

PROJETO DE REFORÇO
ESTRUTURA DE MADEIRA EXTERIOR DA
PISCINA DE MACHICO



LOCAL:
Machico – Ilha da Madeira

REQUERENTE:
Direção Regional dos Edifícios Públicos

10 de Dezembro de 2018

1. Introdução

A pedido da Direção Regional de Edifícios Públicos – Governo Regional da Madeira elabora-se o presente projeto de reforço da estrutura exterior em madeira lamelada colada da Piscina de Machico.

De forma a perceber o grau de degradação da referida estrutura, foram elaboradas sondagens às vigas exterior no passado dia 20 de Novembro de 2018.

Este projeto visou apenas as vigas exteriores em madeira lamelada colada, ficando assim excluída a estrutura de betão, assim como a estrutura interior em madeira lamelada colada.

A referida piscina situa-se no concelho de Machico, Ilha da Madeira, sendo que a sua estrutura em madeira lamelada colada foi projetada e construída pela empresa Flexilam no ano de 2004.

2. Descrição Estrutura

A estrutura de madeira é composta por 7 vigas em arco tri-apoiadas numa estrutura de betão armado.

Cerca de 5,65 metros das vigas em arco, encontram-se no exterior do edifício, sem qualquer proteção superior.

Os arcos são ligados entre si por madres e contraventamentos.

As empenas laterais são em estrutura de betão armado.

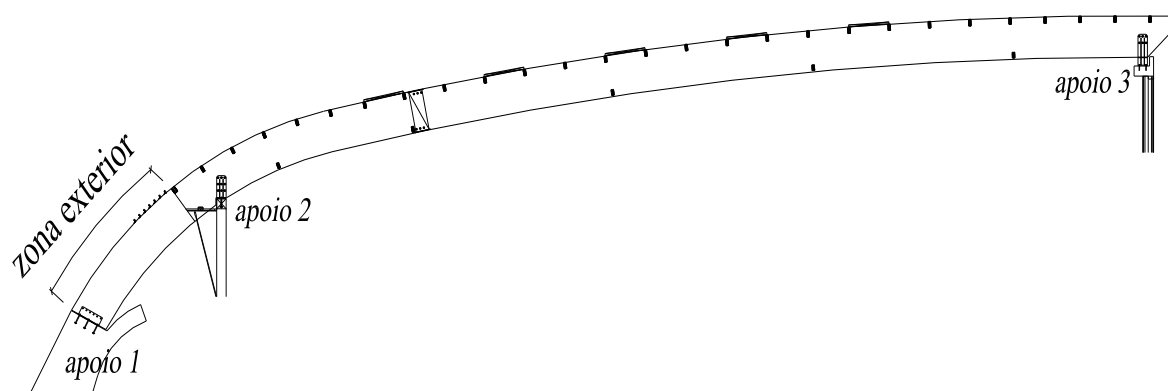


Figura 1 – corte esquemático das vigas principais

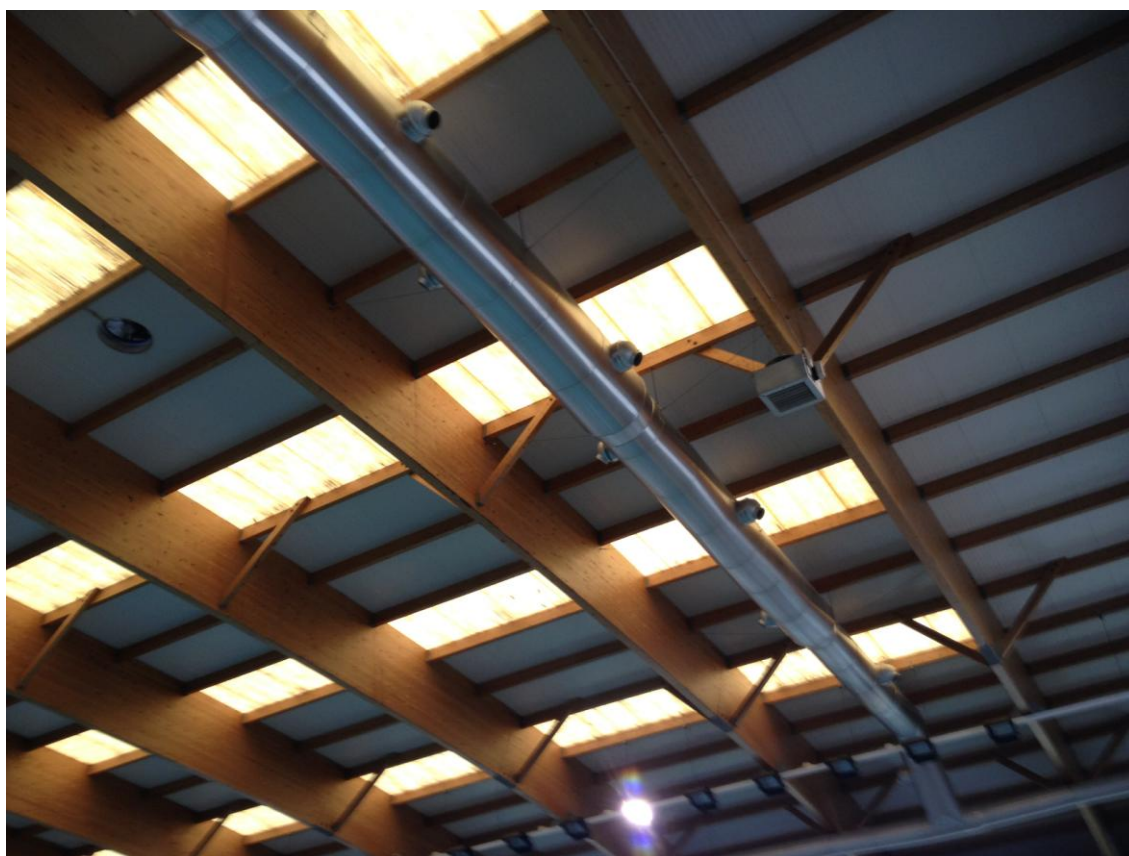


Foto 1 – foto da zona interior da estrutura de madeira



Foto 2 – foto da zona exterior da estrutura de madeira

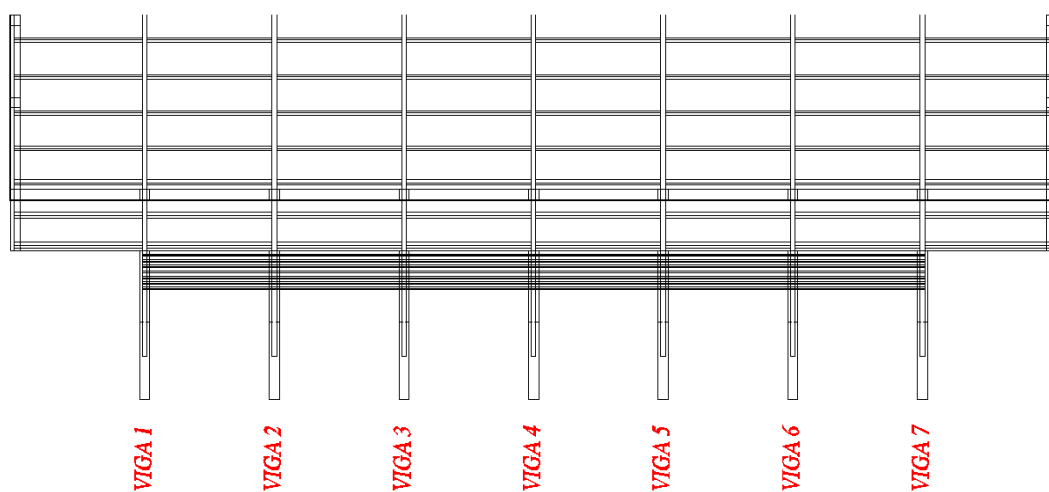


Figura 2 – planta esquemática das vigas em estudo

3. Sondagem realizada

Para avaliar o nível de degradação das vigas exteriores, foi efetuada uma sondagem.

