

**PARECER TÉCNICO PRELIMINAR -  
ESTRUTURA METÁLICA DE COBERTURA  
*MUSEU DO AMANHÃ***

## 1) OBJETO DO TRABALHO

Este trabalho tem por finalidade fornecer um parecer técnico preliminar sobre as condições atuais de manutenção e de estabilidade da estrutura de aço que compõe a cobertura do Museu do Amanhã, localizado no Pier Mauá, na cidade do Rio de Janeiro.

Tal análise terá como abordagem principal a verificação da integridade estrutural do conjunto com a elaboração de diagnóstico e recomendações para manutenção corretiva e controle estrutural das estruturas metálicas de cobertura e asas móveis.

Após solicitação, foi realizada inspeção de campo com registro fotográfico, vôos de drones e avaliação dos apoios realizados por profissionais habilitados.

Em resumo colocamos que nessa visita constatou-se que:

- A estrutura no geral está em boas condições de manutenção, apresentando pontos de corrosão de grau leve a médio.
- As asas apresentam desalinhamento dos eixos levando a dificuldade de operação, motivo pelo qual não estão em funcionamento.
- Os apoios deslizantes estão íntegros e com seu funcionamento adequado.

Nesse relatório apresentaremos:

- Programa para correção da corrosão existente,
- Orientação para alinhamento dos eixos de sustentação das aletas que compõe as asas móveis
- Acompanhamento da revisão do sistema eletro-hidráulico de acionamento das asas, a ser realizado por empresa especializada.
- Elaboração de plano para monitoramento dos deslocamentos dos balanços terra e mar, a ser realizado através de medições topográficas.
- Visita ao local para verificação da condição atual

### **OBS IMPORTANTE:**

Este relatório tratará exclusivamente da Análise de Conservação da cobertura e asas e respectivos procedimentos necessários para normalização do conjunto, reservando os direitos autorais às empresas e profissionais autores dos projetos.

## 2) RESPONSABILIDADE

Nos termos da seção 8.4 da NBR 5674/99, as inspeções efetuadas serão executadas segunda listas de conferência padronizadas (check lists), elaboradas considerando:

- a) Roteiro lógico e cronológico de inspeção das estruturas;
- b) Verificação dos componentes e equipamentos mais críticos nas estruturas
- c) As formas de manifestação esperadas de degradação da edificação

RESPONSÁVEL TÉCNICO: Flavio Correia D Alambert

CREA: 060106252-6

OBRA: Inspeção cobertura MUSEU DO AMANHÃ

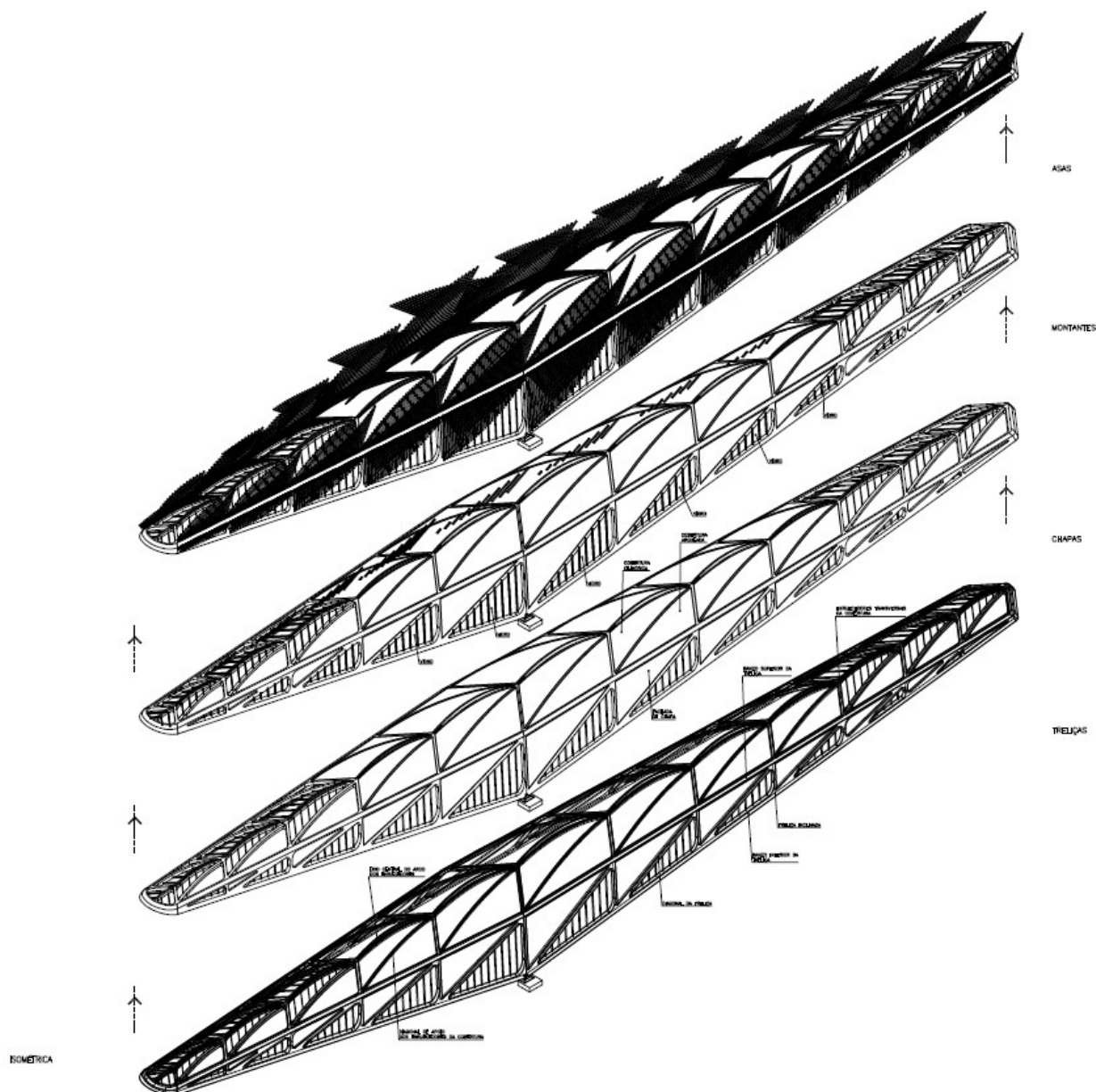
DATA: 30/09/2022

### 3) PROCEDIMENTOS

#### a. QUADRO RESUMO

<b>Descrição do sistema</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Estruturas formadas por associação de MEGA treliças laterais formando vigas principais onde são apoiados pórticos transversais com vãos variados e fechamento da cobertura em chapa de aço nervurado</li><li>Normas pertinentes: EB 174/86, NBR 8800, NBR 6355, NBR 5884.</li></ul>
<b>Tipo de Uso</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>As estruturas metálicas da cobertura do MUSEU DO AMANHÃ são soldadas compondo edificação cultural e uso para eventos;</li><li>As estruturas metálicas da Cobertura do MUSEU DO AMANHÃ foram produzidas através de perfis de aço ou chapas previamente projetadas.</li></ul>
<b>Inspeções</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>A inspeção das estruturas metálicas será feita observando -se os seguintes requisitos:<ul style="list-style-type: none"><li>Verificação da integridade da estrutura</li><li>Verificação das ligações – soldas e aparelhos de apoio;</li></ul></li><li>O procedimento de tais verificações estão adiante detalhadas.</li></ul>
<b>Abrangência</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Sistema estrutural – Os componentes da estrutura e suas respectivas ligações</li><li></li><li>Cobertura – elementos do telhado e captação de águas, calhas e condutores</li></ul>

## b. DEMARCAÇÃO DAS ÁREAS ALVOS PARA INSPEÇÃO

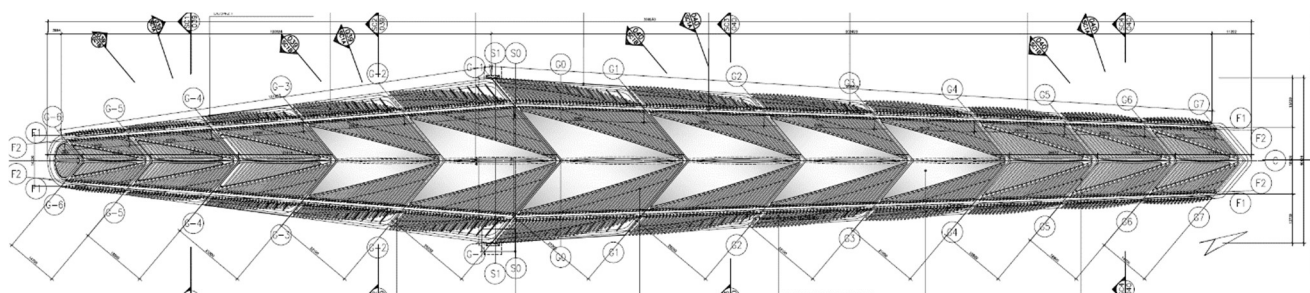


**FIGURA 01** – ISOMÉTRICA DOS ELEMENTOS PRINCIPAIS E SECUNDÁRIOS DA COBERTURA E FECHAMENTO

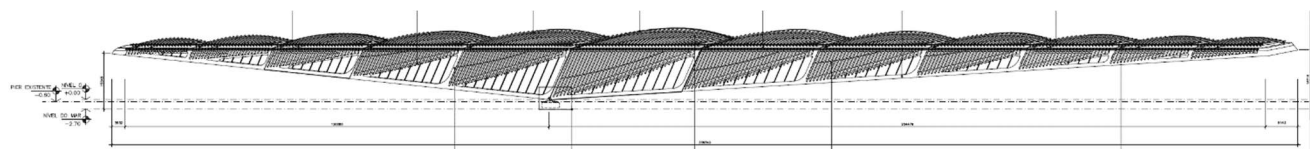
### c. TRELIÇAS PRINCIPAIS

Compostas por perfis soldados tipo caixa nos banzos inferior e superior, nas diagonais e montantes,

Medindo aproximadamente 338,340 metros de comprimento por 15,649 metros de altura, as duas treliças planas verticais são inclinadas, apoiando lateralmente nas estruturas de concreto.



**FIGURA 02**– PLANTA ELEMENTOS PRINCIPAIS E SECUNDÁRIOS DA COBERTURA



**FIGURA 03** – ELEVAÇÃO LATERAL ELEMENTOS PRINCIPAIS E SECUNDÁRIOS DO FECHAMENTO LATERAL

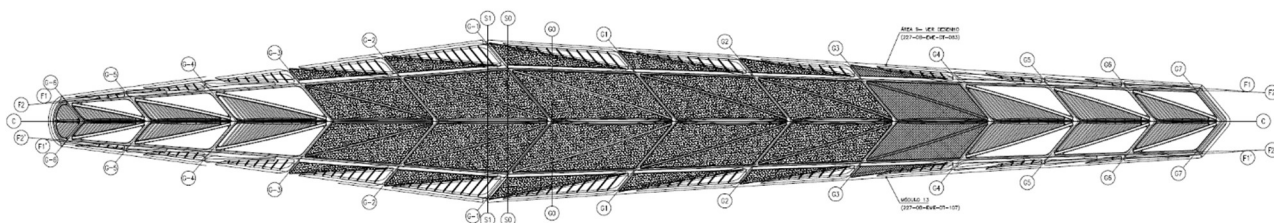


## d. VIGAS SECUNDÁRIAS E FECHAMENTOS EM CHAPA

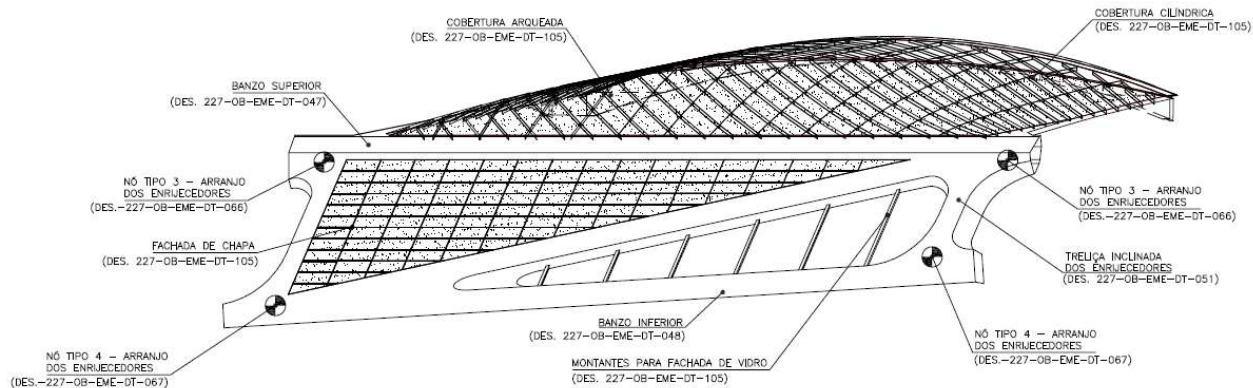
As vigas secundárias são vigas treliçadas de altura 2.5 metros padrão, vão médio de 32 metros, que trabalham basicamente como vigas biapoiadas no topo do pilar de concreto e nas vigas do anel interno.

Foram executadas em perfis tubulares de seção quadrada

Na região do apoio nas vigas do anel interno, se projetam balanços na direção do centro do campo que receberão telhas de policarbonato.

