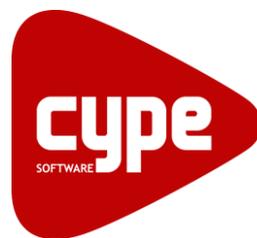


# CYPECAD

Exemplo prático - Modelação  
clássica

Manual do utilizador



Software para  
Arquitetura,  
Engenharia  
e Construção

**IMPORTANTE: ESTE TEXTO REQUER A SUA ATENÇÃO E A SUA LEITURA**

A informação contida neste documento é propriedade da CYPE Ingenieros, S.A. e nenhuma parte dela pode ser reproduzida ou transferida sob nenhum conceito, de nenhuma forma e por nenhum meio, quer seja eletrónico ou mecânico, sem a prévia autorização escrita da CYPE Ingenieros, S.A.

Este documento e a informação nele contida são parte integrante da documentação que acompanha a Licença de Utilização dos programas informáticos da CYPE Ingenieros, S.A. e da qual são inseparáveis. Por conseguinte, está protegida pelas mesmas condições e deveres. Não esqueça que deverá ler, compreender e aceitar o Contrato de Licença de Utilização do software, do qual esta documentação é parte, antes de utilizar qualquer componente do produto. Se NÃO aceitar os termos do Contrato de Licença de Utilização, devolva imediatamente o software e todos os elementos que o acompanham ao local onde o adquiriu, para obter um reembolso total.

Este manual corresponde à versão do software denominada pela CYPE Ingenieros, S.A. como CYPECAD. A informação contida neste documento descreve substancialmente as características e métodos de manuseamento do programa ou programas informáticos que acompanha. O software que este documento acompanha pode ser submetido a modificações sem prévio aviso.

Para seu interesse, a CYPE Ingenieros, S.A. dispõe de outros serviços, entre os quais se encontra o de Atualizações, que lhe permitirá adquirir as últimas versões do software e a documentação que o acompanha. Se tiver dúvidas relativamente a este texto ou ao Contrato de Licença de Utilização do software, pode dirigir-se ao seu Distribuidor Autorizado Top-Informática, Lda., na direção:

Rua Comendador Santos da Cunha, 304  
4700-026 Braga  
Tel: 00 351 253 20 94 30  
<http://www.topinformatica.pt>

Traduzido e adaptado pela Top-Informática, Lda para a  
© CYPE Ingenieros, S.A.  
Janeiro 2022

Windows® é marca registada de Microsoft Corporation®

## Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Ajudas no ecrã.....</b>                                  | <b>9</b>  |
| 1.1. Ajudas no ecrã.....                                       | 9         |
| 1.2. Documentação.....   | 9         |
| 1.3. Perguntas e respostas.....                                | 9         |
| <b>2. Esquema de introdução e resolução de estruturas.....</b> | <b>10</b> |
| <b>3. Exemplo prático.....</b>                                 | <b>11</b> |
| 3.1. Introdução.....   | 11        |
| 3.2. Organização de dados.....                                 | 12        |
| 3.2.1. Planta de implantação de pilares.....                   | 12        |
| 3.2.2. Corte do edifício.....                                  | 12        |
| 3.2.3. Tabela de pisos.....                                    | 13        |
| 3.2.4. Plantas de pisos.....                                   | 13        |
| 3.2.5. Máscara DXF ou DWG.....                                 | 13        |
| 3.3. Introdução de dados.....                                  | 14        |
| 3.3.1. Criação da obra.....                                    | 14        |
| 3.3.2. Dados gerais.....                                       | 15        |
| 3.3.2.1. Norma e materiais.....                                | 16        |
| 3.3.2.2. Vento e sismo.....                                    | 17        |
| 3.3.3. Definição de plantas/grupos de plantas.....             | 17        |
| 3.3.4. Vento e sismo.....                                      | 18        |
| 3.3.5. Importação de máscaras DXF.....                         | 20        |
| 3.3.6. Introdução de pilares e paredes.....                    | 25        |
| 3.3.7. Introdução das linhas de referência.....                | 44        |
| 3.3.8. Introdução do grupo 1. Primeira planta.....             | 47        |
| 3.3.8.1. Vigas e Muros.....                                    | 47        |
| 3.3.8.2. Lajes.....  | 57        |
| 3.3.8.3. Lajes inclinadas, Rampa.....                          | 59        |
| 3.3.9. Introdução do grupo 2. Segunda planta.....              | 61        |
| 3.3.9.1. Vigas.....  | 61        |
| 3.3.9.2. Lajes e aberturas.....                                | 64        |
| 3.3.9.3. Cargas.....   | 71        |
| 3.3.9.4. Aberturas de muros.....                               | 71        |
| 3.3.10. Introdução do grupo 3. Terceira planta.....            | 72        |
| 3.3.10.1. Vigas.....   | 72        |
| 3.3.10.2. Lajes.....   | 76        |
| 3.3.10.3. Cargas.....  | 78        |
| 3.3.11. Introdução do grupo 4. Quarta planta.....              | 78        |
| 3.3.11.1. Vigas.....   | 78        |
| 3.3.11.2. Lajes.....   | 81        |

|  |     |
|--|-----|
| 3.3.11.3. Cargas .....                                   | 82  |
| 3.3.12. Introdução do grupo 5. Quinta planta .....       | 83  |
| 3.3.12.1. Vigas .....                                    | 83  |
| 3.3.12.2. Lajes .....                                    | 88  |
| 3.3.12.3. Cargas .....                                   | 91  |
| 3.3.13. Introdução do grupo 6. Sexta planta .....        | 93  |
| 3.3.13.1. Vigas .....                                    | 93  |
| 3.3.13.2. Lajes .....                                    | 94  |
| 3.3.13.3. Cargas .....                                   | 100 |
| 3.3.14. Introdução do grupo 7. Sétima planta .....       | 100 |
| 3.3.14.1. Vigas .....                                    | 100 |
| 3.3.14.2. Lajes .....                                    | 101 |
| 3.3.15. Introdução do grupo 8. Oitava planta .....       | 102 |
| 3.3.15.1. Vigas .....                                    | 102 |
| 3.3.15.2. Lajes .....                                    | 104 |
| 3.3.15.3. Cargas .....                                   | 108 |
| 3.3.16. Introdução do grupo 9. Nona planta .....         | 109 |
| 3.3.16.1. Vigas .....                                    | 109 |
| 3.3.16.2. Lajes .....                                    | 111 |
| 3.3.17. Introdução do grupo 0. Escadas e Fundações ..... | 113 |
| 3.3.17.1. Escadas .....                                  | 113 |
| 3.3.17.2. Sapatas .....                                  | 117 |
| 3.3.17.3. Vigas de equilíbrio e lintéis .....            | 120 |
| 3.4. Cálculo .....                                       | 123 |
| 3.5. Revisão de resultados .....                         | 124 |
| 3.5.1. Vigas .....                                       | 124 |
| 3.5.1.1. Revisão de esforços .....                       | 124 |
| 3.5.1.2. Revisão de secções .....                        | 126 |
| 3.5.1.3. Revisão de armaduras .....                      | 126 |
| 3.5.2. Vigas inclinadas .....                            | 127 |
| 3.5.2.1. Revisão de esforços e secções .....             | 127 |
| 3.5.3. Pilares .....                                     | 129 |
| 3.5.3.1. Deslocamentos .....                             | 129 |
| 3.5.3.2. Revisão de esforços .....                       | 129 |
| 3.5.3.3. Revisão de secções .....                        | 129 |
| 3.5.3.4. Revisão de armaduras .....                      | 130 |
| 3.5.4. Paredes .....                                     | 131 |
| 3.5.4.1. Revisão de esforços e deslocamentos .....       | 131 |
| 3.5.4.2. Revisão de secções e armaduras .....            | 131 |

|   |            |
|---|------------|
| 3.5.5. Muros .....  | 132        |
| 3.5.5.1. Revisão de esforços e deslocamentos .....                | 132        |
| 3.5.5.2. Revisão de secções e armaduras .....                     | 133        |
| 3.5.6. Lajes de vigotas .....                                     | 133        |
| 3.5.6.1. Revisão de esforços .....                                | 133        |
| 3.5.6.2. Revisão de armaduras .....                               | 134        |
| 3.5.7. Lajes alveoladas .....                                     | 134        |
| 3.5.7.1. Revisão de esforços .....                                | 134        |
| 3.5.7.2. Revisão de secções .....                                 | 134        |
| 3.5.7.3. Revisão de armaduras .....                               | 134        |
| 3.5.8. Lajes mistas .....   | 134        |
| 3.5.8.1. Revisão de esforços .....                                | 135        |
| 3.5.8.2. Revisão de secções .....                                 | 135        |
| 3.5.8.3. Revisão de armaduras .....                               | 135        |
| 3.5.9. Lajes maciças e fungiformes aligeiradas .....              | 136        |
| 3.5.9.1. Revisão de deslocamentos e esforços .....                | 136        |
| 3.5.9.2. Revisão de armaduras .....                               | 138        |
| 3.5.10. Fundação .....  | 145        |
| 3.5.10.1. Dimensionamento .....                                   | 145        |
| 3.5.10.2. Revisão de erros .....                                  | 146        |
| 3.5.10.3. Sobreposições de sapatas .....                          | 146        |
| 3.5.10.4. Modificações de secções e armaduras .....               | 146        |
| 3.6. Obtenção de listagens e desenhos .....                       | 148        |
| <b>4. Aplicação de lajes inclinadas .....</b>                     | <b>151</b> |
| 4.1. Conceitos prévios .....                                      | 151        |
| 4.2. Casos .....  | 151        |
| 4.3. Processo de criação e introdução de uma laje inclinada ..... | 155        |
| 4.4. Outros aspetos a ter em conta .....                          | 155        |
| 4.5. Exemplos de coberturas inclinadas .....                      | 155        |
| <b>5. Estruturas 3D integradas .....</b>                          | <b>165</b> |
| 5.1. Introdução .....   | 165        |
| 5.2. Casos .....  | 165        |
| <b>6. Escadas .....</b>   | <b>198</b> |
| 6.1. Introdução .....   | 198        |
| 6.2. Escada do piso 0 ao piso 2 .....                             | 198        |
| 6.3. Escada do piso 2 ao piso 3 .....                             | 203        |
| 6.4. Cálculo e resultados .....                                   | 205        |

## Nota prévia

Devido à implementação de novas funcionalidades e melhorias no CYPECAD, é possível que pontualmente surjam imagens ou textos que não correspondam à versão atual. Em caso de dúvida consulte a Assistência Técnica em <https://www.topinformatica.pt/>.

## **Preâmbulo**

Este manual tem como finalidade apresentar vários exemplos práticos, a realizar no CYPECAD, através da modelação de todos os elementos da estrutura, sem recorrer ao modelo BIM da arquitetura.

## **Apresentação**

*O CYPECAD, encontra-se integrado no fluxo de trabalho Open BIM proposto pela CYPE Ingenieros, SA., foi concebido para realizar o projeto de edifícios de betão armado e mistos, com geração automática da discretização da estrutura, das ações verticais e horizontais e saída das peças escritas e desenhadas.*

*A introdução de dados é simples, o CYPECAD apresenta os menus de uma forma sequencial e intuitiva proporcionando fluidez na introdução. O utilizador pode modificar qualquer tipo de dados sempre que o deseje. Terminada a introdução de dados é efetuado o cálculo.*

*A análise de resultados é outra das etapas de enorme importância na realização do projeto. Para facilitar o processo, o CYPECAD contém opções de controlo de resultados para que nenhum dos elementos estruturais fique por rever.*

*Para o cálculo das estruturas mistas pode tirar-se partido das potencialidades do CYPE 3D. Este, caso tenha sido adquirido, encontra-se integrado no CYPECAD.*

*O programa permite gerar as peças desenhadas, e também as escritas, para ficheiros que poderão ser editados posteriormente e trabalhados por cada engenheiro colocando sobre estes o “cunho” pessoal ou do gabinete de projetos.*

*Este manual contém vários exemplos práticos, onde se explica como introduzir, calcular e analisar resultados.*

# 1. Ajudas no ecrã

## 1.1. Ajudas no ecrã

Os programas CYPE dispõem de ajudas no ecrã, através das quais o utilizador pode obter diretamente informação sobre os comandos e funções.

## 1.2. Documentação

Pode-se consultar e imprimir a documentação do programa, na barra de ferramentas através da opção **Ajuda** .

Na página <http://www.topinformatica.pt>, em [FORMAÇÃO > MANUAIS DO UTILIZADOR](#), encontram-se os manuais do utilizador do programa.

## 1.3. Perguntas e respostas

Na página <http://www.topinformatica.pt>, em [SUPORTE ÁREA TÉCNICA > FAQ](#), encontram-se esclarecimentos adicionais resultantes de consultas prestadas pela Assistência Técnica.

## 2. Esquema de introdução e resolução de estruturas

A organização prévia de dados é muito importante para uma rápida e eficaz introdução da estrutura. No capítulo *Exemplo prático* descreve-se uma forma de organização.

Pode organizar os dados como se indica a seguir, ou se preferir seguir o seu próprio método. O importante é ter toda a informação descrita de uma forma ordenada e eficaz para si.

- **Dados gerais.** Cria-se uma obra nova atribuindo-lhe um nome; indica-se a norma, os materiais que se vão utilizar, as ações e combinações.
- **Definição de pisos.** Aqui descrevem-se os pisos que a estrutura tem, a sua organização em grupos, as alturas totais entre estes e as sobrecargas e revestimentos e paredes que suportam.
- **Introdução de pilares, paredes e arranques.** Descreve-se a geometria dos pilares, paredes e arranques e a sua posição na estrutura.
- **Introdução de vigas e muros.** Introduzem-se os muros e vigas que vão suportar as lajes.
- **Introdução de lajes e fundação.** Introduzem-se as lajes a utilizar na estrutura e o tipo de fundação da obra.
- **Colocação de cargas especiais.** Trata-se de colocar cargas não consideradas até ao momento, como as de paredes exteriores. Recorde que já se consideraram sobrecargas e revestimento e paredes divisórias na definição de pisos e que não terá de as introduzir de novo neste capítulo. Os pesos próprios dos elementos resistentes introduzidos, como os pilares, paredes, muros, vigas e lajes, também não terá de os introduzir aqui, pois o programa já os terá em conta.
- **Cálculo da estrutura.** Nos capítulos anteriores introduziram-se todos os dados da estrutura. A partir daqui procede-se ao cálculo da estrutura.
- **Identificação e correção de erros.** Depois do cálculo procede-se à análise das mensagens e erros que o programa fornece, relacionados com os elementos resistentes da estrutura. Terá de corrigir todos aqueles que implicarem modificações de dimensões, calcular de novo a estrutura, voltar a verificar erros... (processo iterativo, que finaliza quando desaparecem os erros que impliquem alteração de dimensões). Se não for necessário a alteração de dimensões, pode considerar os resultados válidos.
- **Preparação de resultados.** Este passo é o passo prévio à saída de desenhos. Aqui é onde se podem igualar armaduras de lajes, agrupar pilares ou qualquer modificação manual de armaduras que o utilizador considerar oportuna. Também se poderão corrigir posições de textos que possam sair sobrepostos nos desenhos.
- **Saída de desenhos e listagens.** Este é o passo final e com ele consegue-se a saída em papel ou para ficheiro de desenho ou de texto, da informação gerada pelo programa, referentes à estrutura introduzida, calculada e revista.

## 3. Exemplo prático

### 3.1. Introdução

Descreve-se a seguir um exemplo prático de iniciação para o utilizador, cujo objetivo é:

- Oferecer um guia no processo de organização de dados de uma estrutura.
- Facilitar a sua introdução no programa.
- Analisar os resultados.
- Obter a saída de desenhos e listagens necessárias.

Trata-se de um exemplo que visa conter todos os tipos de elementos possíveis de se introduzir no CYPECAD, incluindo as novidades desta versão.

A estrutura, na sua globalidade, é de betão armado, existindo alguns elementos metálicos e mistos. É composta por pilares, vigas, lajes fungiformes aligeiradas, lajes maciças, lajes de vigotas pré-fabricadas, lajes alveoladas e lajes mistas.

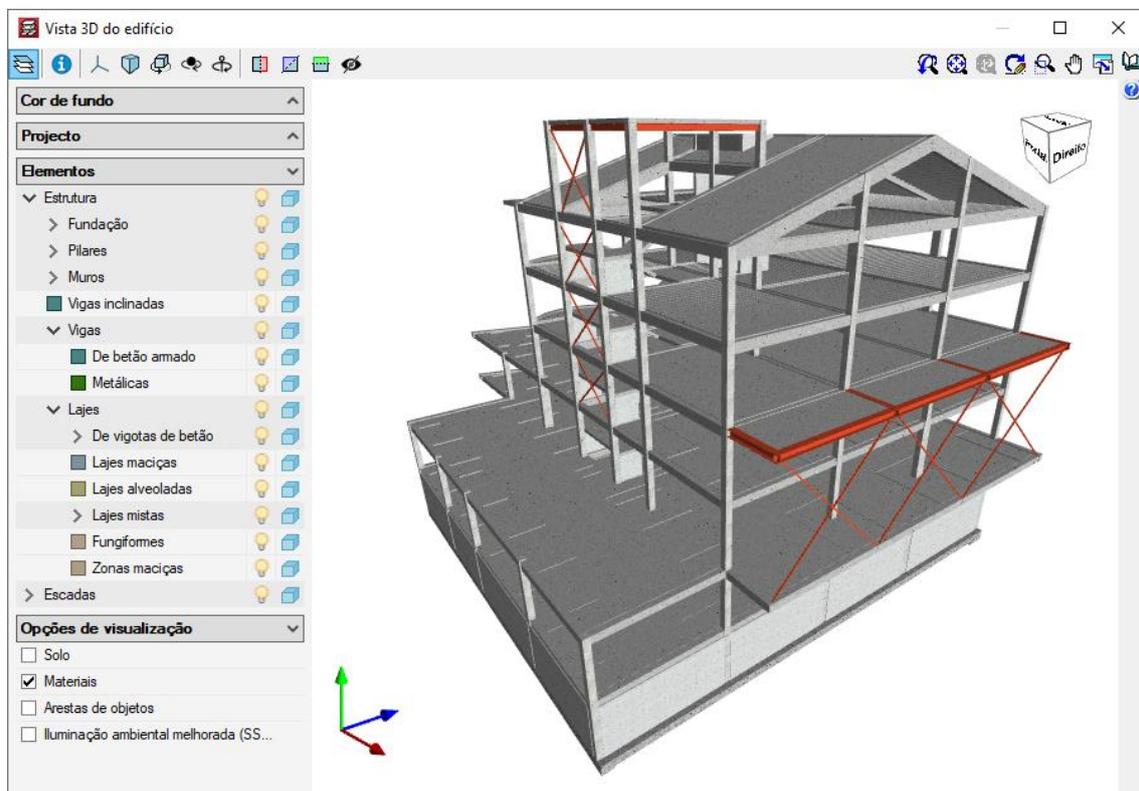


Fig. 3.1

O ficheiro do exemplo prático que se vai seguir está incluído no programa. Para aceder ao exemplo e para instalar os ficheiros DXF que servirão de máscaras para a introdução de dados, siga estes passos:

- Entre no programa.
- Prima **Arquivo > Gestão arquivos**. Abre-se a janela com o mesmo nome.
- Prima o botão **Exemplos**.

A seguir abrir-se-á a janela **Gestão arquivos** onde aparece o arquivo de obra disponível na diretoria: **\\CYPE Ingenieros\Exemplos\CYPECAD**, que abrirá mais à frente durante o desenvolvimento deste exemplo.

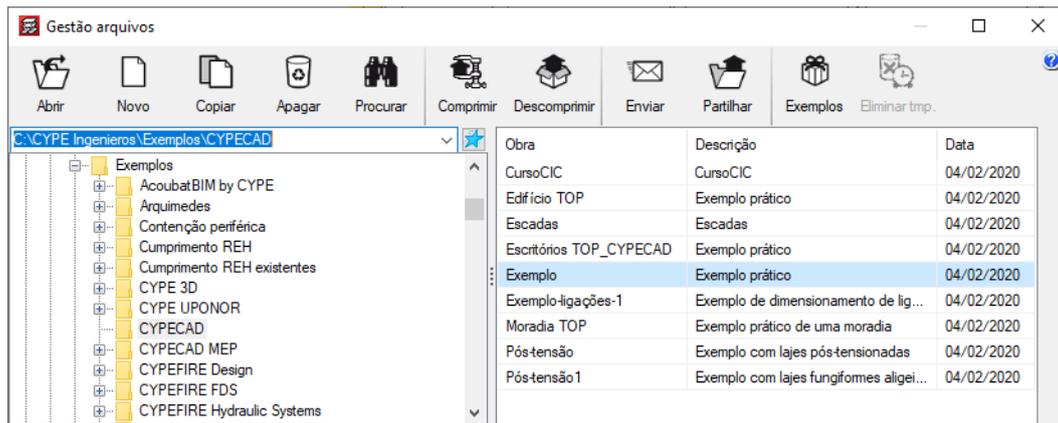


Fig. 3.2

- Prima em encerrar a janela .

Todos os ficheiros necessários para a realização deste exemplo prático estão presentes na página web <http://www.topinformatica.pt/>.

Após aceder à página web, prima em **FORMAÇÃO > MANUAIS DO UTILIZADOR > CYPECAD VER MAIS** e encontrará a indicação de um link para descarga dos **Elementos exemplo prático**.

Após ter realizado a descarga, descomprima o ficheiro e guarde a pasta num determinado local do seu disco, por exemplo no disco C.

A pasta contém as máscaras de arquitetura.

Aconselha-se em termos práticos, a criar cópias de segurança das obras que possui ou que ainda se encontram numa fase de introdução de dados.

## 3.2. Organização de dados

### 3.2.1. Planta de implantação de pilares

É conveniente criar uma planta deste tipo, onde devem estar refletidos:

- O nível de arranque e final em cada pórtico vertical de pilar, parede e muro.
- As suas respetivas secções, pré-dimensionadas em altura.
- Ângulos.
- Pontos fixos.

Recorde que se designa como ponto fixo de um pilar o canto, ponto médio da face ou do eixo, a partir do qual pode aumentar em secção transversal. Este ponto define-se com o objetivo de impedir que se ultrapassem os limites estabelecidos para o edifício e de não invadir aberturas. Além disso, deve conhecer as faces que têm o crescimento impedido.

### 3.2.2. Corte do edifício

Este desenho deve incluir:

- Numeração das distintas plantas.
- Identificação dos grupos de plantas.
- Indicação de cargas de sobrecargas, cargas de revestimentos e paredes divisórias.
- Alturas relativas entre faces superiores de lajes consecutivas.

### 3.2.3. Tabela de pisos

A partir desse desenho poderia realizar, de acordo com o exemplo que se está a seguir, esta tabela:

| Grupo | Nome grupo          | Planta | Nome piso           | Altura | Cota  | Sobrecarga | Revestimentos e paredes divisórias |
|-------|---------------------|--------|---------------------|--------|-------|------------|------------------------------------|
| 9     | Cobertura Plana     | 9      | Cobertura Plana     | 0.5    | 15.50 | 1          | 1                                  |
| 8     | Cobertura Inclinada | 8      | Cobertura Inclinada | 3      | 15.00 | 0.3        | 1                                  |
| 7     | Teto do 3º Andar    | 7      | Teto do 3º Andar    | 3      | 12.00 | 2          | 1.5                                |
| 6     | Teto do 2º Andar    | 6      | Teto do 2º Andar    | 3      | 9.00  | 2          | 2.5                                |
| 5     | Teto do 1º Andar    | 5      | Teto do 1º Andar    | 3      | 6.00  | 2          | 2.5                                |
| 4     | Teto do Rés do Chão | 4      | Teto do Rés do Chão | 3      | 3.00  | 3          | 1.5                                |
| 3     | Teto da Cave        | 3      | Teto da Cave        | 3      | 0.00  | 3          | 1.5                                |
| 2     | Teto da Sub-Cave    | 2      | Teto da Sub-Cave    | 1.50   | -3.00 | 4          | 1                                  |
| 1     | Rampa               | 1      | Rampa               | 1.50   | -4.50 | 4          | 1                                  |
| 0     | Fundação            |        |                     |        | -6.00 |            |                                    |

### 3.2.4. Plantas de pisos

Convém estudar previamente o tipo de laje, altura, materiais, cargas de paredes e escadas, sobrecargas, sobrecargas localizadas, etc., direção de vigas e vigotas, para aumentar o rendimento na introdução de dados.

### 3.2.5. Máscara DXF ou DWG

Depois de estarem desenhados os contornos das plantas e os pilares, pontos fixos de pilares, etc., a introdução da geometria do edifício será muito mais rápida se dispuser de um DXF ou DWG onde estejam definidos estes elementos. Embora possa utilizar outros métodos.

Utilizar um DXF ou DWG como uma máscara para introdução de pilares é vantajoso em relação à introdução por coordenadas ou outros métodos (cotação relativa, linhas de referência e contornos) para a introdução de pilares. Também o será para a introdução de vigas de contorno do edifício e aberturas de escadas, outras aberturas, elevadores, etc.

No caso de utilizar um DXF ou DWG, antes de exportar, assegure-se de que a unidade de desenho seja o metro.

### 3.3. Introdução de dados

#### 3.3.1. Criação da obra

Siga este processo para criar a obra:

- Prima sobre **Arquivo > Novo**. Introdz-se o nome do ficheiro e da obra.

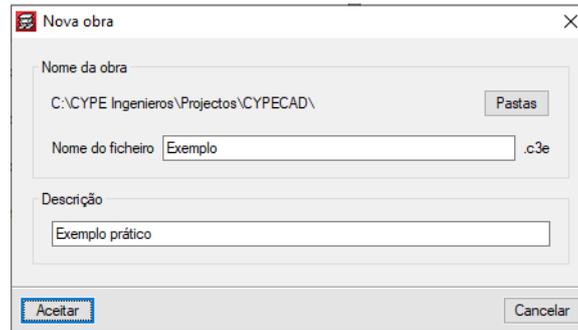


Fig. 3.3

- Prima **Aceptar**.

Surge uma nova janela, contendo ativo a opção “Vincular-se a um projeto do BIMserver.center”, como não se deseja importar um modelo BIM alojado na plataforma BIMserver.center, **desative a opção** e prima **Aceptar**.

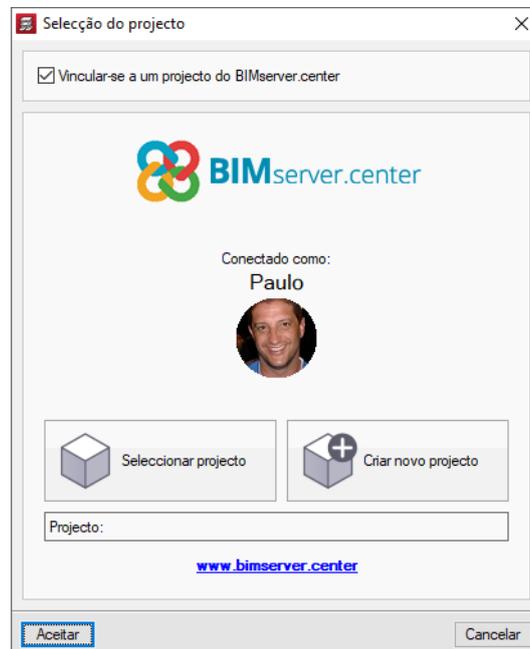


Fig. 3.4

Surge uma nova janela, onde se poderá utilizar um assistente para a criação de uma obra. Neste exemplo prático não se utilizará nenhum assistente, a obra será iniciada do zero.

- Prima em **Obra vazia** e **Aceptar**.

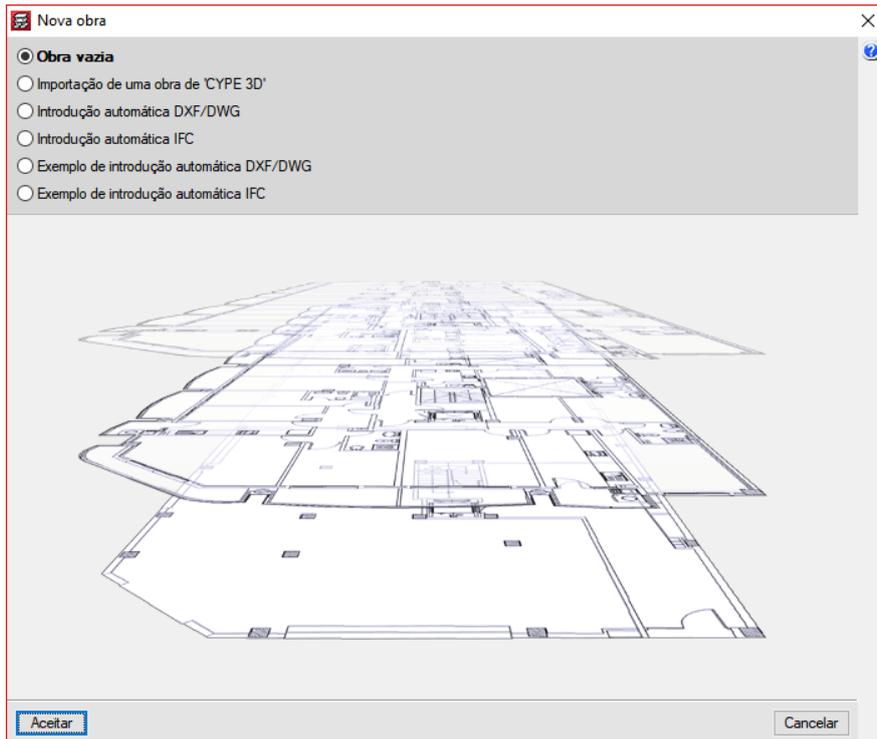


Fig. 3.5

### 3.3.2. Dados gerais

Depois de aceitar o diálogo anterior, aparecerá a janela **Dados gerais**, que permite indicar o nome, descrição, regulamentos, materiais a utilizar, ações horizontais, combinações, coeficientes de encurvadura em pilares e modificação de tabelas de armadura e opções de cálculo.