Começou-se por efetuar uma observação visual de todas as vigas em estudo, tendo-se identificado a viga 7 como a que apresenta pior estado.

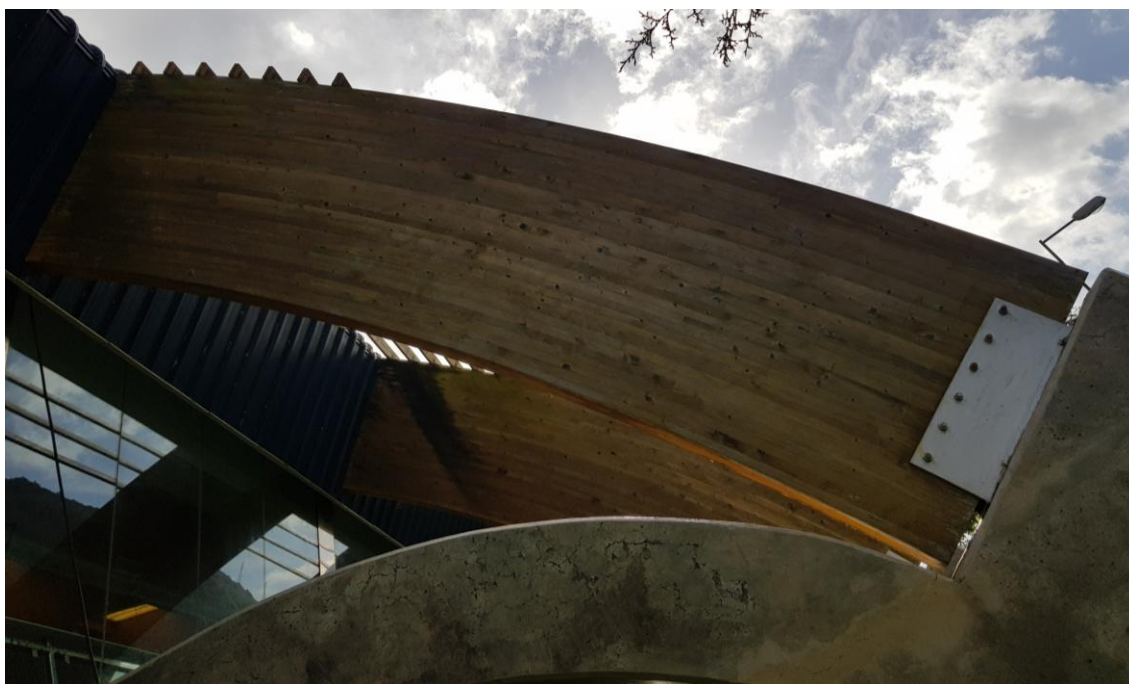


Foto 3 – viga 1 (vista lateral esquerda)



Foto 4 – viga 1 (vista frente)

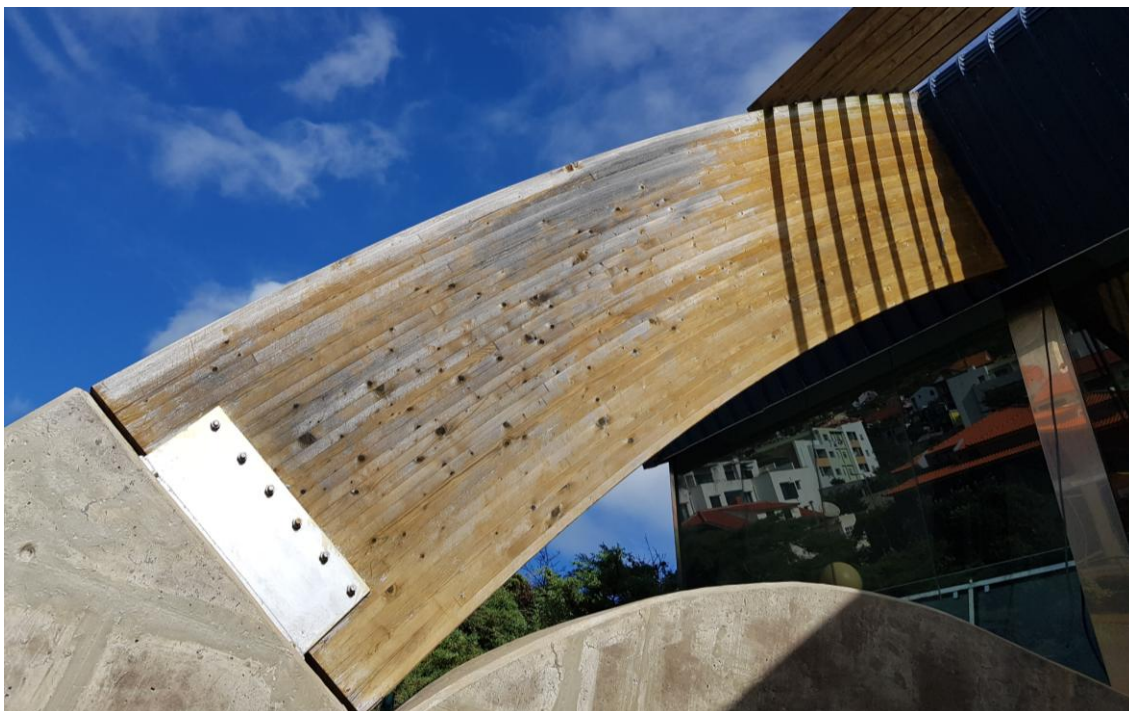


Foto 5 – viga 1 (vista lateral direita)

