

	RELATÓRIO TÉCNICO		DOC. Nº: NSG.1.2020.212-RP.002.R0	PAG: 1 OF 261
	CLIENTE: CLUBE DE REGATAS DO FLAMENGO			
	PROJETO: INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA			
	AREA: COBERTURA DO ESTÁDIO MARACANÃ			
	TÍTULO: INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DA ESTRUTURA DA COBERTURA DO ESTÁDIO MARACANÃ			
	PROJETO Nº: 2020.212		CONFIDENCIAL	
www.nsg.eng.br comercial@nsg.eng.br +55 21 22339169		ARQUIVO Nº: MS WORD 2019® / NSG.1.2020.212-RP.002.R0 .DOCX		

Aviso de Responsabilidade: A NSG Engenharia realizou o seu melhor empenho para assegurar que este Relatório Técnico esteja correto de modo a refletir a física e o comportamento do sistema. Cabe ressaltar, contudo, que o relatório em apreço é baseado apenas em análises de simulação, que não podem ser consideradas como garantia de correção da resposta do sistema. Além disso, este relatório é baseado, ainda, em cálculos, expectativas, estimativas e dados de entrada, todos sujeitos a incertezas, que podem influenciar a correção, a precisão e a confiabilidade dos resultados aqui apresentados. Ressalta-se, ainda, que a correção deste Relatório Técnico está intrinsecamente relacionada com a correção dos dados recebidos pela NSG Engenharia oriundas do cliente, de inspeções realizadas por outros, de outras empresas e de terceiros em geral. Assim sendo, a NSG Engenharia não emite aqui qualquer representação ou garantia, expressa ou implícita, quanto à precisão, confiabilidade ou abrangência deste Relatório Técnico, pelo que tampouco seus diretores, líderes, empregados, consultores, contratados ou subcontratados assumem qualquer responsabilidade no tocante ao uso do mesmo, independente do seu objetivo.

[illegible]

1 Resumo Executivo

Concluída a construção da nova cobertura do Estádio Mário Filho, popularmente conhecido como Estádio do Maracanã, foi preparado, pela projetista SBP (Schlach Bergermann und Partner) da Alemanha, um manual de inspeção [1], no qual foram previstas inspeções visuais anuais, inspeccionais um pouco mais detalhadas bianuais e inspeções aprofundadas a cada 6 anos.

O presente relatório apresenta os resultados da primeira inspeção do tipo "análise aprofundada", que deveria ser realizada em 2020, mas que foi realizada com 1 ano de atraso, tendo em vista a pandemia, que praticamente paralisou todas as atividades esportivas do país.

A inspeção em apreço foi realizada ao longo de 2,5 meses (abril a junho de 2021) e chegou às seguintes conclusões básicas:

Estrutura global

- O estádio se encontra em um estado geral bom do ponto de vista de sua segurança estrutural. Foi constatado que os cabos sofreram uma relaxação mínima, que fizeram com que a flecha máxima do balanço da cobertura se apresente um pouco maior que o valor teórico do projeto original (11,5cm em média encontrados por meio de levantamento topográfico apresentado no item 8 deste relatório, dos quais, aparentemente, 7,5cm já estavam presentes quando do término da construção). Essa informação foi tirada do único relatório de inspeção anterior que foi disponibilizado [2]. Isso poderia ser confirmado através de um levantamento topográfico que foi realizado ao final da obra, mas este não foi disponibilizado ao Flamengo pelo Estado, pelo que tampouco o Flamengo pôde fornecê-lo à NSG.

Em função dessa informação, foi realizada uma análise estrutural detalhada considerando a perda de rigidez necessária para ocasionar a flecha adicional de 11,5cm, cujos resultados mostraram que a estrutura não oferece qualquer risco de ruína em decorrência disso, visto que todos os elementos estruturais se mantêm a níveis de tensões aceitáveis.

- Observou-se, ainda, que todos os apoios têm sido submetidos a deslocamentos, devidos a vento e temperatura, dentro dos limites previstos para os mesmos.

- Com relação à manutenção da estrutura foi verificado que esta praticamente inexistiu ao longo desses 7 anos, desde a conclusão da obra. A pandemia o justifica nos anos de 2020 e 2021, mas há problemas identificados em 2015 [2], que foram considerados urgentes, mas nunca foram tratados.

Estruturas metálicas

- Dentre os problemas mencionados acima, observa-se que a pintura das estruturas metálicas está deteriorada, levando a problemas pontuais de corrosão, que precisam ser tratados urgentemente, para evitar que problemas de pintura se tornem problemas de substituição de elementos estruturais, por perda de metal base em decorrência da corrosão.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

- Para o caso específico dos olhais, onde o acesso entre as chapas é difícil, recomenda-se um procedimento que considere o uso de uma pintura bem líquida, que possa ser aplicada por jato.

- É válido dizer que o uso de pinos travados por anilhas funcionou mal no projeto do Maracanã. De modo geral foram usadas anilhas de baixa qualidade, que oxidaram totalmente e romperam, deixando os pinos soltos. Os pinos de maior diâmetro servem, basicamente, para travar cabos pelo que não se deslocam apesar da perda da anilha, mas o mesmo não ocorre com os pinos que travam elementos do ponto alto e do funil da membrana. Neste caso eles se movem com o risco de queda dos próprios pinos e das peças que estão travando, podendo atingir de forma letal os usuários do estádio. Recomenda-se, portanto, a substituição imediata de todos os pinos pequenos por parafusos inox com porcas.

- Com relação aos pinos de maior diâmetro, tendo em vista a dificuldade de troca, recomenda-se o uso de uma peça mais robusta em lugar das anilhas. Essa peça deve ser concebida de modo a fazer uso do rebaixo da anilha, mas abraçando totalmente o pino e fixado ao mesmo.

Malha de cabos da estrutura

- Com relação aos cabos observou-se que muitos deles têm problemas de sangramento, ou seja, que o óleo de conservação interno escorre, principalmente pelas pontas. Além disso há alguns pontos de oxidação originados nos próprios cabos e inúmeros objetos pendurados dos cabos através de fios metálicos oxidados, os quais estão dando origem a pontos de corrosão na camada externa dos mesmos. A Geobrugg, que os forneceu, deve ser consultada com relação a esses dois problemas. Mais uma vez, nenhum desses problemas parece grave, ainda, mas é absolutamente necessário coibir que a corrosão avance. Observou-se que alguns poucos pontos de corrosão já foram pintados, mas de forma inadequada permitindo que a oxidação continuasse.

- A exemplo do que acontece com os cabos, também os elementos fundidos, usados para a conexão dos mesmos, apresentam dano em seu revestimento, além de vários pontos de oxidação, de modo que o revestimento destes deve ser restaurado.

Cabe ressaltar que a Geobrugg foi consultada e já estava ciente de vários dos problemas ressaltados, porque disseram que haviam feito uma inspeção detalhada em maio de 2015. O relatório dessa inspeção não foi fornecida ao Flamengo e obviamente não pôde ser repassada para a NSG. Segundo a Geobrugg, contudo, este documento já continha os procedimentos de manutenção e reparo, tanto dos cabos como dos fundidos.

Membrana

- Foram encontrados na membrana quase 500 furos de diâmetro inferior a 20mm, que devem ser reparados por uma firma especializada. Trata-se de um reparo feito a altas temperaturas, que não pode ser feita adequadamente senão por alguém familiarizado com o material da membrana.

- Além dos furos mencionados acima, foram encontrados, também, cerca de 40 reparos já feitos, provavelmente, por ocasião das olimpíadas, mas que estão descolando, assim como o estão, também, algumas juntas de emenda da membrana. Todos estes devem ser igualmente reparados.



- Foi constatado que está havendo um acúmulo de água pluvial junto à ponta do balanço, que deveria escoar pelo cabo do vale, que teria uma declividade da ponta do balanço até o ponto de captação de água da parte interna da membrana. Infelizmente isso não está ocorrendo, mas o acúmulo em apreço não apresenta qualquer risco estrutural, porque o volume acumulado é inferior àquele previsto como sobrecarga de chuva. Por outro lado, leva a um acúmulo de sujeira na região do cabo vale, junto ao anel de tração interno (na ponta do balanço), que contribui para a deterioração mais rápida do material da membrana. Foram consideradas algumas alternativas para a resolução do problema, mas a mais simples e mais econômica é proceder uma limpeza nessa região a cada 6 meses.

Uma limpeza similar deve ser realizada nas duas regiões de descida d'água, quais sejam o funil e o ponto de captação junto ao anel de compressão, ambos ao longo do cabo vale. Uma limpeza similar deve ser feita também no encontro do cabo radial superior com o anel de tração interno.

Banco de dados do projeto

O fato do Estado não conseguir disponibilizar os relatórios do projeto, bem como das inspeções realizadas até agora, salvo uma de 2015 (entregue já durante o andamento dos trabalhos), foi bastante prejudicial para os trabalhos realizados aqui. Sugere-se, portanto, que o Flamengo insista, junto ao Estado, para todos esses documentos sejam recuperados e disponibilizados.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

INDEX

1	Resumo Executivo	2
2	References	7
3	Definições, abreviações and símbolos	8
3.1	Definições	8
3.2	Abreviações	8
3.3	Símbolos	8
3.3.1	Símbolos Latinos	8
4	Introdução	9
5	Dados do Problema	10
5.1	Descrição da Estrutura da Cobertura	10
6	Escopo da Inspeção a Ser Realizada	19
7	Inspeção Realizada	20
7.1	I.A-1 – Aparelhos de apoio	21
7.2	I.A-2 – Anel de Compressão	29
7.3	I.A-3 – Mastro Suspenso	41
7.4	I.B-4 – Passarelas (parte inferior da cobertura)	50
7.4.1	Passarelas radiais	50
7.4.2	Passarela tangencial	71
7.4.3	Passarela de acesso ao video wall	94
7.5	I.C-5 – Passarela interna	97
7.6	I.C-6 – Estrutura de suspensão para o video wall	106
7.7	I.C-7 – Subestrutura fotovoltaica	114
7.7.1	Subestrutura	114
7.7.2	Escada de acesso à membrana ancorada na subestrutura do painel fotovoltaico	134
7.8	I.C-8 – Escadas de acesso	137
7.9	II.A – Cabos	140
7.9.1	II.A-1 – Cabos do anel de tração superior	141
7.9.2	II.A-2 – Cabos do anel de tração inferior	150
7.9.3	II.A-3 – Cabos do anel de tração interno	153
7.9.4	II.A-4, 5, 6 e 7 – Cabos radiais	159
7.9.5	II.A-8 – Cabos de suspensão	167
7.9.6	II.C-9 – Cabos do vale	168
7.9.7	II.C-10 – Cabos tie down	172
7.10	III.B-2 – Ponto baixo da membrana (funil)	174
7.11	III.B-3 – Ponto alto da membrana (retentor)	184
7.12	III.A-1 – Revestimento da membrana	200

7.12.1 Observações gerais	200
7.12.2 Desvios encontrados na membrana.....	208
7.12.3 Mapeamento e quantificação dos pontos em desvio	211
8 Levantamento Topográfico.....	218
9 Análises Estruturais Realizadas para as Condições Atuais da Cobertura.....	227
10 Conclusões e recomendações	229
Appendices	232





INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

2 References

- [1] SBP, Manual de Manutenção da Estrutura da Cobertura, Estádio do Maracanã, 2013.
- [2] SBP, Roof Spot Inspection, Preliminary Inspection Report, Maracanã Stadium, 2015.
- [3] SBP, Structural Design Roof, Part I, Project 2694, 2011
- [4] Suporte Consultoria e Projetos Ltda., Relatório de Análise Estrutural da Cobertura do Maracana, 2.11.014-MC.140-001, 2011

3 Definições, abreviações and símbolos

Esta seção contém todos os termos citados no presente relatório, bem como as definições correspondentes.

3.1 Definições

Termo	Definição
Contratado	NSG Engenharia, Projetos e Representação Comercial Ltda.
Subcontratado	DVR Engenharia e Inspeções Ltda.
Certificador	A presente inspeção não é certificada
Compania Contratante	Clube de Regatas do Flamengo
Projeto	Inspeção do tipo "análise aprofundada" do estádio do Maracanã

3.2 Abreviações

São listadas a seguir as principais abreviações utilizadas ao longo deste relatório:

Tabela 3-1 Termos e abreviações

Termo	Definição
Maracanã	Estádio Mário Filho
ton	Metric tons

3.3 Símbolos

3.3.1 Símbolos Latinos

Tabela 3-2 Símbolos Latinos

Termo	Definição
r	Raio
D	Diâmetro



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

4 Introdução

A finalidade deste documento é a apresentação dos resultados de uma inspeção do tipo "análise aprofundada" realizada no Estádio Mário Filho (Maracanã) ao longo dos meses de abril a junho de 2021.

A inspeção em apreço é prevista no manual de inspeção do estádio [1], com base nos requisitos da norma alemã VDI 6200, onde são definidos 3 tipos distintos de inspeções:

1. inspeção periódica, pelo menos 1 vez por ano, que consiste na inspeção da estrutura de sustentação (= todos os elementos estruturais) em busca de defeitos ou danos óbvios e documentação relacionada. Além disso, ainda com relação às condições estruturais, outras influências que poderiam ter impacto sobre a segurança estrutural também devem ser tidas em consideração (por exemplo, drenos defeituosos, incompatibilidades com a parte física do edifício, etc.).

2. inspeção periódica, pelo menos 1 vez a cada dois anos ou após eventos extraordinários (como por exemplo o evento de encerramento das olimpíadas de 2016) que consiste na inspeção visual da estrutura de sustentação por um especialista e documentação relacionada. É geralmente desempenhada sem a utilização de equipamento técnico de teste.

3. análise periódica aprofundada, pelo menos uma vez a cada seis anos, que consiste na inspeção pormenorizada da estrutura de sustentação (igual a 1 definido acima) por um especialista e documentação relacionada. Inclui elementos de difícil acesso e de difícil captação de amostras de material. A inspeção inclui uma avaliação de danos em relação à relevância para a segurança estrutural, o que pode exigir uma análise de segurança (cálculos estruturais, etc.).

Consta que houve inspeções anteriores, mas a única disponibilizada em termos de relatório, foi a de 1 ano após a conclusão da cobertura, realizada em 2015 [2].

Na presente data de contratação dessa primeira inspeção do tipo 3, ressaltamos que esta se encontra 1 ano atrasada e que não estão disponíveis os relatórios das inspeções de 2016 (tipo 2), 2017 (tipo 1), 2018 (tipo 2), 2019 (tipo 1), caso estas tenham sido realizadas. Esta inspeção é detalhada de forma pormenorizada em [1] e será descrita adiante.

Uma descrição detalhada da estrutura é apresentada no item 5, a seguir, de modo a ficar claro que pontos específicos serão avaliados na inspeção.

O objetivo desta inspeção é garantir que a cobertura está totalmente funcional e que não oferece qualquer forma de risco para o público presente ao estádio. Esse objetivo será atingido ou mostrando que todo o estádio se encontra em perfeitas condições ou indicando que reparos se fazem necessários para que este alvo seja atingido.



5 Dados do Problema

5.1 Descrição da Estrutura da Cobertura

A cobertura tem por finalidade resguardar de intempéries a área dos assentos do Estádio do Maracanã. Para tanto foi escolhida uma cobertura leve em membrana, cuja estrutura de sustentação é formada por cabos tracionados (ver figura 1).



Figura 1 – Vista global do estádio extraída de [1]

O projeto da cobertura, baseado no princípio estrutural de anéis concêntricos estaiados entre si, foi construído apoiando o anel externo em 60 colunas de concreto já existentes na estrutura original do estádio, às quais transmite tanto as cargas verticais de peso próprio como as cargas horizontais de vento (ver figuras 2 e 3).

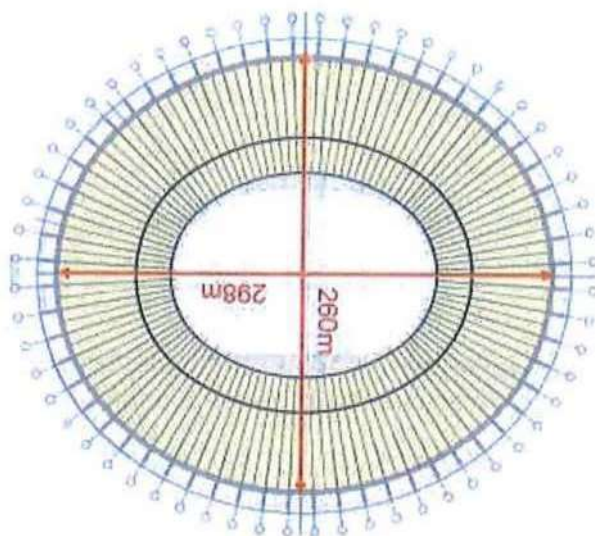


Figura 2 – Vista em planta do estádio extraída de [1]



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

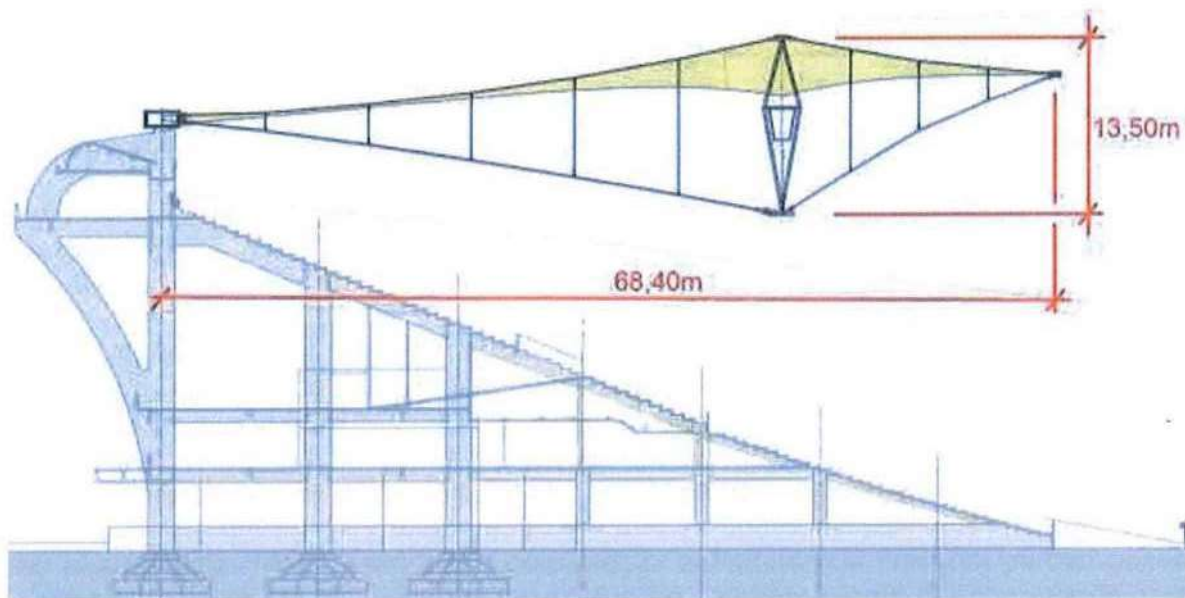


Figura 3 – Seção radial do estádio e da cobertura extraída de [1]

As dimensões globais da estrutura da cobertura são de 298m na direção longitudinal (norte-sul) e 260m na direção transversal (leste-oeste). A altura máxima da borda interna da estrutura da cobertura em relação ao nível do solo do gramado é de cerca de 36m.

Os principais elementos da treliça de cabos que compõem a estrutura são mostrados na figura 4.

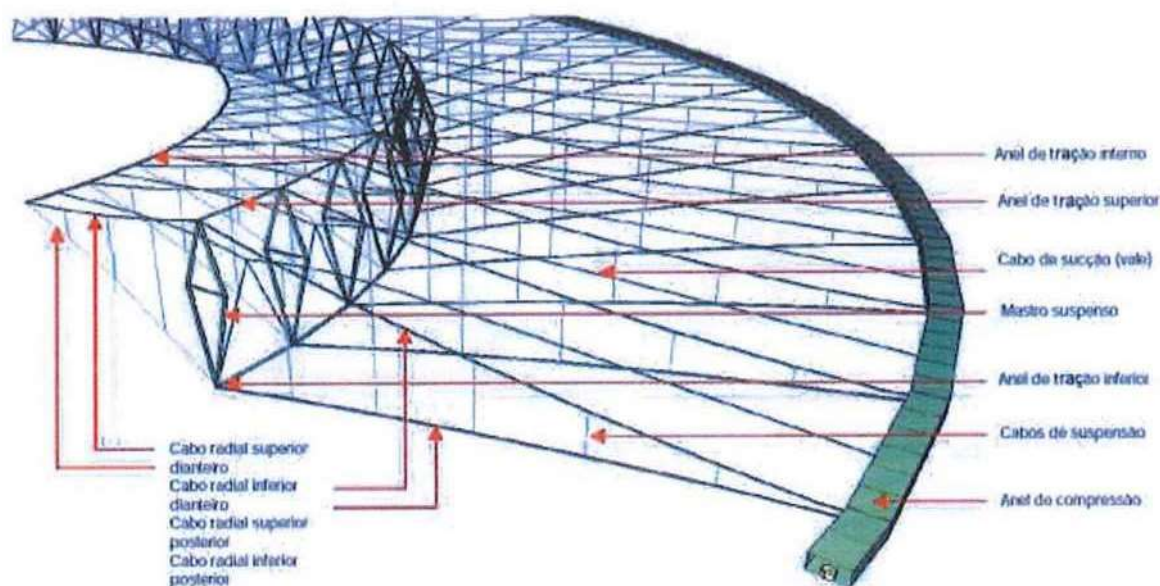


Figura 4 – Componentes da treliça de cabos extraídos de [1]

São 4 os anéis que compõem a estrutura principal: um de compressão – o anel metálico externo - e 3 de tração, estes formados por feixes de cabos, conforme indicado na figura 5, que mostra, também, a localização dos 3 anéis de tração.

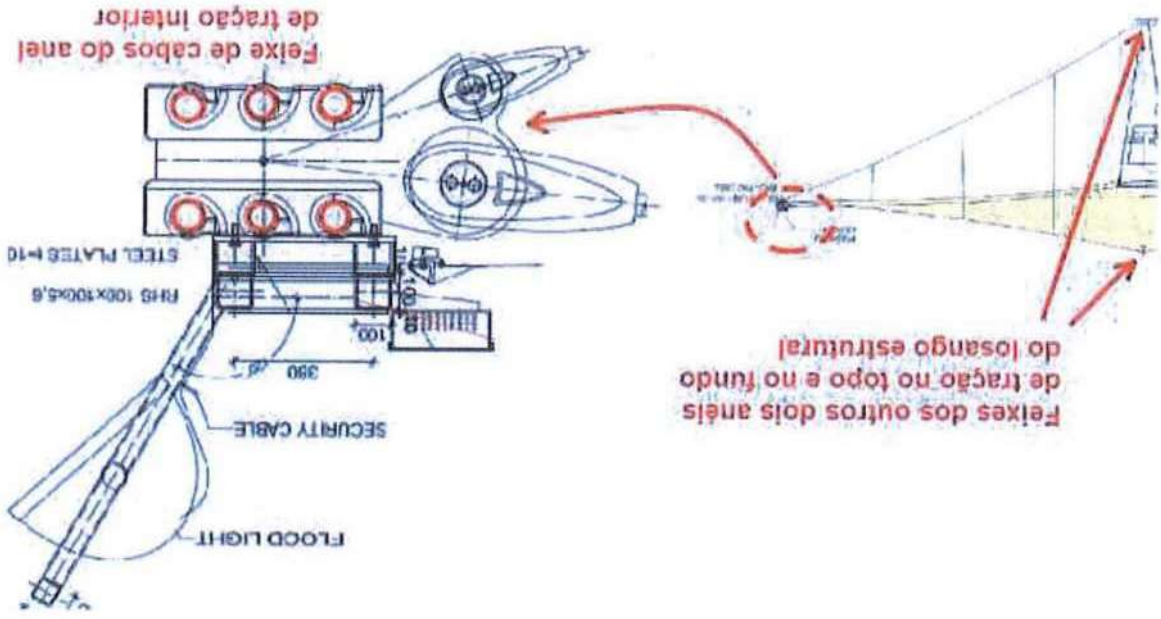


Figura 5 – Feixe de 6 cabos que compõem o anel de tração interior

O anel de compressão e os três anéis de tração são interligados por cabos radiais, um superior e outro inferior, separados por uma estrutura metálica de formato losangular, introduzindo, assim, rigidez vertical em ambos os sentidos.

A figura 6, produzida ainda durante a instalação da membrana, mostra como esta foi concebida com faixas de largura variável, que se estendem entre um cabo radial superior e um intermediário (cabo vale) entre dois radiais superiores. A principal função desse cabo intermediário é dar forma à membrana para que as águas pluviais da parte interior desta se dirijam para o ponto coletor instalado na passarela apoiada na estrutura losangular supracitada. Nesta mesma figura podem ser observados tanto dois cabos radiais superiores como o cabo intermediário com seu rebaixo coletor de águas. Este rebaixo foi conseguido através de cabos ligados no intermediário e que o puxam para baixo, de modo a produzir uma inclinação crescente desde a ponta do balanço.

A água coletada no ponto baixo do cabo intermediário, logo acima da passarela, é transportada ao longo da passarela e depois levada, por um dos quatro acessos à mesma, até a extremidade exterior do estádio, onde é despejada na rede de esgoto.

Todo o esquema do sistema de drenagem é mostrado na figura 7, igualmente produzida pela SBP [1].

A passarela mostrada nas figuras 3 e 5, situada na linha de construção dos elementos losangulares, tem 4 passarelas radiais de acesso e conexão localizadas entre os eixos radiais 7 - 8, 23 - 24, 37 - 38 e 53 - 54 (ver figura 8). Além dos dutos de drenagem de água, ela carrega todo o sistema de sonorização, partes dos holofotes, iluminação da tribuna, câmeras, etc., bem como o cabeamento, quadros e painéis dos equipamentos mencionados.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ



Figura 6 – Cabos radiais e intermediário (cabo vale) que sustentam as faixas de membrana

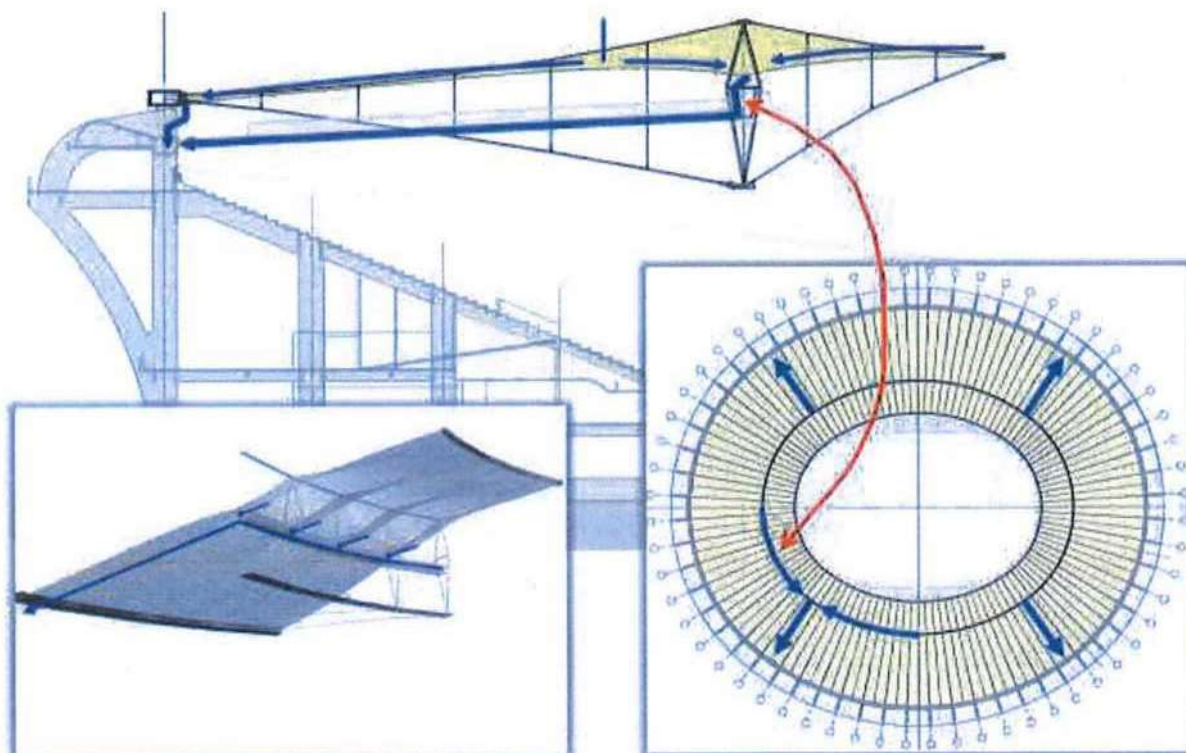


Figura 7 – Concepção do sistema de drenagem de toda a cobertura do Maracanã

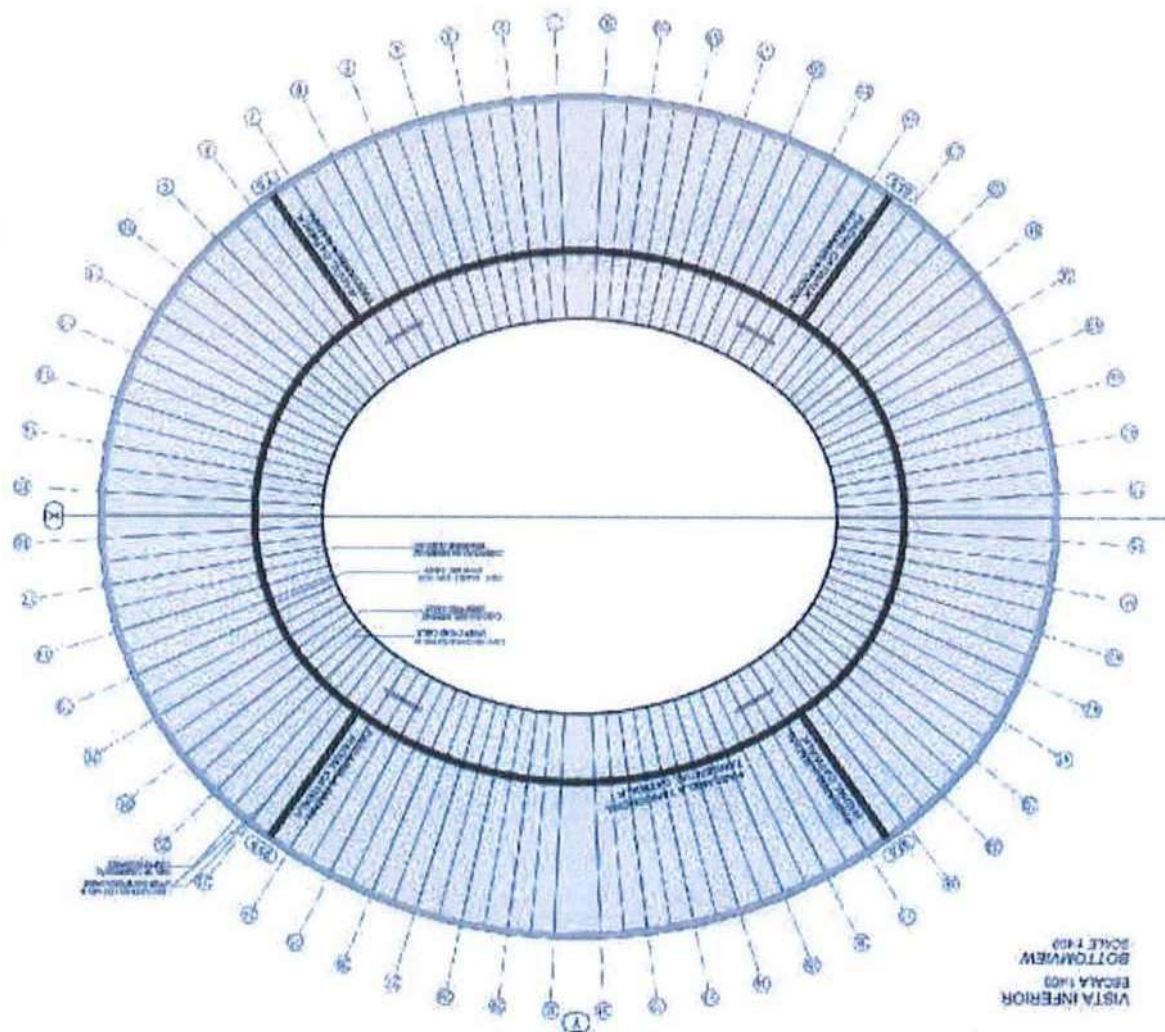


Figura 8 – Localização da passarela interna e dos seus 4 acessos

Outra passarela circundando o estádio está localizada na parte superior do anel interno. Ela suporta a segunda parte dos holofotes. O acesso à mesma se faz através de escadas localizadas no nível superior das arquibancadas, que dão acesso primeiro às passarelas radiais mencionadas acima. Do nível de acesso às 4 passarelas radiais é possível continuar subindo até o topo do anel metálico, de onde se acessa a membrana, sobre a qual se chega até a passarela superior interna (ver corte na figura 5).

Painéis fotovoltaicos estão situados ao longo da borda externa da cobertura, fixados a uma subestrutura gradeada de aço na parte superior do anel de compressão. Essa mesma grade permite circundar todo o estádio andando entre as duas linhas de painéis solares.

Os quatro telões de vídeo são suportados a partir dos cabos radiais dianteiros e podem ser acessados através de uma pequena passarela, que se estende entre a estrutura do telão e a passarela interna.

Para a melhor compreensão do sistema estrutural da cobertura, seja a figura 9, que realça, em vermelho, uma treliça da mesma, de um total de 60. São realçados, ainda, os três anéis



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

de tração formados por feixes de cabos, o anel de compressão externo, e os elementos de travessamento da treliça, formados por 8 cabos tracionados simples e uma estrutura metálica rígida em forma de losango e em cor verde.

