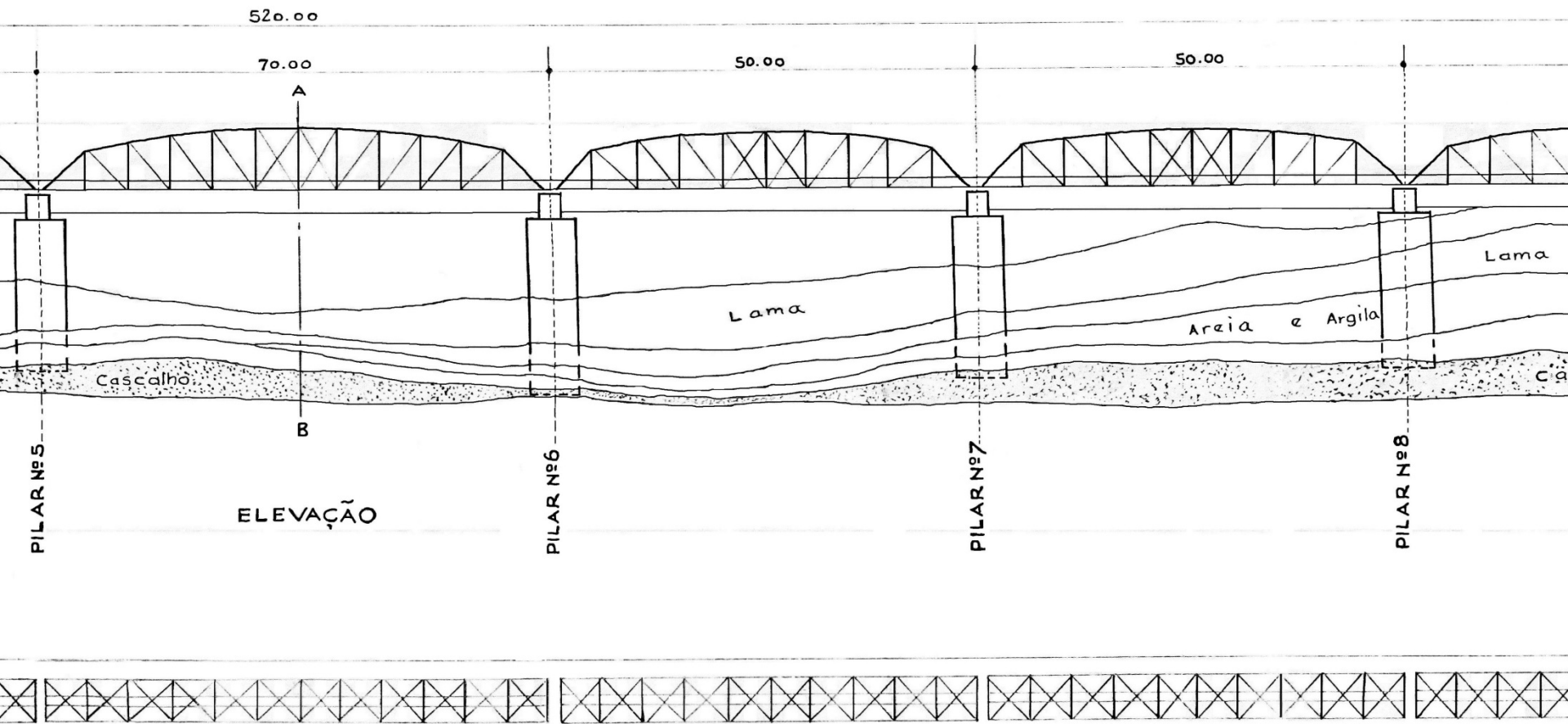
Projeto de G. C. Imbault - Cleveland Bridge



IBRACON

PONTE SOBRE O RIO POTENGY

VISTA FRONTAL(à montante) e PLANTA BAIXA -1911.

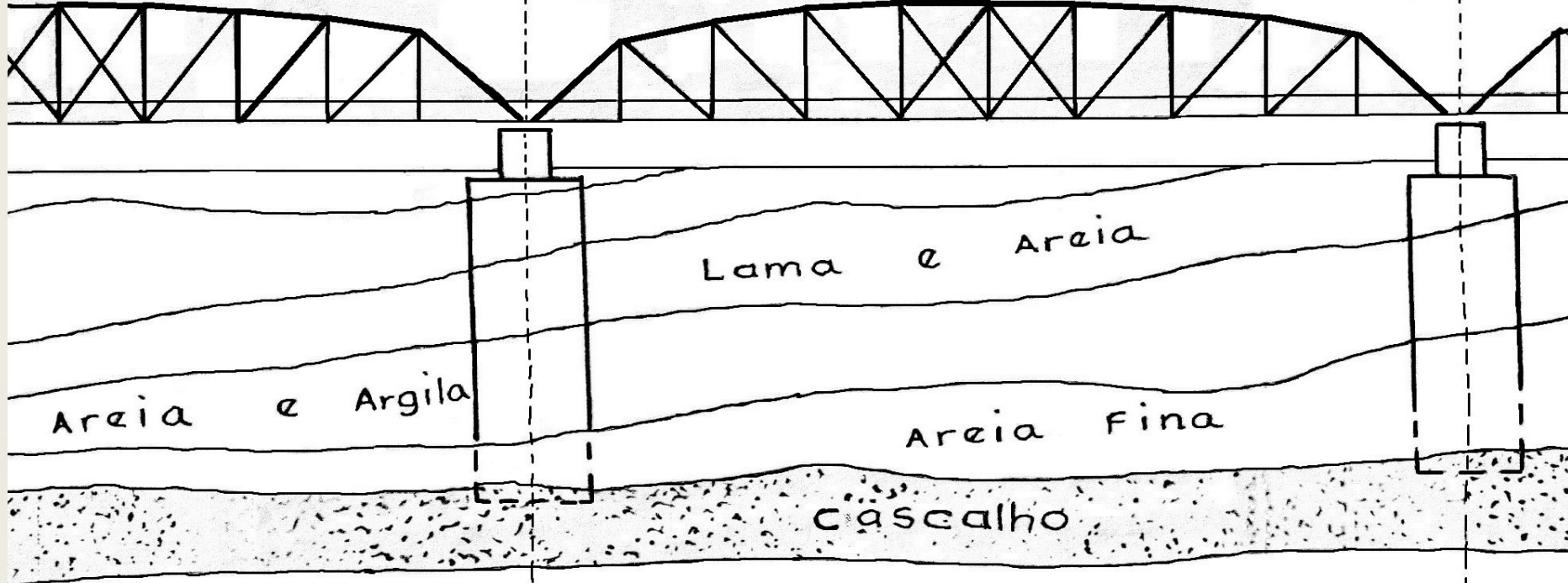


Projeto de G. C. Imbault - Cleveland Bridge

50.00

50.00

PONTE SOBRE O RIO POTENGY



PILAR Nº 8

PILAR Nº 9

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.