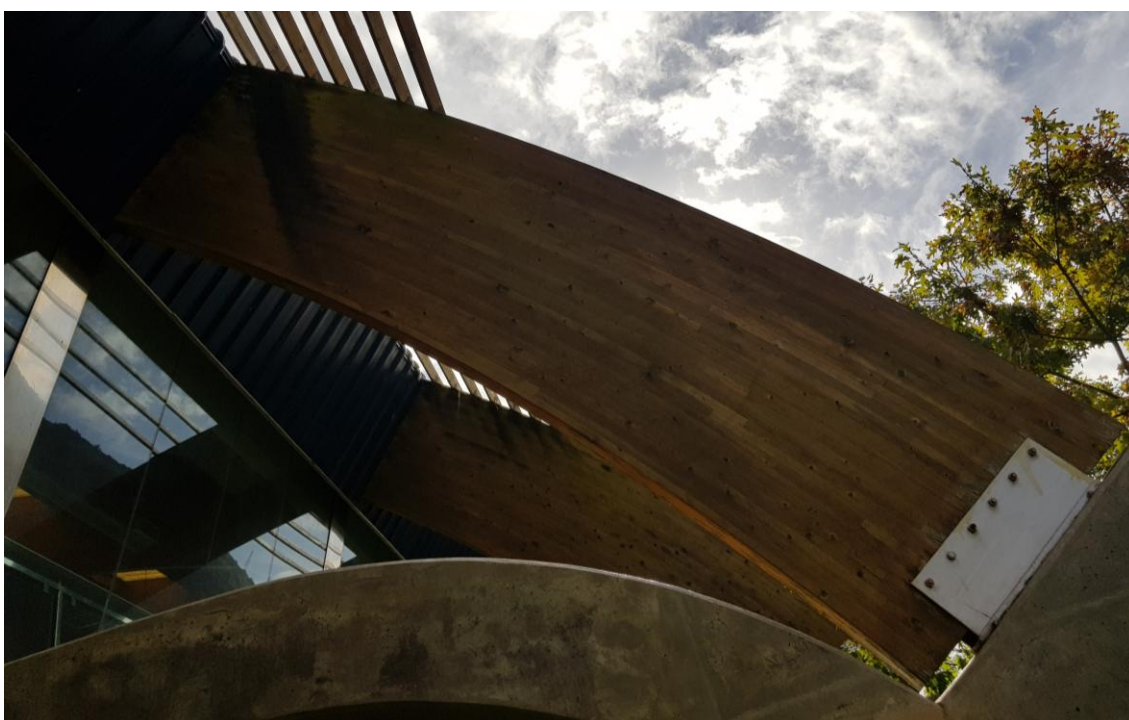


Foto 6 – viga 2 (vista lateral esquerda)



Foto 7 – viga 2 (vista frente)

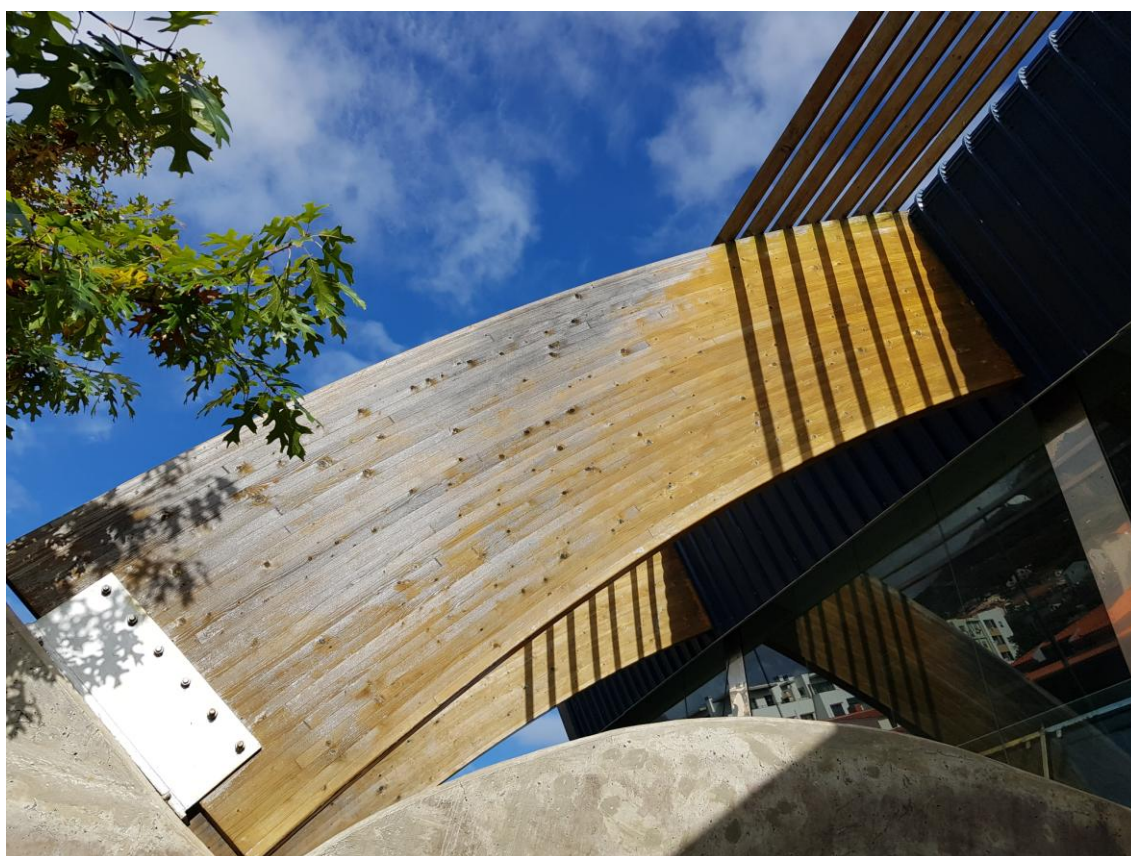


Foto 8 – viga 2 (vista lateral direita)

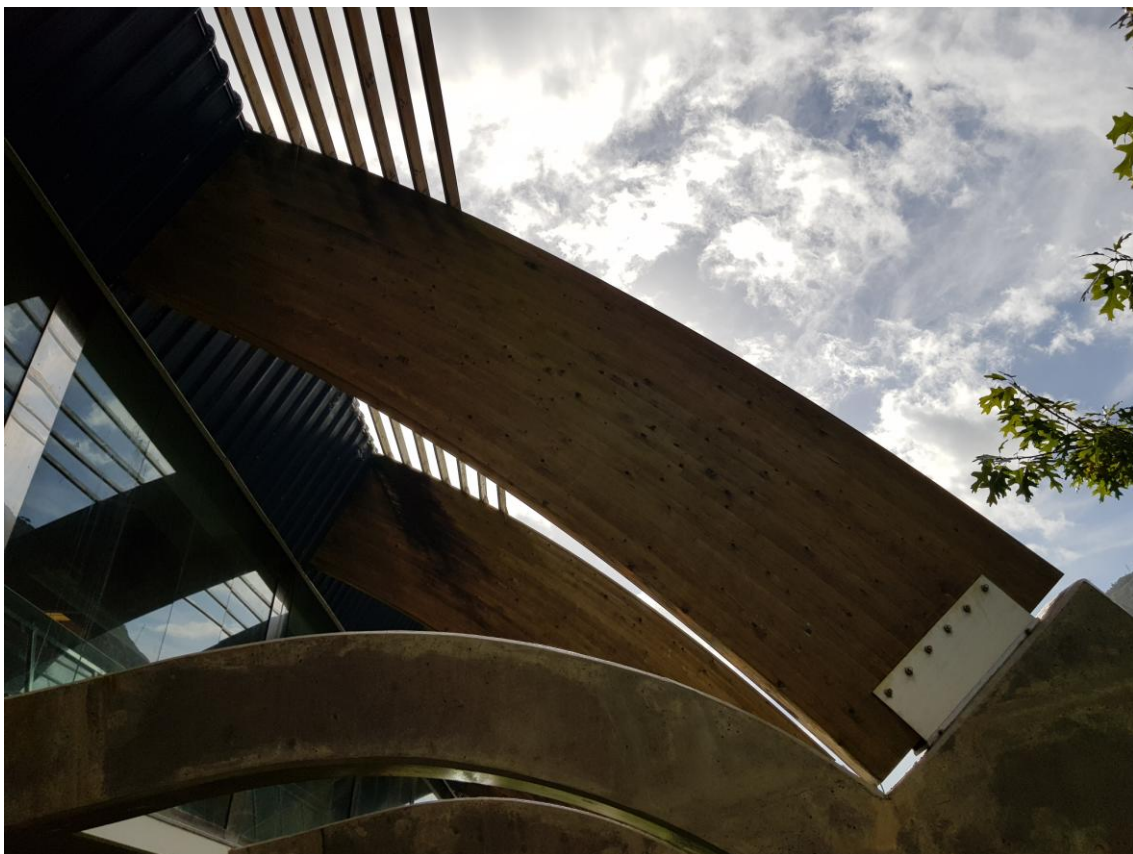


Foto 9 – viga 3 (vista lateral esquerda)



