

MEMÓRIA DESCRITIVA  
PÓRTICO METÁLICO COM PONTE GRUA

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA

Paulo Piloto  
Departamento de Mecânica Aplicada  
ESTIG, Bragança  
Novembro 2006

## Índice:

1- Informações gerais sobre o projecto e cálculo .....	1
2- Tipologia estrutural .....	2
2.1- Estrutura primária.....	2
2.2- Estrutura secundária, uniões aparafusadas e ancoragens .....	4
3- Qualidade dos materiais .....	5
4- Critério geral de projecto e cálculo da estrutura metálica.....	5
4.1 - Ancoragens.....	5
4.2 - Fundações.....	6

## 1- Informações gerais sobre o projecto e cálculo

A estrutura em aço satisfaz as especificações da norma portuguesa para a edificação de um pavilhão metálico de utilização industrial, especialmente no que diz respeito à verificação de segurança relativamente aos estados limites últimos de resistência (ELU) e limites de serviço ou de utilização (ELS).

A análise e optimização de toda a estrutura foi realizada em regime elástico, linear, utilizando a teoria de primeira ordem, considerando o aço como um material homogéneo linear, isotrópico sem tensões residuais de qualquer tipo.

Em relação à estabilidade dos elementos da estrutura, verifica-se a segurança dos elementos da estrutura principal em relação ao ELU de estabilidade por varejamento e bambeamento (pilares e vigas), sendo de referir que a edificação foi admitida totalmente fechada, utilizando um sistema estrutural exterior (secundário (madres de fachada e cobertura)) à estrutura primária ou principal, dispondo estes elementos com um espaçamento inferior ou igual a 2.2 [m].

Relativamente às acções verticais no pórtico, foram calculadas tendo em consideração que as madres se consideram vigas contínuas, alcançando dois pórticos da estrutura (representadas a azul). Com o objectivo de não incrementar o valor das referidas acções em 25 %, foram utilizadas madres de reforço (série IPE superior, com extremos rebaixados, representadas a vermelho) com metade do comprimento, simplesmente apoiadas nos pórticos e posicionadas em alternância em relação às correias contíguas.

Relativamente às acções horizontais sobre o pórtico, foram calculadas de acordo com os regulamentos, tendo em consideração que as madres de fachada constituem vigas contínuas de dois vãos de pórticos. De uma forma semelhante às acções anteriores, foram adoptadas vigas reforçadas, simplesmente apoiadas para cada vão. O posicionamento destas foi considerado em alternância, conforme as demais madres da cobertura, ver Figura 1.

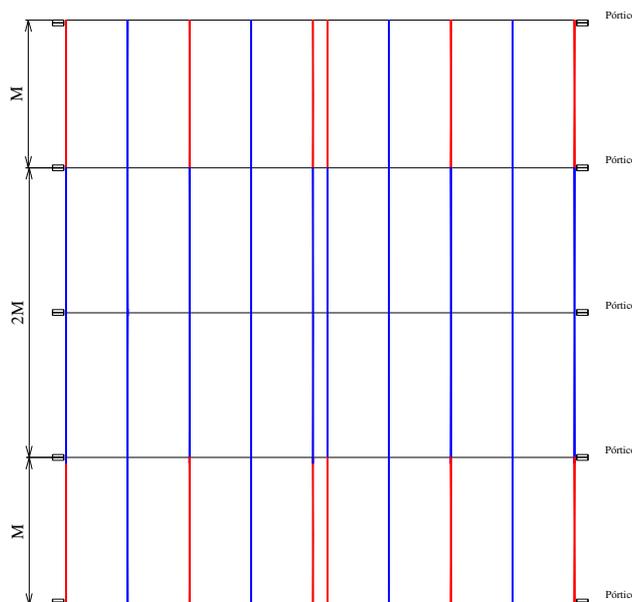


Figura 1 – Posicionamento das madres na cobertura (vista de topo).