Projeto de G. C. Imbault - Cleveland Bridge



PONTE SOBRE O RIO POTENGY

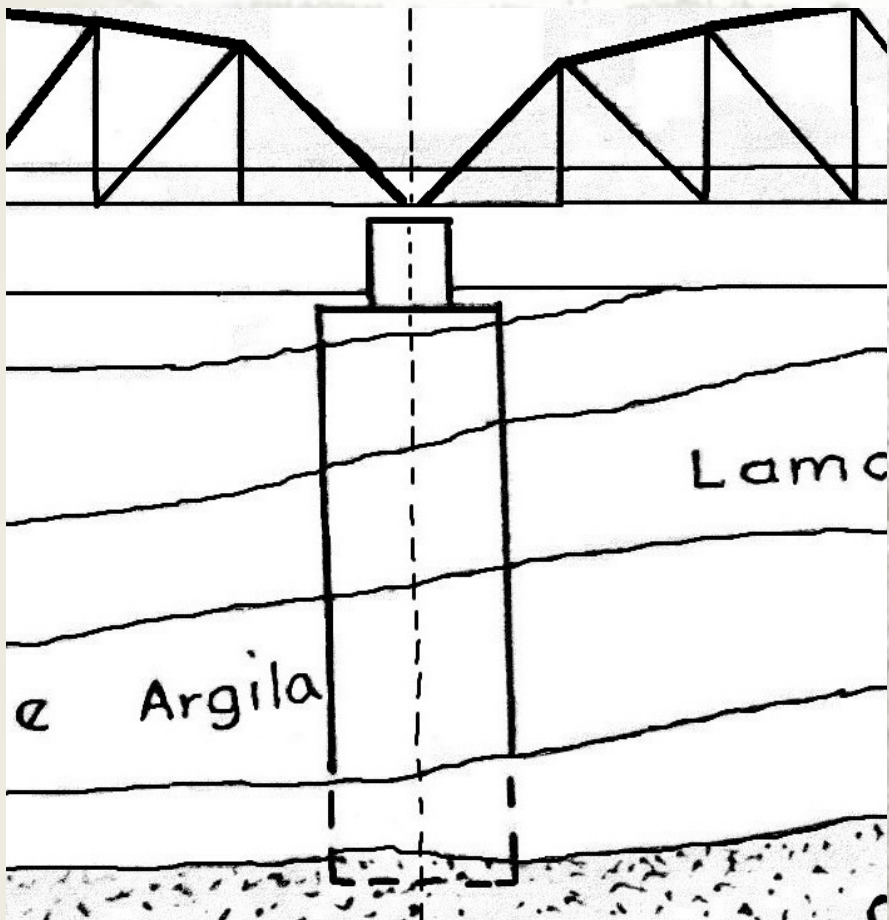
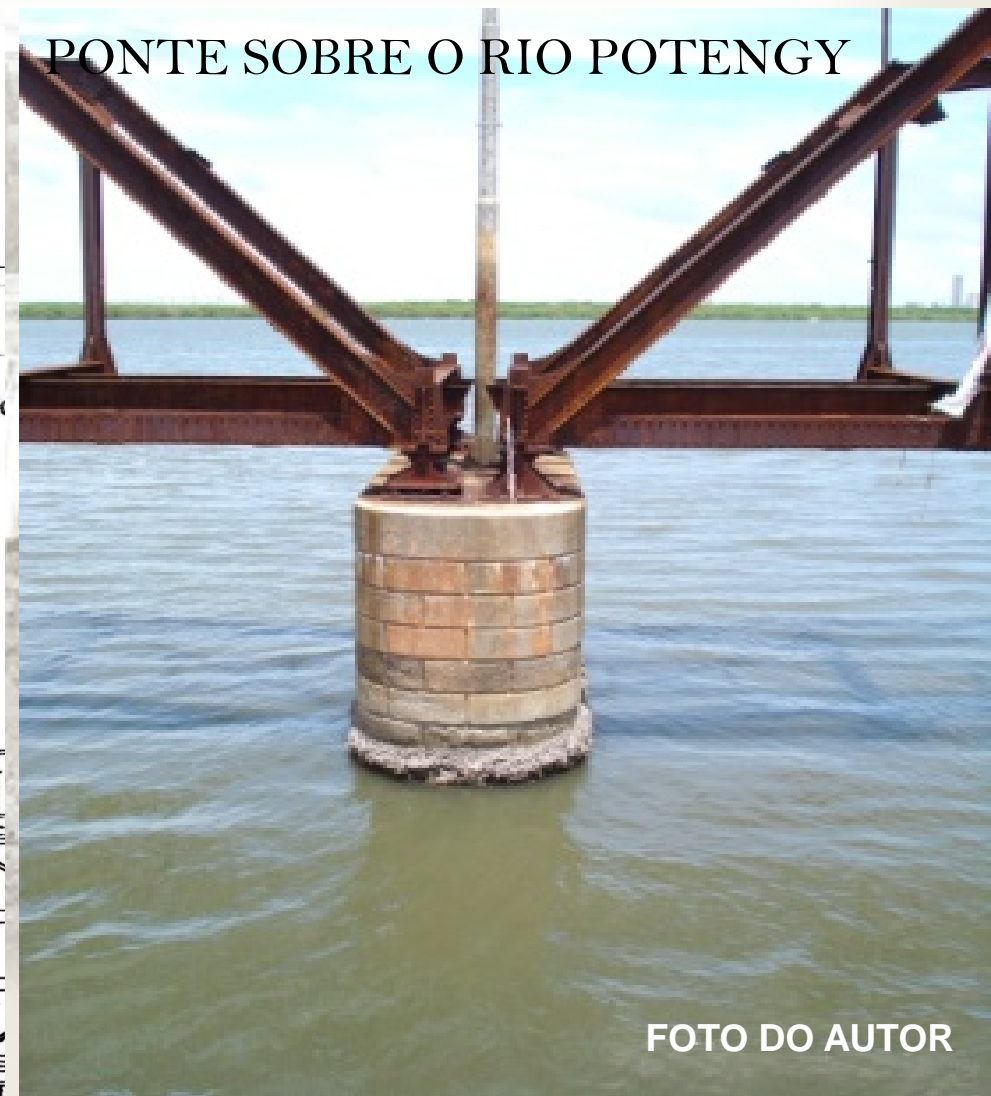
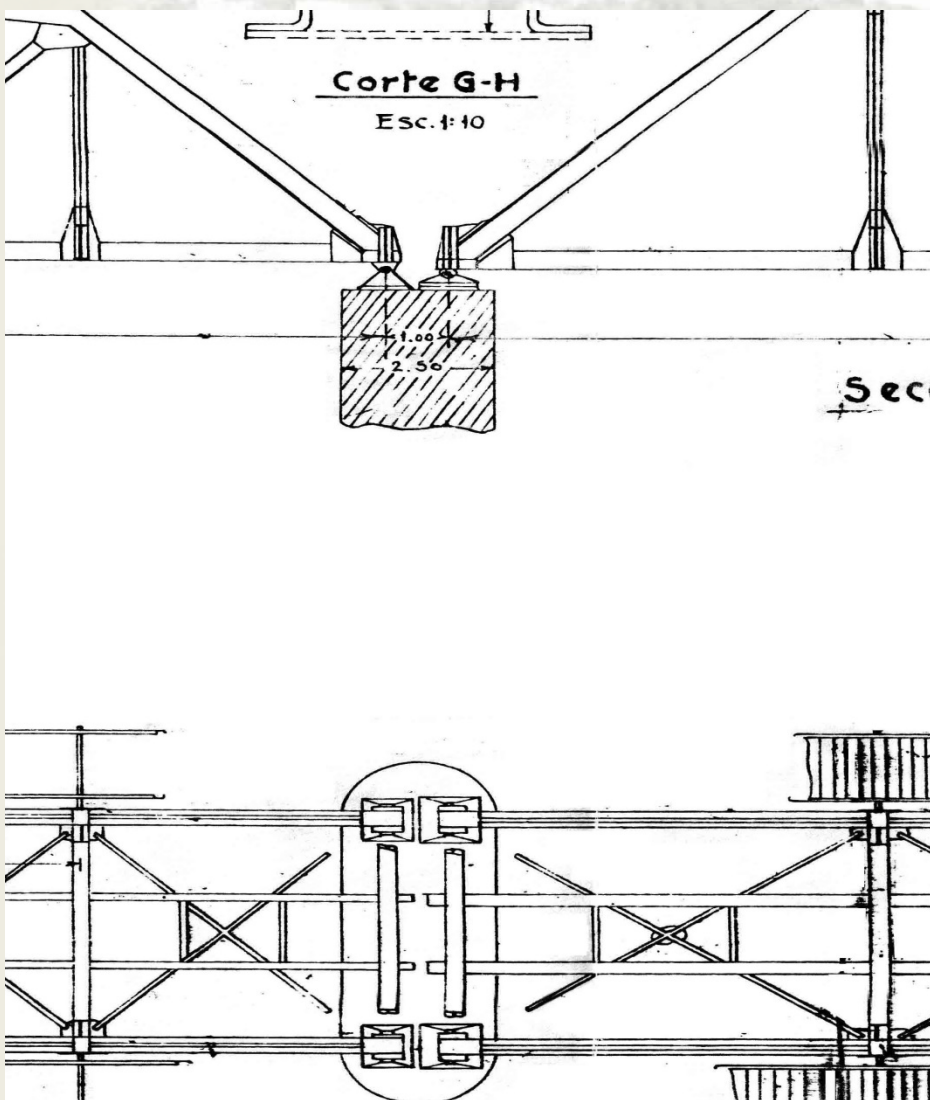