Foto 10 – viga 3 (vista frente)



Foto 11 – viga 3 (vista lateral direita)



Foto 12 – viga 4 (vista lateral esquerda)



Foto 13 – viga 4 (vista frente)

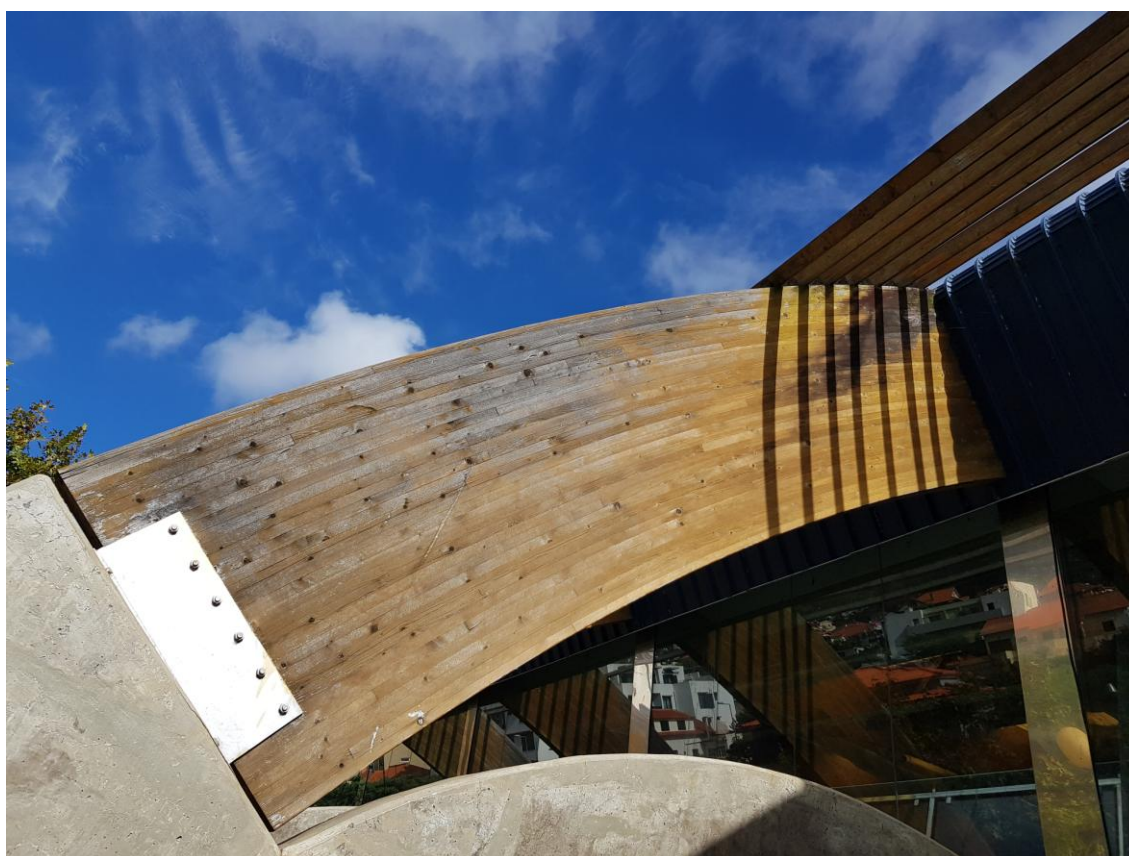


Foto 14 – viga 4 (vista lateral direita)



Foto 15 – viga 5 (vista lateral esquerda)



Foto 16 – viga 5 (vista frente)



Foto 17 – viga 5 (vista lateral direita)

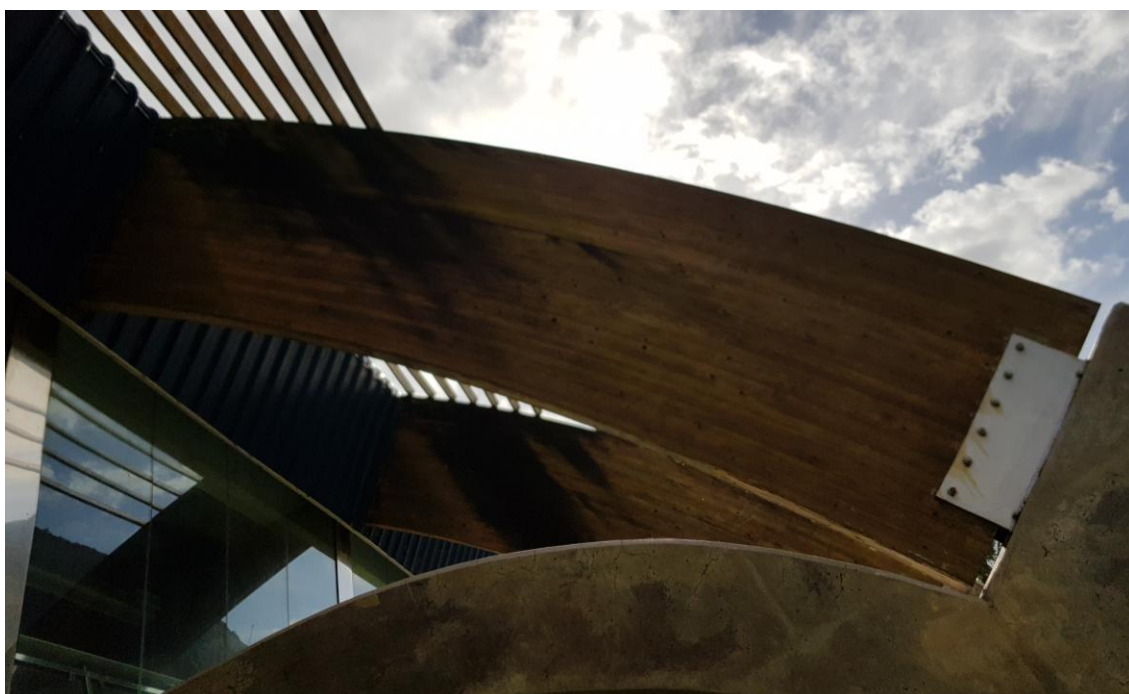


Foto 18 – viga 6 (vista lateral esquerda)



Foto 19 – viga 6 (vista frente)