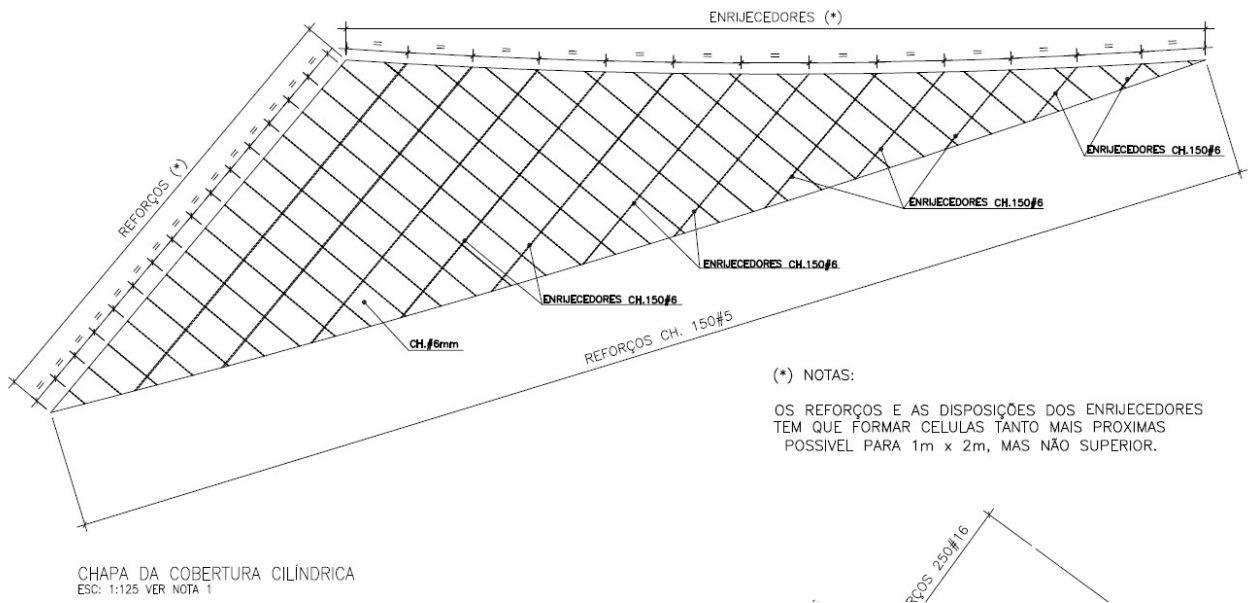


**FIGURA 05 – COBERTURA EM CHAPA – ESTRUTURA SECUNDÁRIA**

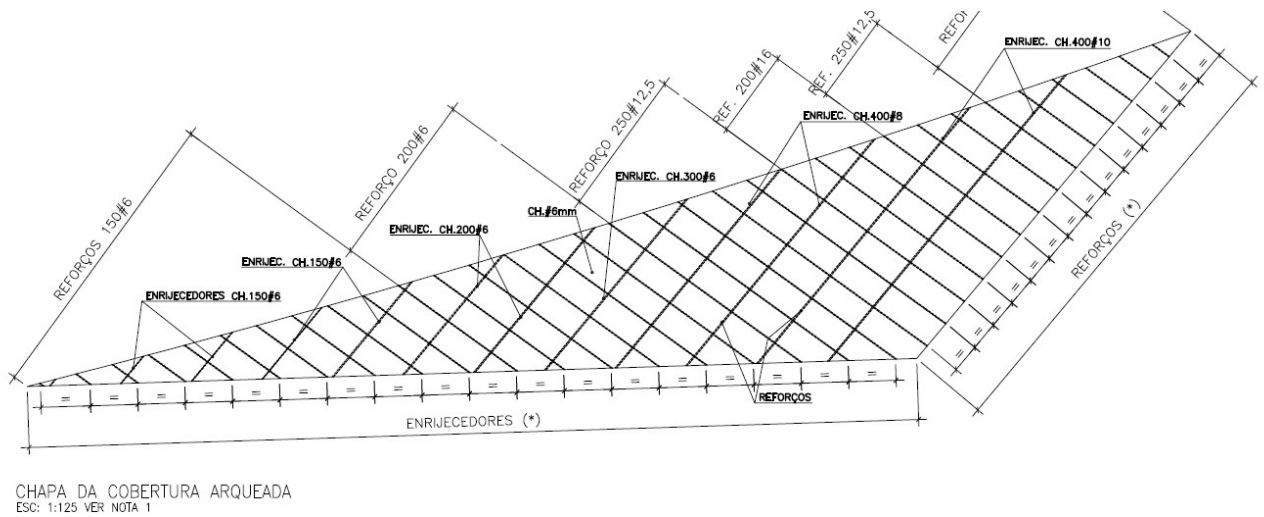


**FIGURA 06 – MÓDULO TÍPICO - FECHAMENTO EM CHAPA – ESTRUTURA SECUNDÁRIA**

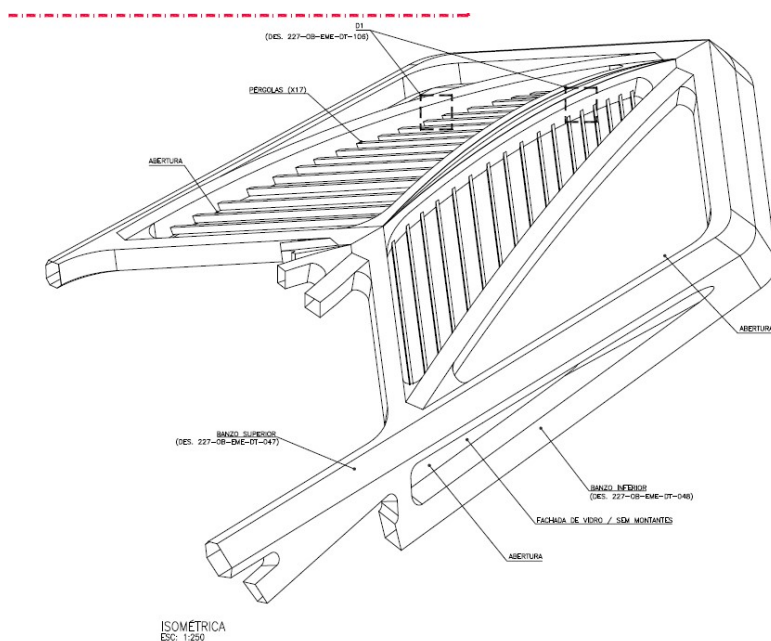




**FIGURA 07 – MÓDULO TÍPICO - COBERTURA EM CHAPA NERVURADA**



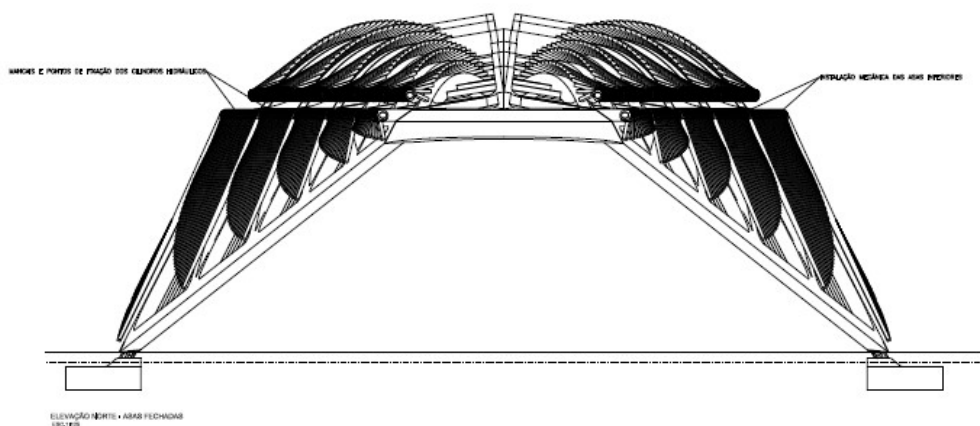
**FIGURA 08 – MÓDULO TÍPICO - FECHAMENTO LATERAL EM CHAPA NERVURADA**



**FIGURA 08** – MÓDULO TÍPICO - ESTRUTURA SECUNDÁRIA PÉRGOLA

## e. SISTEMA ESTRUTURAL SUPORTE DAS ASAS

Composto por perfis tubulares circular, engastados no banzo superior da treliça lateral, através de acionamento hidráulico rotacionam de forma a permitir a movimentação das aletas da cobertura e laterais.



**FIGURA 09** – SISTEMA DE ASAS FECHADAS

PROJETO ALPHA ENGENHARIA DE ESTRUTURAS LTDA

AVENIDA SOROCABA, 277-

TAMBORÉ 1, BARUERI, SP CEP 06458-020

FONE 55 11 4195.6136 Email projetoalpha@terra.com.br

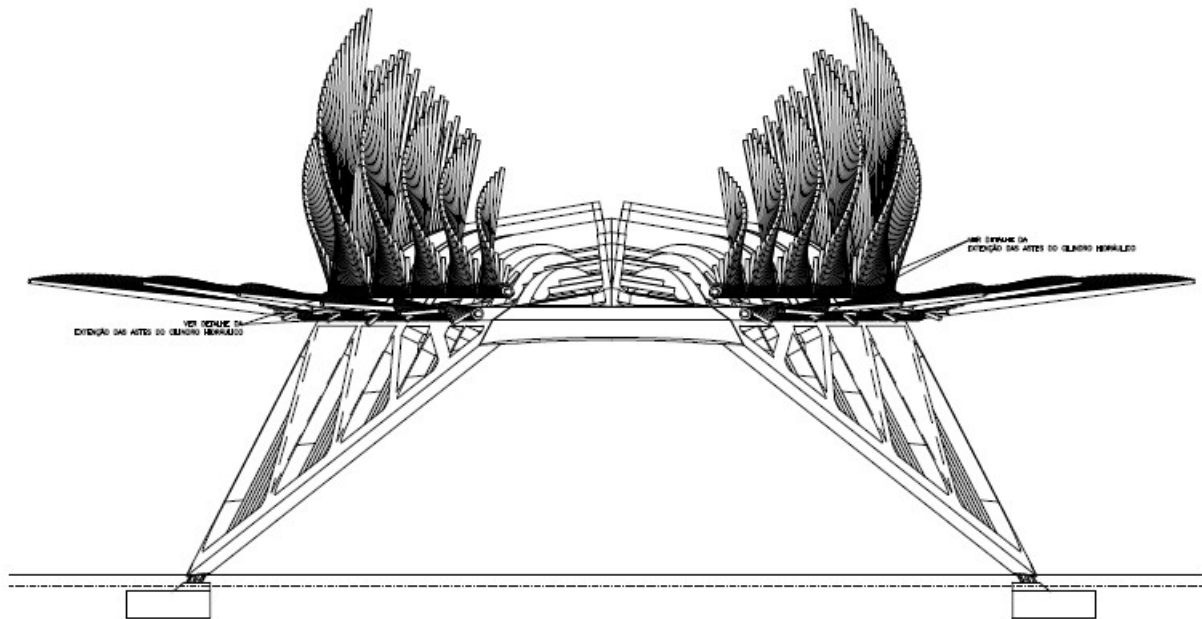


FIGURA 10 – SISTEMA DE ASAS ABERTAS

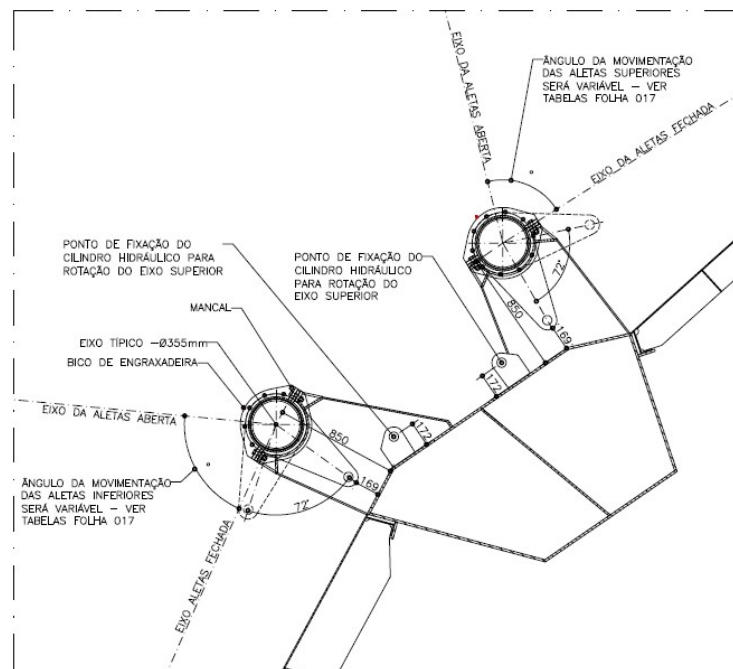
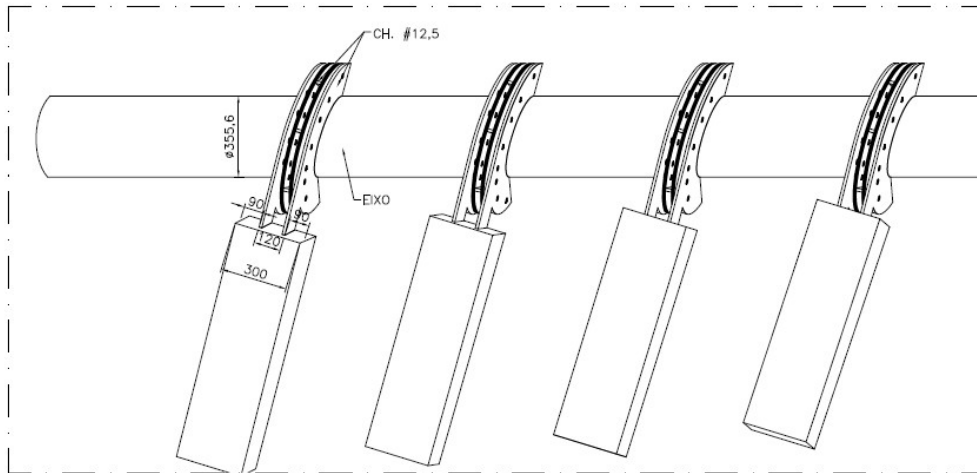
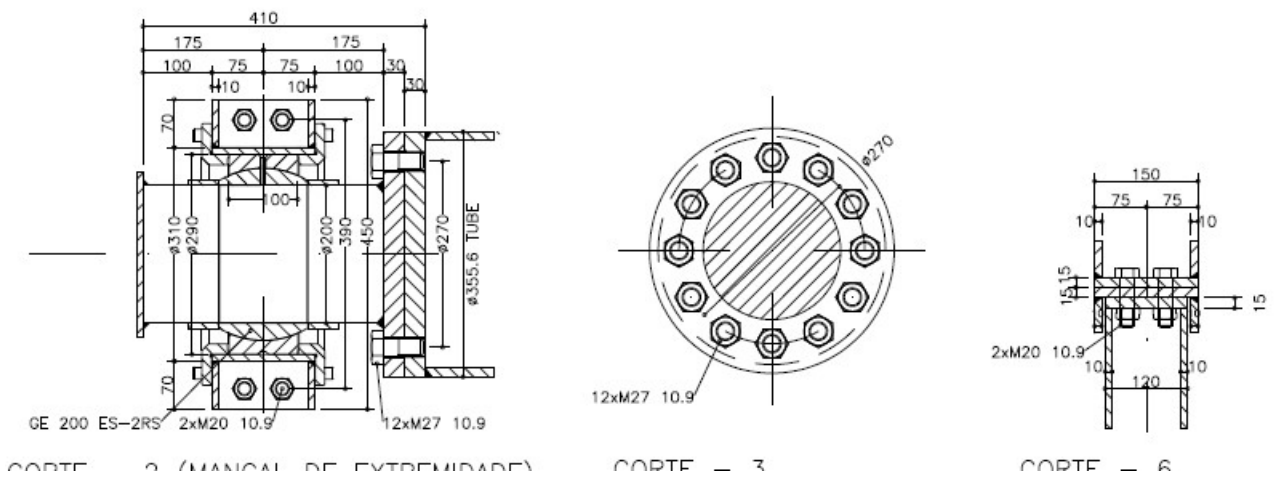