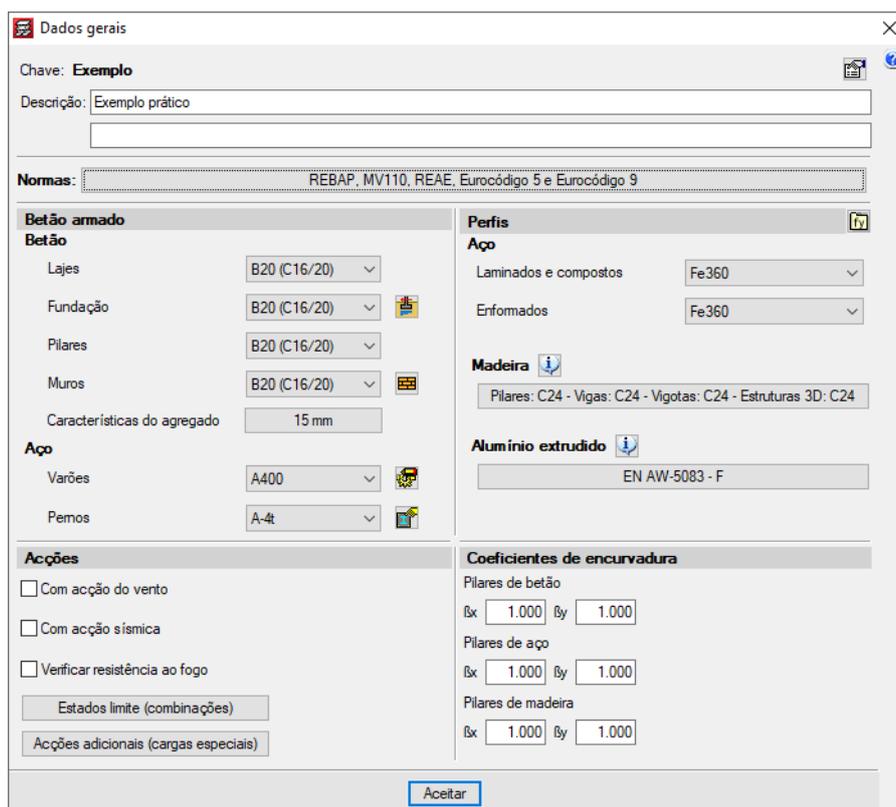


Fig. 3.6

### 3.3.2.1. Norma e materiais

Pode seleccionar os regulamentos de betão, aço laminado e aço enformado. Pode escolher também o tipo de betão para cada elemento da estrutura. Também é possível seleccionar o tipo de aço.

Para este exemplo, deve deixar os regulamentos que aparecem por defeito e alterar a classe do Betão de todos os elementos estruturais para **B25 (C20/C25)**.

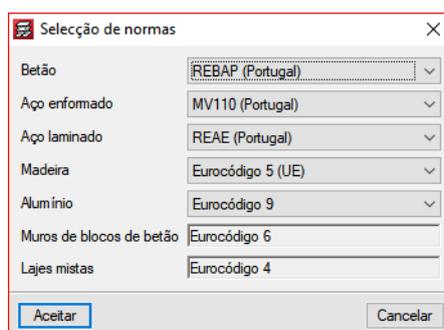


Fig. 3.7

Com o botão **Opções**  é possível aceder às tabelas de armadura e a várias opções de cálculo que podem ser personalizadas pelo utilizador.

- Agora deverá atribuir a tensão admissível do terreno. Prima o ícone  **Dados da fundação** na janela **Dados gerais**.
- Na janela que se abre introduz-se uma tensão admissível de **0.3 MPa** em **Combinações fundamentais** e **0.45 MPa** para **Combinações sísmicas e acidentais**.

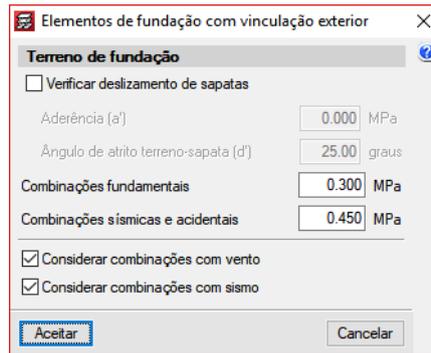


Fig. 3.8

### 3.3.2.2. Vento e sismo

Antes de se definir as ações horizontais do vento e sismo, deve-se definir o número de pisos que terá o edifício no programa.

- Prima **Aceitar** até voltar ao ambiente de trabalho do programa.

### 3.3.3. Definição de plantas/grupos de plantas

Indica-se a seguir a sequência para a definição de plantas e grupos de plantas.

- Prima a opção **Introdução > Plantas/Grupos**.
- Prima **Novas plantas**.



Fig. 3.9

- Seleccione **Independentes** e prima **Aceitar**.

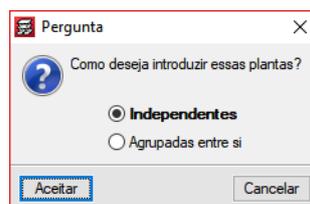


Fig. 3.10

- Introduzem-se as nove plantas e prima **↵ ENTER**. Complete o diálogo de acordo com a figura seguinte e prima **Aceitar**.

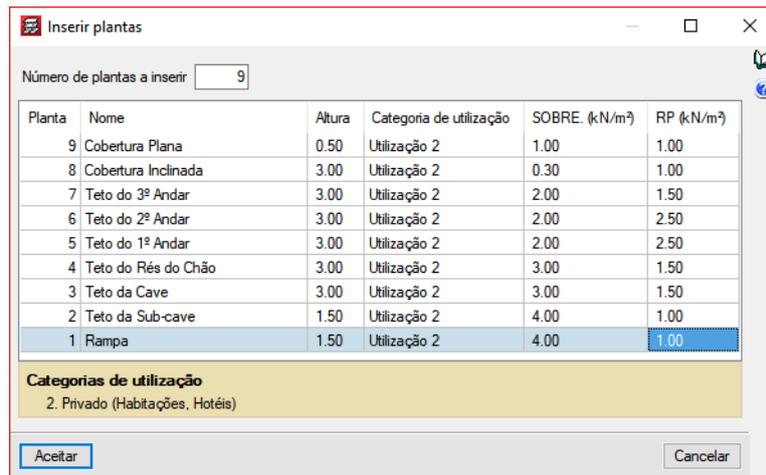


Fig. 3.11

- Surge um aviso acerca da alternância de sobrecargas, prima novamente em **Aceitar**. Abra a janela **Plantas e grupos**, agora com mais opções.



Fig. 3.12

- Prima **Editar plantas** e introduza o valor **-6.00** como **Cota da planta de fundação**. O programa calculará as cotas de cada planta.
- Prima **Aceitar** e posteriormente prima em **Sair**.

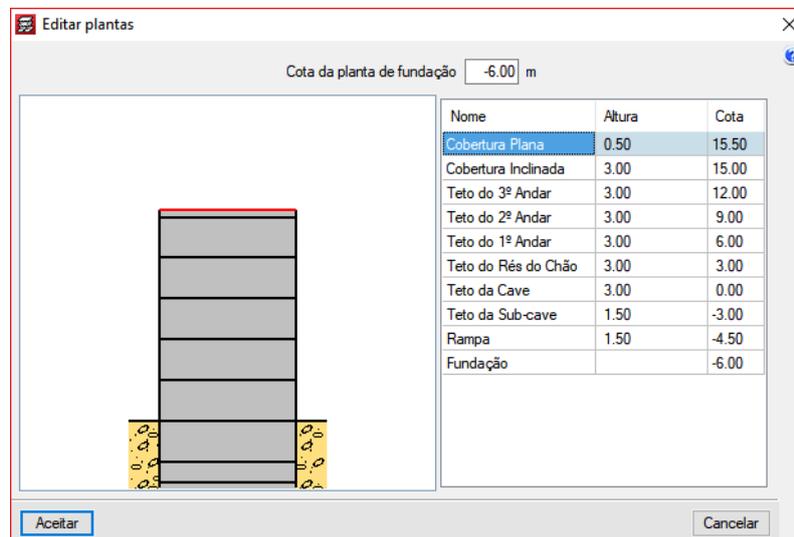


Fig. 3.13

### 3.3.4. Vento e sismo

Em termos gerais, num primeiro cálculo deve dimensionar-se a estrutura para ações verticais exclusivamente e realizar pelo menos o ajuste dos pilares. Num segundo cálculo introduzir-se-iam os esforços horizontais e posteriormente realizar-se-ia o ajuste de todos os elementos resistentes.

Por outro lado, a justificação pela qual se vai introduzir o vento e o sismo após a definição das plantas é devido ao facto, deste edifício se apresentar com plantas de diferentes dimensões, e por isso ser conveniente definir-se as larguras de banda da ação do vento para cada piso. Desta forma, será sempre necessário previamente definir-se o número de plantas a inserir.

No seguimento da introdução das plantas, passa-se à fase da introdução dos dados necessários para a ação do vento e sismo.

No menu **Obra > Dados gerais**, ative a opção **Com ação do vento** e selecione **R.S.A.**, preencha os dados de acordo com a figura seguinte, isto supondo uma determinada localização do edifício.

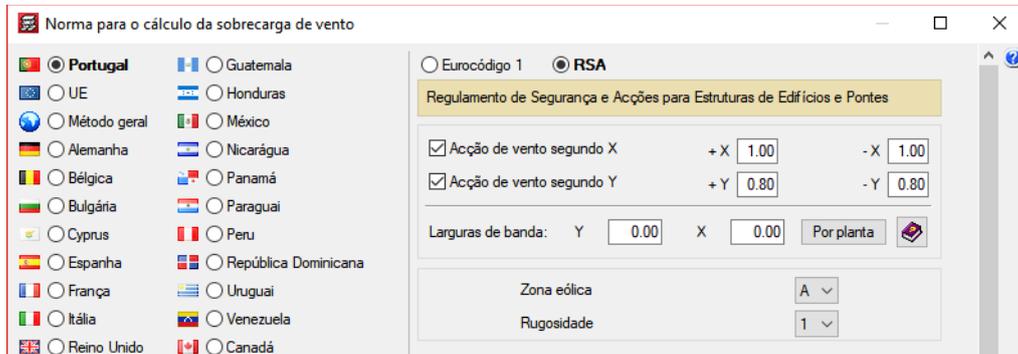


Fig. 3.14

- Prima em **Por planta**, para definir as larguras de banda por cada planta existente.

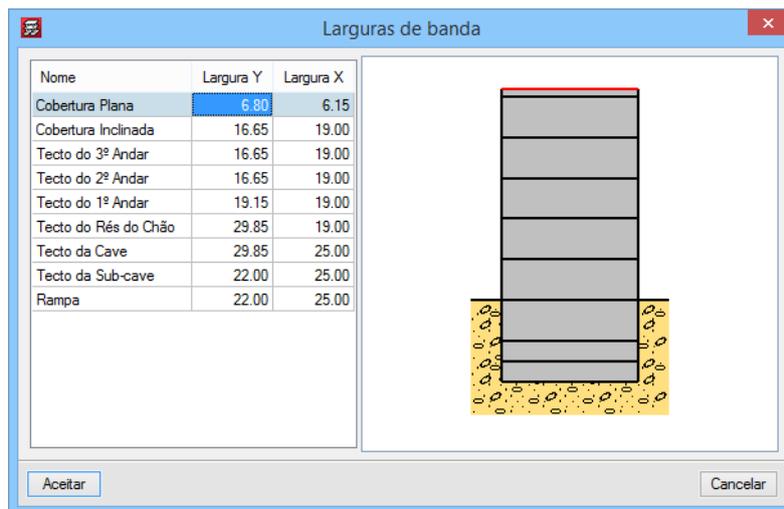


Fig. 3.15

- Por fim, prima em **Aceitar** até surgir a janela **Dados gerais**.
- Para a ação do Sismo, ative a opção **Com ação sísmica**, selecione **R.S.A. (Dinâmica)**, preencha os dados de acordo com a figura seguinte.

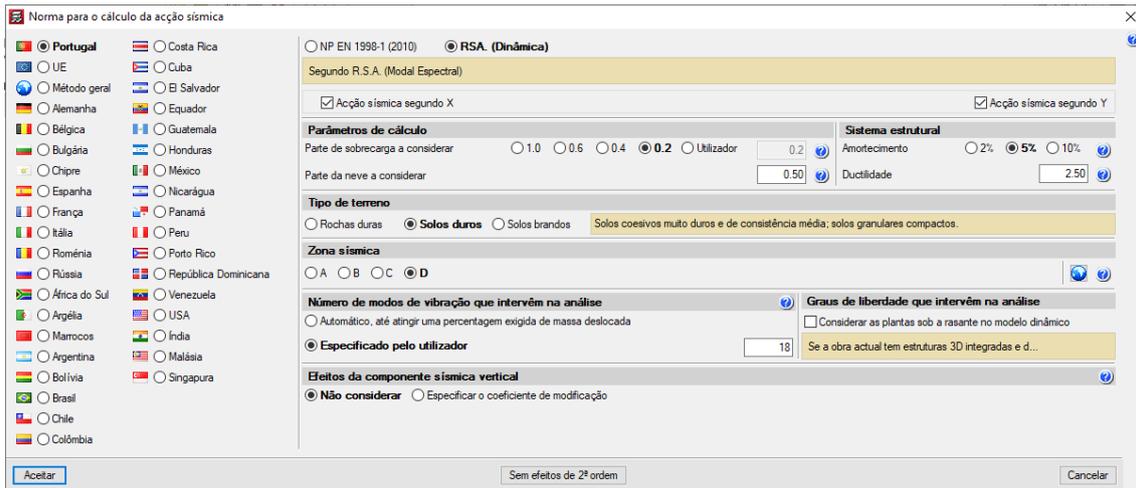


Fig. 3.16

- Para terminar, prima sempre em **Aceitar** até surgir o ambiente de trabalho.

### 3.3.5. Importação de máscaras DXF

Como se comentou, é mais cómodo utilizar um ficheiro DXF ou DWG que sirva de máscara para introduzir a geometria. Para importar o ficheiro DXF ou DWG siga estes passos:

- Seleccione o ícone **Editar máscaras**  da barra de ferramentas. Abrir-se-á a janela **Gestão de vistas de máscaras**.

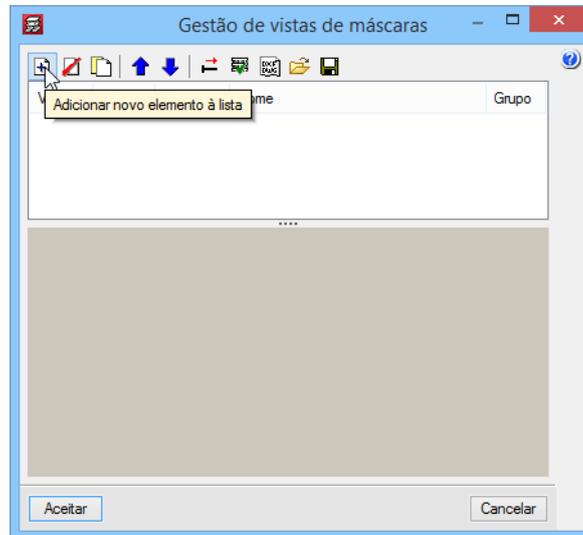


Fig. 3.17

- Prima o ícone  **Adicionar novo elemento à lista**. Abrir-se-á uma janela e será pedido que seleccione um DXF ou DWG. Procure na diretoria `\CYPE Ingenieros\Exemplos\CYPECAD\` e seleccione com o rato + tecla Ctrl, todos os ficheiros com extensão DXF, finalmente prima **Abrir**.

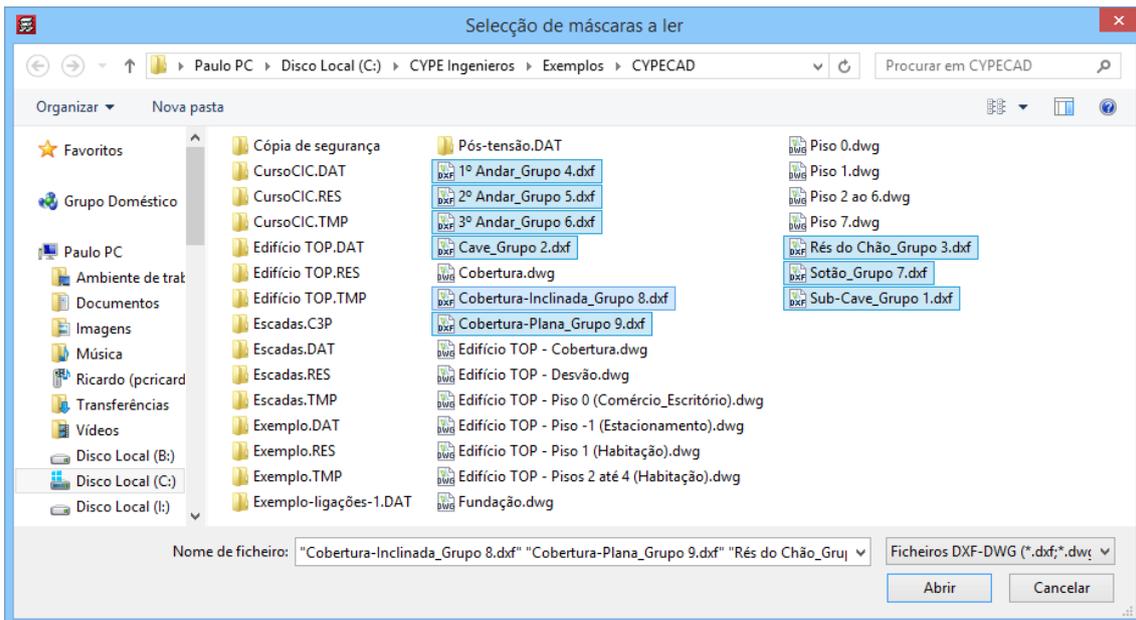


Fig. 3.18

Surge então a janela **Ficheiros disponíveis** com todos os ficheiros importados.

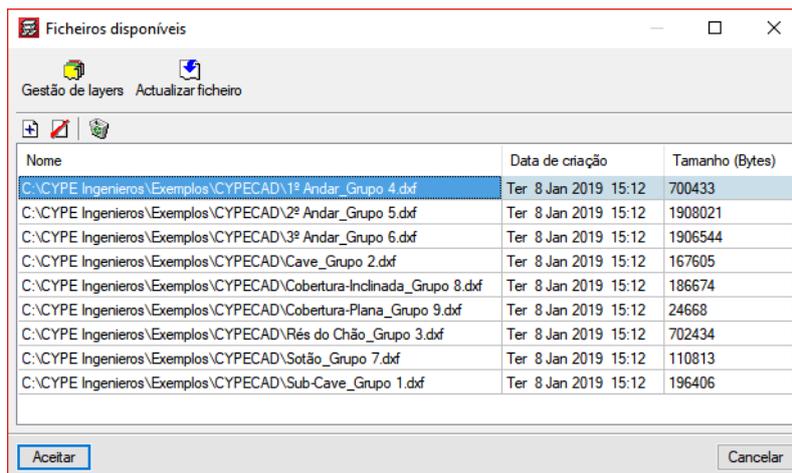


Fig. 3.19

- A partir da figura seguinte, prima em **Aceitar**, surge novamente a janela **Gestão de vistas de máscaras** com os ficheiros DXF.

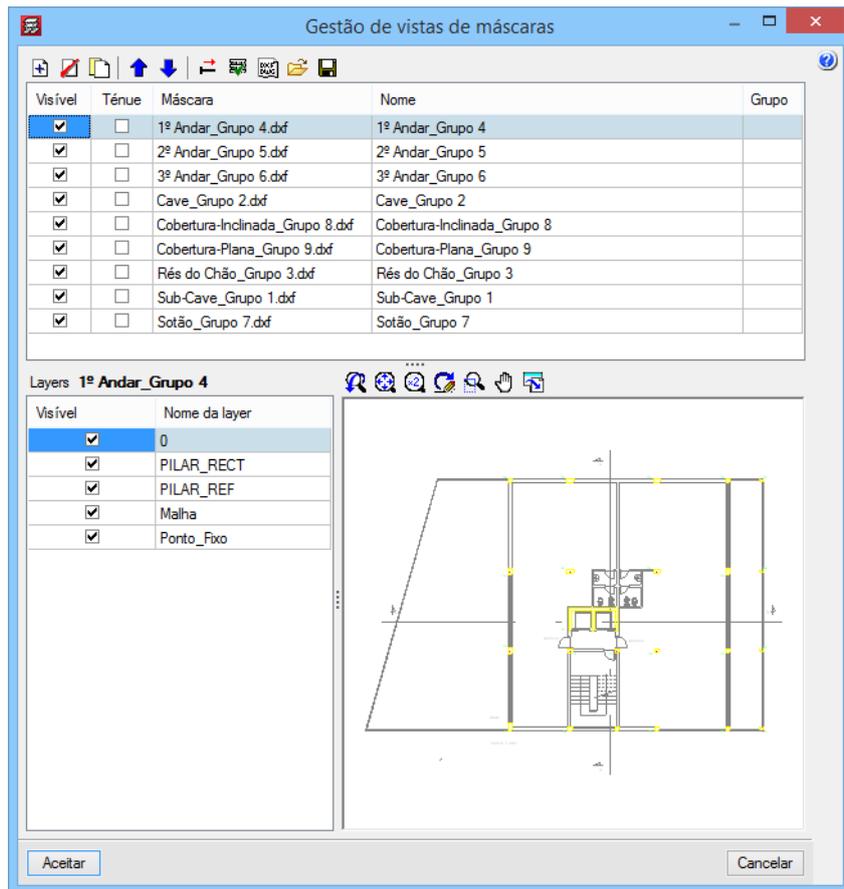


Fig. 3.20

De seguida, procede-se à indicação da máscara DXF correspondente a cada grupo.

- Prima em  **Vistas dos grupos.**



Fig. 3.21



Fig. 3.22

- Seleccione de acordo com o grupo, o DXF correspondente, como indicam as figuras seguintes.

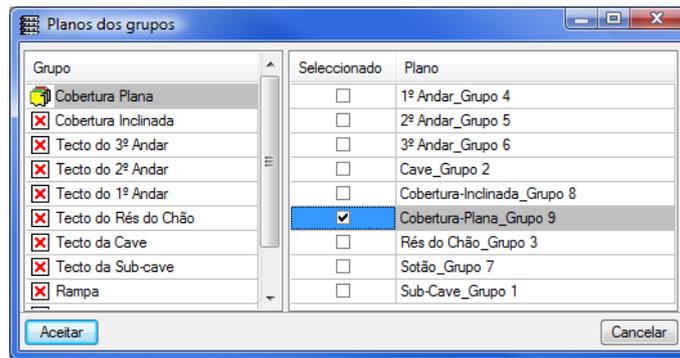


Fig. 3.23

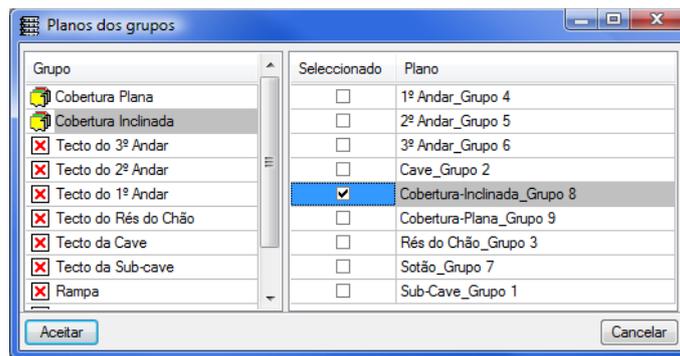


Fig. 3.24

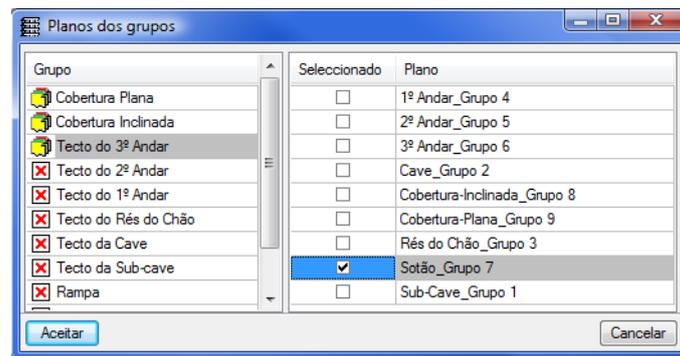


Fig. 3.25

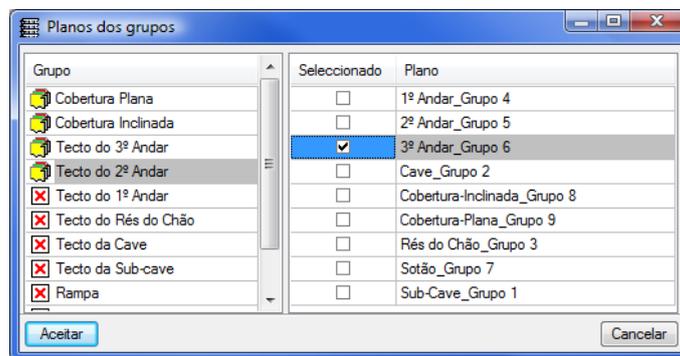


Fig. 3.26

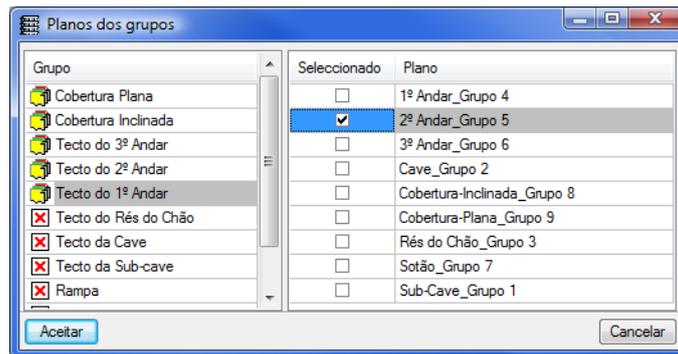


Fig. 3.27

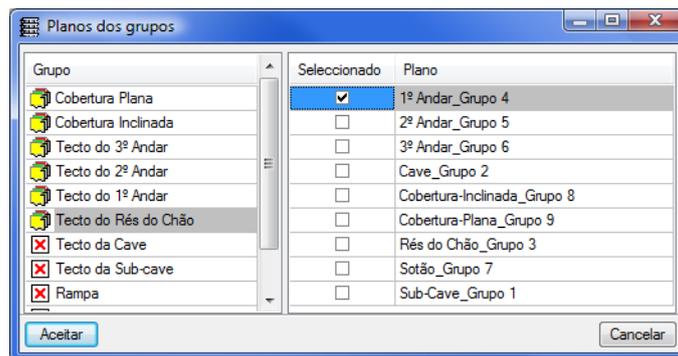


Fig. 3.28

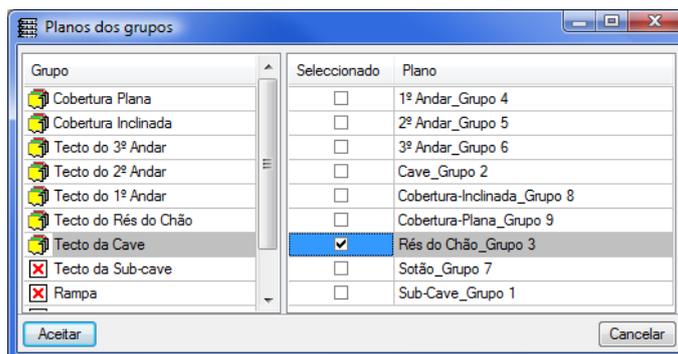


Fig. 3.29

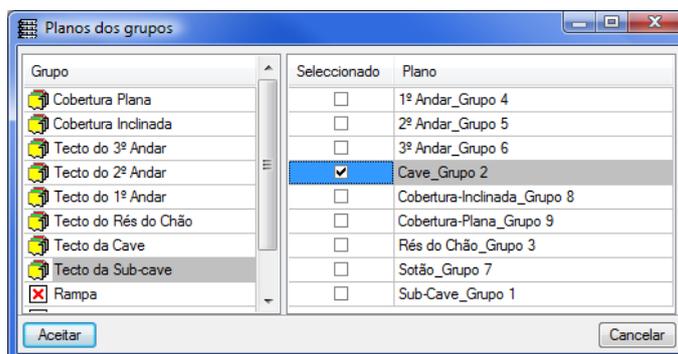


Fig. 3.30

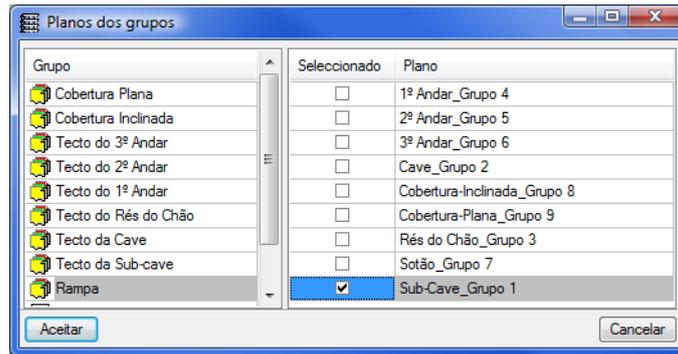


Fig. 3.31

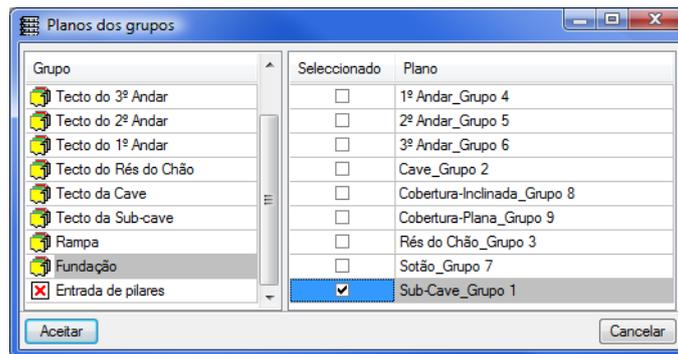


Fig. 3.32

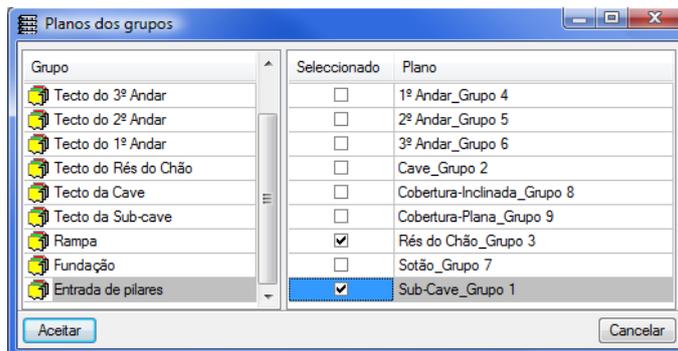


Fig. 3.33

- Prima sempre em **Aceitar** até surgir a área de ambiente de trabalho.

### 3.3.6. Introdução de pilares e paredes

O seguinte passo será introduzir os pilares, para facilitar essa introdução, admite-se a seguinte ordem de introdução no ecrã: de baixo para cima e da esquerda para a direita. Logo o Pilar P1, será o pilar situado no canto inferior esquerdo, como se pode ver na máscara de DXF.

Salienta-se, que nas máscaras DXF estão referenciados os nomes dos pilares e está representado em cada pilar, um pequeno círculo vermelho cujo centro representa o ponto fixo, ou seja, será nesse ponto que se deverá premir quando se fizer a sua introdução.

Esse ponto fixo, servirá para manter as faces desse pilar sempre ajustadas ao limite do edifício no caso de uma alteração da secção de um pilar, por exemplo pilar de canto, ou no caso de pilar de fachada manter sempre a face alinhada pelo limite do edifício.

- Prima no separador **Entrada de pilares**.