FOTO DO AUTOR

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



Projeto de G. C. Imbault - Cleveland Bridge

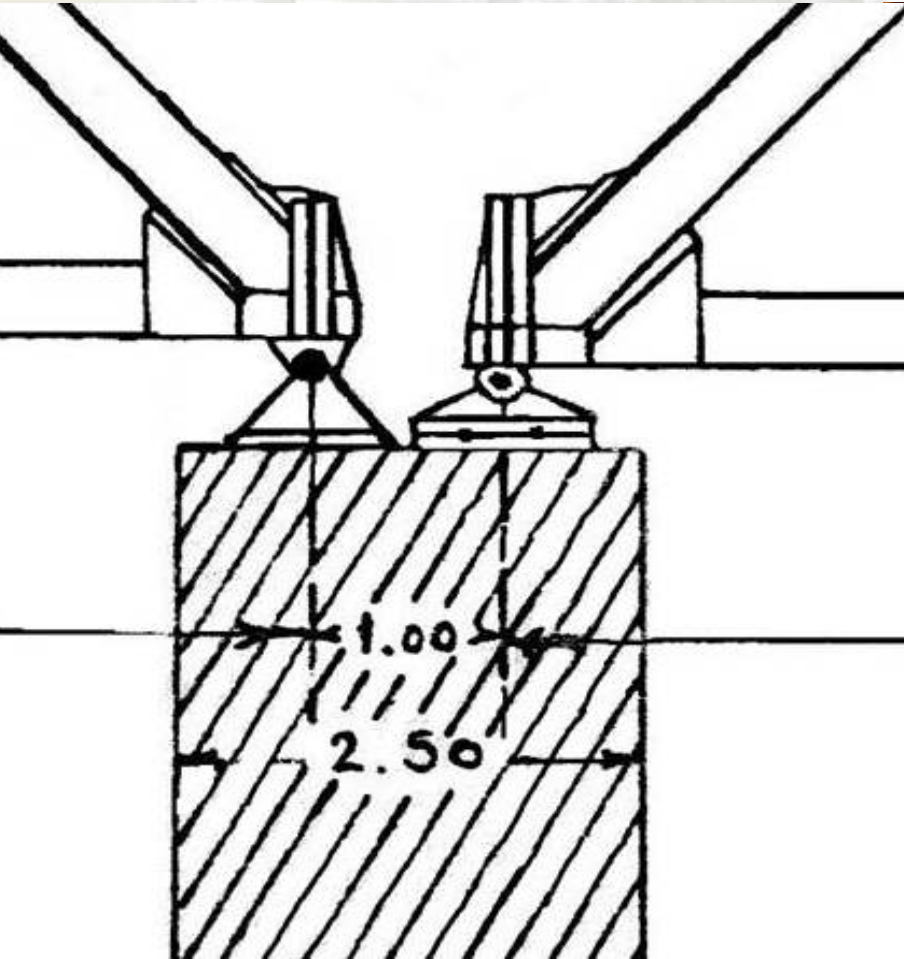


PONTE SOBRE O RIO POTENGY

FOTO DO AUTOR

Projeto de G. C. Imbault - Cleveland Bridge

PONTE SOBRE O RIO POTENGY



Projeto da Cleveland Bridge:

- 09 Vãos de 50,00 m cada
- 01 Vão Central mais à margem esquerda de 70,00 m. (Alterado por razões técnicas e...).
- 520,00 m.
- Fabric.Aço: **FRODINGHAM IRON & STEEL Co Ltd, DORMAN LONG e LANARKSHIRE.**
- 6.500 toneladas de aço.
- 1.472 toneladas de cimento. (se fossem maciços...)
- 880 toneladas (5.176 barricas)
- Rebites. Diâmetros 1/2” a 1 1/2”.
- Cada bloco de fundação foi construído pelo processo de “pneumatics wells” a Ar comprimido. Referencia livro da Cleveland recente.