FIGURA 11 – EIXOS DOS TUBOS PARA MOVIMENTAÇÃO DAS ALETAS (ASAS)



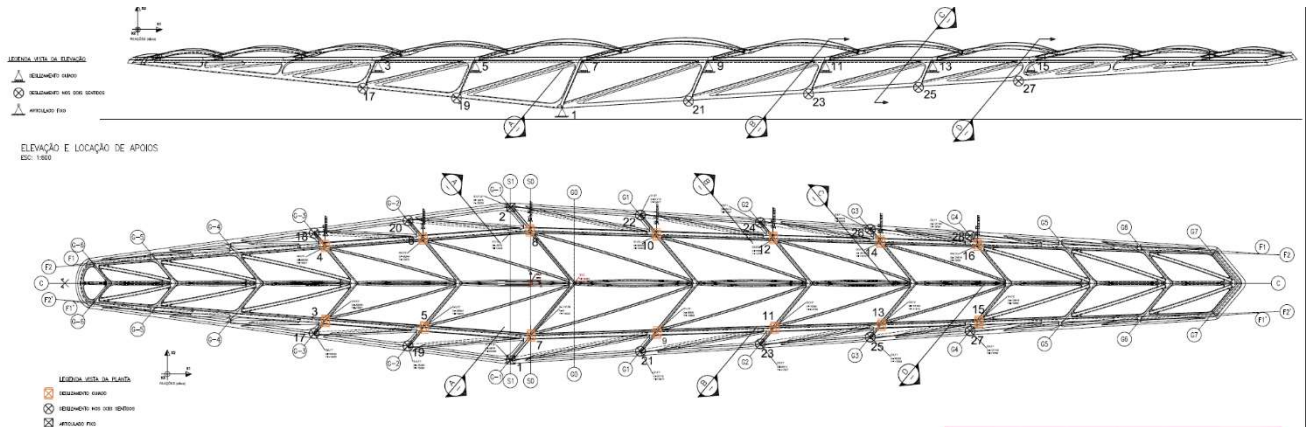
**FIGURA 12 – FIXAÇÃO DAS ALETAS NOS EIXOS**



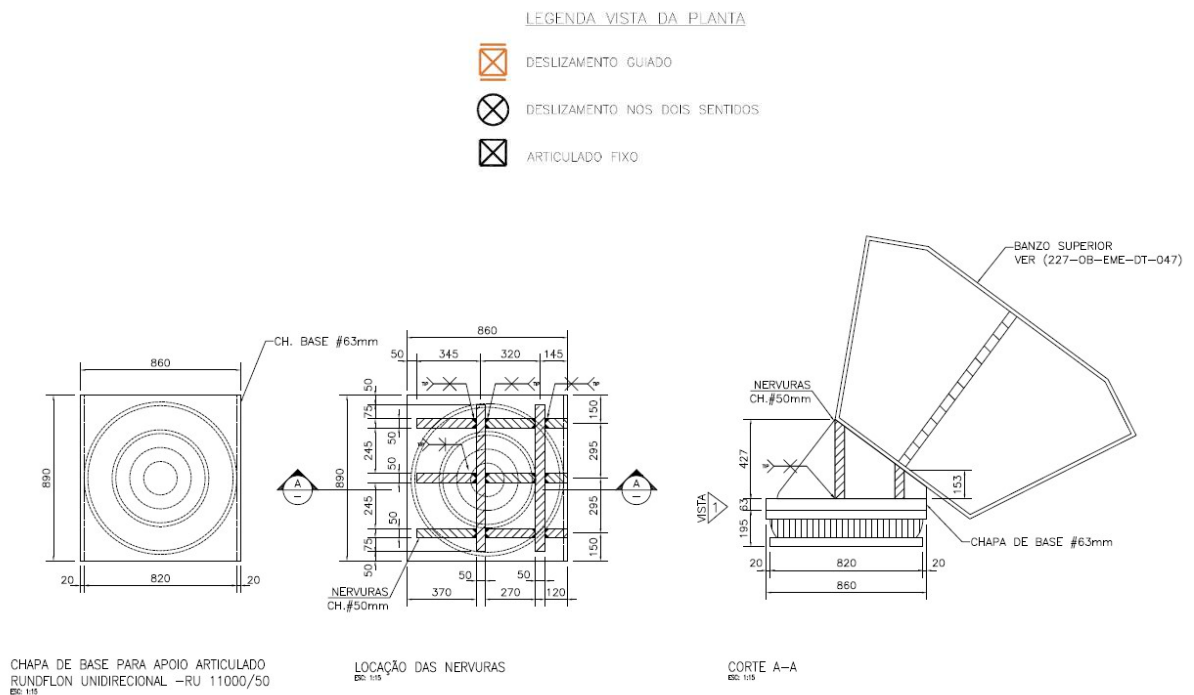
**FIGURA 13 – LIGAÇÃO MANCAIS**

## f. APARELHOS DE APOIO

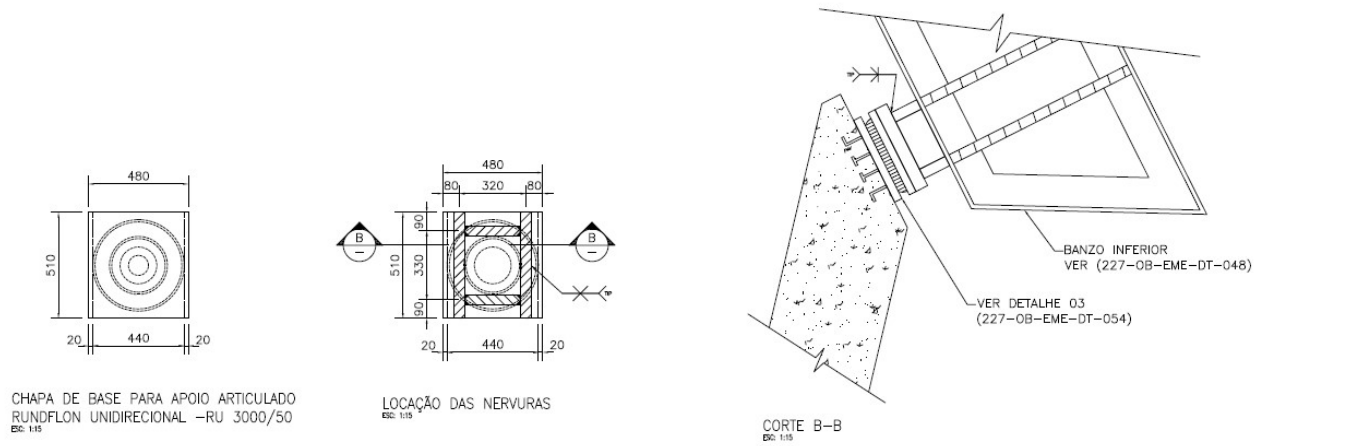
Somente o eixo central possuem 2 apoios articulados fixos no nível do solo, todos os demais são articulados móveis, tendo movimentação conforme a variação térmica local.



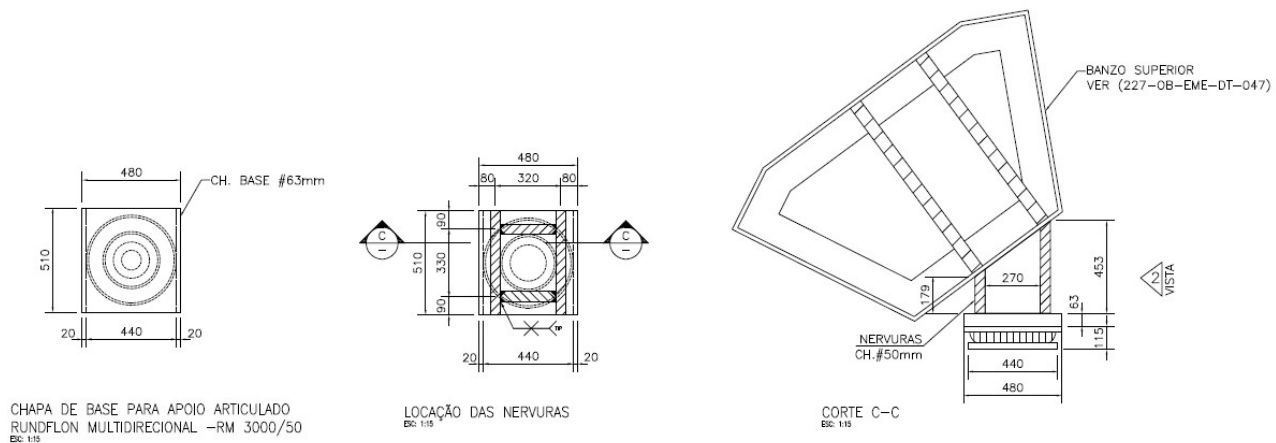
**FIGURA 14 – PLANO DO APOIOS**



**FIGURA 15 – APOIOS SUPERIORES EIXOS G4 e G-2**



**FIGURA 16 – APOIOS LATERAIS**



**FIGURA 17 – APOIOS SUPERIORES**

## 4) COMENTÁRIOS

### 4.1) COMPATIBILIZAÇÃO DO PROJETO:

- A Estrutura apresenta as características geométricas preservadas, compatíveis com os requisitos de norma.

**Comentário – Estrutura - OK.**

### 4.2) COMPATIBILIZAÇÃO DO CARREGAMENTO:

- Carregamentos compatíveis com os estimados em projeto

**Comentário – Carregamentos Ok**

### 4.3) APARELHOS DE APOIO:

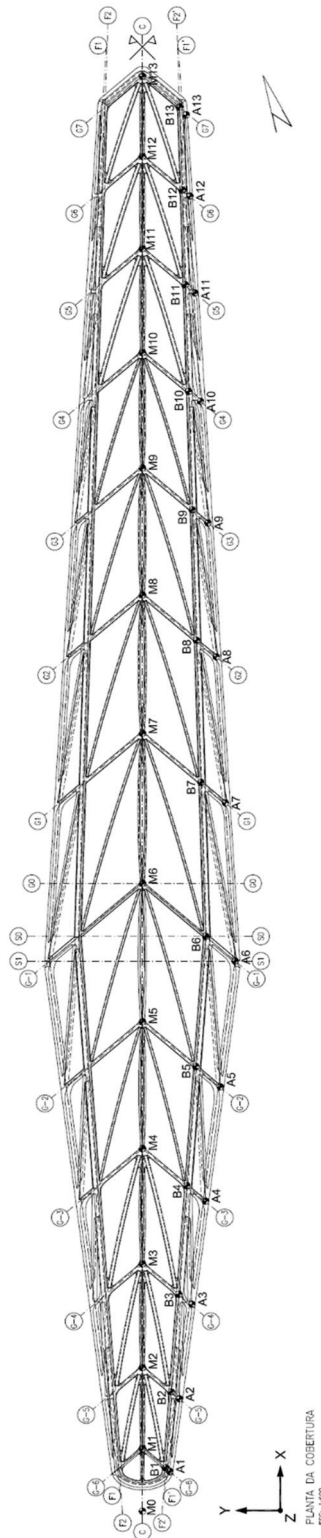
- Em perfeito estado de funcionamento.

**Comentário – Ok**

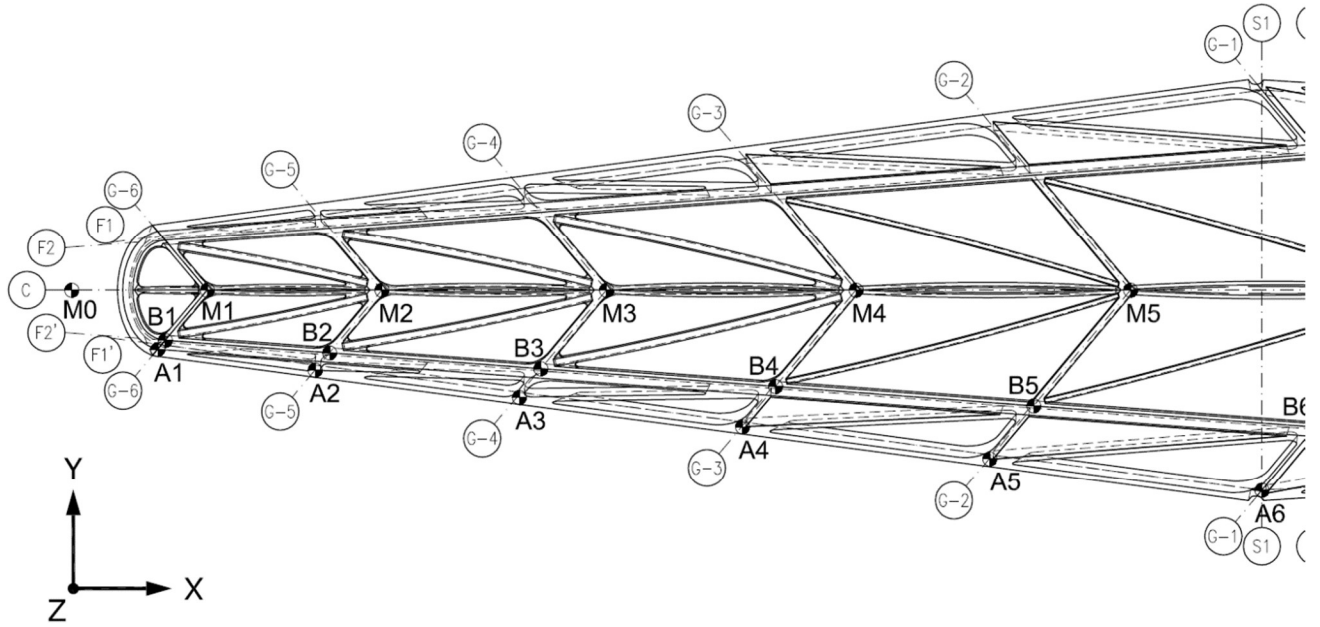
### 4.4) DESLOCABILIDADE DAS ESTRUTURAS

- Visualmente não se verificam distorções na estrutura principal que possam trazer algum alerta, porém, caso não se tenha ocorrência específica, recomenda-se medição topográfica cada 5 anos nos pontos indicados : A1, B1, A2, B2, A3, B3, A11, B11, A12, B12 e A13, B13- AMBOS LADOS e central M1, M2, M3, M11, M12, M13
- ( Para maiores informações ver desenhos de projeto estrutural EME 057)