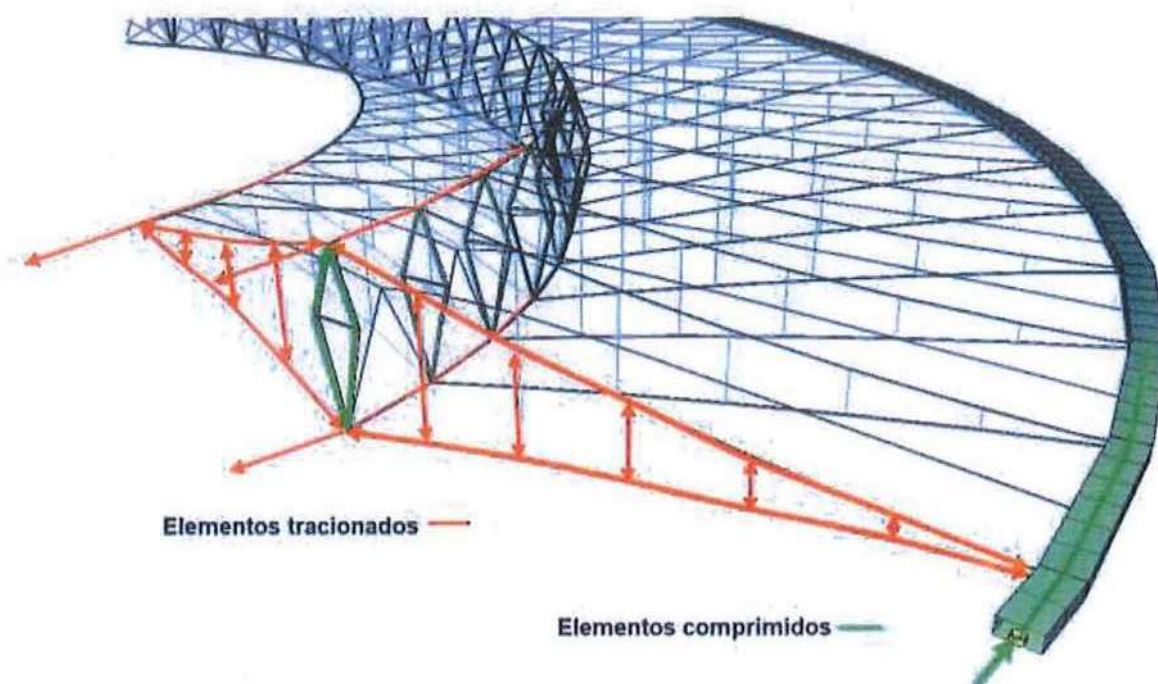


Figura 9 – Trecho da estrutura de cabos da cobertura realçando uma treliça da mesma

Os quatro cabos longitudinais tracionam os 3 anéis de cabos com forças que são equilibradas pelo anel de compressão no perímetro exterior. Os cabos inferiores, um dianteiro ou interno e outro posterior ou externo, sustentam todo o peso da cobertura, ao passo que os superiores provêm rigidez à estrutura para cargas de vento ascendentes e servem, também, de apoio às membranas.

As cargas da cobertura são predominantemente verticais, mas as deformações horizontais do anel metálico externo, que apoia a estrutura, são devidamente limitadas de modo a permitir que a estrutura também resista, adequadamente, às cargas ambientais. Isso é feito limitando as deformações radiais de 56 dos 60 apoios a 30cm, enquanto os outros 4 são impedidos radialmente (ver figuras 10 e 11). Todos os 60 apoios podem se deslocar tangencialmente, mas estes deslocamentos são muito pequenos.

O material de revestimento, qual seja a membrana em fibra de vidro com PTFE, cobre uma área aproximada de 49.600m².

Os principais componentes da estrutura da cobertura são definidos a seguir em termos de diâmetro.

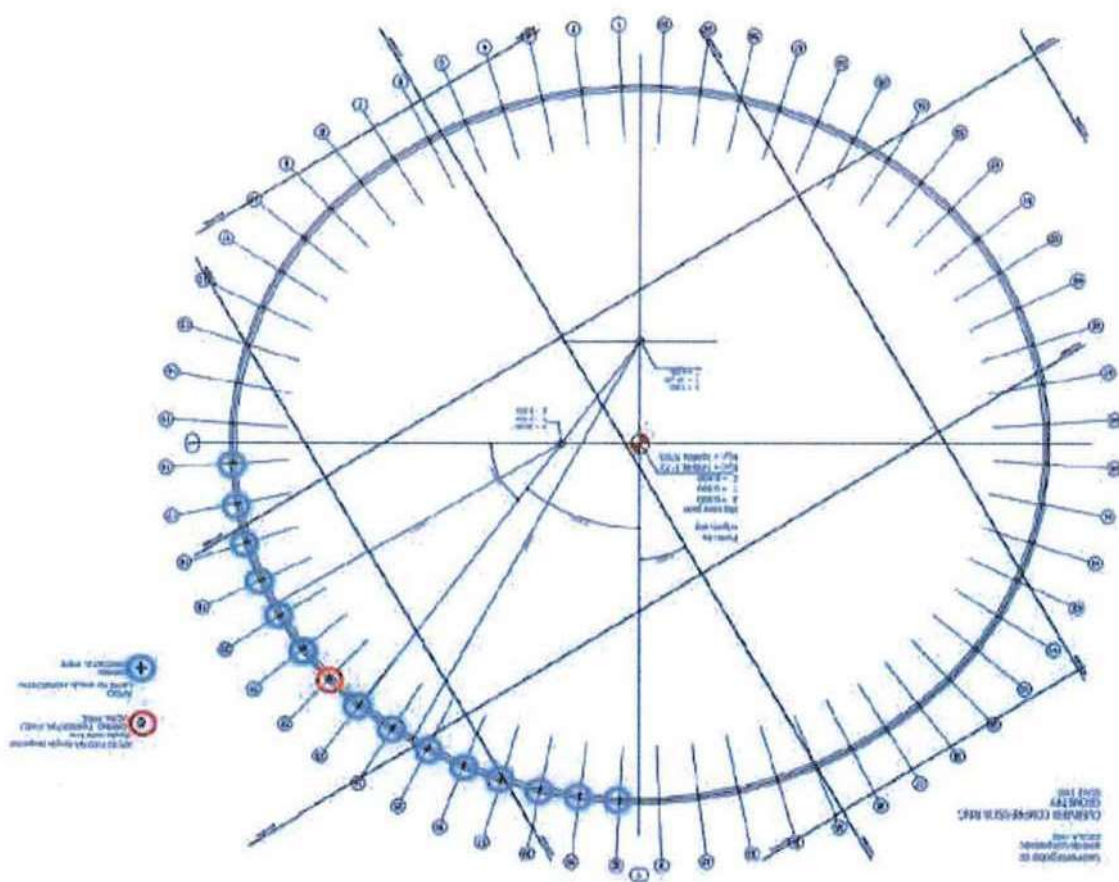


Figura 10 – Apoios de 1/4 da cobertura com um único restringido na direção radial

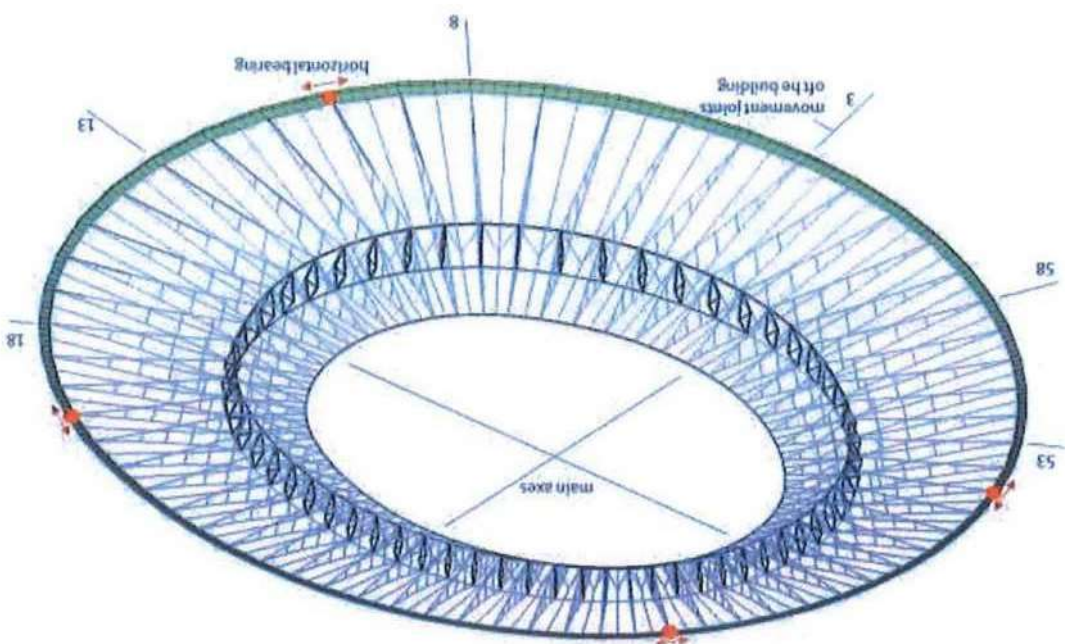


Figura 11 – Apoios restringidos de modo a se deslocarem tangencialmente apenas



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Os cabos utilizados neste projeto são do tipo "fully locked", que contém uma capa externa trançada impedindo a corrosão. Os diâmetros dos cabos são definidos a seguir, conforme indicado em [1]:

cabo radial superior posterior: 65mm (curvados) / 55mm (retos)

cabo radial inferior posterior: 95mm / 85mm

cabo radial superior dianteiro: 60mm / 55mm

cabo radial inferior dianteiro: 35mm / 35mm

cabo intermediário entre eixos: 40mm / 40mm

anel de tração superior: 2 x 80mm

anel de tração inferior: 6 x 110mm

anel de tração interior: 6 x 85mm

Cordoalhas em espiral foram utilizadas com os seguintes diâmetros:

cabos tie down: 20mm

contraventamento vertical da passarela: 25mm

contraventamento horizontal da passarela: 25mm

O anel de compressão foi elaborado com uma seção caixão soldada cujas dimensões são indicadas a seguir:

2,14m x 0,85m, espessura da chapa 44,5mm

Os mastros suspensos de forma losangular também foram elaborados com uma seção caixão cujas dimensões são:

0,30m x 0,22m, espessura da chapa 9,5 - 22,5 mm

As passarelas foram elaboradas com perfis laminados em seção caixão:

gaiola 100mm x 100mm, espessura da parede 5 - 12mm

corrimãos 60mm x 60mm, espessura da parede 4 mm

Outras estruturas de aço foram do tipo: S 355 resp. ASTM-A572 - 50

Os parafusos usados foram do tipo: grau 8.8 ou 10.9, galvanizados a quente

Os pinos utilizados foram de material 34 CrNiMo 6 (1,6582), galvanizado a quente

Todas as peças fundidas são de: G18 NiCrMo 3 6 (1.6759)

Para complementar as informações a respeito da estrutura há alguns pontos importantes que devem ser ressaltados no projeto quanto às ligações:

- todas as presilhas de cabos (conectores do cabo do anel, bragaadeiras dos pendurais, etc.) devem transferir forças de atrito. Assim sendo, é obrigatório que:
- todos os parafusos estejam devidamente pré-tensionados e
- as coberturas dos conectores NÃO estejam em contato
- todos os pinos devem ser fixados com tampas de pinos ou anéis de pressão, a fim de evitar o seu deslocamento. Todas as tampas de pinos devem se encaixar perfeitamente nos pinos e devem ser fixadas com parafusos (parafusos pré-tensionados e/ou fixados com lock-tite). Anéis de pressão não devem ser pré-tensionados devido a desajuste do anel e do entalhe, mas devem estar livres para girar.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

RELATÓRIO TÉCNICO

Nº:

NSG.1.2020.212-RP.002.R0

PAG:

18 OF 261



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

6 Escopo da Inspeção a Ser Realizada

A análise periódica aprofundada, deveria ser realizada pelo menos uma vez a cada seis anos, mas tendo em vista a pandemia de COVID, que paralisou quase todas as atividades do estádio há aproximadamente um ano, a inspeção em apreço, objeto deste relatório, também foi realizada com 1 ano de atraso.

Seu escopo prevê uma inspeção pormenorizada da estrutura de sustentação, que inclui as estruturas metálicas, a treliça de cabos, as estruturas secundárias e a membrana, por um engenheiro que tenha a experiência em projetos de natureza similar. Neste caso devem ser incluídos os elementos de difícil acesso e a eventual captação de amostras de material se necessárias. A inspeção inclui uma avaliação de danos e alterações na geometria do estádio, que possam ser relevantes para a segurança estrutural.

Para que tais alterações na geometria possam ser constatadas foi previsto um levantamento topográfico da cobertura, que foi avaliada através de uma análise de segurança (cálculos estruturais, etc.).

A análise periódica aprofundada inclui a verificação de elementos de difícil acesso e de difícil captação de amostras de material. Toda a estrutura foi visualmente inspecionada, incluindo os cabos, com todos os pontos de difícil acesso inspecionados com aparelhos telescópicos com 40x de aumento. Profissionais alpinistas foram utilizados posteriormente para tirar algumas dúvidas que permaneceram da inspeção visual.

Estrutura Metálica

A estrutura metálica abrange o anel de compressão exterior, os apoios deste, os mastros que apoiam os dois anéis de tração intermediários e as passarelas inferior e superior.

Estruturas Secundárias

Estas incluem, basicamente, os elementos que não fazem parte da estrutura primária, quais sejam as escadas, os apoios da iluminação, os suportes das demais instalações, etc.

Treliça de Cabos

A inspeção dos cabos inclui além destes, propriamente ditos, também os elementos fundidos e todos os conectores, quais sejam os soquetes, os pinos, etc.

Membrana

A inspeção dos painéis de membrana consiste na detecção de danos, cortes e/ou buracos, etc. Além disso devem ser ressaltados os pontos de acúmulo de água, prejudiciais à membrana.

7 Inspeção Realizada

Para efeito de consistência com os demais documentos emitidos pela SBP, o seguinte critério de numeração das partes foi considerado neste relatório.

Todas as partes têm uma numeração do tipo X-Y-Z, onde,

X é uma das três partes principais do sistema (I, II ou III)

- I. estrutura de aço da cobertura,

- II. estrutura de cabos da cobertura,

- III. estrutura de membrana da cobertura.

Y indica a importância estrutural do elemento em apreço

(A) - elemento estrutural principal

(B) - elemento estrutural primário = elemento de sustentação de carga primária da estrutura global

(C) - elemento estrutural secundário;

Z – indica o número de um determinado elemento estrutural nos desenhos gerais (1-99).

Alguns exemplos da numeração, bem como uma tabela mostrando o valor de Z e os desenhos correspondentes são fornecidos no Apêndice A.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

7.1 I-A-1 – Aparelhos de apoio

Todos os aparelhos de apoio foram visualmente inspecionados, no tocante aos itens da tabela mostrada abaixo:

Inspeção de Integridade		Obra:		Localização / Eixo:			Folha
		Cobertura do Maracanã					
Itens de Verificação				Situação de Acesso			Comentários
				Bom	Ruim	Limitado	
A p a r e l h o d e a p o i o	Grout	I-A-1_1	Inspeção visual				
	Chapa de Base	I-A-1_2	Chapas				
		I-A-1_3	Inspeção de soldagem visual				
	Ancoragem	I-A-1_4	Aperto das tampas de segurança				
		I-A-1_5	Proteção contra corrosão				
	Aparelho de Apoio	I-A-1_6	Funcionamento geral				
		I-A-1_7	Condição de superfícies de aço inoxidável				
		I-A-1_8	Condição de camadas de PTFE				
		I-A-1_9	Localização do apoio (indicador)				
		I-A-1_10	Condição de parafusos (conexão super. e inferior)				
	Todos	I-A-1_11	Indicação de avaria				
		I-A-1_12	Proteção contra corrosão				

Os pontos negativos que merecem ser ressaltados são listados a seguir:

A oxidação da chapa de calço dos aparelhos de apoio foi constatada em praticamente todos eles. A figura 12, referente ao eixo 12, ilustra essa oxidação.

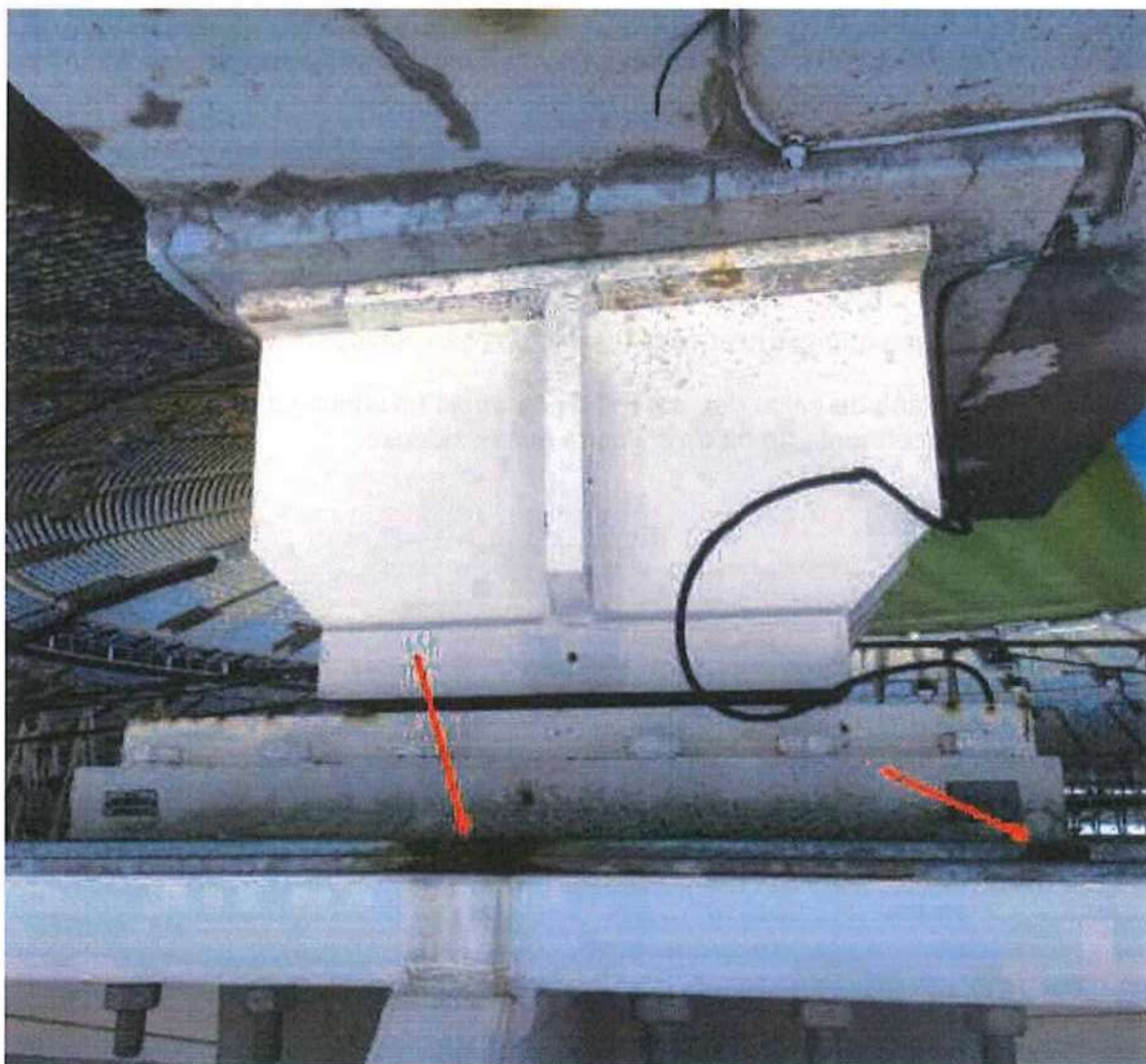


Figura 12 – Oxidação das chapas de calço do aparelho de apoio (shim plates) do eixo 12

Observou-se, de igual modo, que o restante das chapas dos aparelhos de apoio também mostram um início de processo de corrosão, que está mais acentuado nas soldas de união das chapas.

Mais uma vez essa constatação é generalizada, mas alguns exemplos típicos são ilustrados a seguir.

A solução é retocar a pintura.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

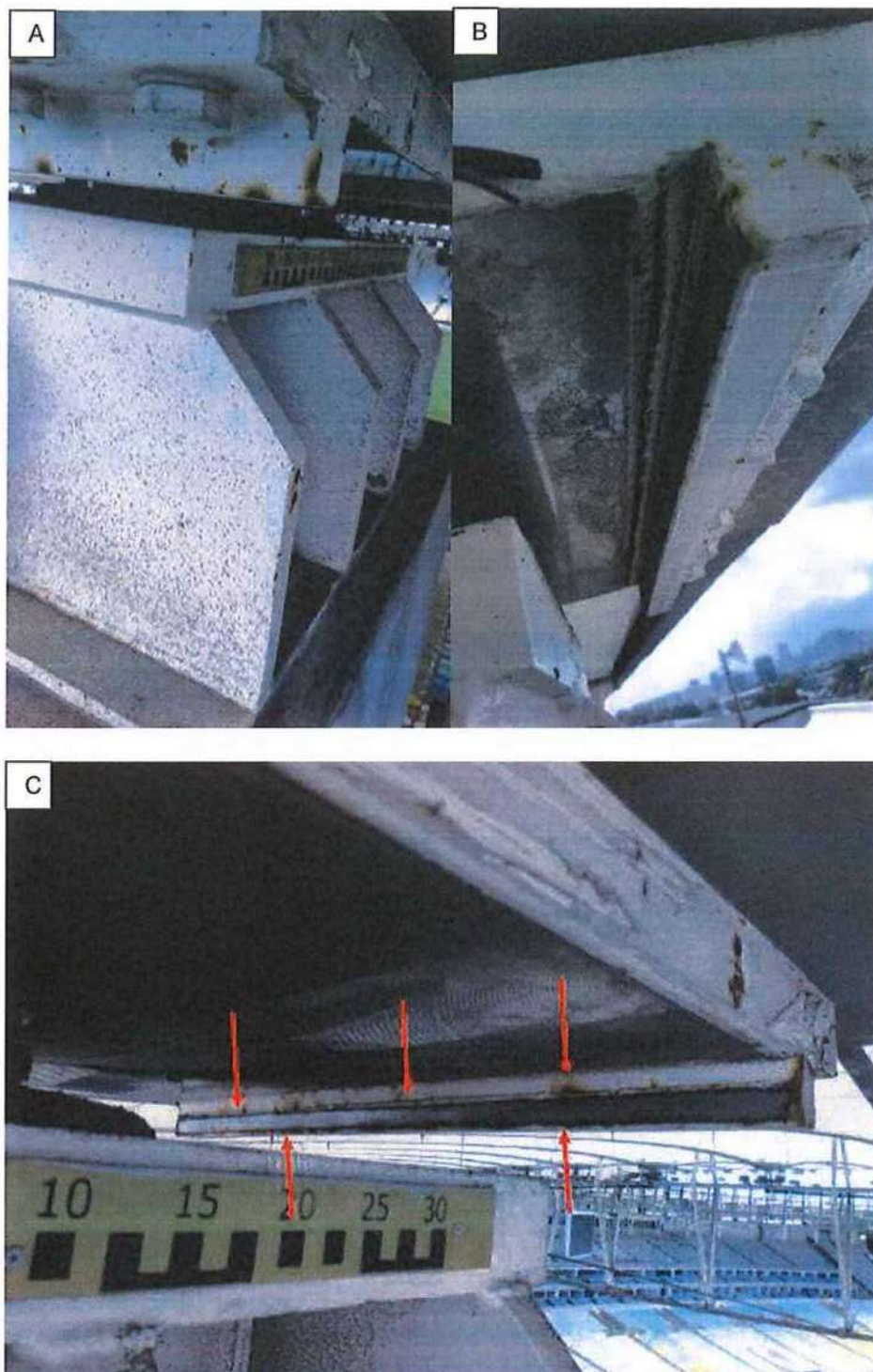


Figura 13 – (A) Oxidação no corpo das arestas do aparelho de apoio do eixo 10; (B) Oxidação na junta soldada de material dissimilar do aparelho de apoio do eixo 27; (C) Oxidação na junta soldada de material dissimilar do aparelho de apoio do eixo 18.

Mais uma vez a repintura se faz necessária.

O início da oxidação do conjunto de fixadores (parafusos, porca e arruelas) do aparelho de apoio foi igualmente constatado em vários apoios. Essa condição se repete para os eixos 16, 18, 23, 27, 28, 29, 40, 43, 47, 49, 52, 55, 53, 54, 57, e 58. A figura 14 exemplifica.

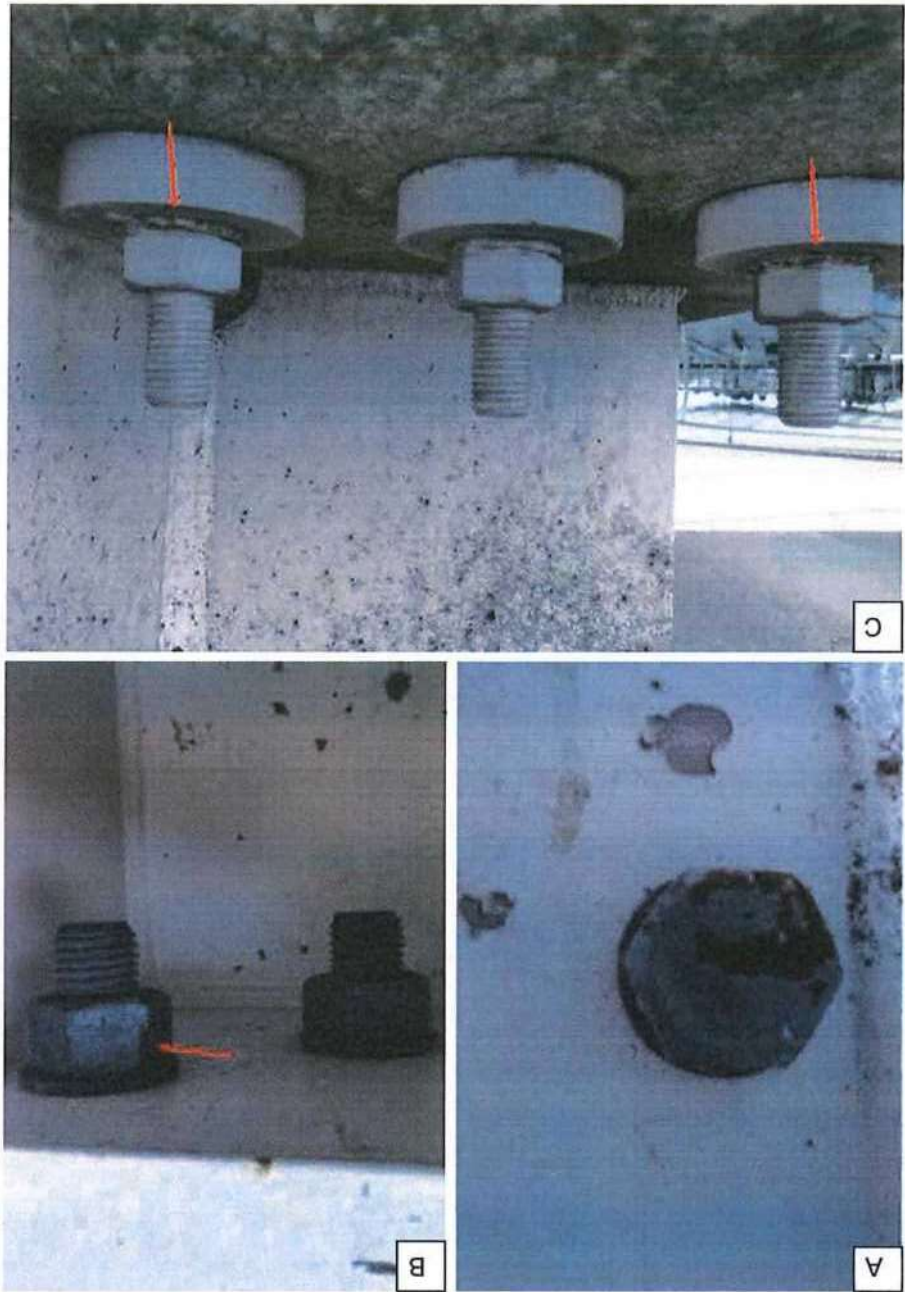


Figura 14 – (A) Oxidação dos parafusos do aparelho de apoio do eixo 54; (B) Oxidação da porca do aparelho de apoio do eixo 52; (C) Oxidação das arruelas da ligação do aparelho de apoio com anel de compressão do eixo 27.

Os parafusos e as porcas precisam ser limpos e protegidos.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

A figura 15 mostra a ausência da haste de indicação da régua graduada que mede o deslocamento radial do aparelho de apoio em função da variação térmica e das cargas ambientais. Essa condição se repete para os eixos 1, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 23, 30, 34, 35, 40, 43, 45, 51, 53, 55, 57, 58, 59 e 60. Estes marcadores devem ser repostos.

As marcas na placa de aço inox deixada pelos movimentos dos apoios mostram que estes deslocamentos têm ocorrido dentro dos limites estabelecidos pelo projeto. Desta forma, não obstante a ausência dos marcadores supracitados, não foi encontrada qualquer anomalia nos deslocamentos dos apoios.



Figura 15 – Ausência da haste de indicação da régua graduada que mede o deslocamento radial do aparelho de apoio do eixo 55

A régua graduada deve ser reposta.

Outra anomalia constatada diz respeito à contaminação na superfície de aço inoxidável do aparelho de apoio causada pelo concreto durante o lançamento deste. Tendo em vista não haver registro de obras recentes, conclui-se que se trata de sujeiras deixadas pela obra, concluída há 7 anos. Respingos de concreto similares foram encontrados nos apoios: 4, 8, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 48, 50 e 51. A figura 16 exemplifica.



Figura 16 – (A) Respingos de concreto na superfície de aço inoxidável do aparelho de apoio do eixo 4; (B) Contaminação de aço carbono na superfície de aço inoxidável do eixo 35

A limpeza correspondente se faz necessária.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Foi constatada a existência de oxidação nas barras rosçadas na base do aparelho de apoio. Essa condição foi encontrada nos eixos 22, 42, 45, 46, 52 e 56.

Isso é exemplificado na figura 17.

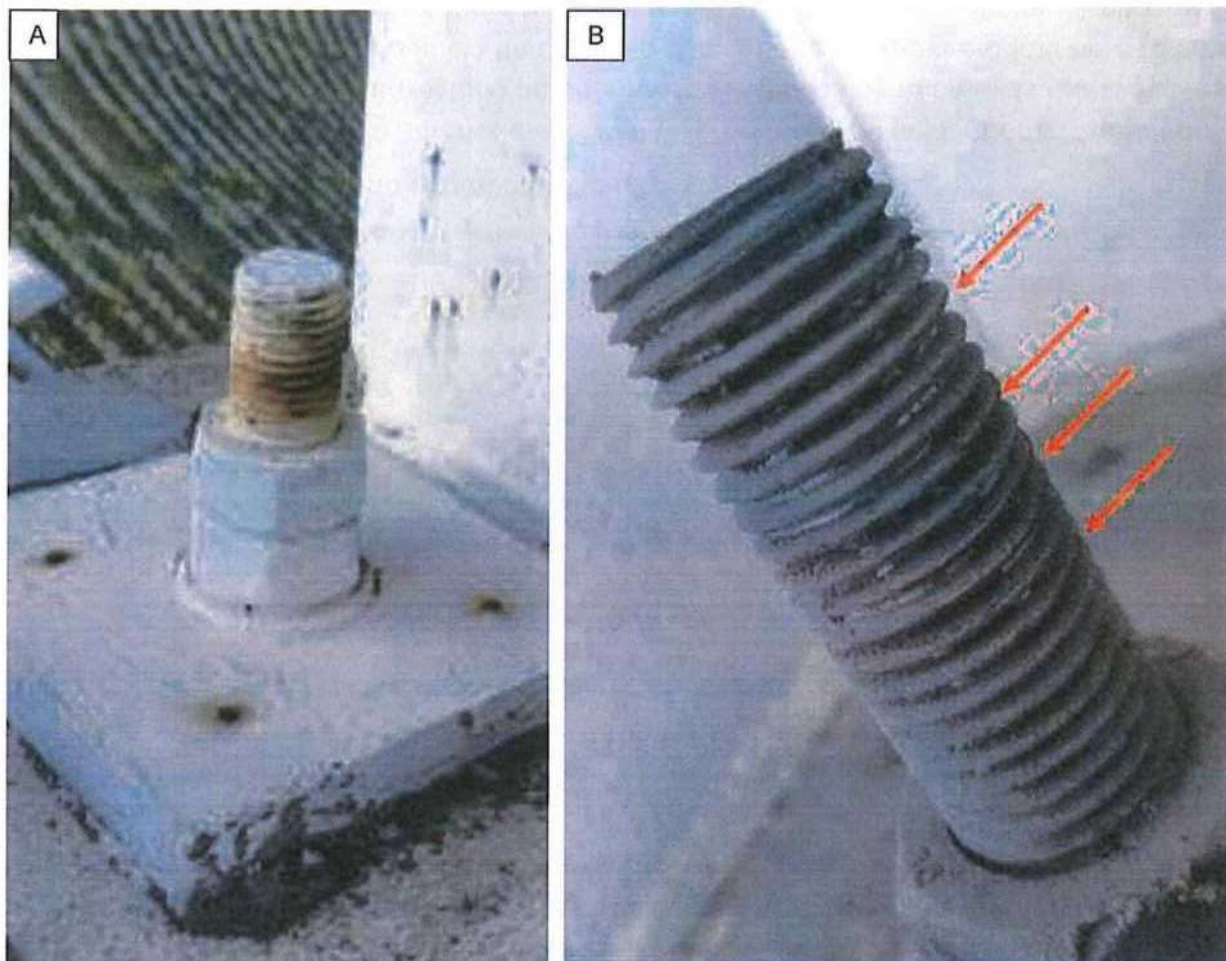


Figura 17 – (A) Oxidação no chumbador do aparelho de apoio do eixo 22; (B) Oxidação na rosca do chumbador do aparelho de apoio do eixo 56

Aparentemente aplicou-se graxa em alguns desses elementos como medida para impedir o avanço da corrosão, conforme mostrado na figura 18.

Essa condição foi encontrada nos eixos 11 e 12.

