



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
PRESIDÊNCIA DO GOVERNO
Gabinete do Subsecretário Regional da Presidência

Exmo. Senhor Chefe do Gabinete
De Sua Excelência o Presidente da Assembleia
Legislativa da Região Autónoma dos Açores
Rua Marcelino Lima
9901- 858 Horta

| S/Referência | S/Comunicação | N/Referência | Data |
|--------------|---------------|--------------|------------|
| S/3460/2021 | 29/11/2021 | SE/2021/1505 | 28/12/2021 |

ASSUNTO: Requerimento ao Governo dos Açores n.º 242/XII-PSD- Instalações Desportivas da Horta

Em resposta ao requerimento mencionado em epígrafe, subscrito pela Senhora Deputada Salomé Matos, do grupo parlamentar do Partido PSD/Açores, sem prescindir quanto ao teor dos considerandos, encarrega-me o Senhor Subsecretário Regional da Presidência de informar a V. Exa., relativamente às questões colocadas o seguinte:

1. Os problemas existentes no Complexo Desportivo Manuel de Arriaga eram, desde 2015, do conhecimento da Secretaria Regional da Educação e Cultura, por via da Direção Regional do Desporto, que a integrava na orgânica do XII Governo Regional dos Açores, assim como os problemas identificados no Pavilhão Desportivo da Horta.

No decorrer de 2021, a Secretaria Regional da Educação e a Secretaria Regional da Saúde e Desporto – que, através da Direção Regional do Desporto, tutela ambos os pavilhões - efetuaram a aferição das patologias existentes no Parque Desportivo do Faial, que integra o Pavilhão Desportivo da Horta e o Complexo Desportivo Manuel de Arriaga.

Relativamente ao Pavilhão Desportivo da Horta, a informação técnica mais recente decorre do Relatório da Fiscalização da Empreitada de Substituição Parcial da Cobertura (palas) – Anexos 1a e 1b-, efetuado em junho de 2021, pela Delegação da Ilha do Faial da Secretaria Regional das Obras Públicas e Comunicações. Este documento refere que a cobertura se encontra com a maioria das telhas em estado bastante degradado, a estrutura metálica à vista (vigas e pilares) com grau de corrosão avançado e identifica problemas com a estrutura elétrica.



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
PRESIDÊNCIA DO GOVERNO
Gabinete do Subsecretário Regional da Presidência

Também foram identificadas infiltrações na cobertura e restantes áreas anexas, chegando a ser identificados cerca de trinta locais de infiltração no recinto de jogo, a que se acrescem infiltrações nos dois corredores de acesso e balneários. Este pavilhão apresenta também corrosão ao nível da sua estrutura exterior e uma rede elétrica envelhecida.

Quanto ao Complexo Desportivo Manuel de Arriaga, estão identificadas infiltrações em quase toda a sua área coberta. A zona de prática desportiva do Pavilhão apresenta cerca de 15 locais com infiltração de chuva, tal como a bancada, a que acrescem infiltrações na zona da receção, em dois balneários, sala de ginástica, sala de combate, corredores de acesso de todo o edifício e em vários pisos e piscina, além do mau estado do piso de prática desportiva do Pavilhão, que também necessita de ser intervencionado. Os ventiladores que se encontram também danificados, estando atualmente a ser substituídos.

As estruturas exteriores do Complexo Desportivo Manuel de Arriaga apresentam elevados níveis de corrosão da quase globalidade das peças metálicas e a necessidade de trabalhos de conservação das peças exteriores de madeira. Na zona da pérgula, é visível ferro estrutural exposto nas vigas e pilares, tal como fendas e infiltrações na placa. O relvado sintético encontra-se em mau estado, tal como o piso do campo do semicoberto. O mau estado das instalações atinge também as caleiras, portas, janelas, entre outras peças do edifício. O elevador encontra-se definitivamente danificado.

2. Os problemas existentes foram identificados de forma concreta pelas avaliações técnicas efetuadas em ambas as instalações, nomeadamente: Relatório 58/2014 (Inspeção ao Pavilhão Desportivo da Horta, na Ilha do Faial) – Anexo 2; Relatório 75/2015 (Complemento à Inspeção Técnica Efetuada pela Delegação da Ilha do Faial ao Complexo Desportivo da Escola Secundária Manuel de Arriaga, na Cidade da Horta, Ilha do Faial) – Anexo 3; e Relatório 10/2017 (Análise à Estrutura de Cobertura do Pavilhão do Complexo Desportivo Manuel de Arriaga) – Anexo 4. Os documentos referidos permitiram constatar os problemas existentes, a sua progressiva e continuada degradação e enumeram recomendações a adotar. Acresce que a globalidade dos problemas identificados era observável diariamente pelos utilizadores e pelo Serviço do Desporto do Faial.

Relativamente ao Pavilhão Desportivo da Horta, o já mencionado Relatório 58/2014 do Laboratório Regional de Engenharia Civil recomendava que se procedesse a cinco operações de reparação ou substituição:

a) Decapagem e aplicação de nova proteção aos perfis metálicos com corrosão. A Superfície de decapagem e aplicação de proteção deverá ser analisada caso a caso do ponto de vista económico,



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
PRESIDÊNCIA DO GOVERNO
Gabinete do Subsecretário Regional da Presidência

sendo a partir desta decidido se se deve proceder à reparação integral do perfil (nos casos muito atacados) ou às situações pontuais;

b) Reparação de fissuras, ou a sua eliminação, em zonas de acumulação de água, em paralelo com a reparação de perfis em paramentos interiores;

c) Saneamento das chapas de remate dos perfis metálicos verticais corroídas, substituição com elemento metálico compatível ou solução à base de resinas epoxídicas;

d) Substituição de ligadores e/ou chapas na platibanda com corrosão acentuada, ou à decapagem e reparação de pintura nos elementos menos afetados;

e) Reparação de ligadores metálicos da estrutura da cobertura, em especial na localizada sobre os anexos.

De acordo com a informação existente, apenas foi cumprida a recomendação aqui identificada na alínea d), aquando da empreitada de substituição parcial da cobertura (palas), e somente em 2021.

A não concretização das tarefas de reparação e manutenção necessárias no Pavilhão Desportivo da Horta levaram a que a situação se fosse agravando, ao ponto de colocar em causa as condições mínimas de utilização nos dias de chuva forte, para além de conferir um grau de irreversibilidade às patologias identificadas.

No que concerne ao Complexo Desportivo Manuel de Arriaga, existem duas avaliações do Laboratório Regional de Engenharia Civil e trabalhos de reparação efetuados. No entanto, existiu uma notória incapacidade para acabar com as infiltrações existentes e antecipar os problemas de corrosão, prevenindo o seu aparecimento.

As tarefas de manutenção das peças sujeitas a corrosão e o tratamento das madeiras estruturais, obrigam a um procedimento de manutenção regular, o que não ocorreu. É também notório nas avaliações existentes e nos trabalhos efetuados que as infiltrações ocorrem desde o início desta obra (2008) e, apesar das tentativas, nunca foram debeladas.

Neste sentido, o Laboratório Regional de Engenharia Civil afirma, no Relatório 75/2015, que já havia existido uma intervenção na cobertura para terminar as infiltrações. O mesmo relatório identifica problemas de corrosão superficial na generalidade do complexo desportivo, potenciados pelas suas características. Desde essa data, apenas existiu uma ação de correção da corrosão das peças estruturais exteriores, em 2016, o que em si mesmo nos levou até à situação atual.

Em 2017, a Direção Regional do Desporto solicitou nova avaliação ao Laboratório Regional de Engenharia Civil em virtude de danos provocados por ventos fortes, na estrutura de cobertura do Pavilhão do Complexo Desportivo Manuel de Arriaga. No relatório 10/2017, é associado o



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
PRESIDÊNCIA DO GOVERNO
Gabinete do Subsecretário Regional da Presidência

levantamento da chapa de base do revestimento da cobertura com a colocação de ligadores metálicos na fixação da tela impermeabilizante que havia sido efetuada em intervenção anterior. Em 2019, foi realizada uma empreitada que reparou um pilar, efetuou a selagem das empenas e a fixação da chapa de cobertura com fitas de cintagem.

Os problemas de infiltração foram uma constante e os trabalhos efetuados não conseguiram resolver esse problema, que se foi acentuando e alargando a todas as zonas cobertas do Complexo Desportivo da Escola Secundária Manuel de Arriaga. Inevitavelmente, quando existem infiltrações, tudo se degrada interiormente com maior facilidade.

O Complexo Desportivo da Escola Secundária Manuel de Arriaga, pela sua dimensão, obriga a um continuado processo de manutenção, o que não ocorreu. As infiltrações da cobertura nunca foram corrigidas com sucesso. O piso de madeira do Pavilhão, ao invés de ser reparado, foi-se deteriorando, também em consequência da utilização de tabelas de basquetebol, de peso incompatível com a capacidade do piso para as suportar. As estruturas metálicas do exterior não tiveram o acompanhamento que deveriam e hoje encontram-se com elevados níveis de corrosão. As peças exteriores de madeira também não receberam os tratamentos de manutenção adequados. A ineficaz manutenção de todo o complexo, associado à proximidade ao mar e o facto de vivermos em zona de grande pluviosidade, conduziram ao atual estado de degradação.

3. O Pavilhão Desportivo da Horta terá uma intervenção de fundo no âmbito da 2ª fase do reordenamento da Escola Básica Integrada da Horta, que será iniciada em 2023 e incidirá em todo o edifício, aumentando, inclusivamente as suas valências e acessibilidades.

O atual estado desta infraestrutura já não é reparável, pelo que atualmente apenas se pode melhorar a sua funcionalidade imediata, por via de paliativos, para garantir a realização das atividades letivas, de treino e de competição que ali decorrem, incluindo os jogos do campeonato nacional de andebol da 1ª divisão.

O projeto elaborado pelo anterior Governo da segunda fase da empreitada de requalificação da EBI da Horta, no que às instalações desportivas diz respeito, prevê:

- Demolição das áreas envolventes ao pavilhão e ampliação do existente para construção de 2 ginásios do tipo G1, sendo um deles adaptado para 3 pistas não oficiais de esgrima, 6 balneários de alunos e 2 de professores, 2 átrios com respetivas receções, entrada para espetadores para o pavilhão e correspondentes instalações sanitárias, tribunas para pessoas com mobilidade condicionada e comunicação social, sala de ensino e serviços adstritos à DRD;



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
PRESIDÊNCIA DO GOVERNO
Gabinete do Subsecretário Regional da Presidência

- Espaços Desportivos exteriores que contemplam campos para a prática de modalidades de futsal, andebol, voleibol, ténis, basquetebol e minibasquetebol e ainda prática de lançamento de basquetebol e 2 campos de minivoleibol nas cabeceiras. Os campos são delimitados por pistas não oficiais de atletismo, incluindo velocidade de 60m. Os espaços exteriores contemplam ainda recinto para lançamento de peso e 2 pistas de salto em comprimento;

Quanto aos trabalhos de reabilitação da estrutura do Pavilhão, em maio de 2014 foi levada a cabo uma inspeção técnica pelo LREC, onde foram apresentadas as seguintes conclusões:

“- Os elementos metálicos inseridos nos paramentos exteriores apresentam sinais evidentes de corrosão generalizada, sem apresentarem, no entanto, perda de secção significativa que comprometa a segurança estrutural do edifício;

- As chapas de remate dos elementos metálicos aos caixilhos apresentam elevado nível de corrosão, com perda da secção total em alguns casos, embora a sua função não estrutural não torne esta situação preocupante de um ponto de vista de segurança do edifício;

- A estrutura de suporte da cobertura apresenta alguns ligadores e elementos secundários corroídos nos anexos do edifício;

- A corrosão de perfis metálicos em paramentos interiores está relacionada com situações de infiltração pluvial através de fissuras, ou acumulação de água, que devem ser reparadas em simultâneo com a reparação dos perfis;

- Os ligadores e as chapas da platibanda de revestimento da cobertura apresentam também sinais de corrosão, tendo sido relatada a queda de um elemento. “

Em dezembro de 2014, recomendou-se, então, a previsão dos seguintes trabalhos, que foram tidos em conta no projeto de execução:

a) Fornecimento e execução de pintura de perfis metálicos, a qual deverá passar por decapagem com jato abrasivo ao grau Sa2½ (em caso de impossibilidade por dificuldade de acesso, dever-se-á efetuar uma limpeza manual/mecânica ao grau St3), de modo a eliminar toda a tinta e focos de ferrugem, seguida de metalização por projeção de zinco com uma espessura mínima de 90 microns, posterior aplicação de uma demão de primário tipo "CIN", 7M-060 Amercoat 71, aplicação de duas demãos de C-Therm HB (tipo "CIN", tinta intumescente de alta espessura) e, como acabamento final, a aplicação de duas demãos de C-Cryl 54-410 na cor pré-existente (m2);

b) Reparação das chapas de "tamponamento" de remate dos perfis metálicos aos caixilhos, com substituição por elemento metálico compatível ou por aplicação de solução à base de resinas epoxídicas (m2);



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
PRESIDÊNCIA DO GOVERNO
Gabinete do Subsecretário Regional da Presidência

- c) Reparação de fissuras e seu fechamento, nos panos de alvenaria exteriores (m2 ou VG);
- d) Reparação, e demolição se necessário, das zonas de encosto dos panos de alvenaria (exteriores) aos perfis metálicos, para aplicação do tratamento anteriormente descrito, seguido de reposição da alvenaria, conforme os panos pré-existentes (VG);
- e) Substituição dos elementos de fixação (ligadores), e de chapas de platibanda e de revestimento da cobertura, que seja necessário substituir (VG);
- f) Pintura de todas as alvenarias de exterior, contemplando as duas faces (interior e exterior) (m2)."

O projeto foi concluído em 2016, estando atualmente em fase de análise para eventual reformulação face ao estado atual das estruturas e à necessária atualização pelo decurso do tempo.

4. No decorrer do ano de 2021, a Direção Regional do Desporto procurou resolver as necessidades imediatas de ambos os complexos desportivos, com a finalidade de assegurar, em primeiro lugar, o seu adequado funcionamento. Foram executadas as tarefas de manutenção imprescindíveis no imediato e adquiridos os equipamentos considerados necessários, num investimento superior a 100 000 €. Neste sentido, foram efetuadas reparações e adquiridos materiais para impermeabilização e proteção das várias estruturas do complexo desportivo, iniciando um processo que desejamos seja constante e atempado. Deu-se também prioridade às aquisições relacionadas com a segurança das instalações.

No Complexo Desportivo Manuel de Arriaga, foram adquiridos oito projetores de iluminação para o polidesportivo semicoberto, efetuada a reparação de quatro focos de iluminação no relvado sintético e aquisição de elevado número de lâmpadas LED. No relvado sintético, foi necessário priorizar a fixação das balizas ao solo, com aquisição dos respetivos negativos. Na piscina, foi substituída a sonda de cloro da estação de tratamento e substituído o compressor da unidade desumidificadora. Existiu também a necessidade de adquirir ventiladores axiais para a sala de ginástica e pavilhão, uma vez que os respetivos equipamentos existentes eram irreparáveis.

No Pavilhão Desportivo da Horta, foi efetuada a empreitada de substituição parcial da cobertura (palas) e substituído o sistema de aquecimento de águas. Foi adquirido um marcador eletrónico imprescindível à realização das competições locais e nacionais, quatro desumidificadores e diverso material para manutenção. Nesta infraestrutura foi dada uma especial atenção à aquisição de materiais impermeabilizantes, já aplicados, garantindo no imediato a contenção das infiltrações da cobertura.

Em consequência do Relatório da Fiscalização à Empreitada de Substituição Parcial da Cobertura (Palas), foi solicitado à Secretaria Regional das Obras Públicas e Comunicações que o Pavilhão Desportivo da Horta fosse vistoriado. A análise efetuada constatou os problemas apresentados pelo



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
PRESIDÊNCIA DO GOVERNO
Gabinete do Subsecretário Regional da Presidência

referido relatório, sem que a sua utilização apresente risco de segurança. Os problemas da cobertura são considerados irreversíveis, uma vez que estão associados à corrosão e resta apenas a possibilidade de atenuar os seus efeitos por via de procedimentos de impermeabilização de efeito temporário e paliativo. A corrosão da estrutura metálica à vista foi observada e considerado que não oferece risco para a utilização desta infraestrutura.

Atualmente, apesar dos trabalhos de impermeabilização efetuados na cobertura do Pavilhão Desportivo da Horta, em parceria com a delegação do Faial da Secretaria Regional das Obras Públicas e Comunicações, terem corrigido temporariamente as infiltrações, teremos de continuar estes trabalhos com a frequência que o avançar da corrosão a isso obrigar. O atual estado desta infraestrutura já não é reparável, pelo que atualmente apenas se procura melhorar a sua funcionalidade imediata, por via de paliativos, que garantam a realização das atividades letivas e as atividades de treino e competição que ali decorrem.

A intervenção de fundo no Pavilhão Desportivo da Horta, que corrigirá os problemas existentes em definitivo, ocorrerá no âmbito da 2ª fase do reordenamento da Escola Básica Integrada da Horta, que será iniciada em 2023, sendo que o Governo dos Açores contempla em Plano para 2022 uma verba de 50 mil euros para a revisão do projeto.

No que respeita ao Complexo Desportivo Manuel de Arriaga, a Secretaria Regional da Saúde e Desporto está a avaliar, juntamente com a Secretaria Regional das Obras Públicas e Comunicações, a melhor solução para resolver em definitivo as infiltrações existentes. É necessário aferir se a atual cobertura é reparável ou se, ao invés, o problema apenas poderá ser resolvido com a sua substituição. Relativamente ao estado de degradação do piso do Pavilhão da Escola Secundária Manuel de Arriaga, está a Direção Regional do Desporto a avaliar se a melhor solução passa pela reparação das zonas danificadas do piso existente ou se o mais aconselhável é a aquisição de um novo piso. Importa referir que a reparação ou substituição do piso está diretamente dependente da correção das infiltrações existentes na cobertura, podendo vir a ser adquirido um piso amovível, que permita, se necessário, a sua remoção temporária para efetuar obras na cobertura.

Encontrada a melhor solução técnica para resolver os problemas na cobertura do Pavilhão da Escola Secundária Manuel de Arriaga, irá a Direção Regional do Desporto estabelecer um calendário de ação que compatibilize a reparação ou substituição do seu piso com a reparação ou substituição da cobertura. Ambos os trabalhos têm de ser conciliados com as obras que vão ocorrer no Pavilhão Desportivo da Horta, para que o Faial não fique sem ambas as infraestruturas em simultâneo.



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
PRESIDÊNCIA DO GOVERNO
Gabinete do Subsecretário Regional da Presidência

O Serviço do Desporto da Ilha do Faial procura atualmente reforçar os seus meios humanos, que integram quatro Assistentes Operacionais com Contrato de trabalho em Funções Públicas a termo Resolutivo Certo. Para aumentar a capacidade de manutenção regular nos dois complexos desportivos, decorre atualmente um concurso para a contratação de cinco Assistentes Operacionais com vínculo por termo indeterminado.

A estratégia de intervenção nas instalações desportivas tuteladas pela Direção Regional do Desporto aqui resumida resulta das constatações efetuadas até ao momento e ocorrerá sem prejuízo de vir a ser necessário o ajustamento inerente a outras patologias existentes, que venham a ser identificadas e para as quais seja necessário acrescentar outras intervenções no imediato.

Com os melhores cumprimentos,



Relatório da Fiscalização

Empreitada de substituição parcial da cobertura (palas) do Pavilhão Desportivo da Horta

- 1- A obra decorreu de acordo com o Projeto e Caderno de Encargos, verificando-se a correta aplicação dos materiais.
- 2- Foi necessário a substituição de algumas peças de suporte e tratamento da restante estrutura metálica.
- 3- A prorrogação do prazo execução concedida de 1 (um) deveu-se às condições climatéricas adversas, que não possibilitaram a continuidade dos trabalhos em segurança.
- 4- Este ponto, embora fora do âmbito desta empreitada, serve de alerta para as condições encontradas pela fiscalização na restante estrutura deste edifício, nomeadamente:
 - Cobertura com a maioria das telhas em estado bastante degradado;
 - Estrutura metálica à vista (vigas e pilares) com um grau de corrosão avançado;.
 - Durante a execução dos trabalhos existiu a necessidade de afastar a cablagem que se encontrava solta, tendo-se verificado que a estrutura elétrica encontrava-se em más condições, tendo-se visualizado situações de mau contato, nomeadamente ocorrência de faíscas;
- 5- Remetemos em anexo o relatório fotográfico

A Fiscalização:

Eng. Fernando Nascimento

Eng. João Pimentel

Fiscal Técnico: Carlos AA. Rodrigues

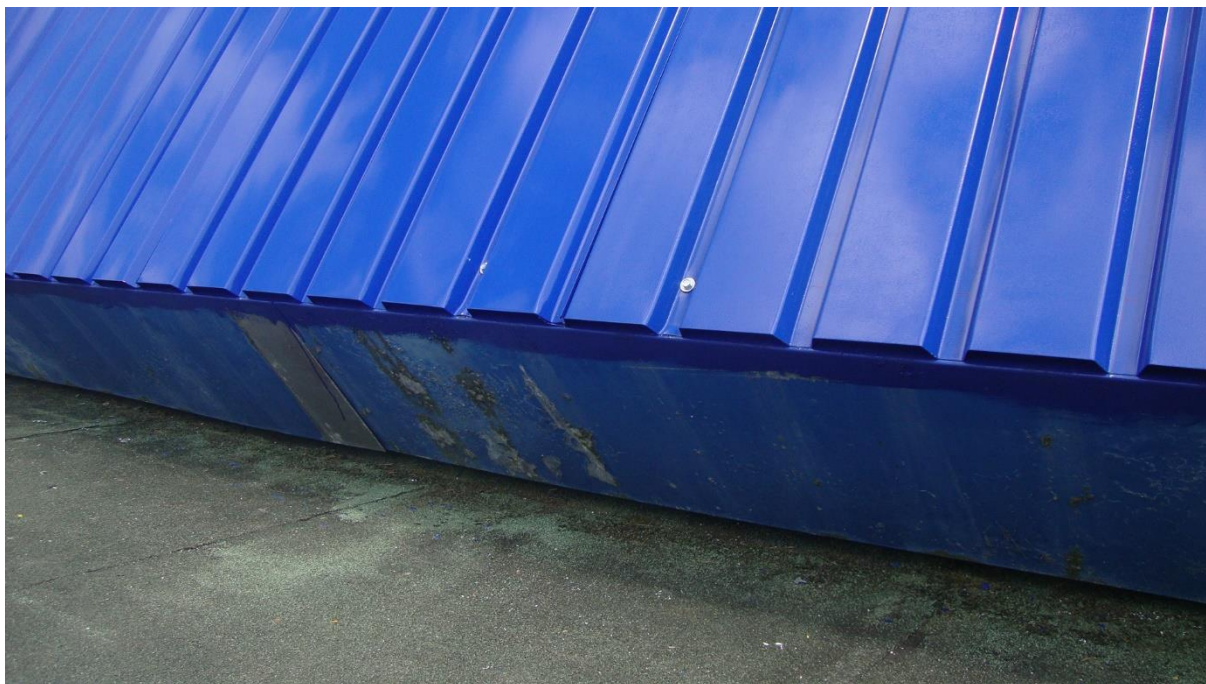
Junho 2021



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES
Delegação da Ilha do Faial

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Empreitada de substituição parcial da cobertura (palas) do Pavilhão Desportivo da Horta





REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES

Delegação da Ilha do Faial





REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES
Delegação da Ilha do Faial





REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES
Delegação da Ilha do Faial





REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES
Delegação da Ilha do Faial





REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES
Delegação da Ilha do Faial





REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES
Delegação da Ilha do Faial

Fotografias das anomalias identificadas fora do âmbito da empreitada

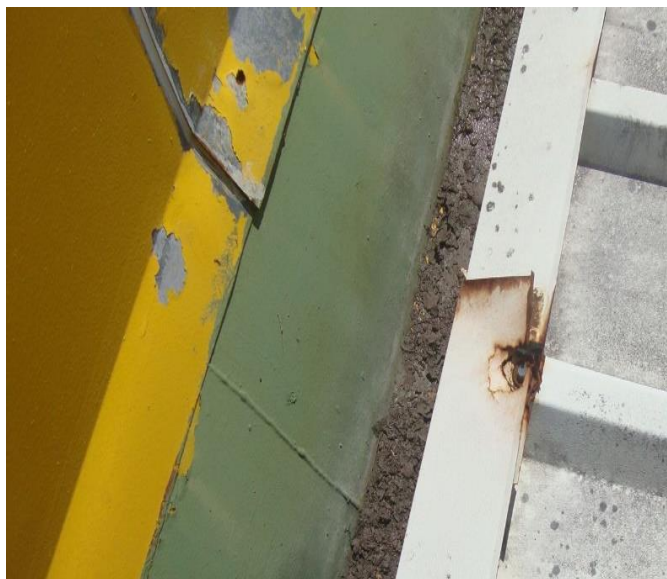




REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES

Delegação da Ilha do Faial





REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES
Delegação da Ilha do Faial





REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES
Delegação da Ilha do Faial

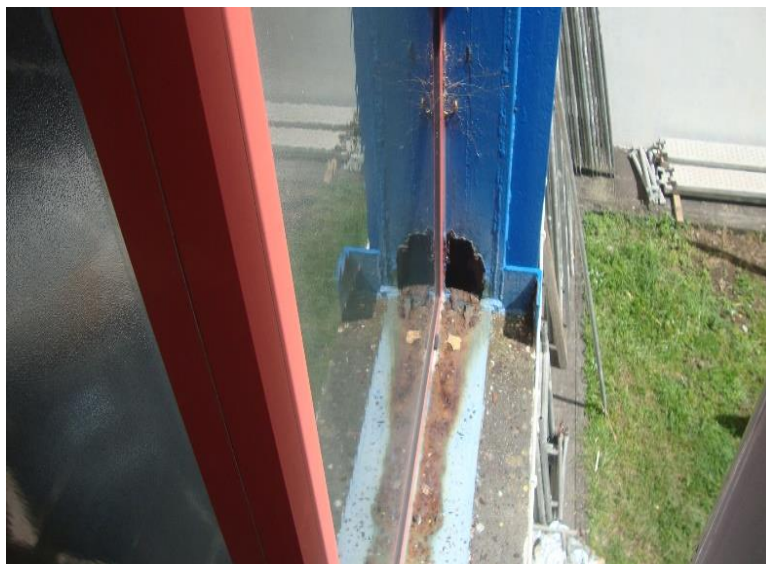




REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES

Delegação da Ilha do Faial



A Fiscalização:

Eng. Fernando Nascimento

Eng. João Pimentel

Fiscal Técnico: Carlos AA. Rodrigues

Junho 2021



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DO TURISMO E TRANSPORTES
LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE ESTRUTURAS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

INSPEÇÃO AO PAVILHÃO DESPORTIVO DA
HORTA, NA ILHA DO FAIAL

RELATÓRIO 58/2014

Trabalho realizado para
Direção Regional da Educação - Divisão de Instalações e Equipamentos Escolares

Ponta Delgada, maio de 2014



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DO TURISMO E TRANSPORTES
LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE ESTRUTURAS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

INSPEÇÃO AO PAVILHÃO DESPORTIVO DA HORTA, NA ILHA DO FAIAL

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Relatório ID: | LREC/DSEMC – RELATÓRIO 58/2014 |
| Proc. ID: | Proc. 276 |
| LREC/CD - Cota ID: | 624 |
| | M44i |
| Autor(s) ID: | Pedro M.B. Medeiros <i>Eng. Civil</i> |
| | José Carlos Oliveira <i>Eng. Civil</i> |
| Visto(s) ID: | O Diretor de Serviços de Estruturas e Materiais de Construção José Carlos Oliveira O Diretor do Laboratório Regional de Engenharia Civil Francisco de Sousa Fernandes |

DECLARAÇÃO DE AUTENTICIDADE

O Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) declara que a cópia em formato PDF gravada no CD com ID LREC 58-14, constitui uma cópia integral e autêntica do documento acima identificado, encontrando-se em arquivo próprio do LREC o original em papel.