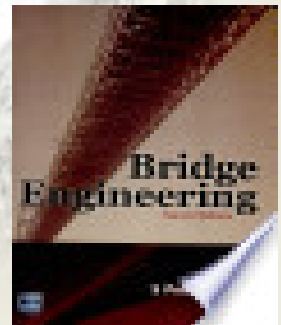
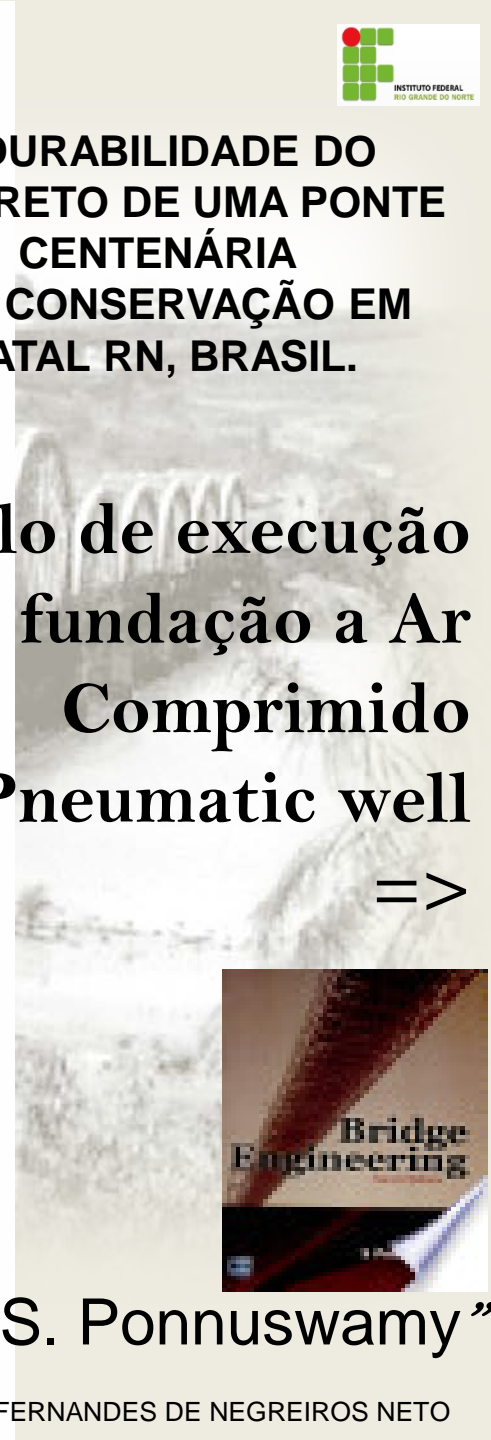
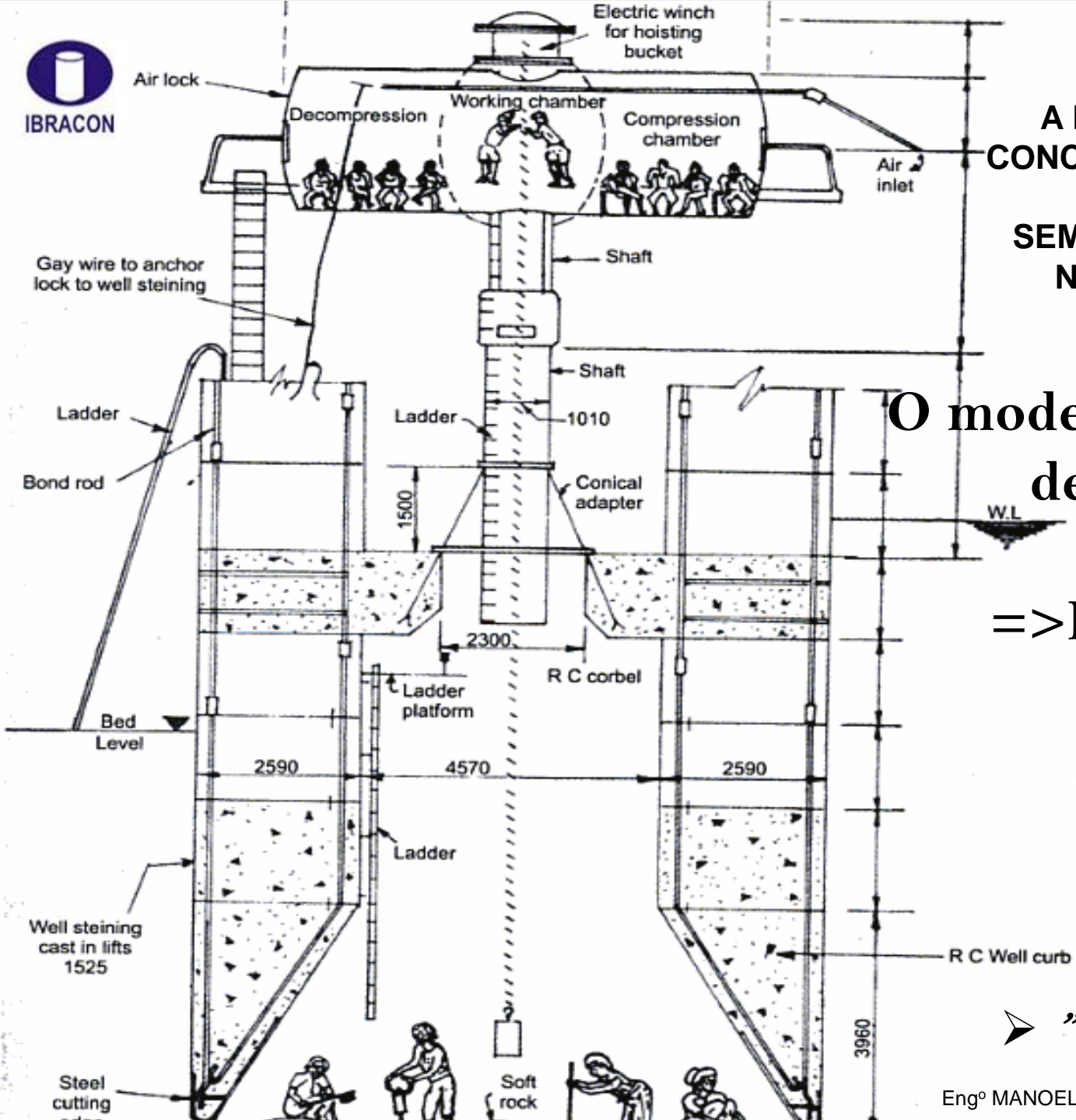
FURO: SP-9 (defronte ao P-9)		COTA DA BOCA DO FURO: 36,050							
Profundidade (m)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO				Nível d'água	Medida de Camada	Perfil Geológico	AMOSTRADOR: SPT	PESO BATENTE: 65 Kg
	GOLPES/30cm		GRÁFICO					REVESTIMENTO: 21,2"	ALTURA DE QUEDA: 75 cm
	F	C	10	20				30	40
02	02								
02	02								
02	02								
02	02								
5,00	02					4,10			
03	04								(1) Areia fina e média, com pedregulho de quartzo e matéria orgânica, cinza, fôra.
04	04								(2) Argila orgânica, com conchas marinhas, preta, de consistência variando de mole à muito rija.
16	18					8,50			(3) Areia fina e média, silto-argilosa, com pedregulho de quartzo, matéria orgânica e conchas marinhas, cinza escura, de medianamente compacta à compacta.
23	26								
10,00	30								
36	37								
40	41					12,50			
46	50								
52	54								(4) Areia de textura variada, com pedregulho de quartzo,

Gentileza da
GEPE
 Engenharia

Variável com a oscilação da maré

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.