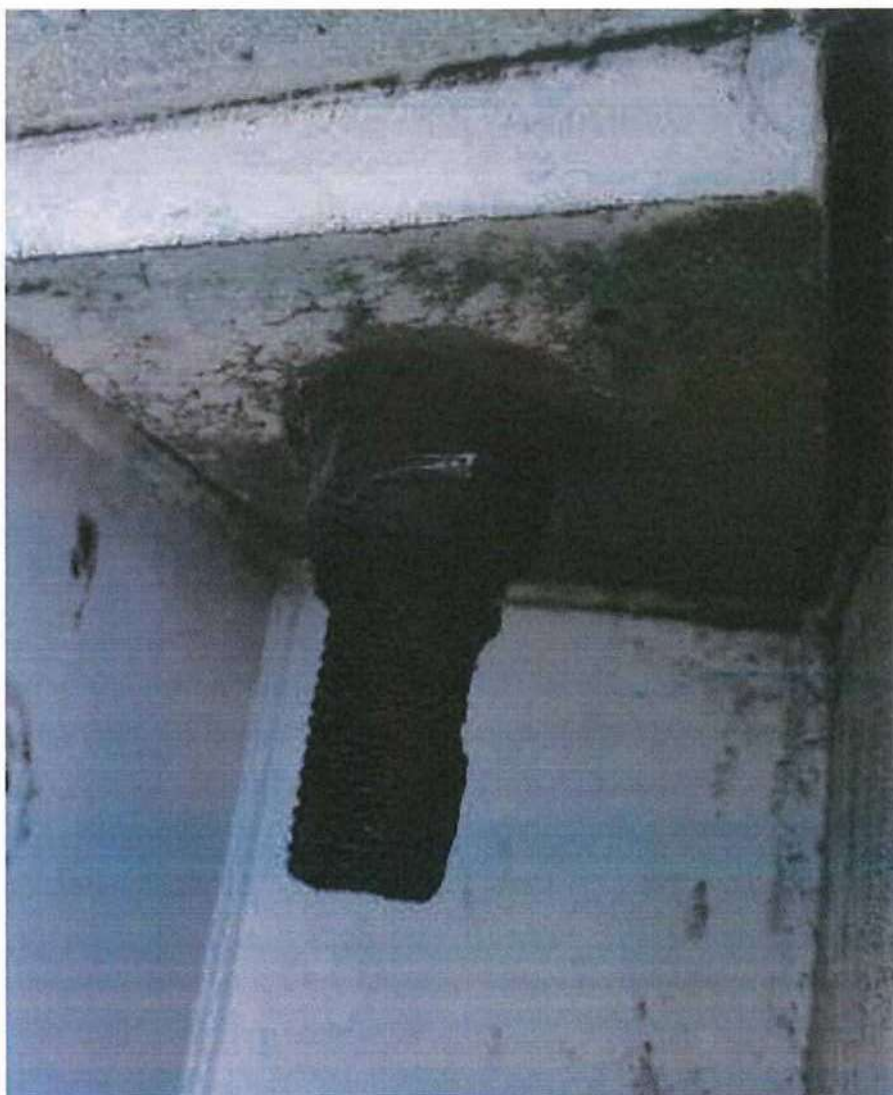
Sugere-se aqui algum tipo de galvanização a frio.

Fica óbvio que todos os 60 apoios requerem manutenção em termos de pintura. Os primeiros sinais de corrosão das chapas apareceram já na inspeção de 1 ano, sem que qualquer providência tenha sido tomada. Este também alertava para as barras rosçadas sem proteção corrosiva, que agora já apresentam também corrosão. Medidas corretivas em ambos os casos devem ser tomadas. Estas incluem limpeza, pintura e proteção contra a corrosão dos chumbadores.

Correções:

O único relatório de inspeção anterior disponível [2] é de 2015, ou seja, apenas 1 ano após o término da construção. Neste relatório há apenas dois registos de anomalias relativos a este item. Num deles foi acusado o início de corrosão das chapas de apoio e o fato de não haver a devida proteção contra a corrosão dos chumbadores de fixação dos apoios. Ambos estão incluídos acima, pelo que não se faz necessário verificá-los.

Figura 18 – Graxa aplicada no chumbador do eixo 11.





INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

7.2 I.A-2 – Anel de Compressão

O anel de compressão em toda à volta exterior do estádio foi examinado visualmente ao longo de todos os seus 60 segmentos. Os itens inspecionados em cada trecho localizado entre eixos adjacentes são indicados na tabela a seguir, que inclui os apetrechos ligados ao mesmo.

Inspeção de Integridade		Obra:		Localização / Eixo:			Folha
		Cobertura do Maracanã					
Itens de Verificação				Situação de Acesso			Comentários
				Bom	Ruim	Limitado	
Anel de Compressão	Head plate	I-A-2_1	Fixadores (parafusos, etc)				
		I-A-2_2	Ligação e contato integral				
	Contato com cabo radial	I-A-2_3	Chapas e reforços				
		I-A-2_4	Soldas				
		I-A-2_5	Pinos e tampas dos pinos				
		I-A-2_6	Funcionamento de articulação				
		I-A-2_7	Espaço livre				
	Conexão com cabos radiais e cabos de vale	I-A-2_8	Chapas e reforços				
		I-A-2_9	Juntas soldadas				
		I-A-2_10	Pinos e tampas dos pinos				
		I-A-2_11	Funcionamento de articulação				
	I-A-2_12	Espaço livre					
	Tubos de drenagem	I-A-2_13	Funcionamento				
	Conexão com a membrana	I-A-2_14	Funcionamento				
		I-A-2_15	Ligações				
		I-A-2_16	Danos				
	Conexão com elementos fotovoltaicos	I-A-2_17	Funcionamento				
		I-A-2_18	Ligações				
	Tubos penetrantes	I-A-2_19	Aperto de chapas de cobrimento				
	Todos	I-A-2_20	Corrosão				

Um resumo de todas as anomalias encontradas nos 60 segmentos do anel metálico é fornecido a seguir.

A oxidação nos fixadores, nas hastes roscadas e nas braçadeiras do sistema de drenagem ancorados no anel de compressão bem como o início de deterioração da braçadeira de aço inoxidável são exemplificadas na figura 19, onde são mostrados alguns elementos próximos ao eixo 24.

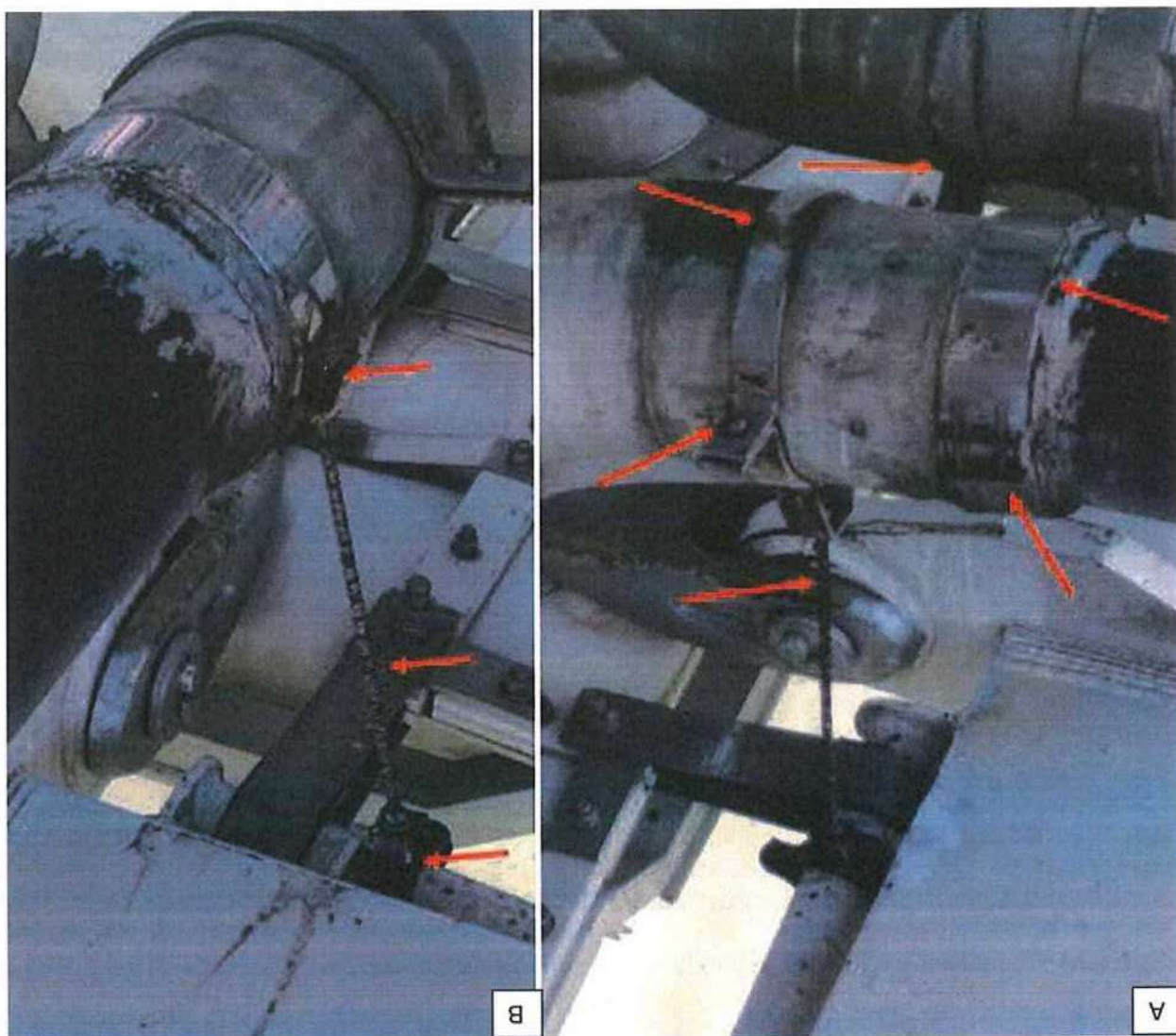
Os problemas em questão dizem respeito a todos os elementos desse tipo em toda a extensão do anel externo. Os elementos de ligação em questão podem ser protegidos contra a corrosão ou facilmente substituídos, se necessário.

Parafusos removidos devem ser substituídos e nunca reutilizados.

Figura 19 – (A) e (B) Oxidação das hastes rosçadas, bragaadeiras e fixadores do suporte do sistema de drenagem ancorado ao anel de compressão e deterioração na bragaadeira de aço inoxidável do eixo 24.

A drenagem da membrana junto ao anel metálico se faz através de dois tubos que descem junto ao cabo de vale. Estes são fixados no anel metálico no topo e depois na estrutura de concreto na base. A figura 20 nos mostra um caso onde a ligação do topo se soltou (entre os eixos 24 e 25), enquanto a figura 21 nos mostra outro local onde caiu a cantoneira de suporte para o seu alinhamento na base (a cantoneira que se soltou se encontra sobre a laje de concreto).

A perda do apoio superior se deu apenas no segmento 24-25, mas a falta do apoio inferior ocorre nos eixos 6, 9 10, 57 e 58.





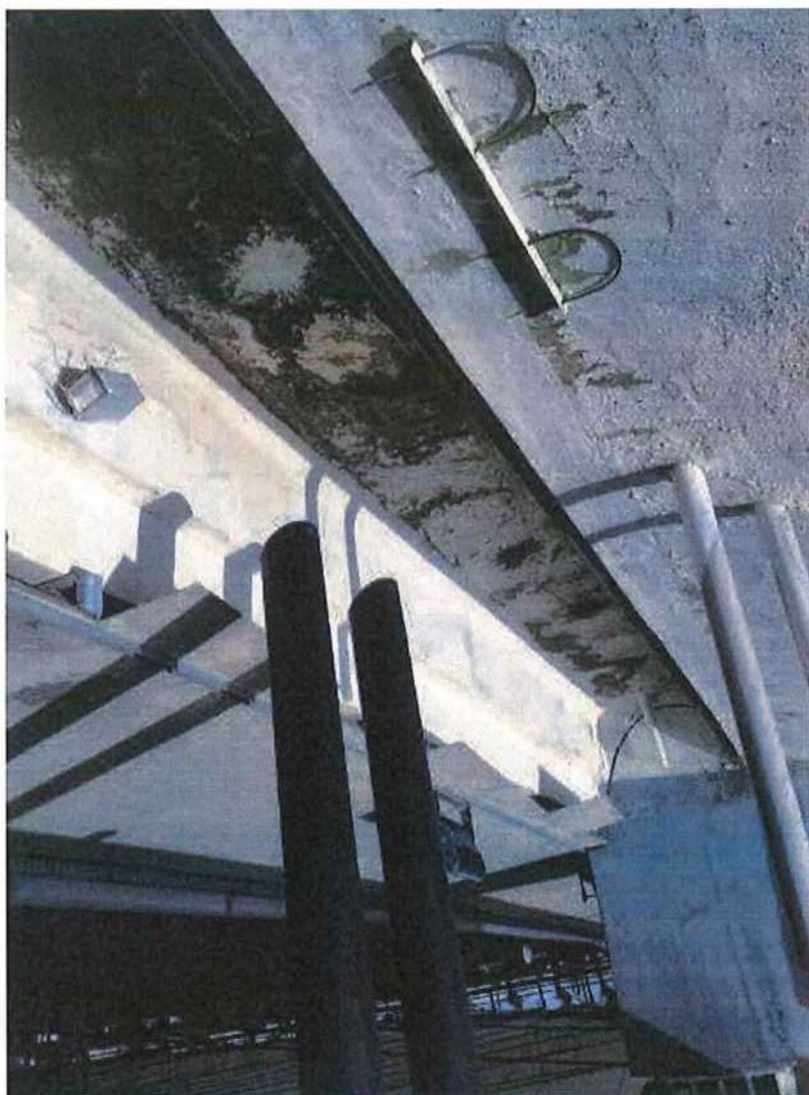
INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ



Figura 20 – Dutos de drenagem pendurados no anel metálico onde soltou-se uma ligação

Todos os apoios perdidos do sistema de drenagem devem ser reabilitados e toda a corrosão eliminada e a pintura correspondente refeita.

Figura 21 - Ausência da cantoneira para apoio do tubo de drenagem do eixo 57





INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Foi observada uma falta de fusão na junta soldada da tampa do tubo penetrante do segmento do anel de compressão entre os eixos 24 e 25. O ponto específico observado está apresentado na figura 22 a seguir.



Figura 22 – Falta de fusão na junta soldada da tampa do tubo penetrante do segmento 24-25 do anel de compressão

A correção em apreço pode ser só de pintura, porque a quantidade de solda a ser esmerilhada é mínima.

Foi encontrado um pedaço de cabo metálico, já oxidado, na parte superior do segmento entre os eixos 3 e 4 do anel de compressão, o qual está contaminando o revestimento do mesmo, conforme indicado na figura 23.

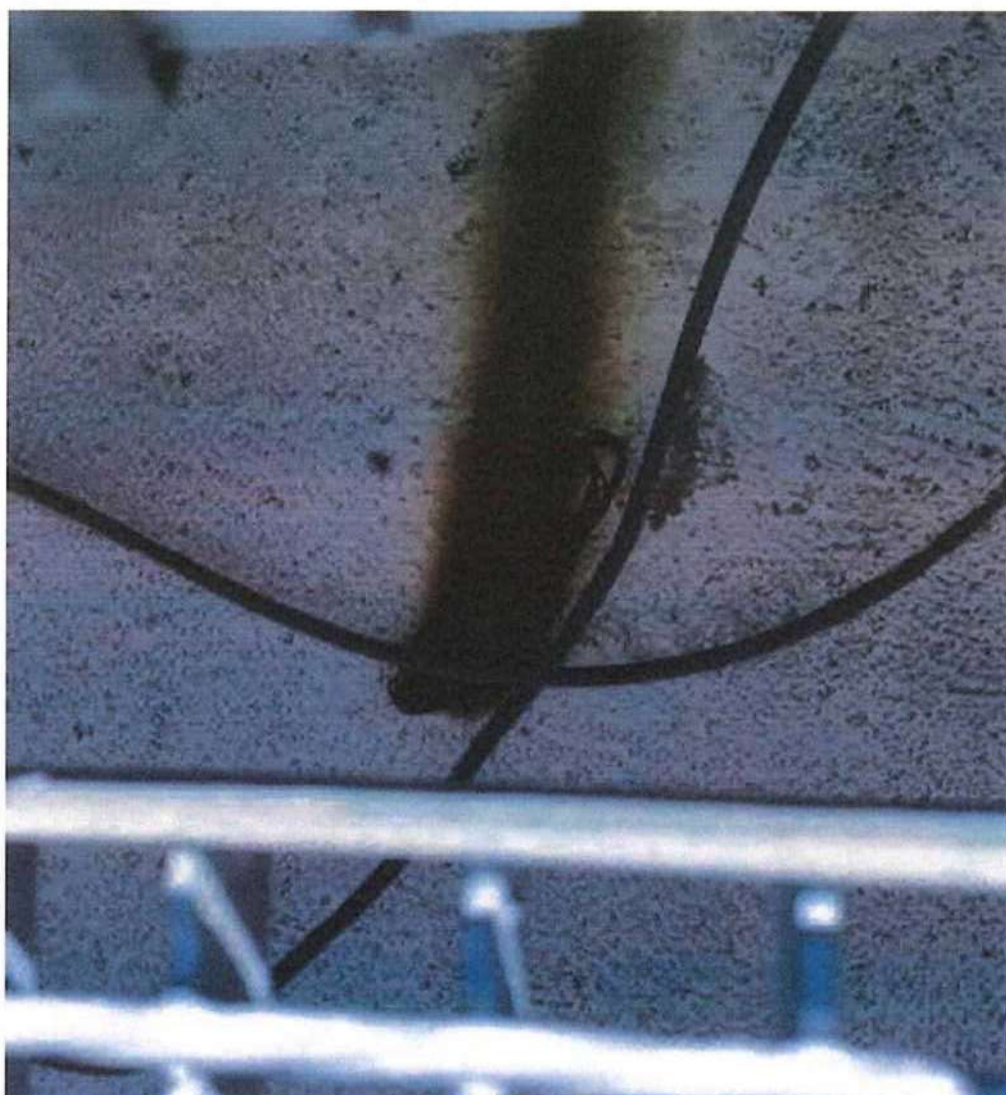


Figura 23 – Arame oxidado e contaminando anel de compressão na parte superior no segmento 3-4

Caso desnecessário, o cabo em apreço deve ser removido e a pintura do anel retocada. Caso o cabo em questão seja necessário, deve ser substituído por outro que não volte a ter problemas de corrosão.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Foram encontrados danos no revestimento e oxidação da região exposta do olhal do cabo radial superior fixado ao anel de compressão junto ao eixo 29, conforme apresentado na figura 24.

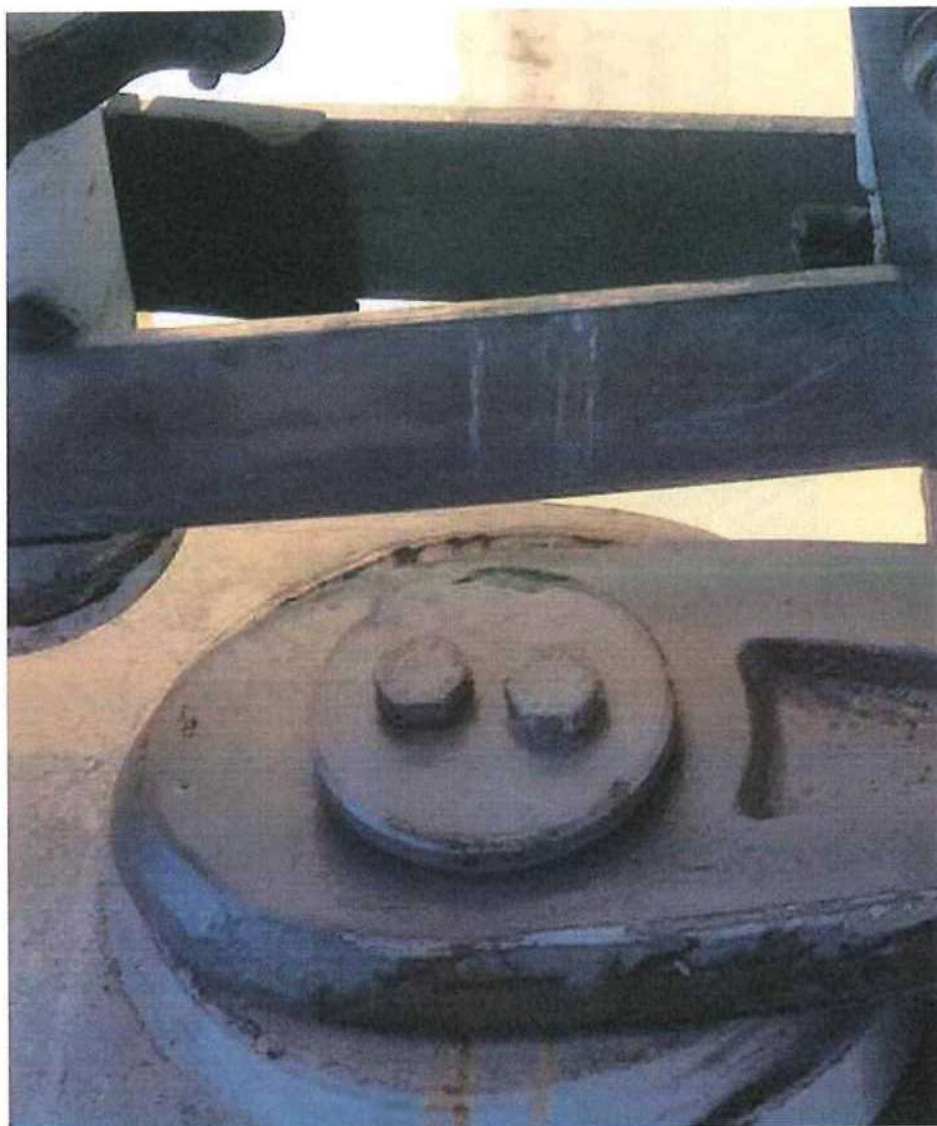


Figura 24 – Danos ao revestimento e oxidação das áreas expostas do olhal do cabo radial superior em seu ponto de ligação com o anel de compressão junto ao eixo 29

A corrosão deve ser removida e a proteção contra a mesma recomposta.

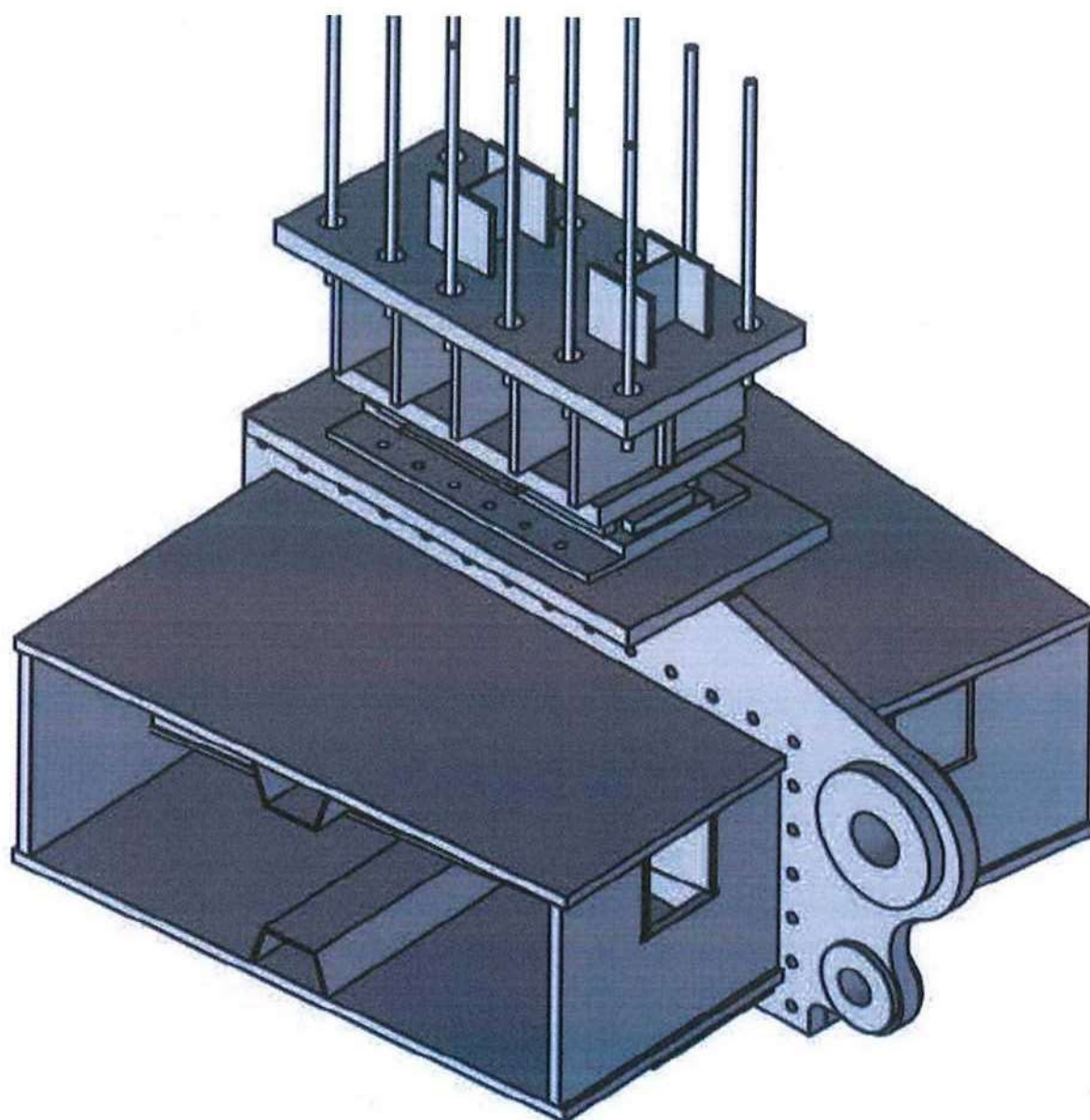


Figura 25 – Vista 3D de um trecho do caixão metálico na região do apoio

A figura 25 nos mostra que havia dois tubos quadrados penetrantes na região de cada apoio, que tinham por finalidade acessar os cabos de tração ligados aos macacos posicionados atrás do caixão metálico. A figura 26 mostra um corte contendo um desses tubos penetrantes.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

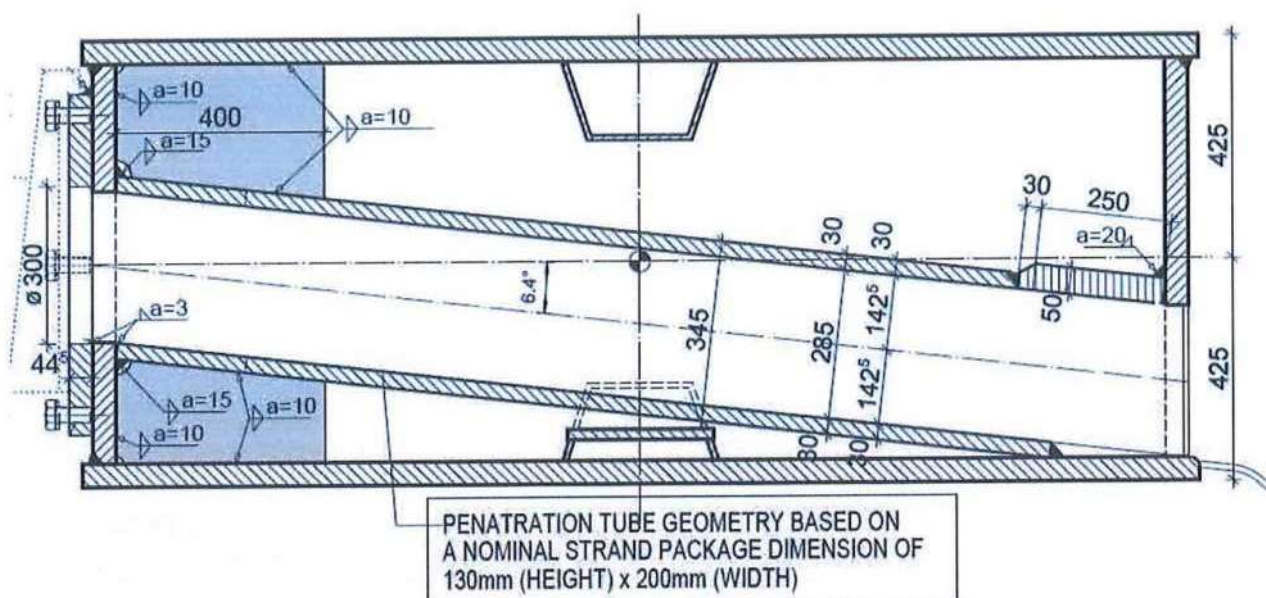


Figura 26 – Seção mostrando o eixo de um dos tubos penetrantes

Foi constatada a existência de oxidação na junta soldada de fechamento desse tubo penetrante e nas regiões adjacentes à solda. Essa condição, apresentada na figura 27, se repete nos eixos 17, 18, 22, 23, 38, 39, 40 e 41.

Essa corrosão deve ser removida e proteção contra a mesma recomposta.

Figura 27 - Oxidação na junta soldada de fechamento do tubo penetrante e regiões adjacentes à solda no eixo 23.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ



RELATÓRIO TÉCNICO

NSG.1.2020.212-RP.002.R0

38 OF 261



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

O revestimento anticorrosivo na chapa de fechamento do tubo penetrante do eixo 39-40 está se soltando, conforme indicado na figura 28.



Figura 28 – Desplacamento do revestimento da chapa de fechamento do tubo penetrante do eixo 39-40

Mais uma vez a proteção contra a corrosão que está soltando deve ser removida e refeita.



A figura 29 apresenta danos ao revestimento e oxidação da chapa de reforço na parte superior do anel de compressão do eixo 26.

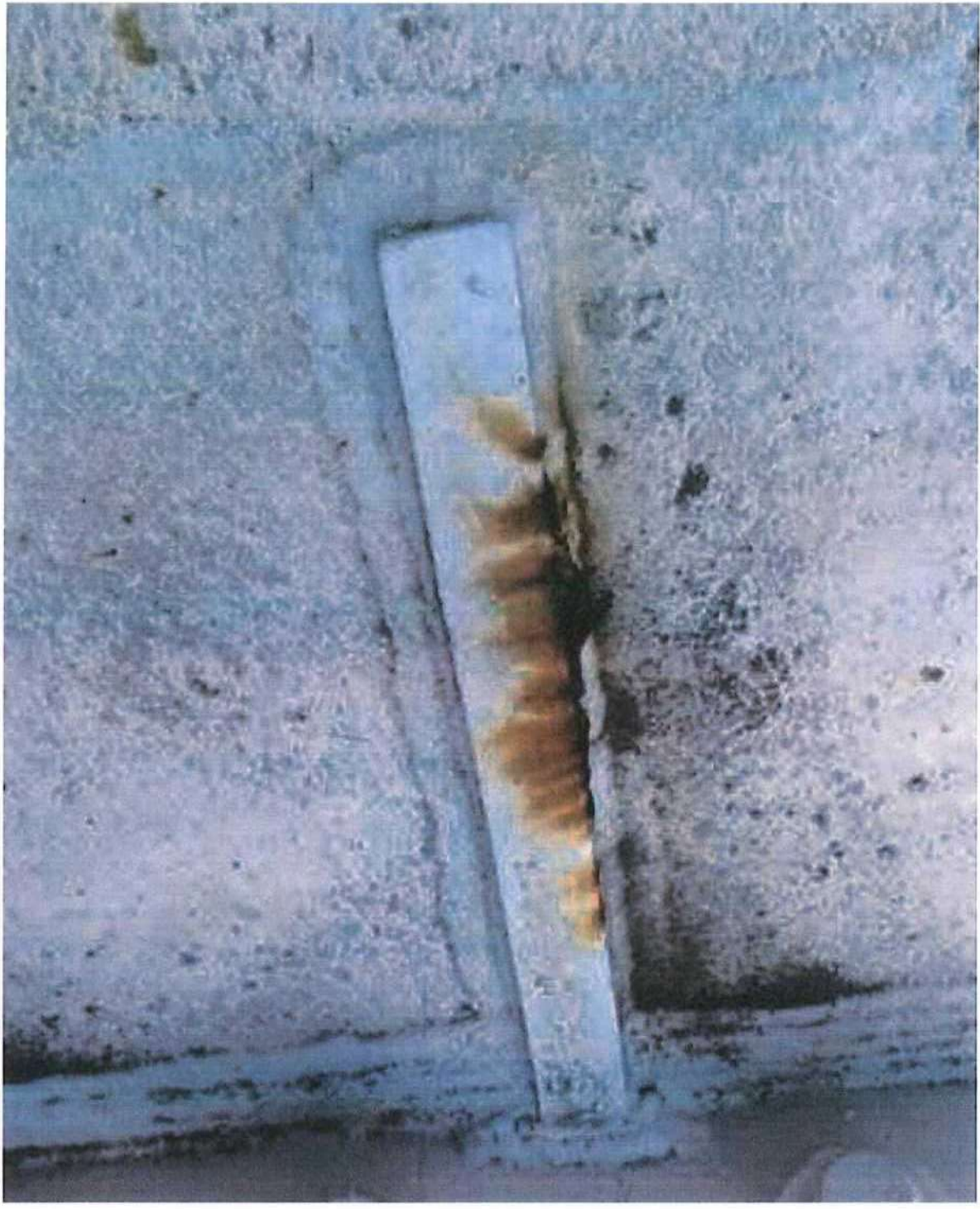


Figura 29 – Oxidação de chapa de reforço na parte superior do anel de compressão do eixo 26.

A pintura nesta região deve ser refeita.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

7.3 I.A-3 – Mastro Suspenso

O mastro suspenso é a estrutura de forma losangular que separa os anéis de tração inferior do superior. Há um em cada um dos 60 eixos principais do estádio. Os itens inspecionados em cada mastro são indicados na tabela a seguir.

Inspeção de Integridade		Obra:		Localização / Eixo:			Folha
		Cobertura do Maracanã					
Itens de Verificação				Situação de Acesso			Comentários
				Boa	Ruim	Limitada	
M a s t r o S u s p e n s o	Seção de perfil caixão com reforços e ligações soldadas	I-A-3_1	Inspeção visual				
	Ligação com o conector do anel de tração superior	I-A-3_2	Pinos de conexão, tampas e fixação destas				
		I-A-3_3	Ligação mastro x conector (avarias e folgas)				
	Ligação com o conector do anel de tração inferior	I-A-3_4	Pinos de conexão, tampas e fixação destas				
		I-A-3_5	Ligação mastro x conector (avarias e folgas)				
	Conexão com a passarela tangencial, chapas com olhais soldados	I-A-3_6	Pinos de conexão, tampas e fixação destas				
		I-A-3_7	Folgas excessivas nas ligações				
	Todos	I-A-3_8	Corrosão				

Um resumo de todas as anomalias encontradas nos 60 mastros é fornecido a seguir.