ÍNDICE

| | | |
|----------|-----------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 4 |
| 2 | DESCRIÇÃO | 5 |
| 3 | INSPEÇÃO TÉCNICA | 9 |
| 4 | CONCLUSÕES | 17 |
| 5 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 19 |

1 INTRODUÇÃO

A informação apresentada no presente documento insere-se no âmbito do pedido de colaboração enviado ao Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) pela Divisão de Instalações e Equipamentos Escolares, da Direção Regional, da Educação, para a elaboração de um parecer sobre as condições de segurança da estrutura metálica do Pavilhão Desportivo da Horta, na ilha do Faial.

Na sequência do pedido de colaboração, o LREC realizou uma inspeção técnica ao edifício, essencialmente visual, com o objetivo de determinar o nível de danos nos seus elementos estruturais.

A documentação disponibilizada consistiu nos seguintes elementos: 1) Peças Desenhadas do projeto de Reforço da Estrutura Espacial do Pavilhão Desportivo da Horta (Capa, planta e pormenor da sequência de aplicação de carga nas treliças) e projetos de Arquitetura e Estabilidade da construção do edifício, datados de 1983.

No presente documento são apresentados e analisados os resultados da inspeção ao edifício. A informação recolhida está organizada nos seguintes capítulos:

- Caracterização geral do edifício, onde é feita uma breve caracterização do mesmo, com especial incidência nos aspetos relevantes ao trabalho;
- Inspeção, onde se descrevem os trabalhos realizados e se apresenta e analisa a informação recolhida;
- Conclusões, onde é dado o parecer, com base na informação dos capítulos anteriores, e se apresentam as recomendações para a resolução das patologias mais significativas.

2 DESCRIÇÃO

O Pavilhão Desportivo da Horta localiza-se na freguesia de Angústias, na cidade da Horta, sendo delimitado a norte pela rua Consul D'Abney (Fig. 1).

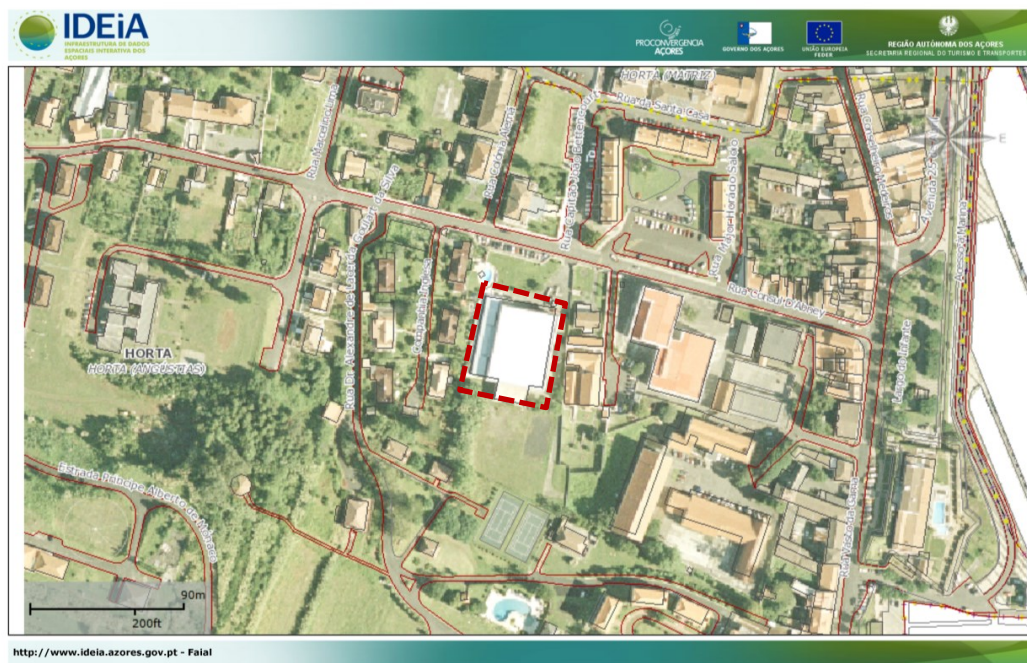


Fig. 1 – Localização do edifício (imagem retirada de SIGEndA [1]).

A construção do edifício data da primeira metade da década de 80 do século XX, tendo sido realizado um reforço da treliça metálica da cobertura em 2002.

O edifício é constituído pelo pavilhão desportivo, com planta aproximadamente retangular, com 44x33m, e por um conjunto de corpos anexos, adjacentes, com disposição e compartimentação aparentemente distintas das apresentadas no projeto de arquitetura original. O projeto original, tal como a construção, data da primeira metade da década de 80 do século XX, tendo também sido disponibilizado ao LREC um projeto, embora incompleto, relativo ao reforço da estrutura metálica espacial, cuja planta também difere substancialmente da planta do projeto original (Fig. 2) e do observado no local, nomeadamente no que se refere à localização de elementos metálicos verticais.

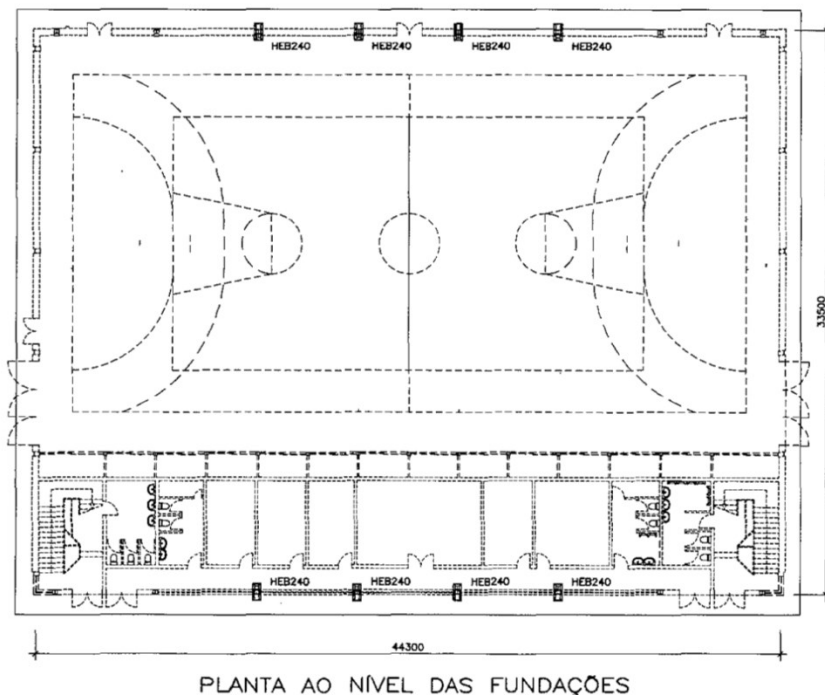


Fig. 2 – Planta do edifício que consta do projeto de reforço de 2002.



Fig. 3 - Alçado sul do edifício.

Do ponto de vista estrutural, o pavilhão é constituída por elementos verticais contínuos em aço, em perfis HEB.240, intersetados em 2 e 3 níveis, consoante o alçado analisado, por vigas metálicas, perfis HEB, de secção inferior. As ligações entre os elementos metálicos horizontais e verticais são efetuadas por intermédio de soldaduras ou ligações aparafusadas. A cobertura é composta por uma treliça tridimensional de tubos metálicos (Fig. 4), designada de “estrutura espacial” no projeto original, que foi recentemente sujeita a reforço, conforme projeto de 2002. O projeto de estabilidade original indica que o edifício possui fundações diretas (sapatas), ligadas entre si por vigas de fundação.



Fig. 4 – Interior do edifício, onde é possível observar a estrutura metálica da cobertura, os elementos metálicos verticais, e os níveis de interseção destes, pelos elementos metálicos horizontais.



Fig. 5 - Alçado poente, com elementos verticais intersetados por três níveis de elementos metálicos horizontais.

Os elementos verticais exteriores são rematados com chapas metálicas soldadas aos bordos dos banzos de ambos os lados para permitir a sua ligação a estes elementos nas zonas de interseção com os caixilhos.

3 INSPEÇÃO TÉCNICA

A inspeção técnica ao edifício decorreu em 08.04.2013, tendo sido essencialmente visual e decorrido sem queda de precipitação. A sua realização permite fazer as seguintes observações:

- Uma parte significativa dos elementos metálicos verticais e horizontais, que suportam o edifício, apresenta corrosão essencialmente superficial (Fig. 6), com especial incidência nos elementos localizados nos paramentos exteriores do alçado este e sul;
- A corrosão identificada não resulta em perdas de secção significativas nos elementos estruturais. Os elementos mais afetados correspondem a chapas de remate, que não têm qualquer função estrutural, de acordo com o projeto de estabilidade original;
- As chapas de remate dos perfis metálicos aos caixilhos nas zonas suscetíveis de infiltração e acumulação de água são os elementos mais afetados, verificando-se, em certos casos, a perda de secção total (Fig. 7). Alguns destes elementos foram sujeitos anteriormente a trabalhos de reparação, inclusivamente com a colocação de fibra de vidro, que em alguns locais encontra-se destacada (Fig. 11);
- Os topos das proteções metálicas dos tubos de queda encontram-se corroídos (Fig. 9);
- Foram identificadas algumas situações pontuais de corrosão na base de elementos metálicos verticais (Fig. 10);
- Foram identificadas poucas situações de corrosão no paramento interior das paredes de alvenaria, sendo que as mesmas encontram-se, geralmente, associadas a infiltrações de águas pluviais (Fig. 7 e Fig. 11 a Fig. 13);
- A estrutura metálica da cobertura do pavilhão principal aparenta estar em

bom estado de conservação. Ao invés, a estrutura metálica da zona dos anexos apresenta deficiências de pintura e ligadores e/ou perfis secundários com corrosão superficial (Fig. 14 e Fig. 15);

- Alguns ligadores e chapas de revestimento da platibanda encontram-se corroídos, tendo sido relatada a ocorrência de queda de uma dessas chapas (Fig. 16);
- Os elementos do revestimento da cobertura também apresentam alguma corrosão superficial (Fig. 17 e Fig. 18);
- Foi ainda identificada uma fissura em laje de betão armado no topo da bancada (Fig. 19).

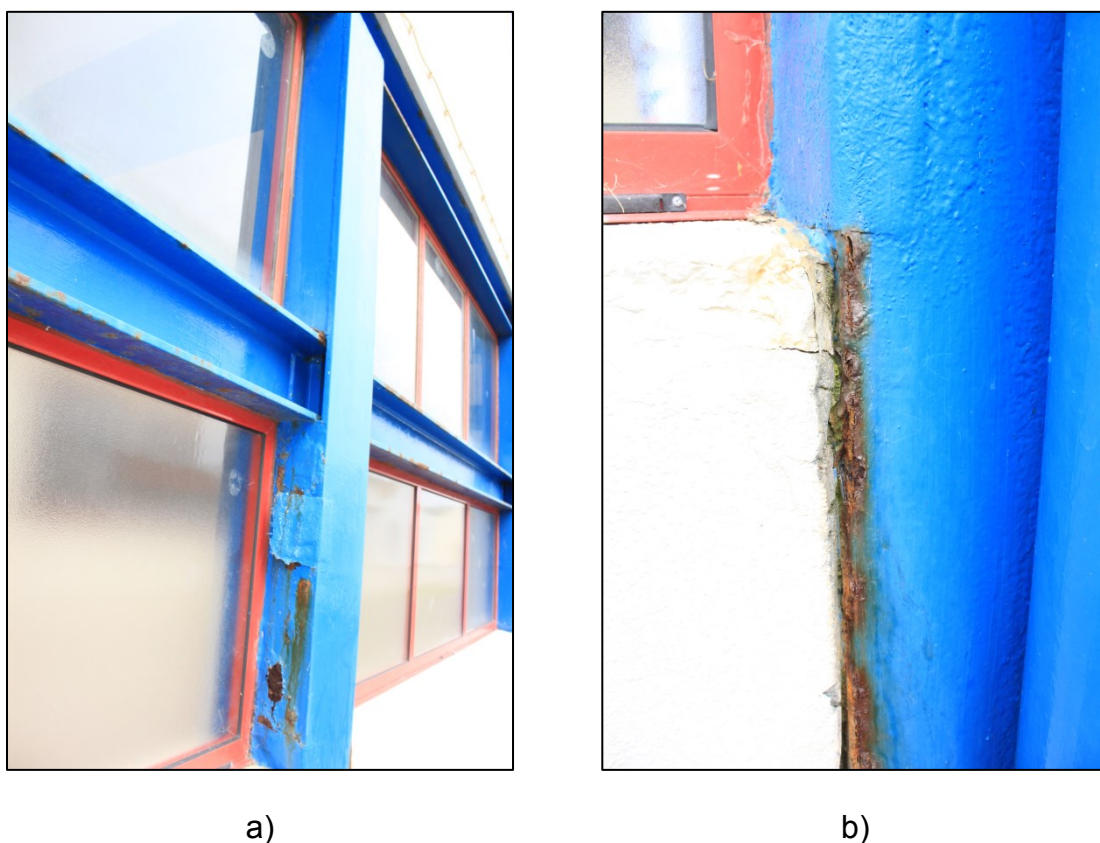


Fig. 6 - Elementos metálicos com corrosão na chapa de remate (a), incluindo em algumas zonas de ligação a parede de alvenaria (b).



Fig. 7 – Chapa de remate de perfil a caixilho com perda de secção total, em zona pontual.



Fig. 8 – Chapa de remate reparada com fibra de vidro, entretanto destacada do suporte.



Fig. 9 – Corrosão nos topos de proteções metálicas a tubos de queda.



Fig. 10 – Corrosão na base de elemento metálico vertical.



Fig. 11 – Corrosão em banzo superior de elemento metálico e sinais de efflorescências no reboco do paramento interior de parede orientada a sul.



Fig. 12 - Efflorescências e destaque de pintura interior no alçado noroeste do pavilhão.



Fig. 13 – Infiltrações e sinais de eflorescências e destaque de pintura no alçado sudoeste do pavilhão.



Fig. 14 – Estrutura de suporte da cobertura com destaque de tinta e ligadores com corrosão, na zona de anexo ao pavilhão principal.

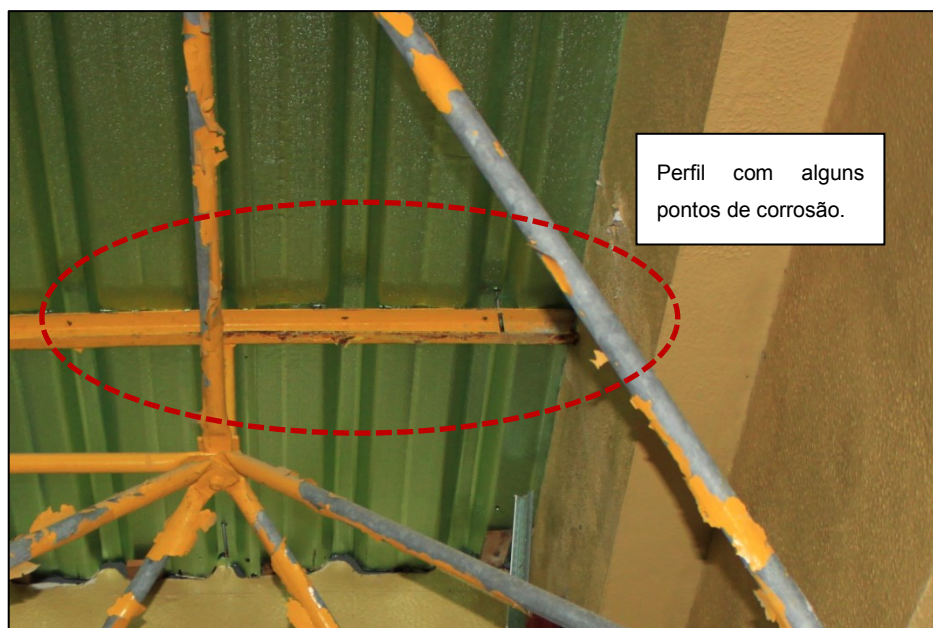


Fig. 15 – Perfil de ligação da cobertura à estrutura espacial com princípio de corrosão, em zona de anexo ao pavilhão principal.



Fig. 16 - Chapas e parafusos de fixação corroídos na platibanda da cobertura.



Fig. 17 – Ligadores corroídos na chapa de cobertura. A proximidade da chapa à platibanda dificulta a limpeza de caleiras.



Fig. 18 – Indícios de corrosão na sobreposição de chapas de cobertura.



Fig. 19 – Fissura em laje de pavimento, no canto sudeste da zona das bancadas.

4 CONCLUSÕES

A inspeção técnica ao edifício, essencialmente visual, permitiu avaliar o estado geral de conservação dos elementos estruturais e apresentar as seguintes conclusões:

- Os elementos metálicos inseridos nos paramentos exteriores apresentam sinais evidentes de corrosão generalizada, sem apresentarem, no entanto, perda de secção significativa que comprometa a segurança estrutural do edifício;
- As chapas de remate dos elementos metálicos aos caixilhos apresentam elevado nível de corrosão, com perda da secção total em alguns casos, embora a sua função não estrutural não torne esta situação preocupante de um ponto de vista de segurança do edifício;
- A estrutura de suporte da cobertura apresenta alguns ligadores e elementos secundários corroídos nos anexos do edifício;
- A corrosão de perfis metálicos em paramentos interiores está relacionada

com situações de infiltração pluvial através de fissuras, ou acumulação de água, que devem ser reparadas em simultâneo com a reparação dos perfis;

- Os ligadores e as chapas da platibanda de revestimento da cobertura apresentam também sinais de corrosão, tendo sido relatada a queda de um elemento.

Face ao observado recomenda-se que se proceda à:

- Decapagem e aplicação de nova proteção aos perfis metálicos com corrosão. A superfície de decapagem e aplicação de proteção deverá ser analisada caso a caso do ponto de vista económico, sendo a partir desta decidido se se deve proceder à reparação integral do perfil (nos casos muito atacados) ou às situações pontuais;
- Reparação de fissuras, ou a sua eliminação, em zonas de acumulação de água, em paralelo com a reparação de perfis em paramentos interiores;
- Saneamento das chapas de remate dos perfis metálicos verticais corroídas, com substituição com elemento metálico compatível ou solução à base de resinas epoxídicas;
- Substituição de ligadores e/ou chapas na platibanda com corrosão acentuada, ou à decapagem e reparação de pintura nos elementos menos afetados;
- Reparação de ligadores metálicos da estrutura da cobertura, em especial na localizada sobre os anexos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Secretaria Regional do Turismo e Transportes, Direção Regional das Obras Públicas, Tecnologia e Comunicações, and Direção de Serviços de Cartografia e Informação Geográfica, 2013, “SIGEndA. Sistema de Informação Geográfica de Endereços dos Açores.” [Online]. Available: <http://www.ideia.azores.gov.pt/sigenda/Paginas/inicio.aspx>.

P. Delgada e Laboratório Regional de Engenharia Civil, maio de 2014

Autoria



Pedro Medeiros

(Eng. Civil)



José Carlos Oliveira

(Eng. Civil. Mestre em Estruturas)

Visto

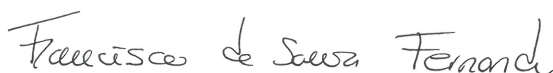
O Diretor de Serviços de
Estruturas e Materiais de Construção



José Carlos Oliveira

Visto

O Diretor do LREC



Francisco Sousa Fernandes



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DO TURISMO E TRANSPORTES
LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE ESTRUTURAS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

COMPLEMENTO À INSPEÇÃO TÉCNICA
EFETUADA PELA DELEGAÇÃO DA ILHA
DO FAIAL AO COMPLEXO DESPORTIVO
DA ESCOLA SECUNDÁRIA MANUEL
DE ARRIAGA, NA CIDADE DA HORTA,
ILHA DO FAIAL

RELATÓRIO 75/2015

Trabalho realizado para
Direcção Regional do Desporto

Ponta Delgada, agosto de 2015



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DO TURISMO E TRANSPORTES
LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE ESTRUTURAS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

COMPLEMENTO À INSPEÇÃO TÉCNICA EFETUADA PELA DELEGAÇÃO DA ILHA DO FAIAL
AO COMPLEXO DESPORTIVO DA ESCOLA SECUNDÁRIA MANUEL DE ARRIAGA,
NA CIDADE DA HORTA, ILHA DO FAIAL

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Relatório ID: | LREC/DSEMC – RELATÓRIO 75/2015 |
| Proc. ID: | Proc. 95 |
| LREC/CD - Cota ID: | 624.04 P698c |
| Autor(es) ID: | João Pimentel <i>Eng. Civil</i> Lisandra Miranda <i>Eng. Civil. Mestre em estruturas</i> Pedro Medeiros <i>Eng. Civil</i> |
| Visto(s) ID: | O Diretor de Serviços de Estruturas e Materiais de Construção José Carlos Oliveira O Diretor do Laboratório Regional de Engenharia Civil Francisco de Sousa Fernandes |

DECLARAÇÃO DE AUTENTICIDADE

O Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) declara que a cópia em formato PDF gravada no CD com ID LREC 75-15, constitui uma cópia integral e autêntica do documento acima identificado, encontrando-se em arquivo próprio do LREC o original em papel.

