



## **Terminal Integrado de Passageiros Estaiado Ilo Dias Borba da Costa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Conprel – Construções, Projetos e Representações Ltda/Departamento de Cálculo Estrutural/iloborba@yahoo.com.br

### **Resumo**

Este trabalho refere-se ao projeto estrutural do Terminal Integrado de Passageiros Estaiado de São Cosme e Damião, que fica situado no Bairro de Camaragibe, São Lourenço da Mata/PE. Este faz parte do citado Terminal, uma cobertura de estrutura metálica de geometria elíptica, com larguras longitudinal e transversal, de 40,00 m e 120,00 m, respectivamente. A cobertura se apoia em 2 pilares de concreto armado, espaçados transversalmente de 80,00 m, com altura de 24,00 m e seção transversal circular vazada, com paredes com espessura de 0,40 m. O peso total da cobertura de estrutura metálica, bem como, as sobrecargas que atuam sobre ela, são transmitidas para o topo dos 2 pilares, através de 28 estaios de Aço CP 177 RB. Para a fixação dos estaios no topo dos pilares, foram projetados olhais com pinos de aço inox, com o objetivo de viabilizar uma eventual substituição de qualquer um deles. Foram ainda projetados blocos de ancoragem de chapas de aço, fixados na parte inferior da estrutura metálica da cobertura, que serviram de apoio para os macacos hidráulicos, que executaram as protensões dos estaios.

### **Palavras-chaves**

Terminal ; Estaiado.

### **Introdução**

O Terminal Integrado de Passageiros (TIP) São Cosme e Damião, fica localizado no Bairro de Camaragibe, na Região Metropolitana do Grande Recife/PE.

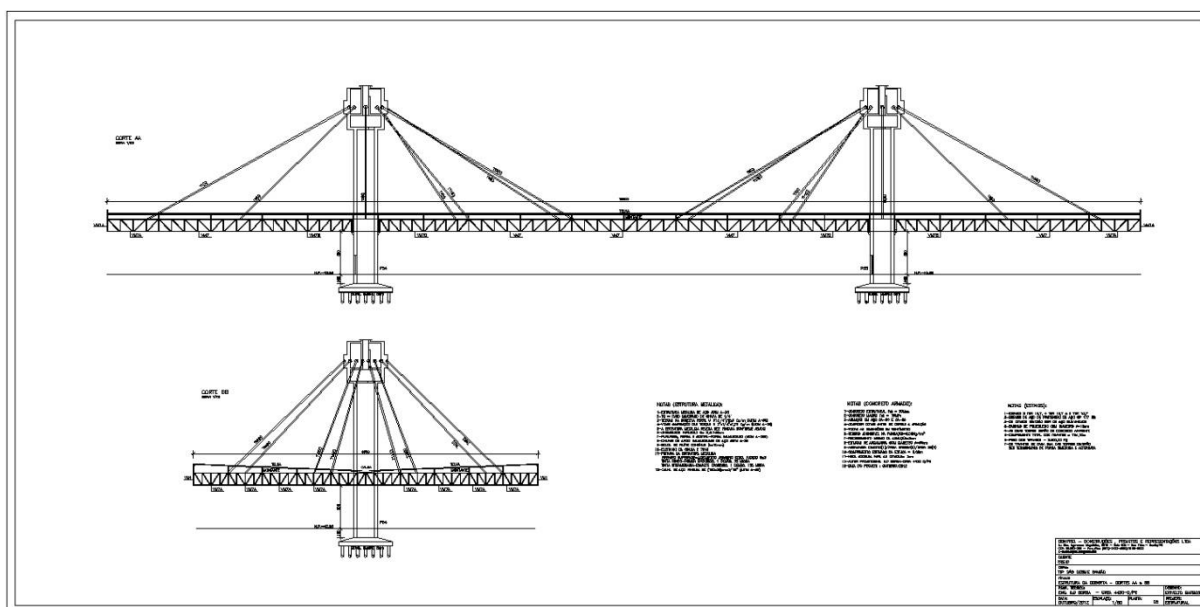
As principais Empresas que participaram do seu projeto foram:

- a) Contratante: Secid - Secretaria das Cidades do Estado de Pernambuco
- b) Construtora: Consórcio Quality / Processo Engenharia Ltda.
- c) Fiscalização: Maia Melo Engenharia Ltda.
- d) Estrutura Metálica: R.L. Construções Metálicas Ltda.
- e) Execução Olhais e Protensão Estaios: Protende Sistemas e Métodos.

- f) Projeto de Arquitetura: Arq. Carlos Falcão.  
g) Projeto Estrutural: Conprel – Eng<sup>o</sup> Ilo Borba

### Concepção do Projeto

O projeto estrutural do TIP em pauta é composto de uma cobertura metálica estaiada, em forma de elipse, com área total de 3.770,00 m<sup>2</sup>, sustentada por apenas dois pilares cilíndricos vazados de concreto armado, com altura total de 24,00 m, diâmetro externo de 2,40 m e espessura de parede de 0,40 m.