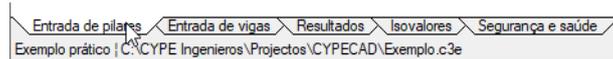


Fig. 3.34

- Prima na opção **Introdução > Pilares, paredes e arranques**. Abre-se o seguinte diálogo.

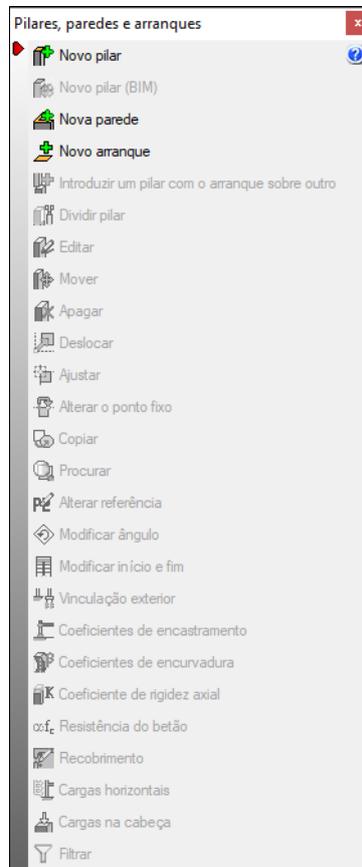


Fig. 3.35

- Prima **Novo pilar**.

Pretende-se introduzir todos os pilares com a mesma secção, desde a **Fundação** até à **Cobertura Plana**.

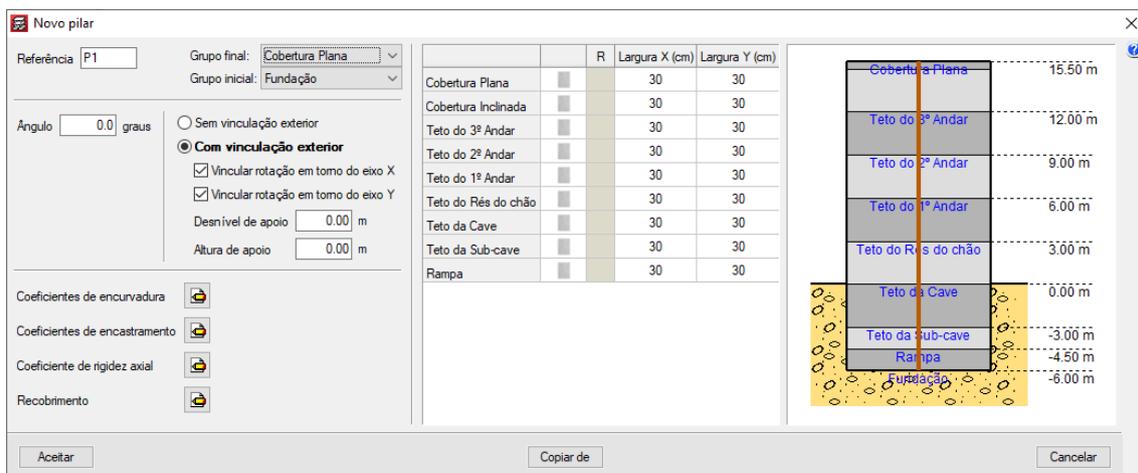


Fig. 3.36

- Mantenha os dados por defeito e prima **Aceitar**.

- Através do ícone  **Zoom** na barra de ferramentas ou do scroll do rato, faça um zoom sobre o primeiro pilar da máscara de arquitetura, ou seja o pilar situado no canto inferior esquerdo do ecrã representado com a referência P1.

Como nota: a qualquer momento poderá utilizar os comandos de visualização referentes no menu Zoom.

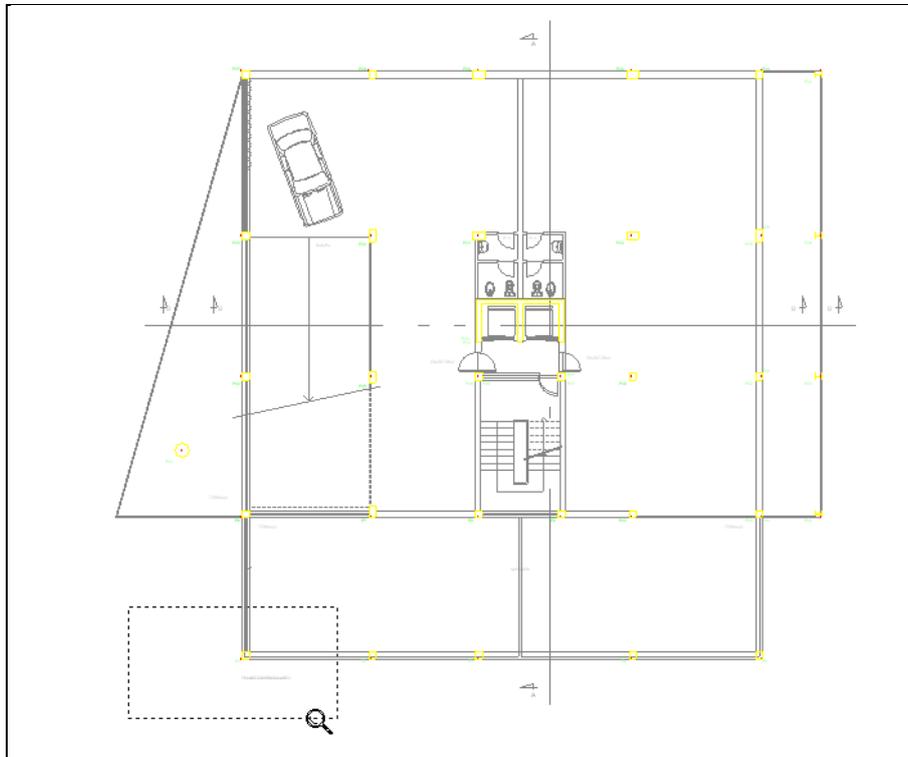


Fig. 3.37

- Prima sobre o ícone  **Capturas para máscaras**.

Como o primeiro pilar que se vai introduzir é de canto, o ponto fixo será o canto inferior esquerdo.

- Na janela **Seleção de Capturas** deve ativar a opção **Ativar capturas** e de seguida **Centro**, prima **Aceitar**.

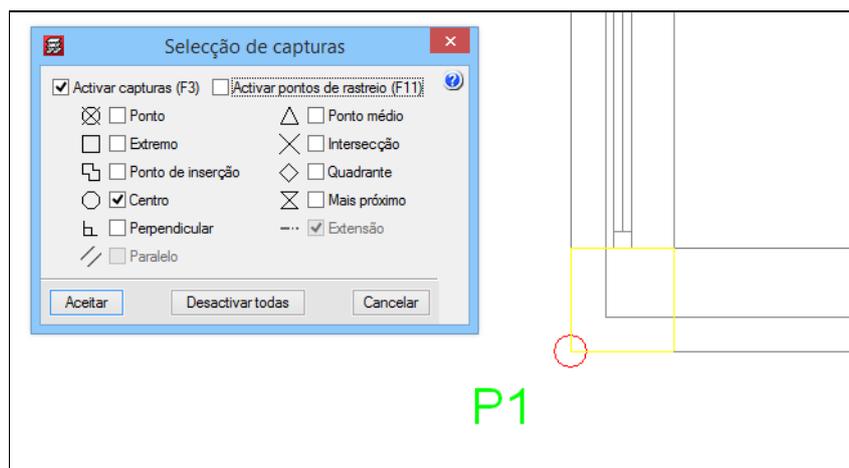


Fig. 3.38

- Posicione-se sobre o canto inferior esquerdo do pilar, uma vez que este será o seu ponto fixo (marcado na máscara com um círculo de cor **vermelha**). Observe que quando passa por um círculo surge um outro círculo, este indica o centro do círculo.

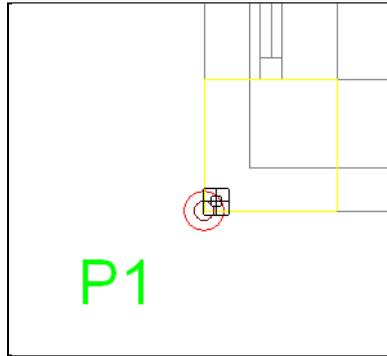


Fig. 3.39

- Aproxime-se do círculo do pilar desenhado na máscara até surgir um pequeno círculo. Prima então sobre o canto inferior esquerdo. Terá capturado o canto do pilar representado na máscara.

O pilar poderá não coincidir com o desenho do pilar da máscara, isto porque apesar de se ter capturado o centro do círculo corretamente, no momento da captura, a posição do cursor relativo ao centro do círculo vai determinar a posição do pilar, podendo este ficar desajustado, como se vê na figura seguinte.

Surge um círculo a preto que indica o **ponto fixo** do pilar.

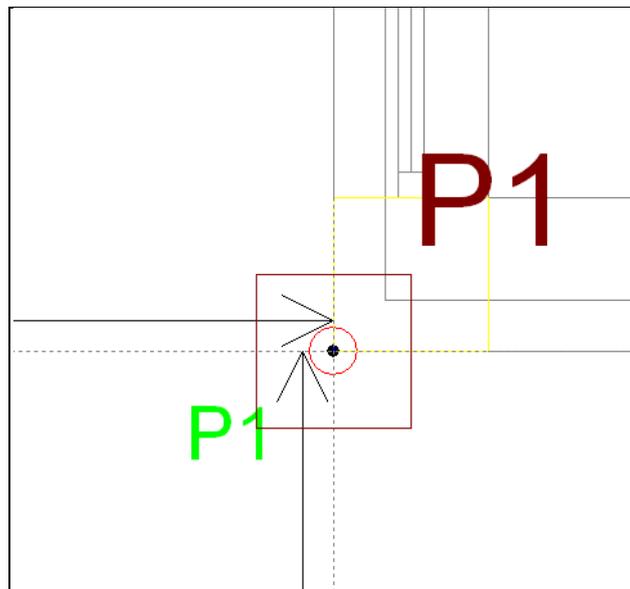


Fig. 3.40

- Para ajustar o pilar ao canto prima  (botão direito do rato).
- Abrir-se-á a janela **Novo pilar**. Prima **Cancelar** e abrir-se-á o diálogo **Pilares, paredes e arranques**.

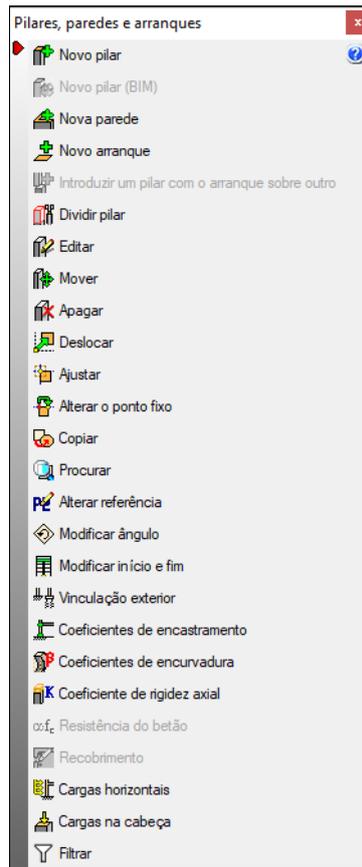


Fig. 3.41

- Prima em **Ajustar**, surge a janela do comando, prima **Aceitar** sem especificar um deslocamento.

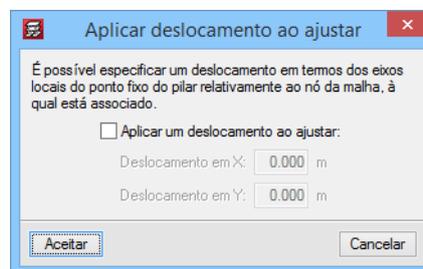


Fig. 3.42

- Coloque o cursor no sentido e na direção que deseja para o pilar se deslocar.

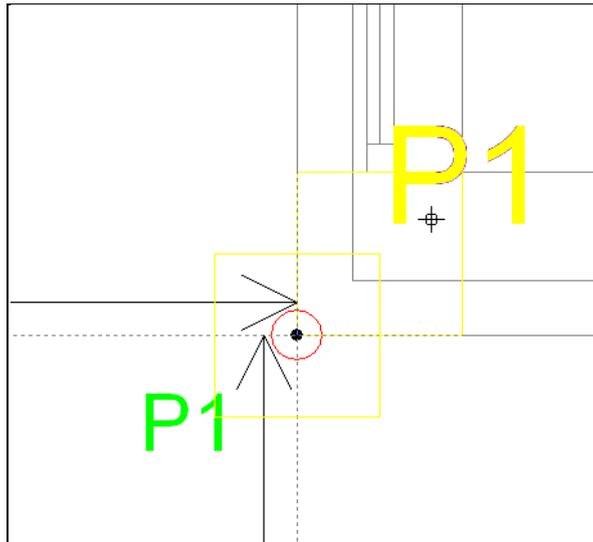


Fig. 3.43

- Prima agora e o pilar desloca-se seguindo a posição do cursor, mantendo sempre o ponto fixo.

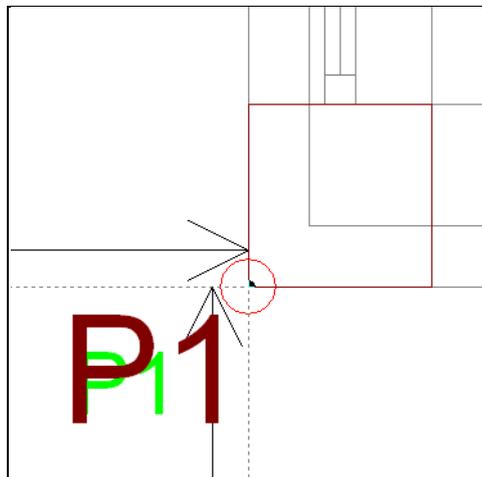


Fig. 3.44

- Prima , de seguida prima **Cancelar**, surge novamente a janela **Pilares, paredes e arranques**.
- Prima sobre **Novo pilar**, agora introduz-se o pilar **P2**, que estará à direita do P1. Seguindo os mesmos passos de introdução do pilar P1.
- Prossiga a introdução dos restantes pilares.

Como sugestão, poderá introduzir todos os pilares, ajustando só no final.

Após a introdução e os correspondentes ajustamentos, o aspeto será de acordo com a figura seguinte.

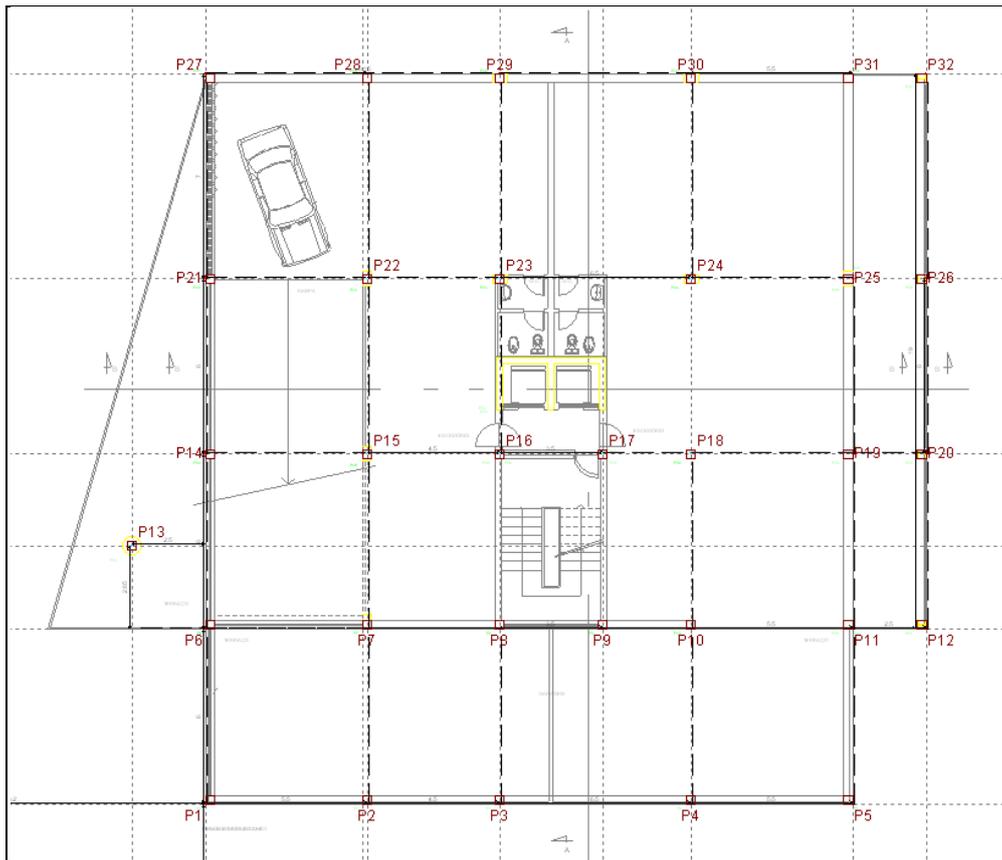


Fig. 3.45

Procede-se à indicação do início e final de cada pilar.

- A partir do menu **Pilares, paredes e arranques**, seleccione **Modificar início e fim**.

Com este comando, especifica-se um grupo inicial e um grupo final, atribuindo tais propriedades aos pilares.

- Na janela **Modificar início e fim** coloque o **Grupo inicial** como **Fundação** e o **Grupo final** como **Teto da Cave**.

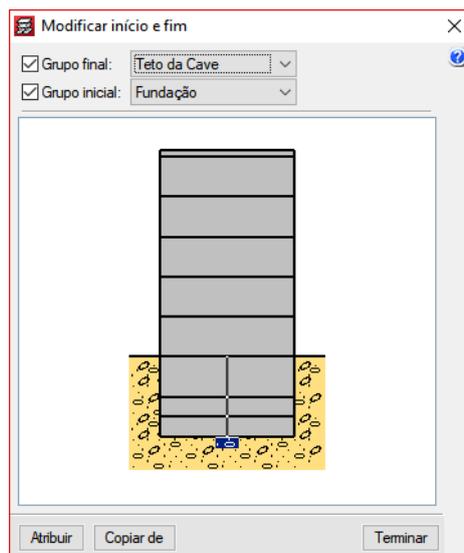


Fig. 3.46

- Tendo em conta que a numeração de pilares será da esquerda para a direita e de baixo para cima, prima o botão **Atribuir** e prima sobre os pilares **P1, P2, P3, P4 e P5**, que ficarão marcados a cor **rosa**. Assim estes pilares ficam com o seu início desde a fundação até ao teto da cave.
- Prima , de seguida coloque o **Grupo inicial** Fundação e o **Grupo final** como Teto do Rés do Chão.
- Prima o botão **Atribuir** e prima sobre os pilares **P6, P13, P14, P21 e P27**, que ficarão marcados em cor **roxa**.
- Prima , de seguida coloque o **Grupo inicial** Fundação e o **Grupo final** como Cobertura Inclinada.
- Prima o botão **Atribuir** e prima sobre os pilares **P7, P11, P15, P19, P22, P23, P24, P25, P28, P29, P30 e P31** que ficarão marcados em cor **roxa**.
- Prima , de seguida coloque o **Grupo inicial** Teto da Cave e o **Grupo final** como Teto do 1º Andar.
- Prima o botão **Atribuir** e prima sobre os pilares **P12, P20, P26, e P32**, que ficarão marcados em cor **roxa**.
- Prima , de seguida prima em **Terminar**.

Procede-se à edição de Pilares, para se colocar as devidas secções.

- A partir do menu **Pilares, paredes e arranques**, prima em **Editar**, e prima sobre o pilar **P7**.
- Altere a secção do pilar, segundo a **Largura Y** para **50 cm**, desde a Fundação até ao Teto do Rés do Chão, como se pode ver na figura seguinte.

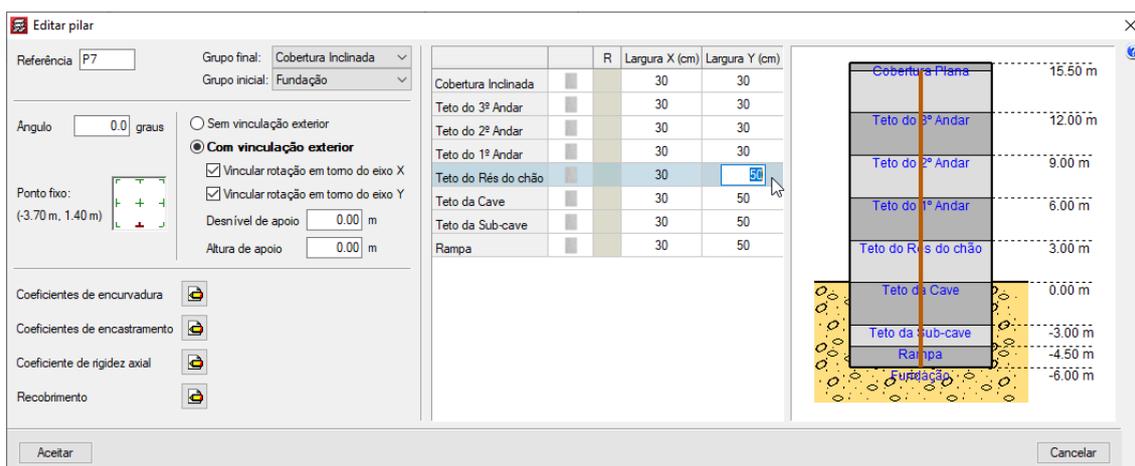


Fig. 3.47

- Por fim, prima em **Aceitar**.
- No menu **Pilares, paredes e arranques**, prima em **Copiar**.
- Prima sobre o pilar **P7**, surge uma janela do comando **Copiar**, ative as opções **Grupo inicial e final e Dimensões**, de acordo com a figura seguinte.

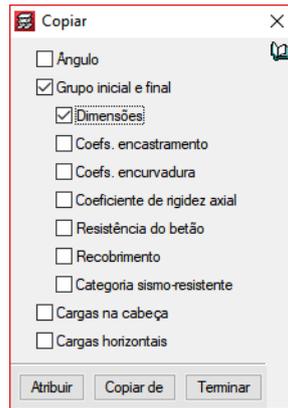


Fig. 3.48

- Prima em **Atribuir**.

Deste modo, copiou-se a informação do pilar P7.

- Prima sobre os pilares **P15**, **P22** e **P25**, que ficarão marcados a cor **rosa**, desse modo, ficarão com a mesma informação.
- Prima , de seguida prima em **Terminar**.
- Prima novamente em **Editar**, e prima sobre o pilar **P23**.
- Altere a secção do pilar, segundo a **Largura X** para **50 cm**, desde a Fundação até ao Teto do Rés do Chão, como se pode ver na figura seguinte.

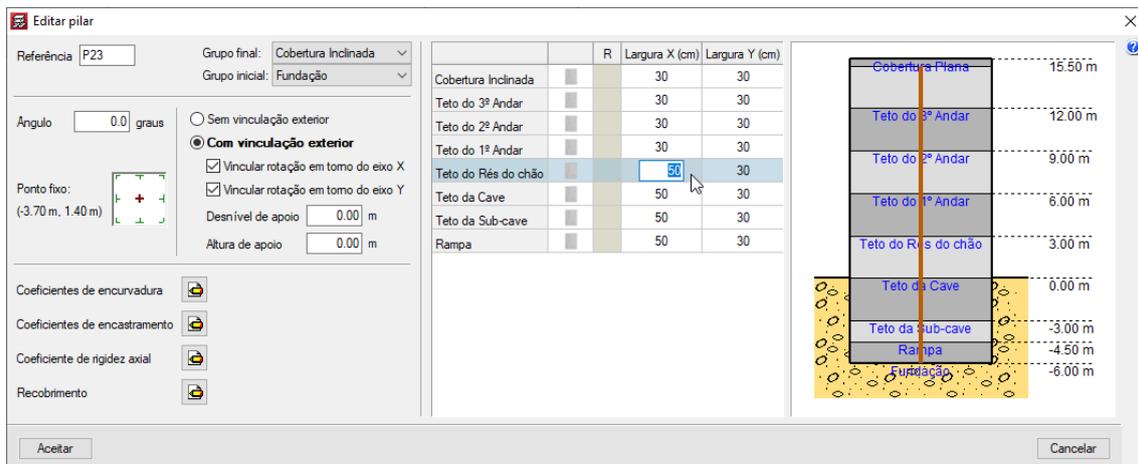


Fig. 3.49

- Prima em **Aceitar**.
- Prima sobre o pilar **P24** e altere a secção de acordo com a do pilar **P23**.
- Edite o pilar **P29** e o pilar **P30**, e altere em todos as plantas a secção, segundo a **Largura X** para **50 cm**.

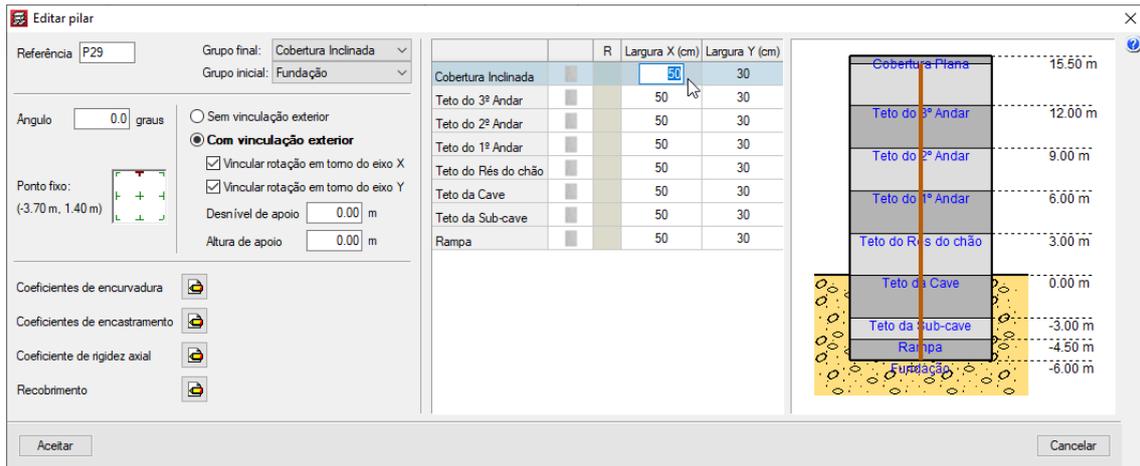


Fig. 3.50

- **Edite** o pilar **P13**. Prima sobre a secção retangular, de acordo com a figura seguinte.

|                     | R | Largura X (cm) | Largura Y (cm) |
|---------------------|---|----------------|----------------|
| Teto do Rés do Chão |   | 30             | 30             |
| Teto da Cave        |   | 30             | 30             |
| Teto da Sub-cave    |   | 30             | 30             |
| Rampa               |   | 30             | 30             |

Fig. 3.51

- Prima sobre a **secção circular** e coloque um diâmetro de **70 cm**.
- Prima **Aceitar**.

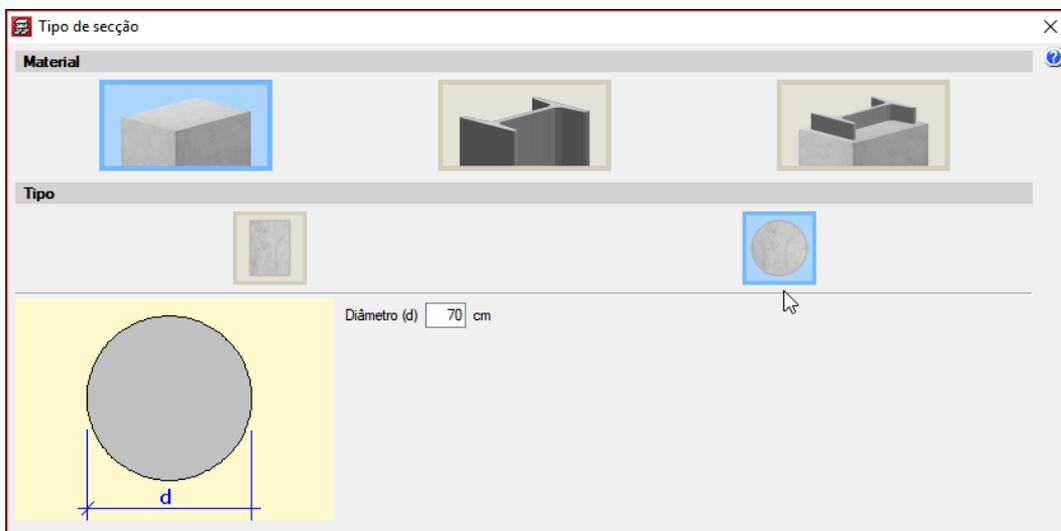


Fig. 3.52

- Repita o procedimento para os restantes pisos.

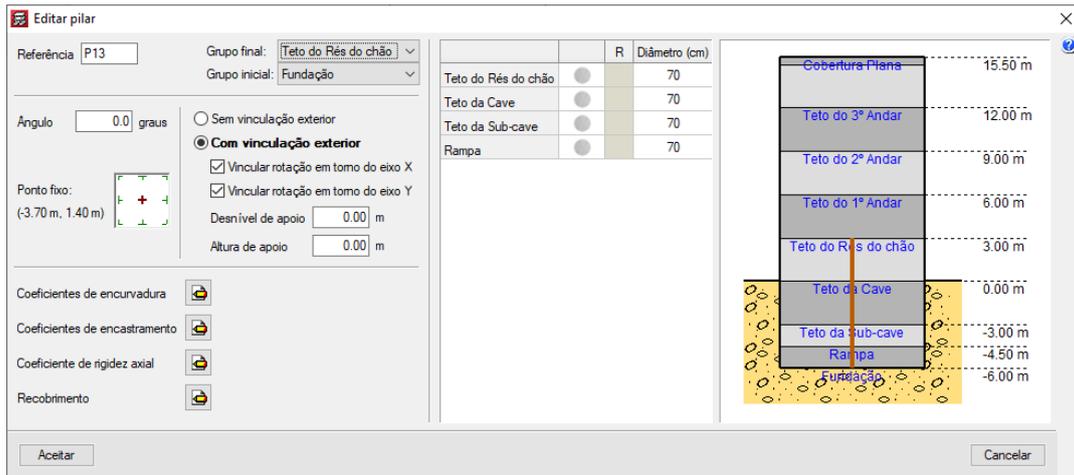


Fig. 3.53

- No menu Pilares paredes e arranques, prima em **Editar** e edite por fim, o pilar **P12**.
- Prima na secção retangular e seleccione a **secção metálica**, de acordo com as figuras seguintes.