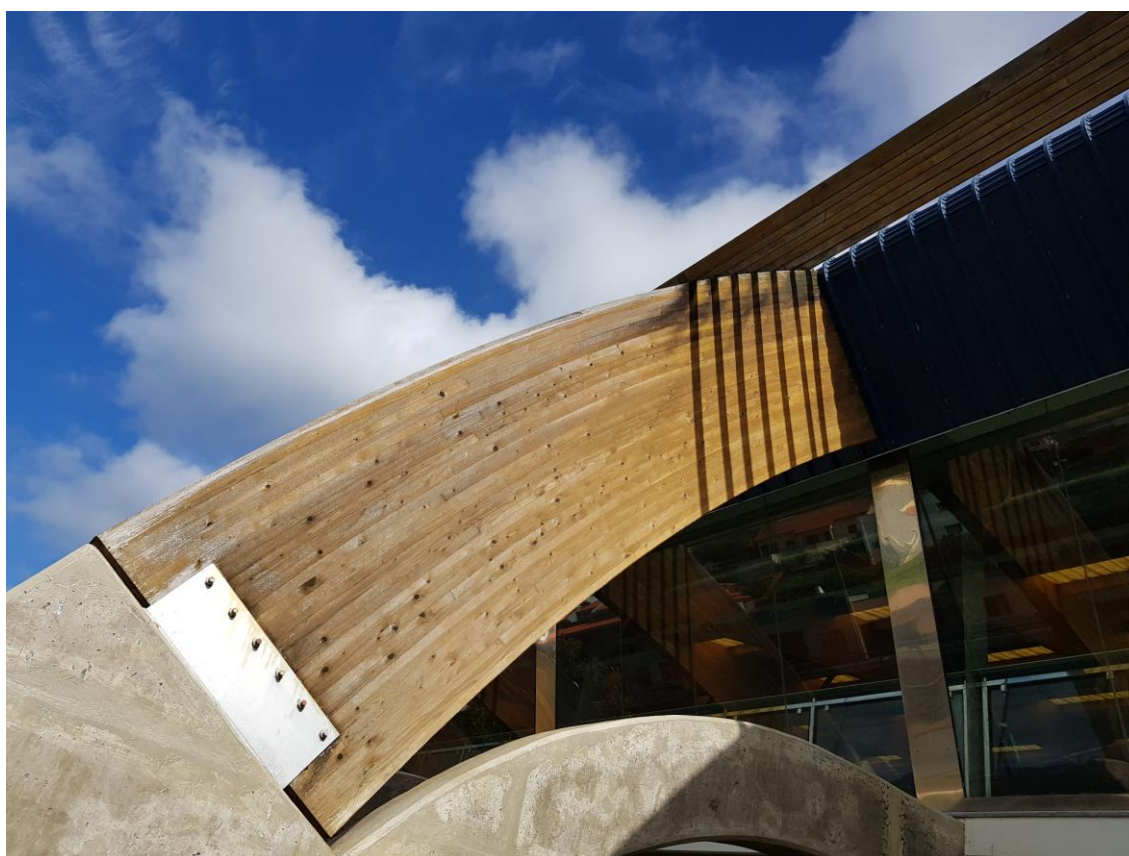


Foto 20 – viga 6 (vista lateral direita)

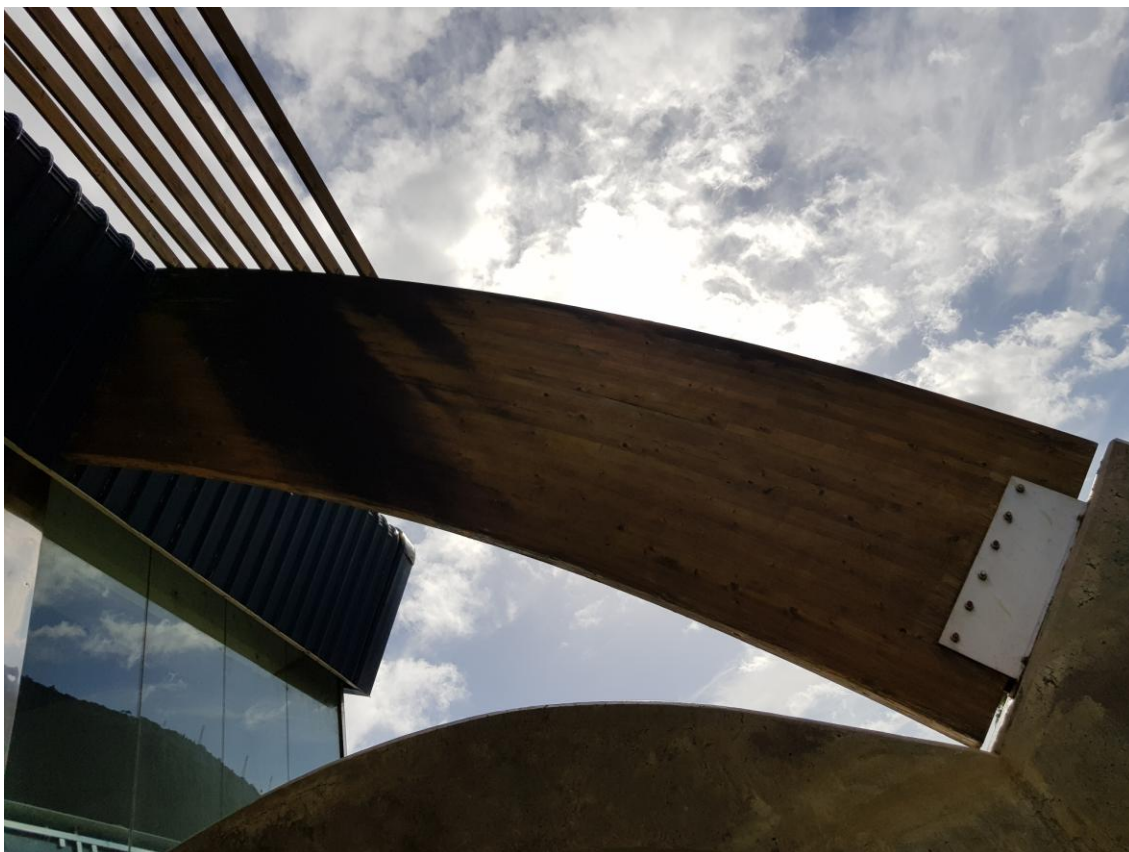


Foto 21 – viga 7 (vista lateral esquerda)

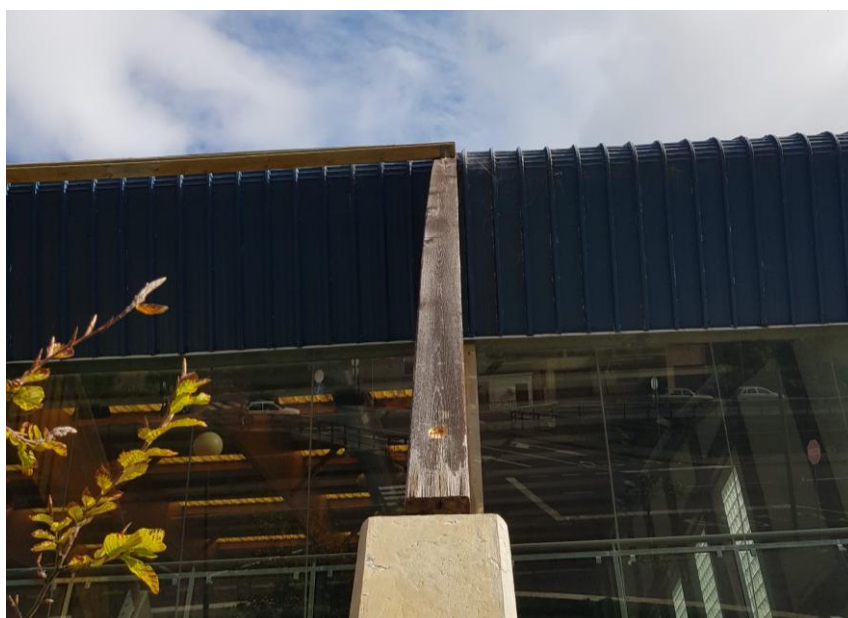


Foto 22 – viga 7 (vista frente)