COMPLEMENTO À INSPEÇÃO TÉCNICA EFETUADA PELA DELEGAÇÃO DA ILHA DO FAIAL
AO COMPLEXO DESPORTIVO DA ESCOLA SECUNDÁRIA MANUEL DE ARRIAGA,
NA CIDADE DA HORTA, ILHA DO FAIAL

ÍNDICE

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 5 |
| 2 | INFORMAÇÃO DISPONIBILIZADA | 6 |
| 3 | ENQUADRAMENTO..... | 7 |
| 3.1 | Inspeção preliminar | 17 |
| 3.2 | Análise à Memória Descritiva | 17 |
| 4 | INSPEÇÃO TÉCNICA..... | 18 |
| 4.1 | Pavilhão Gimnodesportivo | 18 |
| 4.2 | Polidesportivo Semicoberto..... | 25 |
| 4.3 | Piscina..... | 33 |
| 5 | ESTIMATIVA DA PERDA DE SECÇÃO ADMISSÍVEL DE LIGADORES METÁLICOS | 36 |
| 5.1 | Estimativa de esforços | 36 |
| 5.2 | Estimativa de resistência..... | 45 |
| 5.3 | Verificação de segurança..... | 46 |
| 5.4 | Perda de secção máxima admissível de ligadores metálicos | 48 |
| 6 | CONCLUSÕES..... | 50 |
| 7 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 54 |
| 8 | ANEXOS..... | 56 |

| | | |
|-----|-------------------------------------------------------|----|
| 8.1 | Designação de Pórticos (A – J, K – Q, R – Y) | 56 |
| 8.2 | Esforços no pavilhão gimnodesportivo..... | 57 |
| 8.3 | Esforços no pavilhão Polidesportivo Semicoberto | 61 |
| 8.4 | Esforços no Pavilhão da Piscina | 66 |

1 INTRODUÇÃO

Tendo como base a solicitação da Direção Regional do Desporto, e com o objetivo de avaliar a segurança das estruturas dos pavilhões do Complexo Desportivo da Escola Secundária Manuel de Arriaga na cidade da Horta, ilha do Faial, o Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) realizou uma inspeção técnica ao local para avaliar *in situ* o estado de conservação das mesmas, complementando assim o Relatório efetuado pela Delegação da ilha do Faial da Secretaria Regional do Turismo e Transportes (SRTT) relativo ao mesmo assunto. O presente documento apresenta os resultados do trabalho efetuado, encontrando-se organizado nas seguintes secções:

- Informação disponibilizada, onde são identificados os documentos fornecidos pelo Cliente;
- Enquadramento, onde são apresentadas as características das estruturas dos pavilhões com relevância para o presente estudo;
- Inspeção Técnica, onde são descritos os trabalhos de inspeção e apresentadas as principais observações;
- Perda de secção admissível de ligadores metálicos, onde se estima quantitativamente o nível de segurança das ligações e, consequentemente, a perda de secção admissível dos elementos à luz de critérios regulamentares;
- Conclusões, onde se sintetizam os resultados do estudo e se apresentam recomendações em conformidade.

2 INFORMAÇÃO DISPONIBILIZADA

A informação disponibilizada ao LREC incluiu os seguintes elementos:

- Relatório de *“Inspeção técnica ao complexo desportivo da escola secundária Manuel de Arriaga, na cidade da Horta, ilha do Faial”*, de novembro de 2014, elaborado pela Delegação da SRTT da ilha do Faial;
- Desenhos 12050.TF.015, 12050.FT016, 12050.FT017, 12050.OB.009, 12050.OB.010, 12050.OB.011, 12050.OB.012, 12050.OB.013, das Telas finais de Arquitetura, de outubro de 2007, em formato pdf;
- Desenhos A56, A57, A58 e S221 do *Projeto de Execução de Arquitetura e Estruturas da “Escola Secundária Geral e Básica da Horta e Complexo Desportivo”*, de 2000, em formato de papel;
- Desenhos A05A, A06A, do *Projeto de Execução de Arquitetura e Estruturas da “Escola Secundária Geral e Básica da Horta e Complexo Desportivo”*, de 2004, em formato de papel; e
- *“Memória Descritiva – Escola Secundária Geral e Básica da Horta e Complexo Desportivo”*, da autoria de José Lamas e Associados, Estudos de Planeamento e Arquitectura, Lda., em formato de papel.

3 ENQUADRAMENTO

O Complexo Desportivo da Escola Secundária Manuel de Arriaga corresponde a um conjunto de três pavilhões (Gimnodesportivo, Polidesportivo Semicoberto e Piscina), que fazem parte da Escola Secundária Manuel de Arriaga, localizada na freguesia das Angústias da cidade da Horta, na ilha do Faial.

A Fig. 1 apresenta uma planta geral de localização do complexo desportivo na ilha do Faial e a Fig. 2 a implantação dos pavilhões em relação aos restantes edifícios da escola.

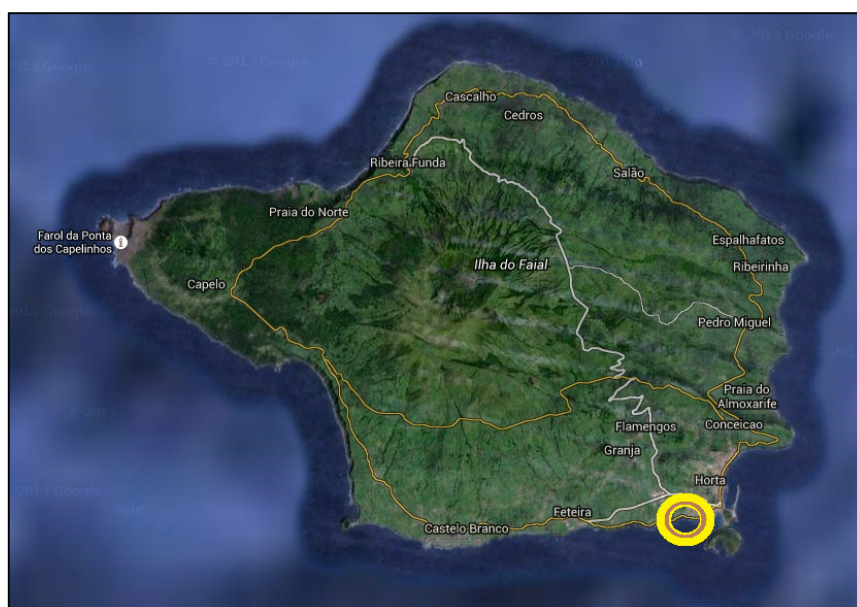


Fig. 1 – Planta geral de localização do Complexo Desportivo

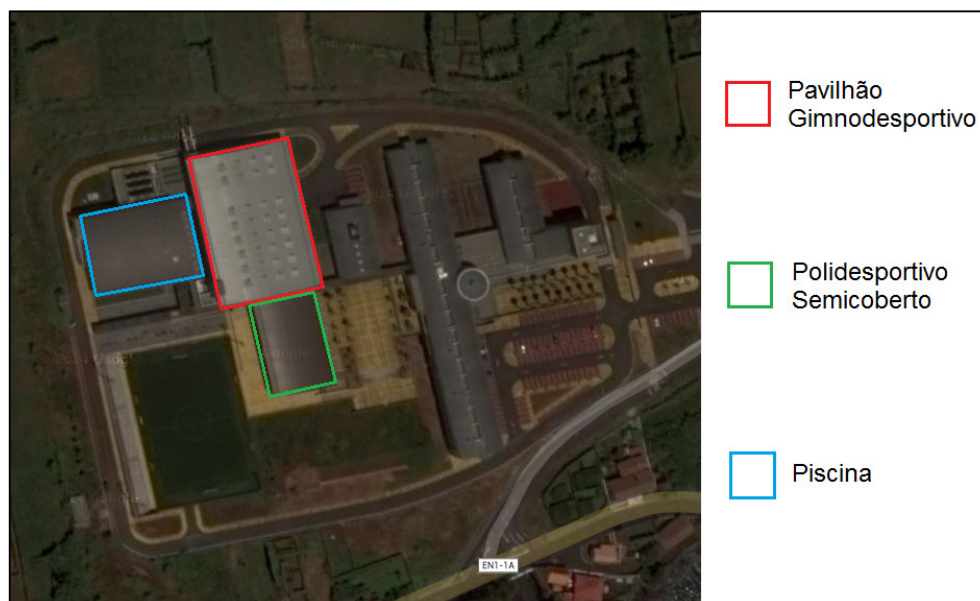


Fig. 2 – Localização dos pavilhões do Complexo Desportivo da Escola Secundária Manuel de Arriaga.

Os pavilhões objeto deste estudo apresentam planta aproximadamente retangular, com vãos e pés direitos distintos, e funções principais correspondentes às designações atribuídas. Tanto o Pavilhão Gimnodesportivo como a Piscina são totalmente cobertos, mas o Polidesportivo semicoberto apenas apresenta envolvente opaca no lado noroeste.

A estrutura de suporte da cobertura dos pavilhões é constituída por vários pórticos paralelos em lamelado colado, orientados segundo a menor dimensão dos pavilhões, fundados, de acordo com a informação recolhida, em fundações superficiais. As ligações entre elementos em lamelado, e destes à base, são materializadas com recurso a ligadores metálicos. Nos pórticos, as vigas são constituídas por elementos de secção transversal retangular com altura variável, que se apoiam em pilares duplos, também de secção transversal retangular de altura variável.

O Quadro 1 apresenta a área de implantação, o vão livre, o pé direito, o número de pórticos e o afastamento entre estes, em cada pavilhão.

Quadro 1 – Características principais dos pavilhões.

| Pavilhão | Área de Implantação [m ²] | Vão livre [m] | Altura [m] | Nº de pórticos | Espaçamento [m] |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------|------------|----------------|-----------------|
| Gimnodesportivo | 2800,0 | 39,70 | 12,60 | 10 | 6,40 |
| Polidesportivo semicoberto | 1200,0 | 26,30 | 7,00 | 7 | 6,70 |
| Piscina | 1700,0 | 29,45 | 7,15 | 8 | 6,10 |

Na Fig. 44, em anexo, apresenta-se uma planta dos três pavilhões e procede-se à identificação dos pórticos: A – J para o pavilhão gimnodesportivo; K – Q para o polidesportivo semicoberto; e R – Y para a piscina.

O Quadro 2 apresenta as dimensões dos elementos dos pórticos, com indicação das zonas de secção mínima e máxima.

Quadro 2 – Dimensões dos elementos em lamelado colado.

| Pavilhão | Elemento | Secção | Local | Dimensões |
|----------------------|----------|--------|----------------|----------------------------|
| Gimnodesportivo | Viga | Mínima | Apoio esquerdo | 0,19x0,50m ² |
| | | Máxima | Apoio direito | 0,19x2,10m ² |
| | Pilar | Mínima | Base | 2x0,155x1,05m ² |
| | | Máxima | Topo | 2x0,155x2,20m ² |
| Piscina | Viga | Mínima | Apoio esquerdo | 0,18x0,38m ² |
| | | Máxima | Apoio direito | 0,18x1,50m ² |
| | Pilar | Mínima | Base | 2x0,18x1,05m ² |
| | | Máxima | Topo | 2x0,18x1,80m ² |
| Pavilhão semicoberto | Viga | Mínima | Apoio direito | 0,18x0,70m ² |
| | | Máxima | Apoio esquerdo | 0,18x1,30m ² |

| Pavilhão | Elemento | Secção | Local | Dimensões |
|----------|----------|--------|---------------|---------------------------|
| | Pilar | Mínima | Base direita | 2x0,18x0,95m ² |
| | | Máxima | Topo direita | 2x0,18x1,40m ² |
| | | Mínima | Base esquerda | 2x0,18x0,85m ² |
| | | Máxima | Topo esquerda | 2x0,18x1,70m ² |

As Fig. 3 a Fig. 5 apresentam o corte transversal de cada um dos pavilhões apresentado nas telas finais do projeto de Arquitetura.

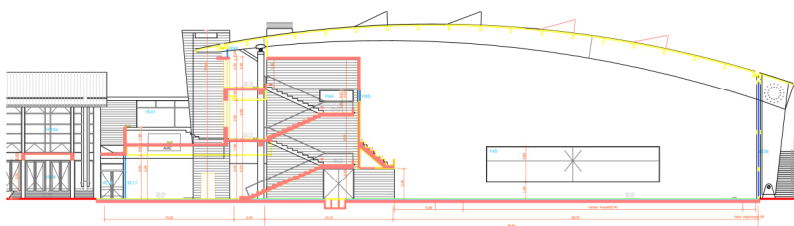


Fig. 3 – Corte transversal do Gimnodesportivo (imagem extraída do desenho 12050.TF.017).

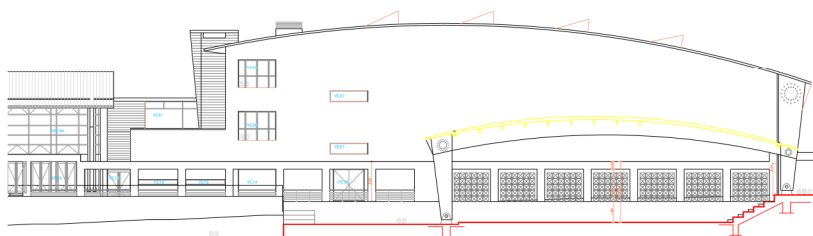


Fig. 4 – Corte transversal do pavilhão Semicoberto (imagem extraída do desenho 12050.TF.016).



Fig. 5 – Corte transversal da Piscina (imagem extraída do desenho 12050.TF.015).

As Fig. 6 a Fig. 8 apresentam a vista exterior de cada um dos pavilhões. Nelas é possível identificar que a tipologia do pavilhão gimnodesportivo e da piscina é similar. Nestes casos, os pilares e o troço da viga que apoia sobre estes encontram-se parcialmente expostos ao ambiente exterior, enquanto na estrutura do polidesportivo semicoberto os elementos de lamelado colado estão totalmente expostos ao ambiente exterior (Fig. 8).



Fig. 6 – Vista geral do Pavilhão Gimnodesportivo.



Fig. 7 – Vista exterior do Alçado Sul da Piscina.



Fig. 8 – Vista global interior do Polidesportivo semicoberto.

A ligação entre elementos lamelados colados, e destes à base, é materializada com recurso a ligadores metálicos. A geometria de uma ligação (distribuição dos ligadores) é um parâmetro determinante para a avaliação de segurança das

ligações, a par da classe e secção dos ligadores e elementos ligados. A informação disponibilizada não permitiu determinar quer a(s) classe(s) de lamelado colado, quer a classe dos ligadores metálicos utilizados nas ligações viga-pilar, mas permitiu, conjuntamente com informação recolhida no local, estimar a geometria das ligações. As Fig. 9 e Fig. 10 e o Quadro 3 apresentam a geometria das diferentes ligações dos pilares à base existentes nos pavilhões. Do mesmo modo, a geometria das ligações pilar-viga está representada nas Fig. 10, Fig. 11 e Fig. 12 e Quadro 4.



Fig. 9 – Vista particular de apoios e topos de pilares do Pavilhão Gimnodesportivo: à esquerda, no pórtico A, e à direita, no pórtico J.

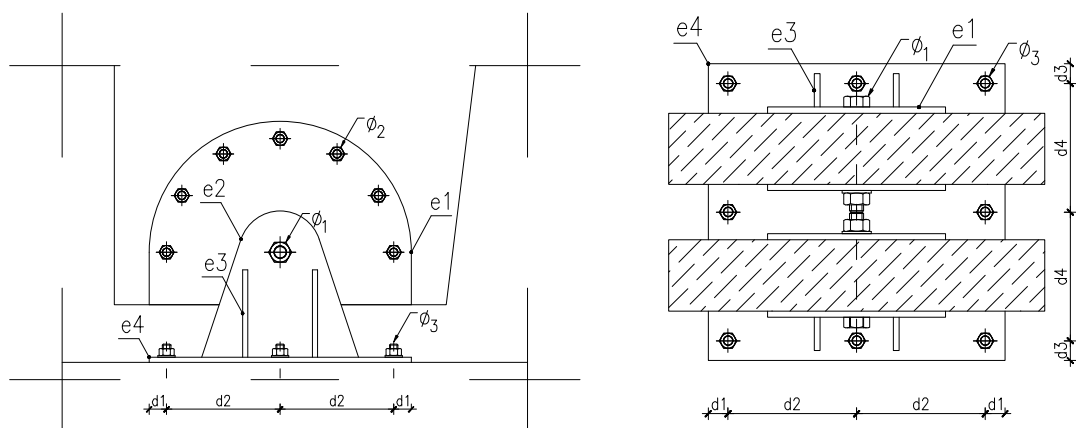


Fig. 10 – Esquema genérico da ligação dos pilares à base: alçado e planta (s/ escala).

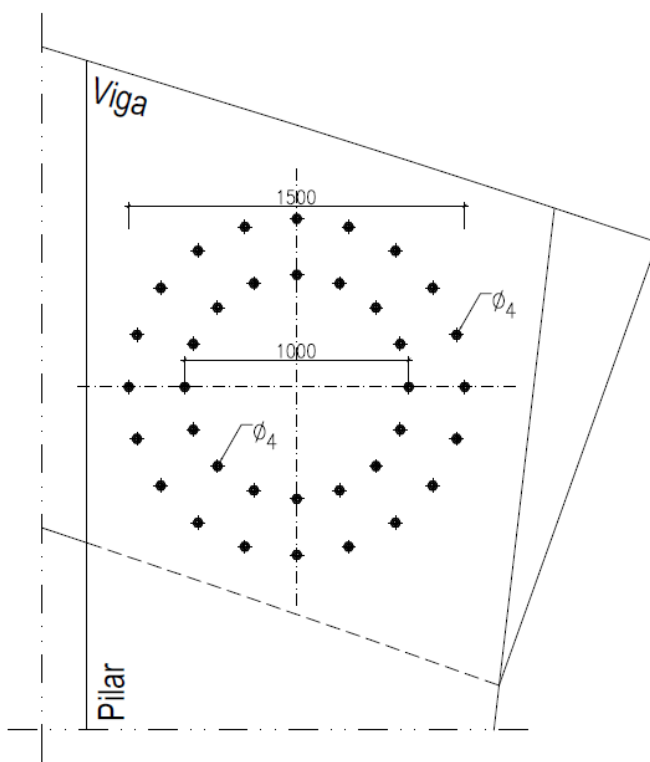


Fig. 11 – Esquema da ligação “pilar – viga” assumida para o Pavilhão Gimnodesportivo.

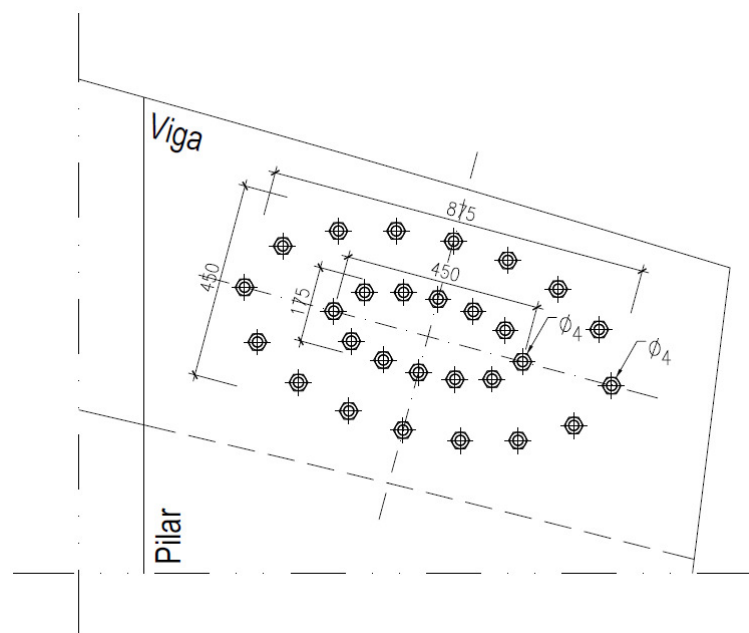


Fig. 12 – Esquema da ligação “pilar curto – viga” assumida para o Polidesportivo Semicoberto.

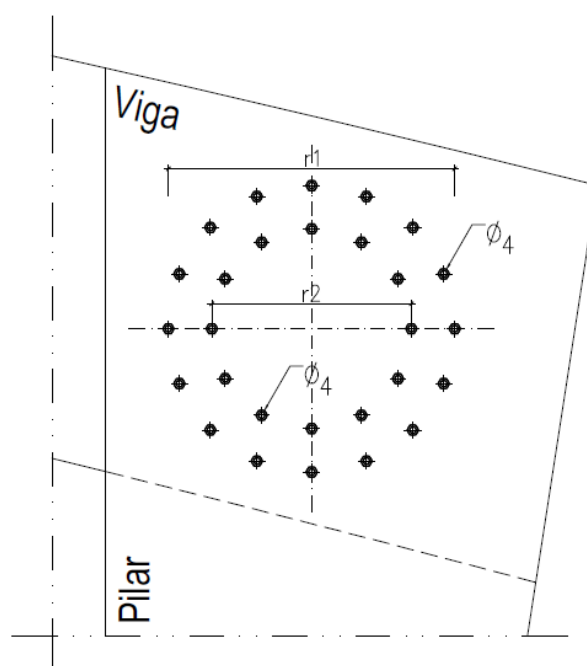


Fig. 13 – Esquema da ligação “pilar – viga” assumida para o Polidesportivo Semicoberto (pilar longo) e Piscina.

Quadro 3 – Características principais das ligações dos pilares à base.

| Elemento | Gimnodesportivo | Polidesportivo Semicoberto | | Piscina |
|----------------------|-----------------|----------------------------|--------------|--------------|
| | | Pilar Curto | Pilar Longo | |
| \varnothing_1 [mm] | 44 (cl. 10.9) | 36 (cl. 8.8) | 36 (cl. 8.8) | 35 (cl. 8.8) |
| \varnothing_2 [mm] | 24 (cl. 8.8) | 24 (cl. 8.8) | 24 (cl. 8.8) | 24 (cl. 8.8) |
| \varnothing_3 [mm] | 24 | 24 | 24 | 24 |
| \varnothing_4 [mm] | * | 24 | * | * |
| d_1 [mm] | 50 | 50 | 50** | 50 |
| d_2 [mm] | 325 | 325 | 325** | 325 |
| d_3 [mm] | 50 | 50 | 50 | 50 |
| d_4 [mm] | 325 | 325 | 325 | 325 |
| e_1 [mm] | 5,3 | * | * | * |
| e_2 [mm] | 15,5 | * | * | * |
| e_3 [mm] | 15,0 | 13,0 | 13,0 | * |
| e_4 [mm] | 15,0 | * | * | * |

* Por motivos de ordem técnica, em alguns pavilhões não foi possível medir todos os elementos. Nestes casos, assumiram-se dimensões iguais aos elementos medidos em outros pavilhões.

** Nesta ligação, a chapa de base e os seus ligadores apresentam uma excentricidade de aproximadamente 70 mm em relação ao ligador \varnothing_1 .

*** A abreviatura *cl.* Refere-se à classe do ligador metálico.

Quadro 4 – Características principais das ligações pilar-viga.

| Raio | Polidesportivo Semicoberto Pilar Longo | Piscina |
|------------|-------------------------------------------|---------|
| r_1 [mm] | 900 | 1100 |
| r_2 [mm] | 600 | 750 |

A informação recolhida no local permitiu verificar que as únicas intervenções recentes nos edifícios com relevância para o presente estudo existiram ao nível da cobertura do Gimnodesportivo e tiveram como objetivo eliminar as fontes de infiltração que evidenciava. Para o efeito, foram adicionadas às camadas existentes: 1) uma camada de poliestireno extrudido; e 2) uma tela impermeabilizante em PVC.

3.1 Inspeção preliminar

O presente estudo foi solicitado na sequência de um estudo anterior realizado pela Delegação da ilha do Faial da SRTT, que incluiu a apresentação e análise dos registos de uma inspeção técnica realizada a 07-11-2014. De acordo com o documento, a inspeção técnica foi essencialmente visual, circunscrita ao exterior dos edifícios, e com incidência nas ferragens de pórticos, caleiras metálicas e tubos de queda de condução das águas pluviais, tendo resultado principalmente a observação de que a generalidade dos elementos metálicos dos pavilhões apresentava um estado de degradação avançado, em particular os associados ao pavilhão semicoberto.

3.2 Análise à Memória Descritiva

A Análise à Memória Descrita e Medições e Orçamentos do Projeto de Estrutura e Fundações do Projeto de Execução da escola não permitiu identificar quaisquer referências às características dos materiais utilizados na estrutura da cobertura. Contudo, permitiu determinar alguns aspetos relevantes, nomeadamente:

- A Memória Descritiva refere que as coberturas dos pavilhões desportivos deveriam ser executadas com estrutura em lamelado colado, mas não refere a classe do material utilizado, ou quaisquer outras informações que permitam determinar características físicas e mecânicas relevantes ao estudo;

- As ações consideradas para o dimensionamento dos elementos incluíram, entre outras, um peso de revestimento de coberturas de $1,0 \text{ kN/m}^2$ e uma sobrecarga de cobertura de $1,0 \text{ kN/m}^2$;
- A quantificação da ação do vento partiu do pressuposto que o edifício se localizava na Zona B e o terreno apresentava rugosidade do tipo 2.

Os orçamentos e medições não fazem qualquer referência à cobertura do pavilhão.

4 INSPEÇÃO TÉCNICA

Na sequência do pedido, o LREC efetuou uma inspeção técnica ao Complexo Desportivo a 25-06-2015, com o objetivo de diagnosticar as patologias existentes e também recolher informação que permita apoiar a avaliação de segurança estrutural do mesmo. Embora a inspeção técnica tenha incidido essencialmente no exterior dos edifícios, também se considerou conveniente proceder a uma inspeção menos pormenorizada ao interior. Salienta-se que ocorreu precipitação durante parte da inspeção.

