



REPÚBLICA DE ANGOLA  
MINISTÉRIO DA CONSTRUÇÃO  
**LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE ANGOLA**

# OBSERVAÇÃO ESTRUTURAL DAS PONTES 17 DE SETEMBRO E 4 DE ABRIL

AUTORIA  
Júlio Fonseca

5.º ENCONTRO TÉCNICO-CIENTÍFICO DOS LABORATÓRIOS DE ENGENHARIA DA CPLP

Luanda – 10 de Março de 2014

# ÍNDICE

**1.- Introdução**

**2.- Conceitos**

**3.- Ponte 17 de Setembro**

**3.1.- Localização e descrição da obra de arte**

**3.2.- Sistema de Observação Instalado**

**4.- Ponte 04 de Abril**

**4.1.- Localização e descrição da obra de arte**

**4.2.- Sistema de Observação Instalado**

**5.- Resultados e equipamentos utilizados na observação das pontes**

## 1.- INTRODUÇÃO

ESTA COMUNICAÇÃO PRETENDE DIVULGAR OS TRABALHOS QUE O LEA E O LNEC, DANDO RESPOSTA A UMA SOLICITAÇÃO DO INSTITUTO DE ESTRADAS DE ANGOLA, VÊM REALIZANDO NA PONTE SOBRE O RIO KWANZA, 17 DE SETEMBRO, NA CABALA E NA PONTE SOBRE O RIO CATUMBELA, 4 DE ABRIL, NA CATUMBELA, TRABALHOS ESTES QUE VISAM A OBSERVAÇÃO ESTRUTURAL DESSAS IMPORTANTES ESTRUTURAS OBRAS.

NESTA COMUNICAÇÃO TAMBÉM SE FAZ UMA BREVE DESCRIÇÃO DAS PONTES 17 DE SETEMBRO E 4 DE ABRIL, DOS SISTEMAS DE OBSERVAÇÃO INSTALADOS, BEM COMO APRESENTA ALGUNS QUADROS QUE ILUSTRAM AS MEDIÇÕES EFECTUADAS.

DE NOTAR QUE O PROJECTISTA DESTAS OBRAS DE ARTE FOI O ENG.º ARMANDO RITO E OS CONSTRUTORES FORAM A EMPRESA TEIXEIRA DUARTE (PONTE 17 DE SETEMBRO) E O CONSÓRCIO ENTRE AS EMPRESAS MOTA-ENGIL E SOARES DA COSTA.

POR FIM QUERIA AGRADECER AO ENG.º LUÍS OLIVEIRA SANTOS PELA DISPONIBILIDADE E CONTRIBUTO PRESTADO PARA A ELABORAÇÃO DESTA COMUNICAÇÃO

## 2.- CONCEITOS

**A OBSERVAÇÃO ESTRUTURAL DAS OBRAS** É O CONJUNTO DE ACTIVIDADES QUE VÃO DESDE A PLANIFICAÇÃO E EXPLORAÇÃO DOS SISTEMAS DE OBSERVAÇÃO ATÉ À INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS E DO COMPORTAMENTO DESTAS OBRAS. PERMITE A AVALIAÇÃO DO SEU DESEMPENHO COM BASE EM VALORES MEDIDOS “IN SITU” E POSSIBILITA AINDA A VERIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS CONSIDERADOS NO SEU DIMENSIONAMENTO.

**O PLANO DE OBSERVAÇÃO** É UM DOCUMENTO NORMALMENTE ELABORADO ANTES DO INICIO DA CONSTRUÇÃO QUE TEM EM CONSIDERAÇÃO ÀS HIPÓTESES E OS ASPECTOS CRÍTICOS DO PROJECTO, A AVALIAÇÃO DE RISCOS POTENCIAIS E DEVE DEFINIR OS MEIOS QUE POSSIBILITEM O CONTROLO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E FUNCIONALIDADE, AO LONGO DA VIDA ÚTIL DA OBRA, E A DETECÇÃO ATEMPADA DE QUAISQUER FENÓMENOS ANÓMALOS.