Foto 23 – viga 7 (vista lateral direita)

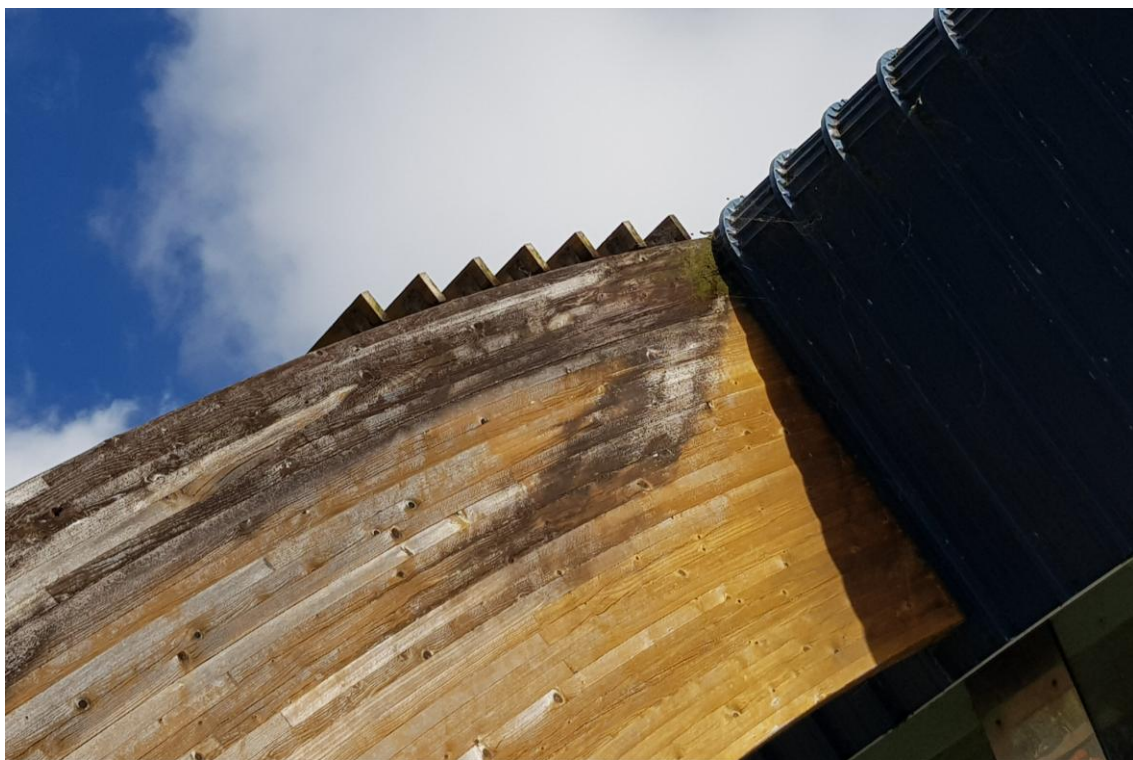


Foto 24 – viga 7 (zona superior – zona mais degradada)

De seguida efetuaram-se várias sondagens na viga 7, nomeadamente as que se apresentam na figura seguinte:

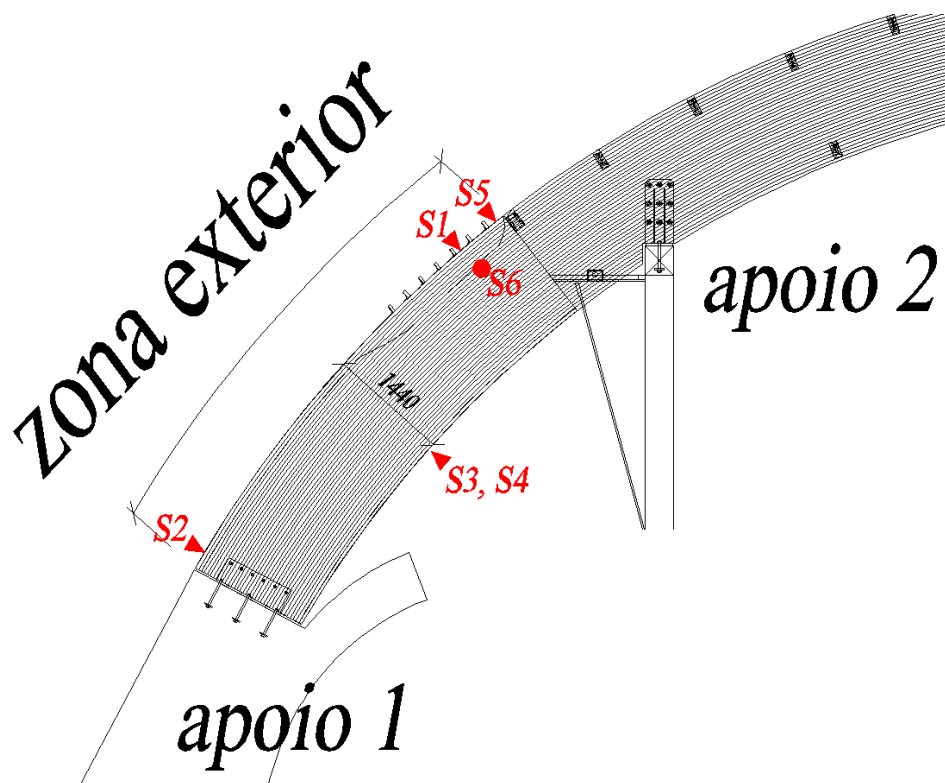


Figura 3 – localização dos pontos de sondagem

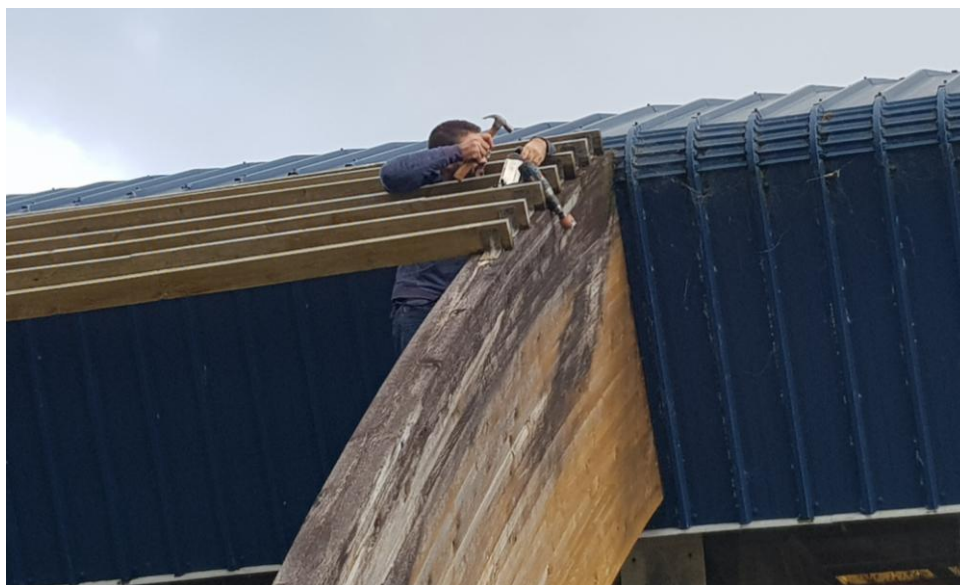


Foto 25 – realização da sondagem

A sondagem consistiu em efetuar um corte nas zonas degradadas de forma a medir a espessura da madeira afetada.