Os trabalhos efetuados consistiram essencialmente na inspeção visual e no levantamento geométrico de elementos estruturais, com recurso a um distanciómetro, fita métrica, paquímetro, nível, câmara termográfica e máquina fotográfica. Adicionalmente, procedeu-se à remoção e limpeza de alguns ligadores metálicos do pavilhão semicoberto com recurso a escova de aço, para determinar a perda de secção em cada um deles. Da inspeção aos pavilhões destacaram-se os aspetos descritos nas subsecções seguintes:

4.1 Pavilhão Gimnodesportivo

Os resultados da inspeção a este pavilhão serão divididos em exterior e interior do edifício.

4.1.1 Inspeção ao exterior

Da inspeção ao exterior do edifício destacaram-se as seguintes observações:

- Verificou-se que a geometria dos elementos lamelados colados corresponde à apresentada nas Telas Finais. Quanto às ligações metálicas, assumiram-se as dimensões referidas na secção 3;
- Observaram-se indícios de corrosão superficial nos ligadores metálicos dos lamelados colados (Fig. 14) e na chapa da base dos pilares (especialmente no interior);
- A generalidade das vigas dos pórticos apresenta uma fenda que atravessa a secção no terço superior na zona dos apoios (Fig. 15);
- A viga de remate e a face inferior da chapa de cobertura no canto sudeste do edifício apresenta indícios de corrosão superficial (Fig. 16);
- Identificou-se uma variação de cor em elementos lamelados colados (Fig. 17), que, de acordo com informação disponibilizada, resultou da remoção de testes de remoção do verniz existente para posterior aplicação de nova camada; e
- Alguns elementos apresentam exsudação de resina (Fig. 18).



Fig. 14 – Estado dos ligadores metálicos na base (imagem à esquerda) e na ligação viga-pilar (imagem à direita).

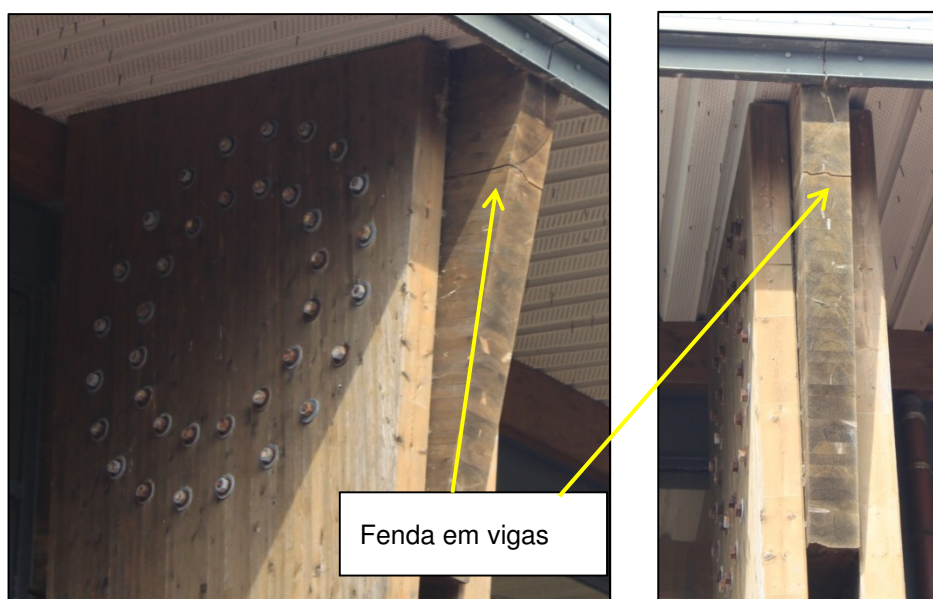


Fig. 15 – Fendas visíveis na metade superior das vigas.



Fig. 16 – Corrosão superficial na face inferior da chapa e na viga de remate.



Fig. 17 – Visão do pilar do pórtico A, em que a parte inferior possui a superfície mais clara, após limpeza com jato de água.



Fig. 18 – Exsudação de resina entre lamelas no pilar do pórtico A.

4.1.2 Inspeção ao interior

Da inspeção ao interior do edifício destacaram-se as seguintes observações:

- O topo da parede sul apresenta empolamento de tinta e, eventualmente, criptoflorescências (Fig. 19);
- O reboco na zona do apoio de algumas vigas de lamelado colado encontra-se destacado (Fig. 20);
- Observaram-se indícios de corrosão superficial em alguns perfis de vãos envidraçados exteriores (Fig. 21);
- Foi possível detetar visualmente a falta de horizontalidade das madres da cobertura, (Fig. 22) entre as paredes norte e sul e os pórticos adjacentes, assim como uma torção na viga do Pórtico A. Presume-se que a falta de horizontalidade esteja associada às diferenças de rigidez entre os pórticos dos alçados (em betão armado, preenchidos com paredes de alvenaria) e os pórticos adjacentes (em lamelado colado);



Fig. 19 – Topo da parede Sul do Gimnodesportivo.



Fig. 20 – Destacamento de reboco na face inferior de vigas.



Fig. 21 – Indícios de corrosão em chapa de cobertura no interior e perfis de vãos envidraçados.



Fig. 22 – Topo da parede Norte com madres inclinadas longitudinalmente e viga de pórtico desalinhada em relação à perpendicular.

4.2 Polidesportivo Semicoberto

Da inspeção a este pavilhão destacaram-se as seguintes observações:

- Verificou-se que a geometria dos elementos lamelados colados corresponde à apresentada nas Telas Finais;
- Observaram-se indícios de corrosão nos elementos metálicos da estrutura, tais como a chapa de cobertura, o perfil de remate da mesma, nas ligações metálicas na base e nos ligadores no topo dos pilares (Fig. 23), nos tirantes e em elementos não estruturais, como as luminárias;
- A corrosão nas chapas e ligadores na base de pilares incide especialmente na zona pilares e no alinhamento das tubagens de escoamento de água (Fig. 24);
- Verificou-se a presença de corrosão nas caleiras (Fig. 25) devido a uma deficiente drenagem das águas da cobertura. A medição do declive da caleira (valores entre 0,3% e 1%) sugere que esta configuração não permite o melhor desempenho para drenagem de águas pluviais e, conseqüentemente, permite a estagnação de água e promoção de fenómenos de corrosão;
- Notou-se uma alteração da cor dos elementos lamelados colados (vd.§ 4.1.1);
- Observou-se exsudação de resina dos lamelados colados;
- Verificou-se a presença de fendas de pequena expressão (ou seja, não atravessando a totalidade da secção) nos pilares e nas vigas (Fig. 26), com provável origem na retração e secagem da madeira;
- Observou-se que as bases e topos dos pilares tiveram de ser retificadas (eventualmente em obra) para os encaixar nos apoios (Fig. 26 e Fig. 27);
- Observou-se que os extensores apresentam corrosão e que esta já resulta em perda de secção elevada em alguns deles (Fig. 28);

- Observou-se que as dimensões das chapas na base dos pilares orientados a poente foram alteradas (Fig. 29);
- Os ligadores no interior de vigas e os holofotes também estão corroídos (Fig. 30);
- Identificaram-se várias situações de aplicação de massa consistente sobre ligadores, como forma de minimizar a evolução da corrosão; e
- As imagens termográficas não indiciam problemas de infiltrações de água da cobertura para os ligadores no topo dos pilares (identificável através de manchas escuras). As manchas mais escuras detetadas à vista desarmada no topo de pilares correspondem à massa consistente aplicada (Fig. 31 e Fig. 32).

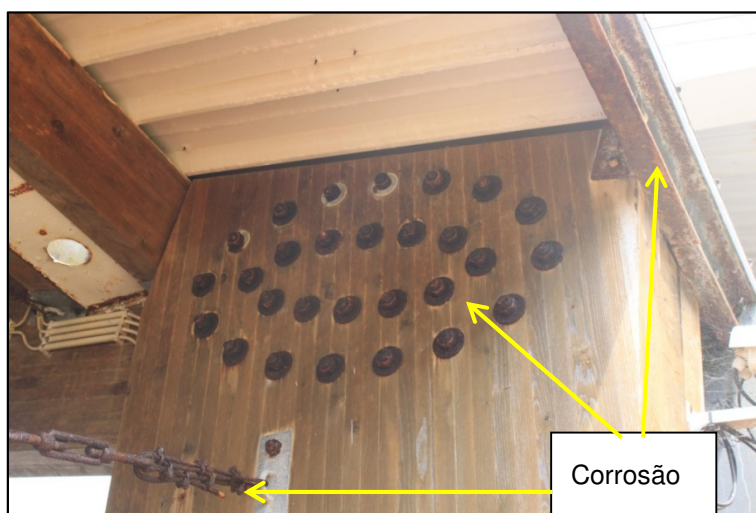


Fig. 23 – Corrosão visível nas anilhas e cabeças dos parafusos, no tirante e no perfil de remate da cobertura – Pórtico K.



Fig. 24 – Corrosão em chapas e ligadores na base dos pilares do pavilhão semicoberto.



Fig. 25 – Indícios de corrosão em calha de drenagem de águas pluviais.



Fig. 26 – Fendas em topo de viga do Pórtico M e em pilar do Pórtico L. Retificação de topo de pilares para acomodar a viga.

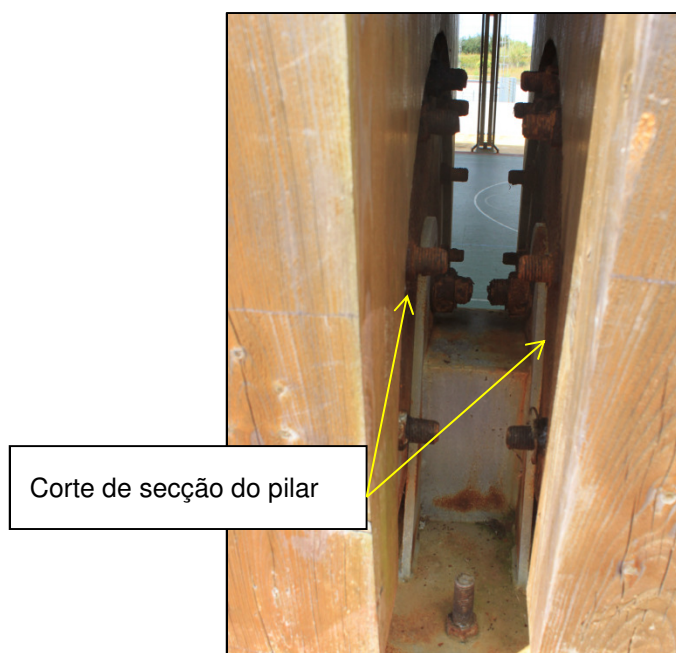


Fig. 27 – Corte em secção de pilar para permitir o encaixe nos apoios.



Fig. 28 - Extensores corroídos e com perda de secção significativa.



Fig. 29 – Linha de soldadura e furação adicional em chapa da base sugere o aumento de secção em obra.



Fig. 30 – Ligadores de vigas e holofotes com corrosão.



Fig. 31 – Imagem termográfica de topo de pilar do pavilhão semicoberto.

4.2.1 Observação de ligadores metálicos

Além da inspeção visual, também se procedeu à estimativa da perda de secção de ligadores metálicos da ligação pilar-viga dos pórticos M e P deste pavilhão. Para o efeito, procedeu-se à escovagem, com recurso a escova metálica, das cabeças e fuste dos ligadores, e à sua remoção parcial da estrutura.

As Fig. 33 a Fig. 35 apresentam o aspeto dos ligadores analisados antes e após a limpeza, e após a remoção de porca e anilha.



Fig. 32 – Local de verificação da secção do parafuso - Pórtico M.



Fig. 33 – Cabeça de parafuso do pórtico M antes (à esquerda) e após limpeza (à direita).



Fig. 34 – Estado do parafuso do Pórtico M após remoção da porca e anilha.



Fig. 35 – Cabeça e fuste do parafuso do pórtico P, após limpeza e remoção parcial.

O Quadro 5 apresenta os resultados das medições ao diâmetro dos parafusos e a estimativa da perda de secção, tendo por base as secções nominais do tipo de ligadores.

Quadro 5 – Estimativa da perda de secção de ligadores metálicos.

| Pórtico | Diâmetro nominal do parafuso [mm] ⁽¹⁾ | Diâmetro medido do parafuso [mm] | Percentagem de perda de secção |
|---------|--------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| M | 24,0 | 23,8 | 0,8% |
| P | 24,0 | 23,5 | 2,1% |
| Média | | | 1,5% |

(1) O diâmetro nominal dos parafusos foi estimado com base nos valores apresentados na DIN 6914 a 6916.

Da análise ao Quadro 5 verifica-se que a perda de secção dos elementos era, à data da inspeção, inferior a 5% nos elementos aparentemente mais afetados.

4.3 Piscina

Os resultados da inspeção a este pavilhão serão divididos em exterior e interior do edifício.

4.3.1 Exterior

Da inspeção ao exterior do pavilhão destacaram-se as seguintes observações:

- Verificou-se que a geometria dos elementos lamelados colados corresponde à apresentada nas Telas Finais. Quanto às ligações metálicas, assumiram-se as dimensões referidas na secção 3;
- Notou-se uma alteração na cor dos elementos lamelados colados (vd.§ 4.1.1);
- Observou-se exsudação de resina dos lamelados colados;
- Verificou-se a presença de fendas de pequena expressão (ou seja, não atravessando a totalidade da secção) nos pilares (Fig. 36) e nas vigas;
- Observaram-se indícios de corrosão nos elementos metálicos da estrutura, entre eles e a chapa de cobertura, o perfil de remate da mesma, nas ligações metálicas na base e nos ligadores no topo dos pilares (Fig. 37). A

corrosão é especialmente evidente nas zonas com menor ventilação (zonas entre pilares). A corrosão identificada nos elementos metálicos deste pavilhão é de menor intensidade do que a detetada no pavilhão semicoberto;

- Foram identificados indícios de aplicação de massa consistente para minimizar a evolução da corrosão em ligadores metálicos;
- Foram identificados indícios de estagnação de águas pluviais em caleiras da cobertura (Fig. 38).



Fig. 36 – Fissuras em Pilar do Pórtico S.



Fig. 37 – Vista de apoios e topos de pilares, à esquerda, no pórtico R, e à direita, no pórtico X.



4.3.2 Interior

Não foram registadas anomalias significativas no interior do pavilhão.

5 ESTIMATIVA DA PERDA DE SECÇÃO ADMISSÍVEL DE LIGADORES METÁLICOS

Na sequência das observações relativas ao estado de conservação dos ligadores metálicos, da importância destes na segurança da estrutura da cobertura e do custo associado à sua manutenção/substituição, considerou-se relevante proceder à estimativa da perda de secção máxima admissível daqueles elementos, para permitir uma melhor gestão das operações de manutenção/substituição.

Para o efeito, desenvolveram-se modelos simplificados de estimativa dos esforços em elementos de madeira e ligações resultantes de ações externas e internas (peso dos materiais, sobrecarga, vento, sismo), para comparação com a respetiva estimativa de resistência regulamentar. A segurança de um elemento e/ou ligação considerou-se verificada, em termos regulamentares, nos casos em que os esforços foram inferiores às respetivas resistências. Nos casos em que a segurança se considerou verificada e se determinou, inclusive, alguma reserva de segurança, foi possível estimar a perda de secção máxima admissível dos ligadores.

Nesta secção apresentam-se os trabalhos de estimativa de resistência das ligações e da perda de secção máxima admissível.

5.1 Estimativa de esforços

Os esforços nos elementos e ligações dos pórticos da estrutura da cobertura dos vários pavilhões foram calculados com recurso a modelos numéricos

simplificados, representativos de cada pavilhão. Os modelos desenvolvidos foram do tipo plano elástico-linear, com os elementos em lamelado colado a serem representados por barras lineares de secção variável e as ligações por nós ou, no caso da ligação viga-pilar, com um elemento do tipo *Link*, incluído na biblioteca de elementos do programa de cálculo SAP2000.

5.1.1 Geometria

A geometria dos pórticos corresponde à apresentada na secção 3 do presente relatório (nomeadamente as dimensões das secções dos elementos de viga e pilares, a geometria das ligações, a altura e o vão dos pórticos).

As Fig. 39 a Fig. 41 apresentam a geometria e condições de fronteira dos vários pórticos analisados.



Fig. 39 - Geometria e condições de fronteira do modelo do pórtico tipo do Gimnodesportivo.



Fig. 40 - Geometria e condições de fronteira do modelo do pórtico tipo do Pavilhão Semicoberto.

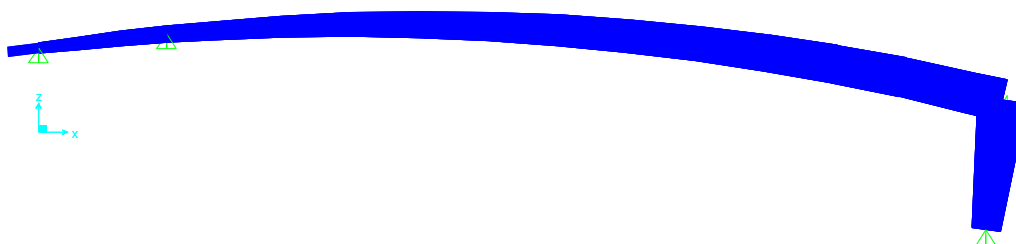


Fig. 41 – Geometria e condições de fronteira do modelo do pórtico tipo da Piscina.

5.1.2 Características dos materiais

Devido à falta de informação relativa ao tipo de madeira lamelada colada utilizada na construção dos diversos pórticos, assumiu-se, de forma conservativa, que os elementos utilizados são da classe mais baixa prevista no regulamento - GL24h.

Quanto às ligações metálicas, a disposição, os diâmetros e as classes dos ligadores metálicos assumidos a este nível foram os apresentados na secção 3. Para todas as ligações viga-pilar, assumiu-se que os ligadores apresentam um diâmetro nominal de 24mm (com base na medição referida em §4.2.1) e as propriedades mecânicas da classe 8.8 de parafusos. Relativamente às chapas, assumiu-se, de forma conservativa, que apresentam as propriedades mecânicas da classe S235.

5.1.3 Ações

5.1.3.1 Peso próprio

De acordo com Negrão [1], o peso próprio médio dos elementos em lamelado colado de classe GL24h é de $3,80 \text{ kN/m}^3$.

5.1.3.2 Restantes cargas permanentes

As restantes cargas permanentes correspondem às resultantes dos pesos próprios dos painéis de revestimento e das madres de cobertura. Uma estimativa efetuada com base nos materiais aplicados permitiu calcular um valor da ordem dos $0,15 \text{ kN/m}^2$.

5.1.3.3 Sobrecarga da cobertura

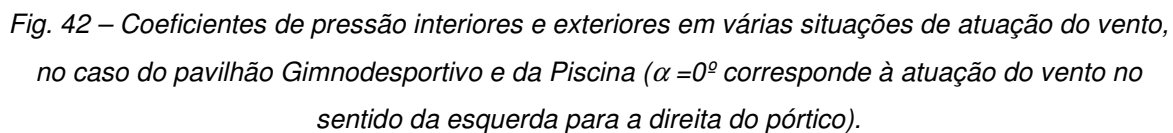
Admitiu-se uma sobrecarga de $0,30 \text{ kN/m}^2$, tal como previsto no Regulamento de Segurança e Acções (RSA) [2]. Na informação disponibilizada, nomeadamente na memória descritiva, é referido o valor de $1,00 \text{ kN/m}^2$, valor que se considerou desadequado face ao tipo de cobertura em causa.

5.1.3.4 Vento

A quantificação da ação do vento foi efetuada tendo em consideração as indicações do RSA [2], que fazem depender a ação essencialmente do tipo de rugosidade aerodinâmica do solo e do zonamento do território. Assim considerou-se que as estruturas estão localizadas na zona B e a rugosidade da envolvente pode ser caracterizada como de tipo II, compatível com uma localização em zona rural ou na periferia de zonas urbanas.

Os coeficientes de pressão exterior, δ_{pe} , e interior, δ_{pi} , foram determinados, para o Pavilhão Gimnodesportivo e para a Piscina, com base nos Quadros I-I, Quadro I-IV e no artigo 3.2.3 do RSA [2], admitindo, para o caso do coeficiente de pressão interior, que o edifício tem baixa probabilidade de existência de aberturas durante a ocorrência de vento intenso e que existem duas fachadas opostas com permeabilidade semelhante, e as outras duas fachadas impermeáveis. Para o Polidesportivo Semicoberto, os coeficientes de pressão, δ_p , foram determinados com base no Quadro I-VII, e as forças F_1 e F_2 com base no artigo 3.3 do RSA (3).

Tendo por base as considerações anteriores, estimou-se uma pressão dinâmica do vento de $1,08 \text{ kN/m}^2$ para o Polidesportivo Semicoberto e Piscina, e $1,25 \text{ kN/m}^2$ para o Pavilhão Gimnodesportivo e os coeficientes de pressão interiores e exteriores considerados foram os apresentados nas Fig. 42 e Fig. 43.



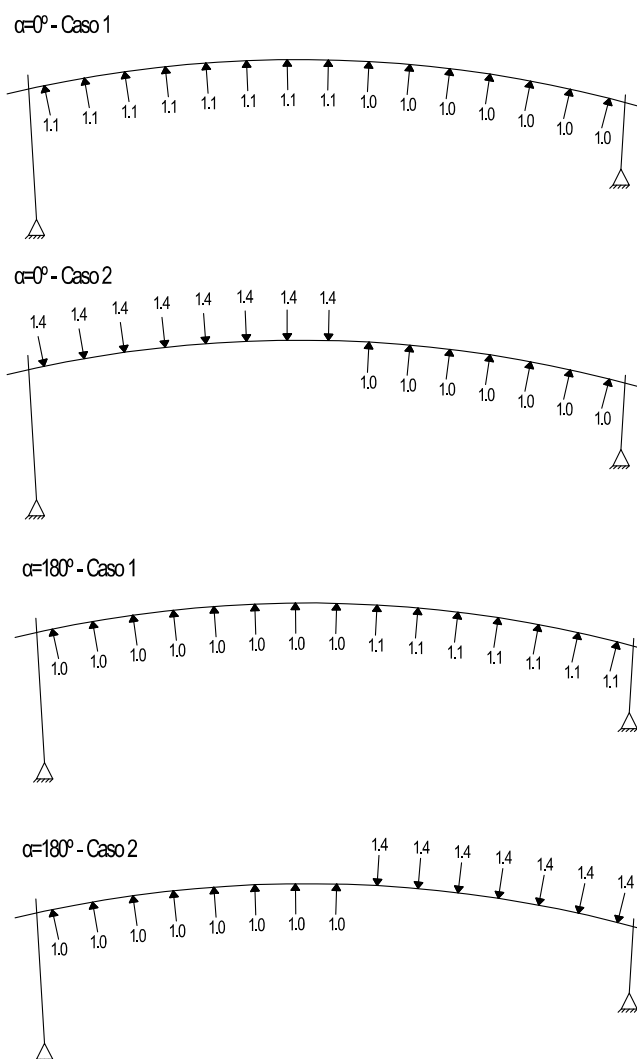


Fig. 43 – Coeficientes de pressão interiores e exteriores em várias situações de atuação do vento, no caso do Polidesportivo Semicoberto ($\alpha = 0^\circ$ corresponde à atuação do vento no sentido da esquerda para a direita do pórtico).

5.1.3.5 Sismo

A ação sísmica foi considerada através do seu espectro de resposta, calculado tendo por base as expressões do Eurocódigo 8 [3], para um elemento localizado em zona 2.1 e solo do tipo B. Considera-se um coeficiente sísmico (q) de 2,5, uma vez que o dimensionamento dos elementos teve em consideração os

requisitos a cumprir para pórticos hiperestáticos com ligações com parafusos de porca de classe de ductilidade DCM.

As Fig. 48, Fig. 53 e Fig. 57, em anexo, apresentam os esforços introduzidos nas estruturas por esta ação combinada com os pesos próprios. A sua comparação com os esforços resultantes da ação do vento permite verificar que a sua influência é muito inferior à desta ação, pelo que se optou pelo seu desprezo no resto da análise de segurança.

5.1.4 Combinações de ações

Uma vez que se desprezaram os efeitos da ação sísmica na análise dos elementos e ligações, as combinações de ações a utilizar nas verificações são, de acordo com o RSA [2], a combinação fundamental para o estado limite último. A Eq. 1 representa a combinação fundamental.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{K,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{Eq. 1}$$

Nas expressões anteriores: $\gamma_{G,j}$, corresponde ao coeficiente parcial relativo à ação permanente j ; $G_{K,j}$, à ação permanente j , $\gamma_{Q,1}$, ao coeficiente parcial da ação variável de base, $Q_{k,1}$, à ação variável de base (vento ou sobrecarga), $\gamma_{Q,i}$, ao coeficiente parcial da ação variável i , $\psi_{0,i}$, ao coeficiente para a determinação do valor de combinação da ação variável i , $Q_{k,i}$, à ação variável i (diferente da ação variável de base).

O Quadro 6 apresenta os valores de combinação de cada uma das ações consideradas.