As figuras 31 e 32 mostram os dois tipos de ligação da passarela tangencial com os mastros. O detalhe de projeto que mostra essas ligações é apresentado na figura 30, onde se vê que um lado é um pino fixo e outro um pino deslizante dentro do olhal.

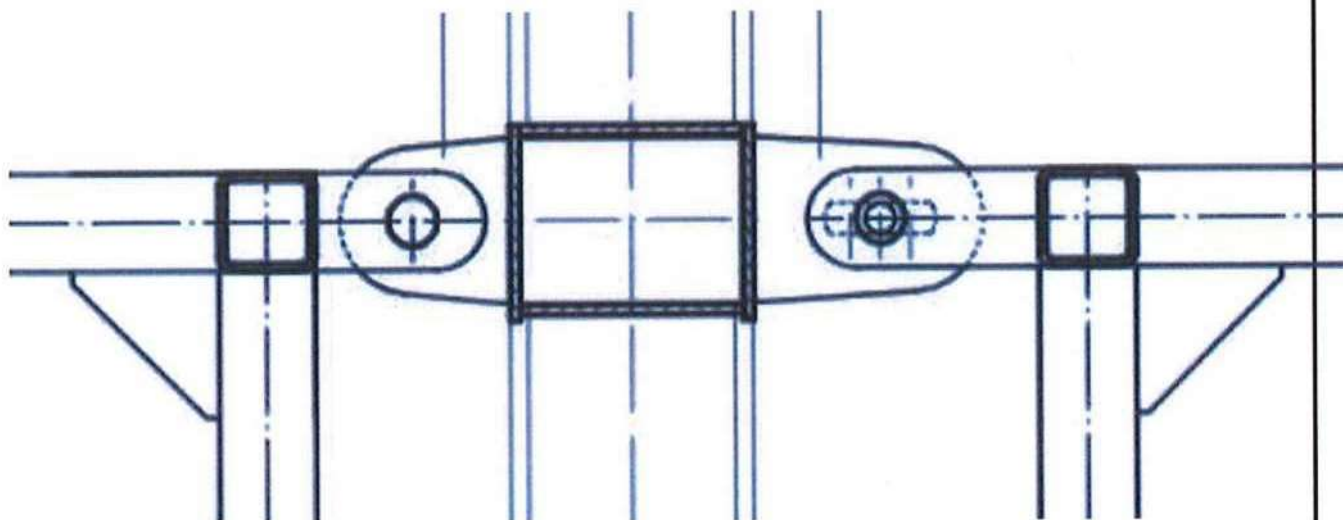


Figura 30 – Ligações da passarela tangencial com o mastro suspenso

A figura 31 apresenta a constatação de danos no revestimento do pino da ligação do mastro suspenso com a passarela tangencial e a oxidação das áreas expostas.



Figura 31 – Danos no revestimento do pino da ligação do mastro suspenso com a passarela tangencial e oxidação das áreas expostas no eixo 56.

Essa condição se repete para os eixos 1, 2, 5, 12, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 33, 37, 39, 41, 42, 45, 48, 49, 50, 51, e 56.

O revestimento deve ser reparado.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

A figura 32 apresenta problemas de oxidação encontrados nos olhais da ligação deslizante do mastro suspenso com a passarela tangencial.

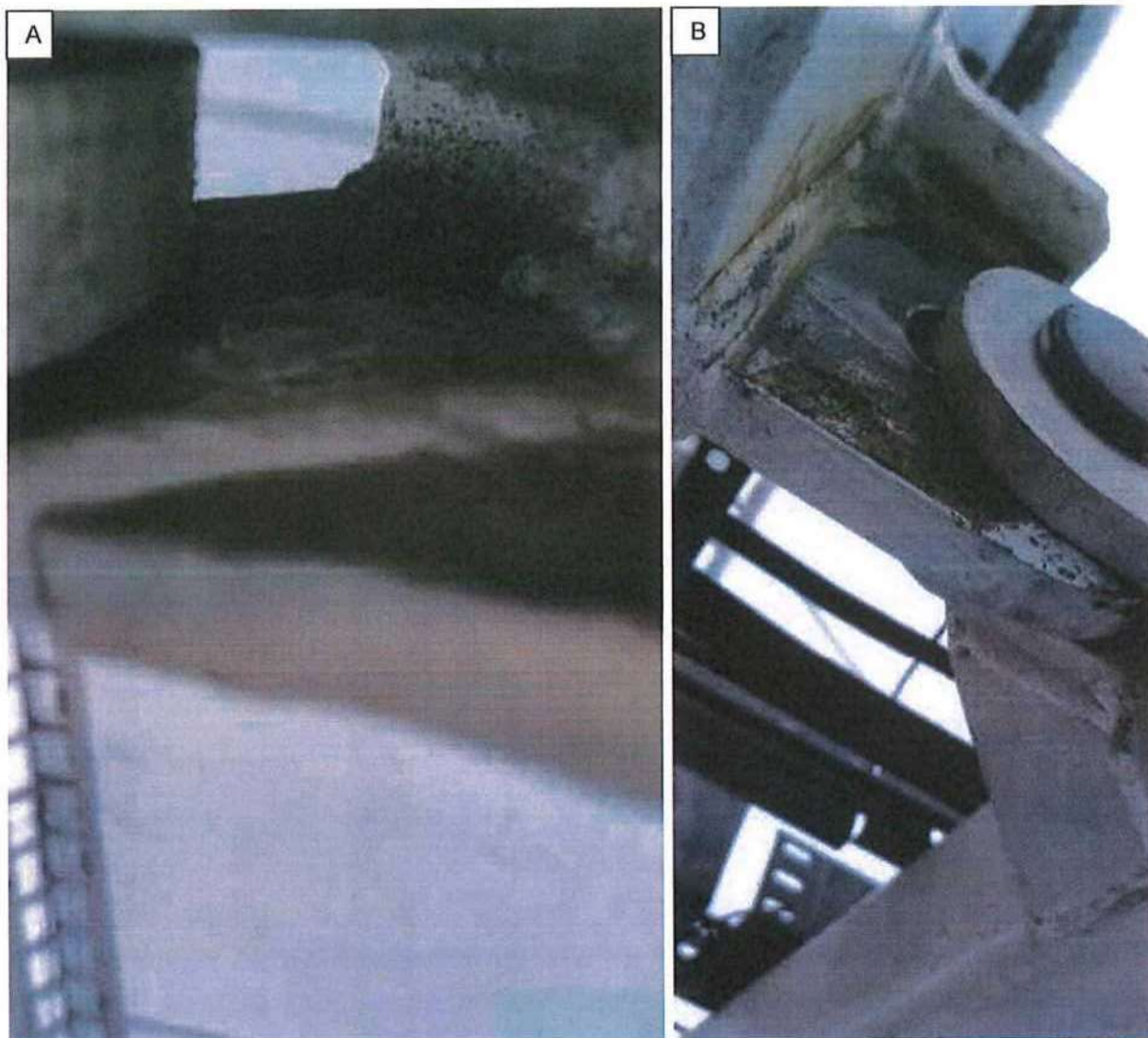


Figura 32 – (A) oxidação no olhal da ligação do mastro com a passarela tangencial do eixo 4; (B) oxidação no olhal da ligação do mastro com a passarela tangencial do eixo 27

Problemas desse tipo se repetem nos eixos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 52, 53, 54, 55, 56, 57 e 58.

A falta de manutenção da pintura é óbvia. A pintura de toda a parte metálica do estádio já está mostrando deterioração avançada e não pode esperar mais por retoques.

Foi aplicada uma espuma expansiva no olhal da ligação do mastro com a passarela tangencial, conforme indicado na figura 33.

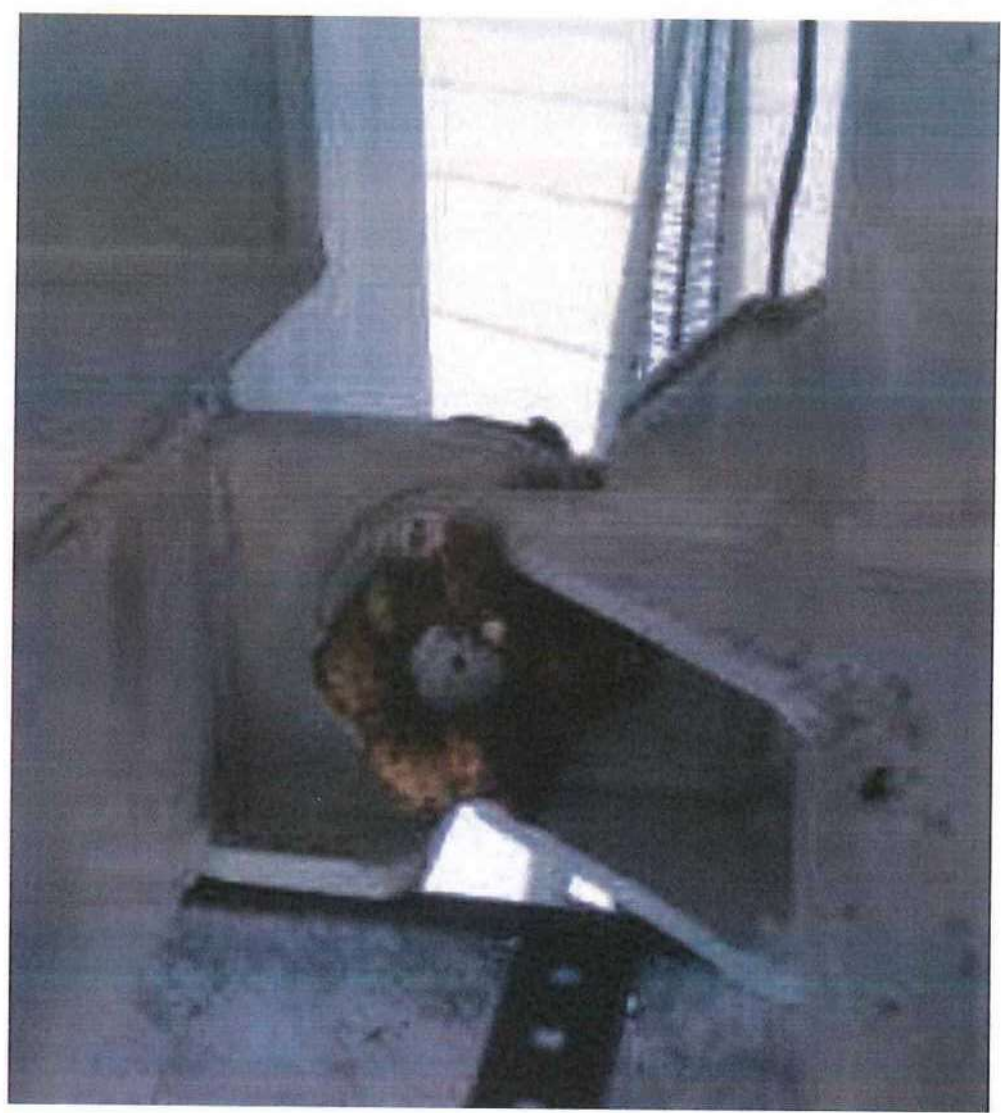


Figura 33 – Aplicação de espuma expansiva no olhal da ligação do mastro com a passarela tangencial do eixo 9

A espuma deve ser removida para possibilitar o reparo da proteção contra a corrosão. Essa deve ser bastante líquida para que as camadas entre as placas dos olhais possam ser revestidas.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Foi constatada a oxidação do próprio mastro suspenso (ver figura 34).

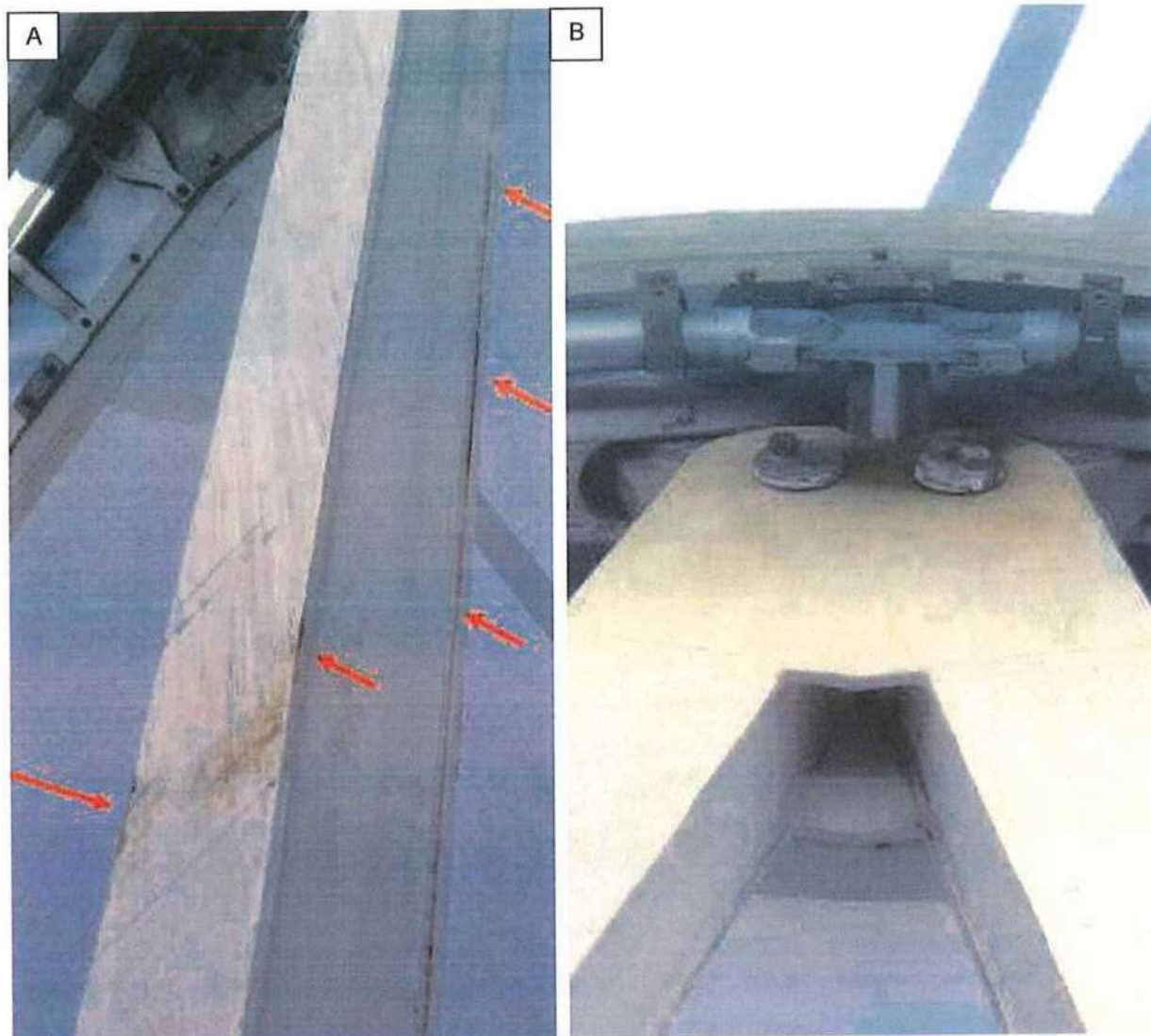


Figura 34 – (A) oxidação no corpo do mastro suspenso do eixo 44; (B) oxidação na parte superior do mastro suspenso do eixo 46

A oxidação no corpo do mastro é típica para os eixos 1, 2, 3, 5, 6, 8, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59 e 60.

A pintura dos mastros deve ser reparada.

A figura 35 mostra danos no revestimento e oxidação da região exposta na tampa do pino da ligação do mastro suspenso com o conector do anel superior de tração do eixo 19.

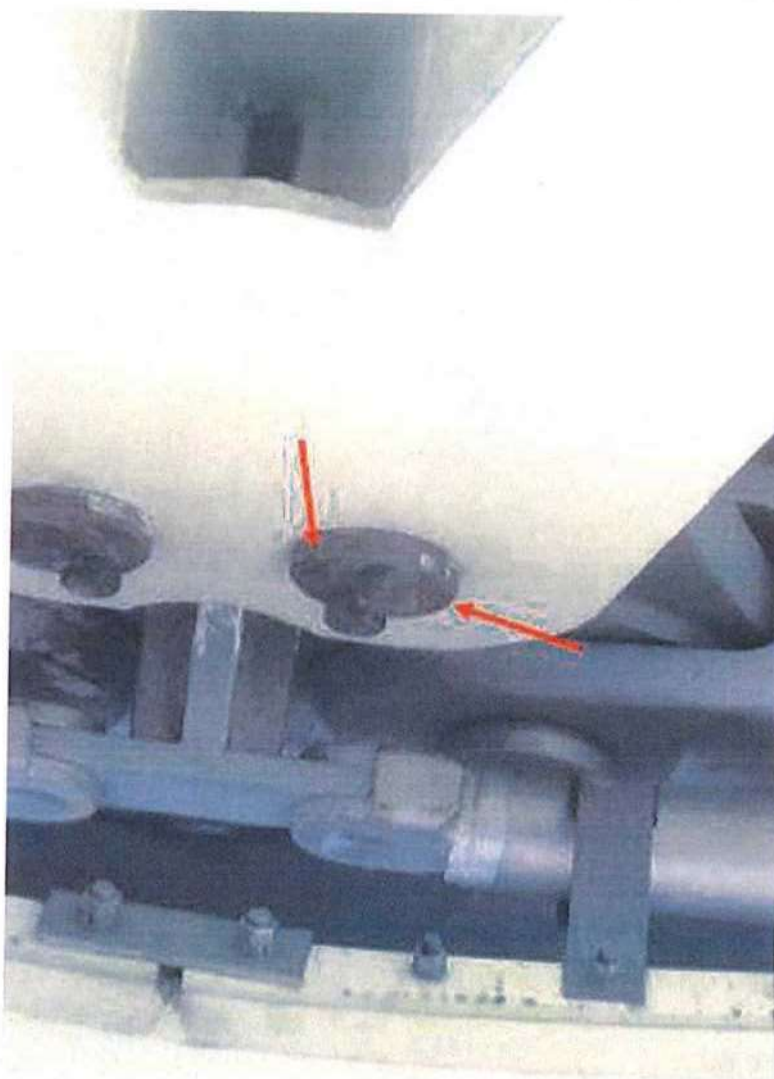


Figura 35 - Danos no revestimento e oxidação na tampa do pino da ligação do mastro suspenso com o conector do anel superior de tração do eixo 19

Deve ser removida a corrosão e protegido o elemento em apreço.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

A anilha de travamento do pino da ligação do mastro suspenso com passarela tangencial apresenta folga no eixo 26 (ver figura 36).



Figura 36 – Anilha de travamento do pino da ligação do mastro com a passarela tangencial do eixo 26 apresentando folga

A anilha deve ser substituída, mas cabe ressaltar que, de modo geral, a solução de pino com anilha fracassou em toda a cobertura. O que se vê é a deterioração das anilhas, que se perdem, deixando os pinos soltos.

A troca do pino aqui é difícil, mas a substituição da anilha por um elemento de fixação de mais robusto deve ser estudada.



A figura 37 nos mostra a folga excessiva na furção do olhal da passarela tangencial que faz ligação com o mastro suspenso do eixo 43. Essa irregularidade já fora constatada em /2/.

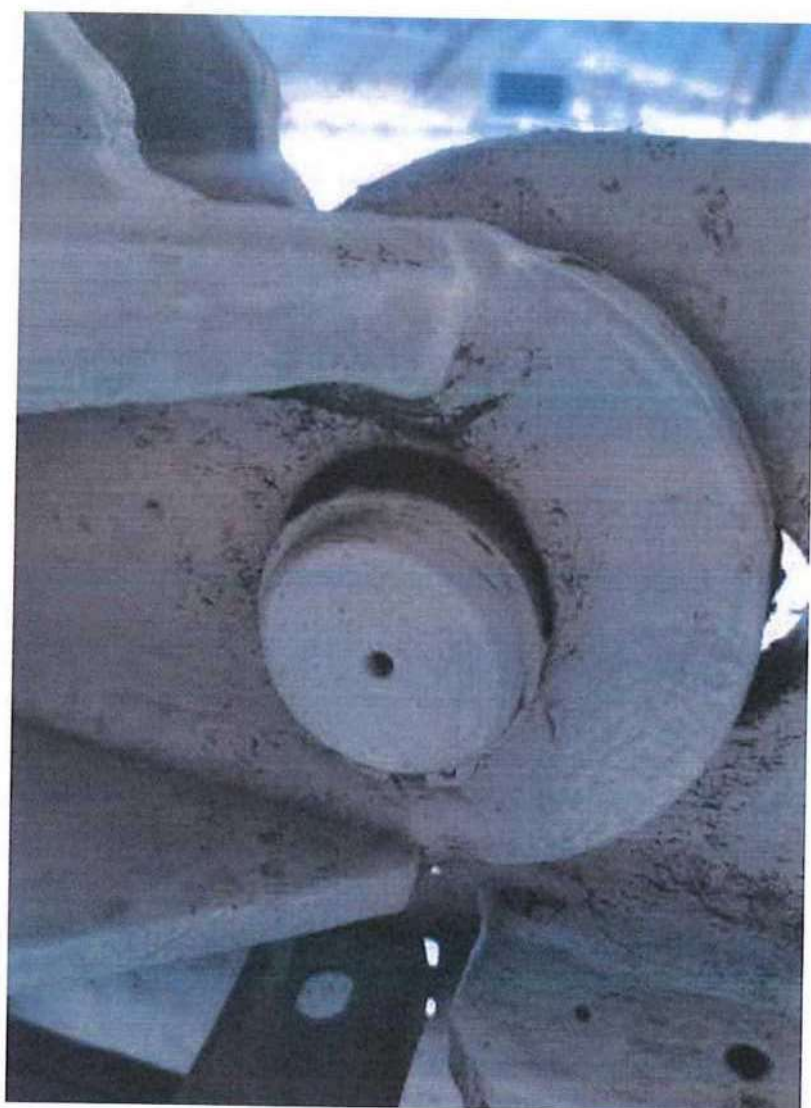


Figura 37 – Folga excessiva na furção do olhal da passarela tangencial que faz ligação com o mastro suspenso do eixo 43

A solução aqui é a mesma, ou seja, a substituição da anilha por um elemento de fixação de melhor qualidade. Vê-se, aqui, que esse elemento deve ter, também, maior diâmetro que a anilha, para não adentrar o furo feito com folga excessiva.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Observa-se, na figura 38, conforme já ressaltado acima, a oxidação da anilha de travamento do pino da ligação do mastro suspenso com a passarela tangencial.



Figura 38 – Oxidação da anilha de travamento do pino do eixo 20 na ligação do mastro suspenso com a passarela tangencial

A substituição da anilha por um elemento mais robusto é recomendada também aqui.



7.4 I.B-4 – Passarelas (parte inferior da cobertura)

A passarela inferior circunda todo o estádio ligando os mastros suspensos. Há quatro acessos a ela e que também estão incluídos. Os itens inspecionados nas passarelas são indicados na tabela a seguir.

Inspeção de		Obra:	Localização / Eixo:				Folha
			Cobertura do Maracanã				
Itens de Verificação							
Situação de Acesso			Boa	Ruim	Limitada	Comentários	
Passarela tangencial com o mastro	Conexão da tangencial	I-B-4_1	Chapas com olhais, reforços e juntas soldadas				
		I-B-4_2	Pinos e tampas dos pinos				
		I-B-4_3	Funcionamento das articulações – espaço livre				
	Conexão da passarela tangencial radial com a tangencial	I-B-4_4	Chapas com olhais, reforços e juntas soldadas				
		I-B-4_5	Pinos e tampas dos pinos				
		I-B-4_6	Funcionamento das articulações – espaço livre				
		I-B-4_7	Chapas com olhais, reforços e juntas soldadas				
	Conexão da passarela radial com o anel de compressão	I-B-4_8	Pinos e tampas dos pinos				
		I-B-4_9	Funcionamento das articulações – espaço livre				
		I-B-4_10	Chapas com olhais, reforços e juntas soldadas				
	passarela de acesso ao vídeo com o vídeo wall	I-B-4_11	Pinos e tampas dos pinos				
		I-B-4_12	Funcionamento das articulações – espaço livre				
		I-B-4_13	Soquetes, pinos e tampas dos pinos				
		I-B-4_14	Parafusos				
	Serviços ancorados - equipamentos	I-B-4_15	Ligações aparafusadas				
		I-B-4_16	Funcionamento				
Grades de piso e corrimãos	I-B-4_17	Itens soltos					
	I-B-4_18	Danos e avarias					
Sistema de drenagem	I-B-4_19	Aperto					
	I-B-4_20	Corrosão					
Todos							

Um resumo de todas as anomalias encontradas nas passarelas internas é fornecido a seguir.

7.4.1 Passarelas radiais

Há quadro passarelas radiais, ligadas a colunetas penduradas no anel metálico numa extremidade, chegando na passarela tangencial da outra (ver figura 39).



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

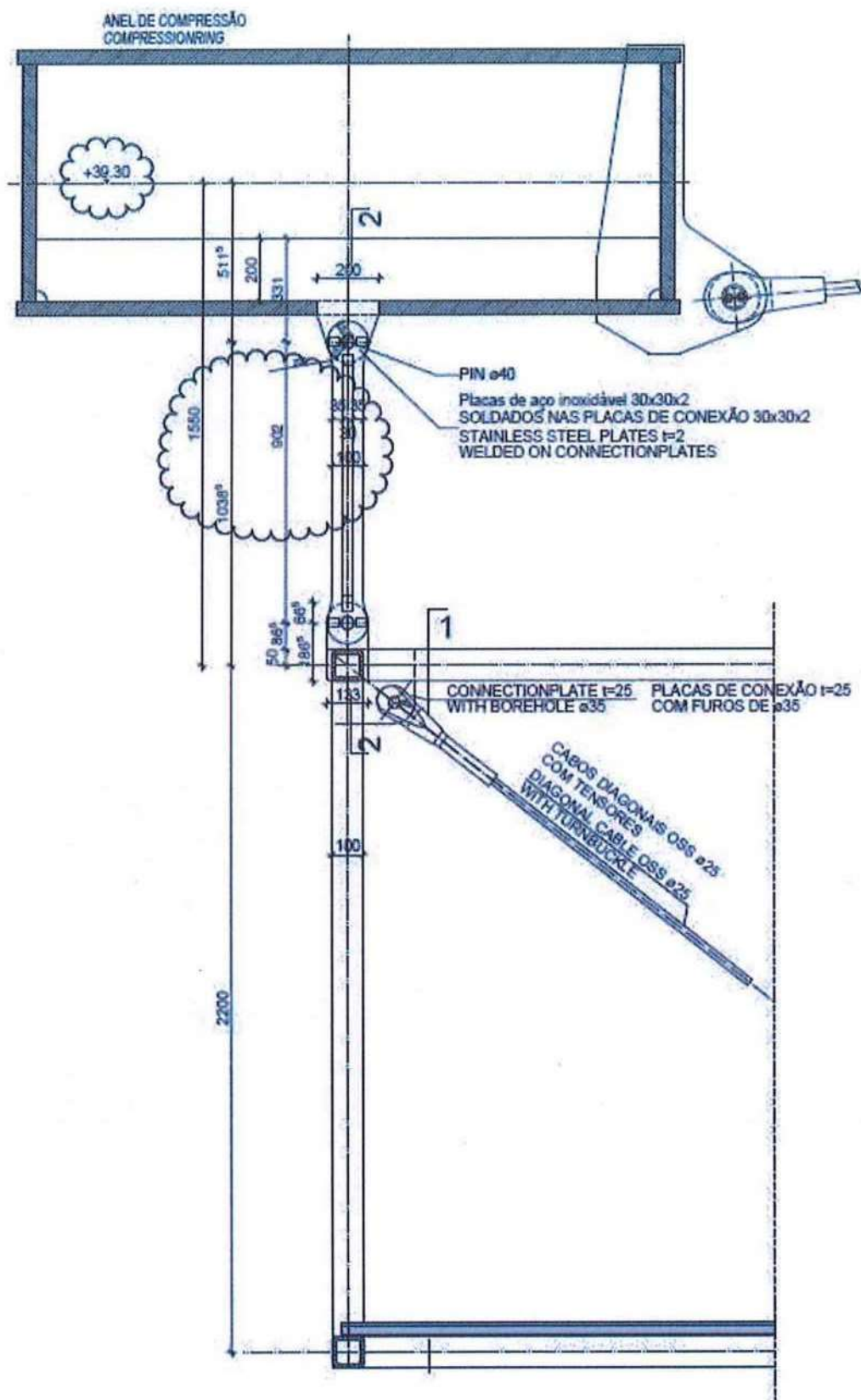


Figura 39 – Projeto SBP mostrando a ligação da passarela radial com o anel de compressão



Foi encontrada severa oxidação no pino de ligação da conexão da passarela radial com a coluna pendurada no anel de compressão, conforme indicado na figura 40.

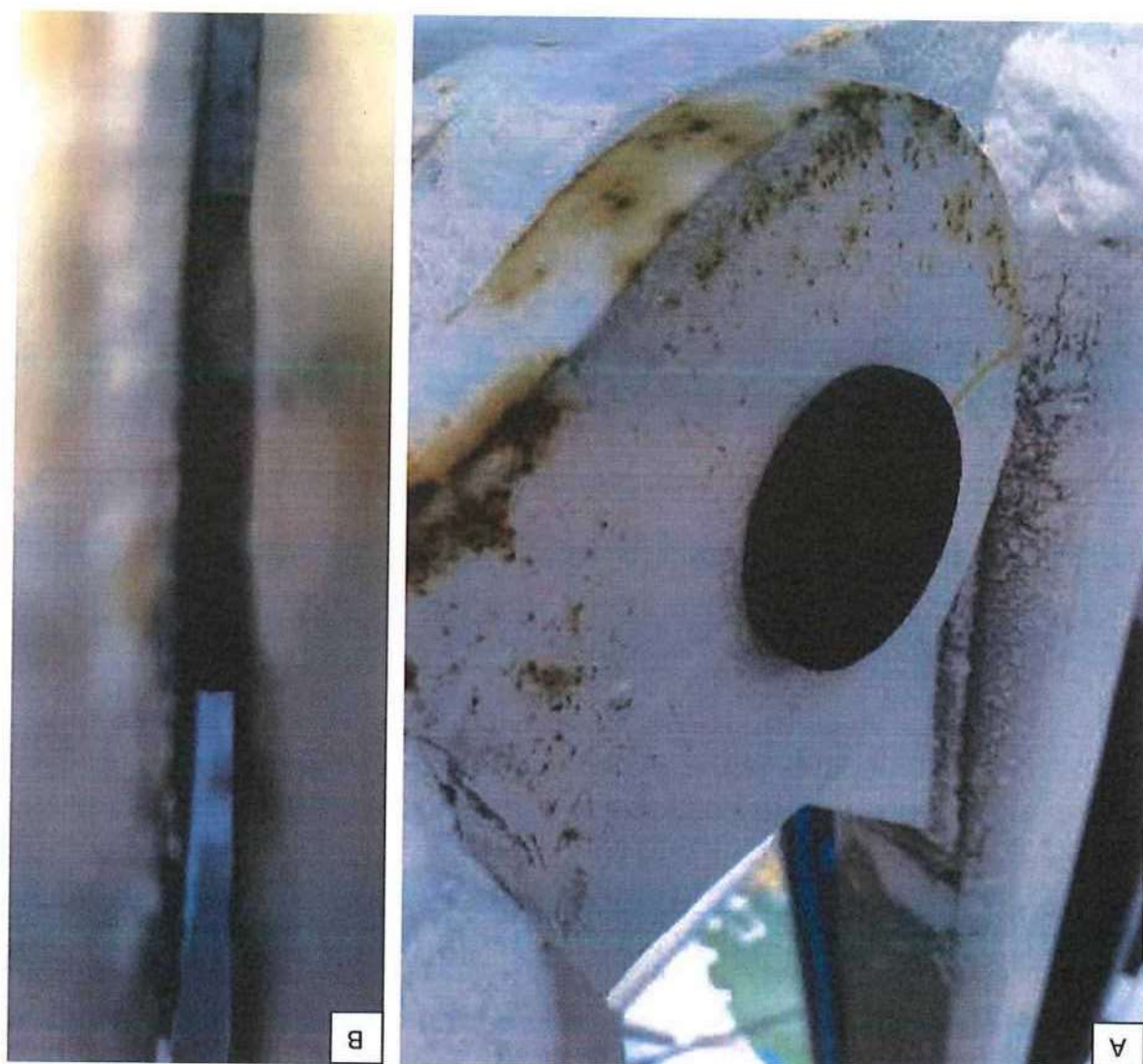


Figura 40 – (A) Severa oxidação no pino da conexão da passarela radial com a coluna do anel de compressão, eixo 7,5; (B) Imagem do pino na região interna do olhal

É necessária a imediata proteção do pino bem como a pintura do olhal.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Na extremidade inferior da conexão da passarela radial com o anel de compressão pode ser observada a perda da anilha de travamento do pino por oxidação (ver figura 41).