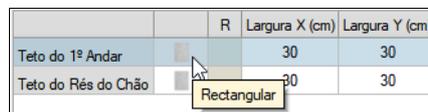


Fig. 3.54

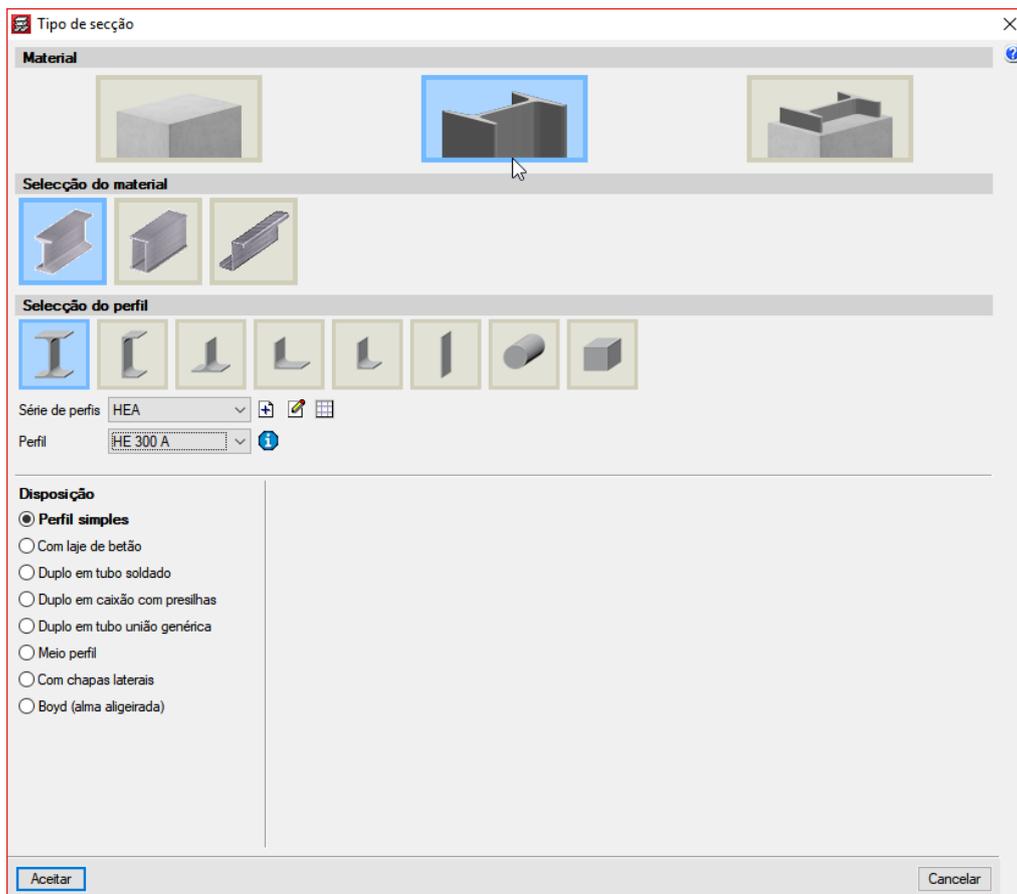


Fig. 3.55

- Seleccione na Série de perfis, o perfil tipo **HEA** e como perfil **HE 300A**.

- Prima **Aceitar**.
- Repita o procedimento para o outro piso, de forma a ficar em todos os pisos com o mesmo perfil.

|                     |   | R                        | Perfil   |
|---------------------|---|--------------------------|----------|
| Teto do 1º Andar    | I | <input type="checkbox"/> | HE 300 A |
| Teto do Rés do Chão | I | <input type="checkbox"/> | HE 300 A |

Fig. 3.56

A partir do menu Pilares, Paredes e arranques, prima no comando **Copiar**, e seguidamente prima sobre o pilar **P12**.

- Selecione **Grupo inicial e final** e **Dimensões**, prima **Atribuir**.
- Prima sobre os pilares **P20, P26 e P32**.
- Prima  e de seguida prima em **Terminar**.

Procede-se à introdução da caixa do elevador em betão armado.

- Prima em **Nova parede**.
- Surge uma janela de edição, coloca-se o nome da parede como **Elevador** e como grupo final o grupo **Cobertura Inclinada**.

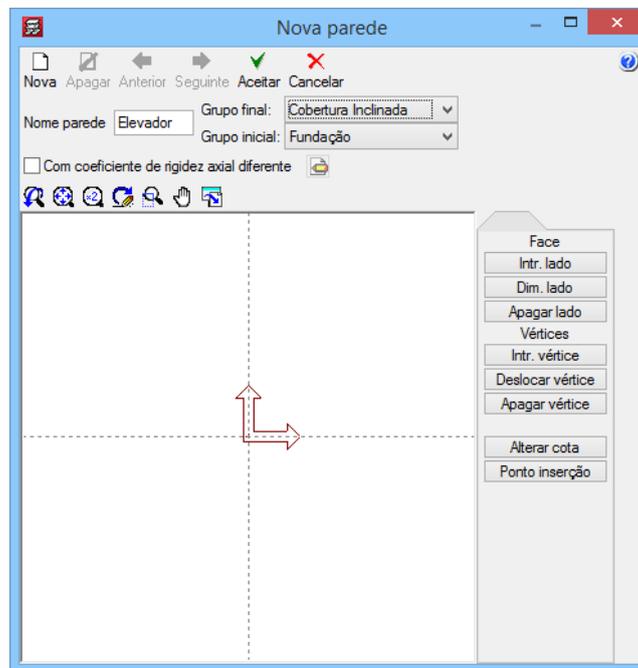


Fig. 3.57

- Prima agora em **Intr. lado**, e prima sobre o ponto de intersecção dos dois eixos.
- De seguida, prima num ponto qualquer pertencente ao eixo y, como ilustra a figura seguinte.

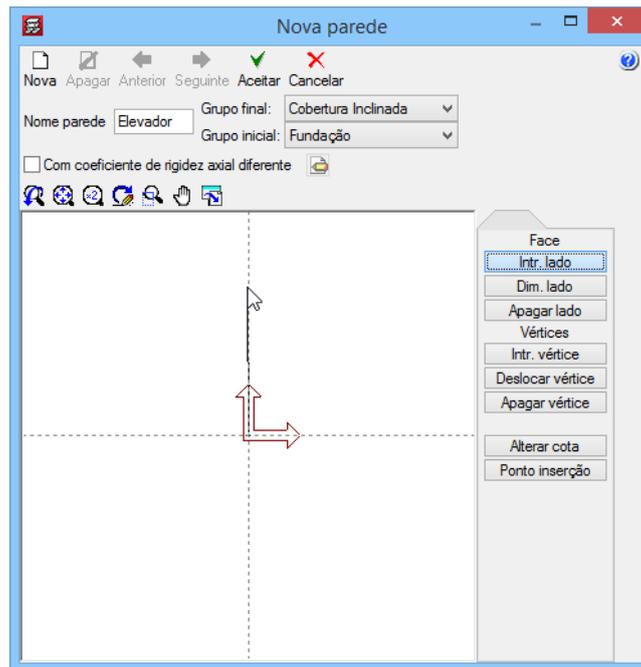


Fig. 3.58

Surge a indicação para se colocar um valor, coloque **1.60 m** e prima no , de acordo com a figura seguinte.

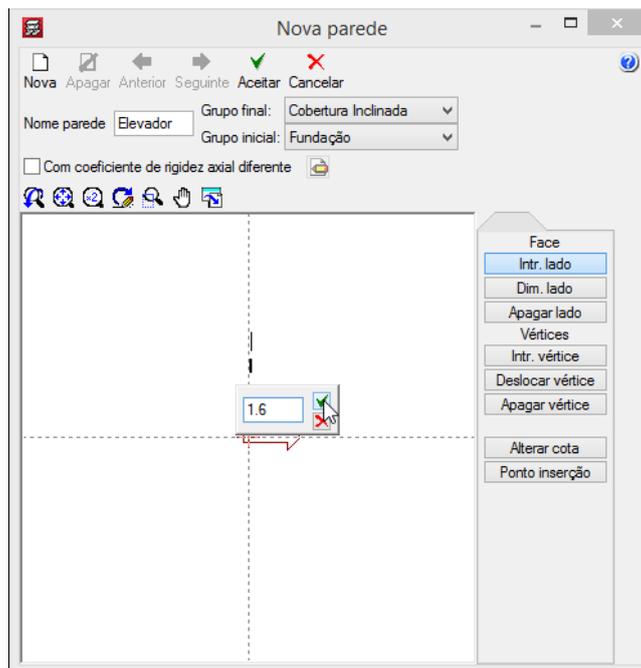


Fig. 3.59

Surge uma pequena janela, para se definir a espessura relativamente ao eixo da parede.

- Coloque a seguinte espessura de acordo com a figura seguinte. Prima em **Aceitar**.

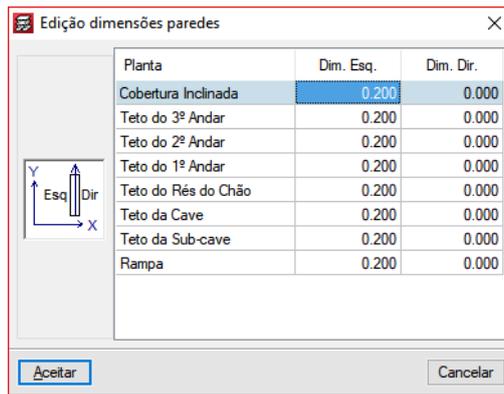


Fig. 3.60

- Prima sobre o ponto especificado da figura seguinte.

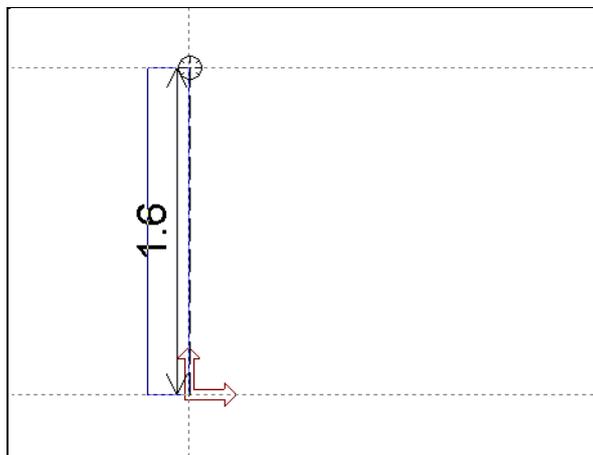


Fig. 3.61

- De seguida, prima num ponto qualquer, à direita da parede, pertencente ao eixo x, como ilustra a figura seguinte. Especifique a distância de **1.55 m** relativamente ao ponto inicial. No fim, prima no .

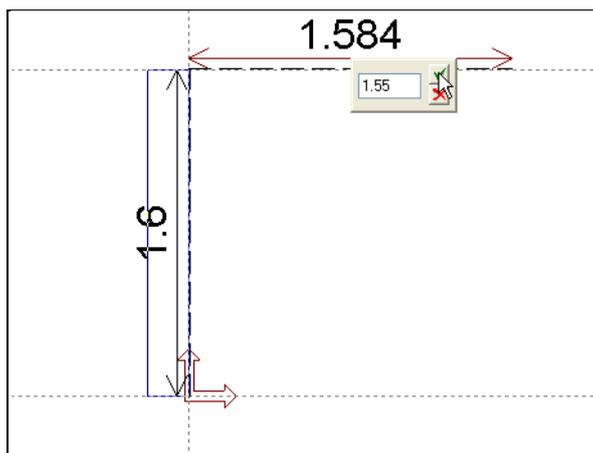


Fig. 3.62

- Coloque a espessura da parede, de acordo com a figura seguinte.

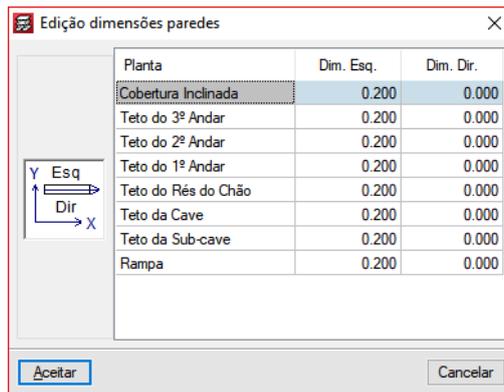


Fig. 3.63

- Prima agora no seguinte ponto da figura seguinte.

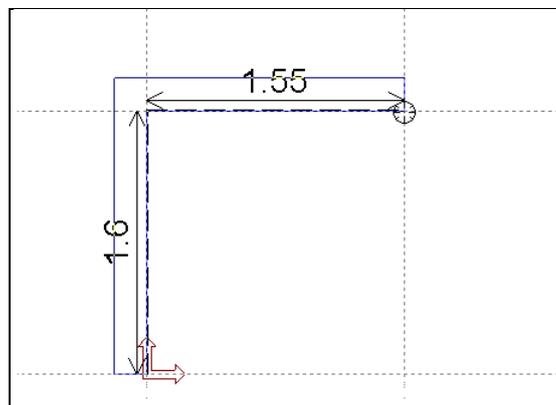


Fig. 3.64

- Prima no ponto final onde se situa o cursor, correspondente à figura seguinte.

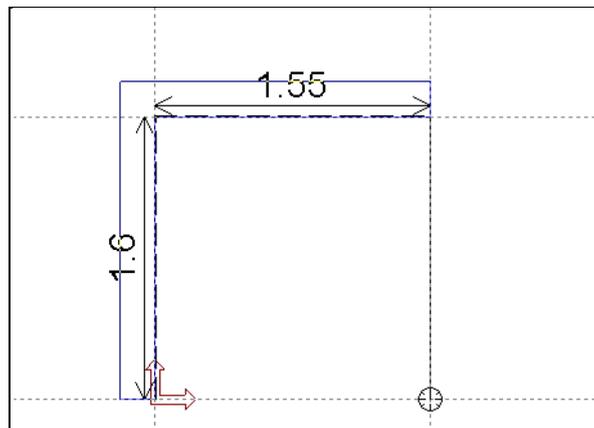


Fig. 3.65

- Surge a janela para especificar a espessura da parede, coloque de acordo com a figura seguinte, por fim, prima em **Aceitar**.

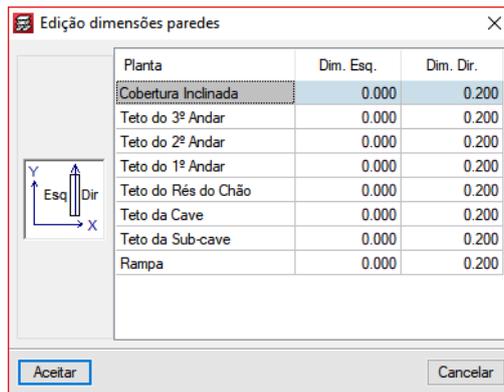


Fig. 3.66

- Prima agora no ponto correspondente à figura seguinte.

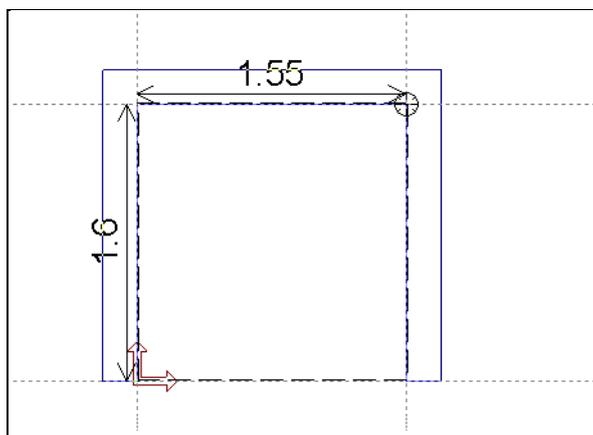


Fig. 3.67

- De seguida, prima num ponto qualquer, à direita da parede, pertencente ao eixo x, como ilustra a figura seguinte. E especifique a distância de **1.75 m** relativamente ao ponto inicial. No fim, prima no .

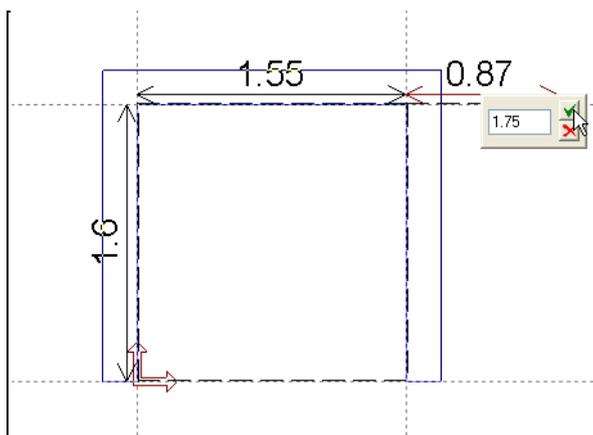


Fig. 3.68

- Coloque a espessura da parede, de acordo com a figura seguinte. No final, prima em **Aceitar**.

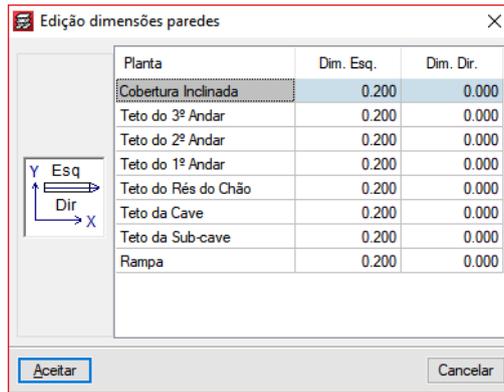


Fig. 3.69

- Prima agora no ponto correspondente à figura seguinte.

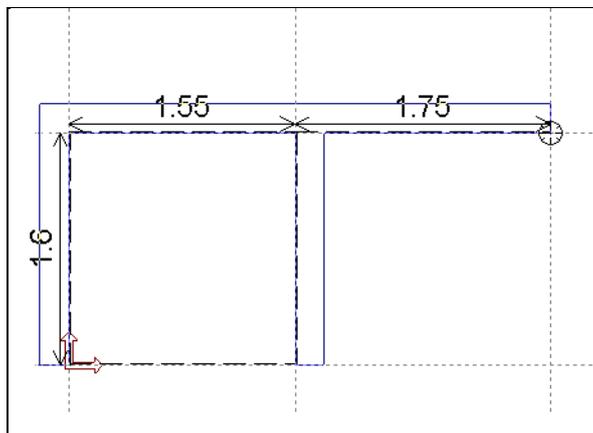


Fig. 3.70

- Prima no ponto final, correspondente à figura seguinte.



Fig. 3.71

- Coloque a espessura da parede, de acordo com a figura seguinte. No final, prima em **Aceitar**.

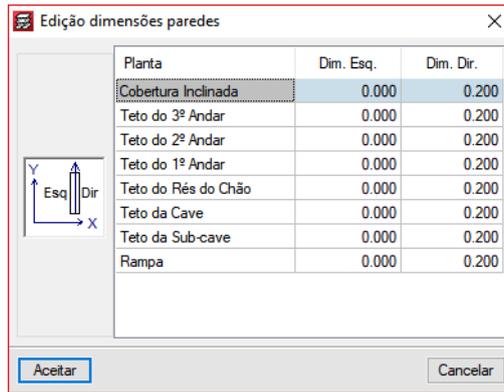


Fig. 3.72

- Terminada a criação da parede, prima agora em **Aceitar**.

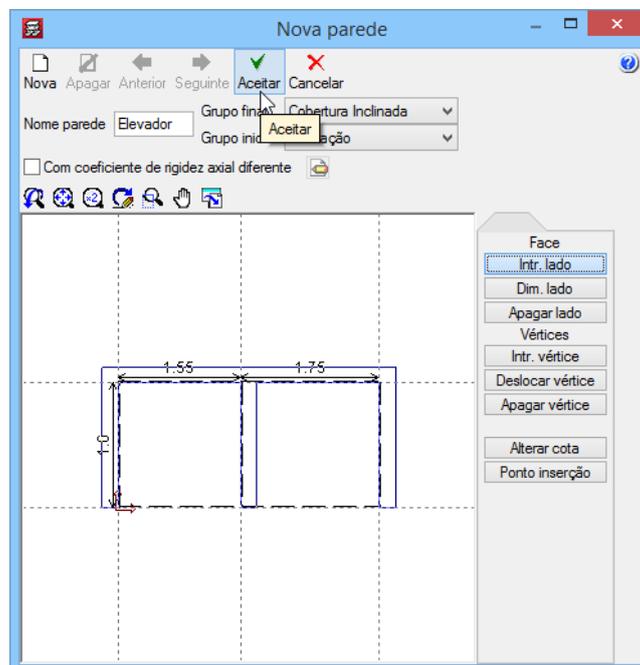


Fig. 3.73

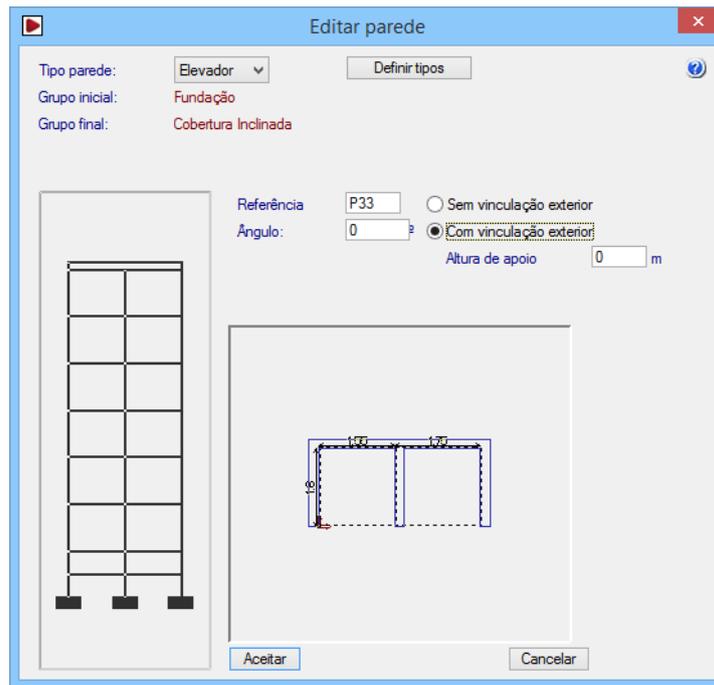


Fig. 3.74

- Prima novamente em **Aceitar**.
- Prima no ícone  **Capturas para máscaras**.
- Na janela **Seleção de Capturas** deve premir o botão **Intersecção**, prima **Aceitar**.



Fig. 3.75

- Realize um zoom  junto da caixa de elevador. Coloque o cursor, de acordo com a figura seguinte.

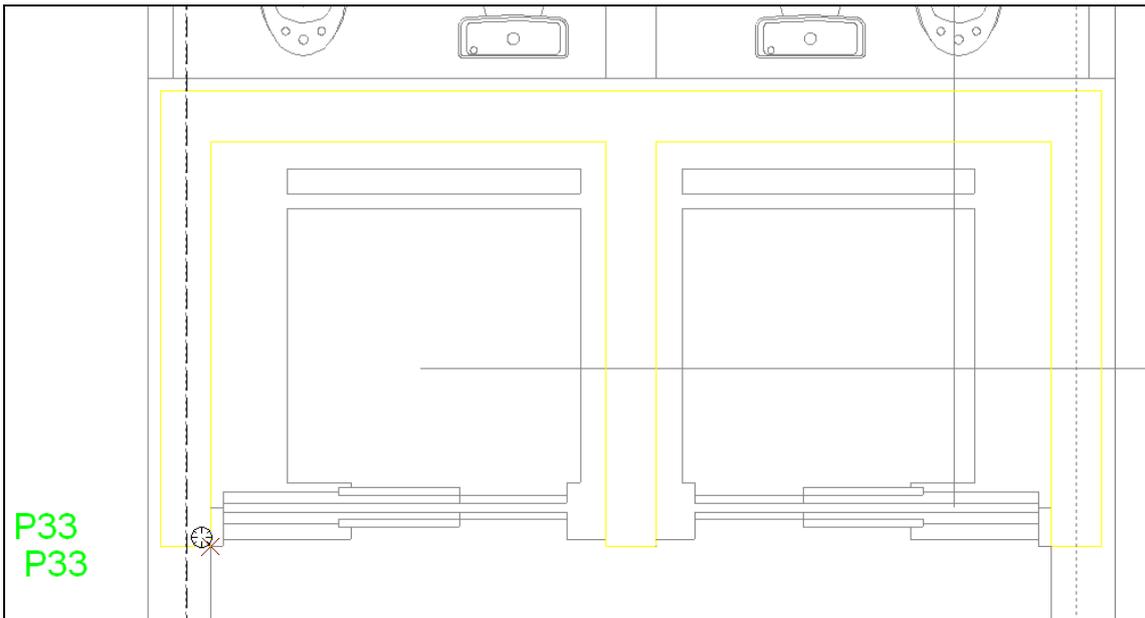


Fig. 3.76

- Quando o programa detetar a intersecção de duas linhas DXF, o símbolo de intersecção surge, prima e automaticamente é introduzida a parede.

### 3.3.7. Introdução das linhas de referência

Passa-se à introdução das linhas de referência cujo objetivo na saída de resultados é os desenhos saírem cotados.

- Prima em **Introdução > Linhas de referência**.
- Prima sobre **Introduzir linha horizontal**.

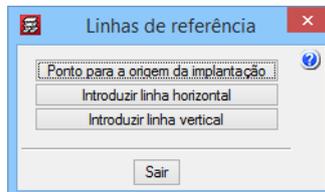


Fig. 3.77

- Prima sobre a linha de implantação horizontal do pilar **P1**, como está ilustrado na figura seguinte.

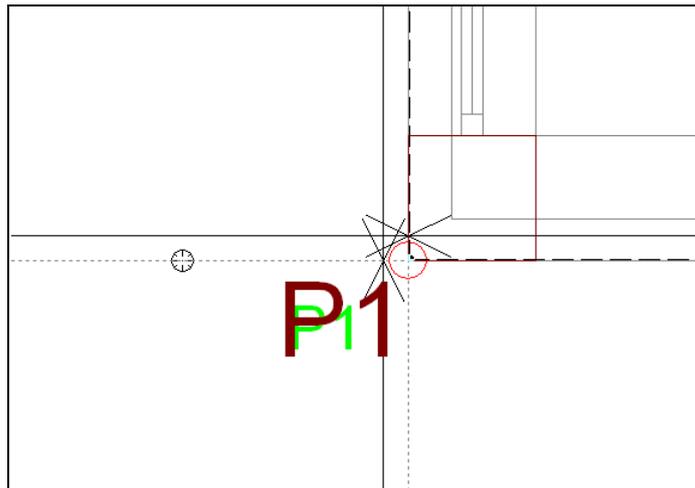


Fig. 3.78

- Surge uma janela, onde especificará o nome da respetiva linha. Por exemplo, **H1**.

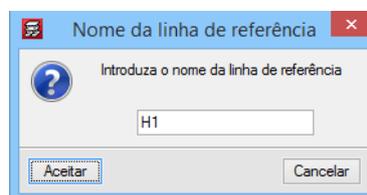


Fig. 3.79

- Prima em **Aceitar**.

Para se introduzir uma outra linha, prima sobre a linha de implantação horizontal do pilar **P6**, como está ilustrado na figura seguinte.

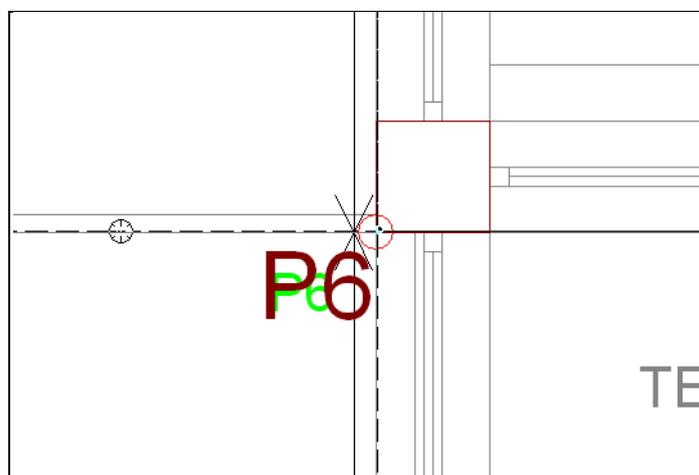


Fig. 3.80

- Como nome da linha surge **H2**, prima em **Aceitar**.

Repita o mesmo procedimento para a introdução das restantes linhas de referência horizontais, para isso baseie-se nas linhas de implantação dos pilares **P14**, **P21** e **P27**.

- Prima .

Para a introdução das linhas de referência verticais, prima em **Introduzir linha vertical**.

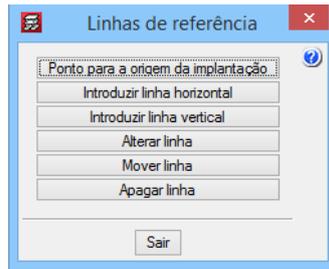


Fig. 3.81

- Prima sobre a linha de implantação vertical do pilar **P13**, como está ilustrado na figura seguinte.

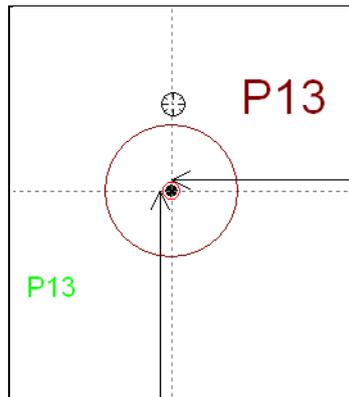


Fig. 3.82

- Surge uma janela, onde especificará o nome da respetiva linha. Por exemplo, **V1**.

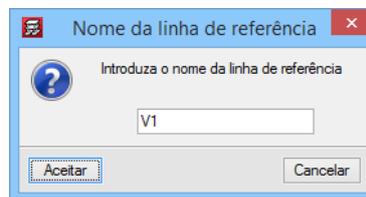


Fig. 3.83

- Prima em **Aceitar**.

Repita o mesmo procedimento para a introdução das restantes linhas de referência verticais, para isso baseie-se nas linhas de implantação dos pilares **P27**, **P28**, **P29**, **P30**, **P31** e **P32**.

No final, a obra apresentará o seguinte aspeto, ilustrado na figura seguinte.