Quadro 6 – Coeficientes de combinação considerados.

| ID | Designação | γ_G | γ_Q | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|-------|------------------------------|-------------|------------|----------|----------|----------|
| PP | Peso Próprio | 1,35 / 1,00 | - | - | - | - |
| RCP | Restantes Cargas Permanentes | 1,35 / 1,00 | - | - | - | - |
| SC | Sobrecarga em cobertura | - | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento | Vento | - | 1,50 | 0,40* | 0,20 | 0,00 |

* Este coeficiente assume o valor de 0 no caso de verificação de segurança em que a sobrecarga da cobertura corresponde à ação variável de base.

Para efeitos de verificação de segurança, a ação da sobrecarga não foi considerada a atuar em simultâneo com a ação do vento, dado que cada uma destas ações representa situações com muito baixa probabilidade de ocorrência em simultâneo.

Uma vez que a resistência da madeira depende da duração da ação, fluência e das diferentes condições climáticas (temperatura e variações de humidade), para além da combinação fundamental de ações, considerou-se também a ação apenas das cargas permanentes (peso próprio dos materiais e restantes cargas permanentes) majoradas pelo respetivo coeficiente parcial.

5.1.5 Rigidez de ligações

5.1.5.1 Ligação viga-pilar

Esta ligação é materializada pelos ligadores metálicos dispostos circularmente ou elipticamente no topo dos pilares. De acordo com Negrão [1] este tipo de ligação deve ser considerada como semirígida, pelo que, para efeitos de modelação, a ligação entre as vigas e os pilares devem ser intermediadas por uma mola de rigidez finita à rotação.

Negrão [1] apresenta uma metodologia para a estimativa da rigidez global para ligações desta natureza (Cap. 12) em condições de serviço, admitindo que, para situações de estado limite último, esta rigidez corresponde a 2/3 da de serviço. A metodologia apresentada tem em consideração o diâmetro do ligador, a massa volúmica média da madeira, a distância do ligador ao centro de rotação, o

número de ligadores e planos de corte destes. O Quadro 7 apresenta a rigidez das ligações viga-pilar dos vários pórticos que foram consideradas no âmbito dos modelos desenvolvidos.

Quadro 7 – Rigidez de ligação viga-pilar em situação de serviço e de estado limite último.

| Pórtico | Ligação | $K_{\text{ligação, serviço}}$ [kN.m/rad] | $K_{\text{ligação, ELU}}$ [kN.m/rad] |
|-----------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Gimnodesportivo | Viga – Pilar | 235754,77 | 157169,18 |
| Polidesportivo Semicoberto | Viga – Pilar Curto | 31853,69 | 21235,79 |
| | Viga – Pilar Longo | 66784,02 | 44522,68 |
| Piscina | Viga Pilar | 100910,34 | 67273,56 |

5.1.5.2 Ligação pilar-base

A ligação entre cada pilar e a base de fundação é materializada por um único ligador metálico \emptyset_1 , tal como é possível observar na Fig. 10 (vd. §3). Por conseguinte, esta ligação foi considerada como sendo uma rótula na base do pilar.

5.1.5.3 Ligação de continuidade em vigas

Esta ligação é a que corresponde à emenda das vigas de lamelado colado da cobertura. A sua distância ao solo impossibilitou a observação direta pelo que, à falta de elementos de projeto, se considerou convenientemente dimensionada e capaz de conferir um carácter contínuo à viga. Por conseguinte, a ligação foi desprezada para efeitos de modelação e as vigas de lamelado colado foram consideradas contínuas.

5.1.5.4 Ligação base pilar-fundação

Esta ligação corresponde à representada, em planta, pela Fig. 10 (imagem da direita), em que a base do pilar duplo se encontra ligada à fundação através de uma chapa metálica e oito ligadores metálicos.

5.2 Estimativa de resistência

Segundo Negrão [1], a resistência à flexão simples dos elementos em lamelado colado é dada pela Eq. 2.

$$f_{m,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,g,k}}{\gamma_M} \quad \text{Eq. 2}$$

Em que $f_{m,Rd}$, corresponde ao valor de cálculo da resistência à flexão e $f_{m,g,k}$, ao respetivo valor característico; k_{mod} , corresponde ao coeficiente de modificação da resistência, e γ_M , ao coeficiente de segurança do material.

A estimativa da resistência das ligações entre elementos lamelados colados tem por base o modo de rotura condicionante e a geometria da ligação, sendo determinada de forma semelhante que a resistência à flexão, tal como mostra a Eq. 3.

$$M_{Rd} = \frac{k_{mod} \cdot M_{Rk}}{\gamma_M} \quad \text{Eq. 3}$$

Em que M_{Rd} corresponde ao valor de cálculo da resistência da ligação e M_{Rk} ao respetivo valor característico.

A resistência de ligações em elementos de madeira pode ser calculada de acordo com o método de Johansen, cujo desenvolvimento das expressões estão apresentadas em Negrão [1].

Na ligação entre os pilares e a base, a resistência do ligador metálico é estimada a partir do modo de rotura condicionante, tendo por base as orientações do Eurocódigo 3, parte 8 [4]. Além disso, também foi estimada a resistência da

ligação metálica ao elemento em lamelado colado, de forma semelhante às anteriormente apresentadas, tal como é possível verificar na Eq. 4.

$$F_{v,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot F_{v,Rk}}{\gamma_M} \quad \text{Eq. 4}$$

Em que $F_{v,Rd}$, corresponde ao valor de cálculo da resistência da ligação, e $F_{v,Rk}$, ao respetivo valor característico.

5.3 Verificação de segurança

A verificação de segurança de elementos é efetuada por comparação entre os esforços atuantes e a resistência do elemento e/ou ligação àquele esforço.

Os diagramas de esforços, determinados com base nos modelos de cálculo apresentados na secção 5.1, encontram-se apresentados, para cada caso de carga e modelo analisado, nos anexos 0, 8.3 e 0 deste documento. O cálculo da resistência de ligações baseou-se nas orientações apresentadas na secção 5.2 deste documento, tendo por base as classes e geometria dos materiais e a geometria das ligações apresentadas na secção 3.

Os resumos das análises de segurança para os vários pavilhões e combinações de ação consideradas são apresentados:

- No Quadro 8 para a secção de meio vão da viga da cobertura;
- No Quadro 9 para as ligações viga-pilar; e
- No Quadro 10 para a ligação dos pilares à base.

O fator de segurança apresentado corresponde ao rácio entre o esforço resistente e o esforço atuante. Considera-se que a estrutura verifica o nível de segurança regulamentar se o fator de segurança (FS) for superior ou igual a 1 e não verifica se este for inferior a 1.

Quadro 8 – Análise de segurança a meio vão da viga de cobertura.

| Pavilhão | Combinação | $f_{m,Rd}$ [MPa] | $f_{m,Ed}$ [MPa] | FS |
|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|------|
| Gimnodesportivo | CP | 11,1 | 3,9 | 2,84 |
| | SC | 14,8 | 8,2 | 1,80 |
| | Vento | 20,3 | 15,2 | 1,34 |
| Polidesportivo Semicoberto | CP | 11,1 | 2,9 | 3,82 |
| | SC | 14,8 | 6,7 | 2,20 |
| | Vento | 20,3 | 15,4 | 1,32 |
| Piscina | CP | 11,1 | 3,7 | 2,99 |
| | SC | 14,8 | 8,0 | 1,85 |
| | Vento | 20,3 | 12,6 | 1,61 |

Quadro 9 – Análise de segurança das ligações viga-pilar.

| Pavilhão | Ligação | Combinação | M_{Rd} [kNm] | M_{Ed} [kNm] | FS |
|----------------------------|--------------------|------------|-------------------|-------------------|------|
| Gimnodesportivo | Viga - Pilar | CP | 691,03 | 438,59 | 1,58 |
| | | SC | 921,37 | 897,37 | 1,03 |
| | | Vento | 1266,89 | 1621,43 | 0,78 |
| Polidesportivo Semicoberto | Viga - Pilar Curto | CP | 198,51 | 60,48 | 3,28 |
| | | SC | 264,68 | 137,86 | 1,92 |
| | | Vento | 363,94 | 245,46 | 1,48 |
| | Viga - Pilar Longo | CP | 311,47 | 122,40 | 2,54 |
| | | SC | 415,30 | 275,88 | 1,51 |
| | | Vento | 571,04 | 464,20 | 1,23 |
| Piscina | Viga - Pilar | CP | 383,75 | 188,53 | 2,04 |
| | | SC | 511,67 | 399,10 | 1,28 |
| | | Vento | 703,55 | 623,95 | 1,13 |

Quadro 10 – Análise de segurança das ligações entre o pilar e a base.

| Pavilhão | Ligador | Combinação | $F_{v,Rd}$ [kN] | $F_{v,Ed}$ [kN] | FS |
|----------------------------|----------|------------|--------------------|--------------------|------|
| Gimnodesportivo | Φ_2 | CP | 171,46 | 33,41 | 5,13 |
| | | SC | 228,61 | 68,10 | 3,36 |
| | | Vento | 314,34 | 134,70 | 2,33 |
| | Φ_1 | Vento | 201,94 | 137,99 | 1,46 |
| Polidesportivo Semicoberto | Φ_2 | CP | 199,11 | 27,11 | 7,34 |
| | | SC | 265,48 | 30,38 | 8,74 |
| | | Vento | 365,03 | 50,79 | 7,19 |
| | Φ_1 | Vento | 165,22 | 79,99 | 2,07 |
| Piscina | Φ_2 | CP | 199,11 | 28,79 | 6,92 |
| | | SC | 265,48 | 60,55 | 4,38 |
| | | Vento | 365,03 | 99,66 | 3,66 |
| | Φ_1 | Vento | 160,63 | 74,86 | 2,15 |

A análise aos Quadro 8 a Quadro 10 permitem concluir que, para os pressupostos deste estudo, a ligação viga-pilar no Gimnodesportivo não verifica a segurança regulamentar, quando solicitada pela ação do vento, e tem pouca margem de segurança quando a ação variável de base corresponde à sobrecarga. Este nível de segurança inferior daquela ligação poderá, inclusive, estar na origem das fendas horizontais identificadas nas vigas (Fig. 15).

Por outro lado, a análise também permite verificar que as restantes ligações apresentam alguma reserva de segurança, pelo que se poderá admitir alguma perda de secção dos ligadores, antes de se proceder à sua substituição.

5.4 Perda de secção máxima admissível de ligadores metálicos

Os casos do Quadro 9 onde se verificou que o fator de segurança é superior a 1, correspondem a situações onde existe uma reserva de segurança além da necessária regulamentar. Para estes casos é possível calcular um diâmetro mínimo de ligador ($\Phi_{\text{Mínimo, Teórico}}$) ao qual corresponde um fator de segurança

unitário. A diferença entre este diâmetro mínimo admissível e o diâmetro original do ligador corresponde à perda de secção máxima teórica admissível dos ligadores de uma determinada secção ($(\Delta\Phi_{Máximo,Teórico})$). Uma vez que os modelos de estimativa de segurança estão sujeitos a erros e poderão surgir outros fenómenos que comprometam a segurança das ligações com o evoluir da corrosão, considera-se, na prática, que a perda de secção admissível ($(\Delta\Phi_{Admissível})$) deverá ser inferior à máxima teórica.

O Quadro 11 apresenta a percentagem de perda de secção máxima teórica dos ligadores relativamente à secção original ($(\% \Delta\Phi_{Máximo,Teórico})$) e a que se considera admissível ($(\% \Delta\Phi_{Admissível})$) para efeitos de planeamento de manutenção/reparação.

Quadro 11 – Perda de secção máxima teórica e recomendada dos ligadores metálicos, para as várias ligações analisadas.

| Pavilhão | Ligação | Ligador | $\Phi_{original}$ (mm) | $\% \Phi_{Teórico}$ | $\% \Phi_{Admissível}$ |
|-----------------------------------|------------|----------|---------------------------|---------------------|------------------------|
| Gimnodesportivo | Pilar-Base | Φ_2 | 24,0 | 60% | 15% |
| | | Φ_1 | 44,0 | 31% | |
| Polidesportivo Semicoberto | Viga-Pilar | Φ_4 | 24,0 | 25% | |
| | Pilar-Base | Φ_2 | 24,0 | 73% | |
| | | Φ_1 | 36,0 | 51% | |
| Piscina | Viga-Pilar | Φ_4 | 24,0 | 24% | |
| | Pilar-Base | Φ_2 | 24,0 | 66% | |
| | | Φ_1 | 35,0 | 53% | |

6 CONCLUSÕES

O LREC procedeu à inspeção técnica e à análise de segurança dos pavilhões, com recurso a um conjunto de modelos numéricos que tiveram em consideração as observações no local e alguma prudência devido à incerteza relativa às características dos materiais. Tomaram-se por base pressupostos como a classe da madeira lamelada colada e as características dos ligadores metálicos.

A inspeção técnica permitiu identificar vários aspetos relacionados com o estado de conservação das coberturas, ligações metálicas e drenagem das coberturas, com especial destaque para as seguintes aspetos:

- Os ligadores metálicos, chapas e extensores das ligações das coberturas de madeira apresentam corrosão superficial na generalidade dos pavilhões, com as zonas mais afetadas a corresponder às de menor ventilação ou concentração de água (zonas na base entre pilares, alinhamentos de tubos de queda, etc.);
- Apesar da corrosão superficial estar presente em todos os pavilhões, no pavilhão semicoberto os elementos apresentam indícios de corrosão mais avançados;
- Os ligadores metálicos que foram retirados do pavilhão semicoberto apontam para perdas de secção inferiores a 5%;
- As caleiras de escoamento de água apresentam inclinações reduzidas, que favorecem a estagnação de água e deposição de resíduos e promovem a corrosão daqueles elementos; e
- Foi identificada uma fenda na viga da ligação viga-pilar no pavilhão gimnodesportivo (Fig. 15), que sugere a ocorrência de redistribuição de momentos daquela ligação, com incremento do momento a meio-vão das vigas;

A avaliação de segurança incluiu a análise a três modelos distintos, um por cada pavilhão, que permitiram estimar os esforços nos elementos condicionantes para as ações regulamentares (vd. §5.1) e a sua comparação com as resistências dos elementos das secções condicionantes (vd. §5.2), nomeadamente: secções a meio-vão das vigas em lamelado colado, ligações viga-pilar e ligações dos pilares à base. Da análise de segurança efetuada observou-se o seguinte:

- Há uma reserva de segurança adequada para a secção a meio-vão das vigas e com o vento como ação condicionante;
- A ligação viga-pilar do Pavilhão Gimnodesportivo é a que apresenta os fatores de segurança mais baixos, inclusive não cumprindo os requisitos impostos para a combinação fundamental de ações com a variável base correspondente ao vento ($FS=0,78$);
- As restantes ligações apresentam, na generalidade, uma reserva de segurança aceitável pelo que, com exceção da ligação viga-pilar no gimnodesportivo, se poderão admitir perdas de secção de ligadores da ordem dos 15% antes de proceder à sua substituição;

Face ao exposto recomenda-se que:

a) Ligações aparafusadas

- Se promova a limpeza, (decapagem) de preferência mecânica (p. ex. escovagem com escova de aço), para remoção dos vestígios de corrosão exterior dos elementos metálicos (ligadores e chapas). Caso se opte pela decapagem com recurso a produto químico, deverá ser verificada a sua compatibilidade com o uso junto a estruturas de madeira;
- Seja efetuada a aplicação de proteção através de esquema de pintura conforme a EN ISO 12944, como por exemplo a aplicação de primário rico em pó de zinco e tinta de acabamento sobre os elementos decapados;
- Posteriormente seja feita a proteção das cabeças dos parafusos e das

porcas com capas próprias para o efeito;

- No Polidesportivo semicoberto, os extensores de aço sejam substituídos, por equivalentes, com a proteção adequada para atmosfera agressiva (rica em cloretos); e
- Também se recomenda que se proceda à proteção das zonas interiores entre pilares, na base destes, dado correspondem a zonas de acumulação de água e impurezas que promovem o desenvolvimento de corrosão. A proteção poderá ser efetuada com recurso a uma capa (plástica ou metálica) que cubra todos os ligadores entre pilares e, assim, evite a acumulação de água naquela zona.

Caso seja necessário definir prioridades de intervenção, é recomendada intervenção imediata no Polidesportivo semicoberto e uma intervenção a curto-prazo nos restantes pavilhões.

Adicionalmente aos trabalhos de reparação e conservação de ligadores, recomenda-se a inspeção periódica anual a uma amostra de ligadores metálicos (p. ex., dois em cada pavilhão) para determinar a sua perda de secção máxima. Com exceção dos ligadores metálicos da ligação viga-pilar no gimnodesportivo, a perda máxima admissível de diâmetro da secção é de 15%, pelo que se nas inspeções forem determinadas perdas de secção máximas próximas destes valores, deverão ser iniciados os procedimentos para uma substituição de ligadores.

No que diz respeito à ligação viga-pilar do pavilhão gimnodesportivo, a análise efetuada indicou que esta não verifica a segurança regulamentar para quando solicitada pela ação do vento, e tem pouca margem de segurança quando sujeita à sobrecarga como ação variável de base. Neste contexto, e face à especificidade técnica deste tipo de estruturas, recomenda-se que se remeta a análise da capacidade resistente deste nó a um gabinete com experiência no dimensionamento deste tipo de estruturas para, ou confirmar a falta de segurança

da ligação e, assim, dimensionar uma solução de reforço adequada, ou calcular uma perda de secção admissível para os ligadores, à semelhança do que o LREC realizou para as restantes ligações.

b) Sistema de drenagem de águas pluviais

- Nas caleiras, deve ser implementado o declive mínimo de 2% para evitar a acumulação de água e detritos que promovem a corrosão daqueles elementos. O aumento de pendente poderá ser atingido com recurso à colocação de tela impermeável sobre as caleiras, devidamente fixa à estrutura de forma a evitar o seu destacamento e a infiltração de água para o seu tardo;
- As caleiras e tubos de queda inutilizados deverão ser substituídos por elementos em materiais não sujeitos à corrosão (p. ex., PVC);
- Deve proceder-se ao tratamento de juntas e zonas de ligação caleira/tubo de queda/caixa de pavimento, de modo a impedir o surgimento de água através destas zonas.

c) Secções em madeira lamelada colada no exterior

- Seja efetuada a proteção das mesmas com uma velatura, devendo as peças ser previamente preparadas e alvo de ações regulares de manutenção, com periodicidade máxima de 5 anos [1], ou a garantida pelo fabricante

d) Outras situações

- Sejam reparadas as luminárias do Polidesportivo semicoberto, nomeadamente com o reforço da sua ligação à estrutura da cobertura ou a sua substituição, dando preferência a materiais previamente tratados para a corrosão;

- Não se efetuem quaisquer aumentos de carga, nomeadamente na cobertura do Pavilhão Gimnodesportivo, sem antes se proceder a uma análise mais detalhada a esta situação.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Negrão, J., and Faria, A., 2009, Projecto de estruturas de madeira, Publindústria.
- [2] Leis, decretos, etc., 1983, RSAEEP. Regulamento de segurança e acções para estruturas de edifícios e pontes. DL nº 235/83.
- [3] CEN, 2010, “NP EN 1998-1:2010. Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos, Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios,” Lisboa: IPQ., p. 230p.
- [4] 2010, “NP EN 1993-1-8:2010. Eurocódigo 3: Projecto de estruturas de aço, Parte 1-1: Projecto de ligações,” Lisboa: IPQ., p. 146p.

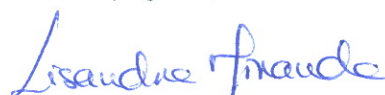
P. Delgada e Laboratório Regional de Engenharia Civil, agosto de 2015

Autoria



João Pimentel

(Eng. Civil)



Lisandra Miranda

(Eng. Civil, Mestre em Estruturas)



Pedro Medeiros

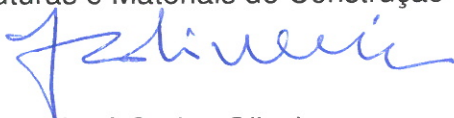
(Eng. Civil)

Visto

O Diretor de Serviços

de

Estruturas e Materiais de Construção



José Carlos Oliveira

Visto

O Diretor do LREC



Francisco Sousa Fernandes

8 ANEXOS

8.1 Designação de Pórticos (A – J, K – Q, R – Y)

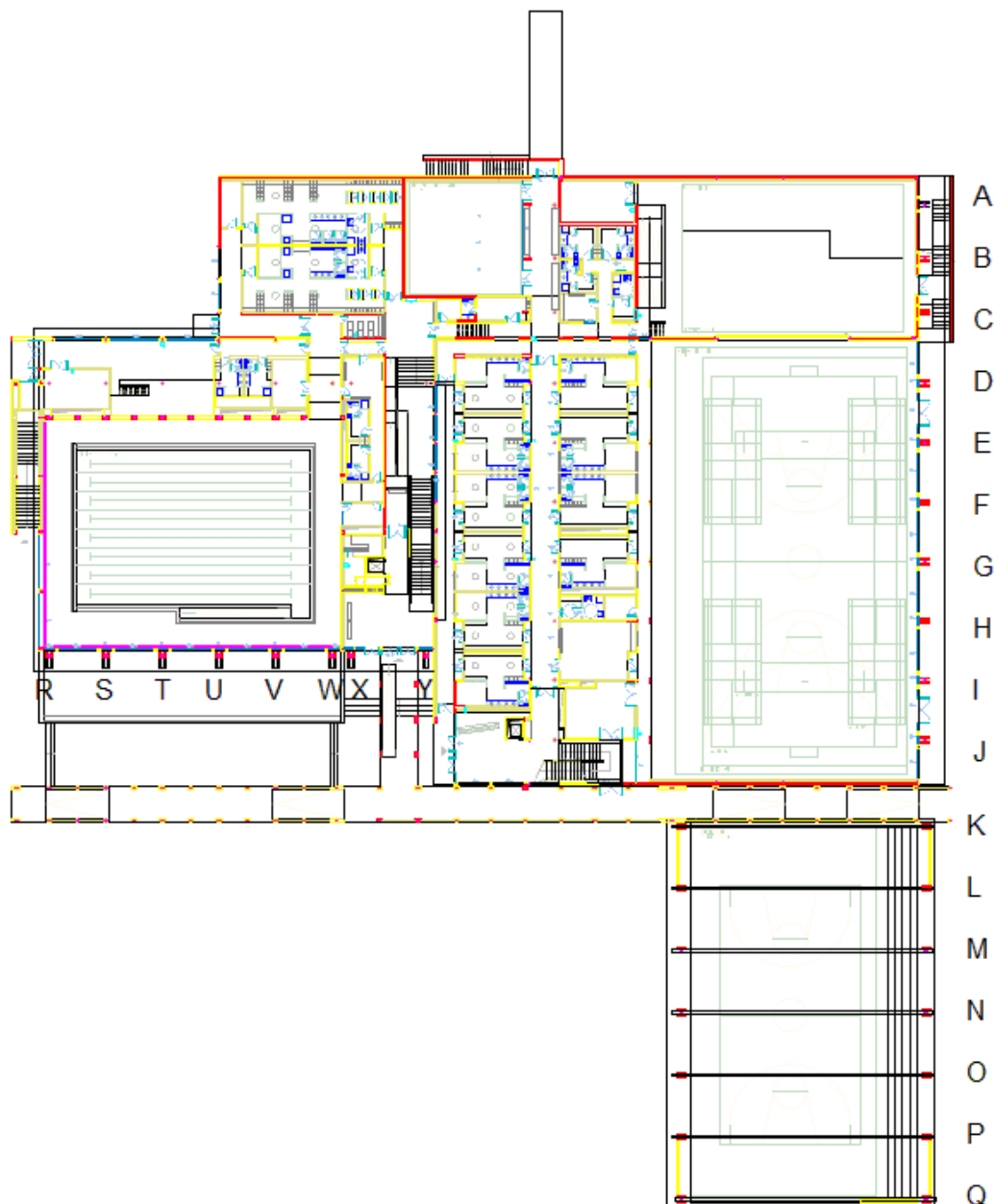


Fig. 44 – Planta dos pavilhões, com identificação dos pórticos. Efeito combinado das ações consideradas no modelo do Pavilhão Gimnodesportivo