Foram então obtidos os seguintes resultados:

SONDAGEM S1 – sondagem efetuada na parte superior da viga (no 2º intervalo das vigas secundárias a contar de cima para baixo). Foi medida uma espessura afetada de 14 mm.



Foto 26 – medição da zona afetada na Sondagem S1

SONDAGEM S2 – sondagem efetuada na parte superior da viga (junto ao apoio inferior). Foi medida uma espessura afetada de 10 mm.



Foto 27 – medição da zona afetada na Sondagem S2

SONDAGEM S3 – sondagem efetuada na parte inferior da viga - eixo (a meio da viga exterior). Foi medida uma espessura afetada de 8 mm.



Foto 28 – medição da zona afetada na Sondagem S3

SONDAGEM S4 – sondagem efetuada na parte inferior da viga – junto á lateral (a meio da viga exterior). Foi medida uma espessura afetada de 20 mm.



Foto 29 – medição da zona afetada na Sondagem S4

SONDAGEM S5 – sondagem efetuada na parte superior da viga (junto á chapa metálica). Foi medida uma espessura afetada de 120 mm.



Foto 30 – medição da zona afetada na Sondagem S5



Foto 30 – estado da viga de madeira na Sondagem S5



Foto 31 – estado da viga de madeira na Sondagem S5



Foto 32 – estado da viga de madeira na Sondagem S5

SONDAGEM S6 – sondagem efetuada na parte lateral da viga (junto á chapa metálica). Foi medida uma espessura afetada de 20 mm.



Foto 33 – medição da zona afetada na Sondagem S6



Foto 34 – medição da zona afetada na Sondagem S6

De seguida foi feita uma observação e medição de fissuras longitudinais existentes nas faces laterais das vigas. As fissuras têm maior incidência na face lateral direita (zona que se encontra orientada a sudeste – zona de maior incidência solar). A medição foi efetuada na face lateral direita da viga 7.

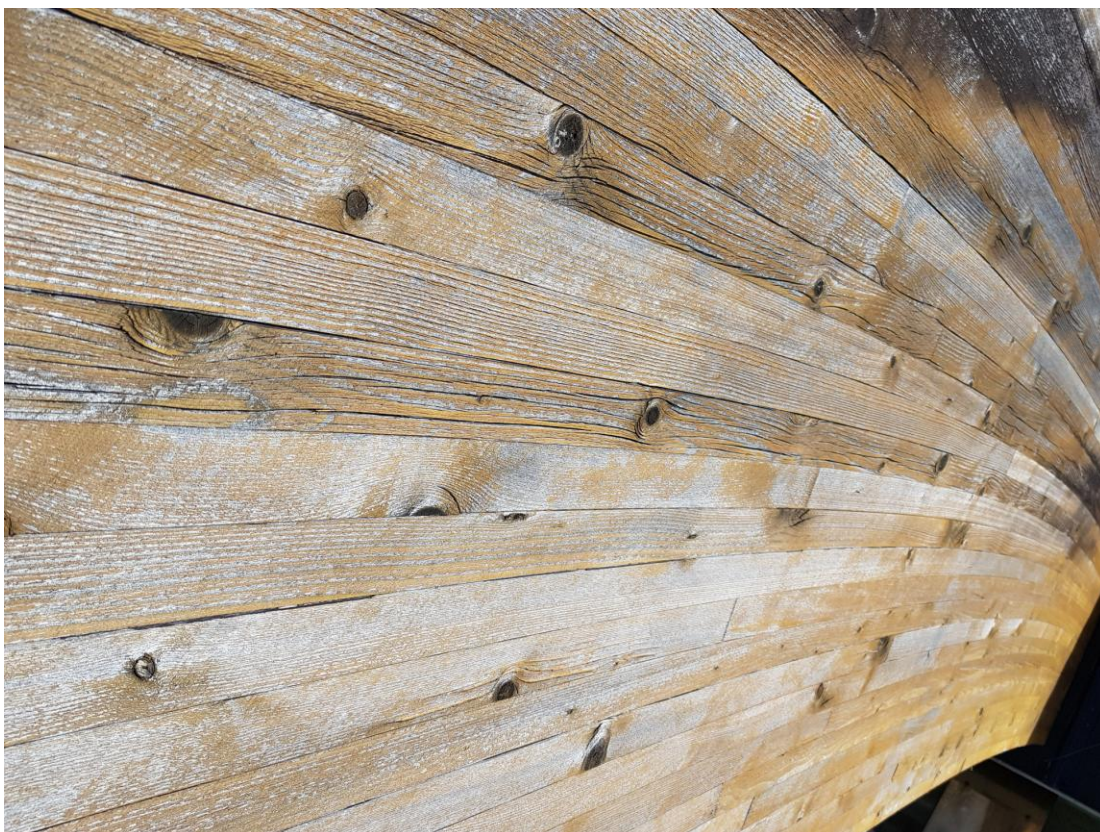


Foto 35 – face da viga orientada a sudeste (onde é possível verificar a fissuração)



Foto 36 – pormenor da fissuração



Foto 37 – medição profundidade da fissura 1 (13 mm)



Foto 38 – medição profundidade da fissura 2 (13 mm)



Foto 39 – medição profundidade da fissura 3 (12 mm)

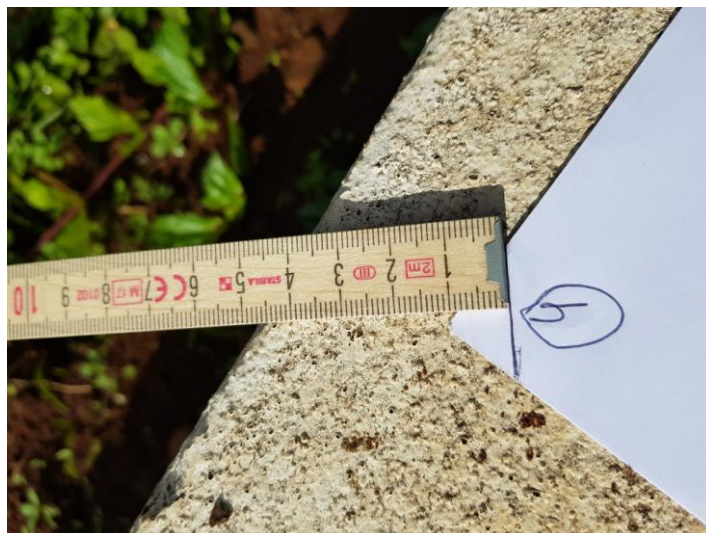


Foto 40 – medição profundidade fissura 4 (11 mm)

Conclui-se então que a estrutura exterior apresenta um elevado nível de degradação, tanto a nível da estrutura como a nível do tratamento superficial. A zona mais degradada é a zona imediatamente a seguir á chapa de cobertura (zona afetada diretamente pelo escoamento da água proveniente da cobertura)