**MONITORIZAÇÃO** É O CONJUNTO DE ACTIVIDADES DE OBSERVAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE OBRAS QUE PRECEDEM A TOMADA DE DECISÕES COM AS QUAIS SE COMPLETA O CONTROLE DE SEGURANÇA

“O CONTROLE DE SEGURANÇA DAS OBRAS TEM POR BASE AS ACTIVIDADES DE OBSERVAÇÃO E POR OBJECTIVO FINAL, EVITAR QUE SE ATINJAM ESTADOS LIMITES DE SEGURANÇA E FUNCIONALIDADE”



# PONTE 17 DE SETEMBRO

## 3.1.- LOCALIZAÇÃO E ~DESCRIÇÃO





CABALA



# PONTE 17 DE SETEMBRO

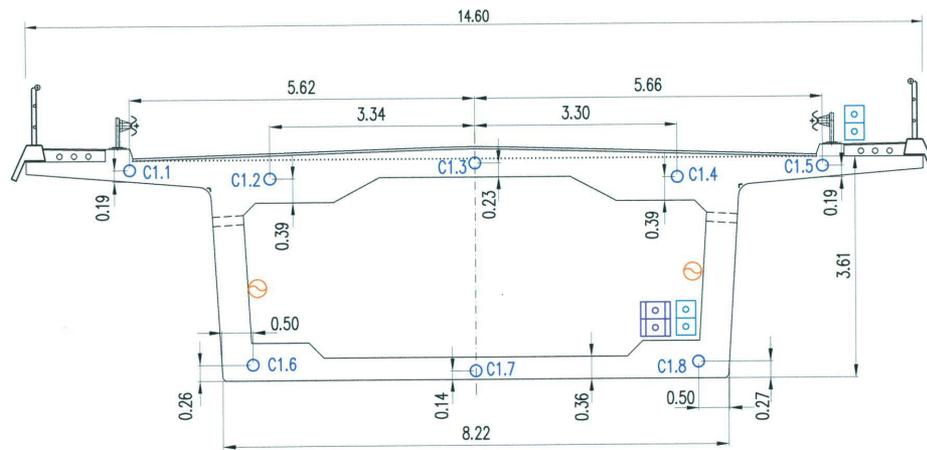
A ponte da Cabala é uma obra de arte com uma extensão total de 1 534 m, que se divide em dois módulos contínuos e independentes, separados por uma junta.



A ponte é uma estrutura de betão armado pré-esforçado, constituída pela ponte principal, sobre o leito principal do rio, e pelos viadutos de acesso. A ponte principal desenvolve-se segundo um alinhamento recto; contudo, as zonas extremas dos viadutos incluem algumas zonas curvas. Esta obra de arte comporta duas vias, uma para cada sentido do tráfego, com uma largura unitária de 3,5 m, bermas com 2,0 m e passeios com 1,8 m, perfazendo uma largura total de 14,6 m.

O tabuleiro da Ponte Principal é constituído por uma viga contínua de betão armado e pré-esforçado, em caixão unicelular, com a largura de 14,60 m e uma altura que varia entre 7,00 m e 3,00 m.

A sua secção transversal é constituída por duas almas, com 0,50 m de espessura, ligadas inferiormente por uma laje de espessura variável desde 1,00 m junto aos pilares até 0,25 m nos vãos, e superiormente pela laje que comporta a faixa de rodagem, as bermas e os passeios. Esta laje é também de espessura variável, com 0,70 m nos esquadros junto às almas e com 0,30 m na zona correspondente ao interior do caixão. As consolas são também de espessura variável entre 0,45 m junto ao encastramento nas almas e 0,20 m nas suas extremidades livres.



# PONTE 17 DE SETEMBRO

A construção do tabuleiro da ponte principal foi efectuada a partir das aduelas de cabeçamento dos pilares por avanços sucessivos em consolas simétricas.



# PONTE 17 DE SETEMBRO

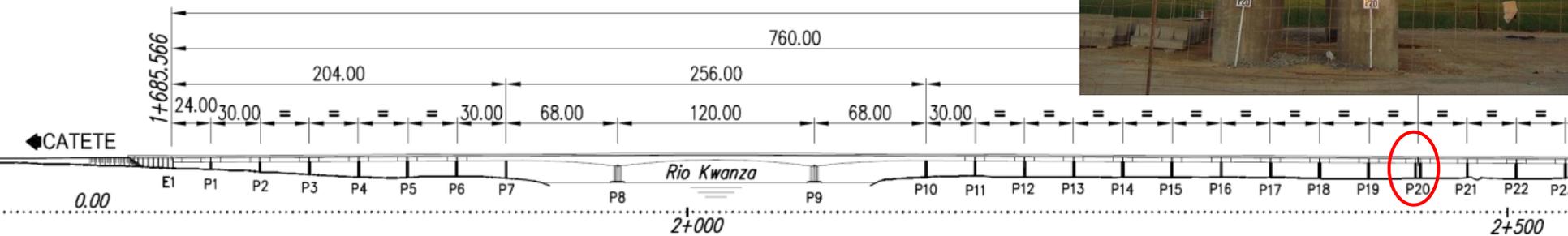
Os tabuleiros dos viadutos de acesso são constituídos por uma laje vigada, de betão armado e pré-esforçado, com duas vigas de 3,00 m de altura, ligadas por uma laje de espessura variável que se prolonga em consolas laterais.