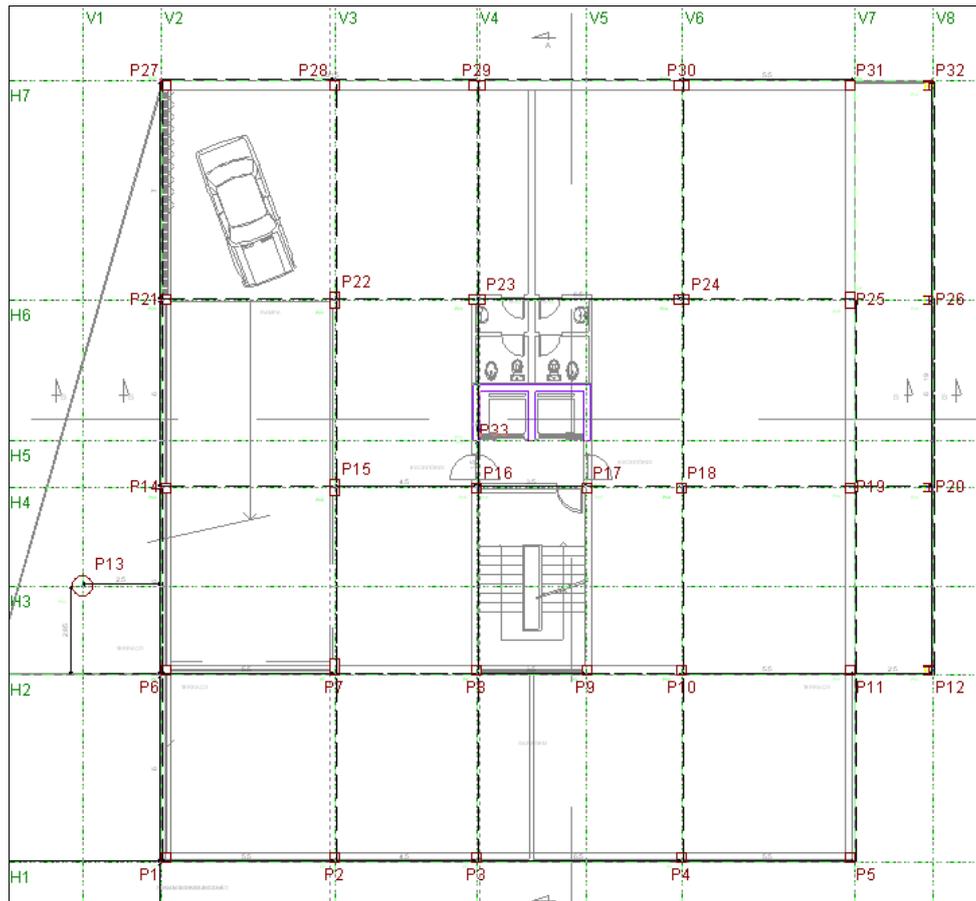


Fig. 3.84

### 3.3.8. Introdução do grupo 1. Primeira planta

- Para dar início à introdução, prima sobre **Entrada de vigas**.

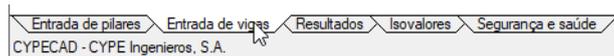


Fig. 3.85

Encontra-se situado ao nível do **Grupo 1**, que é a primeira planta, **Rampa**.

#### 3.3.8.1. Vigas e Muros

Em primeiro lugar, ative a visibilidade das referências dos elementos.

- Prima em **Grupos > Referências visíveis**. Abre-se uma janela na qual deve ativar as opções **Visíveis**; **Pilares**; **Dimensões/Nome vigas**; **Escadas** e desativar o resto.

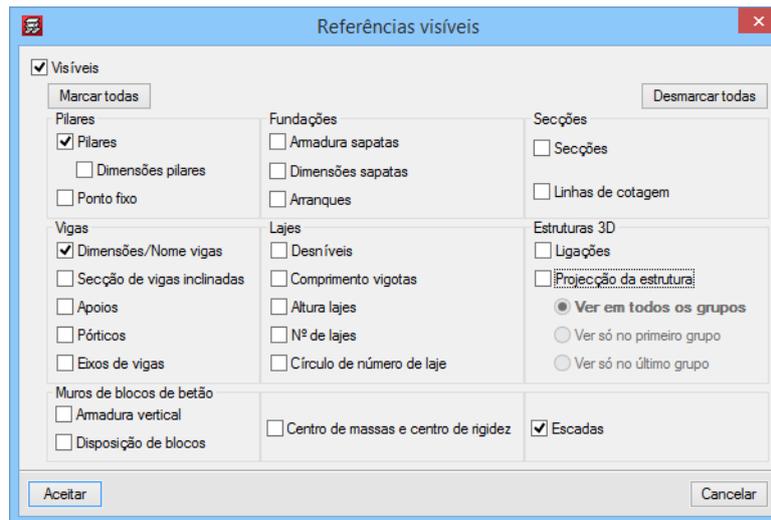


Fig. 3.86

- Prima **Aceitar**.

A seguir realizar-se-á a introdução dos muros.

O Muro M1, é um muro que vai ter o seu início na Fundação e que termina no Teto da Sub-Cave, terá **0.30 m** de espessura.

- Prima **Muros > Introd. muro**.

Surge um texto com informações sobre a utilização do módulo Muros de cave, feche a janela.

- Prima no ícone  **Muro de betão armado** do menu flutuante  e de seguida preencha os dados de acordo com a figura seguinte.

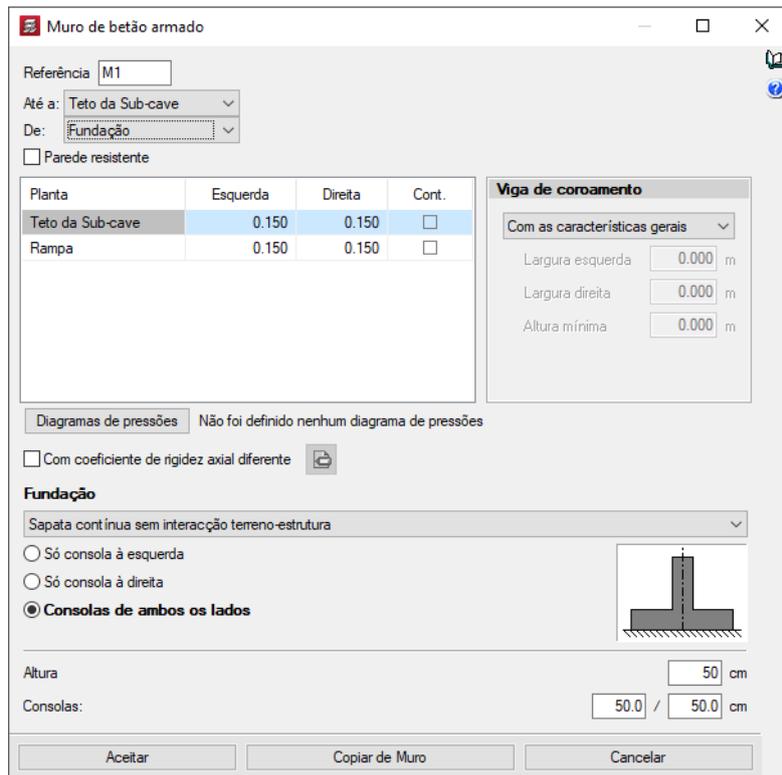


Fig. 3.87

- Prima em **Diagramas de pressões**.
- Prima em  para acrescentar um impulso.
- Prima em  **Impulso do terreno**.
- Surge a referência Impulso por defeito, prima sobre a mesma e altere para **Impulso até à cota -3 m**.
- Coloque a cota do maciço terroso até aos **-3.00 m** relativamente à Situação 1.

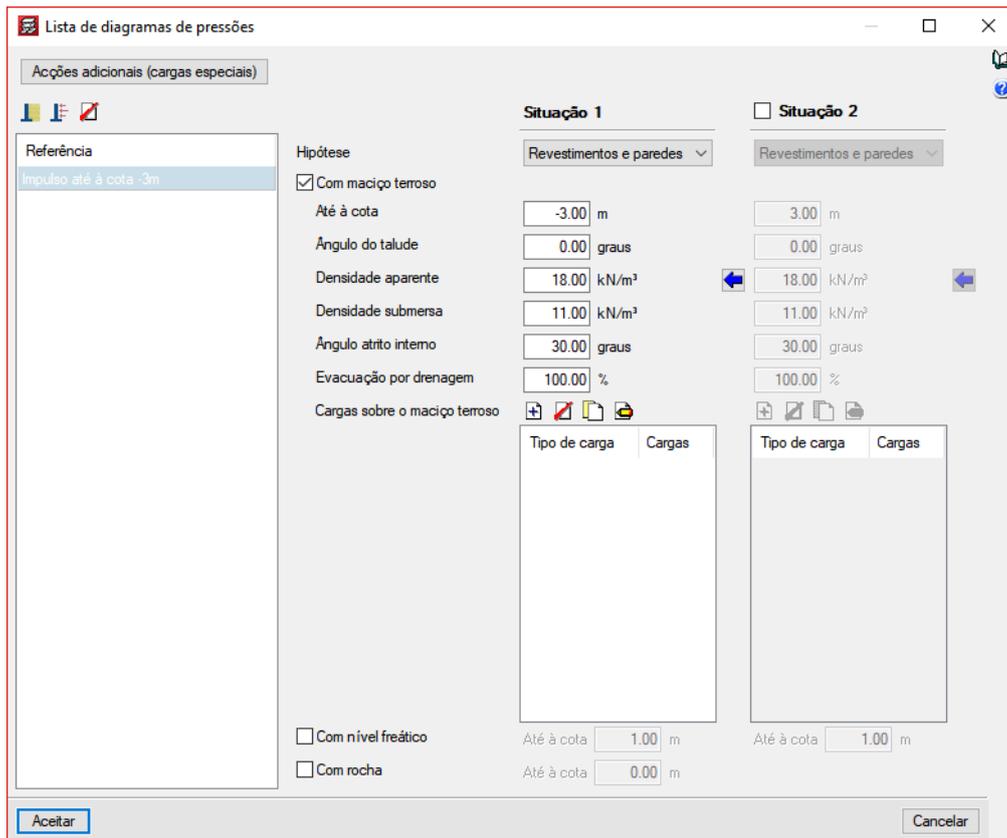


Fig. 3.88

- Prima em **Aceitar**.
- Seleccione a referência **Impulso até à cota -3m** e localizado na face à **Direita**, de acordo com a figura seguinte.

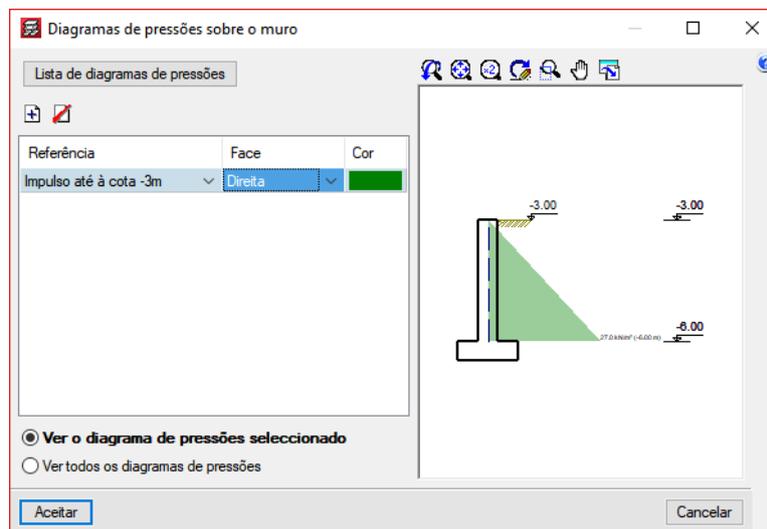


Fig. 3.89

- Prima **Aceitar**.
- Em Fundação, seleccione **Só consola à esquerda** e por fim prima **Aceitar**.

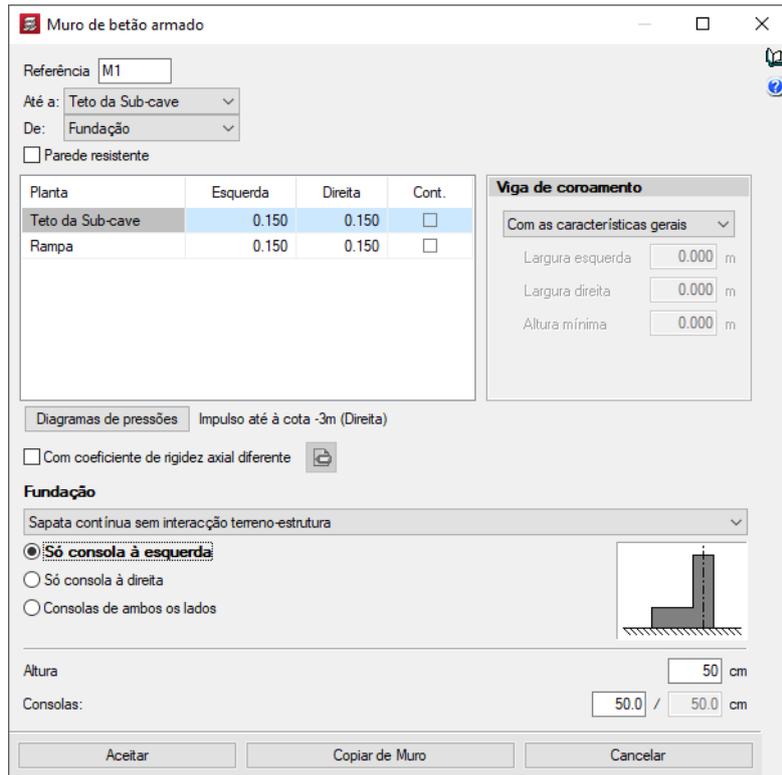


Fig. 3.90

- Coloque-se sobre o pilar **P1**, surge um círculo vermelho, prima com o

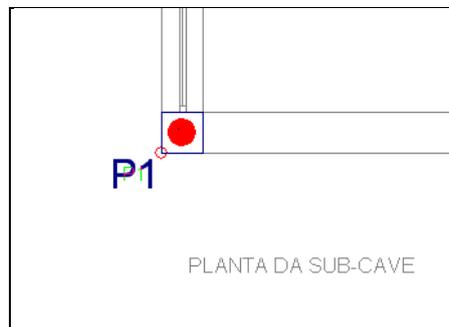


Fig. 3.91

- Coloque-se agora sobre o pilar **P5**, aparece o círculo vermelho, prima com o

Está introduzido o muro M1.

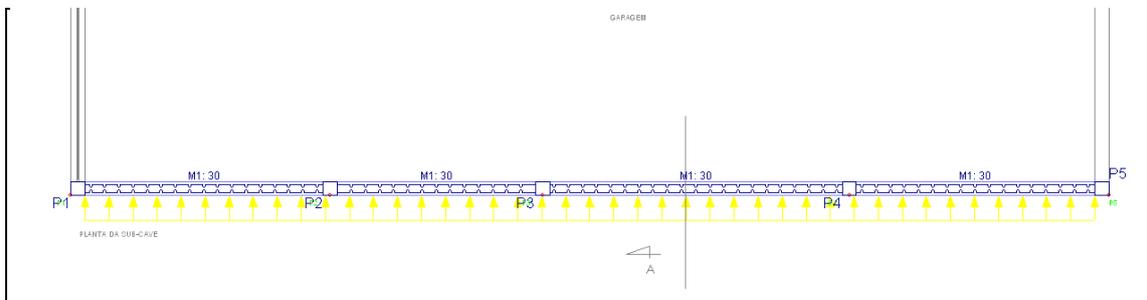


Fig. 3.92

- Prima com o

Prossegue-se agora à introdução do muro M2, este muro é igual ao M1 sendo a sua única diferença, o facto da sapata ser centrada.

- Selecione a opção **Consola em ambos os lados** e prima **Aceitar**.

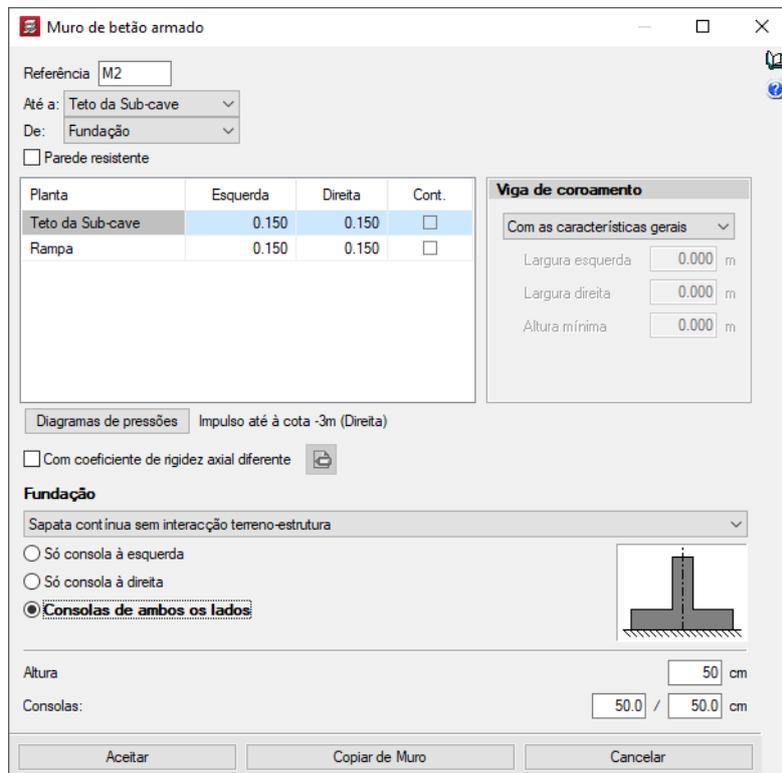


Fig. 3.93

- Coloque-se sobre o pilar **P5**, surge o círculo vermelho, prima com o .
- Coloque-se sobre o pilar **P31**, surge novamente o círculo vermelho, prima com o .

O muro M3, é um muro que termina no grupo Teto da Cave, possui uma espessura de 0.30 m e tem um impulso de terras à cota 0 m.

- Prima com o  para surgir novamente a janela Muro de betão armado.
- Selecione o grupo Teto da Cave como o grupo final do muro e mantenha as espessuras do muro.
- Prima sobre o botão **Diagramas de pressões**.
- Prima sobre o botão **Lista de diagramas de pressões**.
- Prima em  **Impulso do terreno**.
- Surge a frase **Impulso por Defeito**, prima sobre ela e altere para **Impulso até à cota 0 m**.
- Coloque o visto em **Com maciço terroso**, até à cota **0.00 m**.

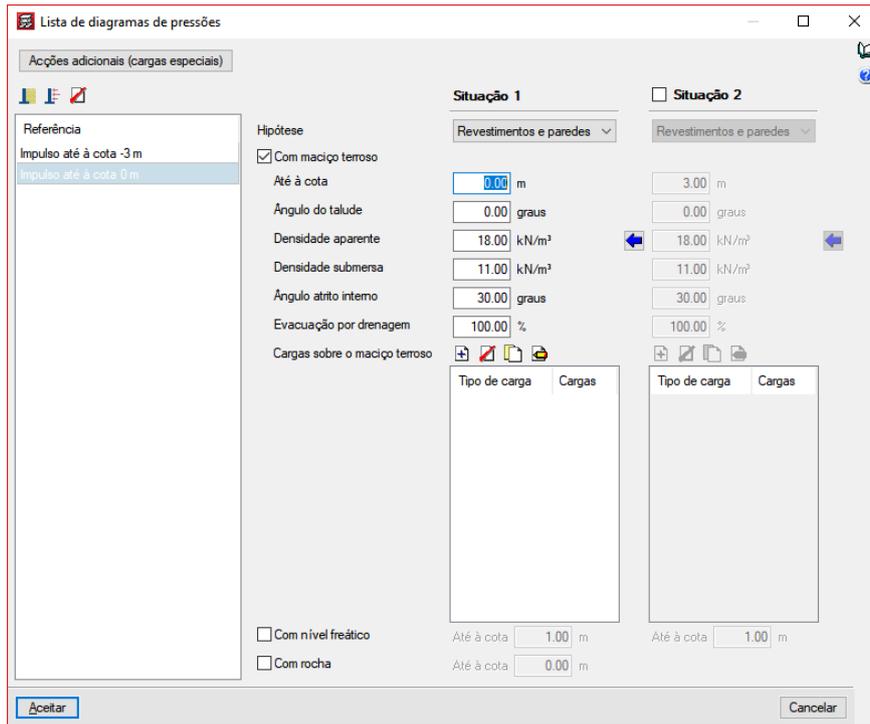


Fig. 3.94

- Prima em **Aceitar**.
- Na janela Diagramas de pressões sobre o muro, prima em , selecione a referência **Impulso até à cota 0 m**, e como face do muro à **Esquerda**, de acordo com a figura seguinte.

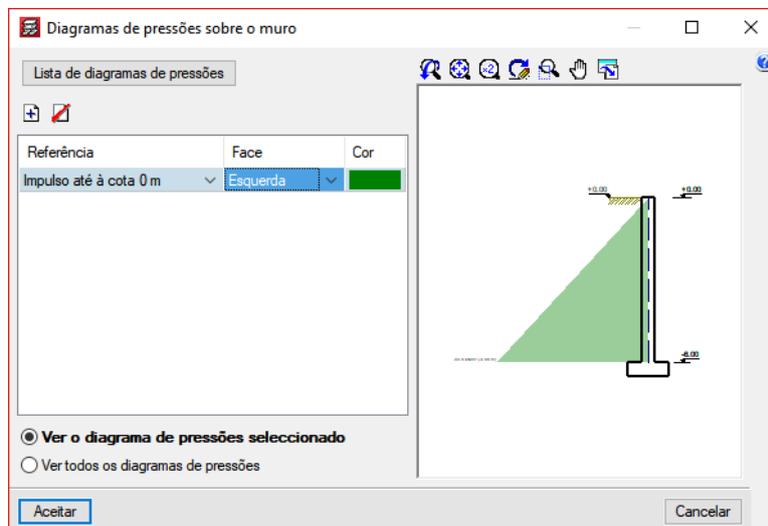


Fig. 3.95

- Prima **Aceitar**.
- Em Fundação, selecione **Só consola à direita** e prima **Aceitar**.

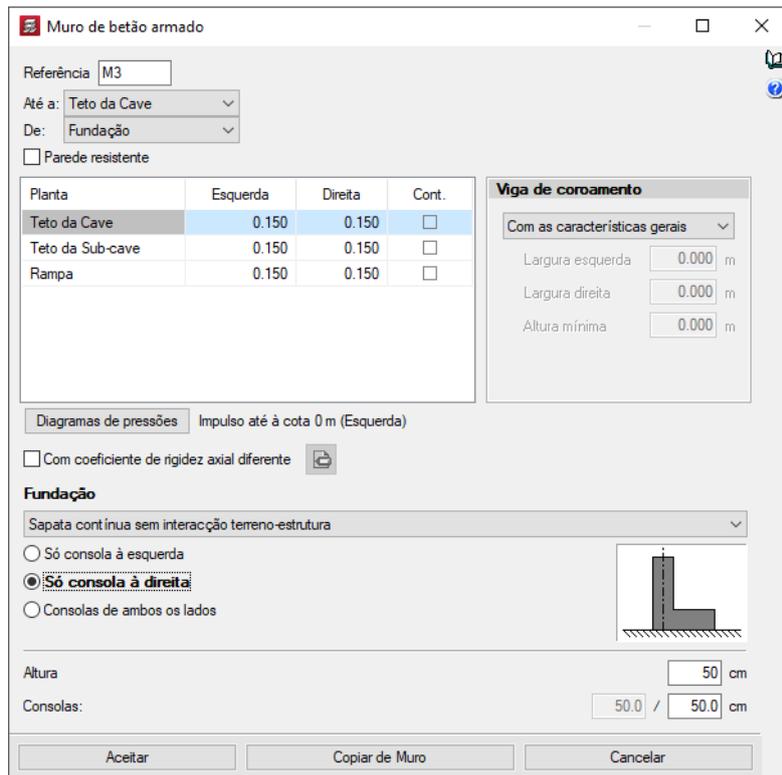


Fig. 3.96

- Coloque-se sobre o pilar **P27**, surge o círculo vermelho, prima com o .
- Agora, situe-se sobre o pilar **P31**, e prima com o .

Após a introdução dos muros, a obra apresenta o aspeto da figura seguinte.

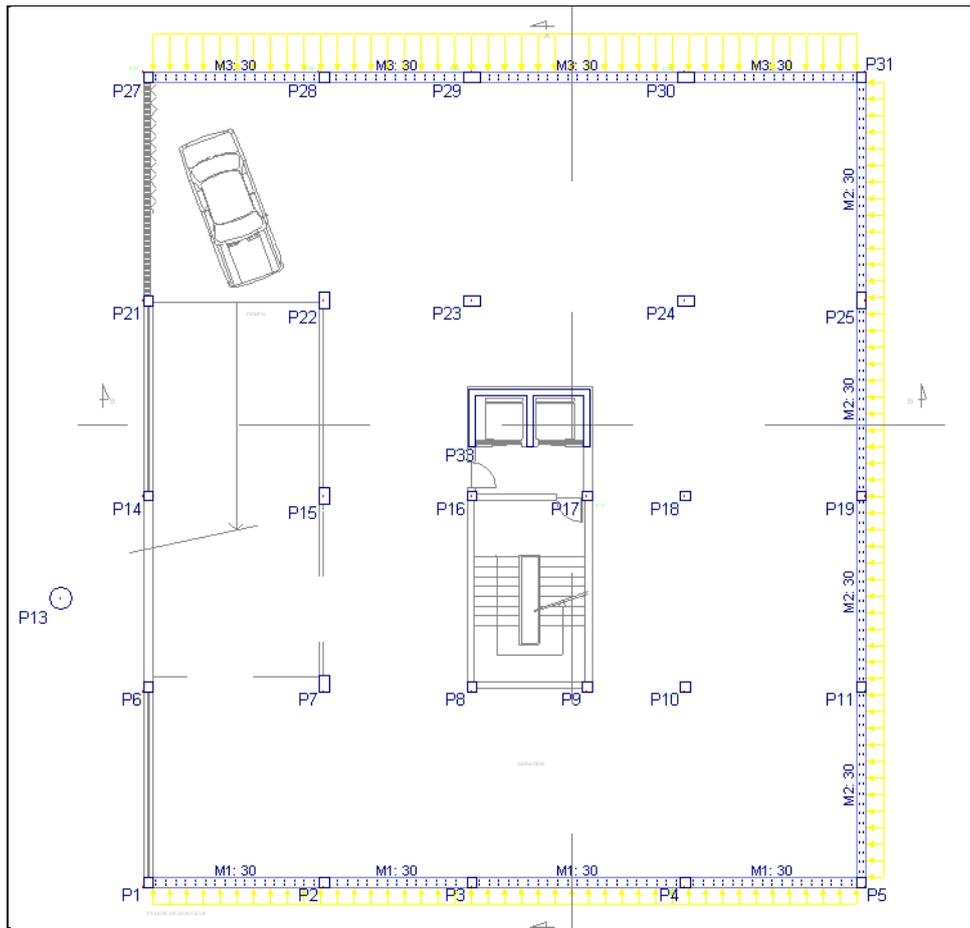


Fig. 3.97

Para a introdução das vigas:

- Prima no menu **Vigas> Introd. viga**. Abre-se a janela **Viga actual**.
- Prima em  **Viga alta** e coloque uma secção **0.30 x 0.35**, para alterar uma secção prima sobre a dimensão a alterar e digite o valor que pretender, prima **Enter** para finalizar.

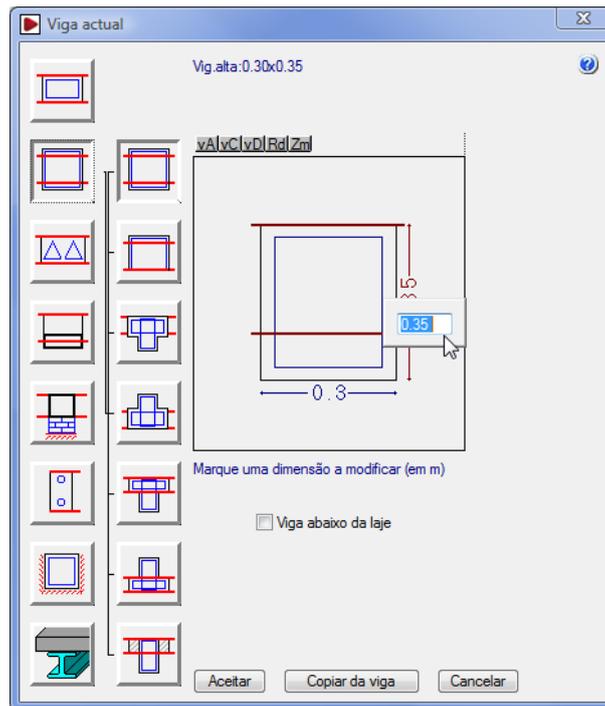


Fig. 3.98

- Prima **Aceitar**.
- Coloque-se sobre o pilar **P6**, surge o círculo vermelho, prima . Prima agora sobre o pilar **P21**.
- Coloque-se sobre o pilar **P21**, surge o círculo vermelho, prima . Prima agora sobre o pilar **P22**.
- Coloque-se sobre o pilar **P22**, surge o círculo vermelho, prima . Prima agora sobre o pilar **P7**.
- Coloque-se sobre o pilar **P15**, surge o círculo vermelho, prima . Prima agora sobre o pilar **P14**.
- Coloque-se sobre o pilar **P7**, surge o círculo vermelho, prima . Prima agora sobre o pilar **P6**.
- Note que esta última viga ficou desalinhada, para alinhar, prima no menu **Vigas**, no comando **Ajustar**.

O objetivo será ajustar a viga à face dos pilares **P6** e **P7**.

- Assim, coloque o cursor de acordo com a figura seguinte, ou seja, posicione-se sempre a meio vão do elemento a ajustar e do lado que deseje que fique ajustado.

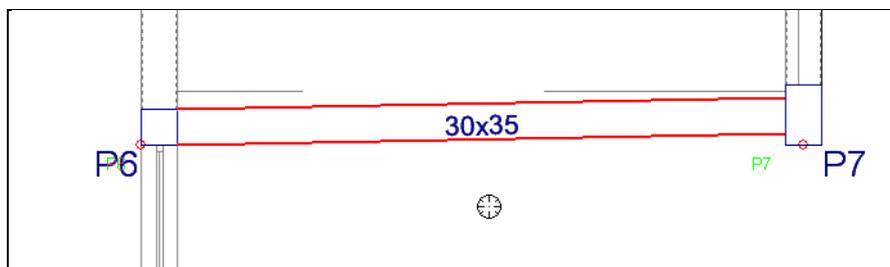


Fig. 3.99

- Prima .

A viga fica ajustada.

O programa ao detetar uma área delimitada, coloca este símbolo a indicar que se trata de uma zona onde ainda não está introduzida nenhuma laje ou abertura.

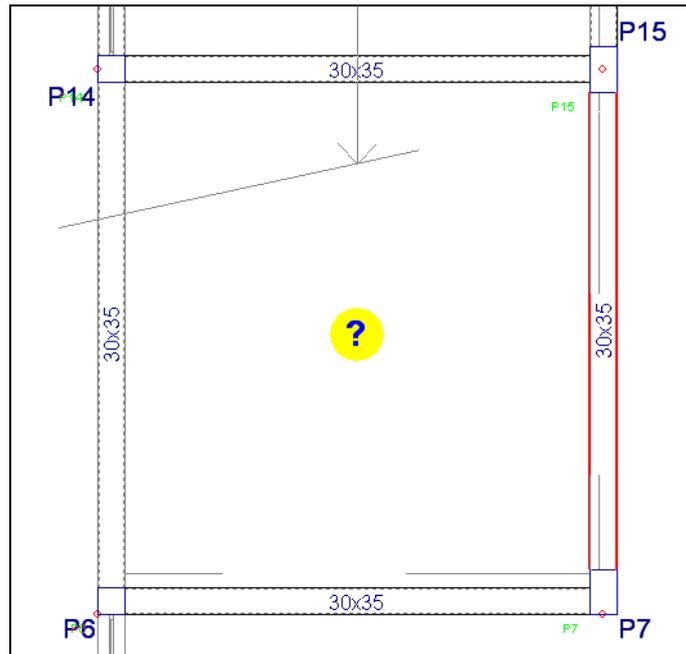


Fig. 3.100

### 3.3.8.2. Lajes

Para introduzir as lajes siga estes passos:

- Prima **Lajes > Gestão lajes**.