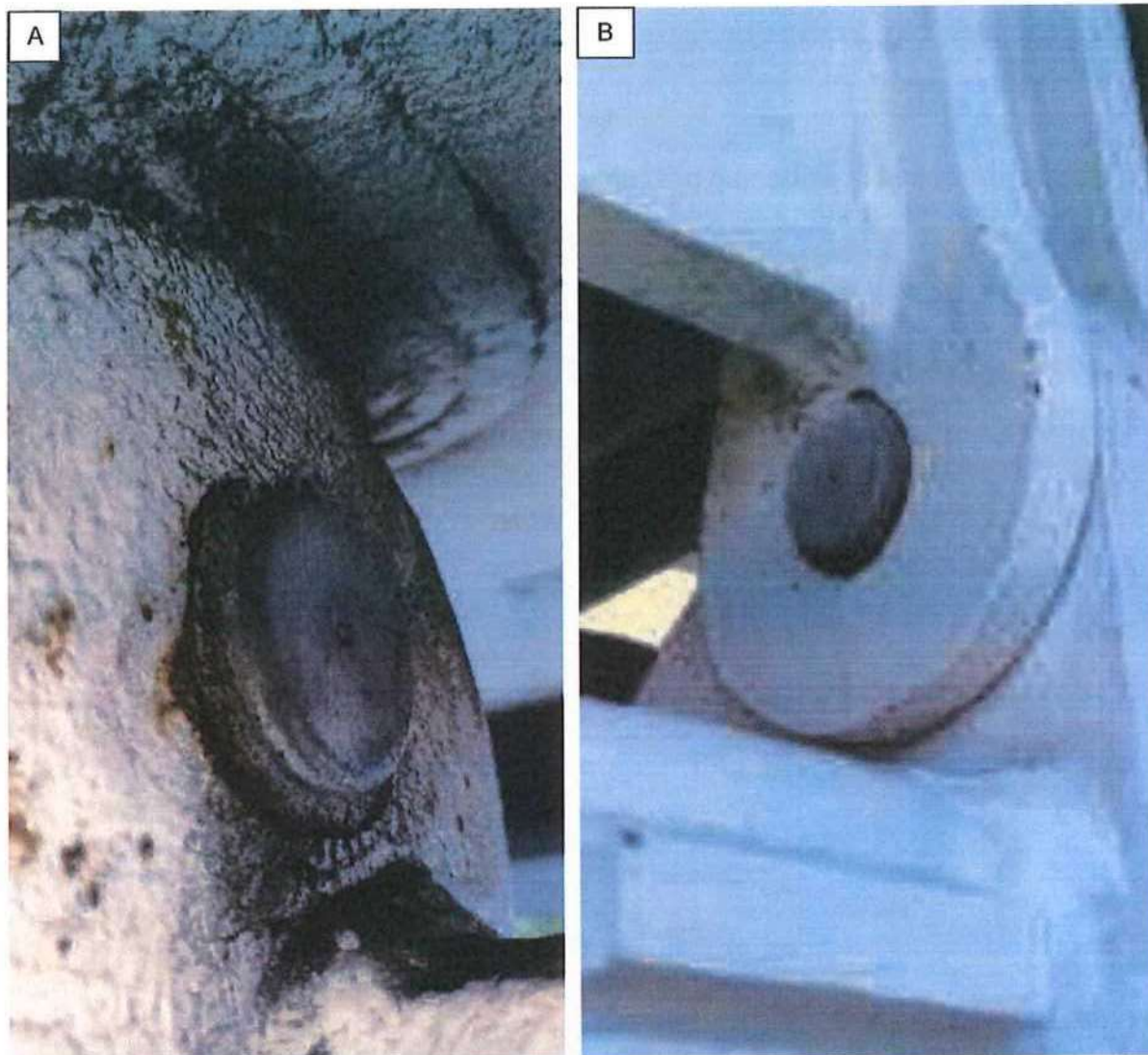


Figura 41 – (A) Anilha de travamento oxidada da conexão da passarela radial com o anel de compressão do eixo 37,5; (B) O mesmo caso se repete no eixo 53,5

Essa condição se repete para o eixo 23,5.

Recomenda-se a troca de todas as anilhas por elementos mais robustos.



Nessa mesma ligação a figura 42 mostra danos no revestimento galvanizado do pino e oxidação das áreas expostas. Observa-se, ainda, a corrosão do olhal.

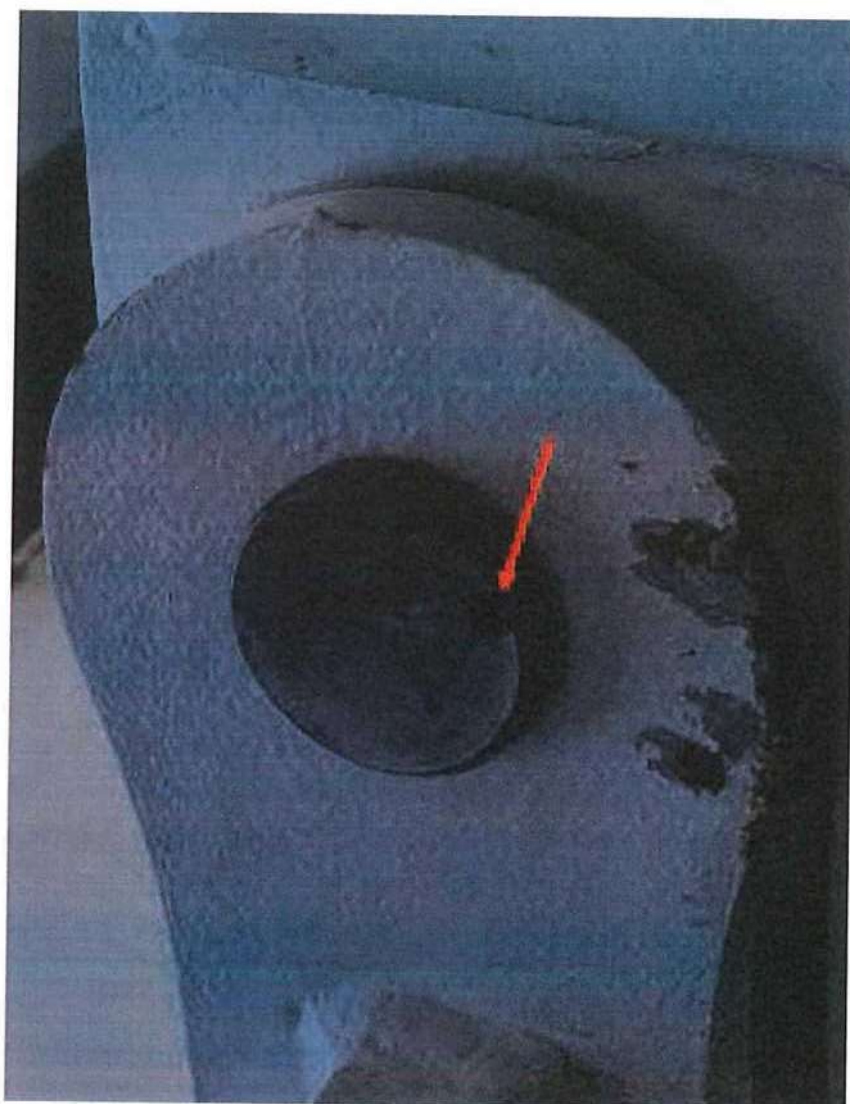


Figura 42 – Dano no revestimento e oxidação do pino das áreas expostas, eixo 53,5. Essa condição se repete para o eixo 7,5 e 37,5.

Mais uma vez a pintura do olhal deve ser retocada, a corrosão do pino eliminada, e a proteção deste assegurada.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Mais uma vista da mesma região da conexão da passarela radial com o anel de compressão mostra a oxidação nos olhais e nas chapas (ver figura 43).

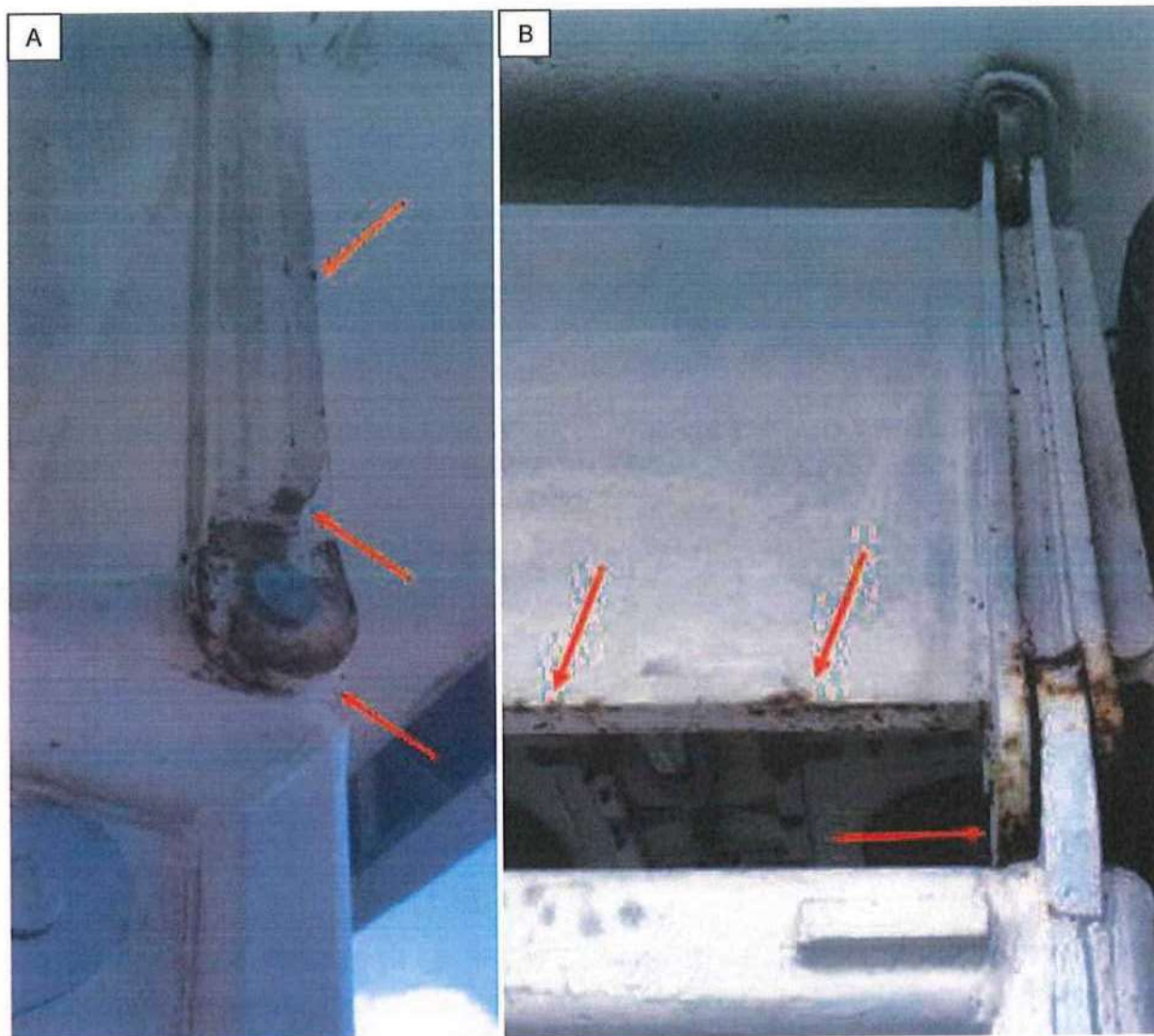


Figura 43 – (A) oxidação no olhal e chapa do eixo 23,5; (B) Oxidação no olhal e chapa na ligação do eixo 37,5

Essa condição se repete para os eixos 7,5 e 53,5.

Observa-se, de forma generalizada, que a corrosão, tanto dos pinos como das chapas vai se tornando grave e brevemente começará a comprometer a estrutura. Não há como continuar a negligenciar a deterioração da pintura. A perda de metal base implicará não apenas em pintura mas na reposição de elementos estruturais.



Já na própria passarela radial, a figura 44 mostra a folga na tampa do pino de um cabo de contraventamento lateral.

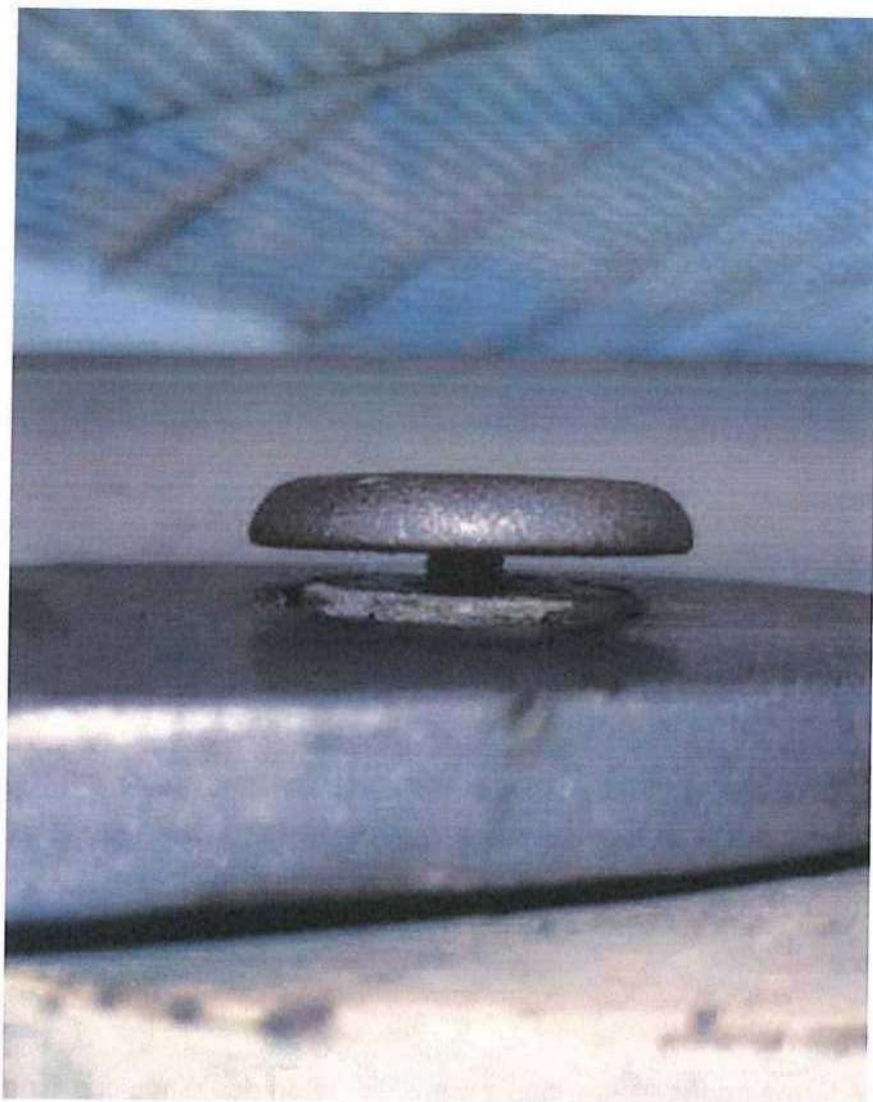


Figura 44 – Folga na tampa do pino de um cabo de contraventamento lateral da passarela radial do eixo 23,5.

Essa condição se repete para os cabos do contraventamento lateral da passarela radial dos eixos 7,5; 37,5 e 53,5, ou seja em todas as 4.

Mais uma vez os elementos de fixação dos pinos requerem reparo urgente.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Ainda com relação aos cabos de contraventamento da passarela radial, tanto laterais quanto superiores, a figura 45 apresenta danos no revestimento anticorrosivo dos soquetes e tampa dos pinos.



Figura 45 – Danos no revestimento anticorrosivo do soquete do cabo de contraventamento da passarela radial do eixo 23,5

Os danos em questão devem ter sido causados por ocasião da montagem desses componentes, durante a construção da cobertura.

Essa condição se repete para os eixos 7,5; 37,5 e 53,5.

O revestimento anticorrosivo em questão deve ser recomposto.



Foi constatado durante a inspeção que diversos cabos de contraventamento laterais, inferiores e superiores dessas passarelas radiais se encontram sem tensionamento (ver figura 46).

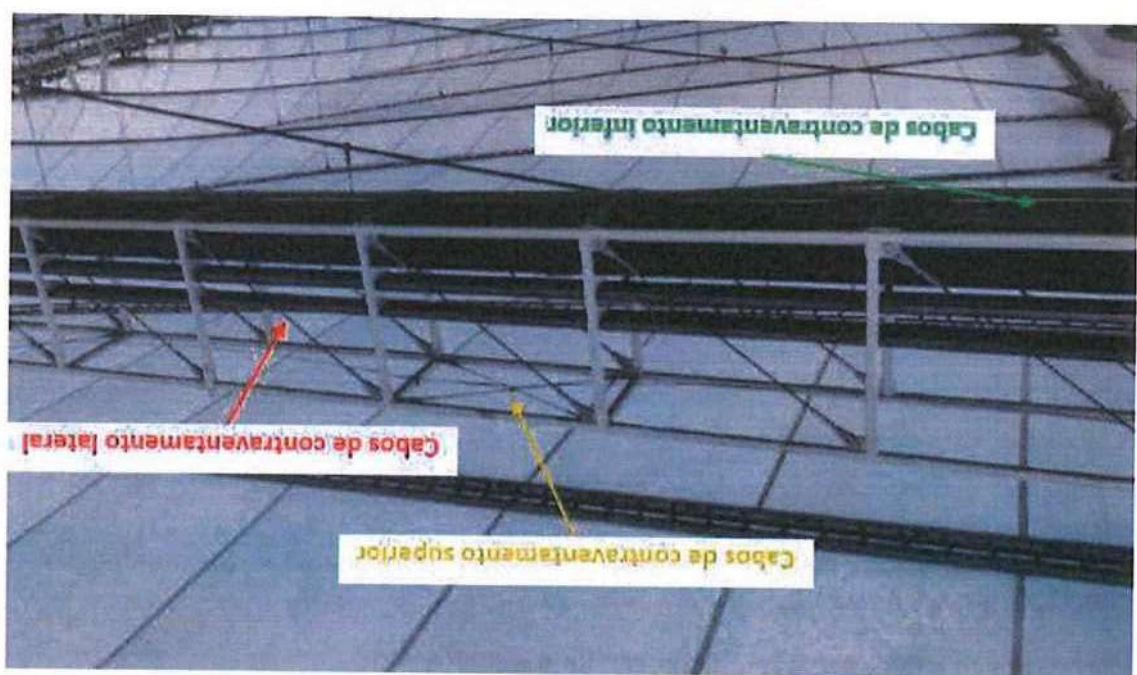


Figura 46 - Localização dos tipos de cabos de contraventamento

Essa condição foi encontrada em todas as passarelas radiais (eixos 7,5; 23,5; 37,5 e 53,5).

Obviamente a tensão em elementos tão curtos é difícil de controlar. Caso a estrutura apresente deformações indesejáveis estas serão visíveis e neste caso os elementos em aprego devem ser retensionados para a eliminação destas deformações.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Além dos problemas de tensionamento, foram constatados nos cabos de contraventamento lateral da passarela radial também danos no revestimento e oxidação das áreas expostas dos soquetes dos mesmos, conforme indicado na figura 47.

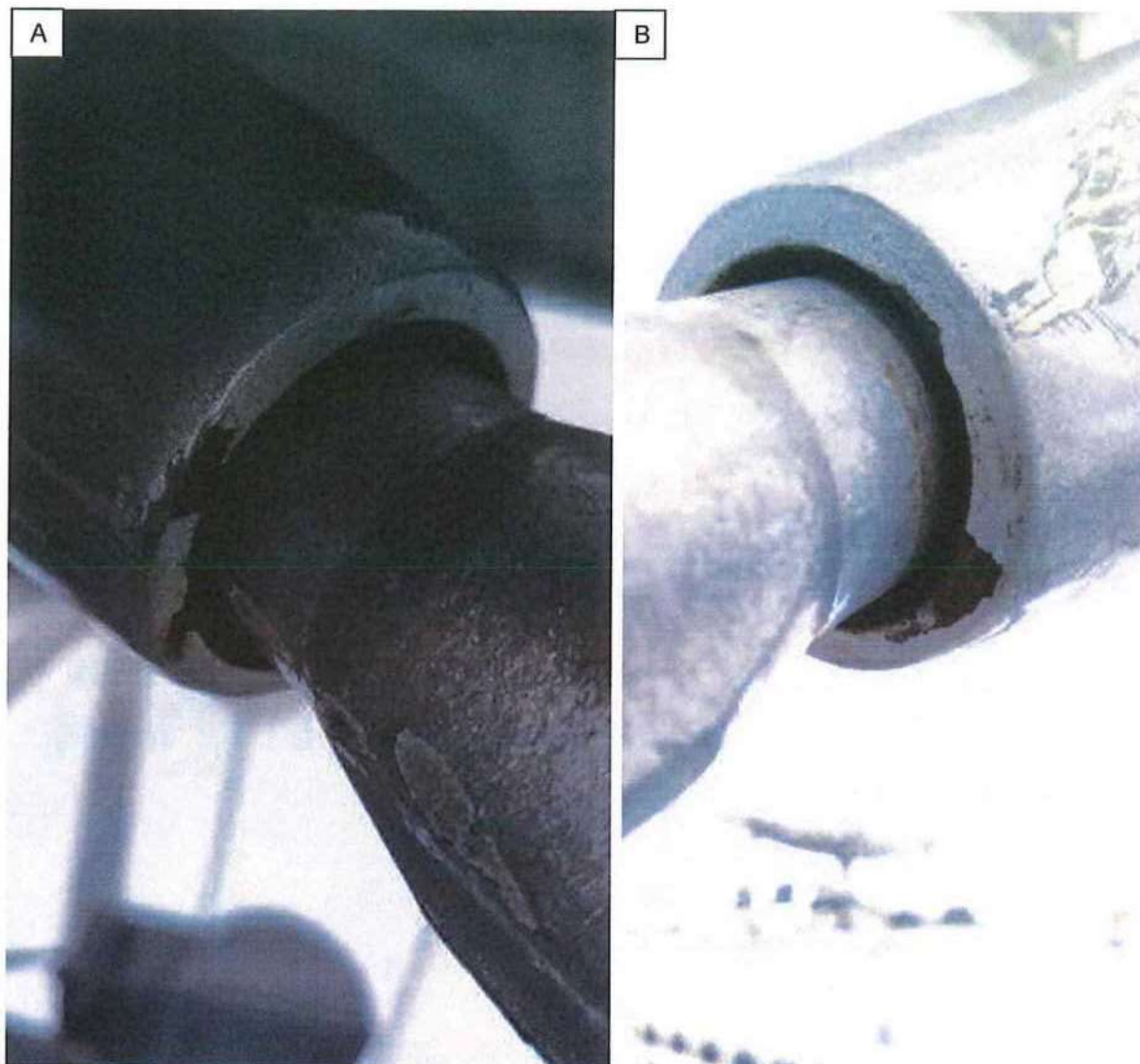


Figura 47 – (A) Oxidação no soquete do cabo de contraventamento lateral da passarela radial do eixo 37,5; (B) Oxidação no soquete do cabo de contraventamento lateral da passarela radial do eixo 7,5

A proteção destes elementos deve ser restaurada.



Não houve a preocupação de trabalhar com parafusos inox para a fixação das grades de piso das passarelas. Assim sendo, a oxidação desses parafusos afeta não apenas os mesmos, mas também os elementos sobre os quais a corrosão escorre (ver figura 48).

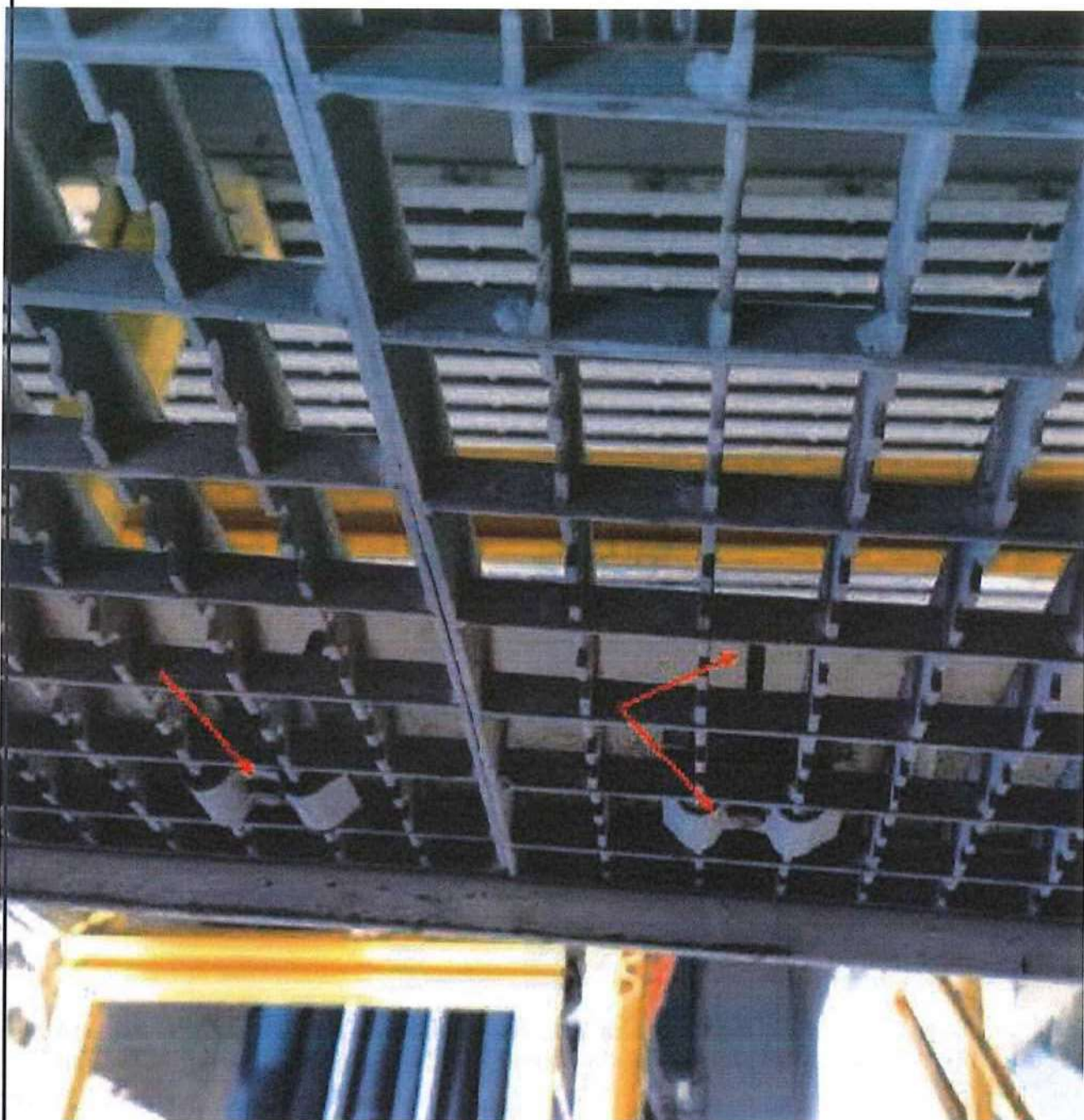


Figura 48 – Parafusos oxidados que fixam a grade de piso da passarela radial do eixo 7,5
Essa condição é típica para todas as passarelas.

Recomenda-se a troca por parafusos inox.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Os olhais das passarelas radiais que fazem a conexão dos cabos de contraventamento laterais nos eixos 23,5 e 37,5 se mostram bastante oxidados (ver figura 49).

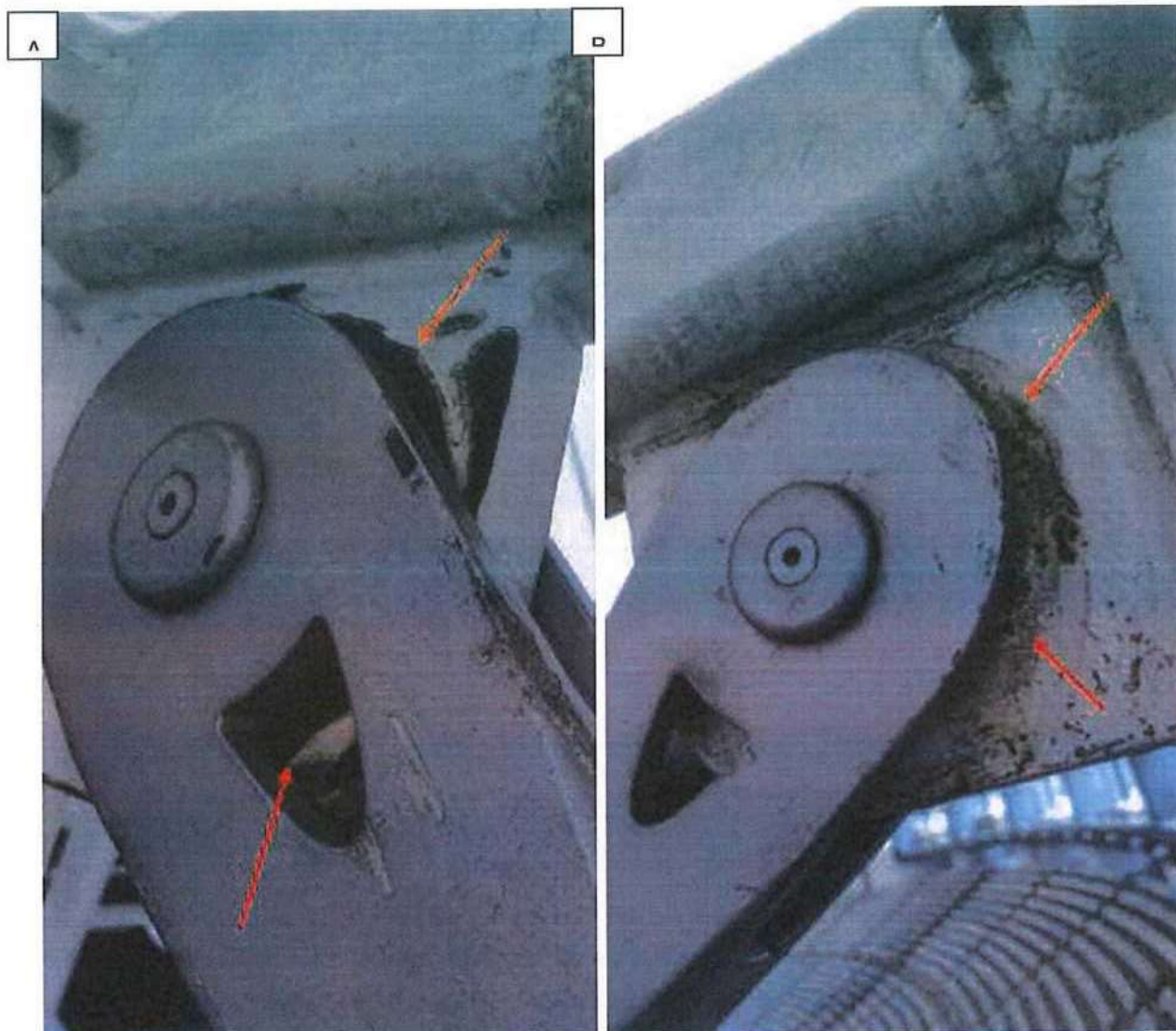


Figura 49 – (A) Oxidação no olhal da passarela radial da ligação dos cabos de contraventamento do eixo 23,5. (B) Oxidação no olhal da passarela radial 37,5

Recomenda-se a repintura com uma tinta fina que possa ser aplicada por spray e que atinja as superfícies adjacentes dos olhais.



As figuras 50 e 51 abaixo mostram que a estrutura da passarela radial já apresenta danos no revestimento e oxidação das áreas expostas.

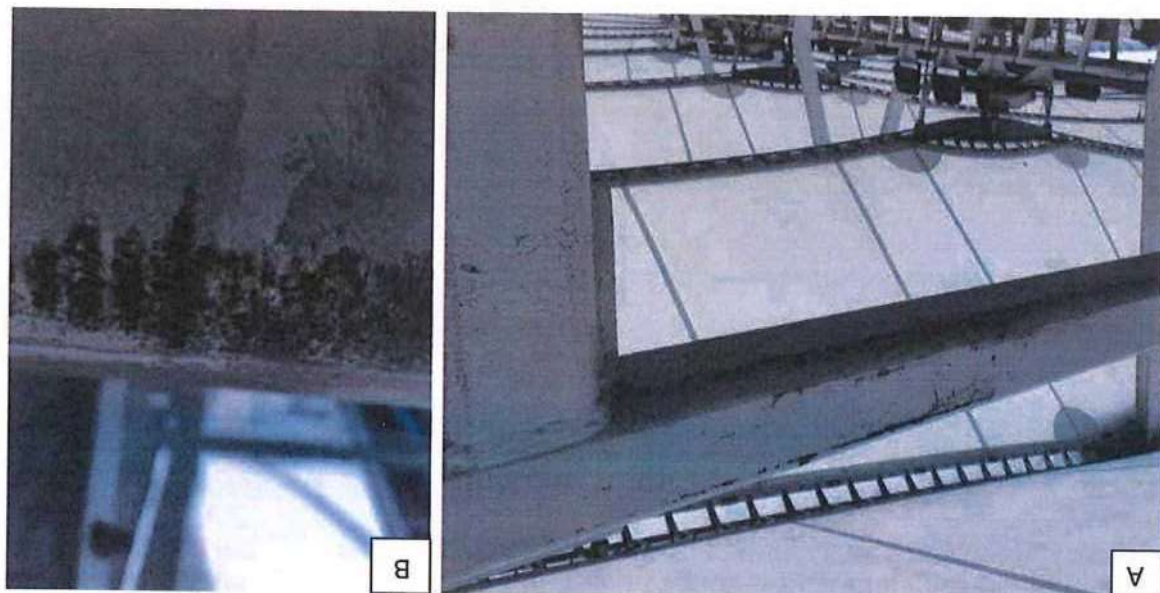


Figura 50 – (A) e (B) danos no revestimento e oxidação de áreas expostas da estrutura da passarela radial do eixo 37,5

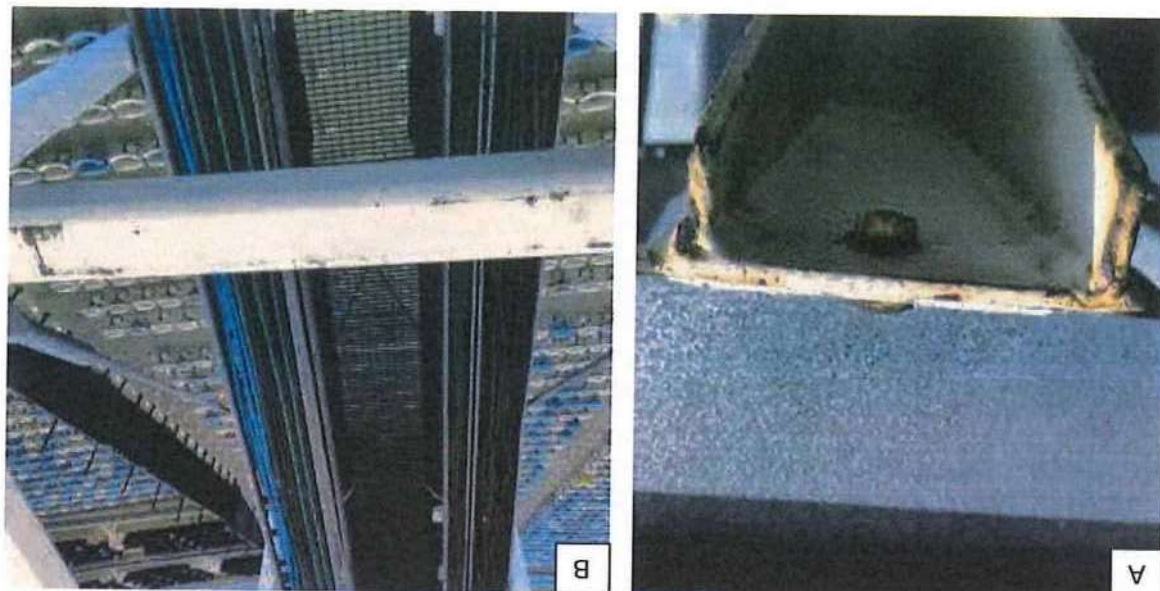


Figura 51 – (A) Oxidação do suporte da eletrocalha da passarela radial do eixo 37,5; (B) Danos no revestimento e oxidação de áreas expostas da estrutura da passarela radial do eixo 53,5

Essa situação é típica em todas nas passarelas radiais.