Os tramos extremos são dotados de travessas localizadas sobre os apoios nos encontros, nos pilares de junta e nos pilares de transição.



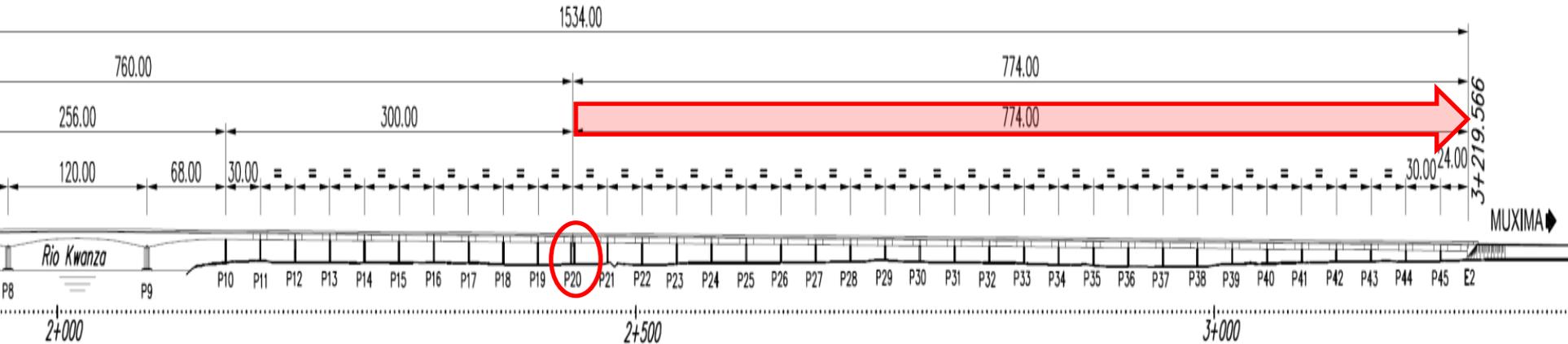
Estruturalmente, existe apenas uma junta de dilatação ao longo do desenvolvimento da obra de arte, localizada no Viaduto Sul, constituindo assim, dois módulos independentes, NORTE e SUL, ambos contínuos ao longo do seu desenvolvimento.



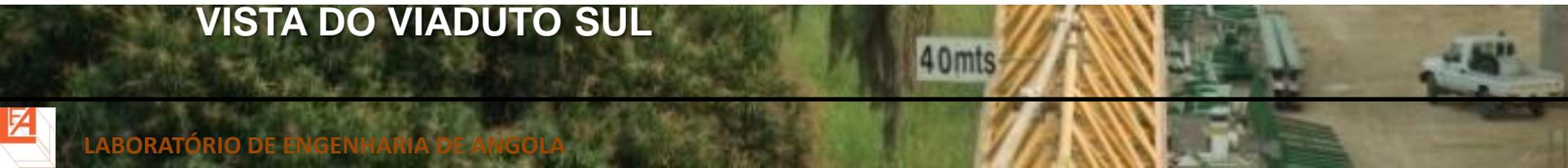


# PONTE 17 DE SETEMBRO

O Módulo Sul, com 774 m, é formado por 25 tramos de 30 m e um tramo extremo de 24 m.



## VISTA DO VIADUTO SUL



# PONTE 17 DE SETEMBRO

Os pilares centrais da ponte principal têm uma forma elíptica e apoiam-se sobre maciços de encabeçamento de nove estacas com 1,50 m de diâmetro.