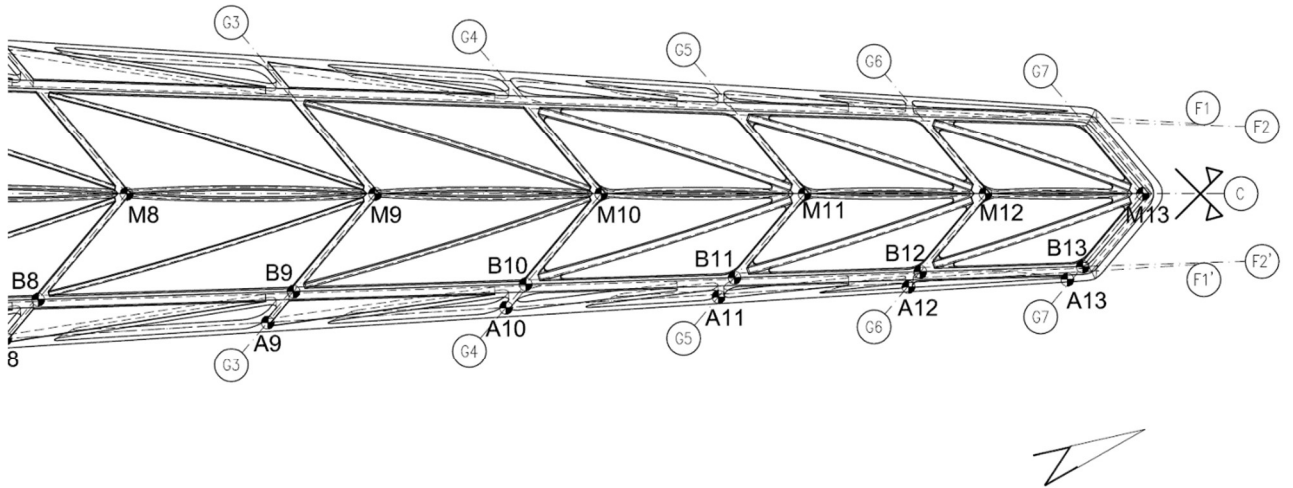
**Comentário– OK, APROVADO**







PLANTA DA COBERTURA  
 ESC: 1:600



#### 4.5) ESTADO DE CONSERVAÇÃO

- A estrutura portante, treliças laterais e de cobertura estão em boas ótimas condições de manutenção, não se verificando pontos de oxidação importante.
- As chapas que compõe a cobertura e o fechamento lateral apresentam pontos de corrosão generalizados, com destaque para os seguintes elementos:
  - Fixação das ancoragens da linha de vida (foto 55), lembrando que o aço utilizado na cobertura é patinável com adição de cobre, portanto tanto as soldas como os elementos a serem conectados na cobertura devem ter compatibilidade eletroquímica.
  - Solda de costura das chapas de cobertura com tratamento deficiente (Fotos 56, 57)
  - Calhas e regiões com acúmulo de água ( ver fotos eixo a eixo)



DETALHE DA CORROSÃO AVANÇADA – GRAUS C e D

**Comentário** – Estrutura principal Ok

**Elementos de fechamento** – Necessário correção imediata



**NOTA:** figura meramente ilustrativas. Deverá ser utilizado como comparativo, os padrões da norma original ISO 8501-1.

#### 4.6) LIGAÇÕES

- Todas as ligações são soldadas e mantém integridade estrutural inalterada.

**Comentário** – Ligações Ok

#### 4.7) SISTEMA ELTETRO MECÂNICO E HIDRÁULICO PARA ACIONAMENTO DAS ASAS

- O sistema de acionamento das aletas laterais e da cobertura está desativado, necessitando de uma revisão de todos os sistemas eletro mecânicos e hidráulicos.
- O sistema tem como pré requisito para um bom funcionamento que os eixos de sustentação das aletas estejam perfeitamente alinhados, pelas fotos obtidas pelo drone, nota-se visualmente, que podem existir desalinhamentos nos eixos.

**Comentário** – Sistema de acionamento das aletas – necessario revisão completa

## 5) CONCLUSÕES:

Finalizada a inspeção de campo e análise concluímos que:

- A estrutura de cobertura e fechamento lateral do MUSEU DO AMANHÃ , estão íntegras e em bom estado de conservação.
- Os apoios fixos e deslizantes estão em perfeito funcionamento.
- A estrutura não apresenta sinais de deslocamento além do previsto
- As chapas de cobertura apresentam pontos generalizados de corrosão, tendo inclusive a existência de corrosão grau C e D (ISO 8501-1) com perda de material em locais específicos
- O sistema de acionamento das aletas laterais e da cobertura não estão em funcionamento.

### CONCLUSÃO FINAL

Após exaustiva análise, concluímos que a estrutura de cobertura do MUSEU DO AMANHÃ está em plenas condições de trabalho, não apresentando empenamentos, flambagens ou qualquer indício de não conformidade, estando apta a ser utilizada sem restrições.

Recomenda-se a imediata correção dos pontos de corrosão que apresentam inclusive perda de material.

Recomenda-se um estudo mais detalhado do sistema de acionamento das asas, assim como uma verificação da linearidade dos eixos tubulares

## 6) PROCEDIMENTO DE CORREÇÃO

Para a normalização e perfeito funcionamento da estrutura e sistema mecânico recomendamos que sejam adotados os seguintes procedimentos com os níveis de urgência abaixo descritos:

### 6.1) PROCEDIMENTOS EMERGENCIAIS (até próximos 3 meses)

- a) Proceder ao tratamento e pintura dos pontos específicos onde a corrosão está em graus mais avançados (calhas e onde existe acúmulo de água), inclusive com perda de material, utilizar os critérios de manutenção corretiva existente no manual de manutenção.
- b) Substituir os apoios da linha de vida existentes por elementos compatíveis com o aço da cobertura, tratar os pontos com corrosão, ver item 1

### 6.2) PROCEDIMENTOS PROGRAMADOS ( sem data imite)

- a) Proceder ao tratamento e pintura de toda a cobertura , corrigindo os pontos com corrosão leve e média.
- b) Funcionamento das aletas
  - b.1) Efetuar um minucioso levantamento da geometria dos eixos tubulares que acionam as aletas, o ideal é utilizar scaneamento por nuvem de pontos.
  - b.2) Consultar a empresa fornecedora dos sistema eletro mecânico e hidráulico de acionamento das asas para efetuar um minucioso estudo das condições atuais do sistema com emissão de relatório diagnóstico .

Atenciosamente



Eng Flavio D Alambert –

CREASP 060106 252-3

## ANEXO A – REGISTRO FOTOGRÁFICOS

### VISÕES GERAIS



FOTO 01 – VISTA GERAL – BALANÇO MAR



**FOTO 02 – VISTA GERAL – BALANÇO TERRA  
APARELHOS DE APOIO**



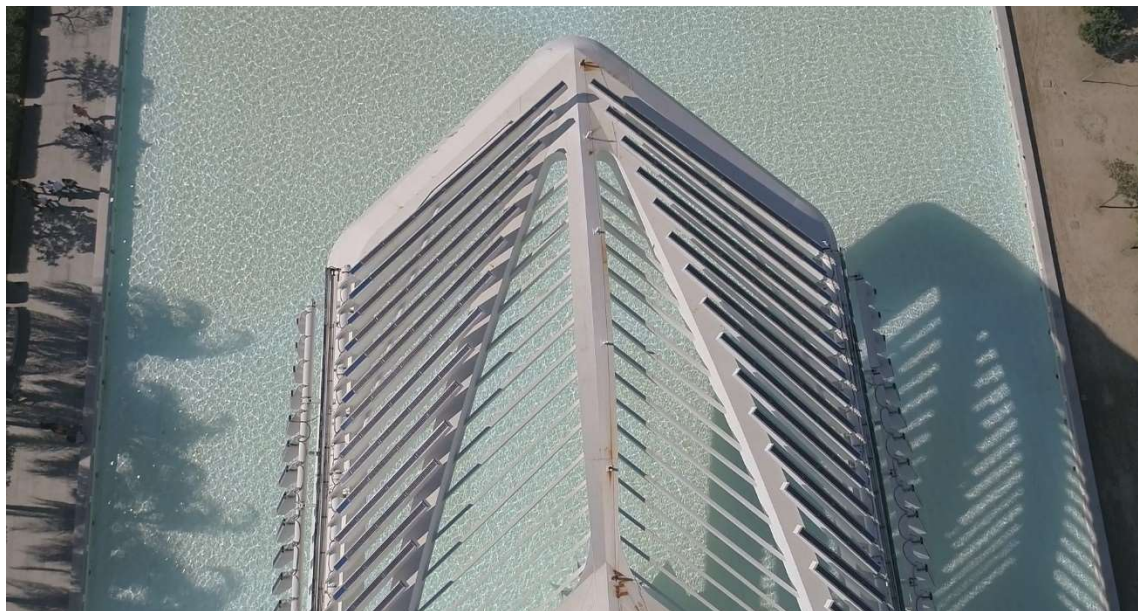
**FOTO 03 – APARELO DE APOIO EIXO G4 F2”**