Esta estrutura apresenta um vão de 16 [m] e um comprimento de 20 [m], modulada com uma distância entre pórticos de 5 [m], com uma altura máxima de pilar igual a 8.25 [m] e com uma pendente de 10°.

A estrutura dispõe ainda de uma ponte grua de 10 [ton], bi-carril, com características de perfis HEA. As condições de utilização são do tipo regular em serviço intermitente. A carga é moderada com bastante frequência.

A viga carril não admite mais do que uma ponte grua, e foi considerado ainda que os coeficientes de efeito dinâmico verticais a considerar se deveriam fixar nos respectivos valores máximos, isto é, 1.25 para a viga carril e 1.10 para os apoios das vigas. Estes coeficientes permitem determinar as acções dinâmicas verticais das rodas da ponte grua em movimento, a partir dos respectivos valores estáticos. Considera-se ainda que este efeito dinâmico pode originar duas hipóteses de acções verticais, valor máximo no apoio esquerdo e mínimo no oposto, ou a situação contrária. No cálculo das acções dinâmicas deverá ser incluído o efeito da gravidade correspondente a cada viga carril.

O efeito dinâmico das acções horizontais são consideradas iguais a 10 % do valor das acções verticais correspondentes. O sentido será o mesmo que correspondente às acções variáveis vento (normalmente da esquerda para a direita).

Todos os apoios existentes na estrutura principal e secundária são considerados encastrados.

As ligações aparafusadas devem ser consideradas de elevada resistência, de acordo com a regulamentação portuguesa.

Esta estrutura deverá ser edificada numa localidade a “h=700” [m] de altitude em relação à altura do mar.

## **2- Tipologia estrutural**

### **2.1- Estrutura primária**

A tipologia da estrutura deverá corresponder a um pórtico de nós rígidos, com duas águas, encastrado na base, utilizando perfis IPE, ver Figura 2.

Os apoios interiores utilizam perfis da família HEA.

As ligações são efectuadas com parafusos de alta resistência. Os apoios exteriores de ancoragem são efectuados com chapas de aço centradas e soldadas, sem elementos adicionais para aumentar a rigidez, utilizando pernos roscados, ver Figura 3.

Os apoios das vigas de cada pórtico foram reforçadas com o mesmo tipo de perfil utilizado, cortando-os e ajustando-os ao modelo de reforço pretendido.