Pode surgir uma janela com informações relativas à introdução e análise de resultados em lajes, posteriormente feche a janela.

- No canto superior esquerdo do ecrã, aparece um menu flutuante, prima em  **Introduzir laje**.

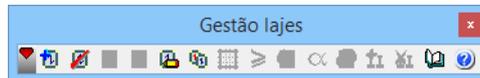


Fig. 3.101

- Selecione **Lajes maciças**. Coloque uma espessura de **20 cm**.

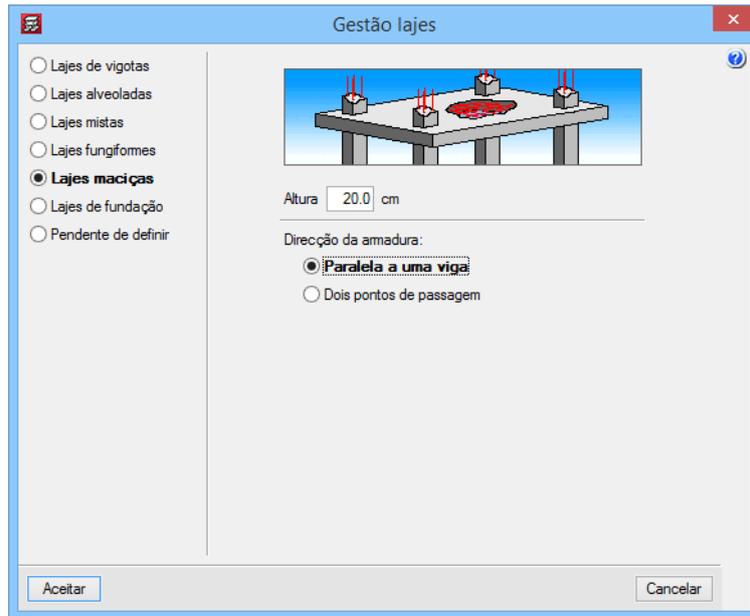


Fig. 3.102

- Prima em **Aceitar**.
- Prima duas vezes com o  dentro de cada pano de laje.

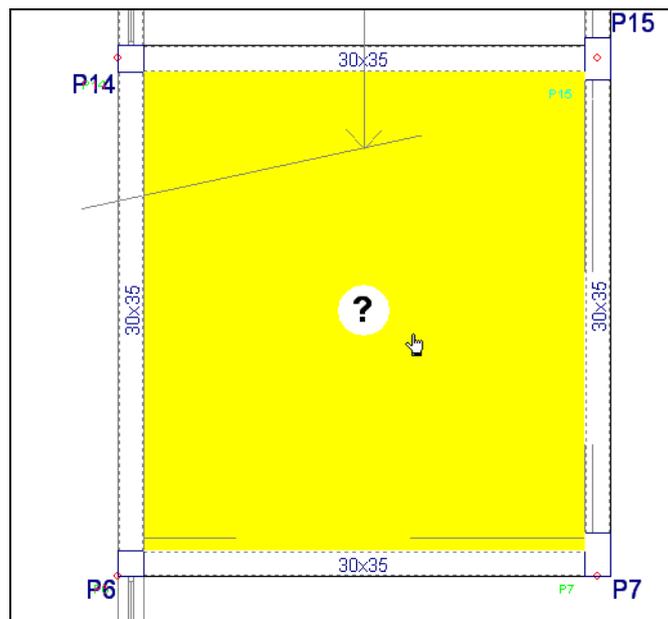


Fig. 3.103

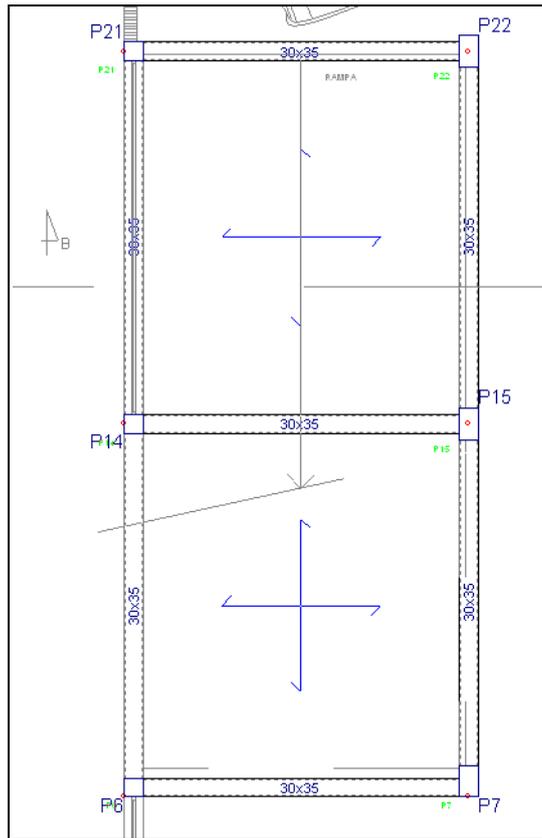


Fig. 3.104

### 3.3.8.3. Lajes inclinadas, Rampa

Para se criar a rampa, tem-se primeiramente de verificar quais as vigas que serão comuns aos dois grupos, quando se proceder à inclinação da laje.

Assim, quando se rebater a laje maciça (rampa) verifica-se que a viga entre o pilar P6 e P7, será a mesma do grupo superior. Dessa forma, indica-se ao programa que essa viga é comum ao grupo superior.

- Prima no menu **Vigas > Viga comum > Fazer viga comum**, coloque-se a meio vão da viga entre o pilar **P6 e P7**, e prima com o .

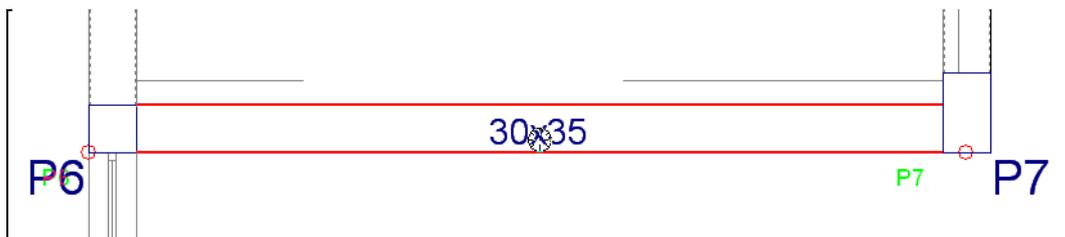


Fig. 3.105

- Prima no botão **Superior: Teto da Sub-cave**.

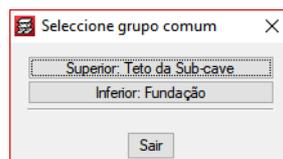


Fig. 3.106

A viga ficará com uma linha traço-ponto no seu eixo.

Passa-se à fase seguinte, criação dos planos inclinados.

- Prima no menu **Grupos > Desníveis/Lajes inclinadas**, prima em , para se criar um novo plano.
- Atribui-se o nome de **Plano inclinado 1**, e selecciona-se **3 pontos por desnível** como modo de criação de um plano inclinado.
- Prima em **Definir em planta**, para a definição dos três pontos.

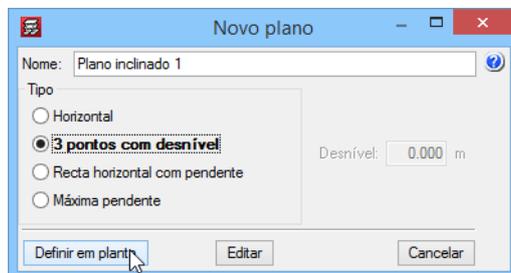


Fig. 3.107

No caso de possuir ativo alguma das capturas , prima em **Desativar todas** na janela Seleção de capturas ou tecele **F3**. Isto para que a definição dos três pontos seja feita relativamente ao eixo da viga e não às máscaras de arquitetura.

- Coloque o cursor sobre a **viga** entre os pilares **P21** e **P22**, de forma a surgir o círculo vermelho, de seguida prima  e coloque um desnível de **-0.90 m**.

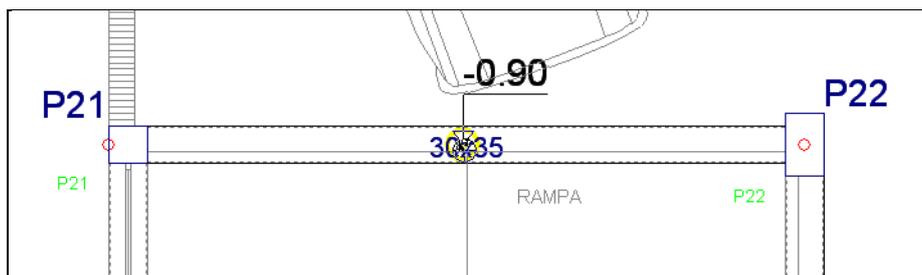


Fig. 3.108

- Coloque o cursor agora sobre a **viga** entre os pilares **P6** e **P7**, e coloque dois pontos sobre o eixo da viga, com um desnível **1.50 m**.

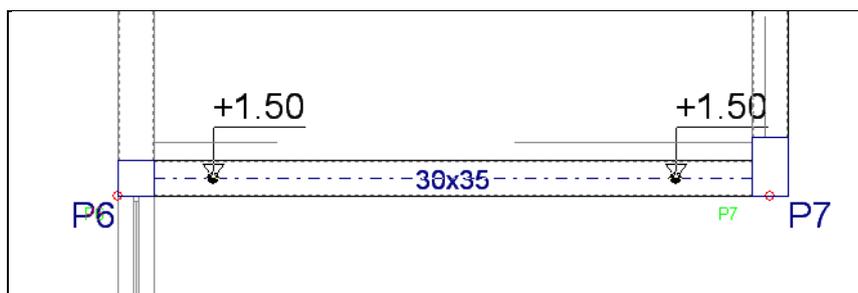


Fig. 3.109

- Na janela **Desníveis/Lajes inclinadas**, prima sobre o botão **Atribuir** referente ao plano inclinado.

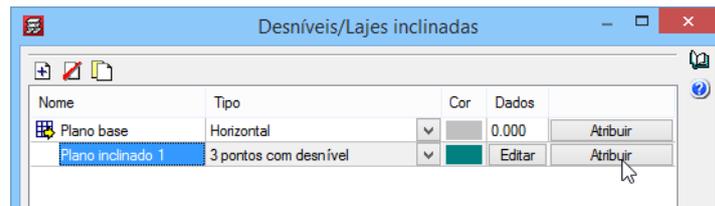


Fig. 3.110

- Prima sobre as duas lajes, no final prima com o

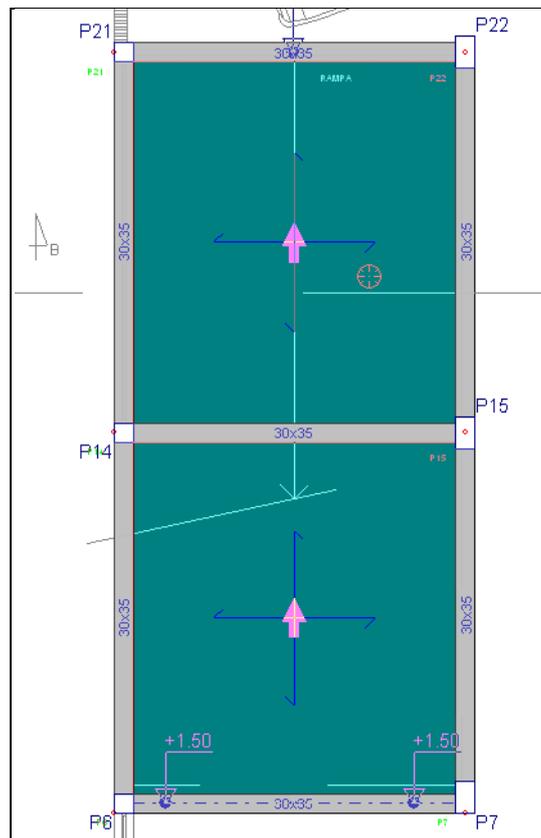


Fig. 3.111

- Surge novamente a janela **Desníveis/Lajes inclinadas**, prima **Aceitar**.

### 3.3.9. Introdução do grupo 2. Segunda planta

- Para subir de grupo, prima em . Neste momento, situa-se no **grupo 2** na planta **Teto da Sub-cave**.

#### 3.3.9.1. Vigas

Neste momento, já existe a viga comum pertencente à rampa.

- Prima no menu **Vigas > Introd. viga**.

- Prima em do menu flutuante



- Selecione a viga rasa, para isso prima em

- Prima **Aceitar**.

- Coloque as vigas entre os seguintes pilares: P1 e P6; P7, P15, P22, P21 e P27; P8, P9, P17, P16 e P8.
- Prima em  no menu flutuante.
- Surge a janela **Viga atual**, seleccione a **viga alta**  e coloque como altura **0.35 m**, prima **Aceitar**.
- Coloque as vigas entre os pilares P6, P14 e P21.
- Prima em  no menu flutuante.
- Surge a janela **Viga atual**, altere agora a secção da viga para uma largura de **0.20 m** e uma altura de **0.50 m**, prima **Aceitar**.
- Esta viga será colocada na caixa do elevador, coloque-se e prima de acordo com a figura seguinte.

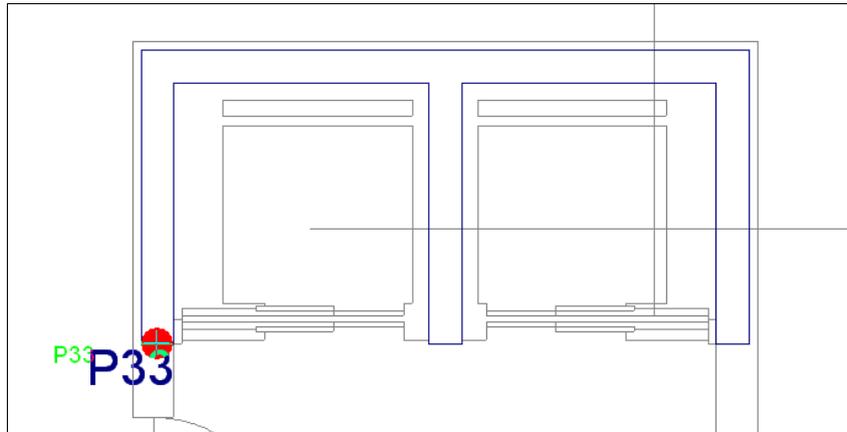


Fig. 3.112

- Prima agora no outro ponto, referente à figura seguinte.

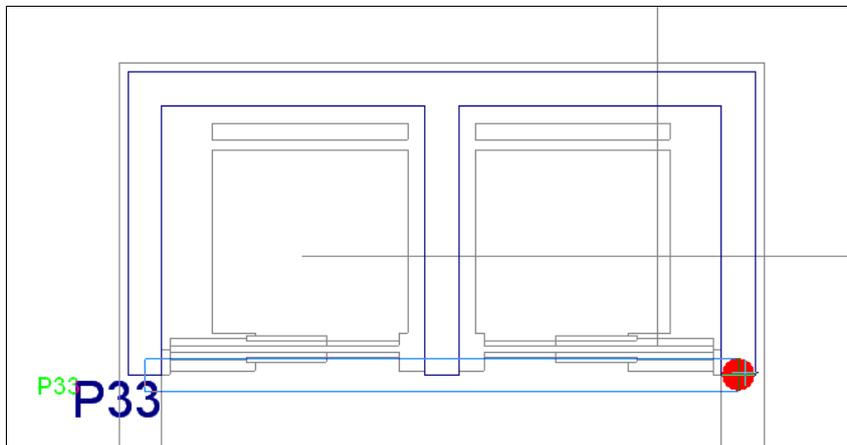


Fig. 3.113

Procede-se ao ajustamento das vigas; como se vai ajustar as vigas a um elemento introduzido (caixa de elevador) e não a uma linha DXF, deve-se sempre desativar as capturas. Assim verifique se as capturas estão desativadas.

- Prima em  e prima em **Desativar todas**.
- Prima no menu **Vigas> Ajustar**.
- Posicione-se ao lado da viga que deseja que fique ajustada e prima. Como indicam as figuras seguintes.

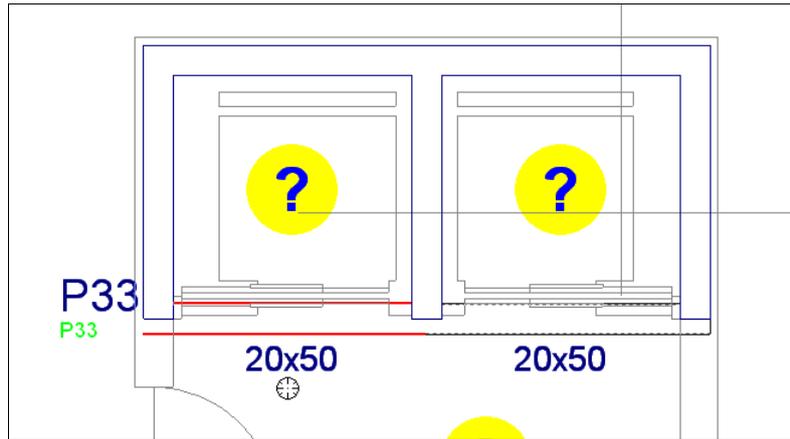


Fig. 3.114

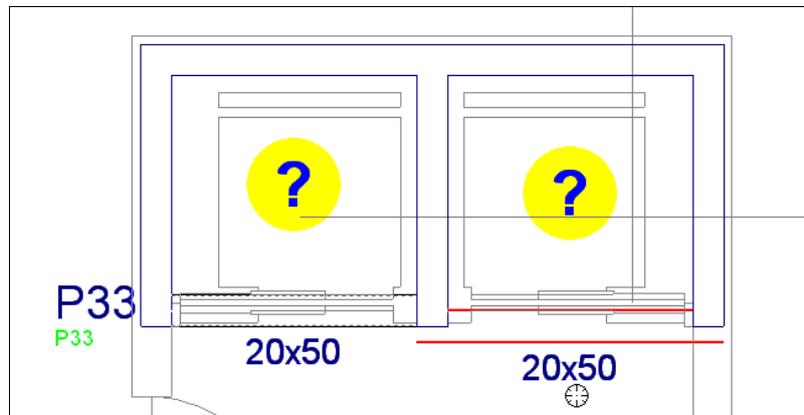


Fig. 3.115

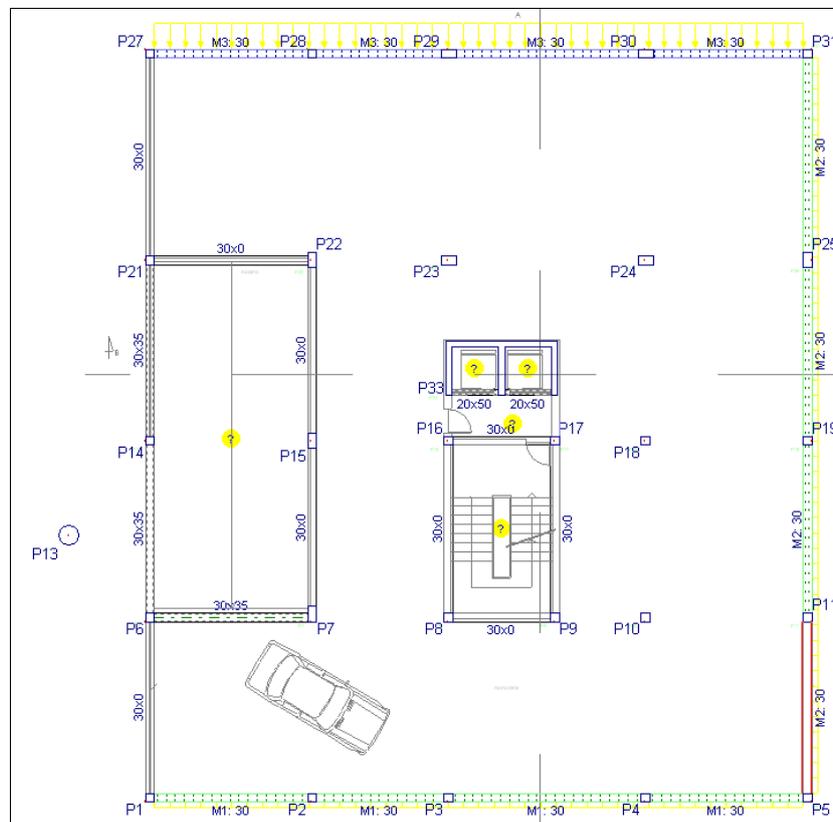


Fig. 3.116

### 3.3.9.2. Lajes e aberturas

Neste piso, introduz-se uma laje fungiforme aligeirada a partir de um catálogo de um fabricante.

Siga estes passos:

- Prima **Lajes > Gestão lajes**.
- Prima em  **Introduzir laje**.
- Na janela que se abre seleccione **Lajes fungiformes**.
- Surge de imediato uma biblioteca de lajes fungiformes, mas como se pretende utilizar uma laje que não existe na biblioteca, prima em **Cancelar**.

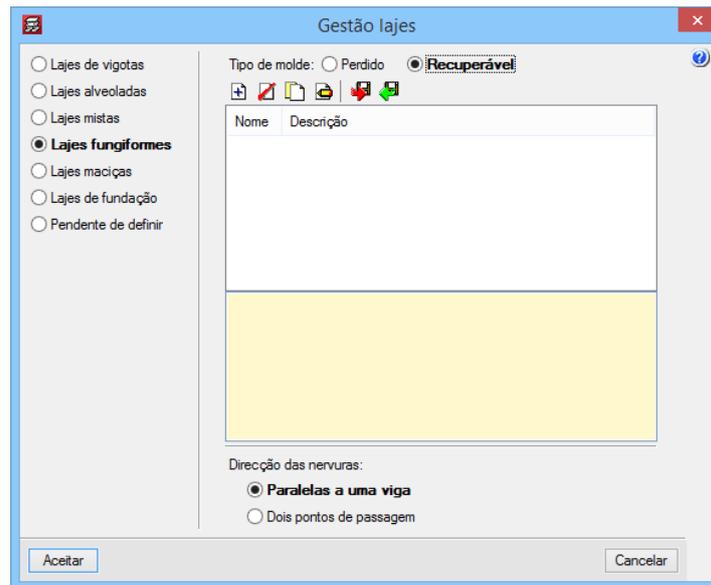


Fig. 3.117

- No Tipo de molde seleccione **Recuperável** e prima em  para se proceder à criação de uma nova laje.
- Escreva o seguinte nome da laje, **Fungi1**.

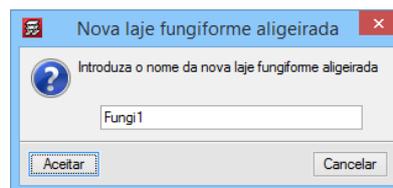


Fig. 3.118

- Prima **Aceitar**.
- Preencha os dados da laje de acordo com a figura seguinte.

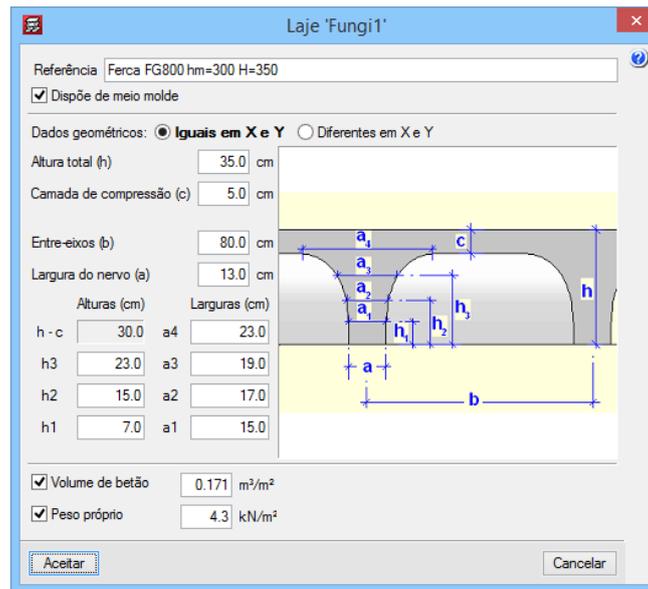


Fig. 3.119

- Prima **Aceitar**.

Se desejar guardar esta laje na biblioteca, para que mais tarde, numa outra obra, não ter a necessidade de a criar novamente, prima sobre este botão .

- Mantenha a direção das nervuras como **Paralelas a uma viga**.
- Prima em **Aceitar**.
- Prima duas vezes no interior da abertura, de acordo com a figura seguinte.

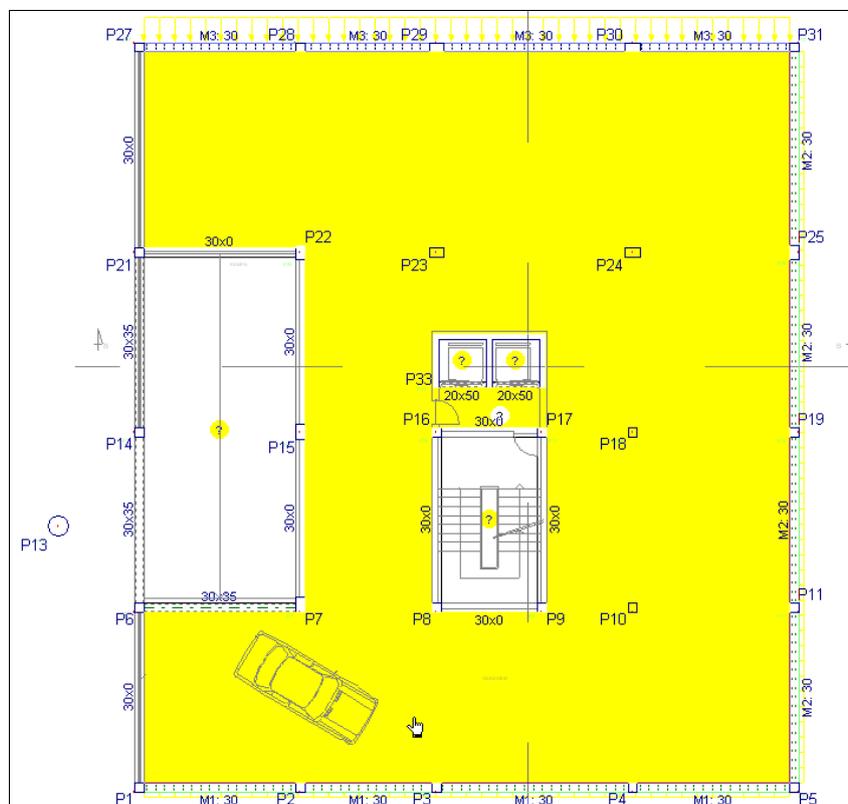


Fig. 3.120

Após a introdução da laje, procede-se à introdução dos maciços.

- Encerre a barra flutuante Gestão lajes.
- Prima no menu **Lajes> Maciços de pilares> Gerar zonas maciças**.

O programa gerará automaticamente os maciços de pilares. Surge novamente uma janela, onde poderá configurar as opções de geração dos maciços, como por exemplo mover um canto de um maciço, ou introduzir e apagar maciços.

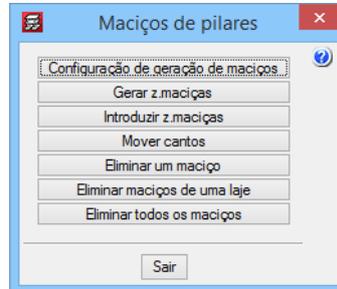


Fig. 3.121

Pretende-se introduzir um maciço em torno da caixa de escadas.

- No menu Maciços de pilares, prima em **Introduzir zonas maciças**.
- Prima agora de acordo com a figura seguinte.

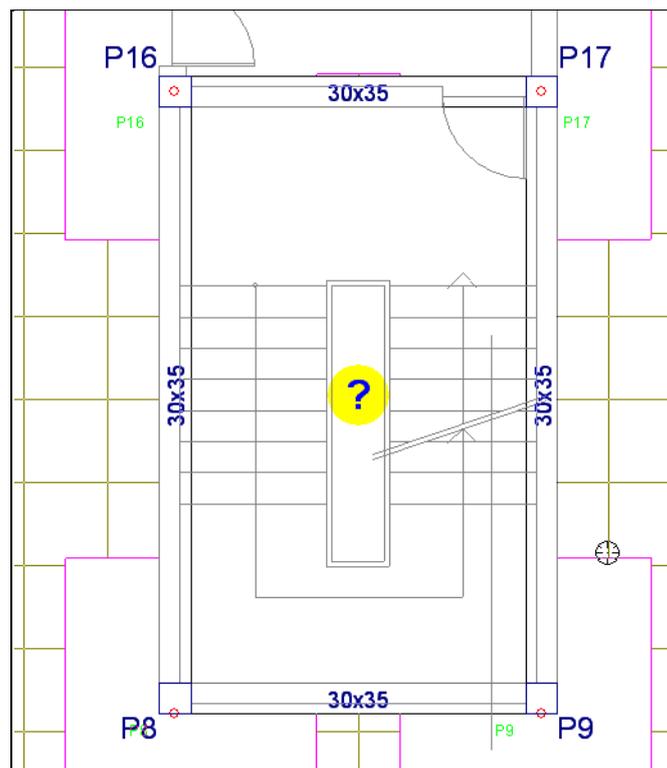


Fig. 3.122

- Por fim, prima de acordo com a figura seguinte.

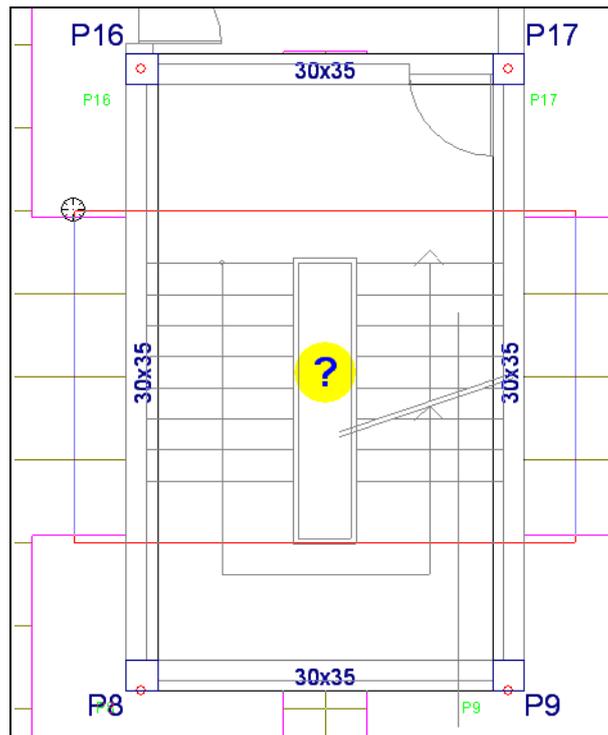


Fig. 3.123

Na figura seguinte, pode-se visualizar na zona indicada pelo cursor que existe uma pequena porção de laje que ficou por maciçar. Procedede-se assim ao respetivo maciçamento com o comando **Introduzir zonas maciças** ou **Mover cantos**.