# PONTE 17 DE SETEMBRO

Os pilares dos viadutos de acesso e os pilares de transição da ponte principal para os viadutos de acesso são do tipo pilar-estaca, em betão armado com uma secção transversal circular com diâmetro de 1,50 m, existindo dois pilares por secção de apoio.

Estes pilares dispõem de aparelhos de apoio do tipo —pot bearingll, unidireccionais ou fixos.



## 3.2.- SISTEMA DE OBSERVAÇÃO INSTALADO

Procede-se a medição de deslocamentos verticais, rotações e extensões em diversas secções do tabuleiro. É também controlada a evolução da temperatura ambiente e no interior do betão.

GRANDEZA	EQUIPAMENTO	UNIDADES
Deslocamento Vertical	Células de Pressão (Nivelamento Hidroestático)	8
ROTAÇÃO	Clinómetros Eléctricos	2
EXTENSÃO DO BETÃO	Extensómetros de Corda Vibrante	24
TEMPERATURA	Termómetros de Resistência	21
	Sensor de Temperatura e Humidade	1
AQUISIÇÃO DE DADOS	Datalogger Datataker DT 80G	3
	Módulos de expansão Datataker CEM 20	4
	Computador industrial Advantech Uno 2182	1

## Medição de Deslocamentos Verticais

### Células de Pressão (Nivelamento Hidroestático)



## MEDICÃO DE ROTAÇÕES

### Clinómetros Eléctricos

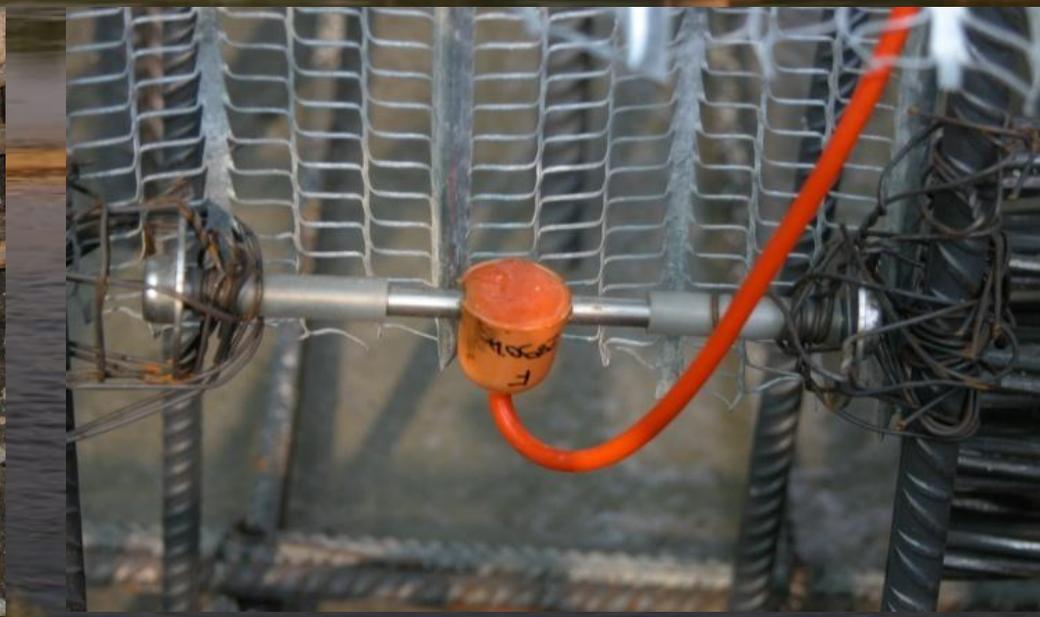