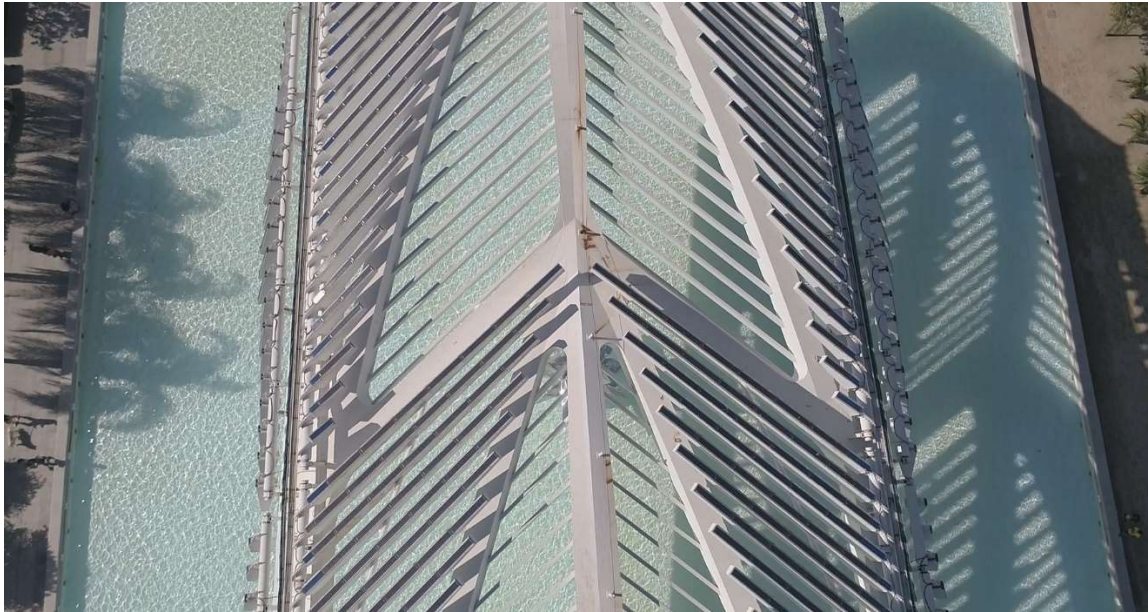


**FOTO 04 – APARELO DE APOIO SUPERIOR\***

**CORROSÃO DA COBERTURA**



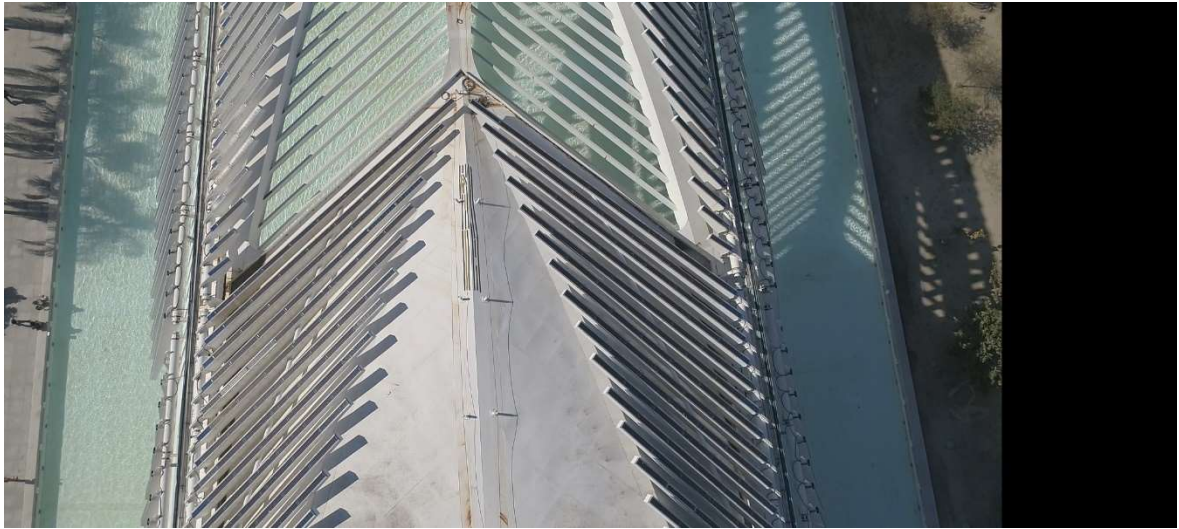
**FOTOS 05 E 06- EIXO G7**



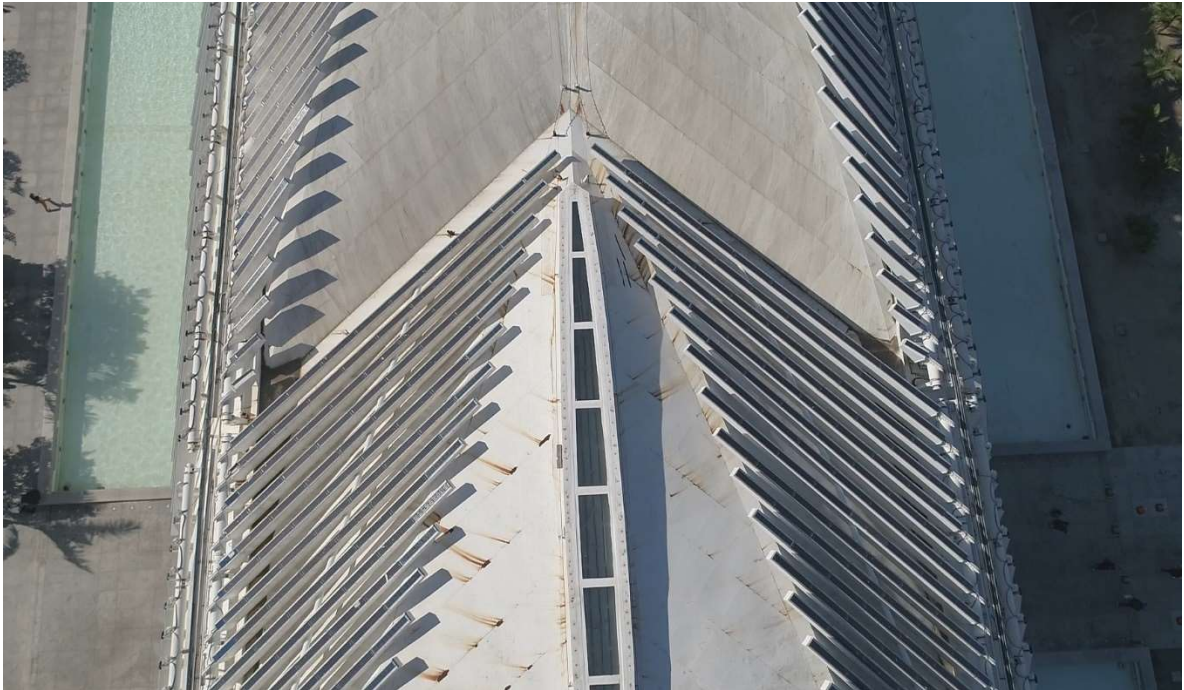
**FOTOS 07 E 08 – EIXO G6**



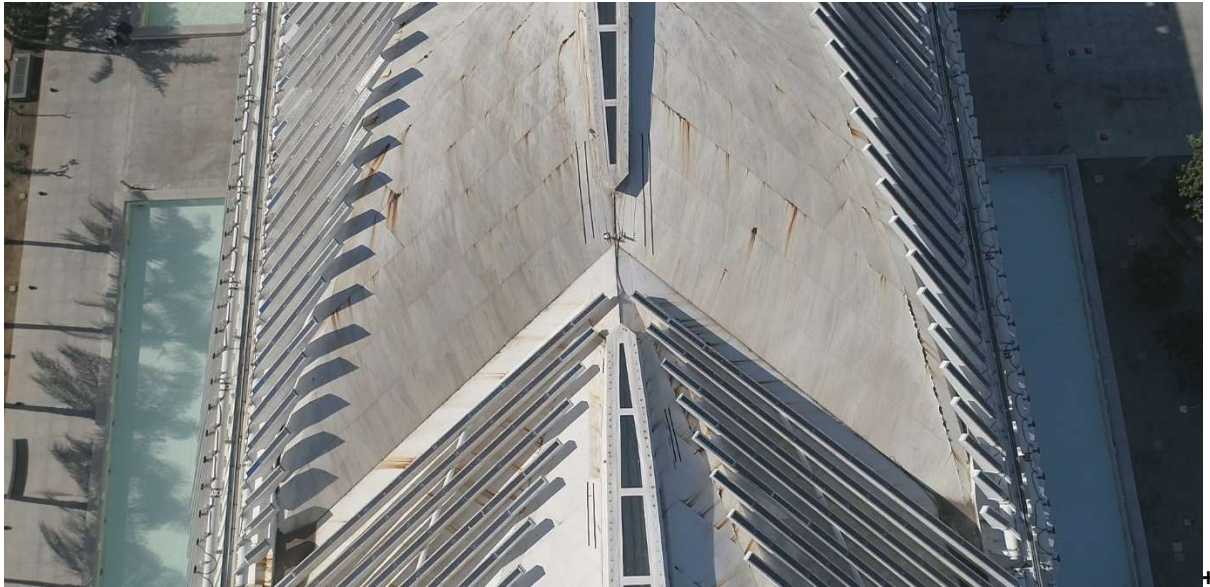
**FOTOS 09 E 10 – EIXO G5**



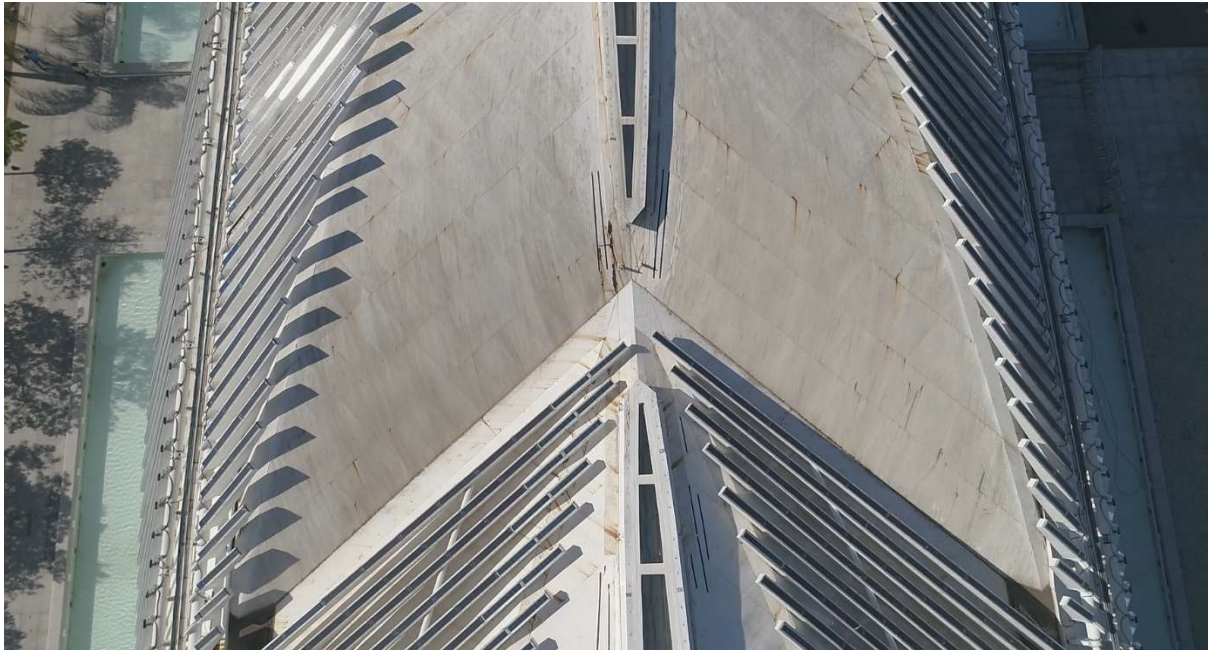
**FOTOS 11 E 12- EIXO G4**



**FOTOS 13 E 14 EIXO G3**

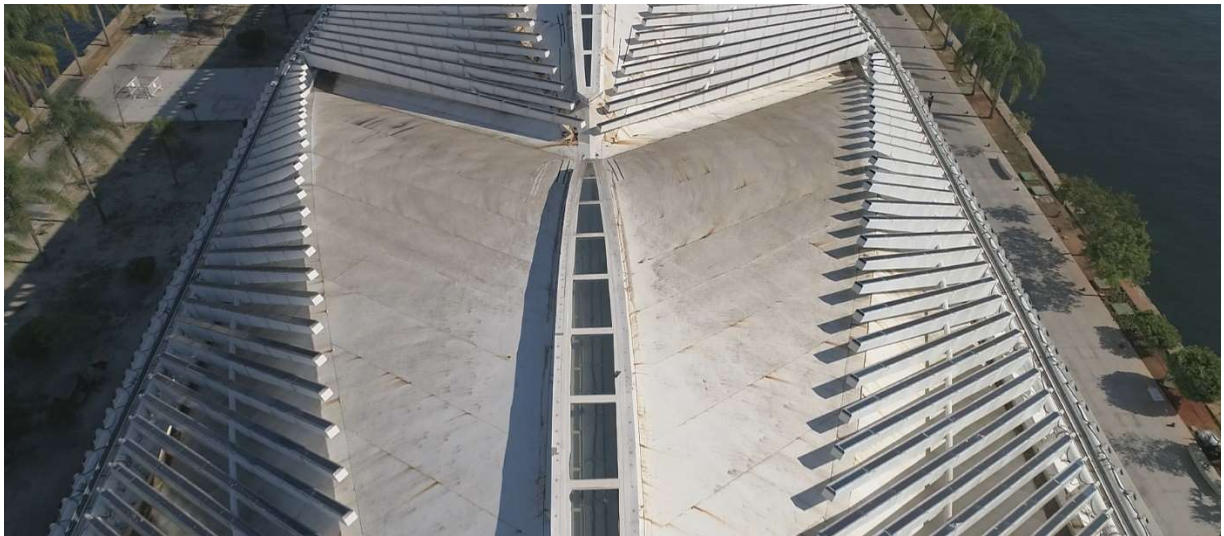
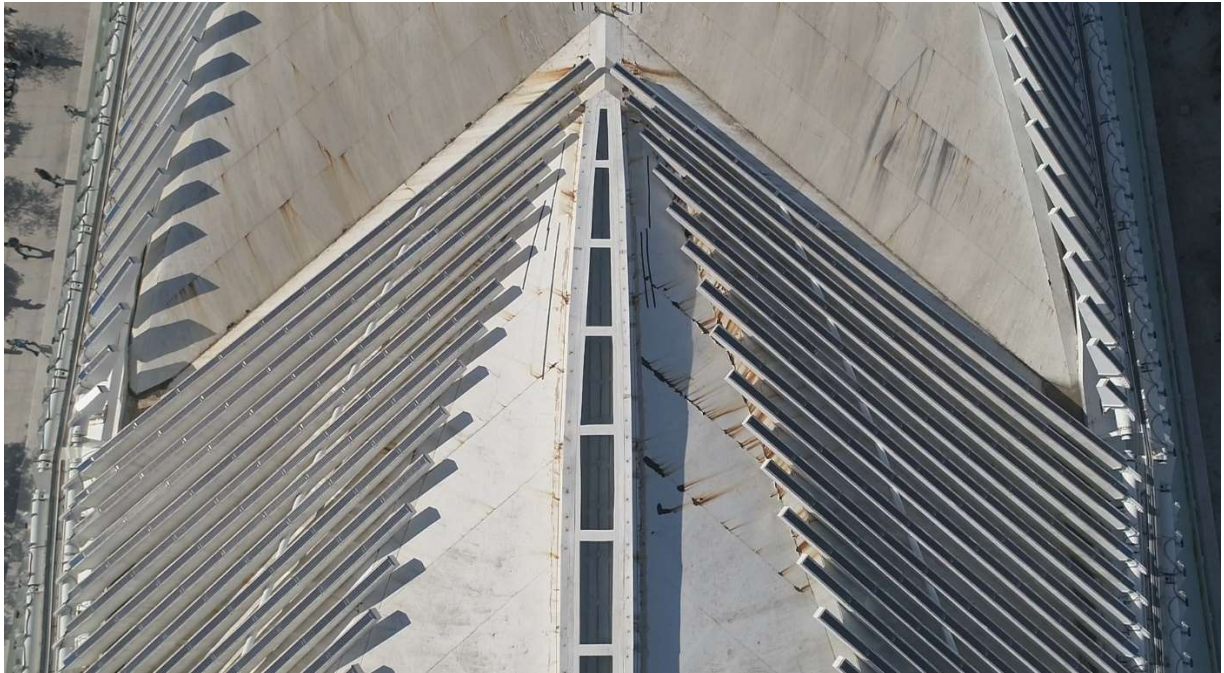