**Figura 1 – Terminal Integrado de Passageiros Estaiado de São Cosme e Damião**

Foram implantados anéis metálicos ao longo dos pilares citados, com diâmetros variáveis, espaçados a cada 2,00 m, de forma a viabilizar o revestimento dos mesmos, com painel de alumínio pré-composto, do tipo Alucobond, na cor azul.

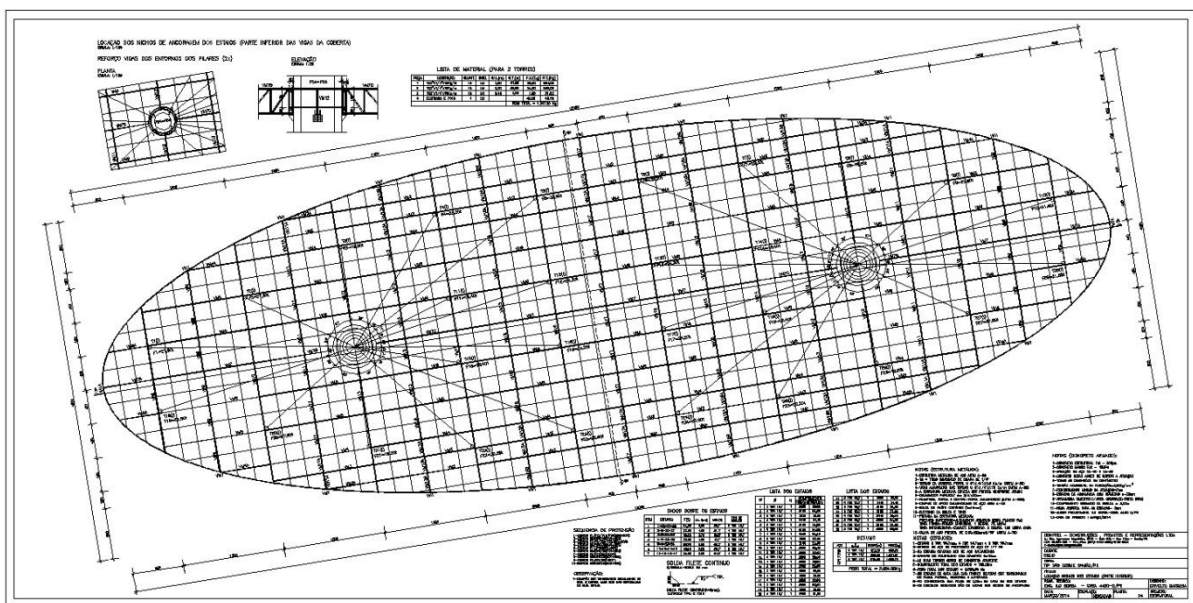
Os diâmetros longitudinal e transversal máximos da elipse que compõem a cobertura são respectivamente iguais a 40,00 m e 120,00 m, possuindo um pé direito de 6,00 m.

A cobertura é composta de vigas metálicas treliçadas, implantadas nos sentidos longitudinal e transversal, com as extensões variáveis e altura constante de 2,00 m, pintadas com tinta à base de epóxi, na cor cinza prata.

Nas vigas metálicas treliçadas, foram utilizados tubos de aço, com dimensões de 4" x 1/4" x 20,00 kg/m e 3" x 1/4" x 15,00 kg/m.

Na parte central da elipse, foi implantada uma calha de aço, também pintada com tinta à base de epóxi, na cor cinza prata, com dimensões de (1,50 x 0,25) m x 3/16".

A cobertura foi executada com telhas termo-acústica, na cor bege, com declividade máxima de 5%.



**Figura 2 – Terminal Integrado de Passageiros - Cobertura**

As vigas metálicas foram dimensionadas a flexo-compressão, no Estado Limite Último (ELU).

Abaixo das vigas metálicas, nos locais dos apoios dos estaios, foram implantados nichos metálicos de ancoragens, que serviram de apoio para os macacos hidráulicos que executaram as protensões dos mesmos.

Foram executados quatro consolos metálicos fixados em cada torre, que serviram de apoio para as vigas metálicas que não podiam cruzar os pilares.