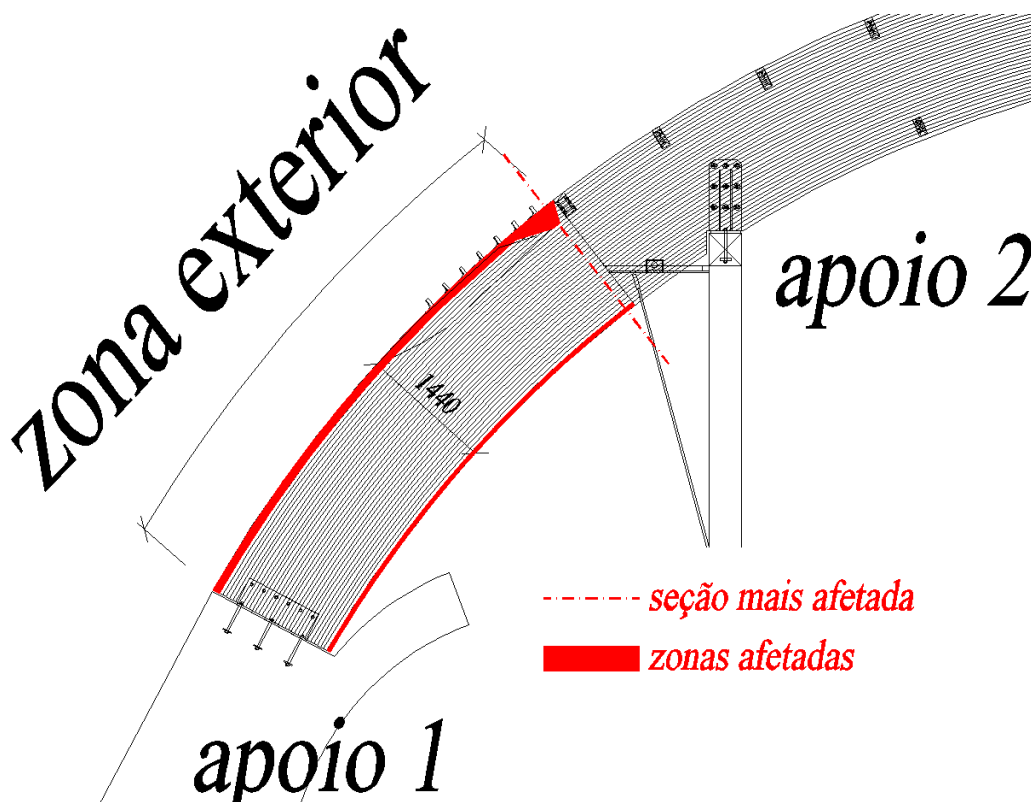


Figura 4 – localização da zona com secção mais afetada

Na zona da secção mais afetada a secção sofreu a seguinte redução:

Redução da Altura:

Parte Superior = 120 mm (sondagem S5)

Parte Inferior = 20 mm (sondagem S4)

Redução da Espessura:

Parte Lateral Esquerda = 20 mm (sondagem S6)

Parte Lateral Direita = 20 mm (sondagem S6 / medição fissuração)

Secção Original:

Altura inicial = 1440 mm

Espessura inicial = 160 mm

Secção Reduzida:

Altura atual = 1300 mm

Espessura atual = 120 mm

4. Verificação Estrutural

Foi efetuado a verificação estrutural para as vigas exteriores, dado que devido á degradação, estas perderam secção.

A diminuição de secção considerada foi obtida através da sondagem indicada no ponto 3.

Numa primeira análise, a verificação efetuada, é uma simples comparação do esforço resistente da secção original com a secção final, de forma a termos em percentagem a redução de resistência. Considerou-se nesta verificação que a madeira aplicada em obra é da classe GL24h. Nesta verificação não é verificada a combinação de esforços, nem a verificação á encurvadura.

Assim, temos:

	Secção Original 160x1440	Secção Atual 120x1300	Diminuição de resistência (%)
Flexão (Mrd)	918,8 kN.m	561,6 kN.m	38,9 %
Corte (Vrd)	358,9 kN	243,0 kN	32,3 %
Axial Compressão (Nr _{dc})	-3828,2 kN	-2592,0 kN	32,3 %
Axial Tração (Nr _{dt})	2631,9 kN	1782,0 kN	32,3 %

Como se pode verificar no quadro anterior existe uma diminuição de resistência da viga para esforços de flexão na ordem dos 38,9% e uma diminuição de resistência da viga para esforços de corte, tração e compressão na ordem dos 32,3 %.

Numa segunda análise, foi efetuado um modelo de cálculo de forma a obter os esforços de cálculo na zona mais afetada e assim poder comparar com a resistência da secção atual. O modelo de cálculo foi efetuado no programa SAP 2000 e foram considerados os seguintes esforços:

Sobrecarga na Cobertura: 0,30 kN/m²

Revestimento de Cobertura: 0,20 kN/m²

Vento: zona A, Tipo II

Os resultados obtidos foram os seguintes:

COMBINAÇÃO 1 AVB = sobrecarga	Esforços de de Cálculo (sd) para a secção atual 120x300	Esforços Resistentes (rd) para a secção atual 120x1300	Verificação de resistência sd<rd (%)
Flexão	431,6 kN.m	561,6 kN.m	Verifica 76,9 %
Corte	103,6 kN	243,0 kN	Verifica 42,6 %
Axial Compressão	-	-2592,0 kN	-
Axial Tração	85,3 kN	1782,0 kN	Verifica 4,8 %

COMBINAÇÃO 2 AVB = vento	Esforços de de Cálculo (sd) para a secção atual 120x300	Esforços Resistentes (rd) para a secção atual 120x1300	Verificação de resistência sd<rd (%)
Flexão	344,7 kN.m	561,6 kN.m	Verifica 61,3 %
Corte	87,5 kN	243,0 kN	Verifica 36,0 %
Axial Compressão	-110,0 kN	-2592,0 kN	Verifica 4,2 %
Axial Tração	-	1782,0 kN	-

Conclui-se então que:

1. A secção atual (120x300) verifica os esforços de cálculo provenientes das cargas a que a cobertura está sujeita;
2. A estrutura encontra-se em segurança estrutural;
3. Não será necessário efetuar reforço estrutural das vigas principais exteriores;
4. Será apenas necessário efetuar a reparação das zonas degradadas das referidas vigas

5. Reparações recomendadas para as vigas exteriores

Dada a degradação observada na parte exterior das vigas de madeira, recomenda-se a execução das seguintes reparações:

- a) Remoção das réguas de sombreamento existentes;
- b) Decapagem com lixa em toda a superfície das vigas de modo a remover os resíduos de tratamento ainda existentes e a camada acinzentada (zona afetada pelos raios UV);
- c) Remoção das zonas pontuais apodrecida e execução de enxertos em madeira lamelada colada de abeto (idêntica á existente)

- d) Selagem de fissuras existentes com cola epoxy
- e) Aplicação de tratamento inseticida e fungicida;
- f) Aplicação de velatura de acabamento de cor escura (mínimo duas demãos);
- g) Execução de capeamento metálico na face superior das vigas de madeira exteriores, de modo a proteger a face superior das vigas da ação direta da chuva;
- h) Aplicação de novas réguas de sombreamento, incluindo capeamento metálico na face superior, e aplicadas de forma a não impedir a livre circulação da água da chuva na parte superior das vigas de madeira principais;

Caso não se preveja a execução de manutenções periódicas, deverá ser equacionada a hipótese de revestimento total das vigas exteriores.

Pinhal Novo, 10 de Dezembro de 2018

Tiago Antunes
Engenheiro Civil
(OE 43136)