O modelo de execução de fundação a Ar Comprimido => Pneumatic well =>



➤ **”S. Ponnuswamy”**

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



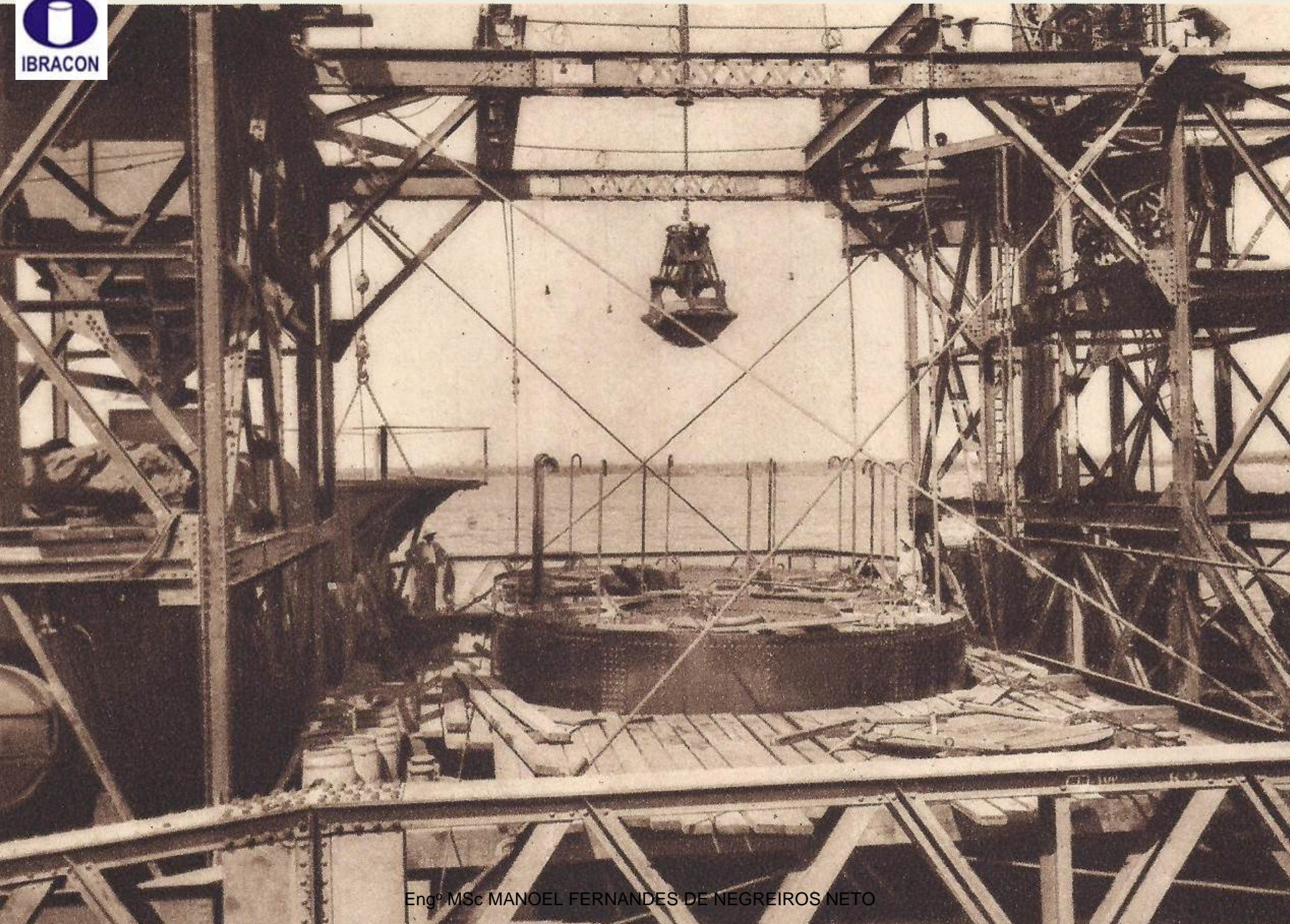
O modelo de execução de fundação a Ar Comprimido

Sistema que a Cleveland usava para plotar um caixão cilindro que iria ser afundado para trabalhar a ar comprimido . Foto foi tirada na ponte sobre o Rio do Baixo Zambezi mas que para os Portugueses era a ponte Dona Ana. Entre Sena e Mutarara, Moçambique.

Fonte: Catálogo da *The Cleveland Bridge and Engineering Co. Ltd.* Editado em 1935.



A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA



A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



MATERIAIS E EQUIPAMENTOS USADOS:


No concreto dos blocos de Fundações:

Traço do concreto recomendado do autor engenheiro frances Joseph Claudel (Ed. 1885)

- Brita granítica marroada à mão e britada;
- Brita de seixo rolado;
- Areia de rio bem graduada;
- Água potável de boa qualidade.
- Cimento trazido da Inglaterra em barricas do *Associated Portland Cement Manufacturers Ltd. (Blue circle)*

MATERIAIS USADOS: Análise do Cimento Inglês

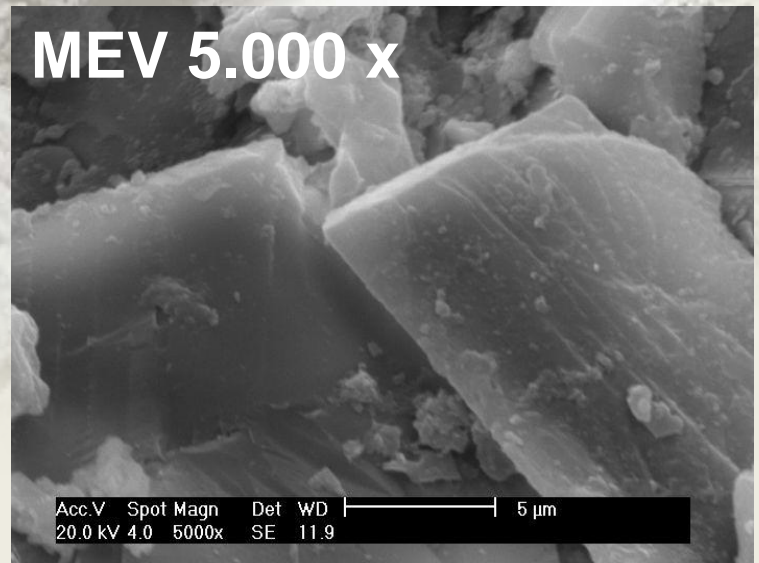
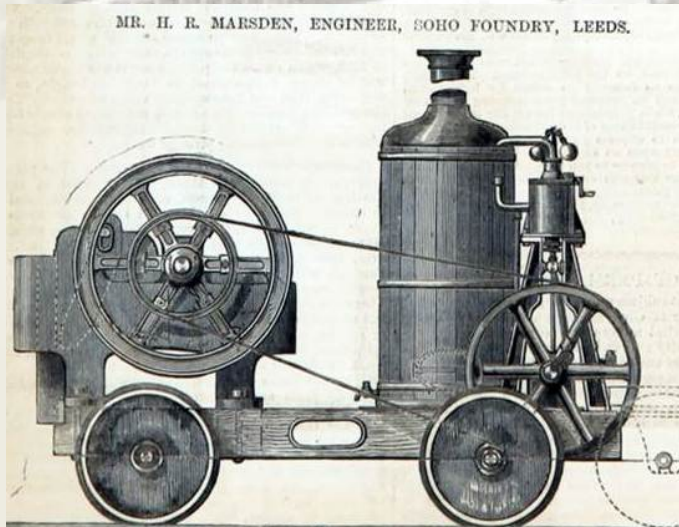
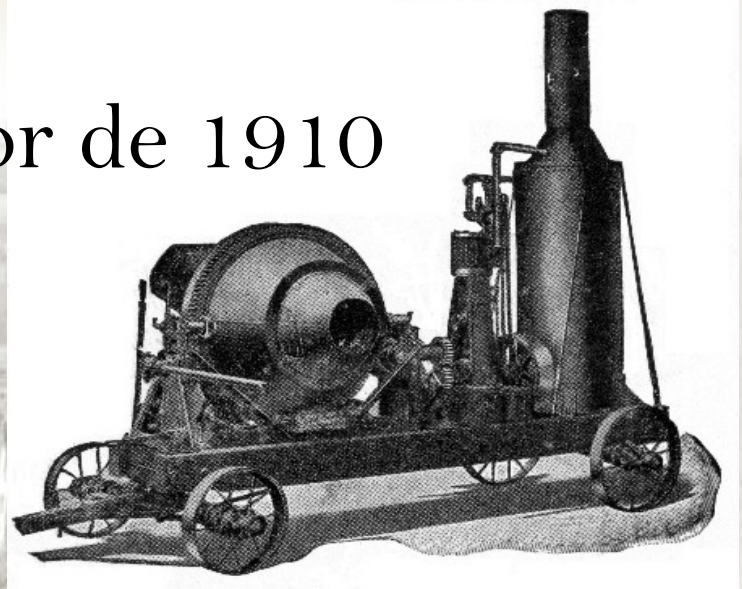
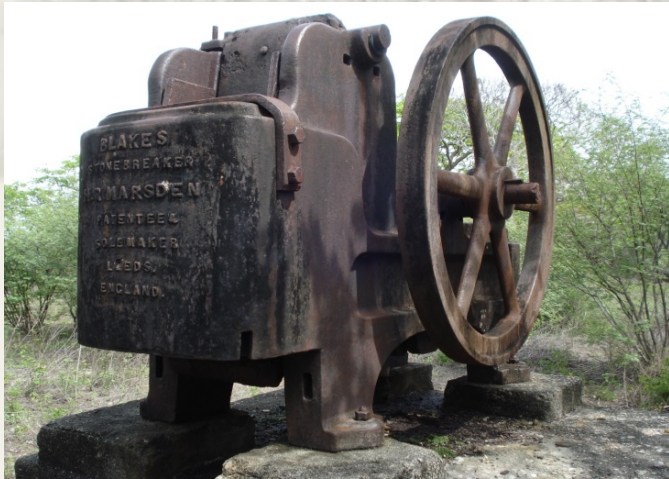
DRX-Difração de raio X. ensaiado em **25.04.2012** – UFRN