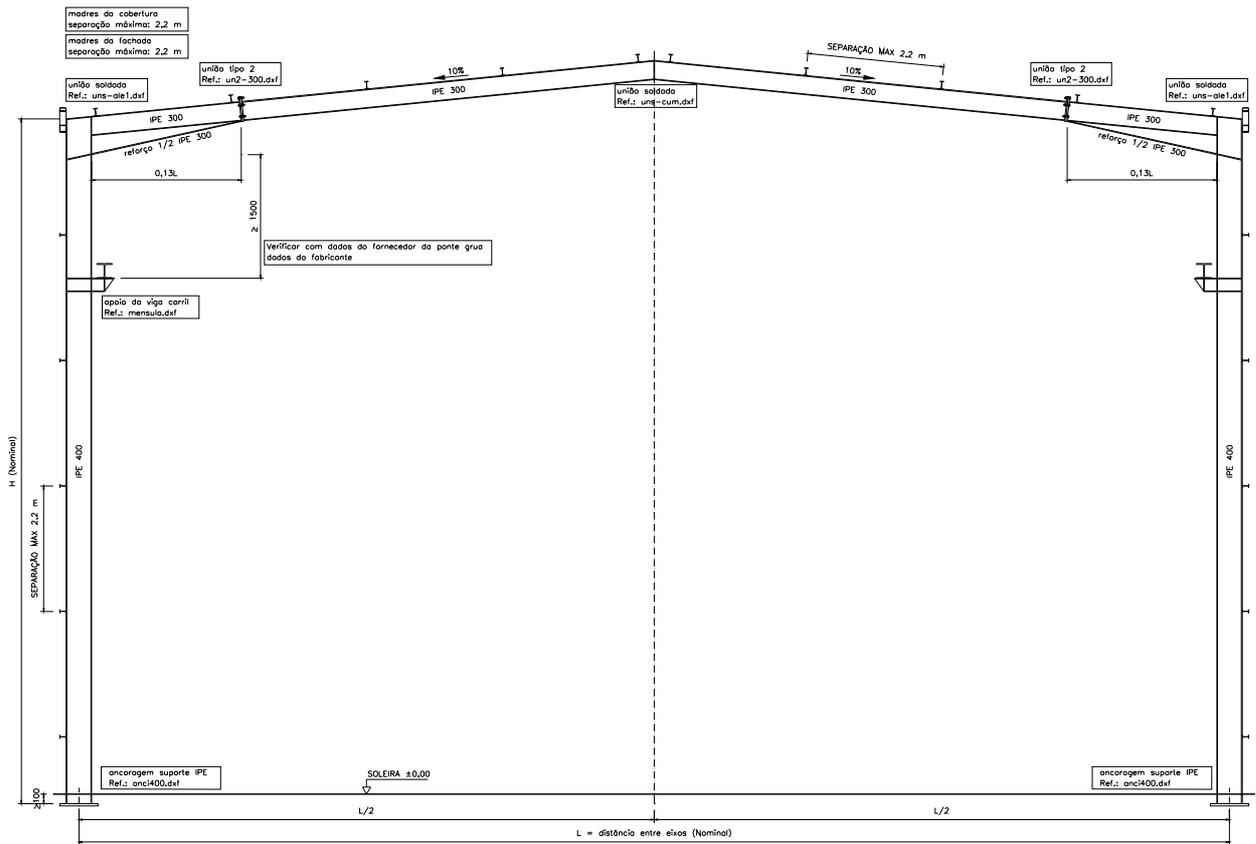


Figura 2 – Pórtico principal do pavilhão metálico.