8.2 Esforços no pavilhão gimnodesportivo

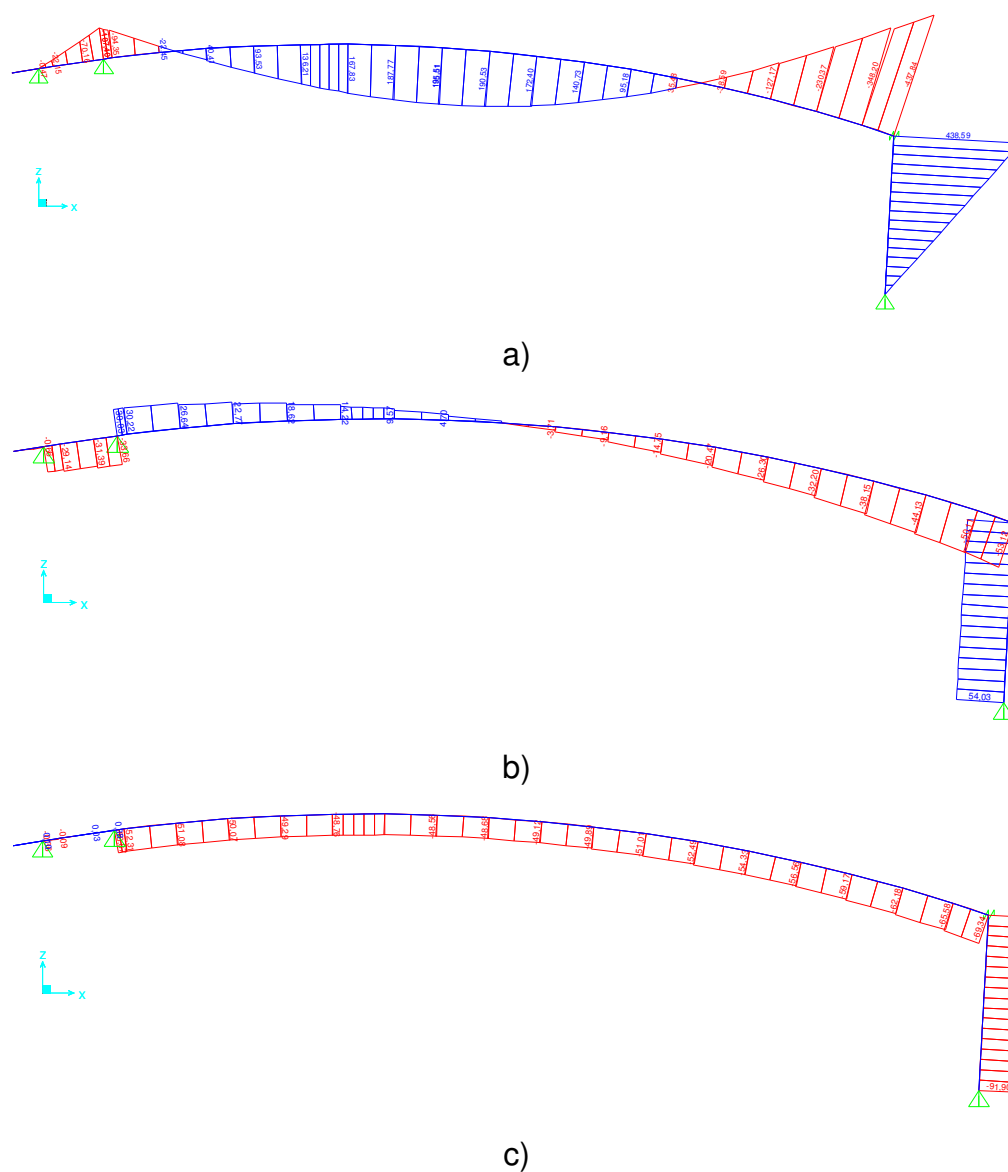
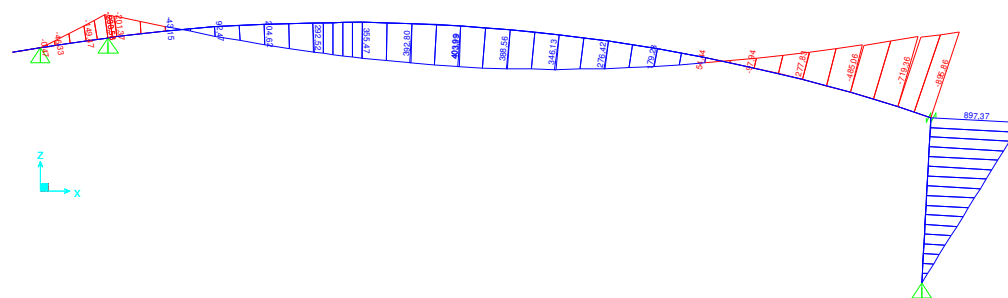
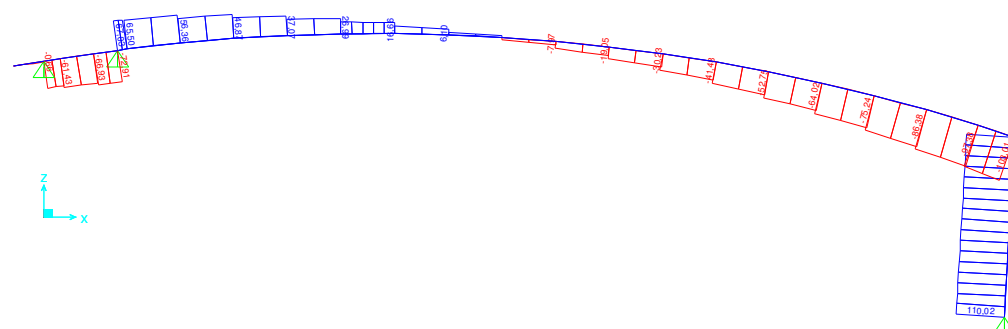


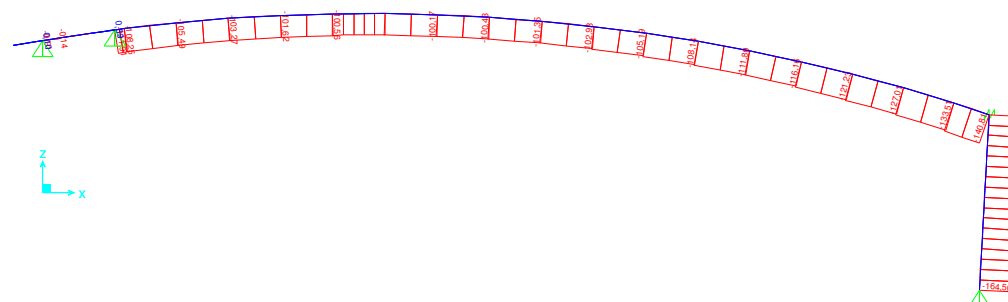
Fig. 45 – Gimnodesportivo - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transversal, e c) esforço normal, para a combinação de ações permanentes (peso próprio e restantes cargas permanentes).



a)



b)



c)

Fig. 46 – Gimnodesportivo - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transversal, e c) esforço normal, para a combinação fundamental, com a sobrecarga como ação variável de base

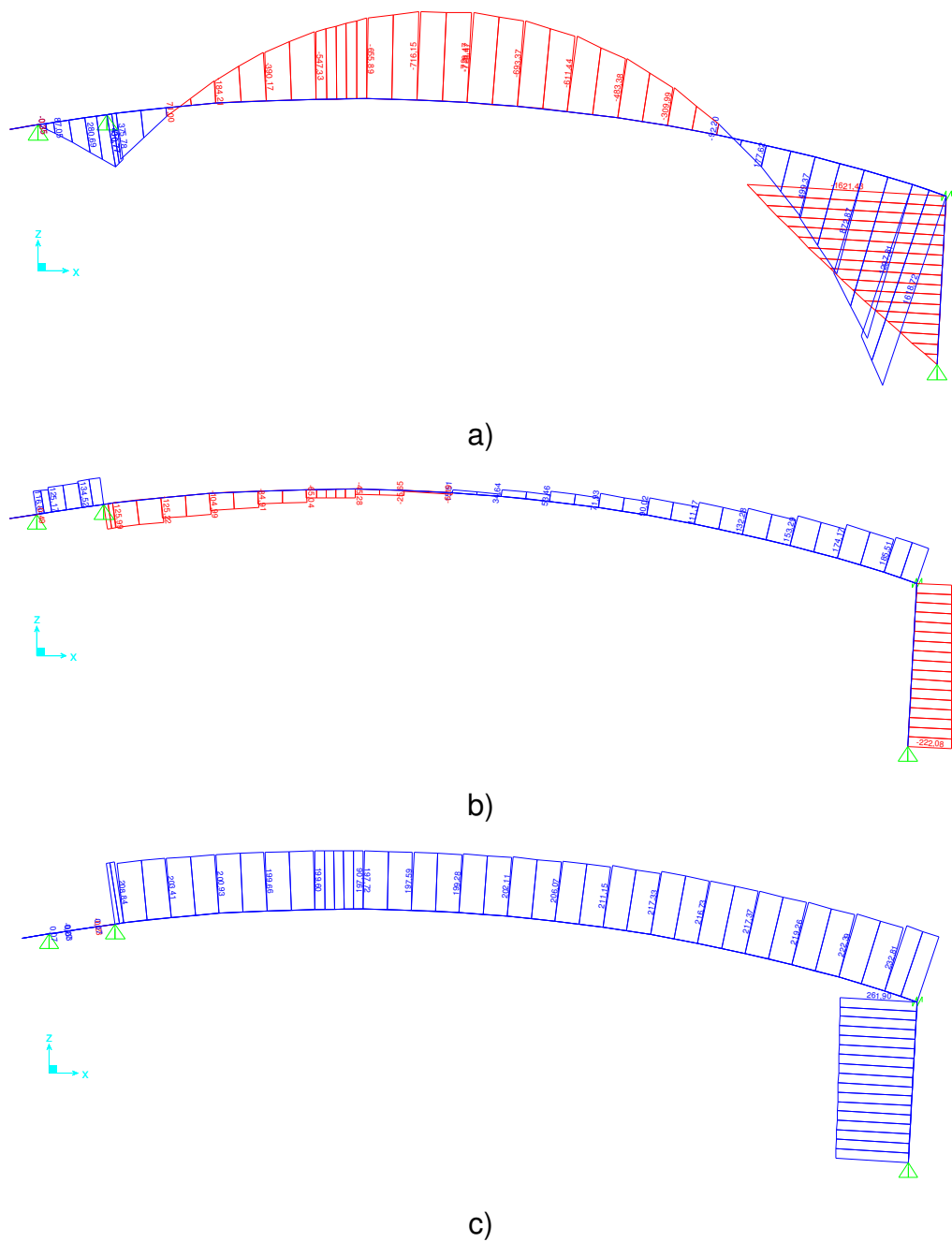
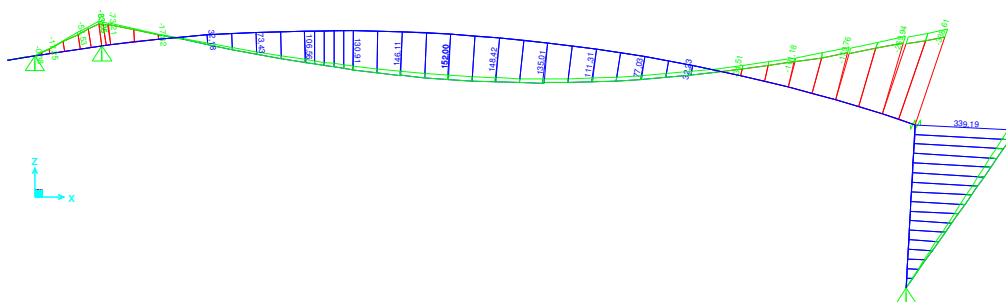
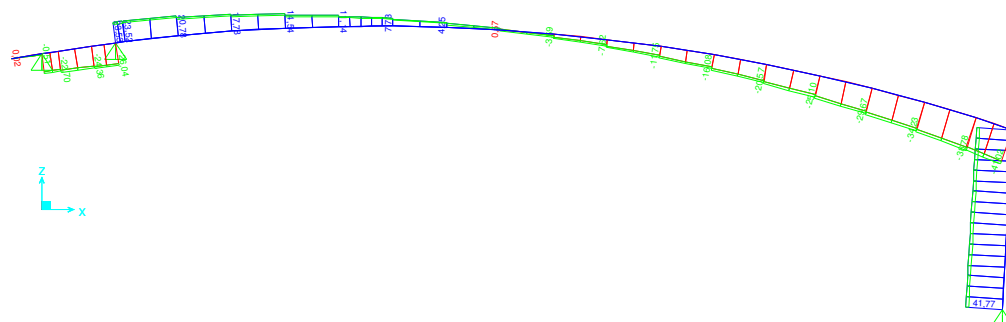


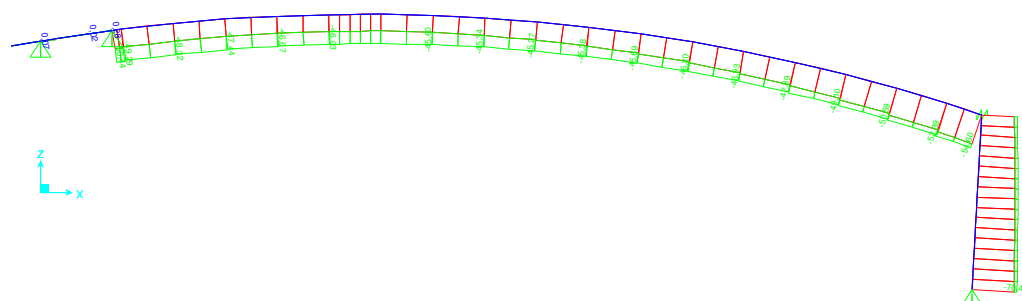
Fig. 47 – Gimnodesportivo - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transversal, e c) esforço normal, para a combinação fundamental, com o vento como ação variável de base



a)



b)



c)

Fig. 48 – Gimnodesportivo - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transversal, e c) esforço normal, para a combinação fundamental, com o sismo como ação variável de base

8.3 Esforços no pavilhão Polidesportivo Semicoberto

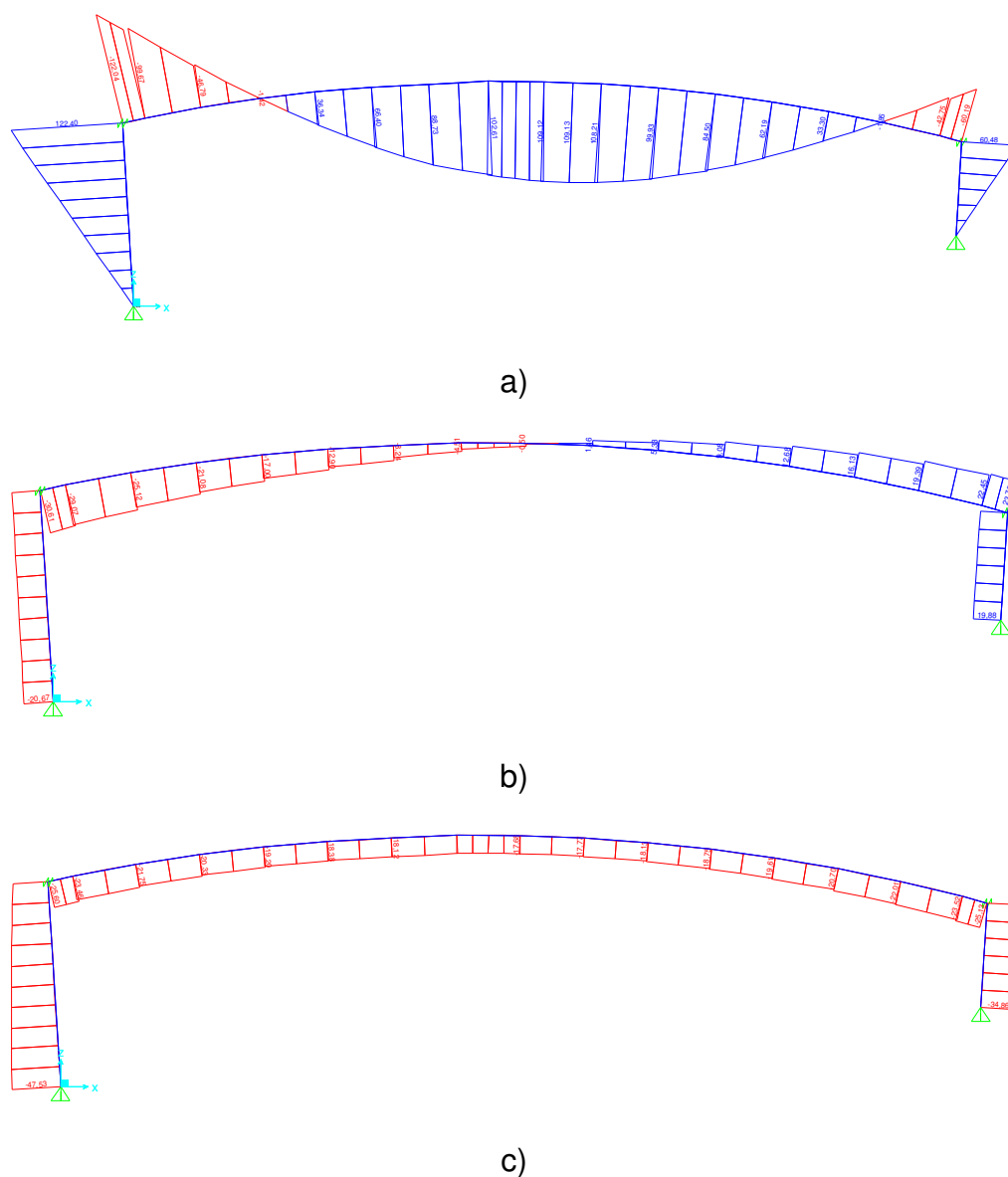
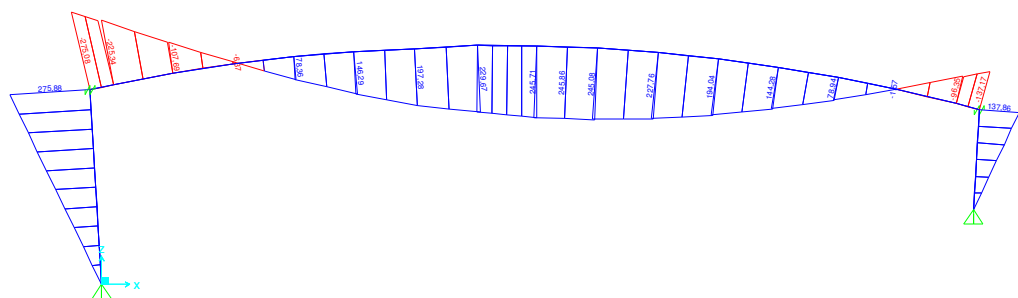
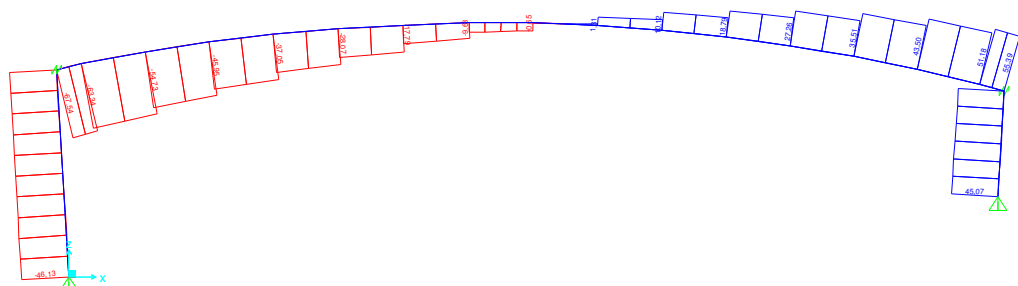


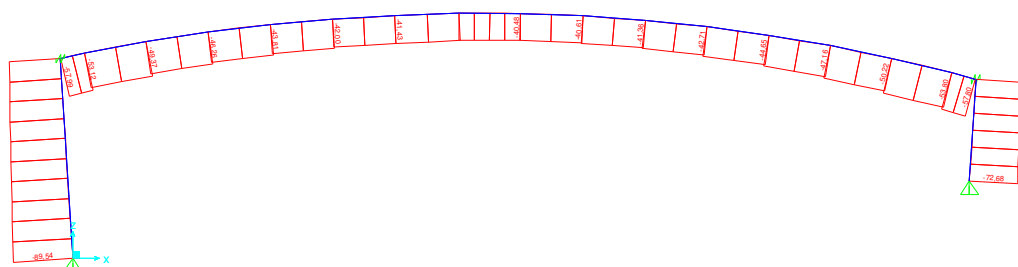
Fig. 49 – Pavilhão Semicoberto - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transversal, e c) esforço normal, para a combinação de ações permanentes (peso próprio e restantes cargas permanentes).



a)

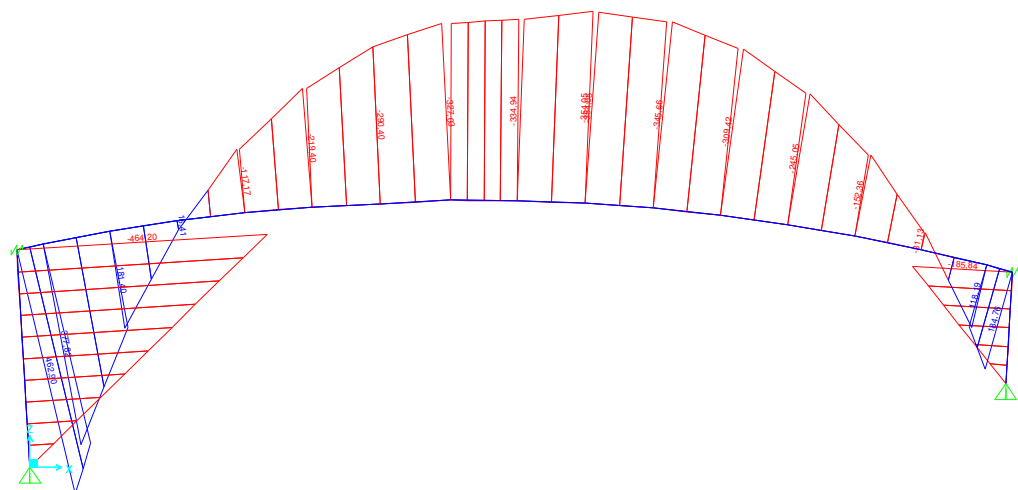


b)

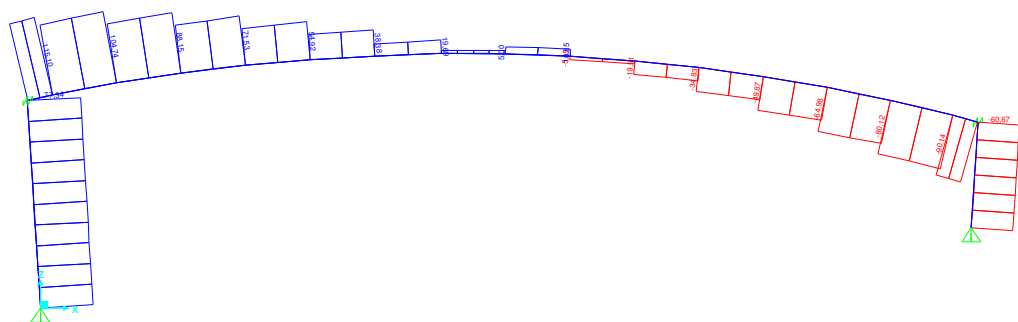


c)

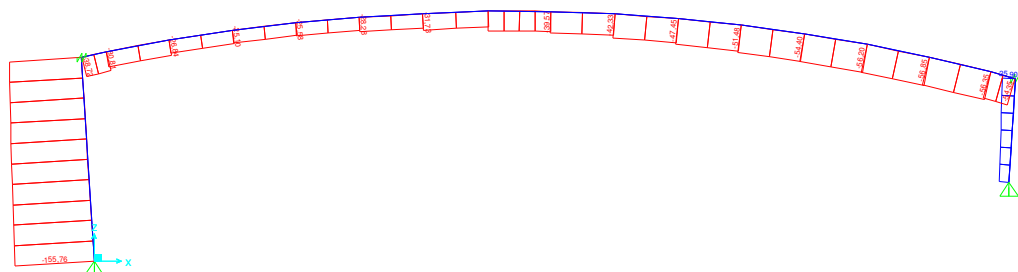
Fig. 50 – Pavilhão Semicoberto - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transversal, e c) esforço normal, para a combinação fundamental, com a sobrecarga como ação variável de base.



a)

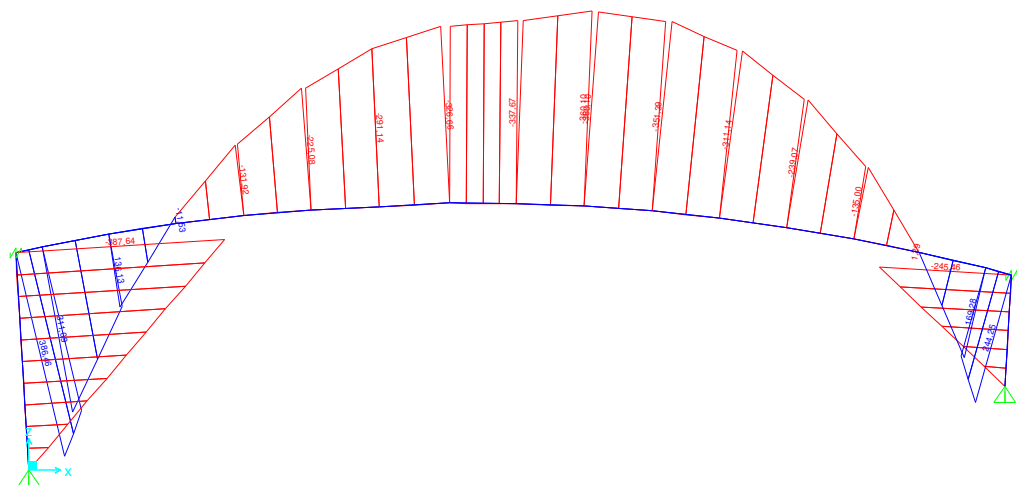


b)