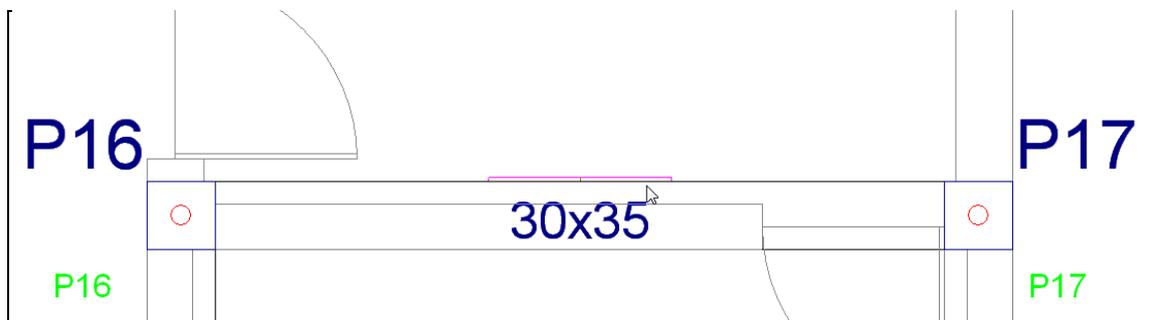


Fig. 3.124

- Utilizando o comando **Mover cantos** prima nos locais indicados nas figuras seguintes.

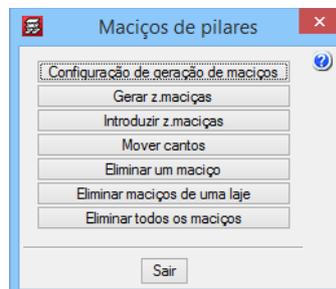


Fig. 3.125

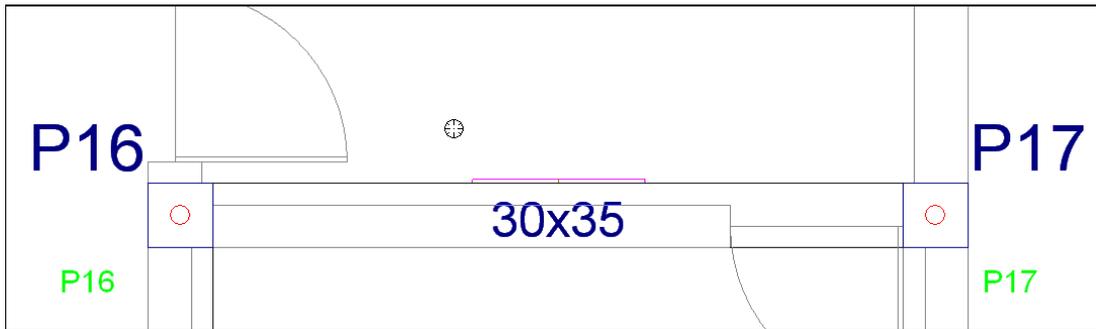


Fig. 3.126

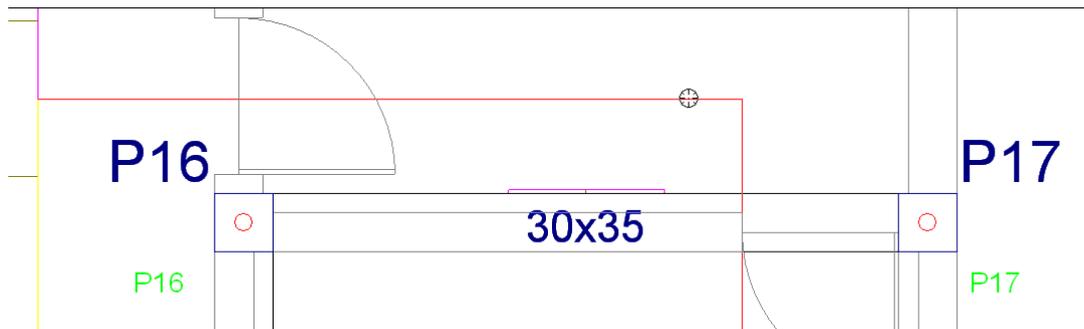


Fig. 3.127

Procede-se à introdução das aberturas.

- Prima Lajes > Gestão lajes.
- Prima em  Apagar laje (Introduzir abertura).
- Prima sobre o espaço destinado à rampa, caixa de escadas e elevador. A linha tracejada significa abertura.

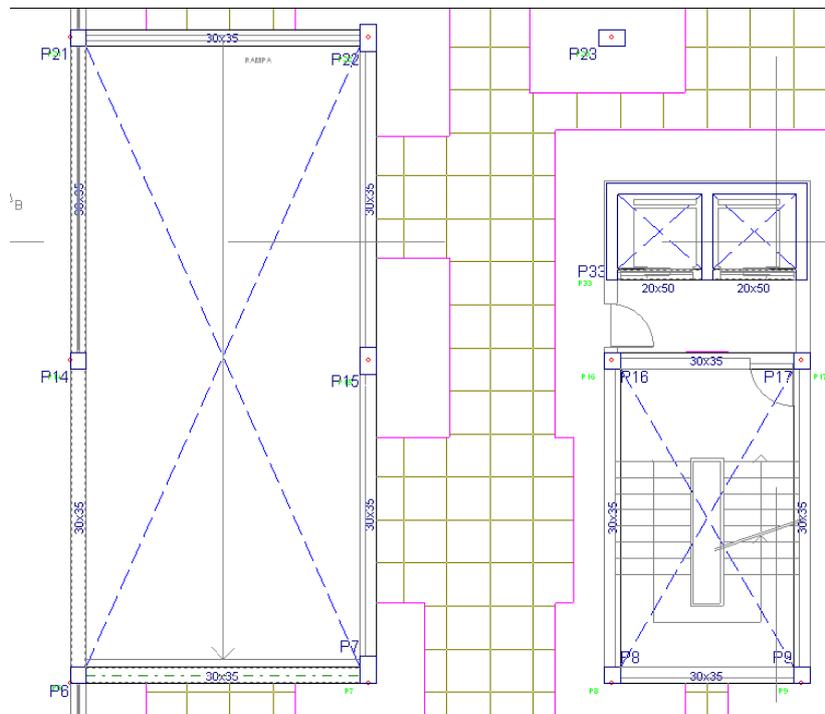


Fig. 3.128

Por fim, falta introduzir o patamar que servirá de apoio às escadas.

- Prima **Vigas**> **Introd. viga**, prima em .
- Seleccione o **Lintel não estrutural ou limite**.
- Prima **Aceitar**.

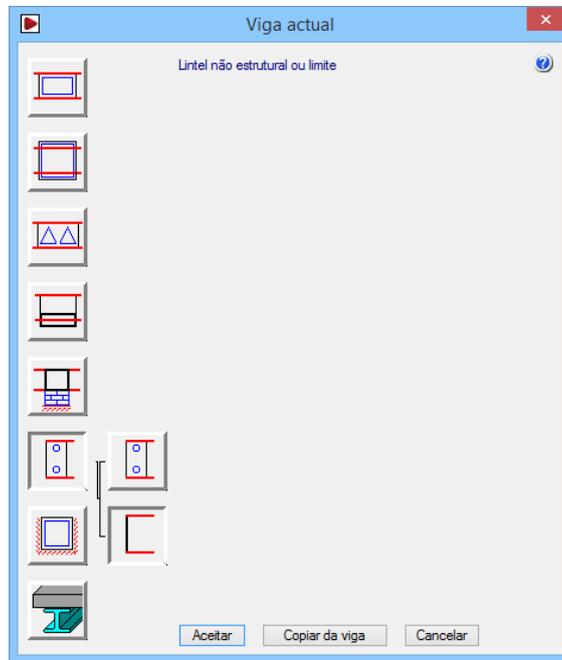


Fig. 3.129

- Introduza o lintel não estrutural de acordo com as próximas figuras.

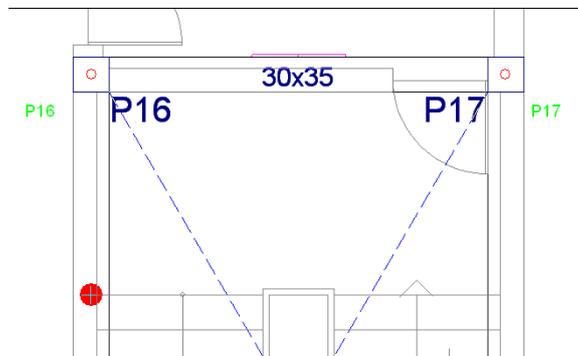


Fig. 3.130

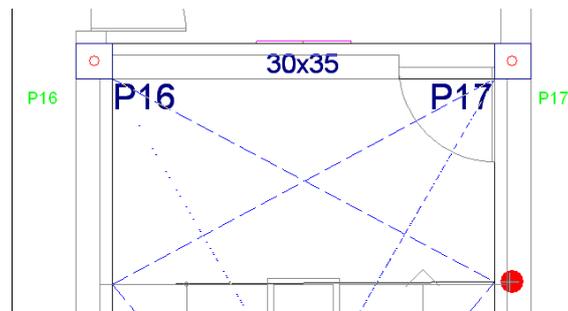


Fig. 3.131

- Através do comando **Vigas > Ajustar**, e com a  captura **Mais próximo** ativa, procede-se ao ajustamento da viga ao limite do patamar.



Fig. 3.132

- Posicionando o cursor sobre a linha DWG, o programa deteta essa mesma linha, indicando o símbolo **Mais próximo**. Posteriormente basta clicar e fica ajustada a viga.

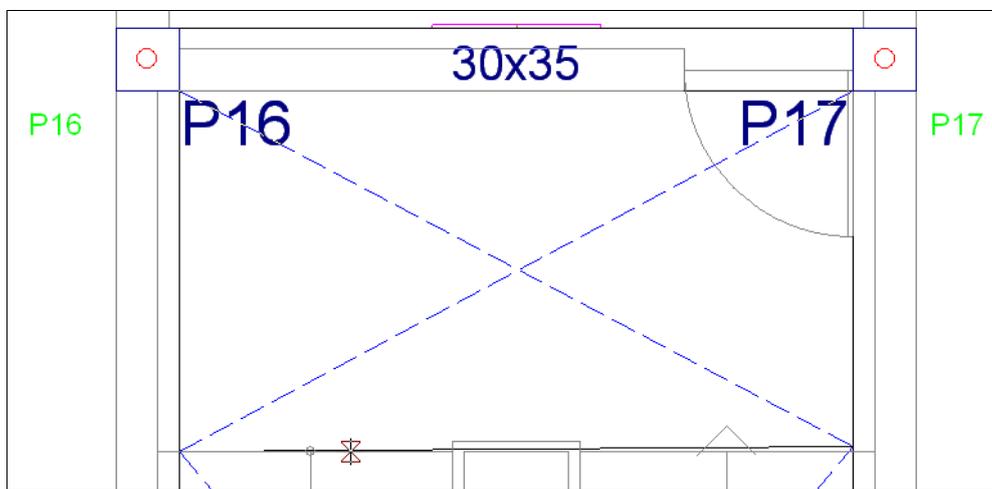


Fig. 3.133

- Prima **Lajes > Gestão lajes**.
- Prima em  **Introduzir laje**.
- Na janela que se abre seleccione **Lajes maciça**, com uma altura de **20 cm**.
- Prima duas vezes sobre o patamar da escada.

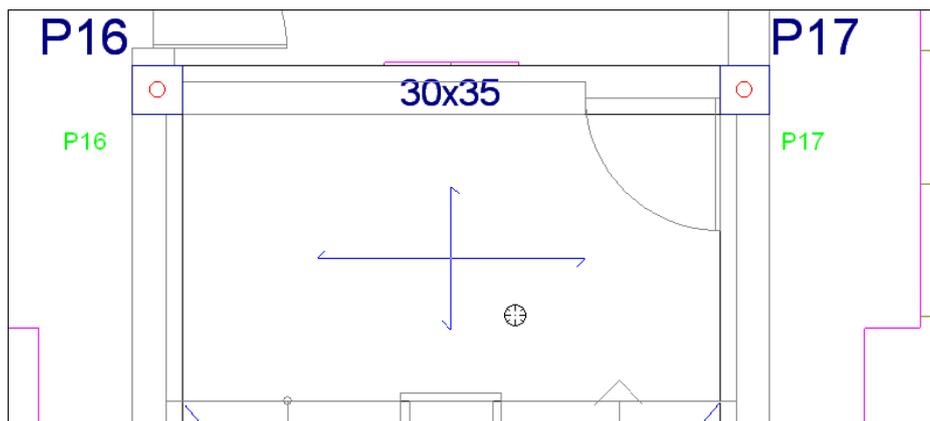


Fig. 3.134

### 3.3.9.3. Cargas

Para simular, por exemplo o peso das paredes exteriores, podem-se introduzir cargas lineares, siga este processo:

- Prima **Cargas> Cargas**.
- Introduza em primeiro lugar as cargas das paredes de exteriores. Para isso, na janela que se abre selecione carga linear de valor **8 kN/m** e coloque como natureza da carga a ação **Revestimentos e paredes**.

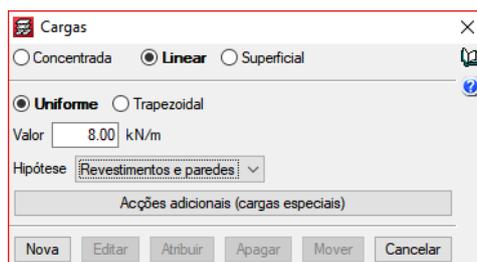


Fig. 3.135

- Prima **Nova**, com o que se fechará a janela para que introduza os extremos da carga linear.
- Recomenda-se que desative as capturas. Prima sobre o pilar **P6** e a seguir sobre o **P21**. Não é necessário afinar muito a introdução, uma vez que numa carga linear sobre uma viga não se tem a excentricidade em relação ao seu eixo. O que é importante é que a carga não saia fora da planta, uma vez que neste caso não será tida em conta. No entanto, existe sempre a hipótese de se introduzir ortogonalmente quer cargas como vigas, basta premir sobre o ícone para ativar essa possibilidade.
- Prima no botão e depois **Cancelar**.

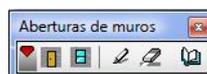
No menu **Cargas> Cargas**, pode sempre aplicar outros comandos como apagar cargas, deslocar, atribuir e editar. Existem também outras formas de introdução de cargas no menu **Cargas> Cargas lineares em vigas** e **Cargas> Cargas superficiais em lajes**.

### 3.3.9.4. Aberturas de muros

Procede-se à introdução de aberturas, no caso janelas, que existem no muro M3.

- Prima no menu **Muros> Aberturas de muros**.
- Surge uma janela com informações relativas ao comando, feche a janela.

- Prima em **Introdução de janelas** no menu flutuante



- Coloque os valores da figura seguinte e prima **Aceitar**.

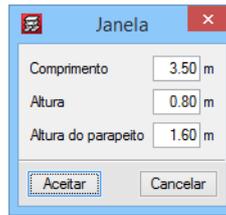


Fig. 3.136

No muro M3, coloque as aberturas entre os pilares **P27** e **P28**; **P28** e **P29**; **P29** e **P30**; **P30** e **P31**, de forma a não ficarem situadas sobre os pilares.

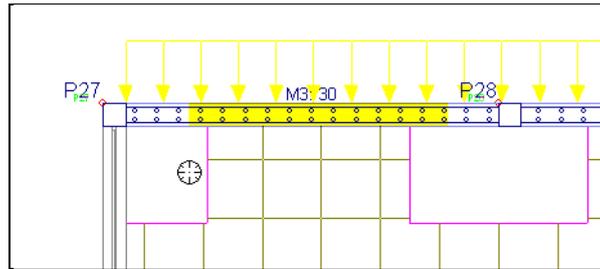


Fig. 3.137

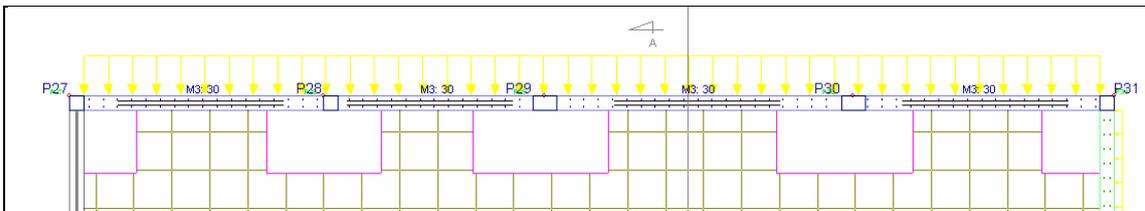


Fig. 3.138

### 3.3.10. Introdução do grupo 3. Terceira planta

Para subir de grupo, prima em . Neste momento, situa-se no **grupo 3** na planta **Teto da Cave**.

#### 3.3.10.1. Vigas

Procede-se à introdução das vigas.

- Prima no menu **Vigas > Introduzir viga**.



- Prima em no menu flutuante.
- Selecione a viga rasa, para isso prima em . Coloque uma viga de largura **0.30 m**. Prima **Aceitar**.
- Active a opção **Introdução contínua**, para isso prima em no menu flutuante



Fig. 3.139

- Prima sobre os seguintes pilares: **P31**, **P32**, **P12**, **P11**, **P5**, **P1**, **P6**.

- Prima num ponto qualquer próximo do canto do edifício, de acordo com a figura seguinte, não tem importância o facto de a viga ficar desalinhada.

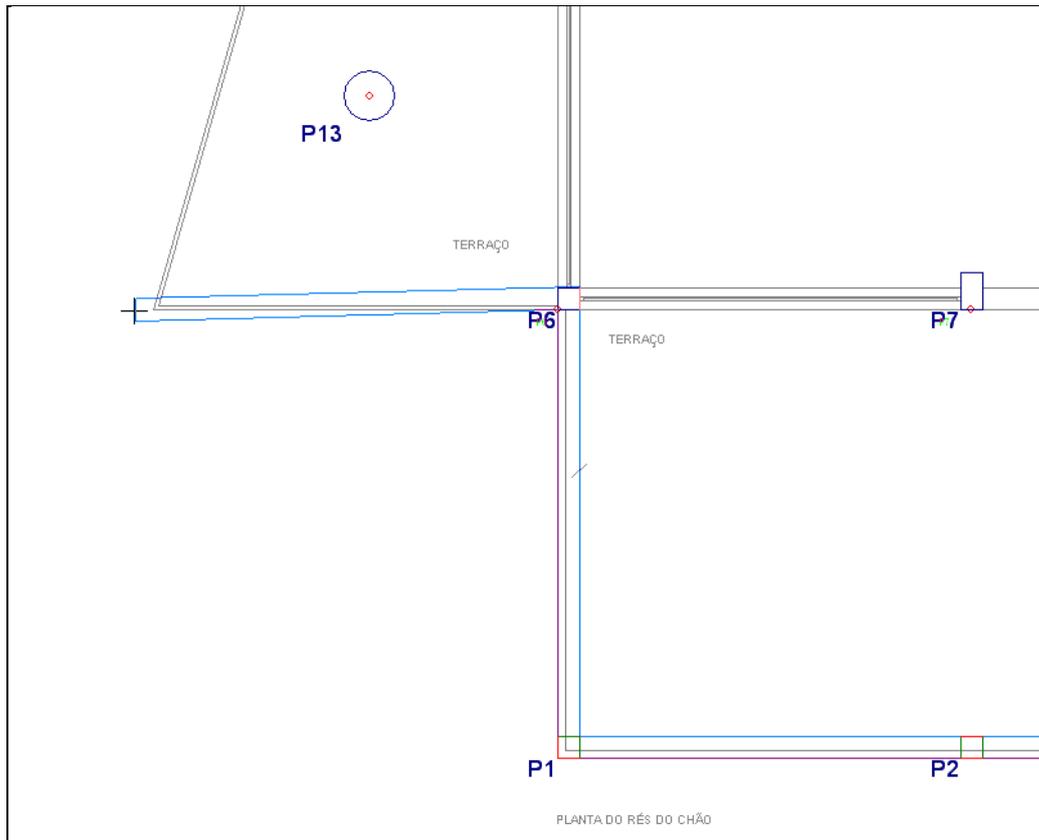


Fig. 3.140

- Prima agora no pilar **P27**.
- Para terminar, prima com o  e depois em **Terminar introdução**.

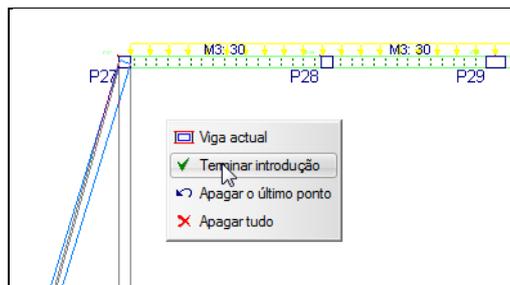


Fig. 3.141

- Prima agora sobre os pilares **P8, P9, P17, P16 e P8**.
- Para terminar, prima com o  e depois em **Terminar introdução**.

- Prima em  no menu flutuante .
- Selecione uma viga alta de secção **0.20x0.50**, para ser colocada na caixa do elevador, de acordo com o referido no grupo inferior.
- Para terminar, prima com o  e depois em **Terminar introdução**.

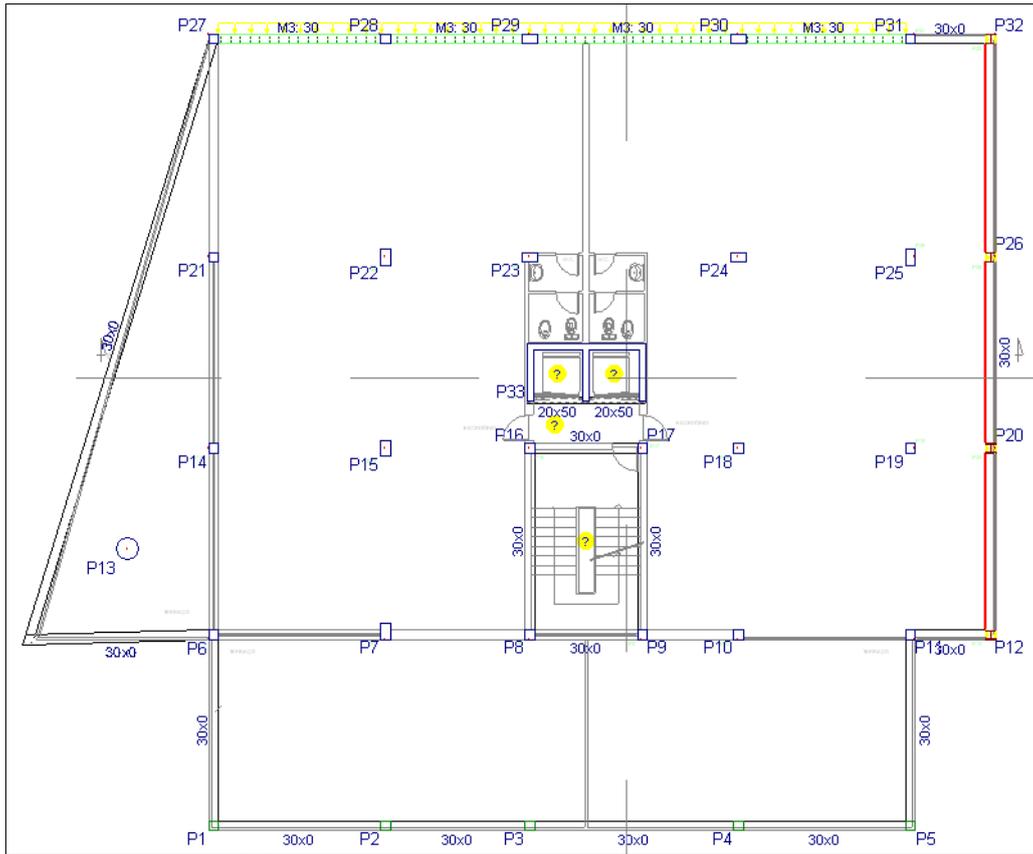


Fig. 3.142

Falta ajustar as vigas da caixa do elevador e as vigas que estão desalinhasdas próximo do pilar P13.

- Para ajustar as vigas da caixa de elevador, basta ter desativadas todas as capturas e premir no comando **Vigas> Ajustar**, como já foi descrito anteriormente no grupo 2.
- Relativamente às outras vigas, vão ser ajustadas com base numa linha DXF, para isso, deve-se ativar o visto **Mais próximo** na janela Seleção de capturas .



Fig. 3.143

- Coloque-se de acordo com a figura seguinte, até surgir o símbolo , a partir daí, prima e a viga ficará ajustada.

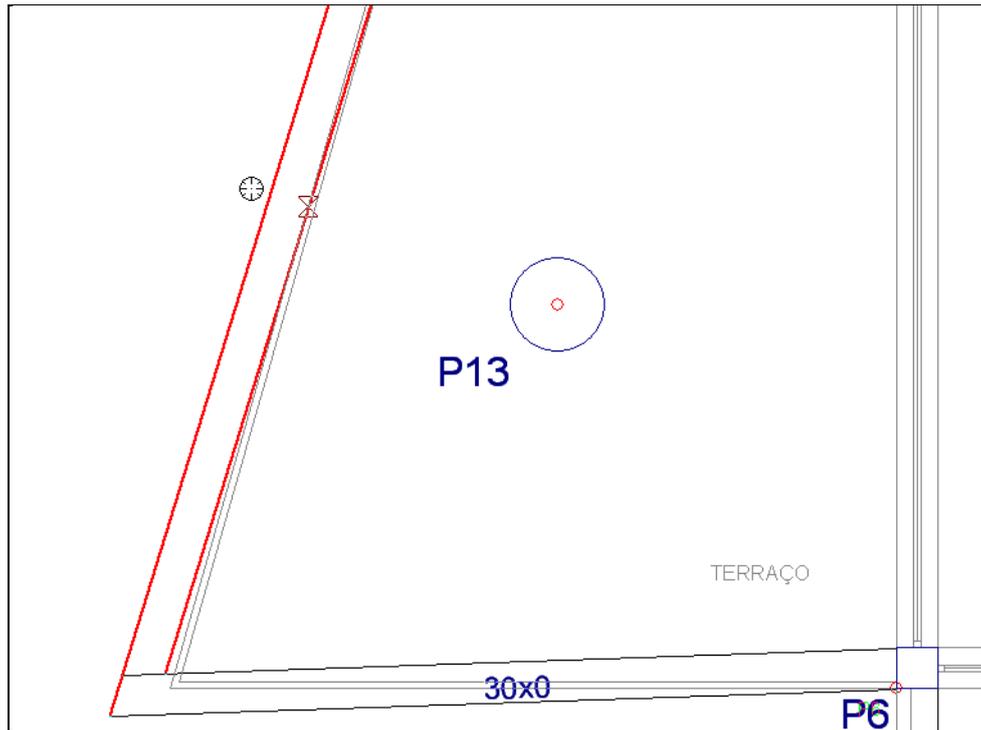


Fig. 3.144

- Coloque-se agora de acordo com a figura seguinte, até surgir novamente o símbolo  $\otimes$ , a partir daí, prima e a viga ficará ajustada.

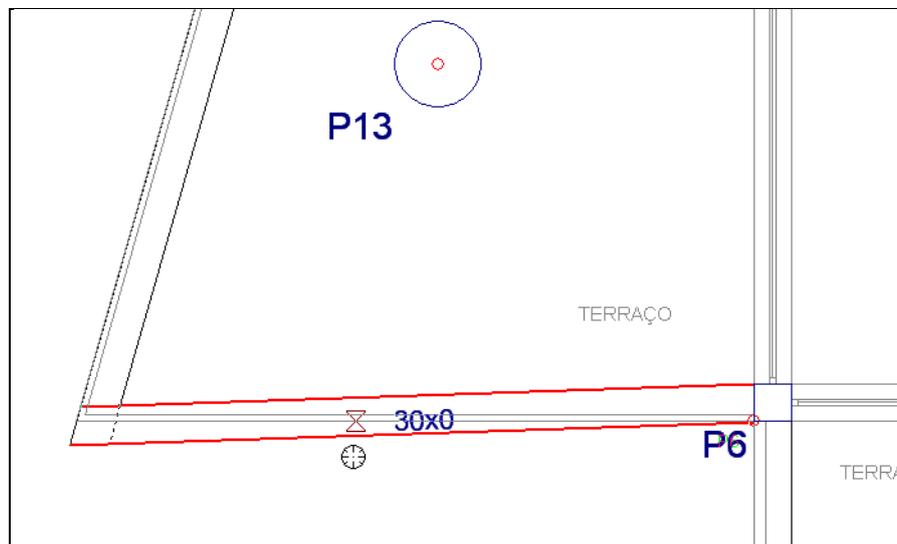


Fig. 3.145

- Prossegue-se com a introdução de vigas de travamento; assim, prima no menu **Vigas > Vigas inclinadas > Acrescentar diagonais de travamento**.

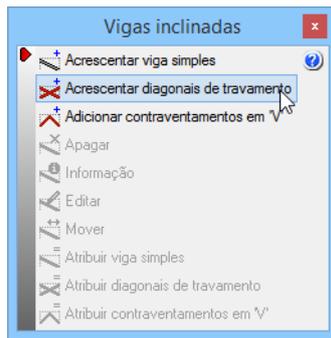


Fig. 3.146

- Surge uma janela com informações relativas ao comando, feche a janela.
- Coloque os dados de acordo com a figura seguinte.

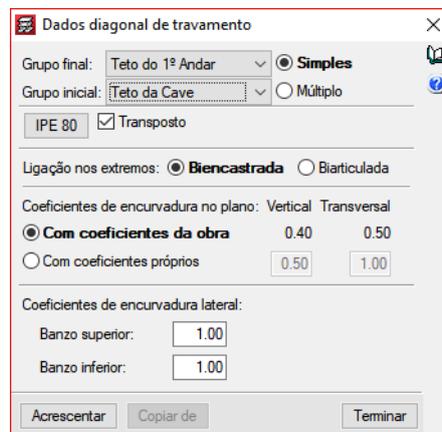


Fig. 3.147

- Prima **Acrescentar**. Prima sobre o pilar **P12**, de seguida prima sobre o pilar **P20**.
- Faça o mesmo entre os pilares **P20**, **P26** e **P32**.

### 3.3.10.2. Lajes

Introduz-se novamente a laje fungiforme aligeirada.