Nome	Porcentagem
Silicato de Cálcio hidratado $\text{Ca}_2 \text{SiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	74,3%
Katoite $\text{Ca}_3 \text{Al}_2 (\text{SiO}_4) (\text{OH})_8$	15,8% 
Portlandite $\text{Ca} (\text{OH})_2$	9,9%

“...Larger quantities of katoite were given by some older Portland cements.” Taylor (1997)

Equipamentos usados:

Betoneira e britador a Vapor de 1910



A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



Fluorescência de Raios-X – FRX.



CONCRETO

ÓXIDOS

%

SiO₂

43,59

CaO

28,28

Al₂O₃

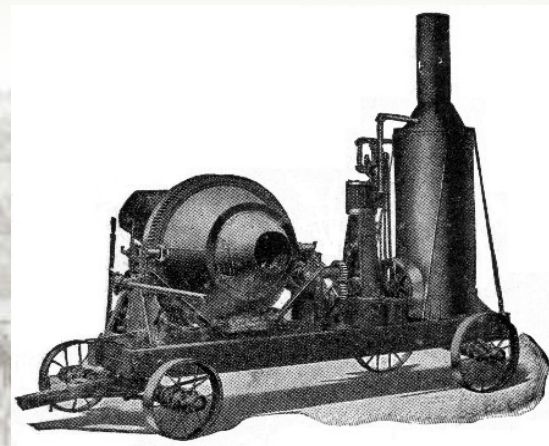
8,15

K₂O

3,68

Fe₂O₃

3,35



Testemunho pilar 9

CONCRETO DA VELHA PONTE:

Alguns resultados:

- 35 Mpa
- Cloretos: 5cm
- Carbonatação: 2 cm
- pH 7
- % Cl na massa: 0,17
(APHA 4110 - até 0,44)
- Porosidade: 6,8%

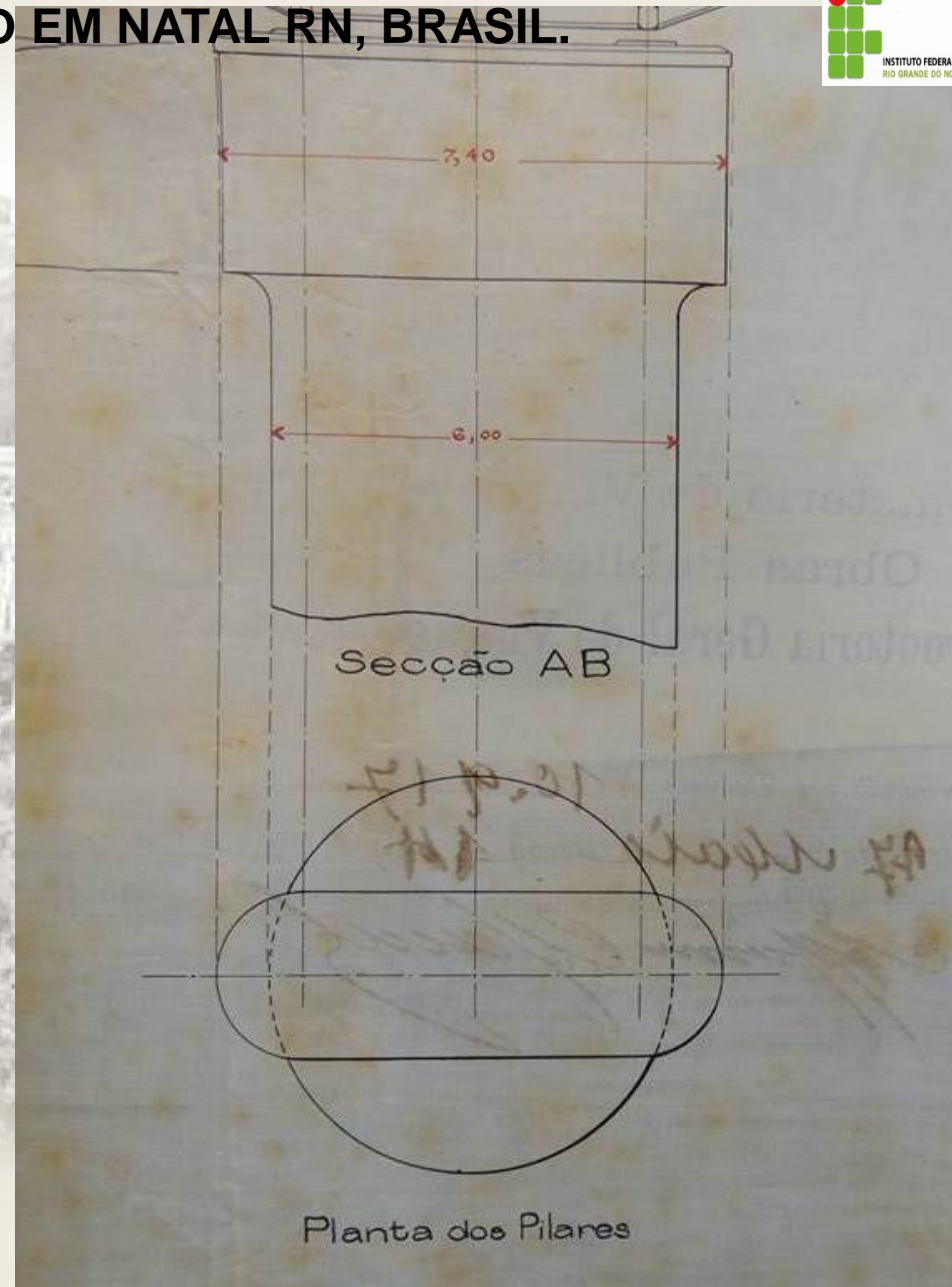


EXTRAÇÃO DE TESTEMUNHOS

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



**PLANTA DOS
PILARES BLOCOS
NO POTENGY =
Como, realmente,
são as enigmáticas
fundações da ponte
de Igapó.**



A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



**MAQUETE DAS
FUNDAÇÕES**
Como,
realmente, são as
enigmáticas
fundações da
ponte de Igapó.



Projeto da treliça de 50 m:
Álvaro Negreiros

**MAQUETE EM ESCALA
1:100 DO AUTOR**

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.

Cabeceira-encontro da margem direita do Potengy



IBRACON



INSTITUTO FEDERAL
RIO GRANDE DO NORTE

Pilar N 9

*Chegada à
Ponte do Potengy*

Foto
de
1914:

Album fotográfico Eng° E. Parisot
(1913-1919).
Acervo de Wagner N. Rodrigues



Cleveland Bridge Co.

Linha de ligação



A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.

viduância de um var de 50.00.