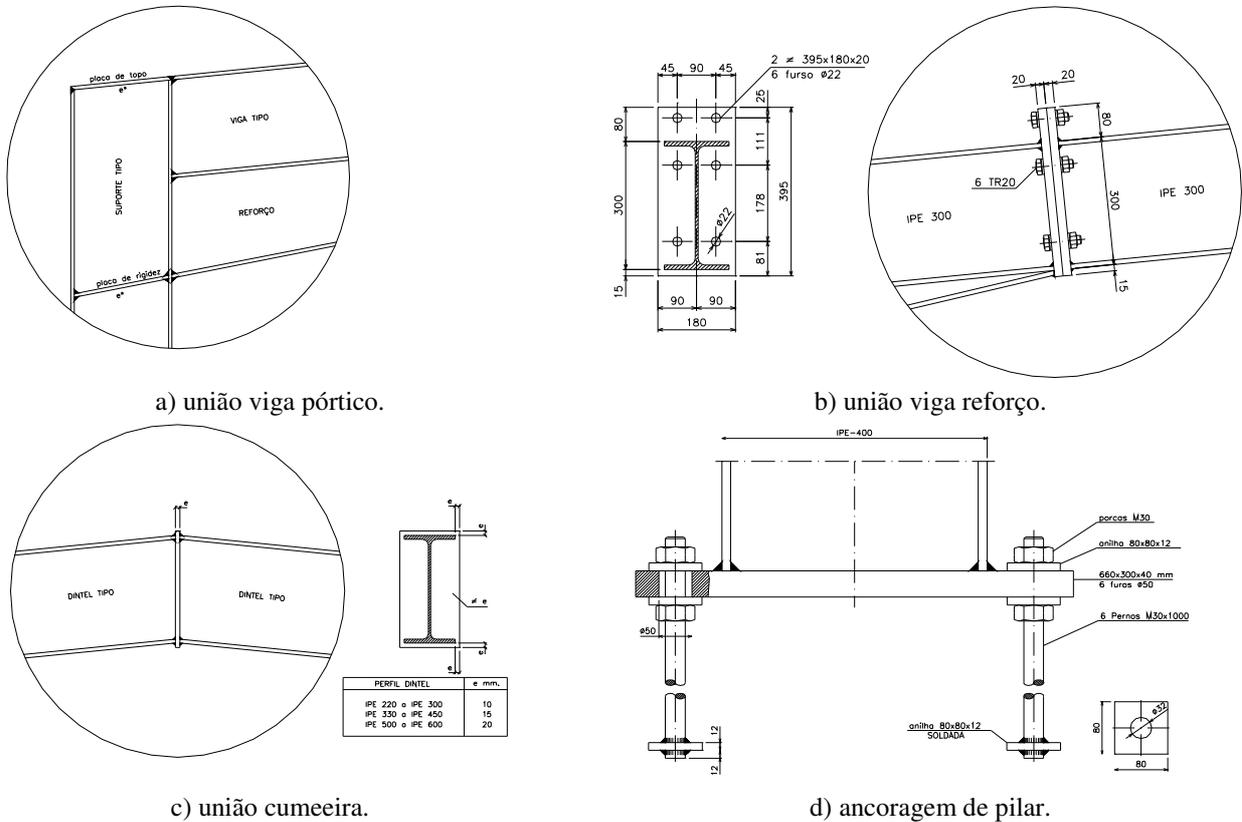
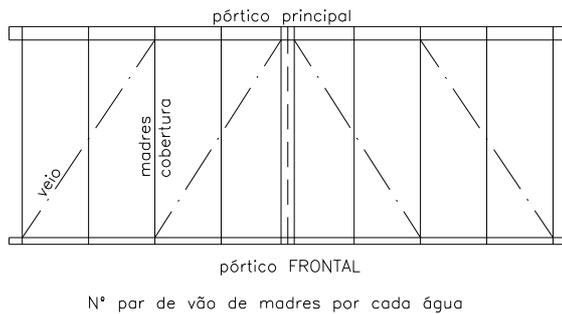


Figura 3 – Uniões a apoios típicos neste tipo de estrutura.

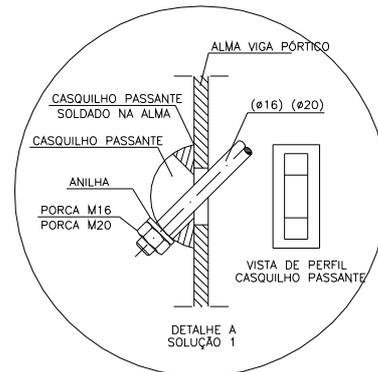
## 2.2- Estrutura secundária, uniões aparafusadas e ancoragens

Todas as madres da cobertura são apresentadas em perfis laminados IPE. A separação máxima não poderá ultrapassar 2.2 [m], devendo utilizar estes elementos para vencer dois vãos, sempre que possível. A solução apresentada recorre ainda a madres de apoio simples, reforçadas para vencer 1 vão. Estes elementos deverão ser devidamente projectados em função das acções determinadas.

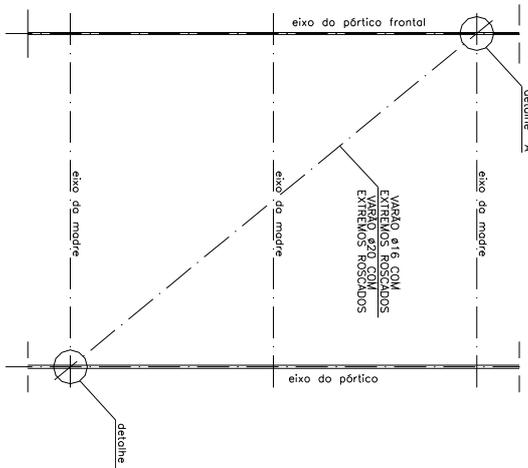
A estrutura deverá ser contraventada na cobertura e nas fachadas, utilizando varões redondos com a extremidade roscada, posicionadas no primeiro e no último módulo do pavilhão, de acordo com a posição em que trabalham como tirantes, ver Figura 4.