Entre os consolos metálicos e as vigas metálicas acima citadas, existem aparelhos de apoio de neoprene fretado.







b) Estrutura metálica

- b.1) Estrutura metálica de aço ASTM A-36.
- b.2) TQ = Tubo quadrado de 4" x 1/4" x 20,00 kg/m
- b.3) TQ = Tubo quadrado de 3" x 1/4" x 15,00 kg/m
- b.4) Terças da coberta perfil U 6" x 1/4" x 12,50 Kg/m (ASTM A-36)
- b.5) Vigas de amarração das terças U 3" x 1/4" x 7,70 Kg/m (ASTM A-36)
- b.6) Chumbador Parabolt  $\varnothing = 3/4"$  x 30 cm
- b.7) Parafuso, porca e contra-porca galvanizado (ASTM A-325)
- b.8) Chapas de apoio galvanizadas de aço ASTM A-36
- b.9) Solda de filete contínuo ( $t = 10$  mm)
- b.10) Eletrodo da solda E 7018
- b.11) O peso total do aço utilizado foi de 255.245,00 kg
- b.12) Pintura da estrutura metálica:
  - b.12.1) Preparo superfície = Jateamento abrasivo seco, padrão Sa3
  - b.12.2) Tinta fundo = Primer Epoxidico, 1 demão, 75 micra
  - b.12.3) Tinta intermediária = Esmalte Epoxidico, 2 demão, 125 micra cada
- b.13) Calha de aço pintada, com dimensões de (150 x 25) cm x 3/16" (ASTM A-36)

c) Estaios

- c.1) 28 estaios de aço de protensão de aço CP 177 RB
- c.2) Estaios do tipo 3 TSR 15,70 mm, 4 TSR 15,70 mm e 6 TSR 15,70 mm
- c.3) Os estaios foram executados com aço galvanizado
- c.4) As bainhas utilizadas foram de polietileno, com diâmetro  $\varnothing = 10$  cm
- c.5) Comprimento total dos estaios = 706,00 m
- c.6) Peso total dos estaios = 3.555,00 Kg





c.7) A deformação vertical máxima de cada estaió foi da ordem de 3,00 cm.

c.8) Os locais dos nichos de ancoragem foram indicados no projeto estrutural.

d) Sequência de Protensão

Os estaios de cada pilar foram tensionados de forma parcial, simétrica e alternada.

A sequência de protensão adotada para os estaios foi à seguinte:

a) Estaios F1 / F12 / F19 / F16 (50% + 50%)

b) Estaios simétricos (50% + 50%)

c) Estaios F2 / F4 / F20 / F22 (50% + 50%)

d) Estaios simétricos (50% + 50%)

e) Estaios F11 / F15 (50% + 50%)

f) Estaios simétricos (50% + 50%)

g) Estaios F3 / F21 (50% + 50%)

h) Estaios simétricos (50% + 50%)

i) Estaios F5 / F23 (50% + 50%)

j) Estaios simétricos (50% + 50%)

Foram tensionados inicialmente os 50%, e depois, mais 50% das cordoalhas de cada estaió.

Os dados básicos (carga atuante, deformação e ângulo) referentes aos estaios são:

ITEM	ESTAIOS	F(t)	$\Delta L$ (cm)	ANG. (H)	CP 170 RB
1	1 = 10 = 19 = 28	21,60	6,30	33,7°	3 TSR 15,7
2	2 = 9 = 20 = 27	27,60	4,30	51,1°	4 TSR 15,7
3	3 = 8 = 21 = 26	19,20	3,70	56,8°	3 TSR 15,7
4	4 = 7 = 22 = 25	22,20	4,00	42,7°	4 TSR 15,7
5	5 = 6 = 23 = 24	32,90	5,30	30,2°	6 TSR 15,7
6	11 = 15 = 14 = 18	16,40	3,20	55,7°	3 TSR 15,7
7	12 = 13 = 16 = 17	24,20	5,30	34,0°	4 TSR 15,7



## **Conclusões**

Todos os resultados obtidos com a execução das fundações, das estruturas de concreto armado e das estruturas metálicas da obra em pauta, foram totalmente satisfatórios.

Após as execuções das protensões dos estaios, as deformações verticais calculadas foram confirmadas nos locais de cada apoio.

O TIP se encontra em perfeito funcionamento, servindo de apoio para todos os usuários que desejam ter um fácil acesso a Arena de Pernambuco.

## **Referências**

PFEIL, WALTER – Concreto Armado. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, 1975.

PFEIL, WALTER – Dimensionamento do Concreto Armado. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, 1976.

PFEIL, WALTER e PFEIL, MICHÈLE – Estruturas de Aço. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, 2014.

BOWLES, JOSEPH E. – Foundation Analysis and Design. McGraw-Hill Book Company. New York. 1968.

GIMSING, NIELS. J e GEORGAKIS, CHRISTOS T. – Cable Supported Bridges – Concept and Design. Third Edition. John Wiley & Sons, Ltda, Publication.

TSCHEBOTARIOFF, GREGORY P. – Foundations, Retaining and Earth Structures. McGraw-Hill Book Company. New York. 1973.