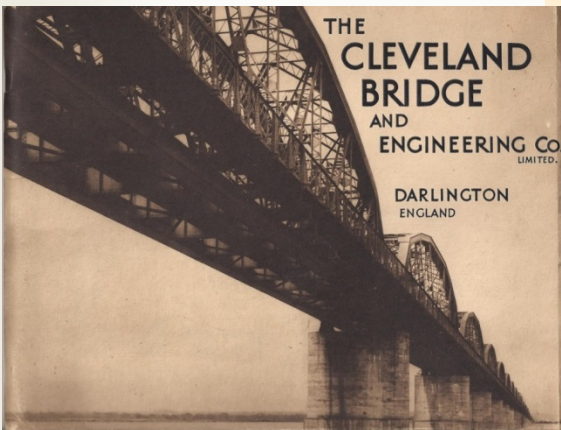
Como se assentava os vãos metálicos nos pilares



1914

Album fotográfico Engº E. Parisot (1913-1919).
Acervo de Wagner N. Rodrigues

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



BRIDGES

	Page
VICTORIA FALLS BRIDGE, RIVER ZAMBESI	7
KING EDWARD VII BRIDGE, RIVER TYNE, NEWCASTLE	8
BLUE NILE BRIDGE, KHARTOUM	11
CARMARTHEN BRIDGE, RIVER TOWY	12
GOZ ABU GUMA BRIDGE, WHITE NILE	15
POTENGY BRIDGE, NEAR NATAL, BRAZIL	16
NORTH SEATON VIADUCT	..
BOOTHFERRY BRIDGE,	..

BUILDINGS, STRUCTURES GENERAL CONTRACTING

COVENTRY POWER STATION
WORKSHOP AT WILLESDEN
PADDINGTON GOODS STATION
CARDINGTON AIRSHIP SHED
KARACHI AIRSHIP MOORING MAST
AEROPLANE HANGARS
TILBURY LANDING STAGE

THE CLEVELAND BRIDGE AND ENGINEERING Co. LTD.

DARLINGTON, ENGLAND.



BRIDGE OVER THE RIVER POTENGY, NR. NATAL, BRAZIL

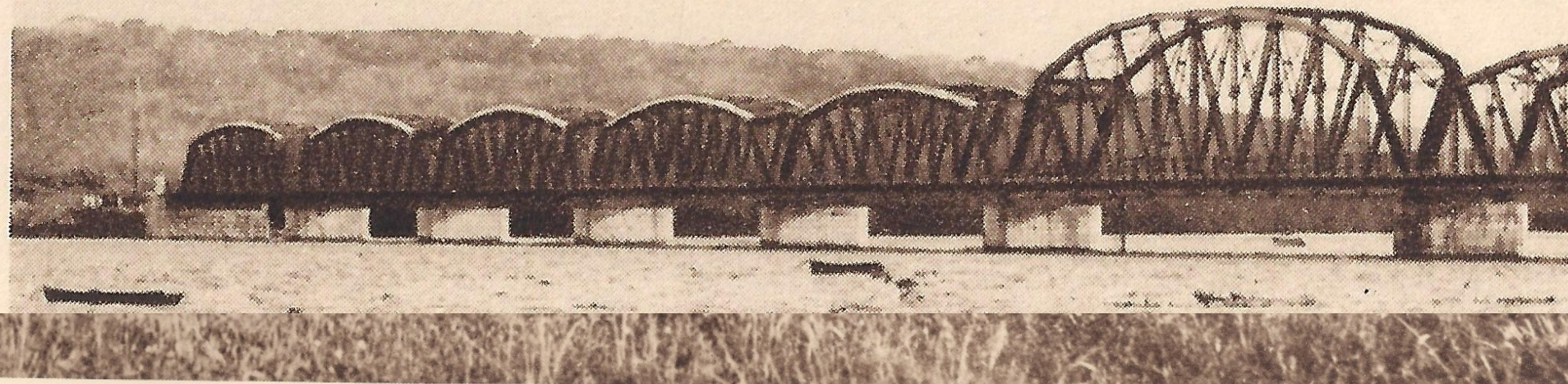
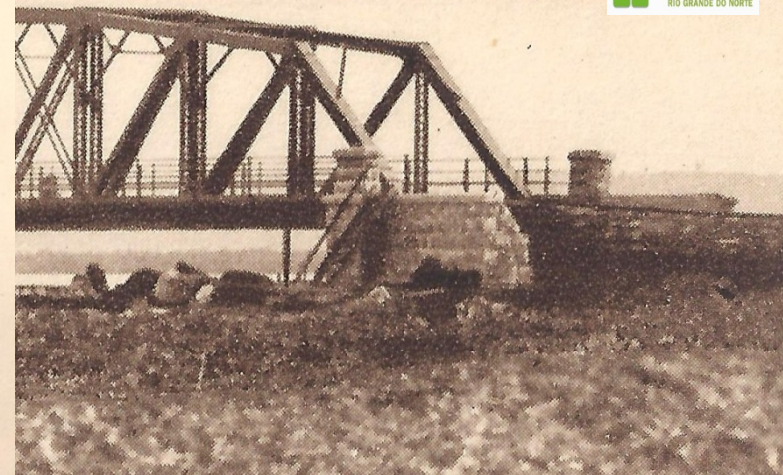
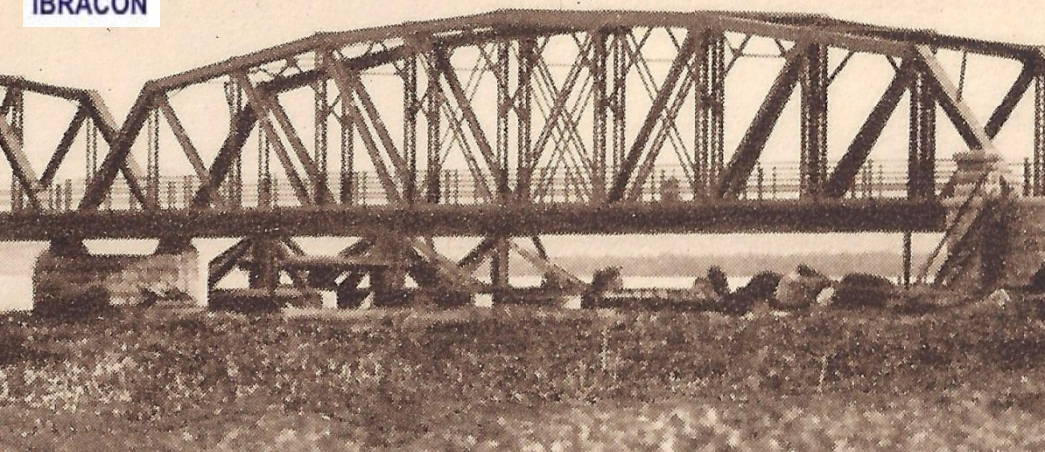
Date of completion 1914.

Nine spans of 50 metres and one of 70 metres. Steel cylinders 20 feet diameter, sunk under compressed air.

The whole of the work, including the foundations, was carried out by The Cleveland Bridge & Engineering Co. Ltd.