**FOTOS 15 E 16 – EIXO G2**

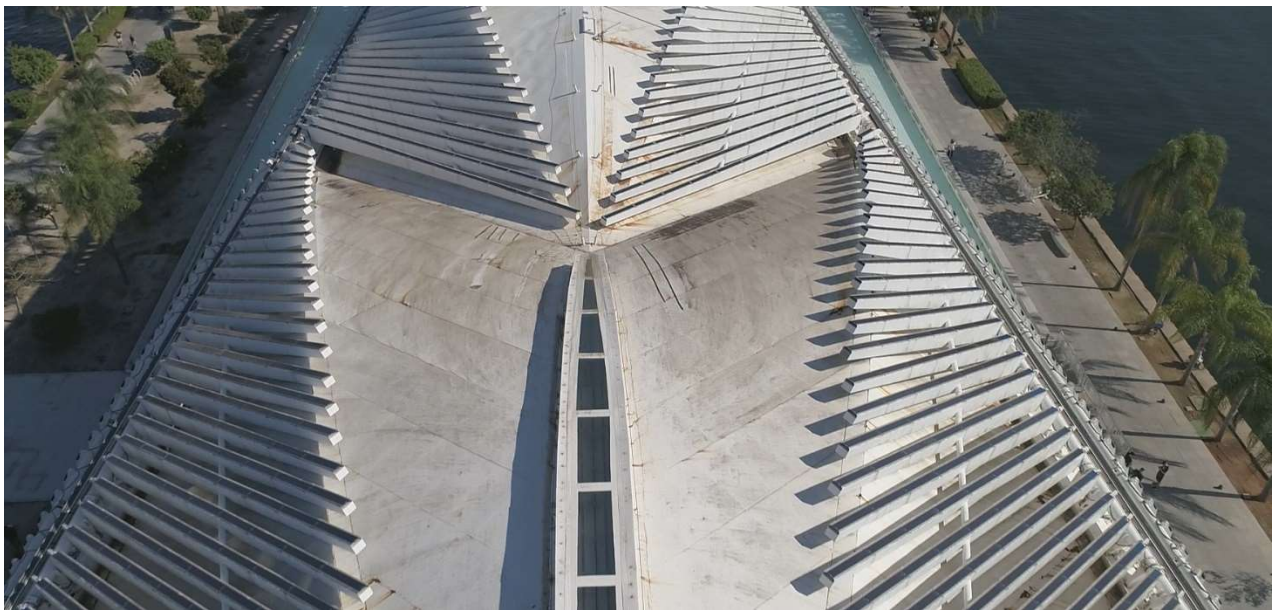


**FOTOS 17 E 18 – EIXO G1**

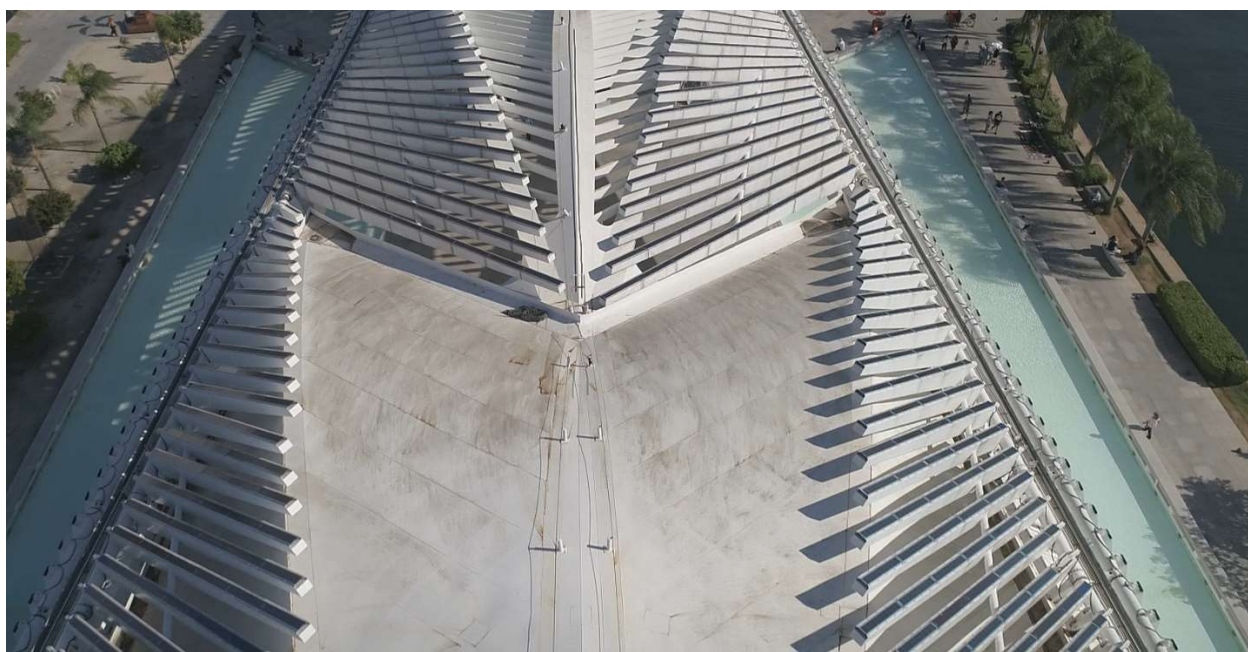
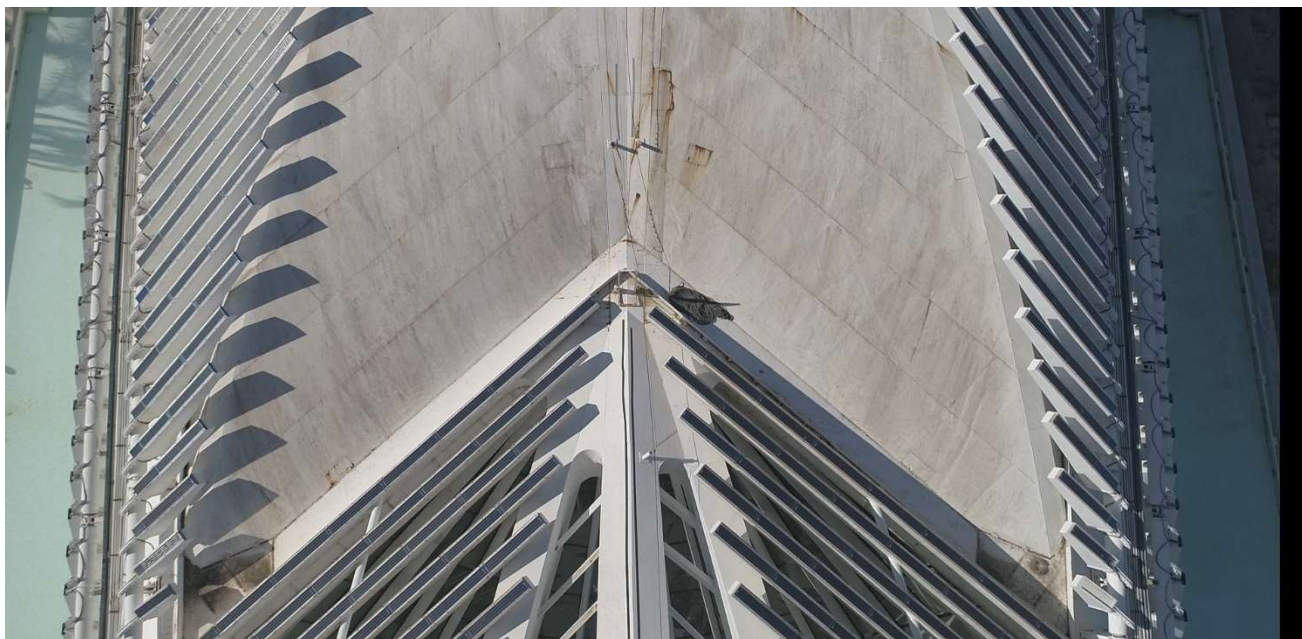




**FOTO 19 E 20 – EIXO G-1”**



**FOTOS 21 E 22 – EIXO G-2”**



FOTOS 23 E 24 – EIXO G-3”

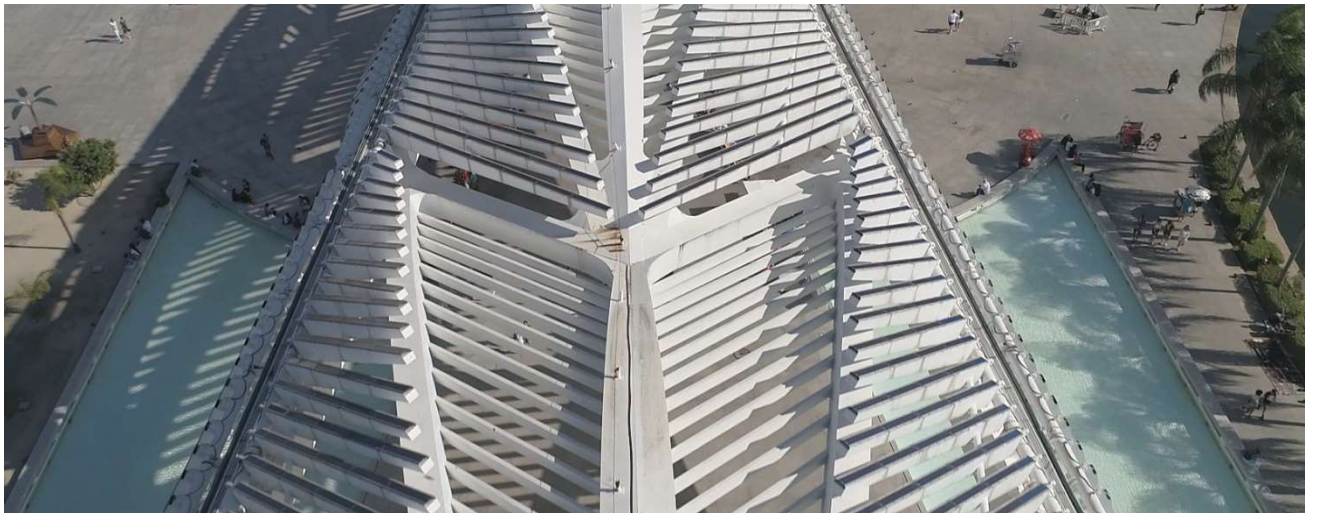
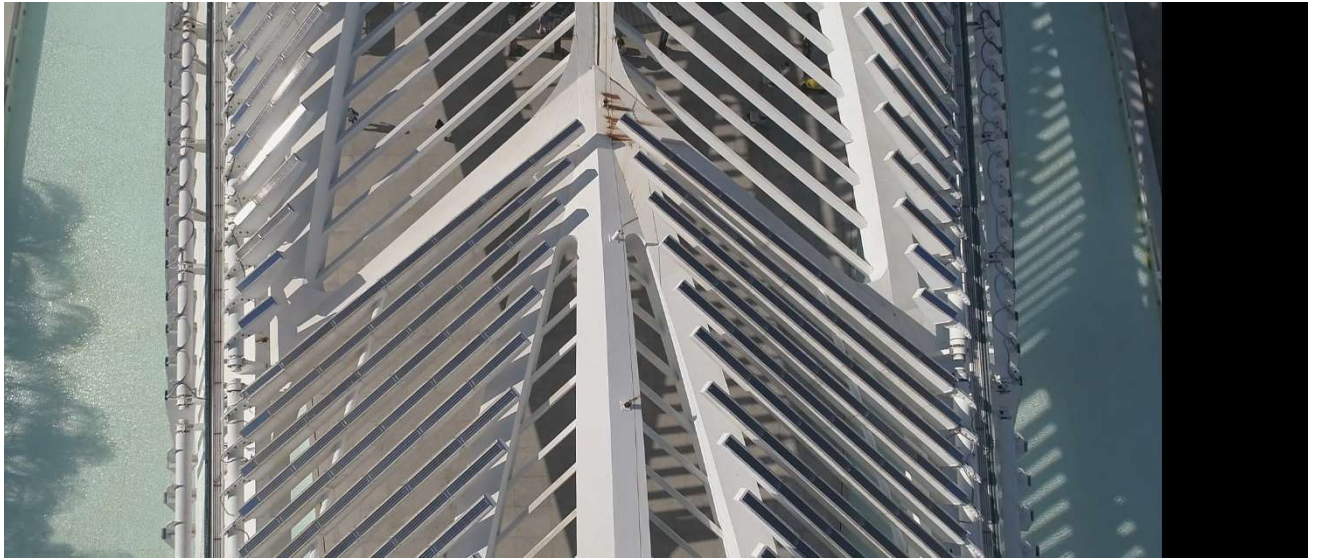
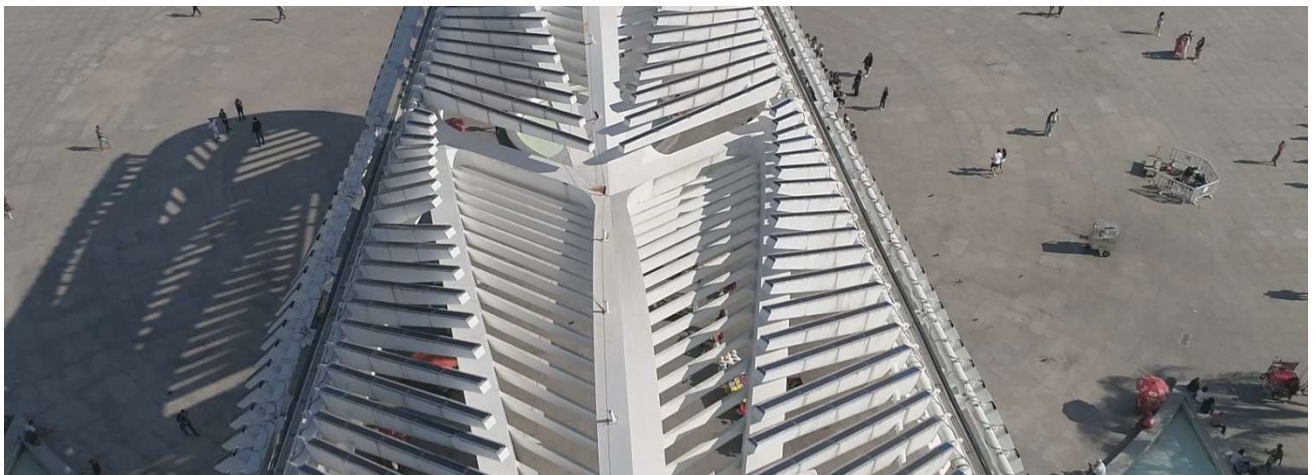
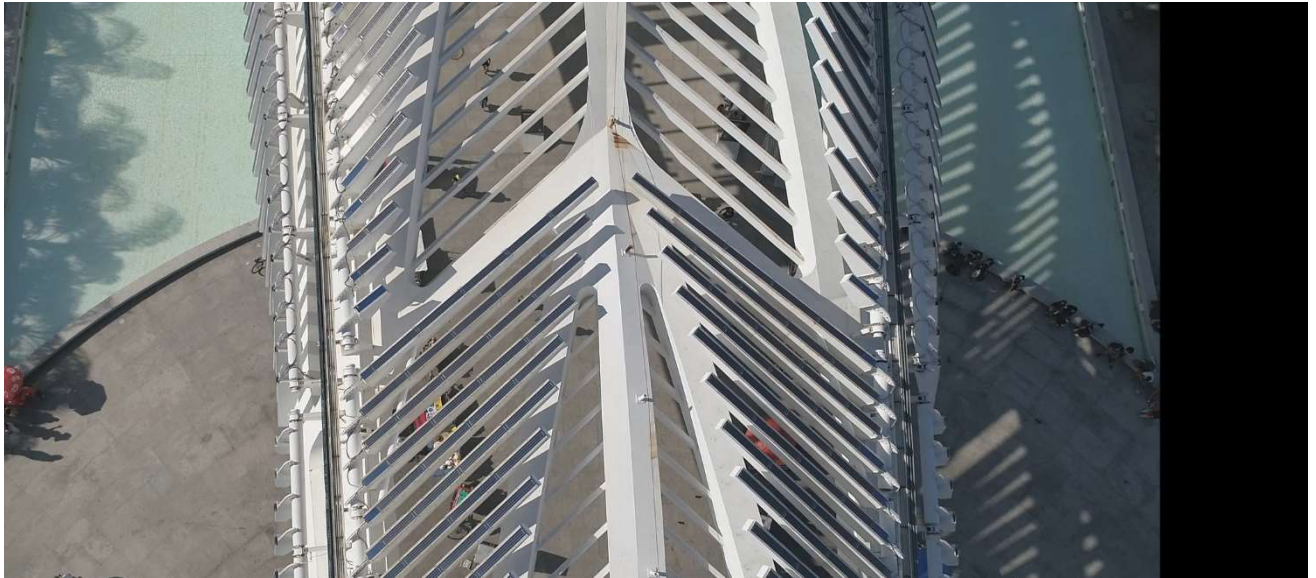
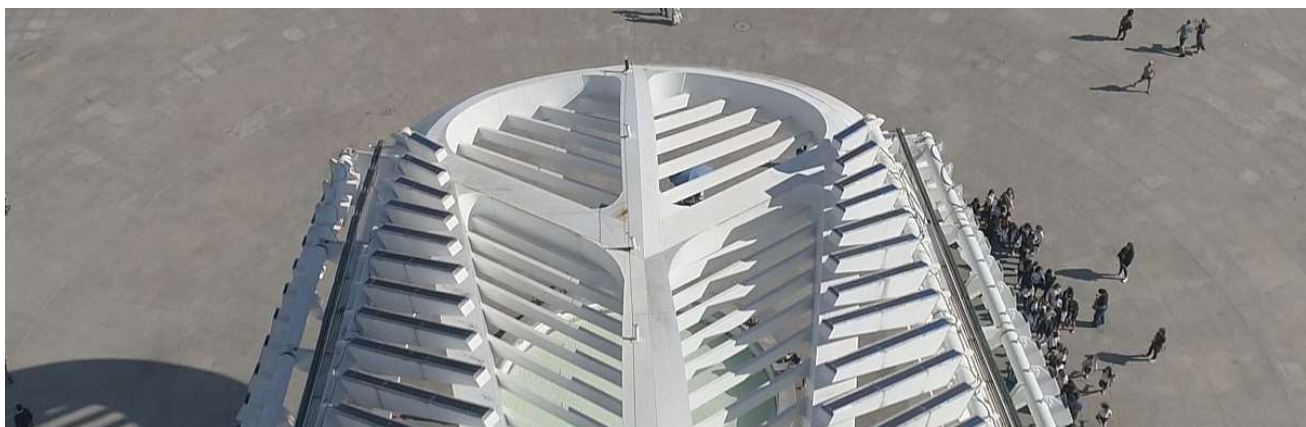
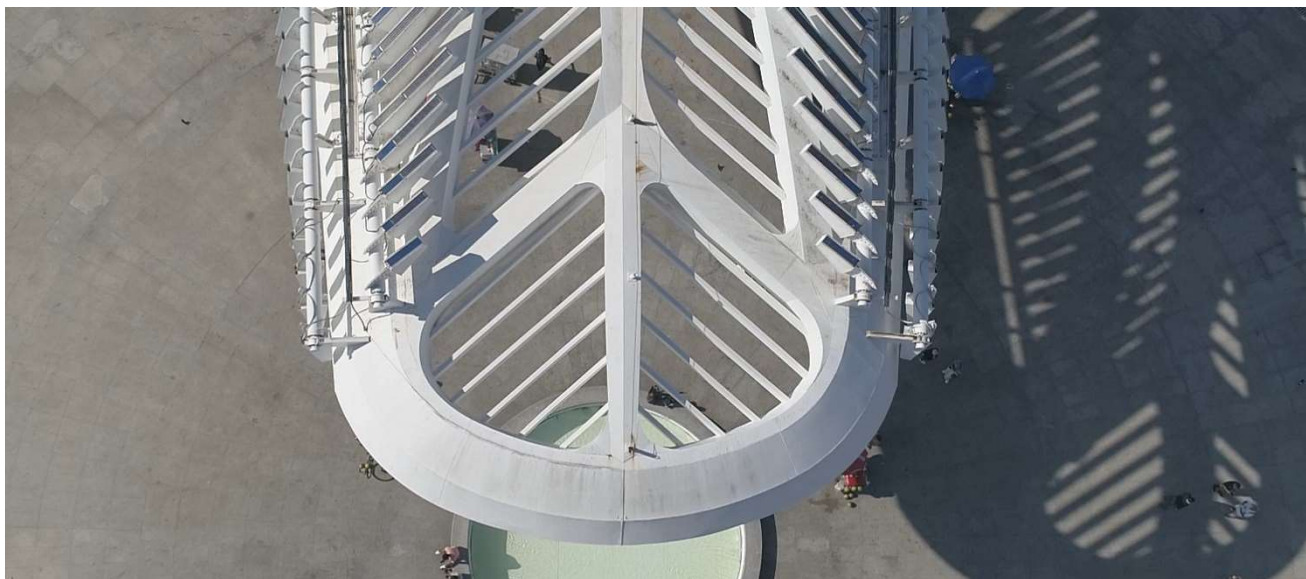