Leitura de clinómetro amovível



## MEDIÇÃO DE EXTENSÃO DO BETÃO

Extensómetros de corda vibrante no interior do betão



### Extensões de retracção



## TEMPERATURAS



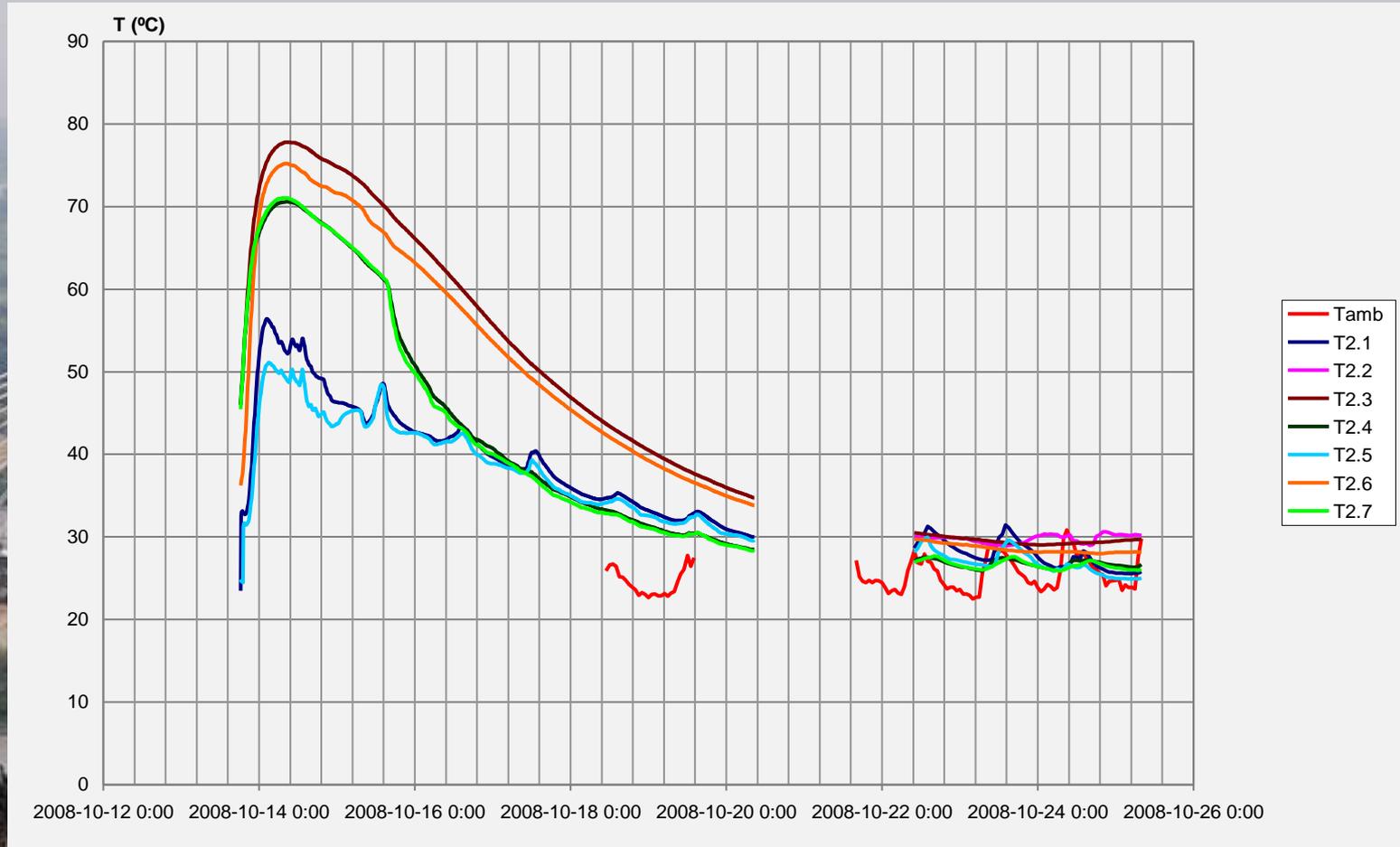
**Termómetros de Resistência**



**Sensor de Temperatura e Humidade**

# 5.- RESULTADOS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA OBSERVAÇÃO DAS PONTES

## Temperaturas na betonagem



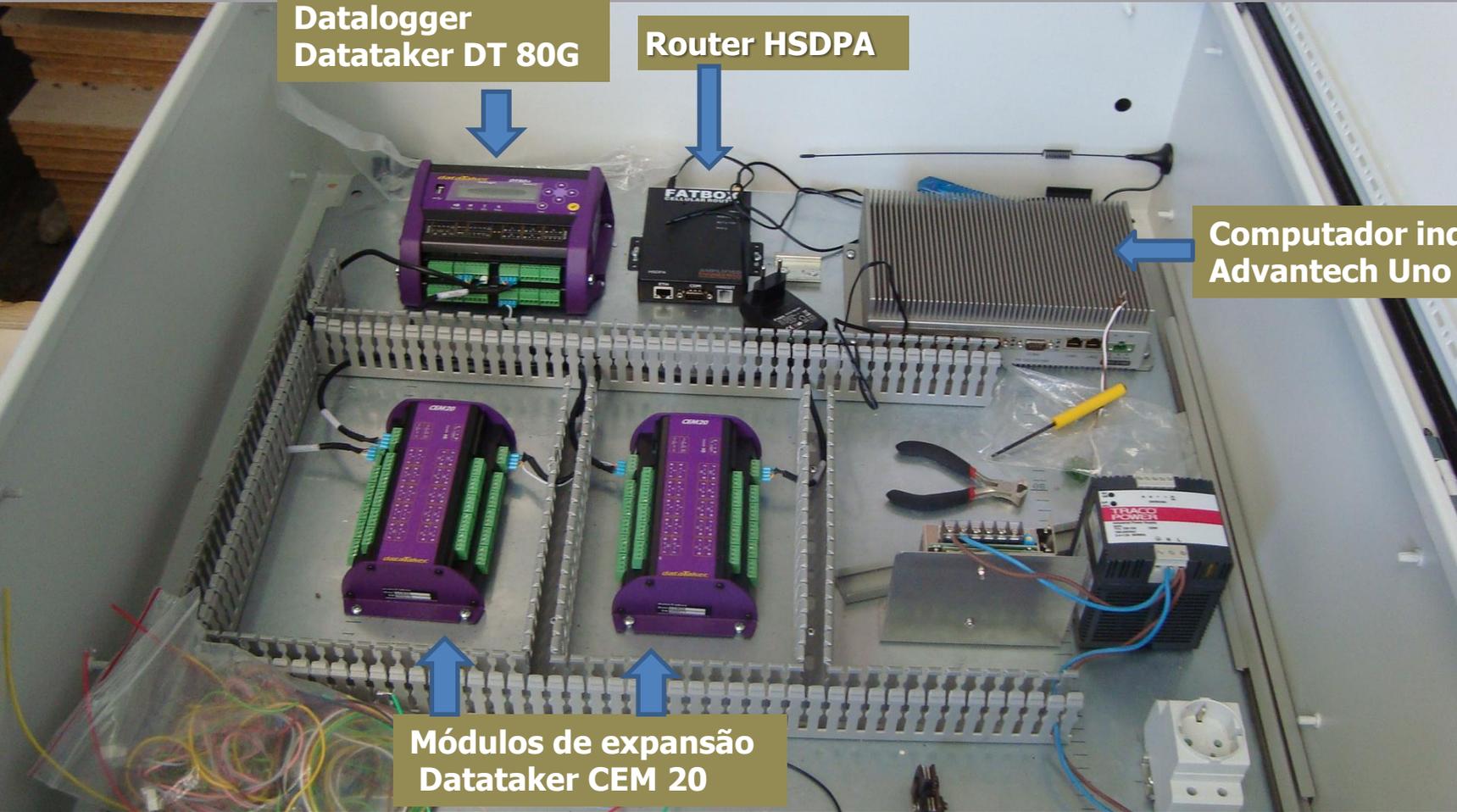
## AQUISIÇÃO DE DADOS

Datalogger  
Datataker DT 80G

Router HSDPA

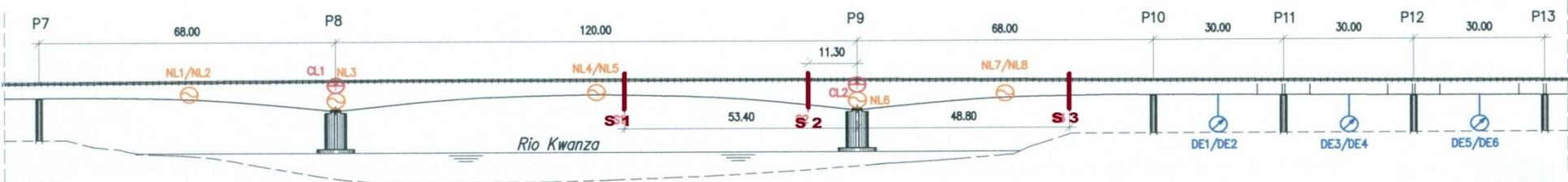
Computador industrial  
Advantech Uno 2182