POTENGY BRIDGE, NEAR NATAL, BRAZIL

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



POTENGY BRIDGE, NEAR NATAL, BRAZIL

Acervo: Engº MSc MANOEL FERNANDES DE NEGREIROS NETO

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



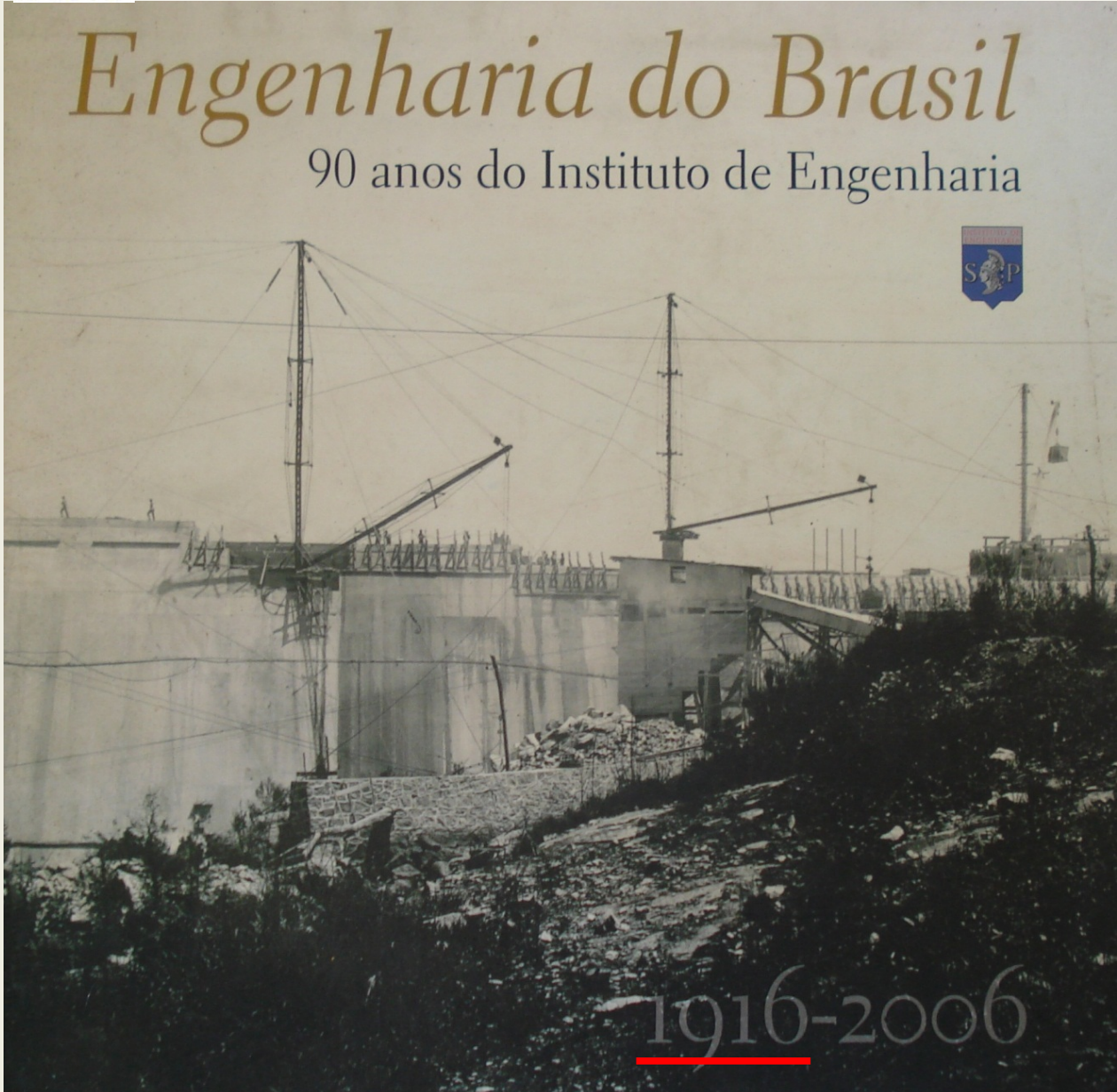
Pilares
perfeitamente
nivelados e
alinhados.



Foto: Esdras Rebouças Nobre. www.fotosdenatal.com.br



A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO EM NATAL RN, BRASIL.



11
O desenho da nação
1916-1932

55



As pesquisas do L.E.M. permitiram criar a primeira fábrica moderna de cimento portland do Brasil, em 1926.

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA SEM CONSERVAÇÃO



Vista da ponte de Igapó. Imagem tomada do último vagão de um trem em movimento no dia 16 Junho **1939. Vinte e tres anos após a inauguração** Ainda não havia o piso para passagem de veículos. Foto de José Guará. Em <http://www.facebook.com/domingos.guara>



Foto de José Guará
16.6.1939

A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA



Primeira ponte concreto inaugurada em 26 setembro 1970 PONTE COSTA E SILVA



DETALHES

- *PINTURA COR ALUMÍNIO 1º VÃO. DEMAIS EM ZARCÃO.
- *CONJUNTO NORDESTE


fotos Antigas

GENTILEZA
JAECI JÚNIOR

Uma ponte para uma REFLEXÃO PARA CONSERVAÇÃO DE PONTES HISTÓRICAS NO BRASIL.



Foto cedida Eng. Nadelson

AGRADECIMENTOS A ORGÃOS, EMPRESAS E PROFISSIONAIS QUE COLABORARAM:

- AJAX
- Aldemir Fernandes
- Anderson T. de Lyra
- Arq. João Mauricio
- Arq. Moacyr Gomes
- Arquivo da Marinha.
- ARQUIVO NACIONAL
- Arts Métiers Magazine
- BAUDIN CHATEAUNEUF
- Bob Forrester.
- BOTAMAX
- Canoeiros do Potengi
- CBTU-Natal-Erly Bastos
- Christian Legrand
- CLEVELAND BRIDGE.
- Clube Engenharia RJ
- Clube Engenharia RN
- CONSULADO REINO
- CREA/RN
- DIÁRIO DE NATAL
- ÉCOLE D ARTS MÉTIERS
- Eng Adalberto Carvalho
- Eng. José Pereira
- Eng. M. A. Cavalcanti
- Eng. NADELSON FREIRE
- Eng. Trevor
- Eng. Dr. Fabio Pereira
- ENGEAL
- Esdras R. Nobre
- Família R. Iglésias.
- Família Eng. J. Benevides
- Família F. Matoso.
- Família M. O. Cavalcanti
- FIERN/SENAI/CTGAS
- Fred Nicolau.
- FUNDAÇÃO RAMPA
- Geo. Edgard R. Dantas
- Hubert Labonne
- IAPHACC
- Iate Clube do Natal/Bosco
- IFRN/Eng. Euripedes
- IHGRN / E. Petrovich
- INTERNORTH
- Irmãos João e C. Galvão.
- Ivanilson (Novinho)
- Jailson e Daniel
- Manuzinho.
- Médico Olimpio Maciel.
- Michel Colombot
- NOVOJORNAL
- Profa. Jaquelia Brito
- Profs O. Santos/Vitória
- Promotor João Batista
- R. Arrais/William P.
R. Marinho
- Rapaziada Potiguar.
- RFFSA
- Ricardo Tersuliano
- SENAI-CTGAS-ER
- Sr. A. Modrach
- Sr. Andre Lopes
- Sr. Arruda Mariano
- Sr. Atualpa da ARFFSA
- Sr. Canindé DER/RN
- Sr. William Collier
- Sr. Wilson Collier
- STRUCTURAE
- UFRN - Dep. Geologia
- UFRN - Dep. História
- UFRN –Dep. Eng. Civil
- UFRN-NEPG
- UFRN - PPGAU

- Consul RU-NATAL/RN
- UNP –Hênio/Maurílio.
- Wagner N. Rodrigues.



A DURABILIDADE DO CONCRETO DE UMA PONTE CENTENÁRIA



Foto: Esdras Rebouças Nobre. www.fotosdenatal.com.br



Muito Obrigado !
manoelnegreirosneto@hotmail.com