A correção por pintura deve ser feita com urgência.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Observa-se, na figura 52, a oxidação da junta soltada da emenda de tubos no banzo superior da passarela radial bem como a porosidade na junta soldada do eixo 53,5.

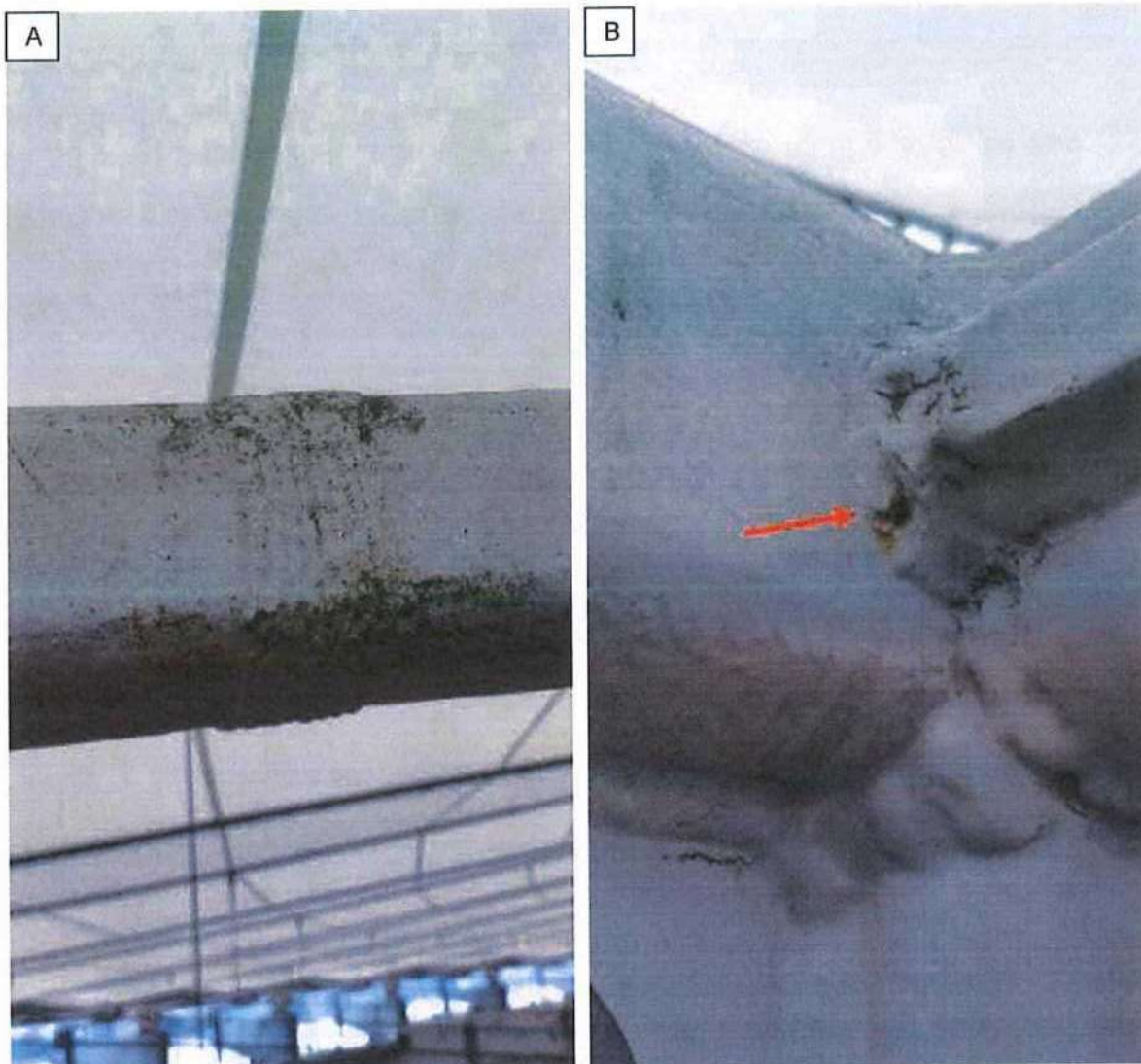


Figura 52 – (A) Região oxidada na emenda dos tubos do banzo superior; (B) Porosidade da junta soldada com oxidação na emenda da chapa do olhal

A correção por pintura se faz necessária.



A maior parte da chuva sobre a membrana é drenada para a passarela tangencial e conduzida por esta para as 4 passarelas radiais, que a leva até a periferia do estádio. A figura 53 nos mostra a oxidação de um dos suportes dessa tubulação de drenagem na passarela radial.

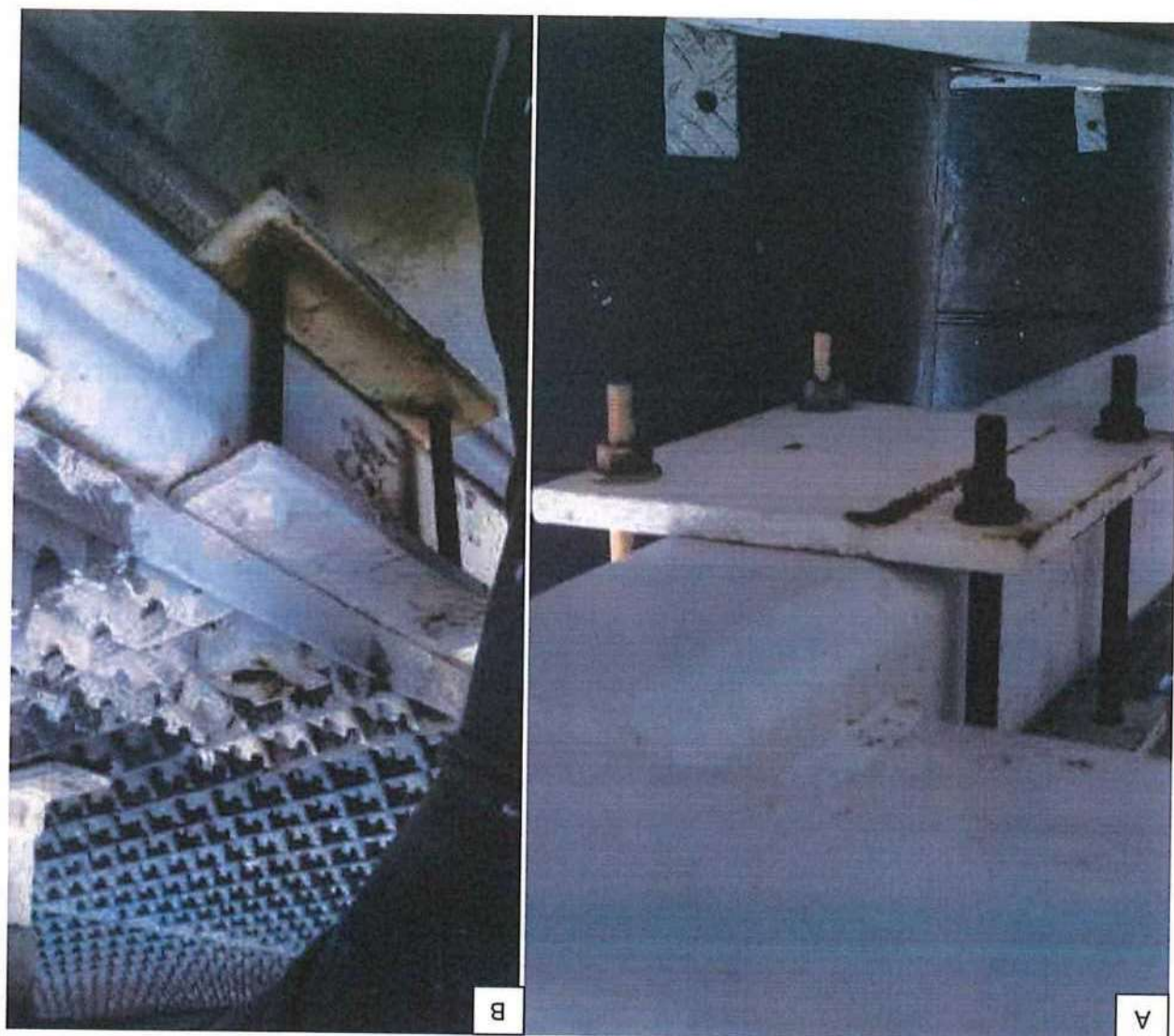


Figura 53 – (A) Suporte da tubulação de drenagem oxidado no eixo 37,5; (B) Suporte da tubulação de drenagem oxidado no eixo 7,5

Essa condição se repete para todos os eixos.

Mais uma vez se observa o uso de parafusos não inox para essa estrutura secundária, com a corrosão dos mesmos escoando sobre as chapas anexas.

Recomenda-se a troca dos parafusos para inox, por ocasião da pintura.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Observa-se na figura 54 a montagem totalmente indevida do suporte da tubulação de drenagem na passarela radial próximo ao anel de compressão. Constata-se que sequer há parafusos.



Figura 54 – Montagem indevida do suporte da tubulação de drenagem no eixo 7,5

Essa condição ocorre em todos os suportes da tubulação de drenagem próximo ao anel de compressão da passarela radial.

Recomenda-se que esta montagem se faça conforme previsto no projeto original.

A figura 55 (A) apresenta um indicio de vazamento no trecho da tubulação de PEAD, provavelmente, ocasionado por um pequeno desalinhamento entre os trechos da tubulação no eixo 23,5 (ver parte B).

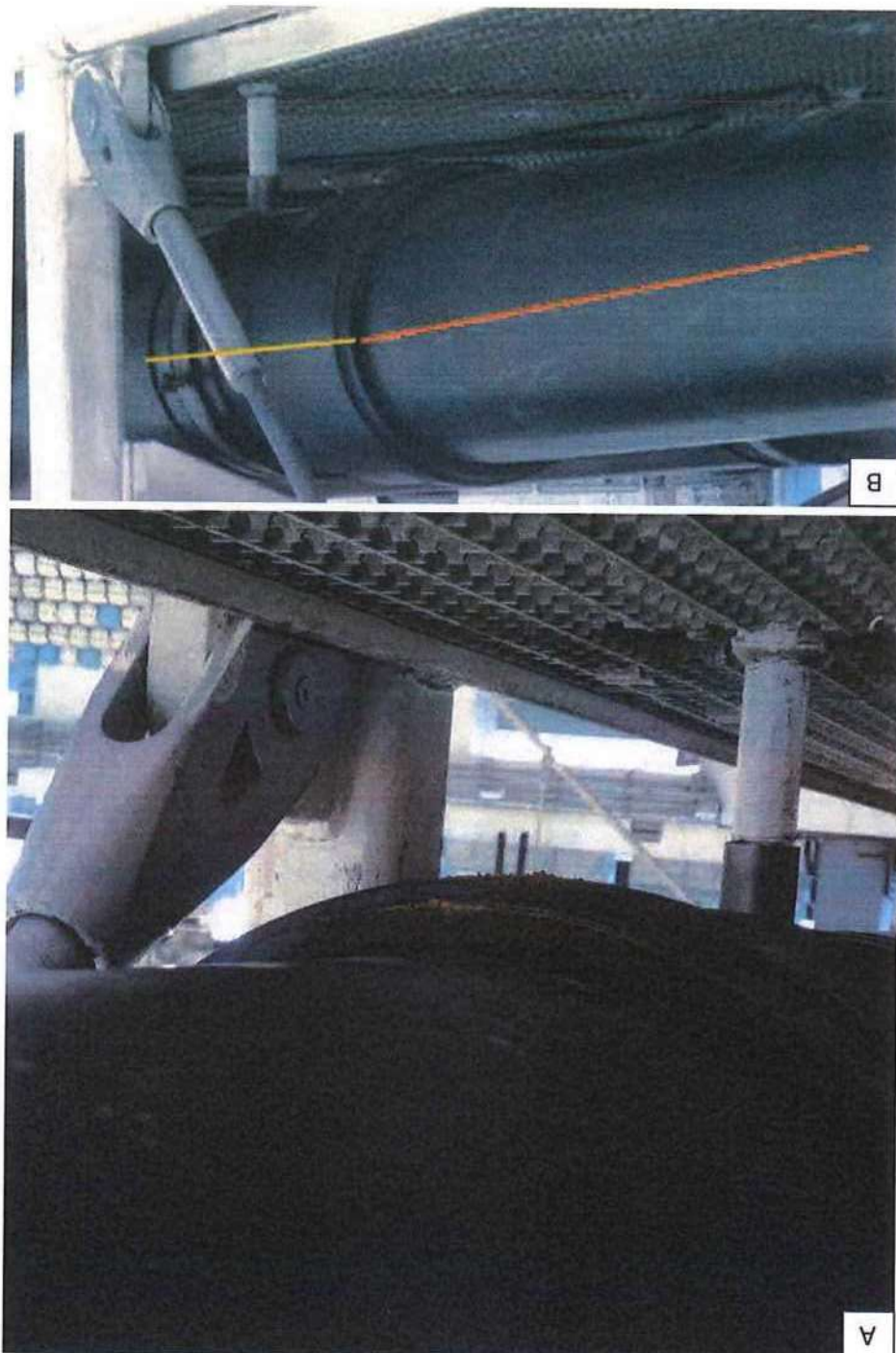


Figura 55 – Indício de vazamento na tubulação de drenagem de PEAD do eixo 23,5.

O vazamento deve ser corrigido através do alinhamento dos dutos.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

As braçadeiras usadas para a fixação da tubulação de PEAD nas passarelas axiais também estão sofrendo oxidação (ver figura 56).

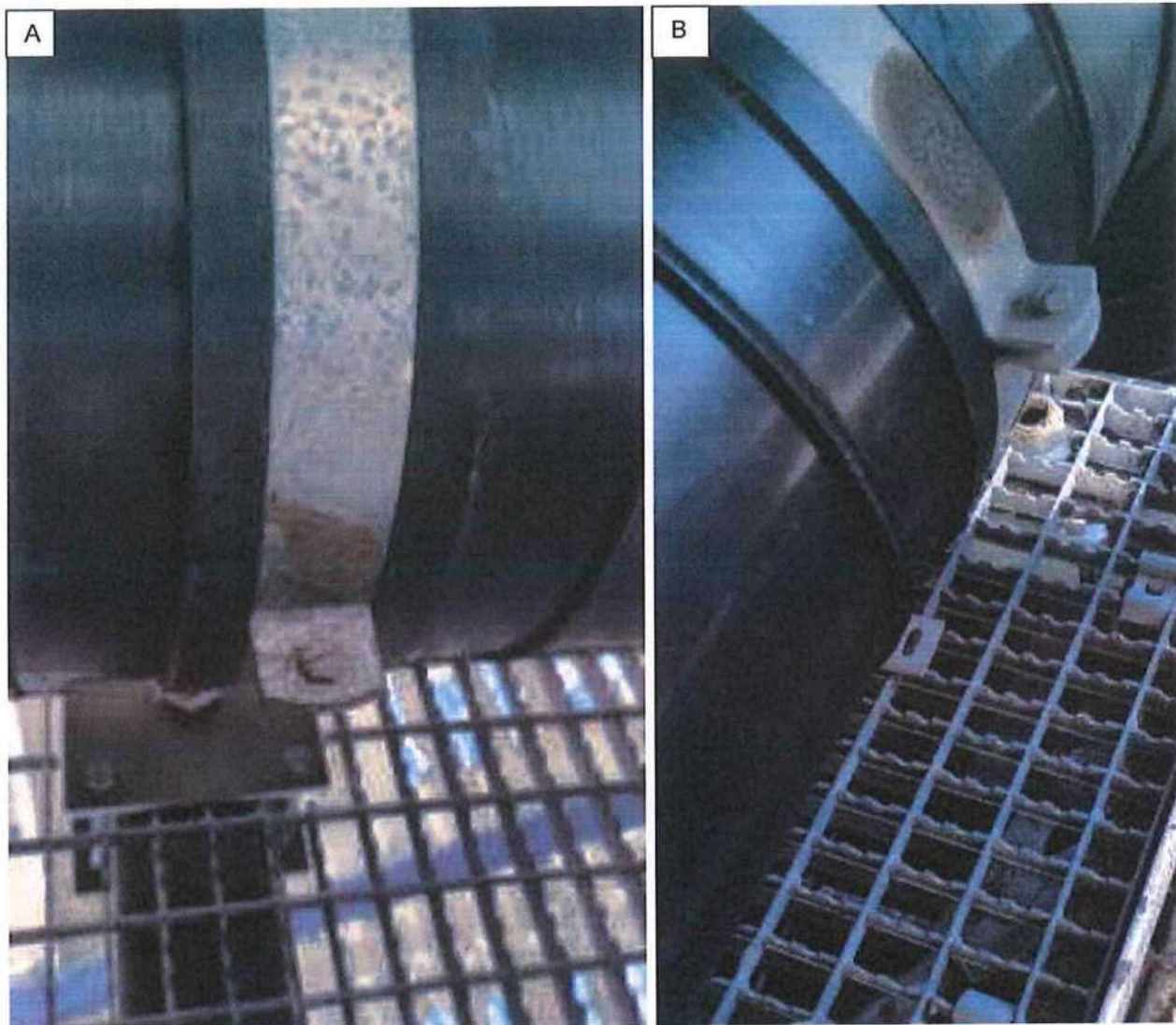


Figura 56 – (A) Oxidação na braçadeira do suporte da tubulação de PEAD do eixo 23,5; (B) Oxidação na braçadeira do suporte da tubulação de PEAD do eixo 53,5.

As braçadeiras podem ser reparadas dependendo do grau de corrosão das mesmas ou eventualmente substituídas.



A inspeção da passarela radial do eixo 23,5 acusou uma interferência de uma eletrocalha com um cabo de contraventamento lateral, conforme indicado na figura 57.



Figura 57 – Colisão entre o cabo do contraventamento lateral da passarela radial com eletrocalha do eixo 23,5

A eletrocalha precisa ser reposicionada.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

A figura 58 apresenta quatro casos de fixadores do sistema de instalação que se encontram oxidados nas passarelas radiais.

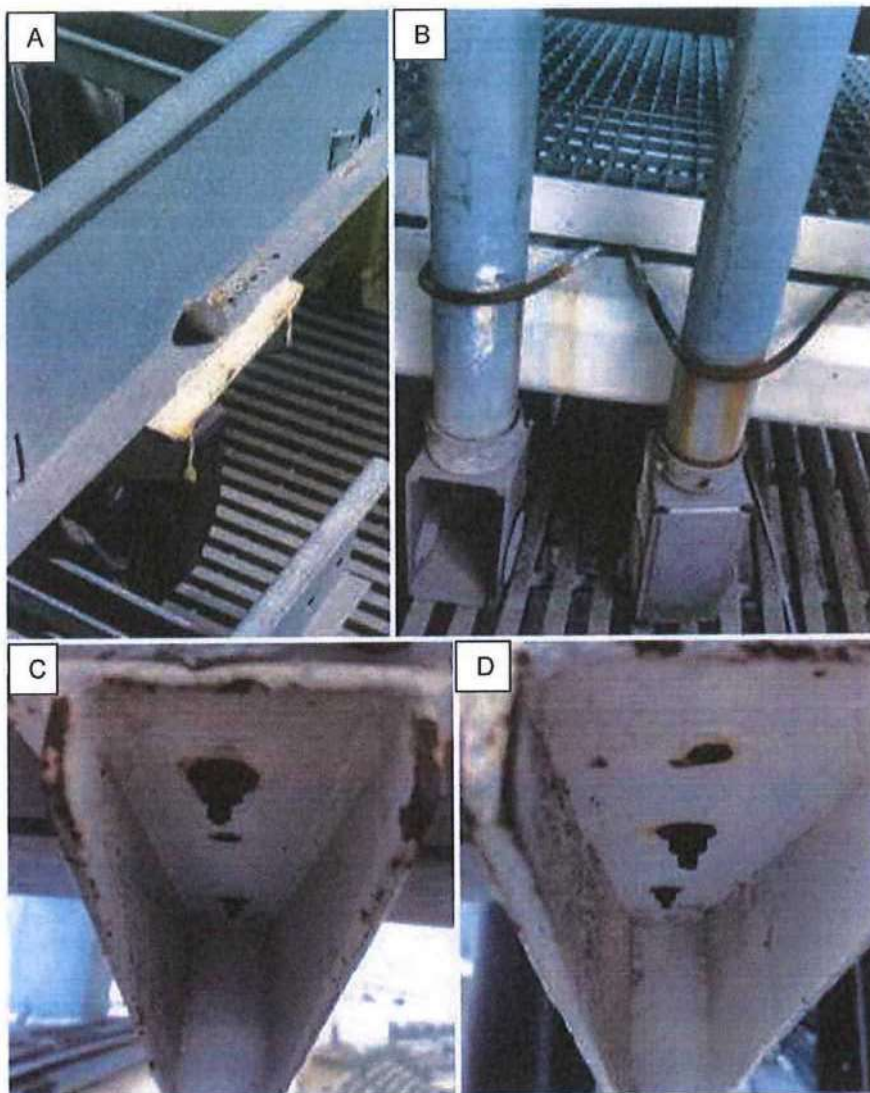


Figura 58 – (A) Oxidação nos fixadores dos suportes da eletrocalha do eixo 7,5; (B) Braçadeira oxidada em contato com a estrutura da passarela radial do eixo 23,5; (C) e (D) Oxidação nos fixadores dos suportes da eletrocalha do eixo 7,5

Os fixadores em questão requerem pintura e troca dos parafusos por outros de aço inox.



A figura 59 apresenta danos no revestimento e oxidação no pino do cabo de contraventamento horizontal da parte inferior da passarela radial do eixo 53,5.



Figura 59 – Dano no revestimento e oxidação do pino do cabo de contraventamento da passarela radial do eixo 53,5

O revestimento em apreço deve ser restaurado.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

7.4.2 Passarela tangencial

A figura 60 mostra defeitos e discontinuidades de soldagem encontrados nas emendas da estrutura metálica da passarela tangencial (solda de emenda do tubo quadrado vertical com o tubo quadrado horizontal) do eixo 37-38 no banzo superior.

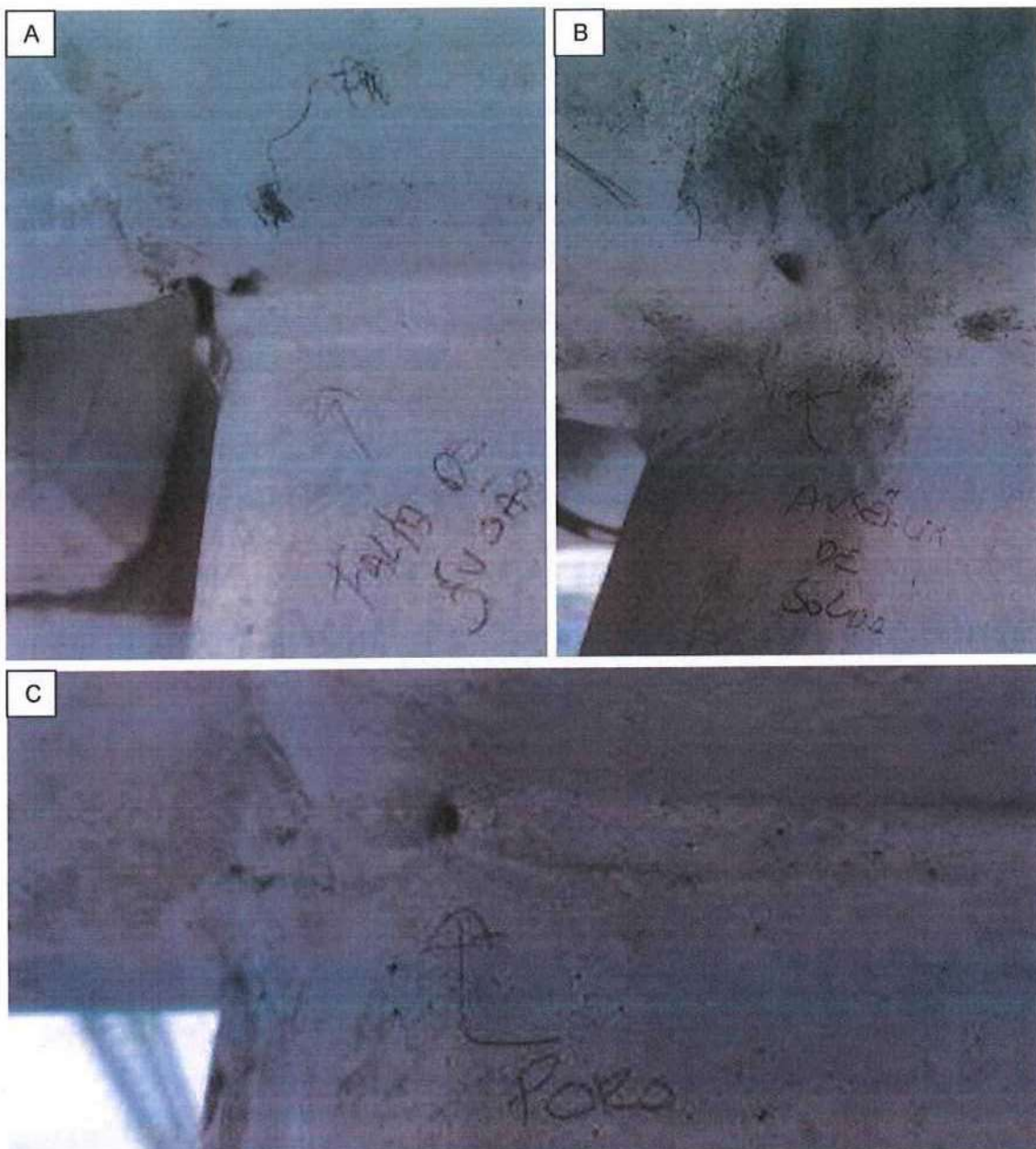


Figura 60 – (A) Falta de fusão na junta soldada; (B) Região não soldada; (C) Porosidade na junta soldada

A solda em apreço deve ser recomposta.



Já a figura 61 apresenta outra região não soldada, desta feita na união do tubo quadrado (vertical) com tubo superior (horizontal) da conexão do olhal da passarela tangencial do eixo 38.



Figura 61 – Região não soldada próximo ao olhal da passarela tangencial do eixo 38

A solda deve ser completada.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Mais uma vez foi encontrado um defeito de soldagem: com deposição insuficiente na solda do tubo quadrado vertical com o horizontal no banzo superior do segmento da passarela tangencial no trecho entre os eixos 42-43 e 52-53 (ver figura 62).

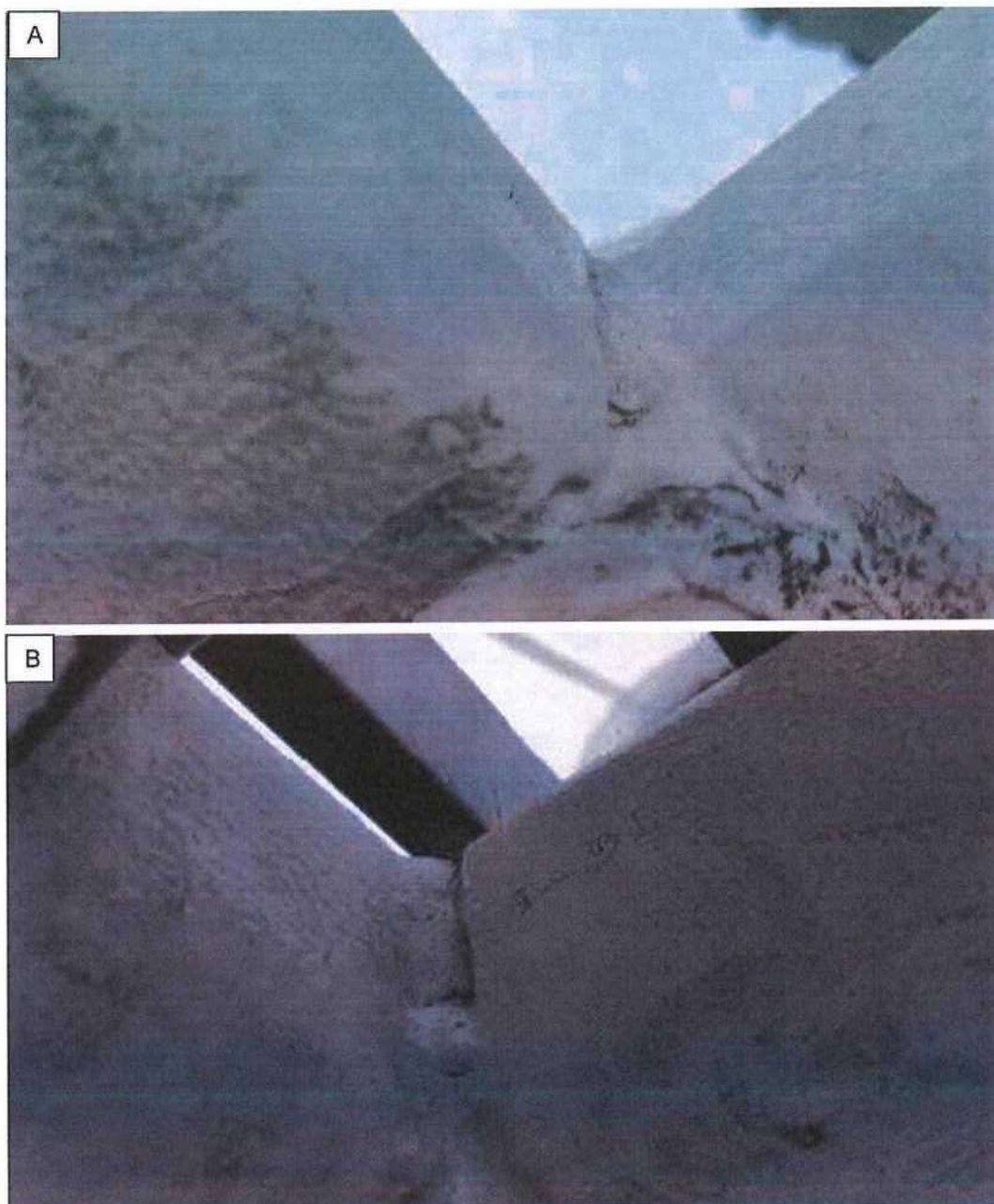


Figura 62 – (A) Deposição insuficiente na junta soldada do tubo quadrado vertical com o horizontal no banzo superior do segmento da passarela 42-43 da passarela tangencial; (B) Deposição insuficiente na junta soldada do tubo quadrado vertical com o horizontal no banzo superior do segmento da passarela 52-53 da passarela tangencial

A solda deve ser corrigida.



A figura 63 nos mostra que há dano geral no revestimento e oxidação das áreas expostas na estrutura da passarela tangencial. A pintura deve ser recomposta.

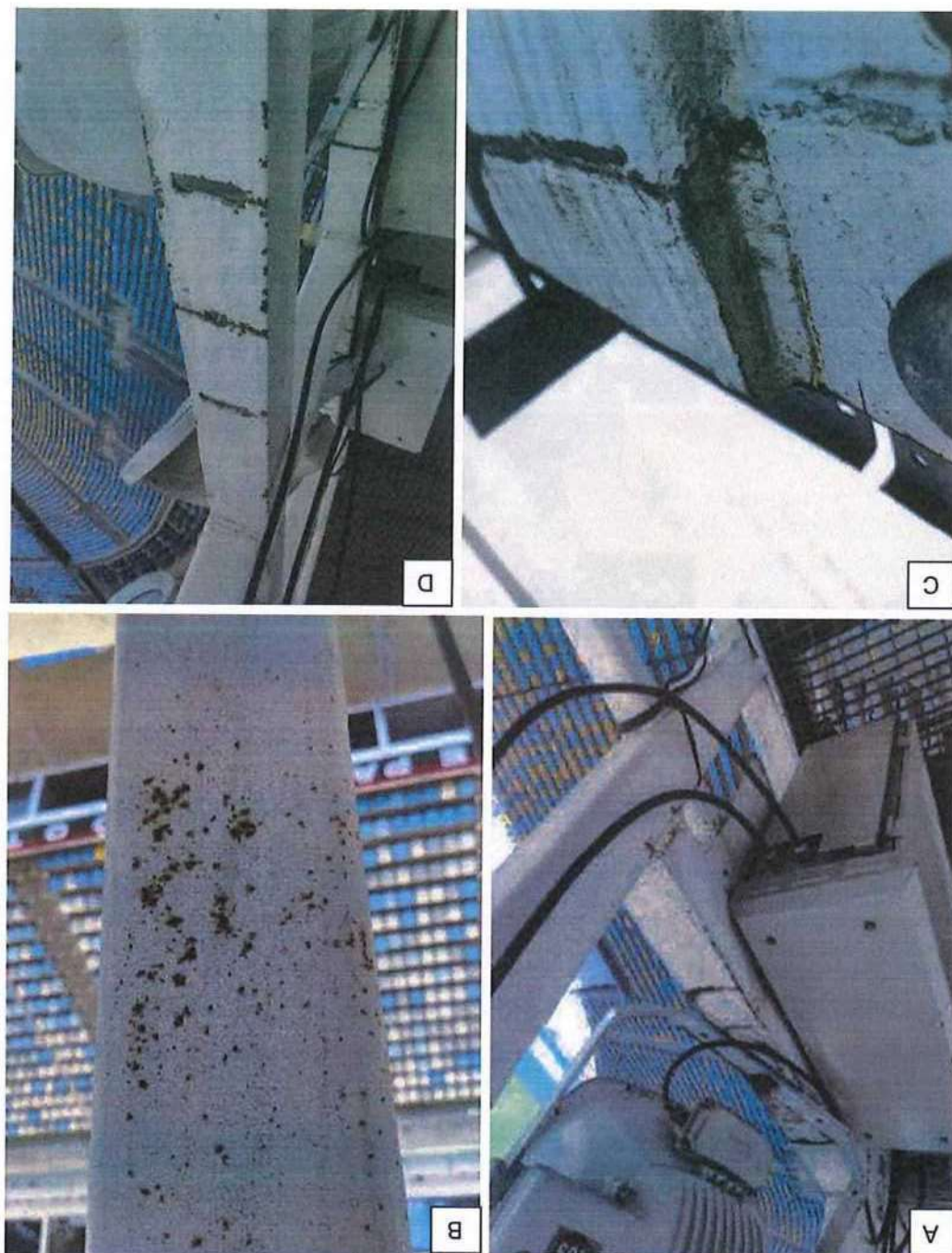


Figura 63 – (A) Dano no revestimento e oxidação na estrutura do segmento da passarela tangencial 2-3; (B) Dano no revestimento e oxidação na estrutura do segmento da passarela tangencial 59-60; (C) Dano no revestimento e oxidação na estrutura do segmento da passarela tangencial 7-8; (D) Dano no revestimento e oxidação na estrutura do segmento da passarela tangencial 3-4



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Essa condição é típica para todos os segmentos da passarela tangencial que deve ser pintada.