Módulos de expansão  
Datataker CEM 20

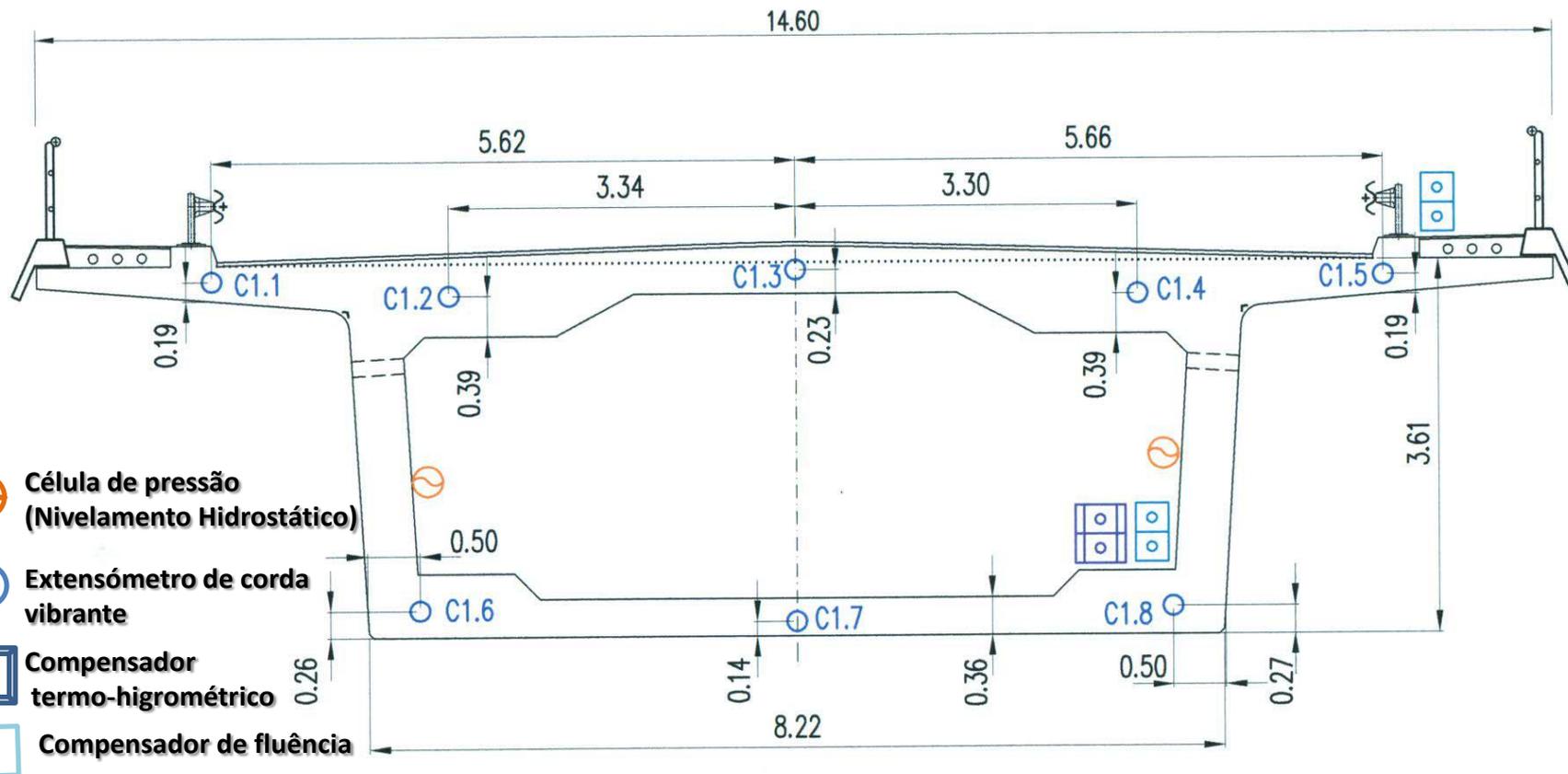


# Sistema de Observação Instalado

Foram instrumentadas 3 Secções



### SECÇÃO TRANSVERSAL S1



**“O CONTROLE DE SEGURANÇA DAS OBRAS TEM POR BASE AS ACTIVIDADES DE OBSERVAÇÃO E POR OBJECTIVO FINAL, EVITAR QUE SE ATINJAM ESTADOS LIMITES DE SEGURANÇA E FUNCIONALIDADE”**

**FIM**

**OBRIGADA PELA VOSSA  
ATENÇÃO**