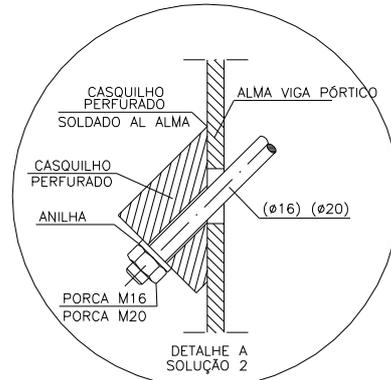
a) Posicionamento do contraventamento.



b) Detalhe de ligação do contraventamento.



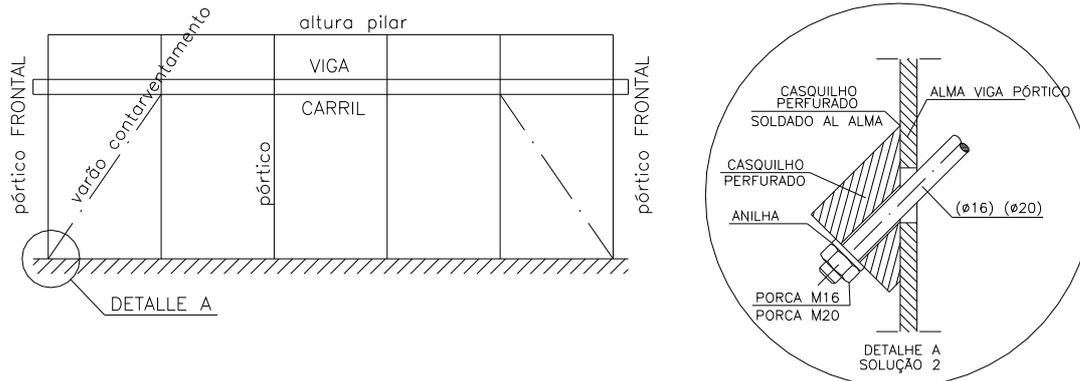
c) Disposição do contraventamento.



d) Detalhe de ligação do contraventamento.

Figura 4 – Detalhes do contraventamento utilizado na cobertura.

No caso de existirem pontes de grua, os contraventamentos de fachada podem funcionar adicionalmente para travamento da ponte grua, fazendo a ligação da base do apoio com a posição de altura da ponte grua, ver Figura 5.



a) Posicionamento do contraventamento.

b) Detalhe de ligação do contraventamento.

Figura 5 – Contraventamentos nas fachadas.

### 3- Qualidade dos materiais

A qualidade dos aços utilizados em cada componente da estrutura deverá cumprir com as normas europeias e portuguesas em particular.

Para perfis, chapas e carões de contraventamento foi utilizado um S275 JR (resiliência mínima de 27 [J] à temperatura ambiente, com uma tensão de cedência de 275 [MPa], tensão de ruptura 430 [MPa]).

Para os elementos de ligação (porcas, parafusos, anilhas, Pernos) podem ser utilizados materiais da classe 5.8 (DIN 898, tensão de cedência de 400 [MPa], tensão de ruptura 500 [MPa]) ou no caso de solicitações dinâmicas recorrer a materiais da classe superior a 8.8 (tensão de cedência de 640 [MPa], tensão de ruptura 800 [MPa]) (exemplo de elementos utilizados na ponte rolante).

Para efeitos de cálculo, todos os materiais foram considerados homogêneos, lineares, isotrópicos e libertos de tensões residuais (em perfis laminados deverá ser necessário efectuar libertação de valores residuais significativos, ver caso de possíveis soldaduras).