A figura 64 nos mostra que os suportes e os fixadores dos equipamentos e do sistema de instalações elétricas estão oxidados e em contato com a estrutura da passarela.

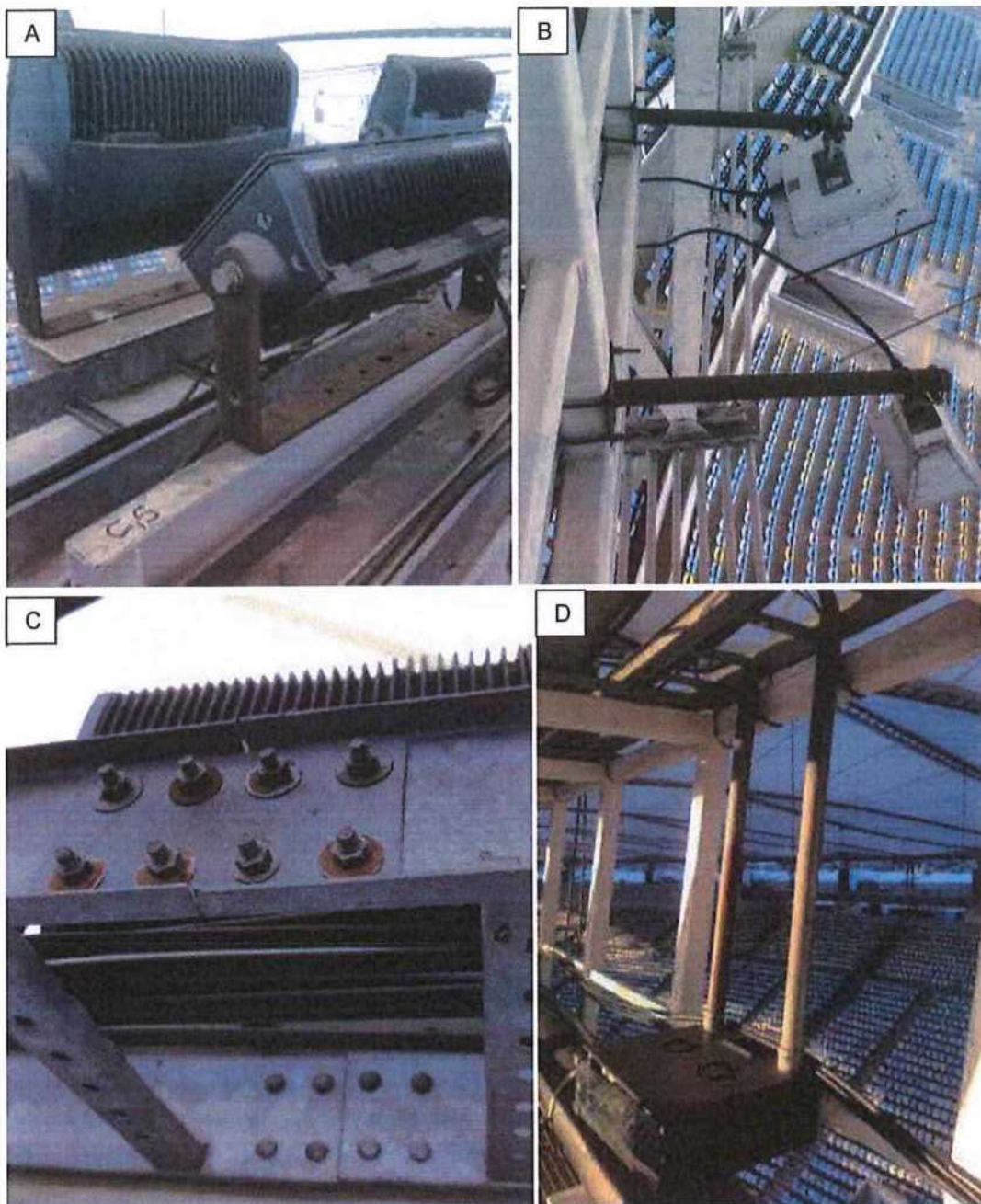


Figura 64 – (A) Fixadores dos equipamentos de iluminação oxidados do segmento 23-24; (B) Fixadores e hastes dos equipamentos oxidados do segmento 5-6; (C) Fixadores da eletrocalha oxidados do segmento 57-58; (D) Estrutura dos equipamentos oxidada 40-41

Essa condição se repete ao longo de toda passarela tangencial. Os parafusos devem ser substituídos por inox e os suportes pintados ou trocados.

Oxidação no olhal de fixação de um cabo de contraventamento do segmento 23-24 da passarela tangencial (ver figura 65).



Figura 65 - Oxidação no olhal de fixação de um cabo de contraventamento do segmento 23-24 da passarela tangencial

Essa condição se repete no segmento 37-38.

A oxidação do olhal exige uma pintura com tinta fina para que possa se infiltrar entre as chapas.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

A passarela tangencial tem vários tubos do tipo mostrado na figura 66, para evitar a interferência dos cabos de contraventamento com a estrutura. Vemos aqui que começa a se formar uma oxidação na parte interna destes tubos.



Figura 66 – (A) Oxidação na parte interna do tubo quadrado onde passam os cabos de contraventamento do segmento 53-54; (B) Oxidação na parte interna do tubo quadrado onde passam os cabos de contraventamento do segmento 23-24.

Essa condição se repete nos segmentos 7-8 e 37-38.

A pintura desses tubos deve ser retocada juntamente com o restante da estrutura.

Observa-se na figura 67 o dano ocorrido no revestimento bem como a oxidação da área exposta dos conectores do cabo de contraventamento dos segmentos de passarela tangencial 37-38 e 53-54.

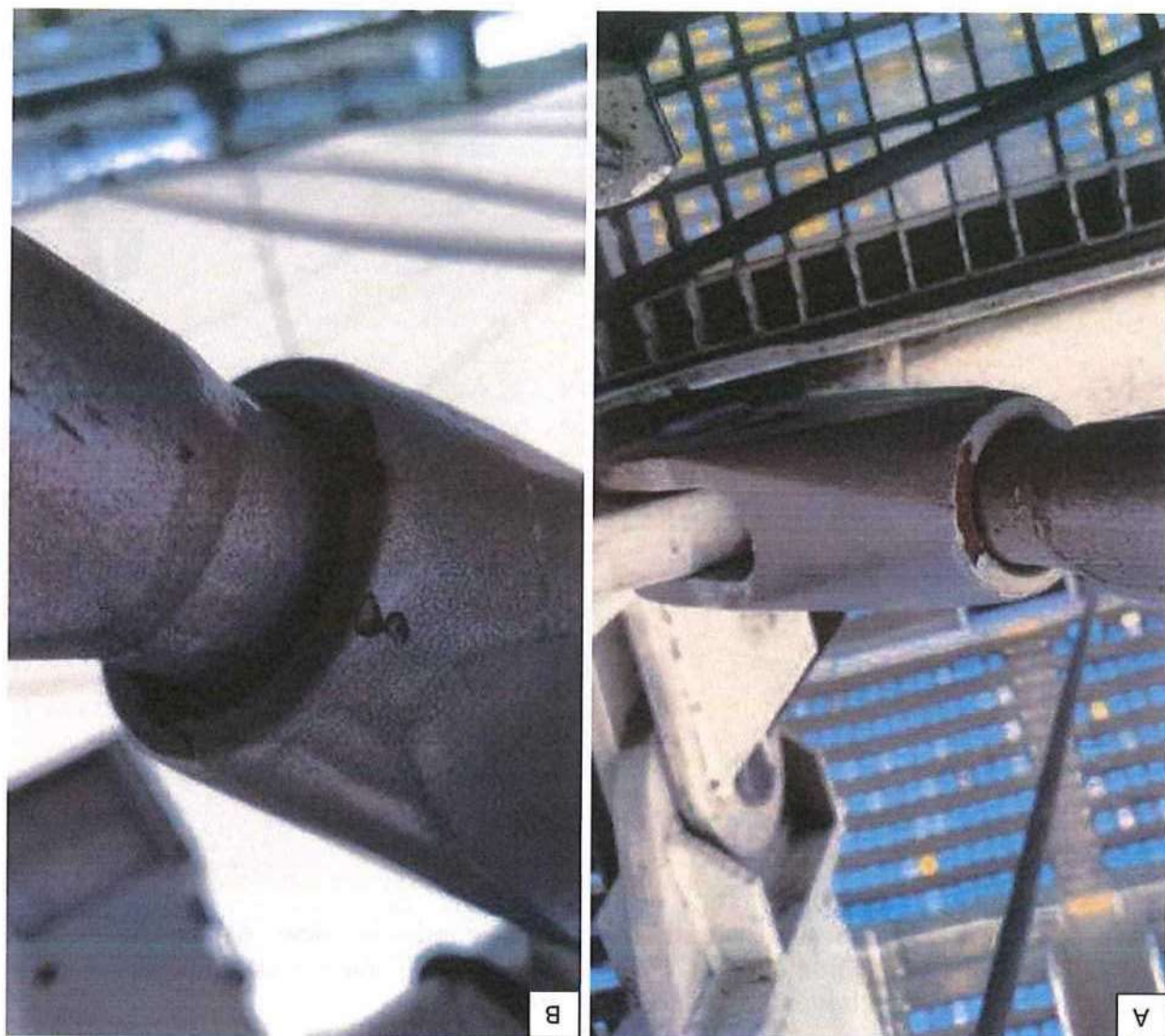


Figura 67 – (A) Dano no revestimento e oxidação da área exposta do conector do cabo de contraventamento do segmento da passarela tangencial 53-54; (B) Dano no revestimento e oxidação da área exposta do conector do cabo de contraventamento do segmento da passarela tangencial 37-38

O revestimento em apreço deve ser recomposto.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

A figura 68 nos apresenta a oxidação constatada no flange cego do sistema de drenagem.

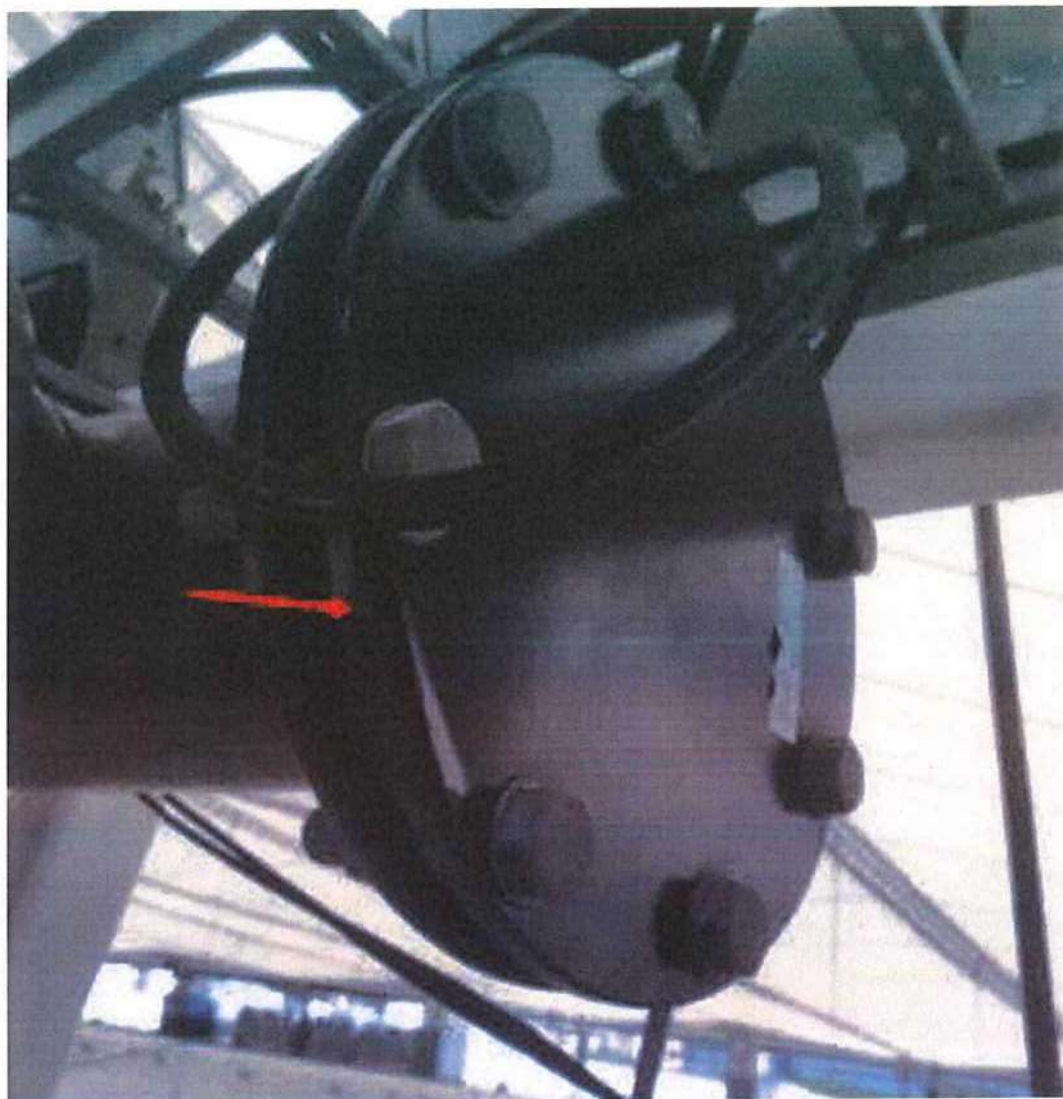


Figura 68 – Oxidação no flange cego do sistema de drenagem do segmento 1-2 da passarela tangencial.

Essa condição se repete para o segmento 31-32.

A proteção contra a corrosão deste flange deve ser retocada.



A figura 69 mostra o desbaste do reforço da solda de emenda dos olhais de fixação dos cabos de contraventamento do segmento 23-24 da passarela tangencial.

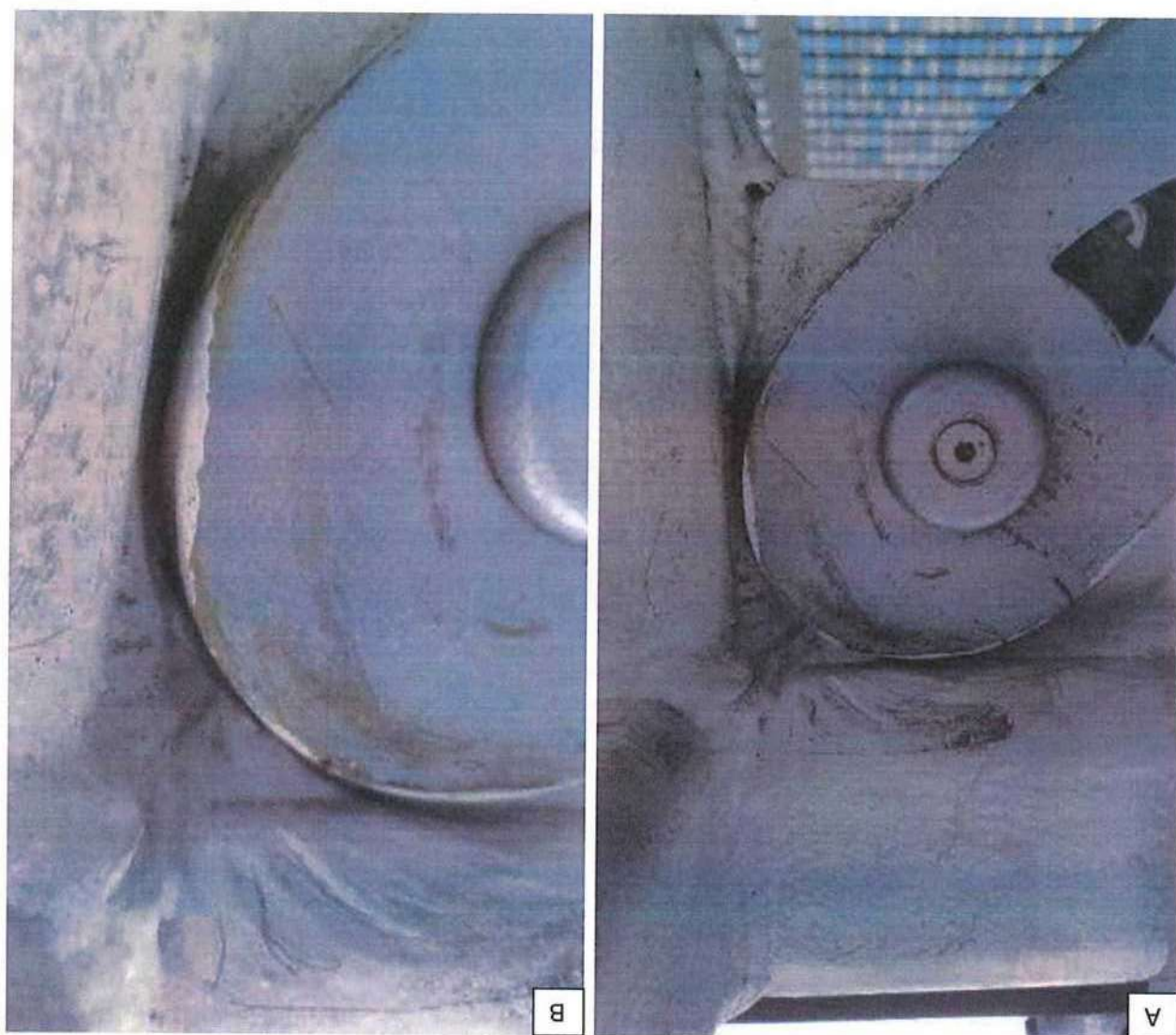


Figura 69 – (A) e (B) Desbaste do reforço da solda de emenda dos olhais de fixação dos cabos de contraventamento do segmento 23-24 da passarela tangencial

Em princípio a quantidade de solda na ligação em apreço é excessiva e não requer retoque algum, mas eventuais trincas que podem surgir em função da descontinuidade devem ser acompanhadas em inspeções futuras.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

O revestimento craquelado do segmento da passarela tangencial 23-24 é apresentado na figura 70.

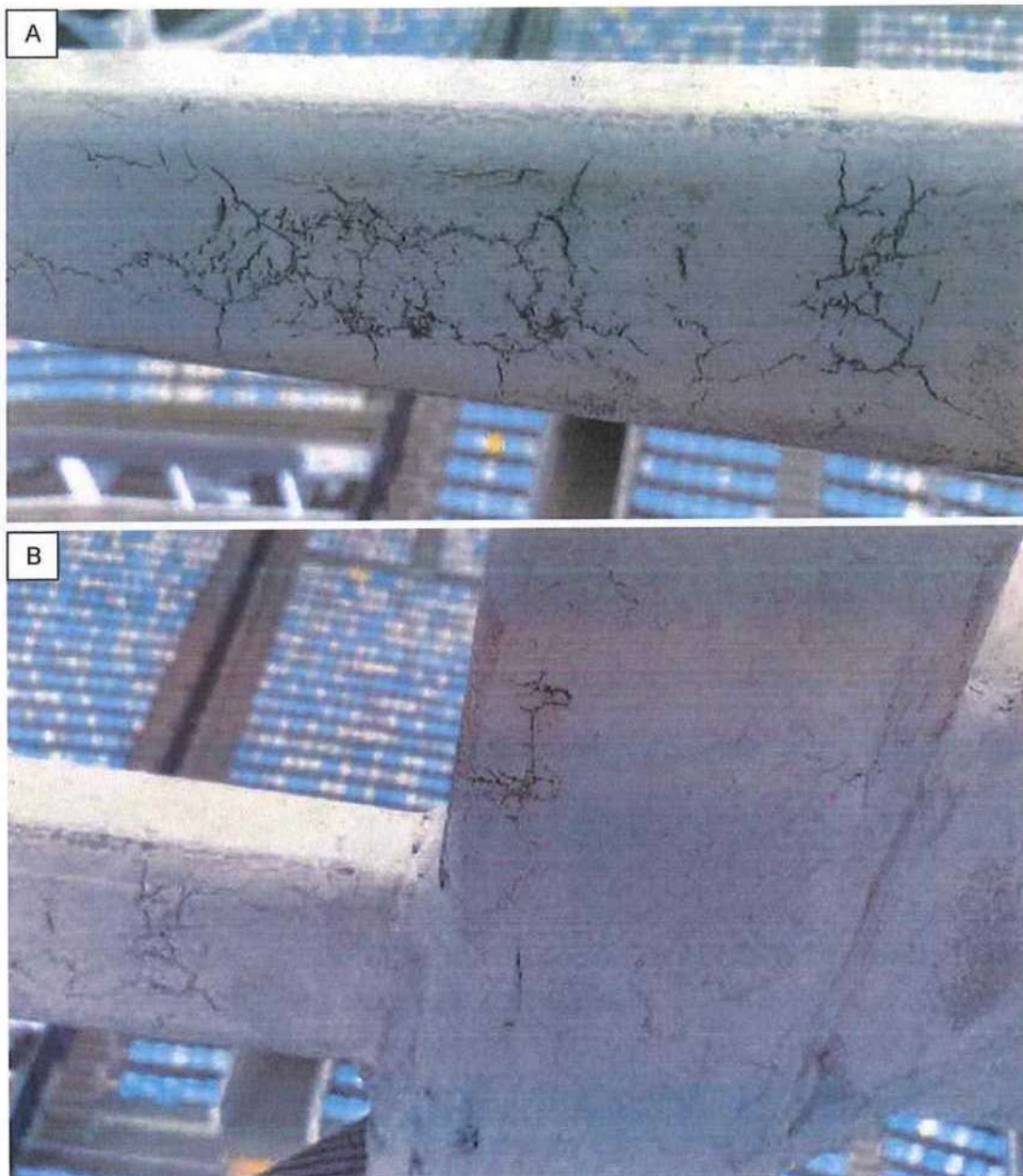


Figura 70 – (A) e (B) Revestimento craquelado aparentemente na camada de acabamento

Essa região deve ser inspecionada após a remoção da pintura, por ocasião da revisão da pintura da passarela, para confirmar que se trata apenas de um problema da camada de acabamento da pintura original.

Mais uma vez vemos aqui que os parafusos utilizados para a fixação das grades de piso dessa passarela não eram inox. A figura 71 mostra a oxidação destes fixadores.

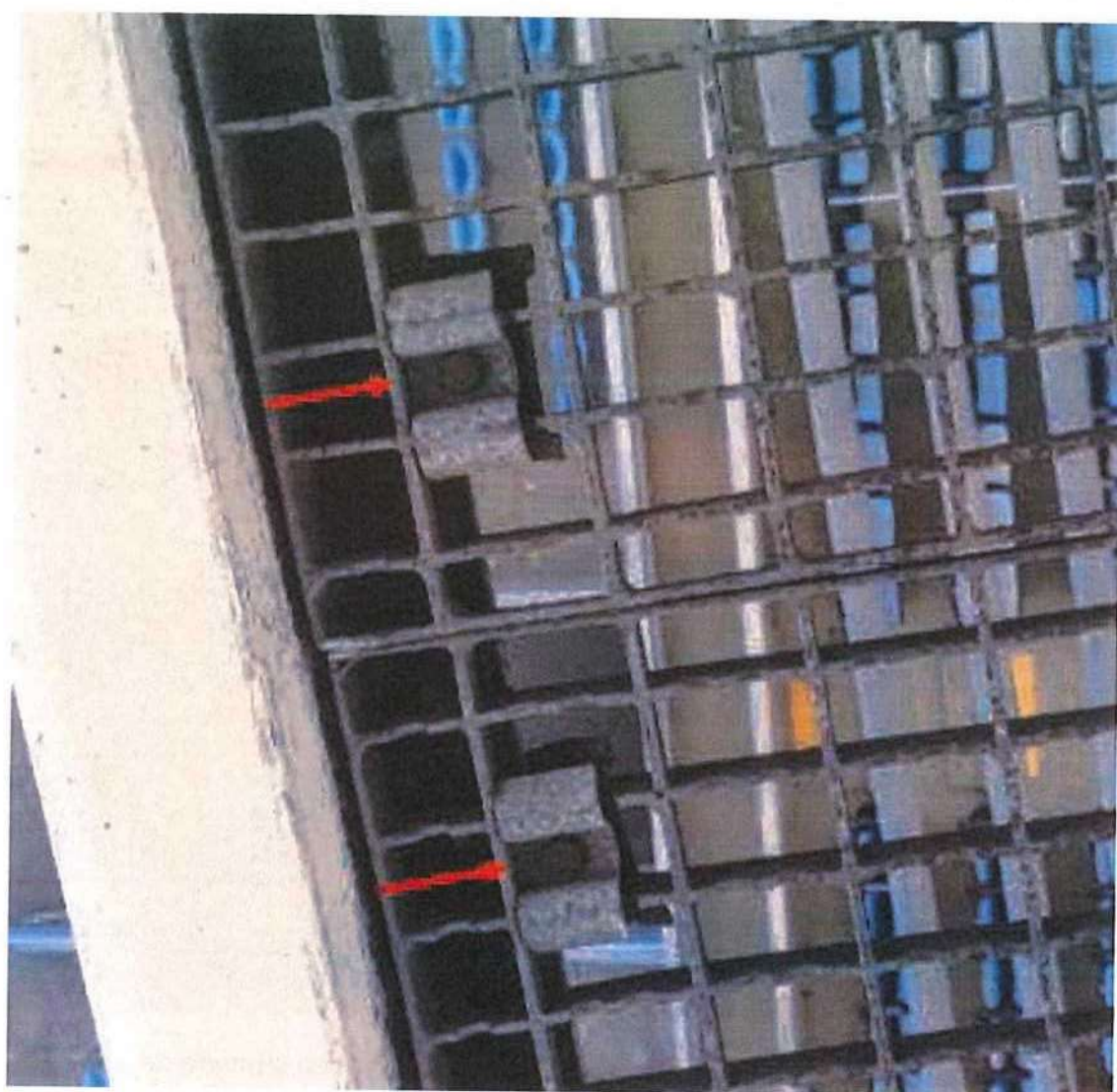


Figura 71 – Fixadores oxidados da grapa da grade de piso.

Essa condição se repete ao longo de toda passarela tangencial.

Recomenda-se a troca dos parafusos e porcas por inox.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

A figura 72 mostra a contaminação das braçadeiras do sistema de drenagem bem como dos fixadores oxidados.



Figura 72 – Contaminação das braçadeiras do sistema de drenagem bem como fixadores oxidados do segmento 4-5.

Essa condição se repete ao longo de toda passarela tangencial.

Recomenda-se a troca de todos os parafusos por inox e o reparo ou troca das braçadeiras.



Aparentemente o fixador desta bragaadeira do sistema de drenagem no segmento 5-6 nunca foi instalado (ver figura 73).



Figura 73 - Bragaadeira do sistema de drenagem sem fixador no segmento 5-6

A bragaadeira deve ser reposicionada e fixada por um parafuso inox.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

A figura 74 apresenta um fixador oxidado e fora do padrão utilizado para fixação da braçadeira da tubulação de drenagem no segmento 35-36.



Figura 74 - Fixador oxidado e fora do padrão utilizado para fixação da braçadeira da tubulação de drenagem no segmento 35-36

O fixador deve ser substituído por outro de aço inox de dimensão correta.

O suporte da tubulação de drenagem está sem fixação no segmento 39-40, conforme mostrado na figura 75.

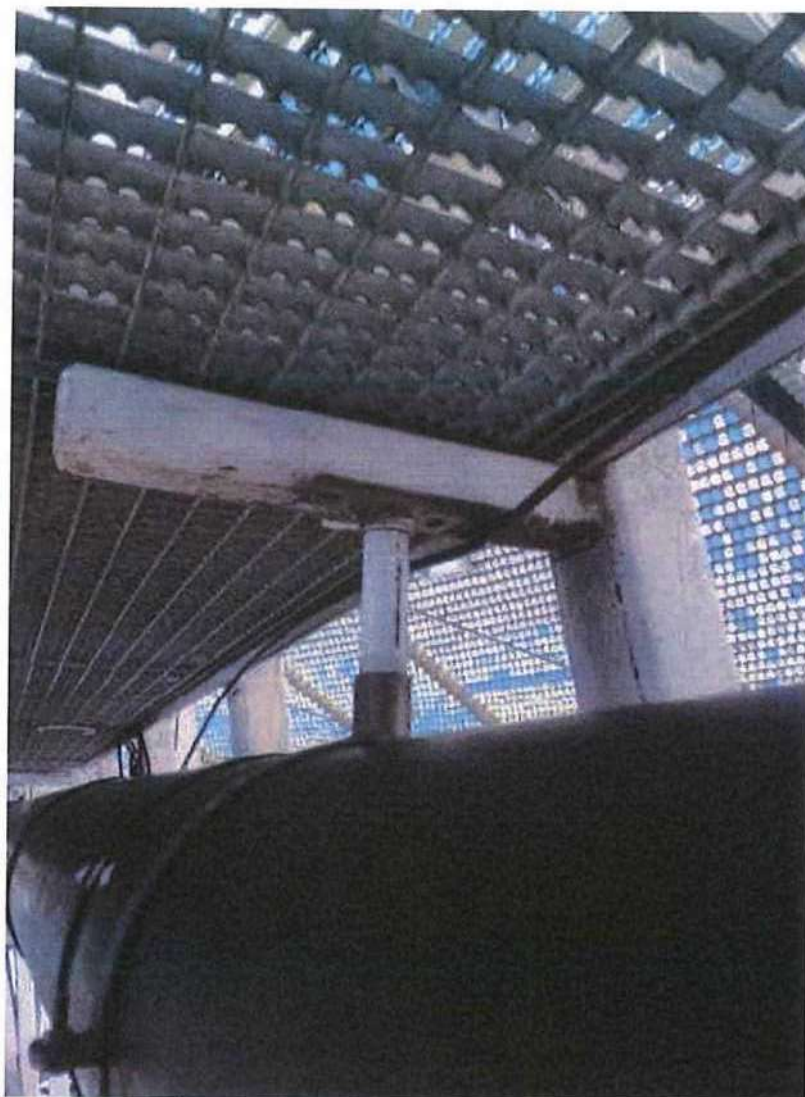


Figura 75 - Suporte da tubulação de drenagem sem fixação no segmento 39-40
Essa condição ocorre também para o segmento 60-1.

O apoio deve ser reposicionado e os parafusos de fixação inox instalados.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

A eletrocalha do segmento 44-45 está sem fixadores, conforme indicado na figura 76.

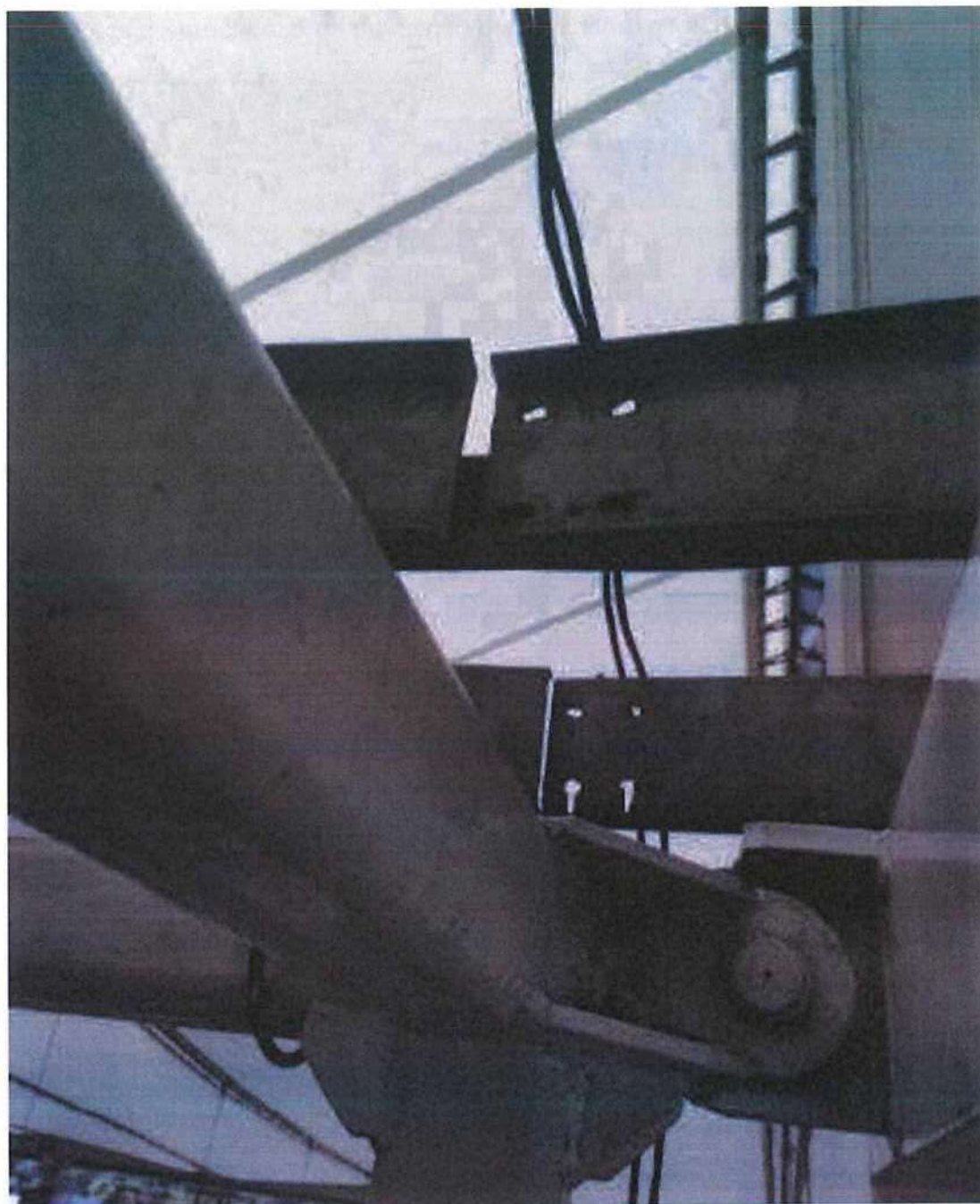


Figura 76 - Eletrocalha do segmento 44-45 sem fixadores

O fixadores de aço inox devem ser instalados.