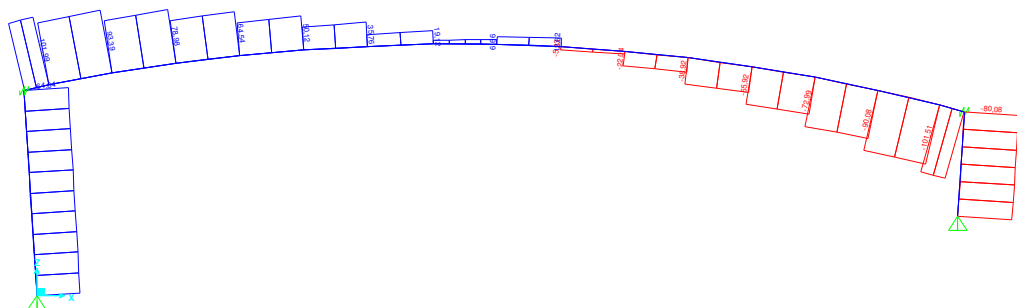


c)

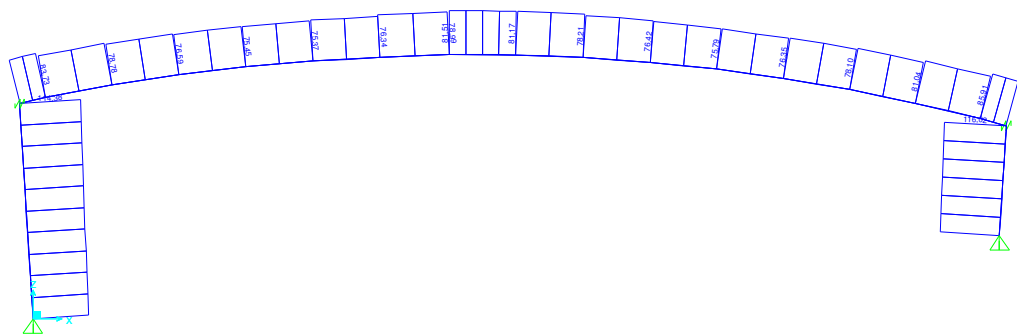
Fig. 51 – Pavilhão Semicoberto - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transversal, e c) esforço normal, para a combinação fundamental, com o vento como ação variável de base (1).



a)

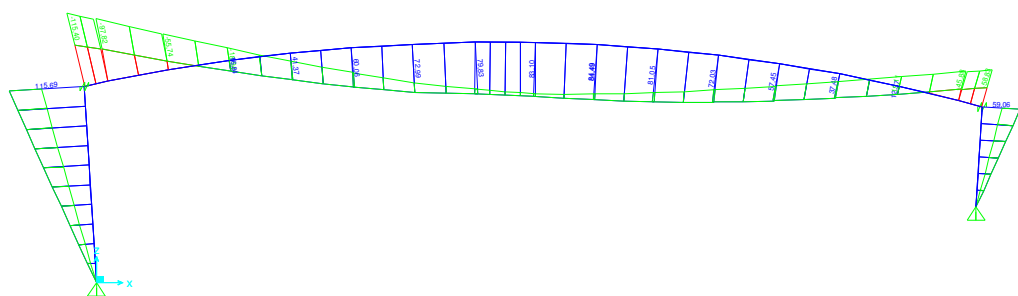


b)

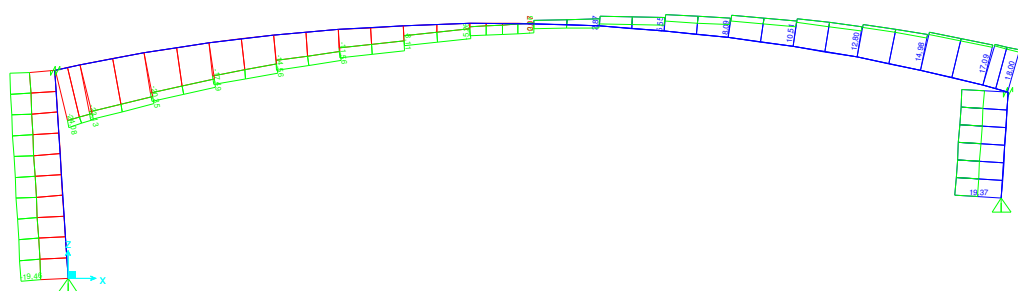


c)

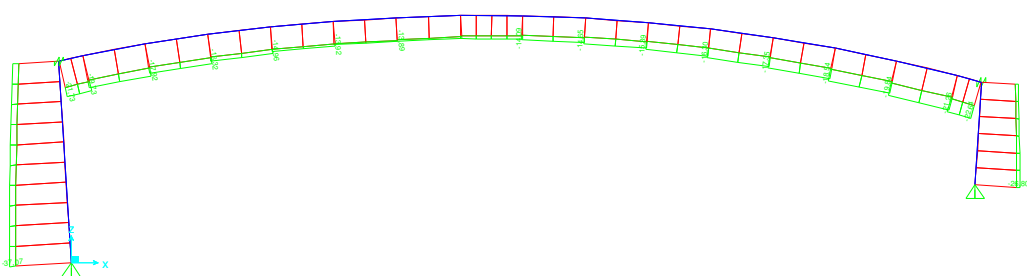
Fig. 52 – Pavilhão Semicoberto - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transversal, e c) esforço normal, para a combinação fundamental, com o vento como ação variável de base (2).



a)



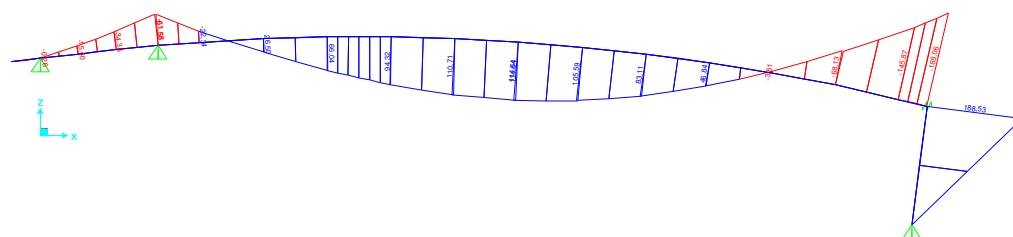
b)



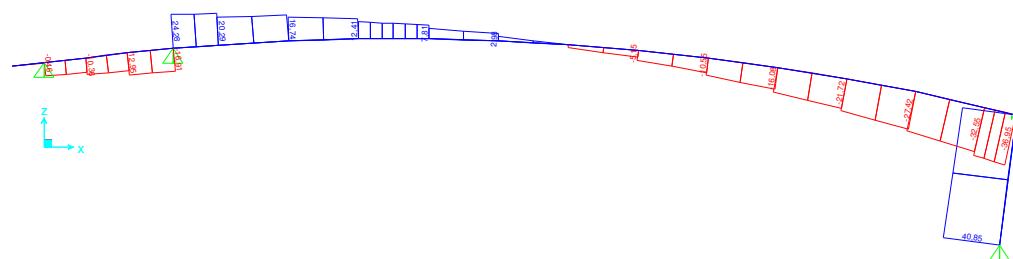
c)

Fig. 53 – Pavilhão Semicoberto - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transversal, e c) esforço normal, para a combinação fundamental, com o sismo como ação variável de base

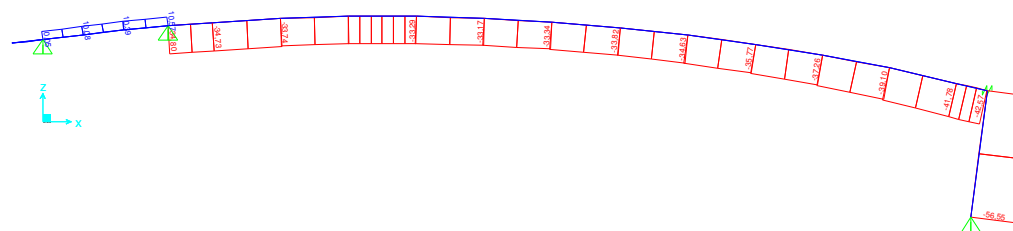
8.4 Esforços no Pavilhão da Piscina



a)



b)



c)

Fig. 54 – Piscina - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transversal, e c) esforço normal, para a combinação com a ação das cargas permanentes.

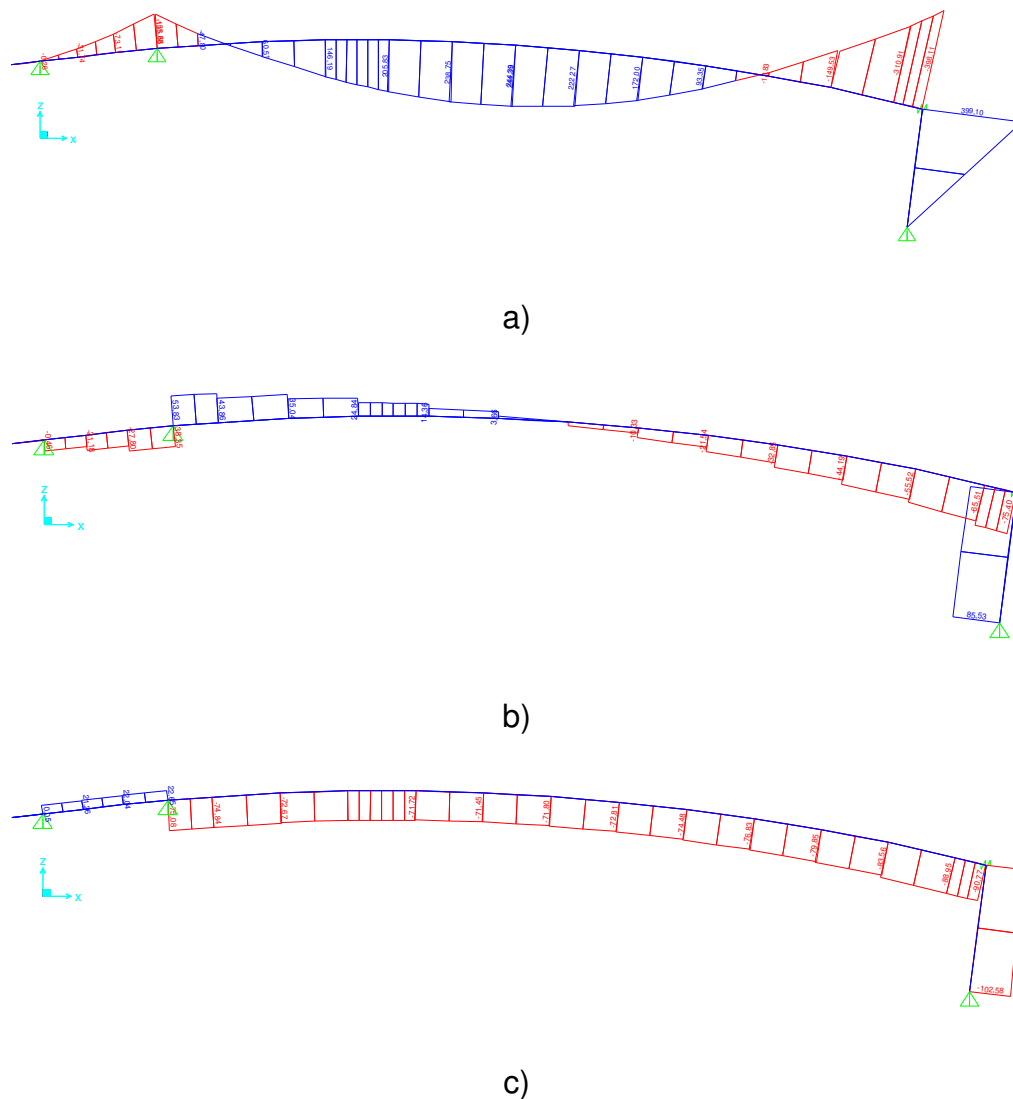
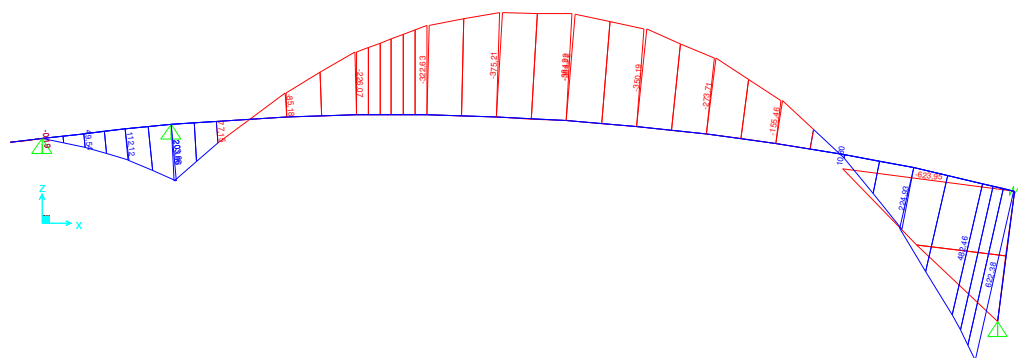
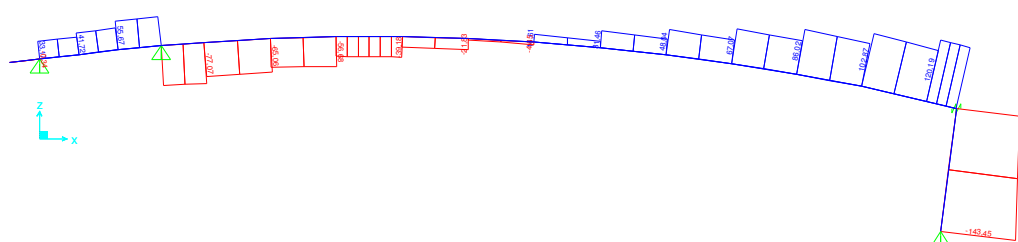


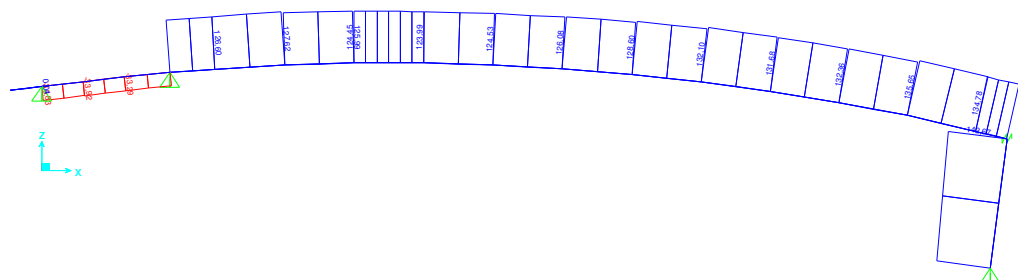
Fig. 55 – Piscina - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transverso, e c) esforço normal, para a combinação fundamental, com a sobrecarga como ação variável de base.



a)

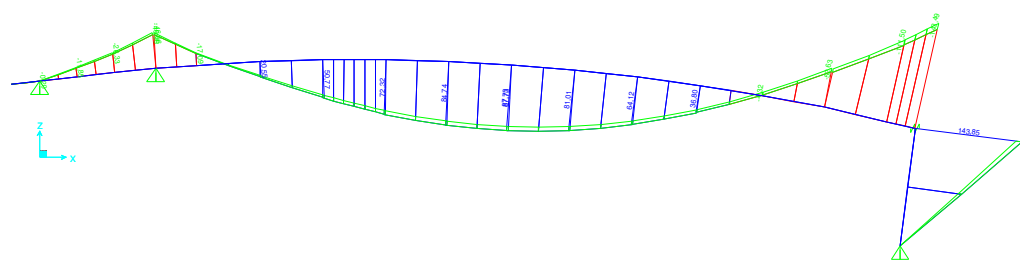


b)

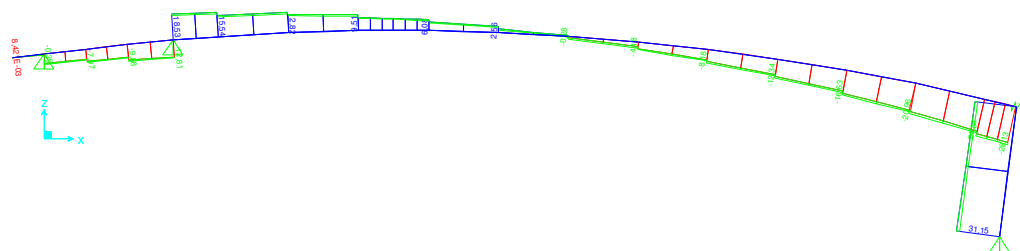


c)

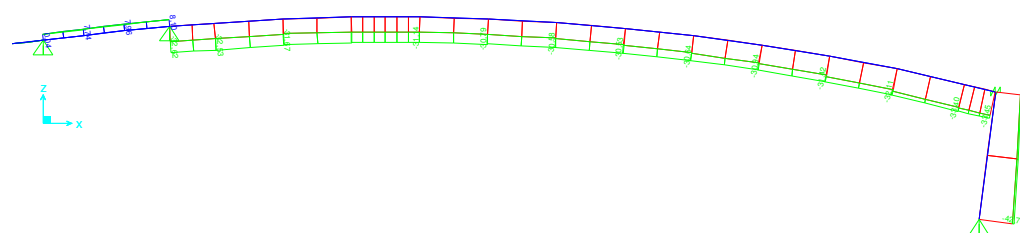
Fig. 56 – Piscina - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transversal, e c) esforço normal, para a combinação fundamental, com o vento como ação variável de base



a)



b)



c)

Fig. 57 – Piscina - Diagramas de: a) momento fletor; b) esforço transversal, e c) esforço normal, para a combinação fundamental, com o sismo como ação variável de base



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DOS TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS
LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE ESTRUTURAS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

ANÁLISE À ESTRUTURA DE COBERTURA
DO PAVILHÃO DO COMPLEXO
DESPORTIVO MANUEL DE ARRIAGA

RELATÓRIO 10/2017

Trabalho realizado para
Direção Regional do Desporto

Ponta Delgada, fevereiro de 2017

DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE ESTRUTURAS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

ANÁLISE À ESTRUTURA DE COBERTURA DO PAVILHÃO DO COMPLEXO DESPORTIVO MANUEL DE ARRIAGA

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Relatório ID: LREC/DSEMC – RELATÓRIO 10/2017
Proc. ID: Proc. 276
LREC/CD - Cota ID: 692.4
M44a
Autor(s) ID: Pedro Martinho Botelho Medeiros
Eng. Civil
João Manuel Correia Pimentel
Eng. Civil
Visto(s) ID: O Diretor de Serviços de Estruturas e Materiais de Construção
José Carlos Oliveira
O Diretor do Laboratório Regional de Engenharia Civil
Francisco de Sousa Fernandes

DECLARAÇÃO DE AUTENTICIDADE

O Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) declara que a cópia em formato PDF gravada no CD com ID LREC 10-17, constitui uma cópia integral e autêntica do documento acima identificado, encontrando-se em arquivo próprio do LREC o original em papel.

ÍNDICE

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 4 |
| 2 | ENQUADRAMENTO | 4 |
| 2.1 | Características do revestimento da cobertura | 5 |
| 3 | INSPEÇÃO TÉCNICA | 6 |
| 3.1 | Estimativa da inclinação de madres adjacentes à empena sul | 10 |
| 3.2 | Observações relacionadas com outras anomalias | 11 |
| 4 | DIAGNÓSTICO | 12 |
| 4.1 | Levantamento da cobertura | 12 |
| 4.2 | Aumento da abertura entre elementos de lamelado colado e caixilhos metálicos no alçado poente | 15 |
| 4.3 | Fendilhação em pilar | 17 |
| 5 | CONCLUSÕES | 18 |

1 INTRODUÇÃO

Tendo como base a solicitação da Direção Regional do Desporto, com o objetivo de analisar os danos à estrutura de cobertura do pavilhão do Complexo Desportivo Manuel Arriaga, devido a ventos fortes do passado dia 7 de dezembro de 2016, o Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) realizou uma inspeção técnica ao local para avaliar o dano nos elementos com função estrutural, e apresentar recomendações gerais para a conservação/reparação/reforço dos mesmos. O presente documento apresenta os trabalhos desenvolvidos e os resultados do trabalho efetuado, encontrando-se organizado nas seguintes secções:

- Enquadramento, onde são apresentadas as características das estruturas dos pavilhões com relevância para o presente estudo;
- Inspeção Técnica, onde são descritos os trabalhos de inspeção e apresentadas as principais observações;
- Diagnóstico, onde se analisam os resultados da inspeção à luz dos objetivos do estudo;
- Conclusões, onde se sintetizam os resultados do estudo e se apresentam recomendações em conformidade.

2 ENQUADRAMENTO

O Complexo Desportivo da Escola Secundária Manuel de Arriaga corresponde a um conjunto de três pavilhões (Gimnodesportivo, Polidesportivo Semicoberto e Piscina), que fazem parte da Escola Secundária Manuel de Arriaga, localizada na freguesia das Angústias da cidade da Horta, na ilha do Faial. A Fig. 1 apresenta a implantação dos pavilhões em relação aos restantes edifícios da escola, sendo que o presente estudo incidiu apenas no Pavilhão Gimnodesportivo.

Uma vez que as características dos vários edifícios já foram apresentadas no relatório Rel. 75/2015 [1] e a anomalia que motivou o pedido corresponde ao levantamento da cobertura na empena sul do Pavilhão Gimnodesportivo, apresentam-se apenas as características daquele edifício com relevância para a análise à anomalia e seus efeitos, nomeadamente, a geometria do edifício e a constituição do revestimento da cobertura.



Figura 1: Localização dos pavilhões do Complexo Desportivo da Escola Secundária Manuel de Arriaga.

2.1 Características do revestimento da cobertura

De acordo com a informação recolhida no local, a solução construtiva do revestimento da cobertura inclui os seguintes elementos (no sentido da face superior para a inferior):

- **Impermeabilização** - tela impermeabilizante, aparafusada à base por intermédio de parafusos autoroscantes localizados na camada inferior da zona de emendas. Esta camada não constava do projeto inicial do edifício, tendo sido aplicada devido às infiltrações que se verificaram no pavilhão desde a conclusão da sua construção;
- **Isolamento térmico** - placas de poliestireno extrudido. Esta camada também não constava do projeto inicial, tendo sido aplicada em simultâneo com a impermeabilização;
- **Revestimento original da cobertura** - chapas de revestimento da cobertura assentes sobre perfis metálicos paralelos às madres e ligados a estes por intermédio de encaixes aparafusados aos perfis (Fig. 2a). Este elemento, assim como os inferiores constavam do projeto inicial, pelo que apresentam características semelhantes ao das coberturas dos restantes pavilhões do Complexo Desportivo;
- **Base do revestimento da cobertura** - chapa metálica ondulada na base, fixa às madres e à viga de coroamento das empenas por intermédio de parafusos de comprimento reduzido (Fig. 2 b) e c));
- **Suporte do revestimento da cobertura** - Madres em lamelado colado assentes sobre

os pórticos, também em lamelado colado e embebidas nas paredes das empenas.

O remate do revestimento da cobertura original à empena é materializado por uma chapa em "L", sobre a base da qual assenta a base de revestimento da cobertura, e sobre o topo da qual assenta um elemento de capeamento em chapa fina (Fig. 2 d)). O remate da impermeabilização na zona da empena e do beiral da cobertura está apresentado na Fig. 2 e).

2.1.1 Trabalhos recentes no edifício

O edifício foi sujeito a obras de reparações/reforço na sequência do relatório Rel. 75/2015 [1], que consistiram nos seguintes trabalhos:

- Aumento da rigidez e reforço da ligação entre colunas e vigas dos pórticos em lamelado colado no alçado nascente do gimnodesportivo. Esta intervenção incluiu: 1) a substituição dos parafusos existentes por outros de diâmetro M24; 2) injeção do espaço livre nos furos dos parafusos com resina epoxídica; 3) colocação de chapa metálica circular entre o lamelado e as porcas dos parafusos; e 4) fecho de fissuras nos topos das vigas com resina epoxídica (Fig. 3a);
- Decapagem e aplicação de esquema de pintura de proteção anticorrosiva em parafusos em contacto com o exterior do Polidesportivo Semicoberto e substituição dos esticadores do pavilhão semicoberto por outros em aço inoxidável (Fig. 3b);
- Substituição parcial da caleira no alçado nascente do Polidesportivo Semicoberto.

3 INSPEÇÃO TÉCNICA

Na sequência do pedido, o LREC efetuou uma inspeção técnica à cobertura do Pavilhão Gimnodesportivo no dia 27-01-2017, quer pelo exterior, por intermédio de andaime, quer pelo interior, com recurso a um equipamento elevatório do Complexo Desportivo.

A inspeção técnica efetuada foi essencialmente visual, com registo fotográfico dos principais aspetos identificados. Também se procedeu à determinação da inclinação das madres de cobertura no troço entre a empena e o primeiro pórtico do edifício (no sentido sul-norte), com recurso a distanciómetro laser, para identificar eventuais variações de inclinação das madres na zona onde ocorreu o levantamento da cobertura e na zona onde esta não apresenta levantamento visível.