### 4- Critério geral de projecto e cálculo da estrutura metálica

O comportamento e estabilidade do conjunto deverá ser comprovado tendo em consideração a interacção dos seus elementos, mediante a compatibilidade de deslocamentos e deformações.

O método de cálculo foi baseado nos conceitos de mecânica em geral, na teoria da elasticidade e em caso algum admitem a existência de estados de tensão plástica localizados.

O projecto de estrutura em aço deverá satisfazer as especificações ELS da norma portuguesa, com a excepção de alguns valores especificados no EC3, não diminuindo a segurança desta.

#### 4.1 - Ancoragens

A capacidade mecânica longitudinal necessária em cada uma das duas filas de Pernos de cada tipo de suporte pode ser dimensionado em função do esforço axial resultante da soma algébrica  $M_{máx}/b + N$ , onde  $M_{máx}$  representa o momento flector máximo no apoio do pilar,  $b$  representa a distância entre os eixos das filas de Pernos e  $N$  o valor do esforço axial equivalente ao valor que resulta da combinação efectuada do carregamento no apoio  $N_{comb}$ , que no caso de ser de tracção deverá ser igual a  $N = N_{comb}/2$  e no caso de ser de compressão

deverá ser igual a  $N = N_{comb} / 2 [2bd - n_{pernos} / 2 \cdot area_{perno}] f_{cd}$ , ver Figura 6. O parâmetro  $f_{cd}$  representa o valor de cálculo de resistência do morteiro colocado por baixo da chapa de aço, considerado um valor superior ou igual a 25 [MPa].

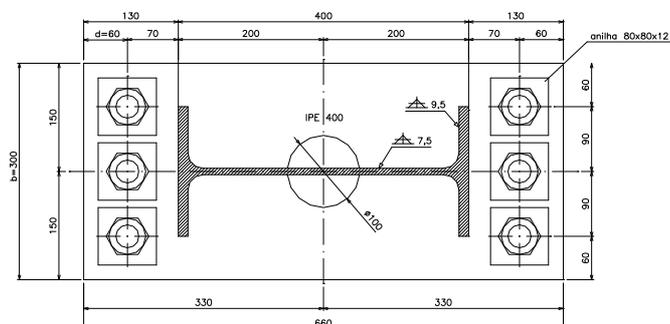


Figura 6 – Ancoragem do pilar do pórtico.

Os pernos da ancoragem devem cumprir com ensaios de aderência.

As chapas de aço de suporte devem ser projectadas em função do dimensionamento à tracção, nas imediações dos pernos traccionados (ver esquema baseado no modelo de viga biencastada com apoio deslizante), ver Figura 7.

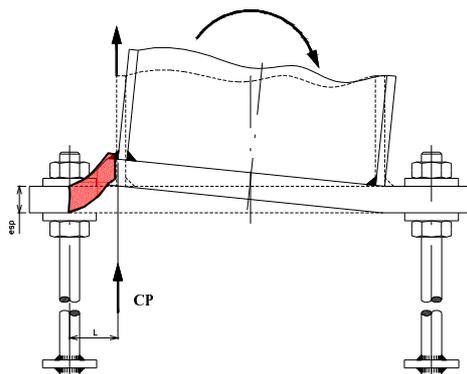


Figura 7 – Modo de deformação para a chapa de aço de suporte.

## 4.2 - Fundações

A betonagem deve ser dimensionada para transmitir as cargas da estrutura ao solo, desenvolvendo tensões e deformações admissíveis.

A Altura da sapata deverá ser função do comprimento efectivo do varão (ex=900 [mm]).

As dimensões A e B, representadas em planta, cumprem com as limitações de tensão admissível e deslizamento / rotação.

A tensão induzida por um bloco de fundação numa camada de terreno, pode ser calculada pela teoria de elasticidade, admitindo então que o solo tem comportamento elástico e considerando a tensão admissível (ex: 0.1 [MPa]).