A porca da bragaadeira da tubulação de drenagem do segmento 45-46 está oxidada, por não ser inox, conforme indicado na figura 77.

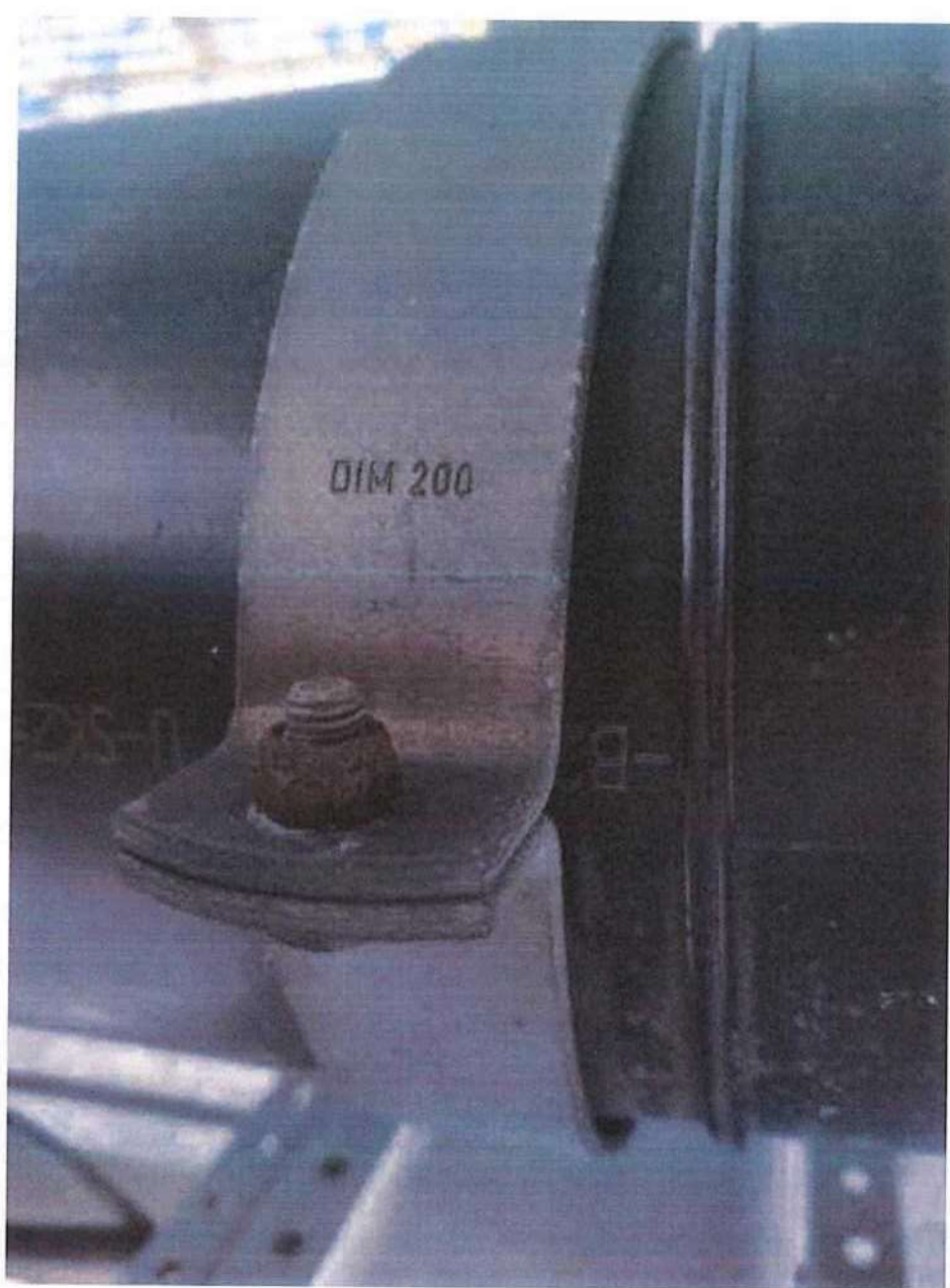


Figura 77 - Porca da bragaadeira da tubulação de drenagem do segmento 45-46 oxidada

Todos os fixadores não inox devem ser substituídos por outros que o sejam.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

A figura 78 mostra a montagem indevida da braçadeira do suporte da tubulação de drenagem do segmento 50-51.



Figura 78 – Montagem indevida da braçadeira do suporte da tubulação de drenagem do segmento 50-51

A correção exige o reposicionamento do apoio e a troca dos fixadores por outros de aço inox.



A montagem do suporte da tubulação de drenagem no segmento 53-54 foi feita de maneira completamente indevida, conforme mostra a figura 79.



Figura 79 - Montagem indevida do suporte da tubulação de drenagem no segmento 53-54

A correção exige a reconstrução do apoio em apreço. A correção da inflexão do duto talvez exija um apoio adicional.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Observa-se aqui o suporte da tubulação de drenagem oxidado no segmento 59-60, conforme mostrado na figura 80.

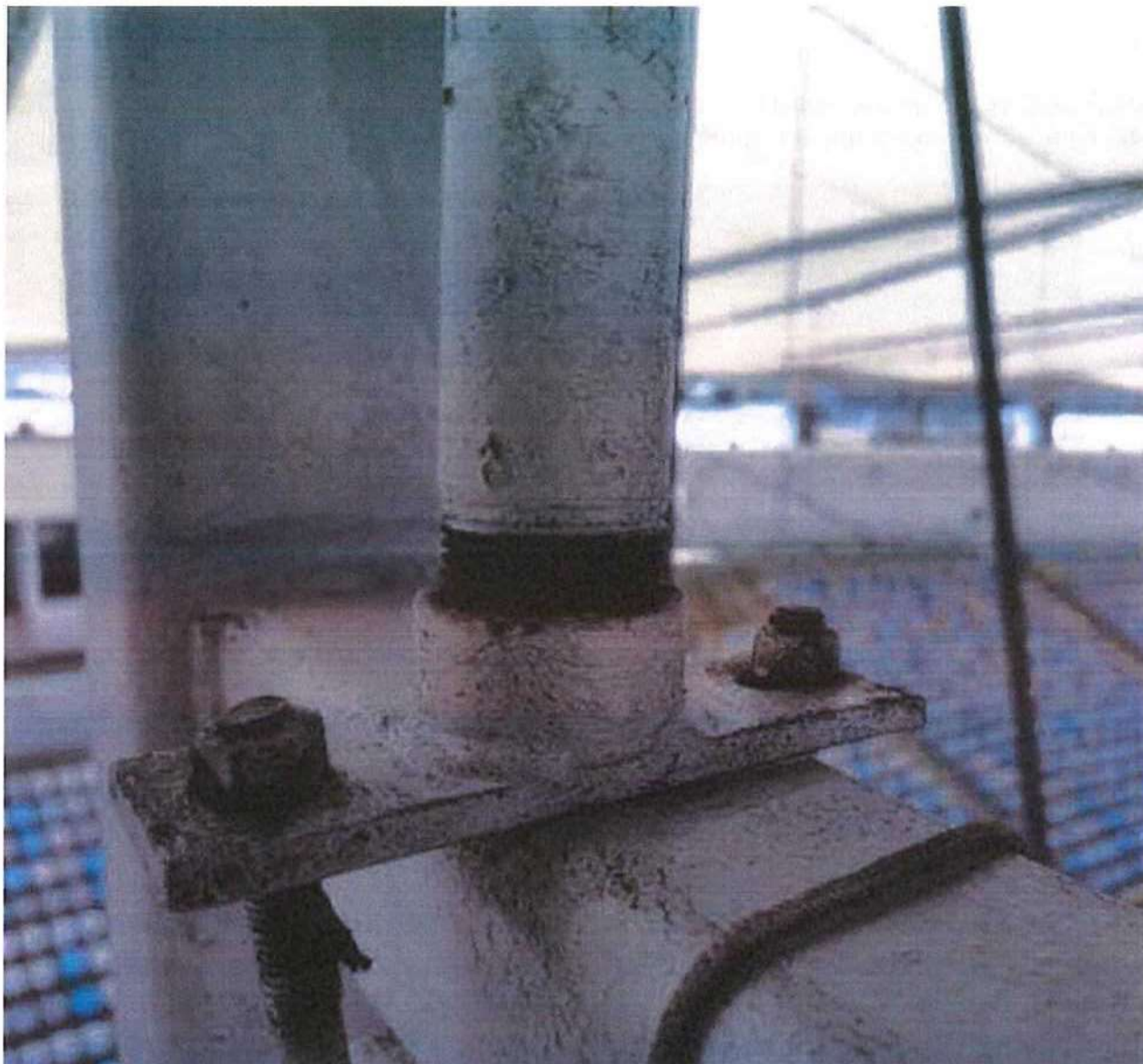


Figura 80 - Suporte da tubulação de drenagem oxidado no segmento 59-60

Mais uma vez a correção se faz necessária com a troca dos parafusos por aço inox e a eventual troca do tubo de apoio.



A montagem indevida, com improviso na posição do apoio pode ser observada juntamente com a oxidação do suporte da tubulação do sistema de drenagem no segmento 37-38 (ver figura 81).

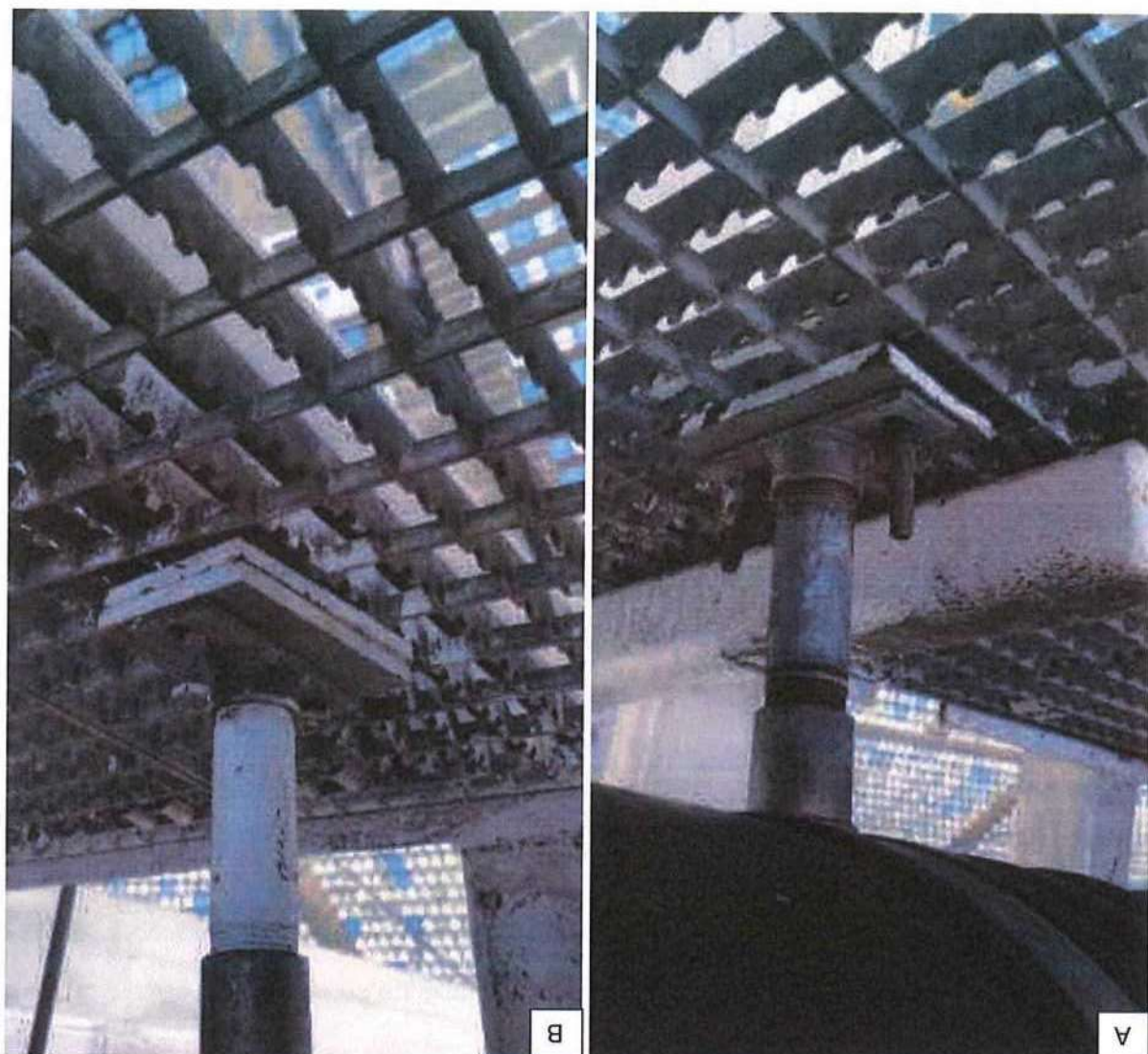


Figura 81 – (A) Montagem indevida e oxidação do suporte da tubulação do sistema de drenagem no segmento 37-38; (B) Oxidação do suporte da tubulação do sistema de drenagem no segmento 37-38

Os apoios devem ser refeitos com material adequado.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

A deformação plástica na grade de piso do segmento 39-40, parece ter sido forçada para acompanhar o elemento de apoio posicionado acima da altura correta (ver figura 82).

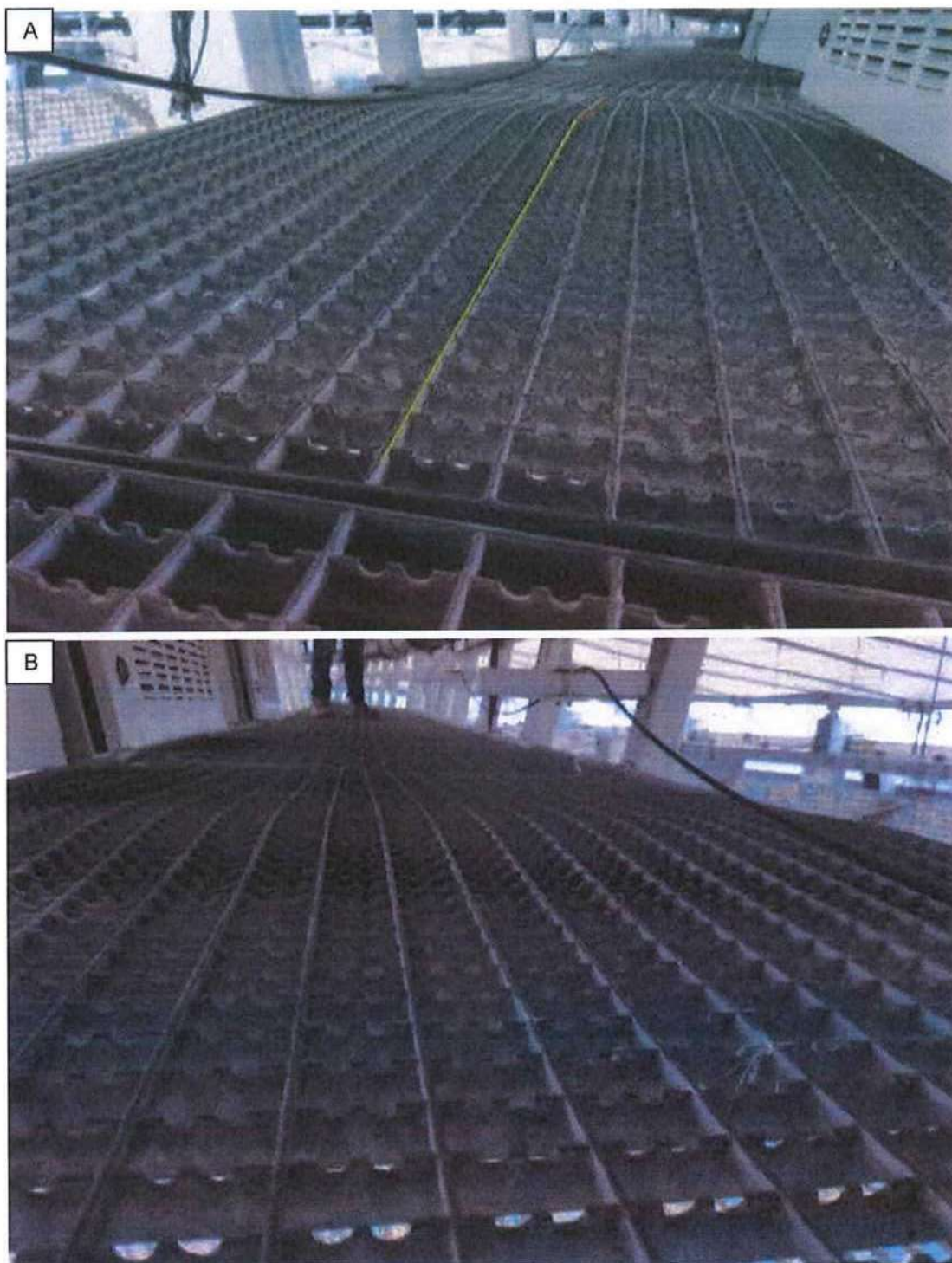


Figura 82 – (A) e (B) Deformação plástica na grade de piso do segmento 39-40
O ideal seria reposicionar o elemento da treliça da passarela e corrigir a grade.



7.4.3 Passarela de acesso ao vídeo wall

A abertura do tubo do guarda-corpo da passarela no eixo 6,5 propicia a corrosão no interior do mesmo (ver figura 83).

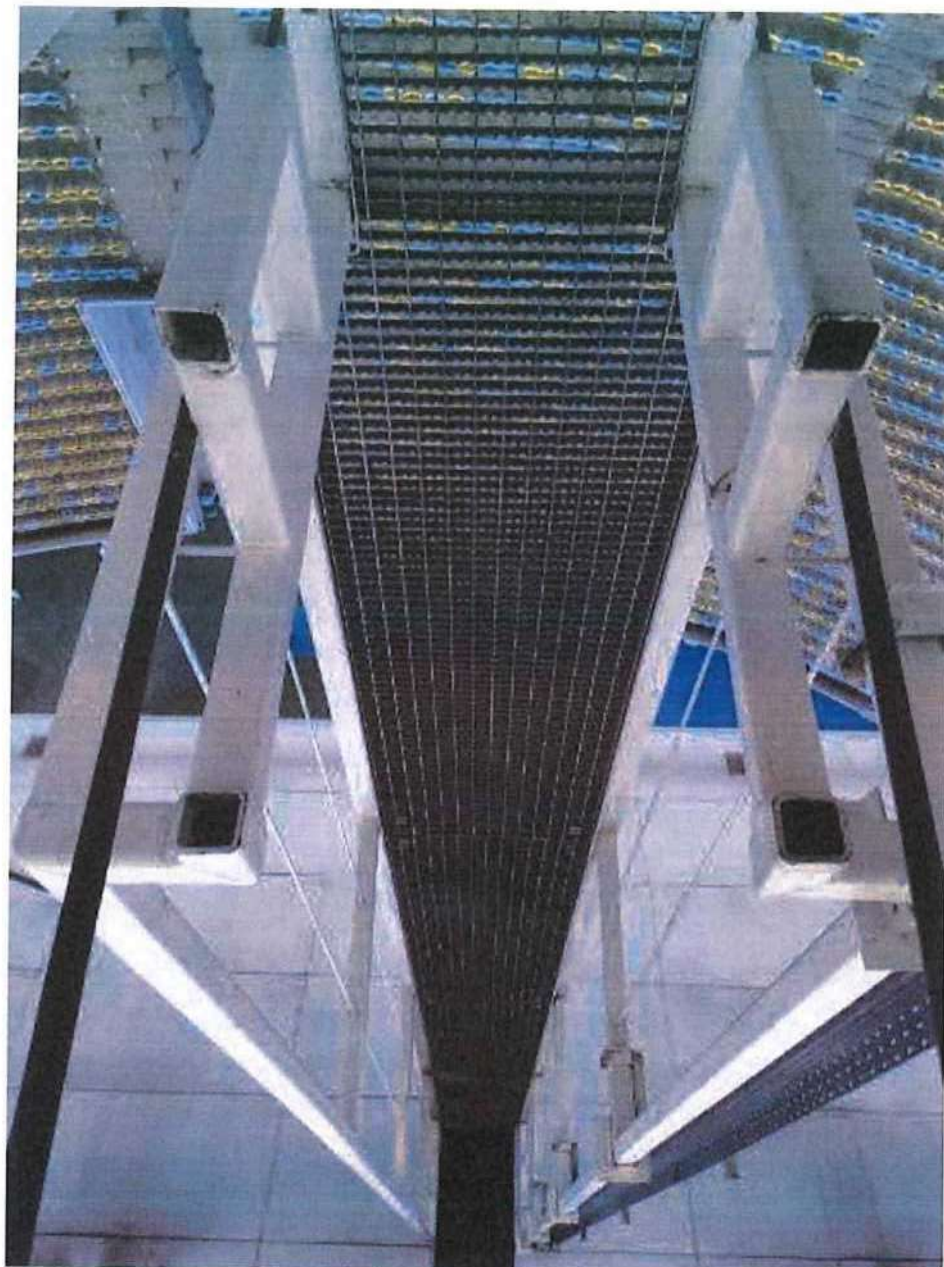


Figura 83 – Abertura no tubo do guarda-corpo da passarela do eixo 6,5

Os elementos devem ser tampoados.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

Observa-se a oxidação na estrutura dessa passarela causada por dano no revestimento, má preparação do substrato e contaminação no revestimento (ver figura 84).



Figura 84 - (A) Oxidação do guarda-corpo da passarela causada, provavelmente, por contaminação e má preparação do substrato durante o processo de pintura do eixo 24,5; (B) danos no revestimento e oxidação de áreas expostas na passarela do eixo 54,5

Essa condição é típica para todas as passarelas de acesso ao video wall.

A correção exige retoque da pintura como em todas as outras estruturas metálicas.



Temos aqui a oxidação nos pinos e anilhas de travamento das ligações da "passarela tangencial com a passarela de acesso ao vídeo wall" e da "passarela de acesso ao vídeo wall com a estrutura de suporte do telão" (ver figura 85).



Figura 85 – (A) Oxidação no pino e anilha de travamento da ligação "passarela tangencial x passarela de acesso ao vídeo wall" bem como oxidação no olhal do eixo 24,5; (B) Oxidação do pino e tampa do pino da ligação "passarela de acesso ao vídeo wall e estrutura de suporte do telão" do eixo 6,5

Essa condição é típica para todas as passarelas de acesso ao vídeo wall.

De modo geral a solução pino com anilha foi muito ruim neste projeto. A solução parafuso inox com porcas é bem melhor e nos casos em que a troca do pino seja difícil recomenda-se um elemento de fixação inox mais robusto no lugar da anilha.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

7.5 I.C-5 – Passarela interna

A passarela interna circunda todo o estádio apoiada sobre o anel de tração interno. O acesso a ela se faz por sobre a membrana. Os itens inspecionados nessa passarela são indicados na tabela a seguir.

Inspeção de Integridade		Obra:		Localização / Eixo:			Folha
		Cobertura do Maracanã					
Itens de Verificação				Situação de Acesso			Comentários
				Boa	Ruim	Limitada	
P a s s a r e l a I n t e r n a	Estrutura da passarela	I-C-5_1	Visual de integridade das peças e juntas soldadas				
	Ligação com o conector do cabo do anel interno	I-C-5_2	Chapas com olhais, reforços e juntas soldadas				
		I-C-5_3	Pinos e tampas dos pinos				
		I-C-5_4	Ligações aparafusadas				
	Linha de vida	I-C-5_5	Integridade e fucionalidade				
	Serviços ancorados - equipamentos	I-C-5_6	Ligações aparafusadas				
	Grades de piso e corrimãos	I-C-5_7	Funcionamento				
		I-C-5_8	Itens soltos				
	Todos	I-C-5_9	Proteção contra corrosão				

Um resumo de todas as anomalias encontradas na passarela interna é fornecido a seguir.



Observa-se na figura 86 uma oxidação de modo geral branda, mas por vezes severa na estrutura metálica da passarela interna. Em alguns lugares o grau de oxidação é tão elevado que começa a comprometer a vida útil desse elemento estrutural.

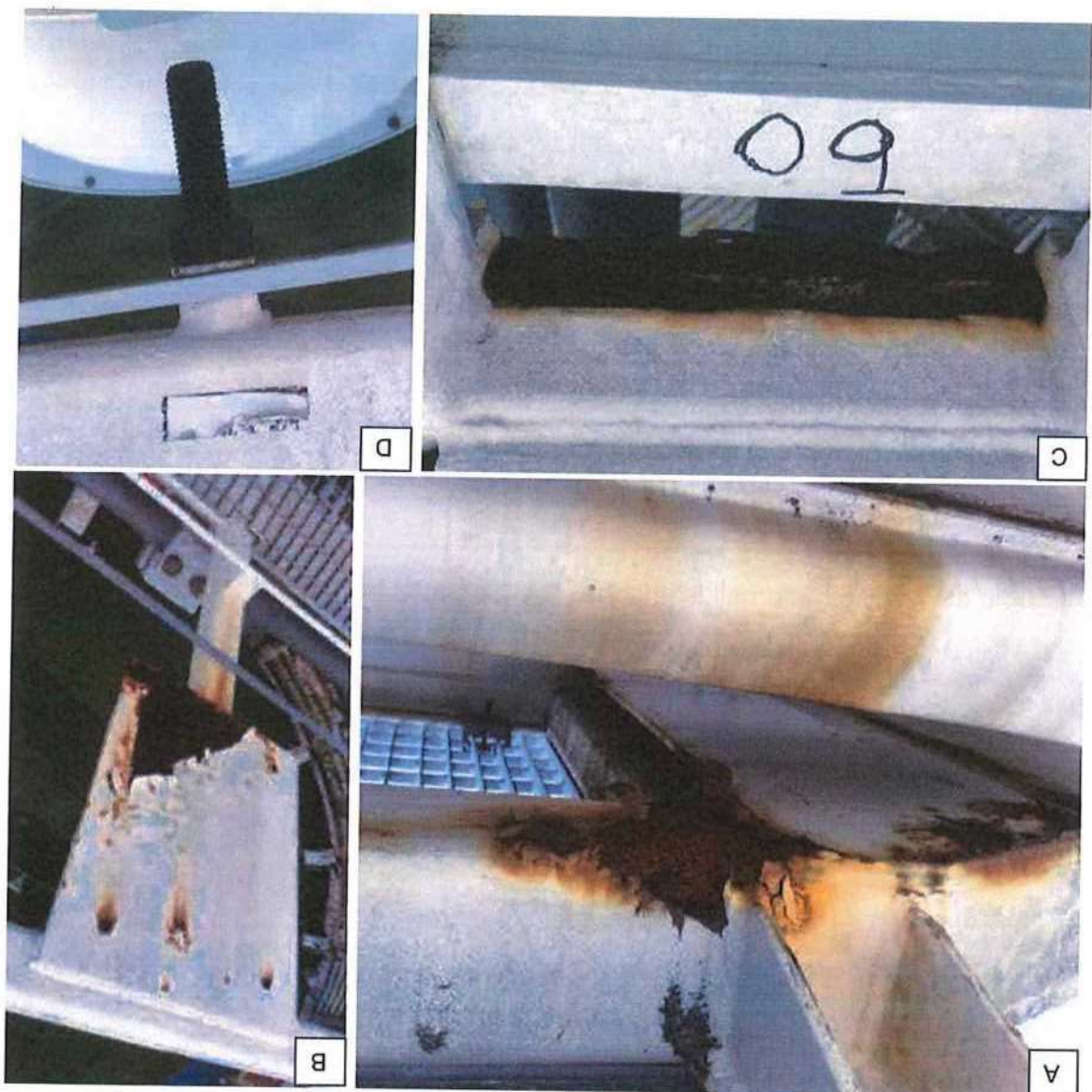


Figura 86 – (A) Severa oxidação da parte inferior da estrutura da passarela interna e deslocamento do revestimento anticorrosivo, eixo 8; (B) Oxidação e deslocamento do revestimento anticorrosivo da chapa que serve como ponto de ancoragem para os equipamentos de instalação, eixo 47; (C) Severa oxidação da chapa da parte inferior da passarela interna, material de base apresentando estofação grave atingindo camadas profundas do material de base, eixo 9; (D) Parafuso que serve como ponto de ancoragem para equipamentos de instalação apresentando uma corrosão uniforme em todo o corpo, eixo 39.

Uma nova pintura se faz necessária e urgente. Talvez a substituição de alguns elementos estruturais já se faça necessária tal o nível de corrosão.



INSPEÇÃO DO TIPO ANÁLISE APROFUNDADA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ

A linha de vida desta passarela é extremamente irregular. Além disso é fixada por parafusos não inox, que começam a sofrer severa oxidação, conforme indicado na figura 87.



Figura 87 – Severa oxidação dos grampos da linha de vida em todos os eixos

A troca dos parafusos por inox é requerida.



A mesma oxidação severa pode ser vista nos grampos dos cabeços com amarração de segurança dos refletores da passarela interna em todos os eixos, conforme indicado na figura 88.

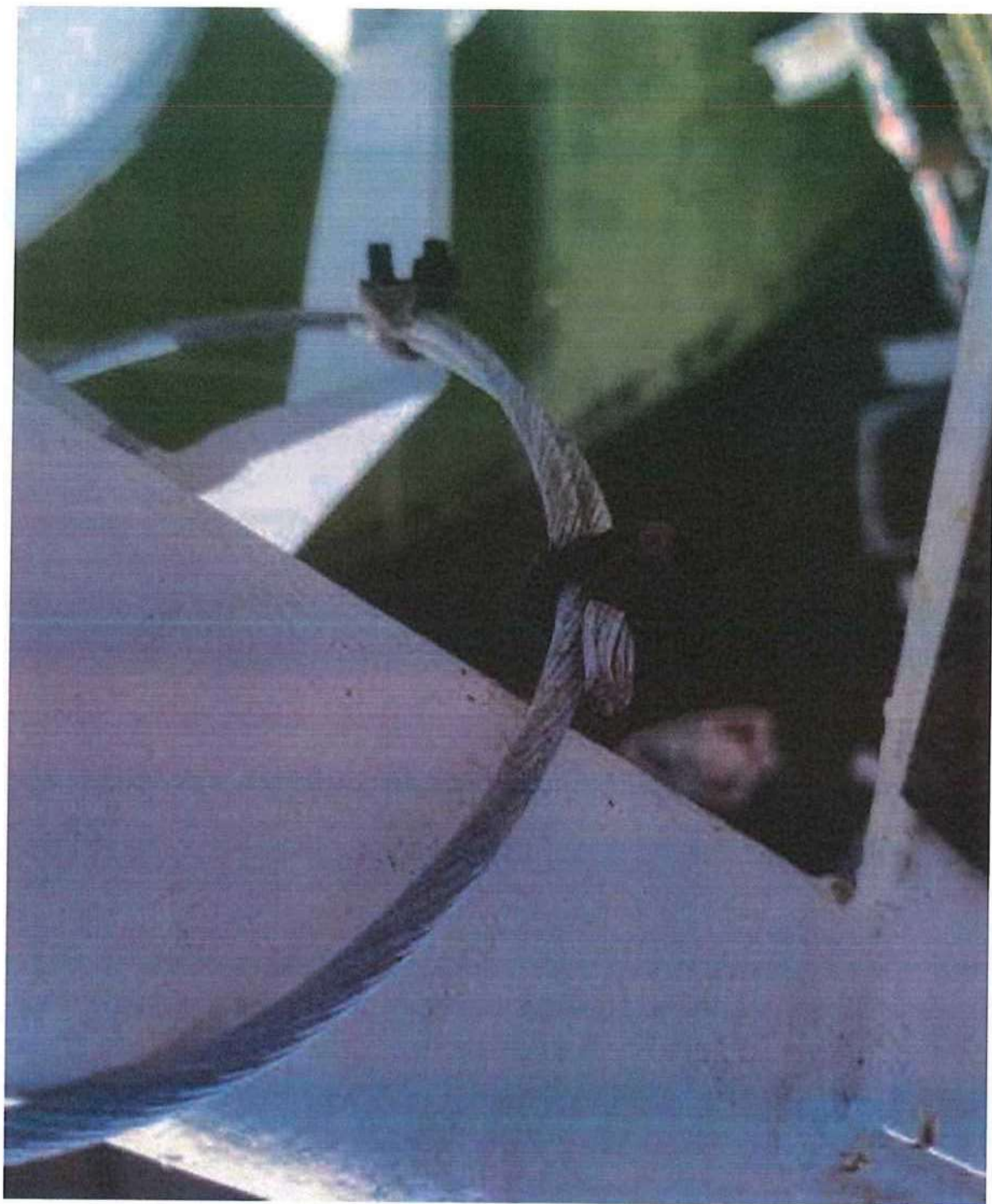


Figura 88 – Severa oxidação nos grampos dos cabos em todos os eixos
Estes parafusos também devem ser trocados por inox.