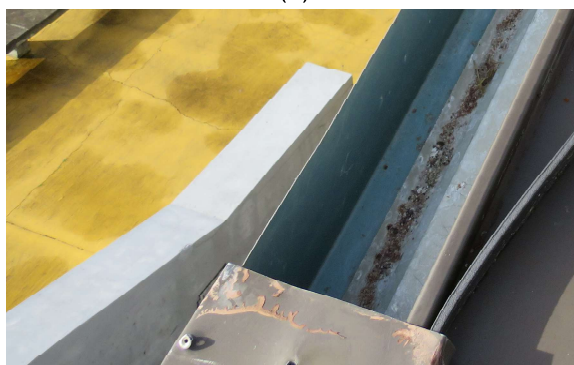
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 2: Características do revestimento da cobertura: a) Pormenor da ligação da chapa de revestimento da cobertura à base de revestimento da cobertura; b); Parafusos que asseguram a ligação dos encaixes de suporte das chapas de revestimento da cobertura (parafuso de menor altura) e da tela impermeabilizante (parafuso de maior altura) à base do revestimento da cobertura; c) Características da ligação à empena e; d) Características do capeamento da solução original de revestimento das coberturas (imagem tirada na cobertura do Polidesportivo Semi-coberto); e e) Pormenor de ligação da impermeabilização à chapa de capeamento da empena e ao beiral da cobertura.



(a)



(b)

Figura 3: Registo de obras recentes em: a) Pavilhão Gimnodesportivo; e b) Polidesportivo Semicoberto

Nesta secção apresentam-se as principais observações resultantes da inspeção técnica, as quais se enumeram em seguida:

- A anomalia que motivou o pedido corresponde ao levantamento de parte do revestimento da cobertura na empena sul do Pavilhão Gimnodesportivo (Fig. 4);
- O levantamento na zona mais elevada é da ordem dos 20-30mm (Fig. 5);
- A ligação entre as chapas da base do revestimento da cobertura e a estrutura é assegurada por parafusos de diâmetro e comprimento reduzido, orientados perpendicularmente ao eixo dos elementos de madeira (Fig. 2b);
- A rotura da ligação na zona da empena deu-se por arrancamento dos parafusos, apresentando-se estes inteiros e sem indícios de corrosão significativa (Fig. 2c);
- Também se verificou o arrancamento de parafusos de ligação da chapa de base do revestimento da cobertura às madres em madeira (Fig. 2b);
- As chapas de base do revestimento da cobertura evidenciam uma curvatura pronunciada nas zonas onde se localizam os parafusos de ligação da tela impermeabilizante a ela (Fig. 6);

- A zona onde o levantamento no exterior apresenta maior expressão também apresenta levantamento no paramento interior, assim como sinais de infiltração (Fig. 7 b)). Salienta-se que esta zona já evidenciava sinais de levantamento e humidade no paramento interior na inspeção anterior (Fig. 7 a)), que sugerem que o levantamento poderá já ter tido início antes da inspeção anterior;



Figura 4: Vista geral da zona afetada.



Figura 5: Medição do levantamento na zona de maior destacamento.



Figura 6: Paramento inferior da chapa da base do revestimento da cobertura



(a)



(b)

Figura 7: Indicadores de levantamento de revestimento de cobertura e humidade em parede no paramento interior do alçado sul, na zona onde o levantamento apresenta maior expressão em: a) 2015; e b) 2017.

3.1 Estimativa da inclinação de madres adjacentes à empena sul

Além da inspeção visual, procedeu-se a uma estimativa da inclinação de algumas madres da estrutura da cobertura (Fig.8) que fazem a ligação entre a empena sul e o pórtico adjacente, para determinação de eventuais diferenças de inclinação entre madres, que sugerissem uma causa para o levantamento da cobertura (levantamento por efeito de alavanca das madres). Para o efeito, procedeu-se à medição da distância de dois pontos das madres ao pavimento do pavilhão, e à medição da distância horizontal entre estes com recurso a distanciómetro laser.

A estimativa de inclinação determinada desta forma expedita apresenta algum erro, pelo que foi confirmada, no caso da viga V3, com recurso à medição direta da inclinação da madre com nível digital. A Tabela 1 apresenta a estimativa de inclinações de várias madres adjacentes à empena sul do edifício determinadas pelo método apresentado, salientando-se que, no caso da viga V3, a inclinação medida com o nível digital foi de -2,1°.

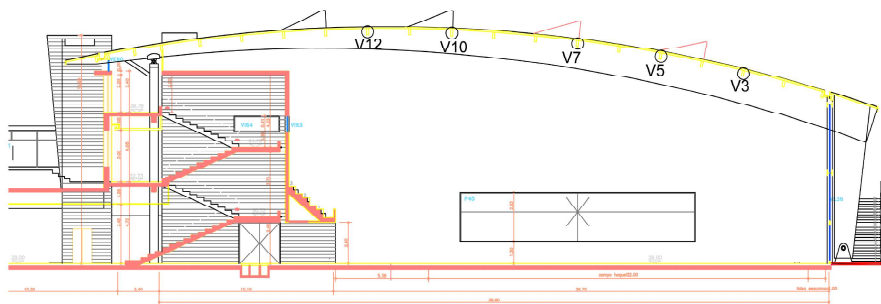


Figura 8: Identificação das vigas que foram sujeitas à estimativa de inclinação.

Tabela 1: Estimativa de inclinação de madres adjacentes à empena sul do edifício.

| Viga | hi [m] | hf [m] | Dh [m] | L [m] | i [°] |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|
| V3* | 10,727 | 10,605 | -0,122 | 3,45 | -2,0 |
| V5 | 11,729 | 11,623 | -0,106 | 3,45 | -1,8 |
| V7 | 12,423 | 12,32 | -0,103 | 3,45 | -1,7 |
| V10 | 13,015 | 12,889 | -0,126 | 3,45 | -2,1 |
| V12 | 13,046 | 12,93 | -0,116 | 3,45 | -1,9 |

A análise à Tabela 1 permite verificar que a inclinação das várias madres é semelhante, pelo que se considera pouco provável que o levantamento do revestimento da cobertura tenha sido motivado pela rotação destas, resultante das diferenças de rigidez das empenas e pórticos em lamelado colado.

3.2 Observações relacionadas com outras anomalias

Por solicitação da DRD, a inspeção técnica também incluiu a observação a outras anomalias, além da que motivou o pedido, nomeadamente:

- Fendilhação num pilar do alçado nascente do Pavilhão Gimnodesportivo, associada ao esmagamento da curva do tubo de queda adjacente (Fig. 9);

- Indícios de aumento da abertura da fenda entre as vigas de lamelado colado e os caixilhos metálicos no alçado poente do Pavilhão Gimnodesportivo, próximo da empena sul (Fig. 10);
- Indícios de corrosão em parafusos e esticadores, reparados e substituídos recentemente no Polidesportivo Semicoberto (Fig. 3b).



Figura 9: Fissuração em pilar e identificação da curva do tubo de queda esmagada.

4 DIAGNÓSTICO

4.1 Levantamento da cobertura

4.1.1 Potenciais causas

A inspeção técnica à cobertura, o historial recente de intervenções e análise às outras causas com potencial para provocar o seu levantamento sugerem que a causa mais provável para a anomalia corresponde à fixação da tela impermeabilizante à base metálica, uma vez que a ação dos parafusos na camada inferior provoca o seu levantamento e, conseqüentemente, uma ação



Figura 10: Destacamento da viga em relação ao caixilho nas vigas adjacentes à empena sul, no alçado poente do Pavilhão Gimnodesportivo (localização original indicada pela seta).

com potencial para provocar o arrancamento dos parafusos responsáveis pela sua fixação às madres. Esta observação é suportada pela curvatura das chapas de base da cobertura sob a zona das emendas da tela impermeabilizante (6).

Contudo, também se admite que o levantamento possa ter sido facilitado por uma eventual insuficiência no comprimento e/ou número dos parafusos responsáveis pela ligação da chapa de base às madres, associado à ação do vento. A este respeito, salienta-se que o Eurocódigo 5, citado por Negrão ([2]) impõe que o comprimento de embestimento de parafusos no elemento de madeira a ligar deve ser superior a 6 diâmetros do ligador, para a resistência à tração da ligação promovida por aquele elemento poder ser considerada. No entanto, a inexistência de elementos de projeto que indiquem as características dos ligadores, e a impossibilidade de determinação das suas características durante a inspeção técnica (porque implicaria a destruição de partes do revestimento inferior da cobertura) não permite quantificar em que medida esta situação poderá/ter contribuído para a ocorrência da anomalia.

No caso particular do levantamento sobre a zona da empena, considera-se que o tipo de ligadores utilizados é claramente desadequado para ligação àquele material (Fig. 2d), pelo que o levantamento da cobertura terá surgido por combinação das duas causas anteriores.

Face ao exposto, e apenas no caso de se pretender esclarecer o contributo de cada uma das causas apontadas para o desenvolvimento do problema, recomenda-se a remoção de parte

do revestimento inferior da cobertura sob as zonas das madres, num mínimo de três zonas distintas. Salienta-se, contudo, que a determinação das causas não terá consequências no tipo de intervenção de reparação a tomar, pelo que a sua determinação só terá importância no caso de se pretender atribuir responsabilidades pelo surgimento da anomalia.

4.1.2 Potenciais consequências

Tal como se referiu no relatório anterior do LREC [1], o peso próprio do revestimento da cobertura é da ordem de $0,15 \text{ kN/m}^2$, enquanto a ação do vento (quantificada de acordo com o R.S.A. [3]) provoca uma pressão de levantamento, que em zona corrente varia entre os $0,75$ a 1 kN/m^2 e em faixas próximas dos bordos da cobertura (com cerca de 4 m de largura) pode atingir os 2 kN/m^2 . Por conseguinte, em situação normal, verifica-se um potencial de levantamento do revestimento da cobertura que tem de ser contrariado com a aplicação de ligadores, devidamente dimensionados, na chapa de base da cobertura às madres que a suportam.

Face ao exposto, considera-se que a inexistência de uma ligação da chapa de base do revestimento da cobertura aos elementos de suporte desta (madres e reboco na empena), resultante do arranque dos ligadores originais, possui potencial para evoluir para uma situação de levantamento do revestimento da cobertura, pelo que a restituição de ligações devidamente dimensionadas na empena e nas madres onde se verificou o arranque dos ligadores originais é importante para evitar esta situação.

Por último, salienta-se que o levantamento do revestimento verificado até à data não aparenta ter tido consequências do ponto de vista de segurança estrutural do edifício, mas a sua evolução poderá ter consequências, na medida em que a remoção de parte da cobertura poderá intensificar, de forma imprevisível, as forças provocadas pela ação do vento no interior do edifício e, consequentemente, a excedência da capacidade resistente dos elementos em lamelado colado e/ou ligadores.

4.1.3 Recomendações

Nas secções anteriores identificaram-se as potenciais causas e consequências do destacamento de ligadores de suporte do revestimento da cobertura, quer na zona da empena (situação que motivou o pedido), quer em zona corrente, tendo-se identificado que existe potencial de evolução do levantamento identificado, no caso de não serem tomadas medidas que melhorem a fixação do revestimento aos elementos de suporte. Nesta secção apresentam-se recomendações para evitar esta evolução, distinguindo-se as que deverão ser tomadas em

zona corrente, das a tomar nas empenas. Uma vez que a especificação de soluções de intervenção não faz parte das competências do LREC, as soluções apresentadas deverão ser encaradas como tendo carácter exemplificativo, devendo a solução final a aplicar ser convenientemente especificada por um gabinete de projeto.

Relativamente à zona corrente, considera-se que os parafusos de ligação às madres que se destacaram deverão ser substituídos por outra solução de ligação, devidamente dimensionados em função das pressões previsíveis e das características dos elementos a ligar (lamelado colado e chapa metálica) e aplicada inferiormente, de forma a evitar implicações na impermeabilização da cobertura. Indica-se, a título exemplificativo, a possibilidade de recurso a fitas de cintagem perfuradas, que poderão ser introduzidas através de orifícios abertos inferiormente na chapa e fixos por parafusos às madres, ou a esquadros fixos lateralmente às madres.

Relativamente à impermeabilização e suporte do revestimento da cobertura na empena, considera-se que a solução utilizada até à data da inspeção - uma banda de selagem elástica - corresponde a uma solução adequada, uma vez que permite o suporte e impermeabilização daquela zona e resulta numa transferência de esforços linear, que evita fenómenos de punçoamento ou rasgamento da chapa metálica de espessura reduzida que faz o remate da cobertura. Salienta-se que, caso seja adotada, a aplicação desta solução na empena deverá ser precedida de uma correta preparação das superfícies a ligar, para evitar o descolamento da banda de selagem. Também é desejável que a solução a aplicar tenha cor clara, semelhante à da empena, para evitar um impacto visual significativo e um sobreaquecimento devido à radiação solar.

4.2 Aumento da abertura entre elementos de lamelado colado e caixilhos metálicos no alçado poente

A análise às fotos do edifício permitem identificar a ocorrência do levantamento do topo das vigas de lamelado colado do alçado poente (em particular as localizadas junto à empena sul), relativamente aos caixilhos, entre a inspeção anterior [1] (maio de 2015) e a atual.

Tendo em consideração o curto período de tempo decorrido entre as duas inspeções e o historial recente de intervenções, considera-se que a causa mais provável para este levantamento corresponda às operações de reforço das ligações entre as vigas e colunas no alçado nascente. Com efeito, a operação de reforço das ligações, ao proceder à remoção parcial de ligadores sem colocação de escoramento sob as vigas de madeira, provocou um decréscimo de rigidez de rotação naqueles nós, que poderá ter tido como consequência, entre outros aspetos, um acréscimo de rotação no nó localizado a poente, e o consequente levantamento da viga em relação ao caixilho.

A Fig. 11 apresenta uma estimativa da variação de deslocamentos verticais nas vigas dos pórticos do Pavilhão Gimnodesportivo, em função da rigidez de rotação da ligação no nó nascente, para uma maior percepção das consequências da redução de rigidez temporária resultante dos trabalhos. Admitiu-se, para efeito de estimativa, que a rigidez de rotação original correspondia à apresentada no relatório anterior do LREC (≈ 120000 kN.m/rad) e a redução temporária de rigidez provocada pela remoção dos parafusos corresponde a metade daquele valor. Também se considerou a existência de uma ligação descontínua, mas com alguma rigidez de rotação, na zona de descontinuidade da viga (a cerca de 10m do alçado nascente) com uma rigidez de rotação de cerca de ≈ 100000 kN.m/rad. A sua análise permite verificar que a redução de rigidez de rotação no nó do alçado nascente tem como consequência a subida do topo da viga no alçado poente, conforme identificado no local.

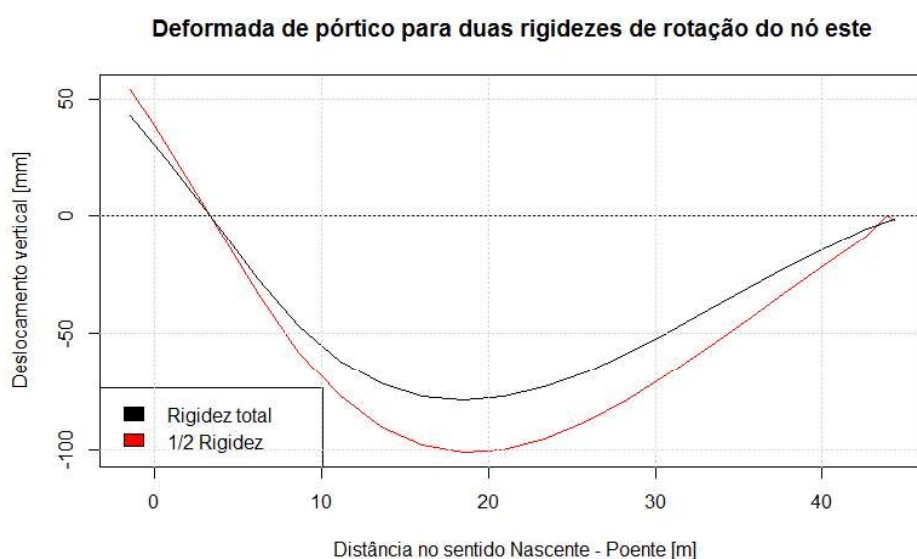


Figura 11: Estimativa de variação de deslocamento vertical em viga de pórticos, com a variação da rigidez de rotação da ligação das colunas à viga no nó nascente.

As Figs. 12 e 13 apresentam a distribuição de momentos na viga e pilares nas situações original e após redução de rigidez de rotação a metade na ligação viga-colunas. A sua análise permite verificar que existe uma redistribuição de esforços entre as duas situações, correspondente a um acréscimo de momentos a meio-vão da viga da ordem dos 25%.

Face ao exposto, considera-se que a causa mais provável para o levantamento das vigas de madeira em relação ao caixilho corresponde à falta de escoramento das vigas durante os trabalhos de reparação das ligações destas às colunas no alçado nascente do edifício. Salienta-se que na verificação de segurança apresentada no relatório anterior [1], se identificou uma reserva de segurança da ordem dos 35% a meio vão da viga, que permite compensar o acréscimo

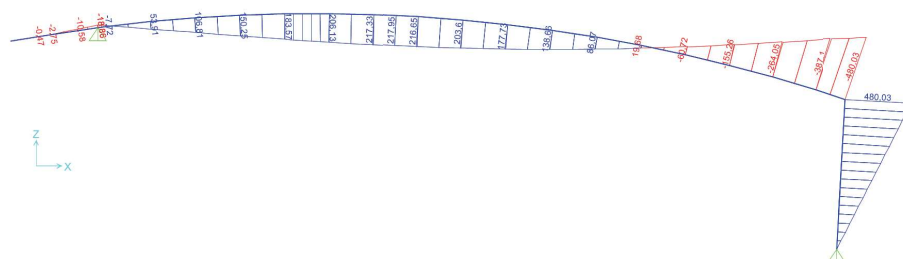


Figura 12: Estimativa de momentos, para a Combinação Quase Permanente (CQP) de ações para a situação de rigidez total da ligação viga-coluna poente.

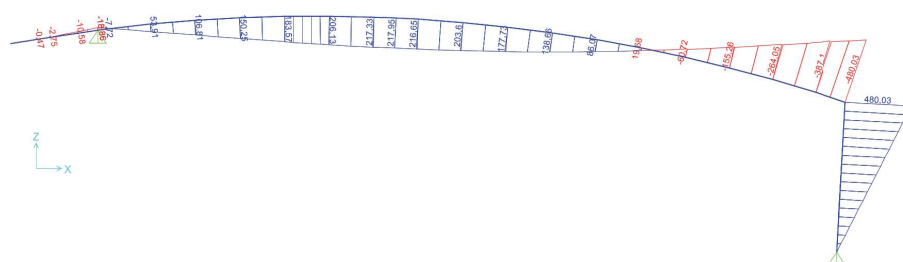


Figura 13: Estimativa de momentos, para a Combinação Quase Permanente (CQP) de ações para a situação de metade da rigidez total da ligação viga-coluna poente.

de momentos resultante da intervenção (cerca de 25%). Por conseguinte, considera-se que esta situação, apesar de indesejável, não aparenta comprometer a segurança dos pórticos, mas a sua evolução deve ser monitorizada. Para o efeito, recomenda-se a colocação de marcadores (p.ex. réguas graduadas) coladas aos caixilhos, que permitam medir a posição dos topos poente das vigas de madeira relativamente a estes.

4.3 Fendilhação em pilar

Não foi possível identificar uma causa precisa para o surgimento da fendilhação identificada no pilar (Fig. 9). No entanto, o esmagamento da curva do tubo de queda adjacente e a deformada da viga resultante da remoção de parcial de parafusos no alçado nascente (Fig. 11) sugerem

que o problema também pode estar relacionado com o aumento de deformação vertical na viga., que por sua vez provoca um deslocamento vertical da curva do tubo de queda, e um incremento de cargas verticais no pilar.

Uma outra alternativa, mas que não foi possível explorar durante a realização da inspeção técnica corresponde à corrosão da armadura do pilar ou a uma percentagem de armadura reduzida no pilar.

Por último, considera-se que a anomalia identificada não tem consequências significativas na segurança estrutural do edifício, uma vez que o pilar em questão corresponde a um elemento secundário para fixação dos caixilhos. No entanto, recomenda-se a reparação das fendas para evitar a corrosão das armaduras embebidas no betão. Para o efeito, poderá proceder-se: 1) picagem de parte do revestimento na zona fendilhada até à superfície das armaduras; 2) decapagem e aplicação de pintura anticorrosiva na armadura da zona afetada (no caso desta apresentar corrosão); e 3) restituição do recobrimento do betão, com recurso a uma argamassa específica para o efeito, por exemplo do tipo Sika MonoTop 612.

5 CONCLUSÕES

Na sequência do pedido da Direção Regional do Desporto (DRD), procedeu-se à inspeção técnica da cobertura do Pavilhão Gimnodesportivo, assim como à observação de mais algumas anomalias identificadas no local pela DRD.

O trabalho de campo analisado e foi complementado com a realização de alguns estudos numéricos, no sentido de identificar a(s) causa(s) mais provável(eis) para as anomalias e as suas potenciais consequências. Do trabalho realizado conclui-se o seguinte:

- Relativamente ao levantamento do revestimento da cobertura:
 - A colocação de ligadores metálicos na fixação da tela impermeabilizante (colocada posteriormente) provocou um efeito de levantamento da chapa de base do revestimento da cobertura, que por sua vez provocou o arrancamento dos ligadores às madres e empena;
 - O arrancamento poderá ter sido facilitado pelo, aparentemente, reduzido comprimento, diâmetro ou número reduzido de ligadores. No entanto, a inspeção técnica e falta de elementos de projeto não permitiram caracterizar convenientemente a ligação, pelo que não é possível quantificar a capacidade daquela ligação;

- A ação do vento sobre o revestimento da cobertura provoca uma pressão negativa, que associada à falha de ligação desse revestimento às madres e empena, provocou o levantamento do revestimento da cobertura.
 - A inspeção técnica não indiciou a existência de danos estruturais nas madres;
 - A ação do vento poderá continuar a provocar o levantamento do revestimento da cobertura, pelo que as ligações do revestimento às madres devem ser repostas por ligações convenientemente dimensionadas, aplicadas por baixo, pelo menos nas zonas em falta mas, preferencialmente, em toda a cobertura;
 - Foram propostas, a título exemplificativo, algumas alternativas de melhoria de ligação do revestimento da cobertura às madres (vd. §4.1). No entanto, a solução a implementar deverá ser devidamente especificada por gabinete de projeto.
- Relativamente ao levantamento do topo de vigas de lamelado colado no alçado poente e a fissuração de pilar no alçado nascente:
 - Considera-se que o processo construtivo associado ao reforço dos nós viga-colunas no alçado nascente, resultou uma redução temporária de rigidez das vigas, que por sua vez provocou um aumento de deformação vertical e, consequentemente, o levantamento do topo no alçado poente;
 - O aumento de deformação da viga no alçado nascente (Fig. 11) também é compatível com o esmagamento identificado na curva no tubo de queda, assim como com a fissuração;
 - Estas anomalias não aparentam ter consequências estruturais, uma vez que a reserva de segurança das vigas em lamelado colado é suficiente para acomodar o acréscimo de esforços estimado (Fig. 12 e 13);
 - Tendo em consideração a causa provável (redução temporária de rigidez no nós nascente), prevê-se que o fenómeno de levantamento dos topos esteja estabilizado. No entanto, recomenda-se que se proceda à colocação de marcas graduadas (p.ex. réguas) fixas aos caixilhos na zona onde se identificou o levantamento dos topos das vigas (alçado poente), de modo a monitorizar a evolução dos deslocamentos das vigas naquela zona e, consequentemente, a eventual necessidade de intervenção / estudo aprofundado. Solicita-se, neste contexto, o envio de medições regulares dos deslocamentos para o LREC (propõe-se uma medição mensal) para confirmar a estabilidade do fenómeno.

REFERÊNCIAS

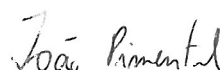
- [1] J. Pimentel, L. Miranda, and P. Medeiros, “Relatório 75/2015. complemento à inspeção técnica efetuada pela delegação da ilha do faial ao complexo desportivo da escola secundária manuel de arriaga, na cidade da horta, ilha do faial,” Laboratório Regional de Engenharia Civil dos Açores, Relatório Técnico 75/2015, 2015.
- [2] J. Negrão and A. Faria, *Projecto de Estruturas de Madeira*, E. T. Publindústria, Ed. Publindústria, 2009.
- [3] “Decreto-lei n.º235/83 de 31 de maio de 1983. regulamento de segurança a acções para estruturas de edifícios e pontes (rsaeep),” *Decreto-Lei n.º235/83 de 31 de maio de 1983*, 1985.

Laboratório Regional de Engenharia Civil, Ponta Delgada, fevereiro de 2017

Autoria



Pedro Medeiros
(Eng. Civil)



João Pimentel
(Eng. Civil)

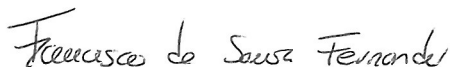
Vistos

O Diretor de Serviços de Estruturas e
Materiais de Construção



José Carlos Oliveira

O Diretor do Laboratório Regional de
Engenharia Civil



Francisco Sousa Fernandes