FOTO 25 e 26 – EIXO G-4”



**FOTO 27 e 28 – EIXO G-5”**



FOTOS 29 E 30 – EIXO G-6”



**FOTO 31 – LATERAL LESTE ENTRE EIXOS G6 e G7**



**FOTO 32 – LATERAL LESTE ENTRE EIXOS G5 e G6**



FOTO 33 – LATERAL LESTE ENTRE EIXOS G4 e G5



FOTO 34 – LATERAL LESTE ENTRE EIXOS G3 e G4





**FOTO 35 – LATERAL LESTE ENTRE EIXOS G2 e G3**



**FOTO 36 – LATERAL LESTE ENTRE EIXOS G1 e G2**



**FOTO 37 – LATERAL LESTE ENTRE EIXOS G-1 e G1**



**FOTO 38 – LATERAL LESTE ENTRE EIXOS G-2 e G-1**



FOTO 39 – LATERAL LESTE ENTRE EIXOS G-3 e G-2

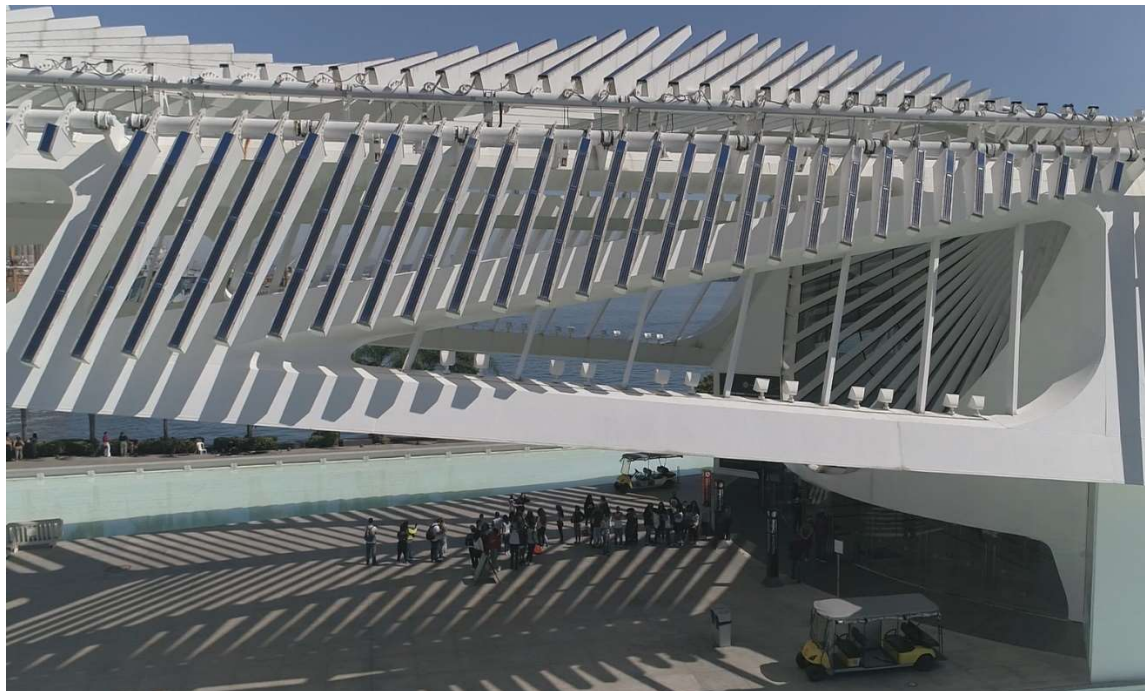


FOTO 40 – LATERAL LESTE ENTRE EIXOS G-4 e G-3



**FOTO 41 – LATERAL LESTE ENTRE EIXOS G-5 e G-4**



**FOTO 42 – LATERAL LESTE ENTRE EIXOS G-6 e G-5**



FOTO 43 – LATERAL OESTE ENTRE EIXOS G-6 e G-5

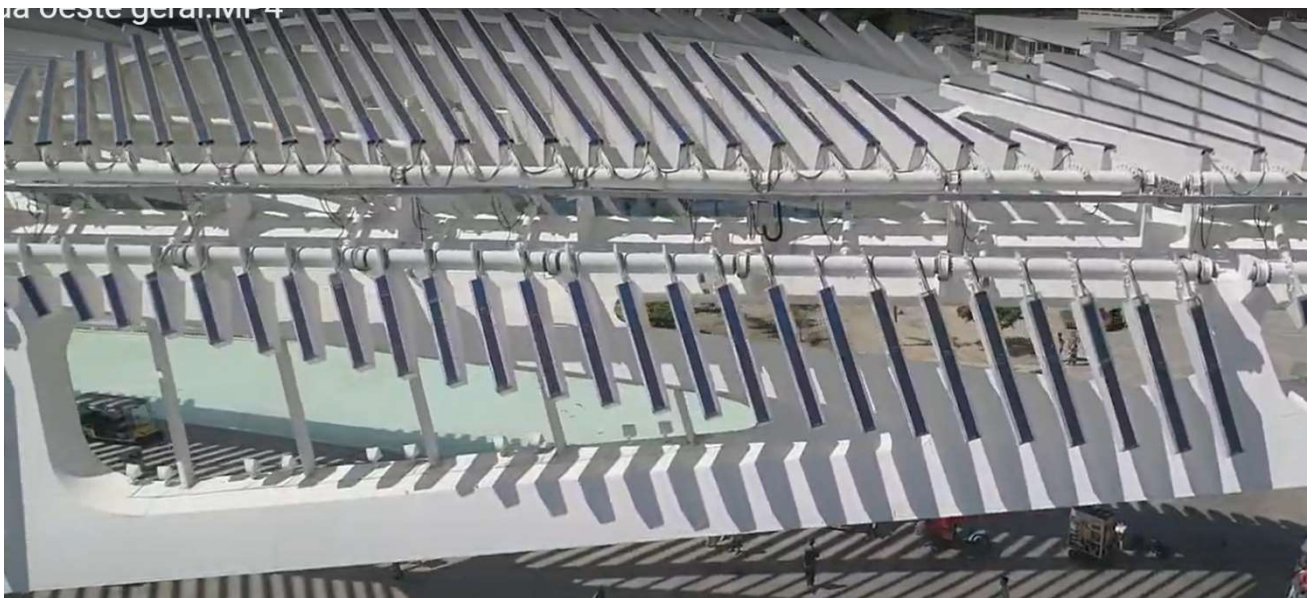


FOTO 44 – LATERAL OESTE ENTRE EIXOS G-5 e G-4

da oeste geral.MP4

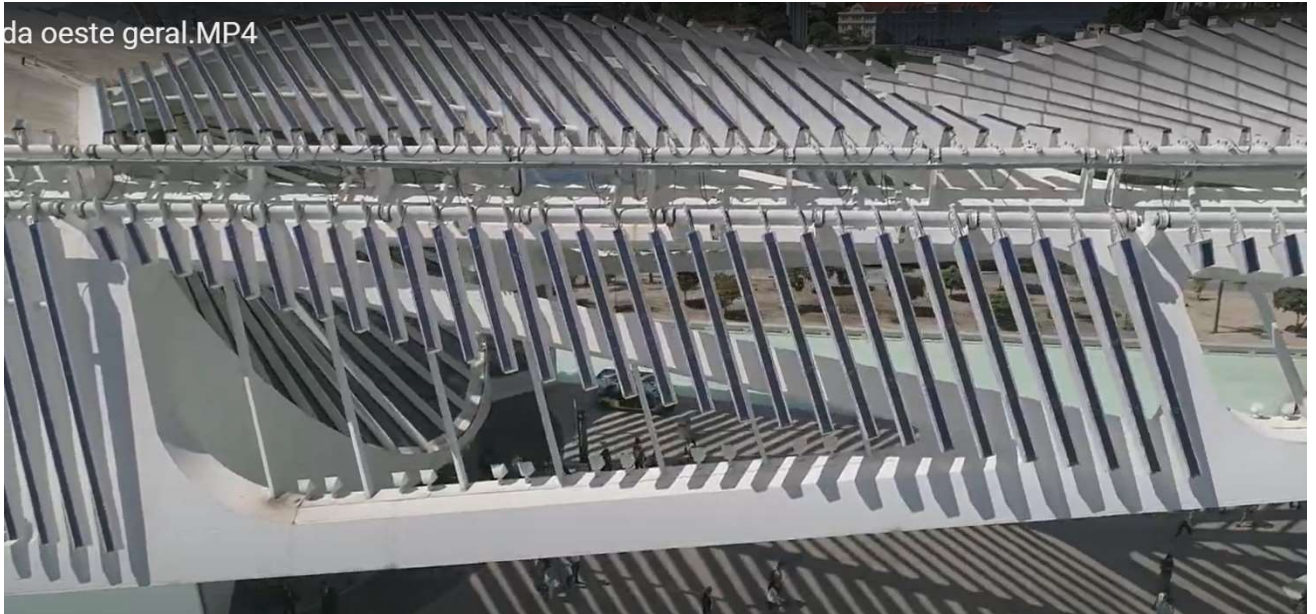


FOTO 45 – LATERAL OESTE ENTRE EIXOS G-4 e G-3

te geral.MP4



FOTO 46 – LATERAL OESTE ENTRE EIXOS G-3 e G-2

a oeste geral.MP4



FOTO 47 – LATERAL OESTE ENTRE EIXOS G-2 e G-1



FOTO 48 – LATERAL OESTE ENTRE EIXOS G-1 e G1

este geral.MP4



**FOTO 49** – LATERAL OESTE ENTRE EIXOS G1 e G2

este geral.MP4

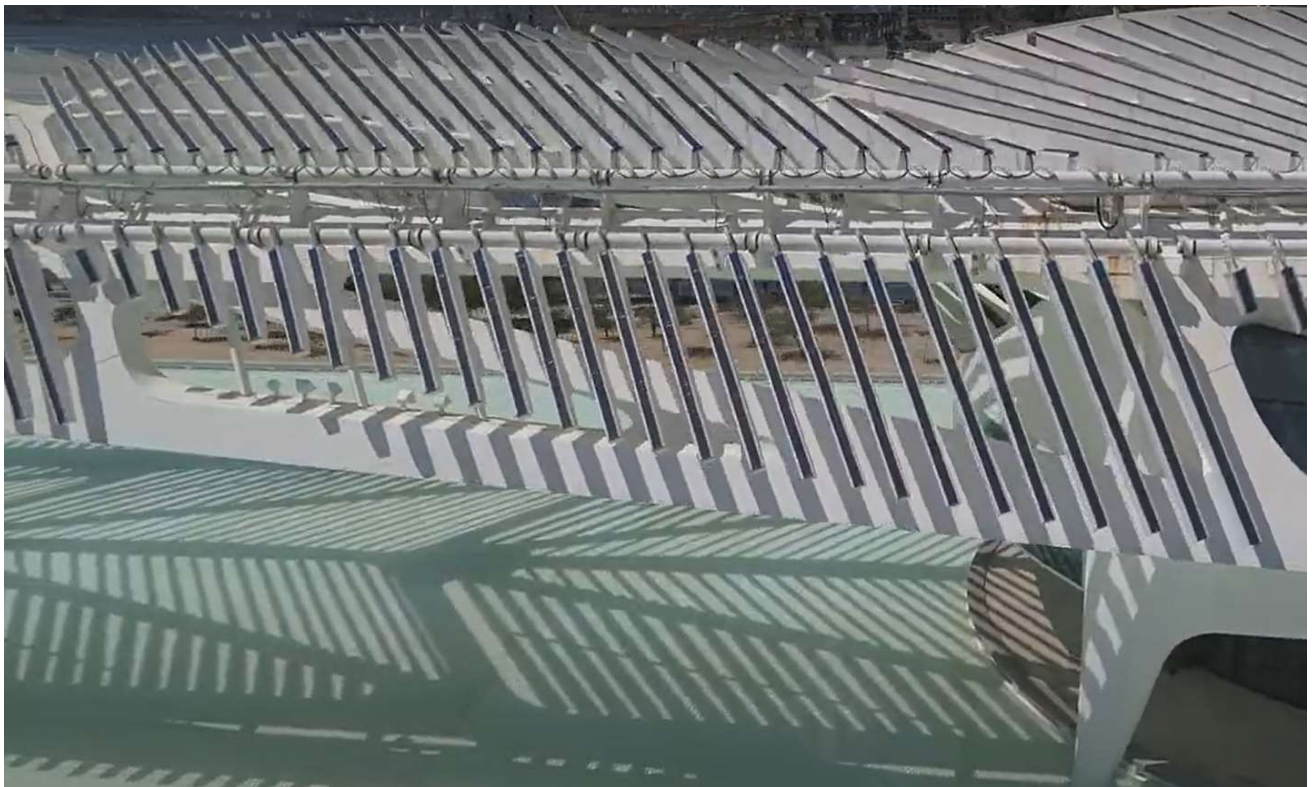


**FOTO 50** – LATERAL OESTE ENTRE EIXOS G2 e G3





**FOTO 51 – LATERAL OESTE ENTRE EIXOS G3 e G4**



**FOTO 52 – LATERAL OESTE ENTRE EIXOS G4 e G5**



**FOTO 53 – LATERAL OESTE ENTRE EIXOS G5 e G6**



**FOTO 54 – LATERAL OESTE ENTRE EIXOS G6 e G7**



**FOTO 55 – CORROSÃO ACENTUADA SUPORTE DE LINHA DE VIDA**



**FOTO 56 – CORROSÃO GENERALIZADA NAS SOLDAS ENTRE CHAPAS DE COBERTURA**



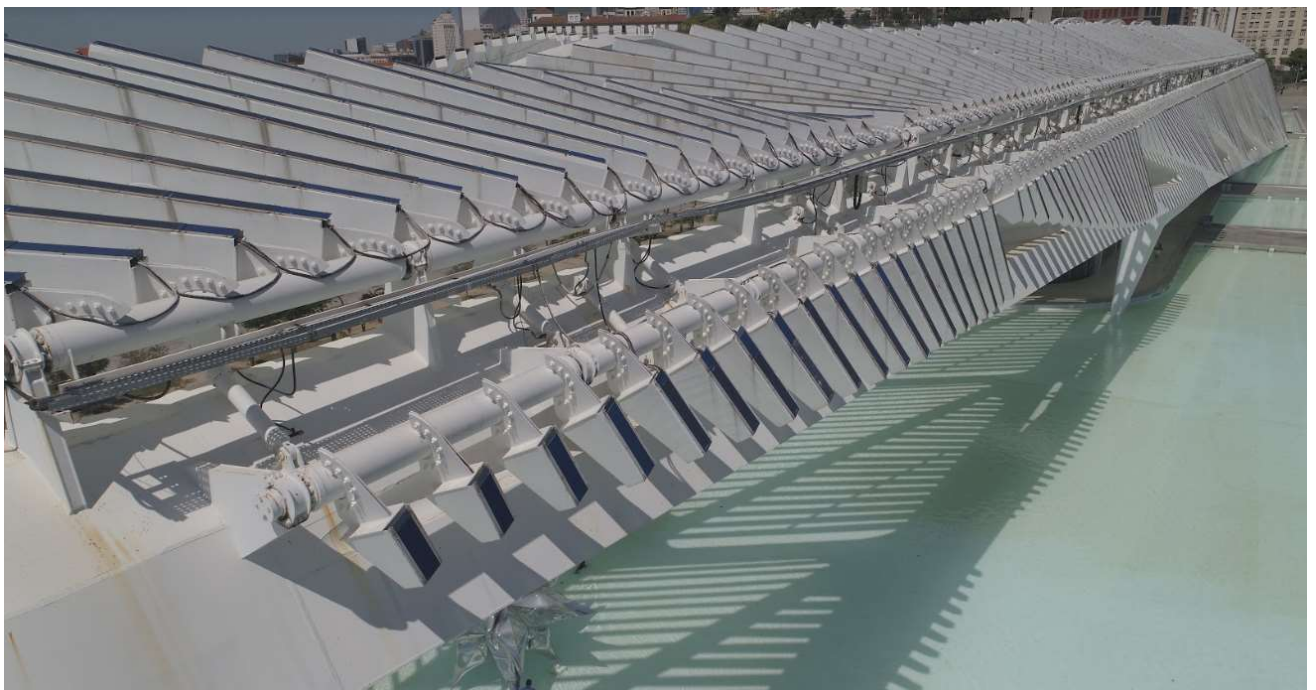
**FOTO 57 – CORROSÃO GENERALIZADA NAS SOLDAS ENTRE CHAPAS DE COBERTURA**



**FOTO 58 – CORROSÃO COM DESCOLAMENTO DA CAMADA DE PINTURA**



**FOTO 59 – CORROSÃO GENERALIZADA NAS SOLDAS**



**FOTO 60 – EIXOS DE MOVIMENTAÇÃO DAS ALETAS OESTE**



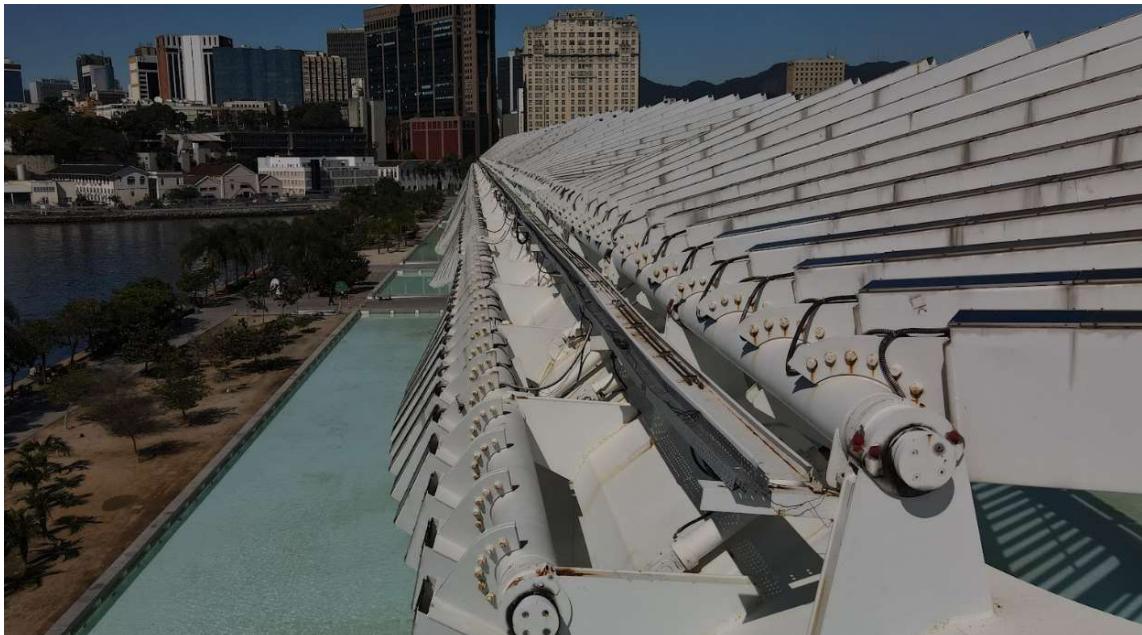
FOTO 61 – EIXOS DE MOVIMENTAÇÃO DAS ALETAS OESTE



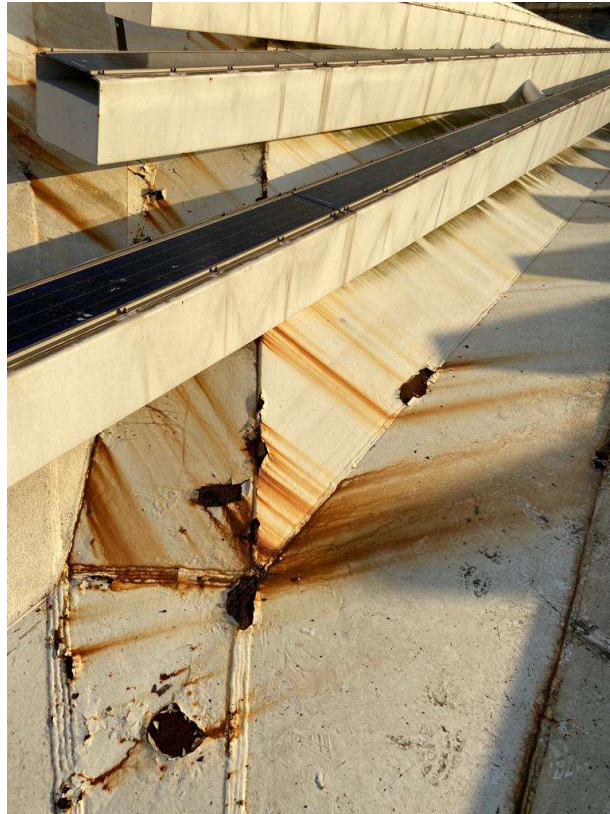
FOTO 62 – EIXOS DE MOVIMENTAÇÃO DAS ALETAS OESTE



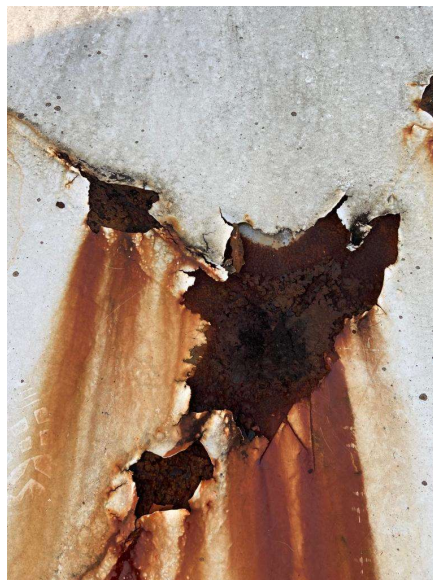
**FOTO 63 – EIXOS DE MOVIMENTAÇÃO DAS ALETAS LESTE**



**FOTO 64 – EIXOS DE MOVIMENTAÇÃO DAS ALETAS LESTE**

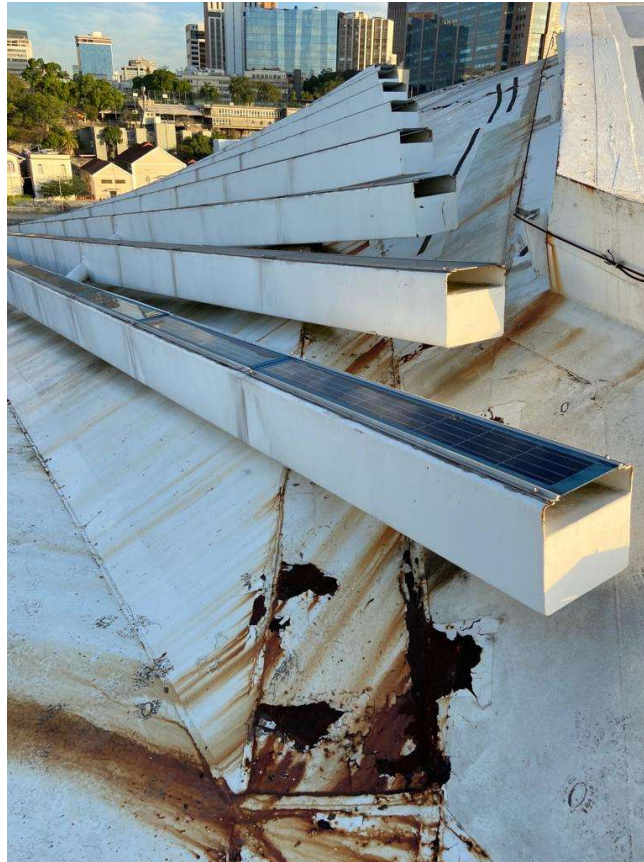


**FOTO 65 – DETALHE CORROSÃO ACENTUADA CALHA**

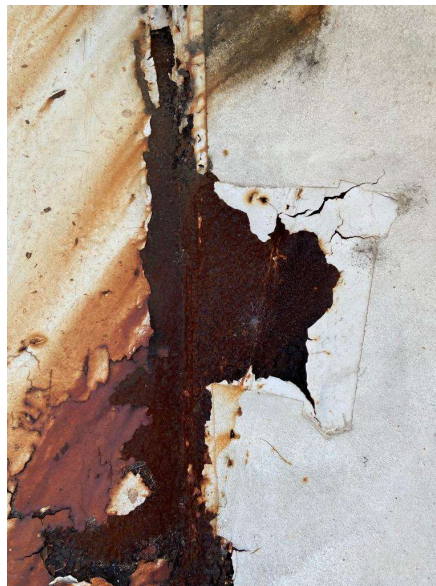


**FOTO 66 – DETALHE CORROSÃO NA SOLDA**





**FOTO 67 – DETALHE CORROSÃO ACENTUADA CALHA**



**FOTO 68 – DETALHE CORROSÃO NA SOLDA**



FOTO 69 – DETALHE CORROSÃO NA LIGAÇÃO DOS MANCAIS



FOTO 70 – DETALHE CORROSÃO NA SOLDA DE LIGAÇÃO

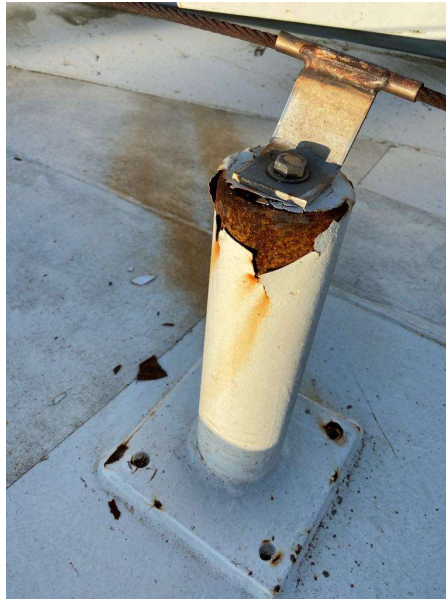


FOTO 71 – DETALHE CORROSÃO NA SOLDA NO SUPORTE LINHA DE VIDA



FOTO 72 – DETALHE CORROSÃO NA SOLDA ENTRE CHAPAS DE COBERTURA



FOTO 73 – DESCOLAMENTO DE CHAPA DE AÇO COM CORROSÃO AVANÇADA



**FOTO 74 – DETALHE CORROSÃO NA SOLDA ENTRE CHAPAS DE COBERTURA**



FOTO 75 – DETALHE CORROSÃO NA SOLDA ENTRE CHAPAS DE COBERTURA