- Prima **Lajes > Gestão lajes**.
- Prima em  **Introduzir laje**.
- Na janela que se abre selecione **Lajes fungiformes**.
- Prima em **Aceitar**.
- Prima duas vezes com o , junto à viga dos pilares P2 e P3 por exemplo, de forma que as nervuras da laje fiquem paralelas e perpendiculares a essa viga. Como se pode ver na figura seguinte.

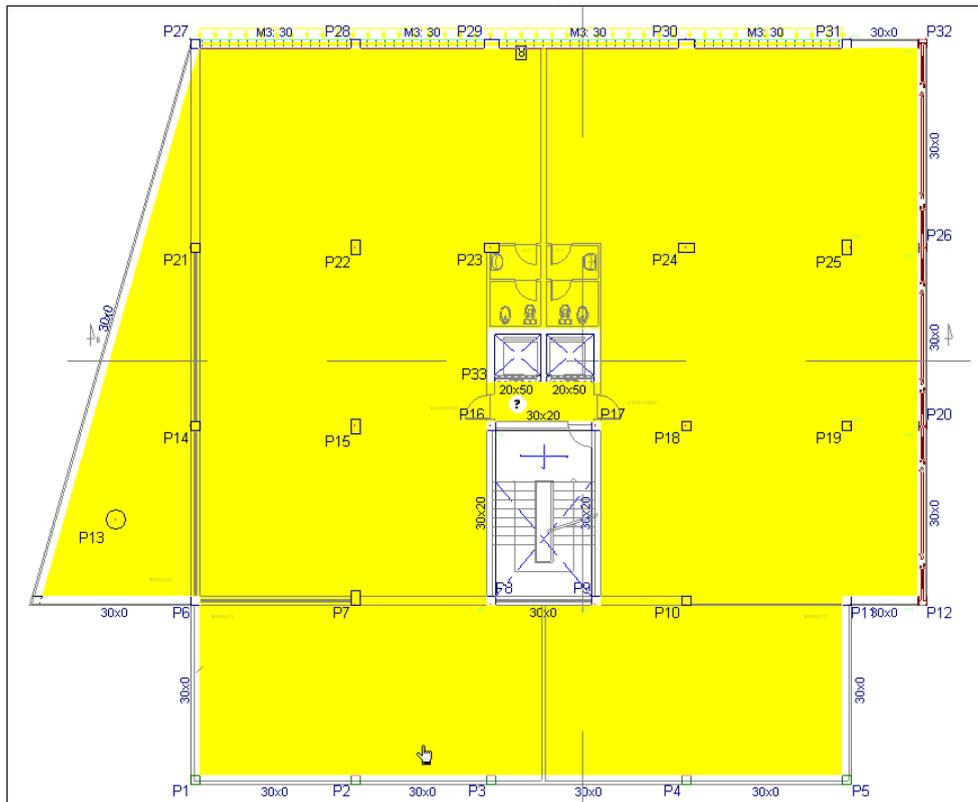


Fig. 3.148

Procede-se à introdução dos maciços, das aberturas na caixa de escadas e do elevador, e por fim do patamar de apoio da escada, tudo isto seguindo o mesmo procedimento referido no **ponto 3.3.9.2**.

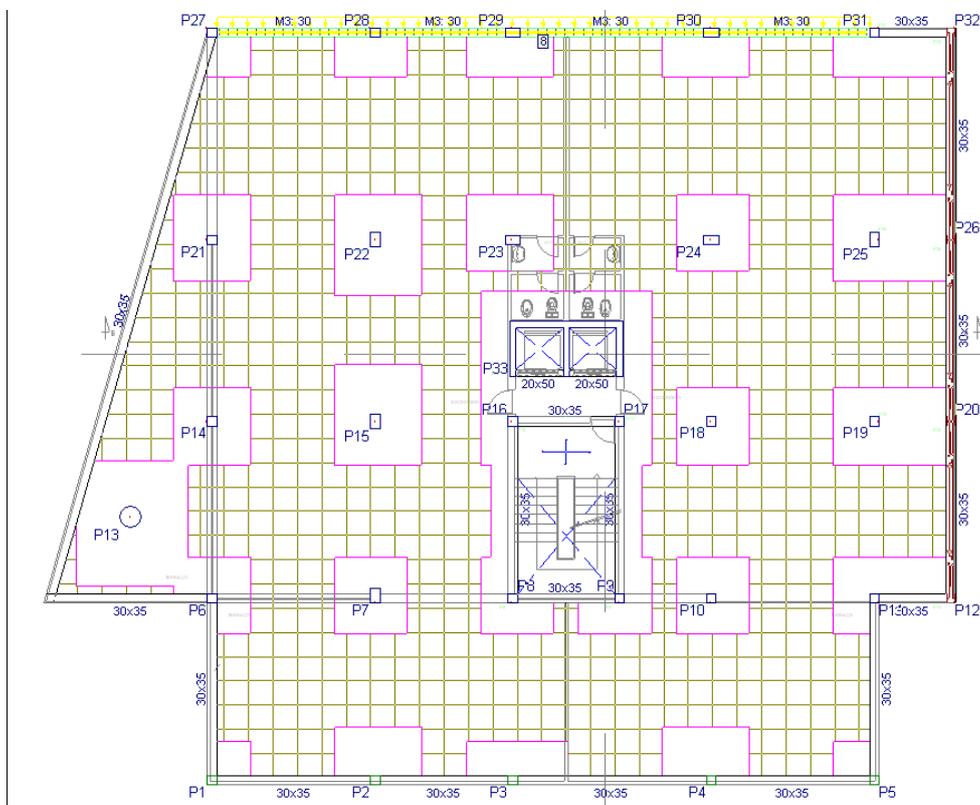


Fig. 3.149

### 3.3.10.3. Cargas

Seguindo o mesmo raciocínio referido no **ponto 3.3.9.3**. Colocam-se cargas para simularem a presença das paredes exteriores.

As cargas das paredes serão colocadas entre os pilares: **P21, P27, P28, P29, P30 e P31; P7 e P8; P9 e P10**.

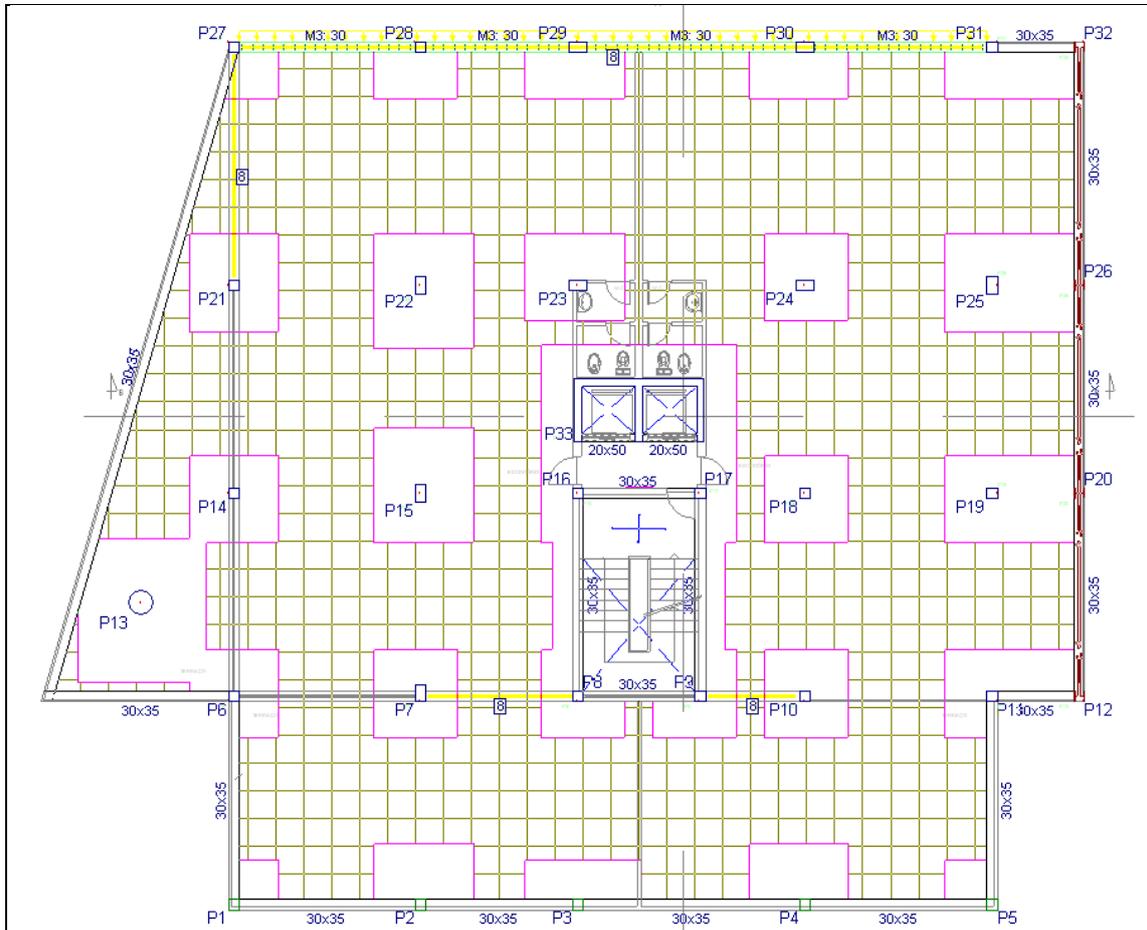


Fig. 3.150

### 3.3.11. Introdução do grupo 4. Quarta planta

Para subir de grupo, prima em . Neste momento, situa-se no **grupo 4** na planta **Teto do Rés do Chão**.

#### 3.3.11.1. Vigas

Procede-se à introdução das vigas.

- Prima no menu **Vigas > Introduzir viga**.

- Selecione a viga rasa, para isso prima em . Coloque uma viga de largura **0.30 m**.
- Ative a opção **Introdução contínua** no menu flutuante e desative as capturas.

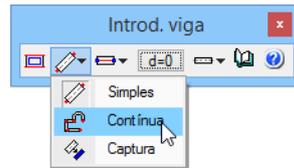


Fig. 3.151

- Prima sobre os seguintes pilares: **P6, P11, P31, P27, P6**. Como ilustra a figura seguinte.

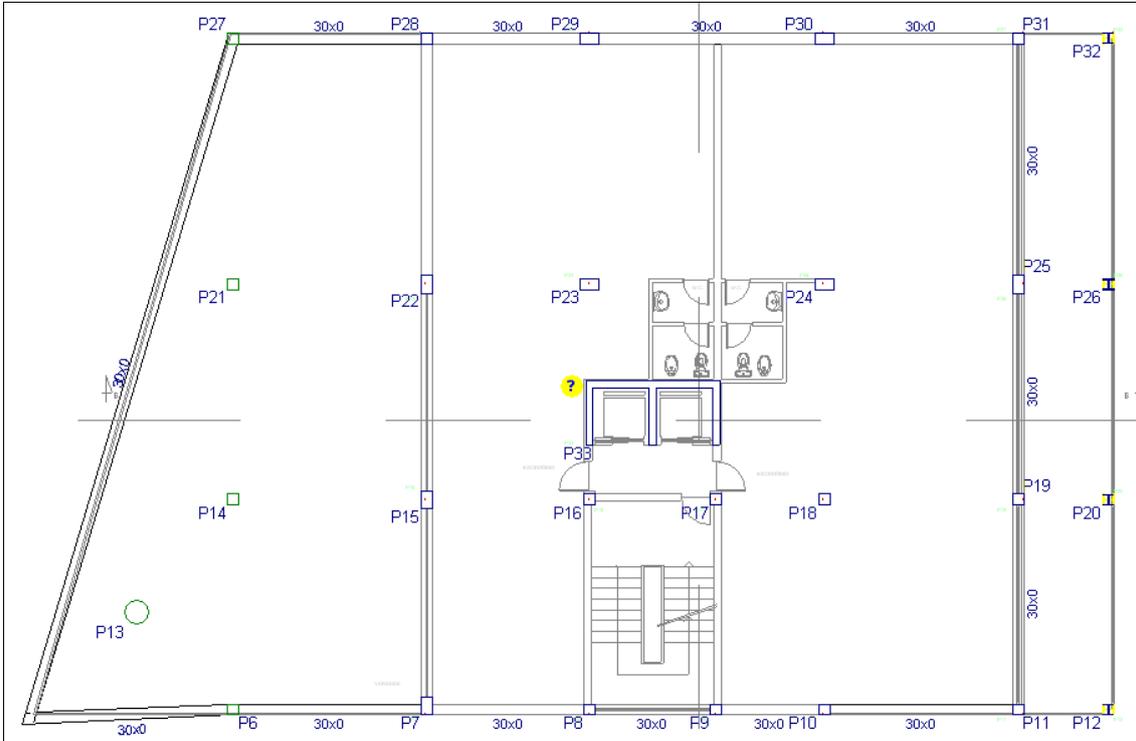


Fig. 3.152

- Para terminar, prima com o  e em **Terminar introdução**.
- Prima agora sobre os pilares **P8, P16, P17 e P9**.
- Para terminar, prima com o  e em **Terminar introdução**.



- Prima em  no menu flutuante.
- Selecione uma viga alta de secção **0.20x0.50**, para ser colocada na caixa do elevador, de acordo com o referido no **ponto 3.3.9.1**.
- Para terminar, prima com o  e em **Terminar introdução**.
- Ajuste agora as vigas, da mesma forma como foi referido anteriormente no **ponto 3.3.9.1**.

A viga entre os pilares **P8** e **P9**, terá que ser considerada como viga alta, pois sendo rasa e não tendo nenhuma laje a conectá-la, o programa desconhece a sua altura.

- Assim, prima no menu **Vigas > Editar**, de seguida, prima sobre a viga entre os pilares **P8** e **P9**, altere para **viga alta** e com uma altura de **0.35 m**.

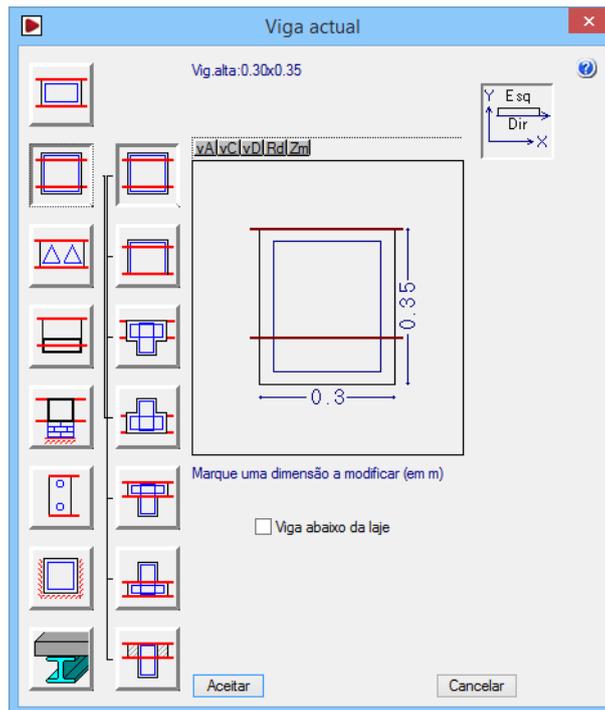


Fig. 3.153

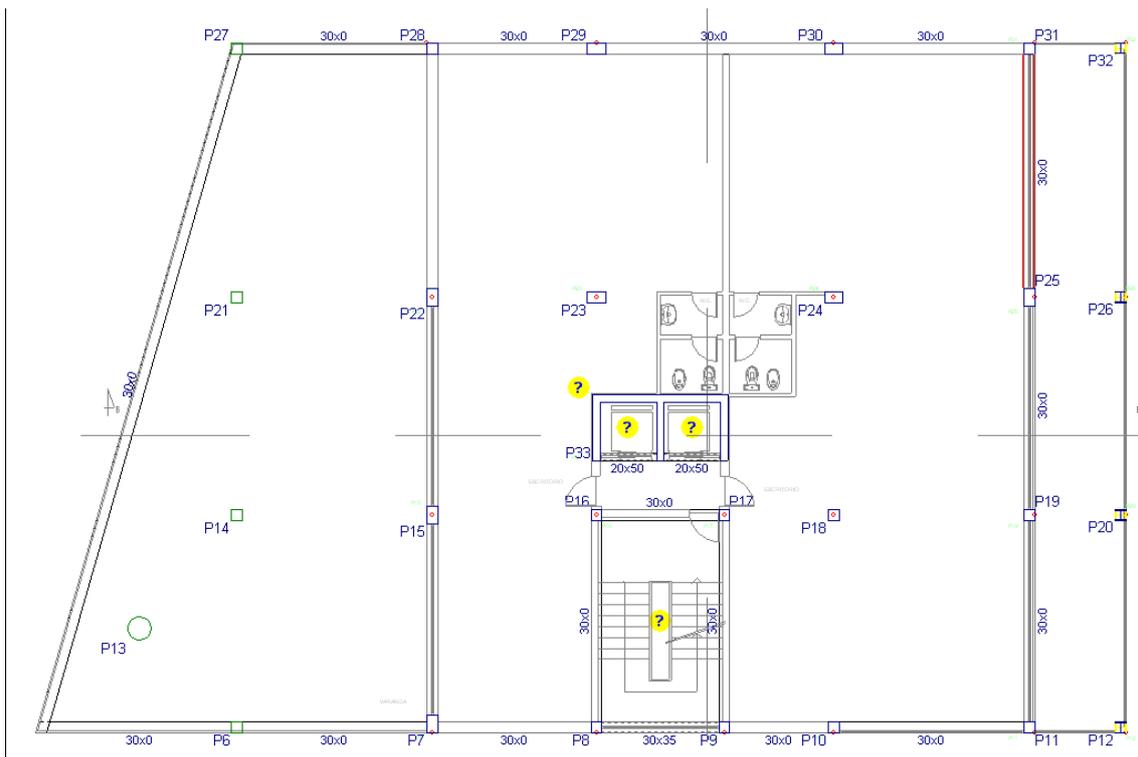


Fig. 3.154

- Prossegue-se com a introdução de vigas de travamento; assim, prima no menu **Vigas > Vigas inclinadas > Acrescentar diagonais de travamento**.
- Coloque os dados de acordo com a figura seguinte.

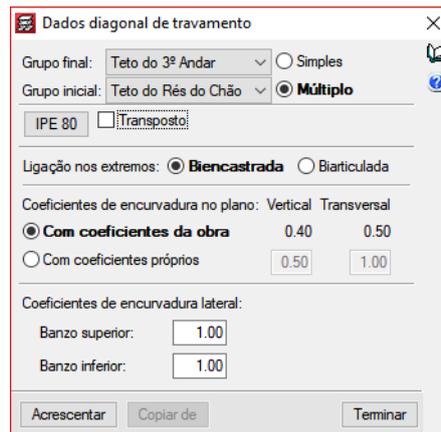


Fig. 3.155

- Prima **Acrescentar**.
- Coloque-se sobre o pilar **P8** e prima, de seguida prima sobre o pilar **P9** e ficará com o seguinte aspeto.

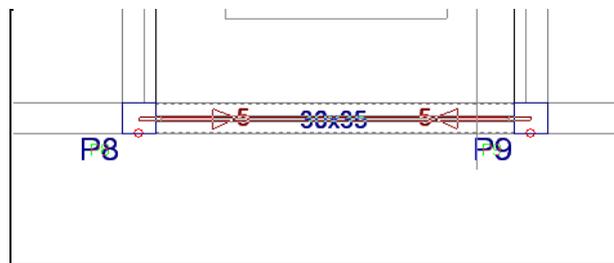


Fig. 3.156

### 3.3.11.2. Lajes

Introduz-se novamente a laje fungiforme aligeirada.

- Prima **Lajes > Gestão lajes**.
- Prima em  **Introduzir laje**.
- Na janela que se abre seleccione **Lajes fungiformes**.
- Prima em **Aceitar**.
- Prima duas vezes com o , junto à viga dos pilares **P7** e **P8** por exemplo, de forma que as nervuras da laje fiquem paralelas e perpendiculares a essa viga.
- Proceda-se à introdução dos maciços, das aberturas na caixa de escadas e do elevador, e por fim do patamar de apoio da escada, tudo isto seguindo o mesmo procedimento referido no **ponto 3.3.9.2**.

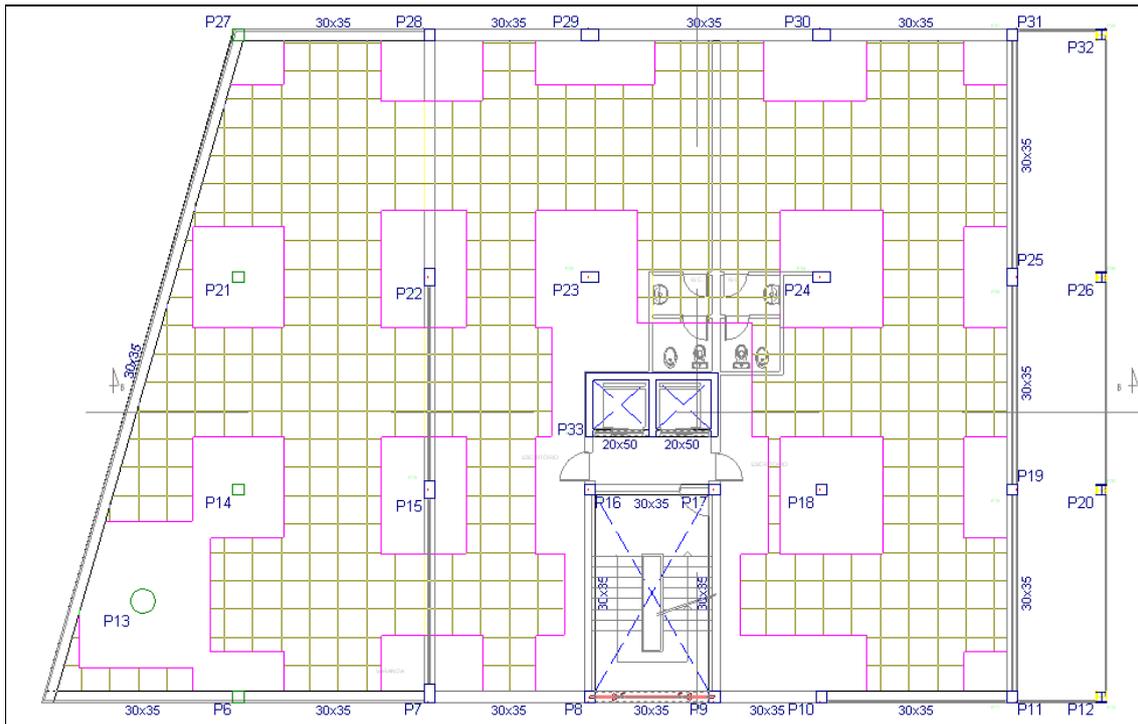


Fig. 3.157

Pode visualizar-se a obra em 3D, sendo a visualização por pisos ou na sua totalidade.

- Prima no menu **Grupos > Vista 3D do edifício**.

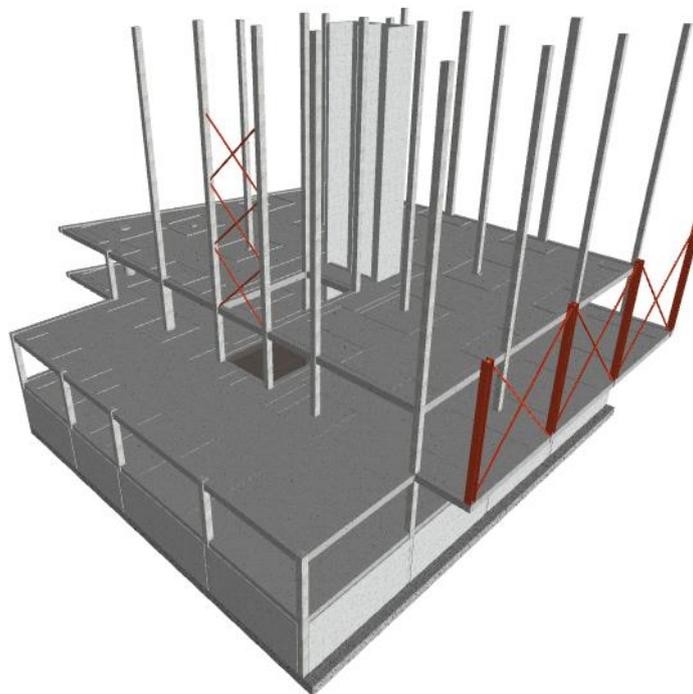


Fig. 3.158

### 3.3.11.3. Cargas

Seguindo o mesmo raciocínio referido no **ponto 3.3.10.3**. Colocam-se as cargas para simularem a presença das paredes exteriores.

As cargas das paredes serão colocadas entre os pilares: **P22, P28, P29, P30 e P31; P7 e P8; P9 e P10**.

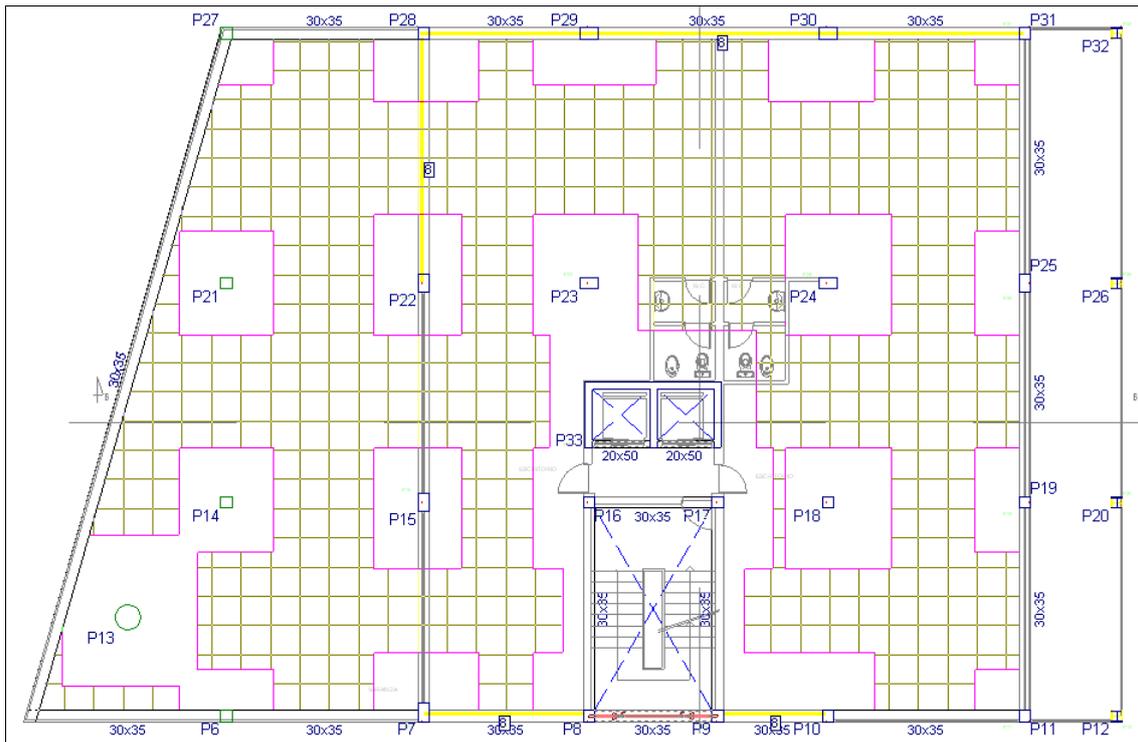


Fig. 3.159

### 3.3.12. Introdução do grupo 5. Quinta planta

Para subir de grupo, prima em . Neste momento, situa-se no **grupo 5** na planta **Teto do 1º Andar**.

#### 3.3.12.1. Vigas

Procede-se à introdução das vigas.

- Prima no menu **Vigas> Introduzir viga**.



- Prima em  no menu flutuante.
- Selecione a viga alta com uma secção de **0.30x0.40**.
- Prima **Aceitar**.
- Coloque as vigas de acordo com a figura seguinte.

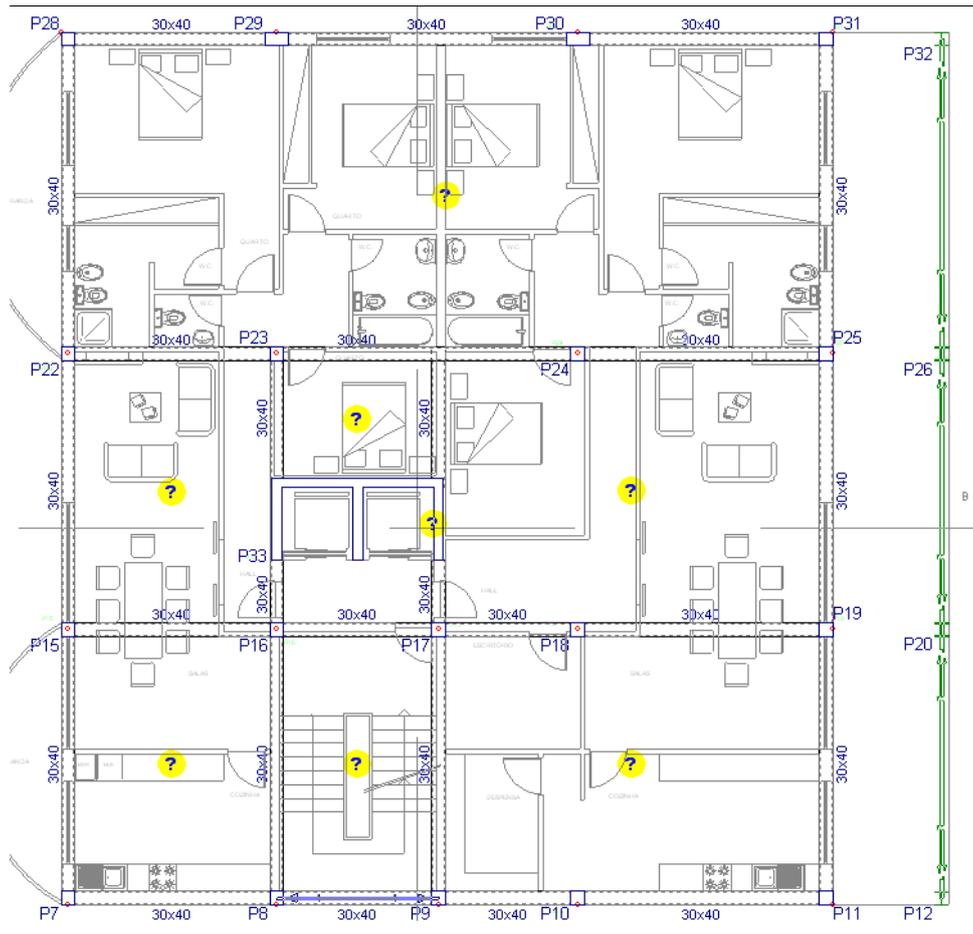


Fig. 3.160

- Para terminar, prima com o  e em **Terminar introdução**.

- Prima em  no menu flutuante .

- Selecione agora uma viga metálica **HE-300A**, sem a opção **Viga abaixo da laje** ativa, como indica a figura seguinte.

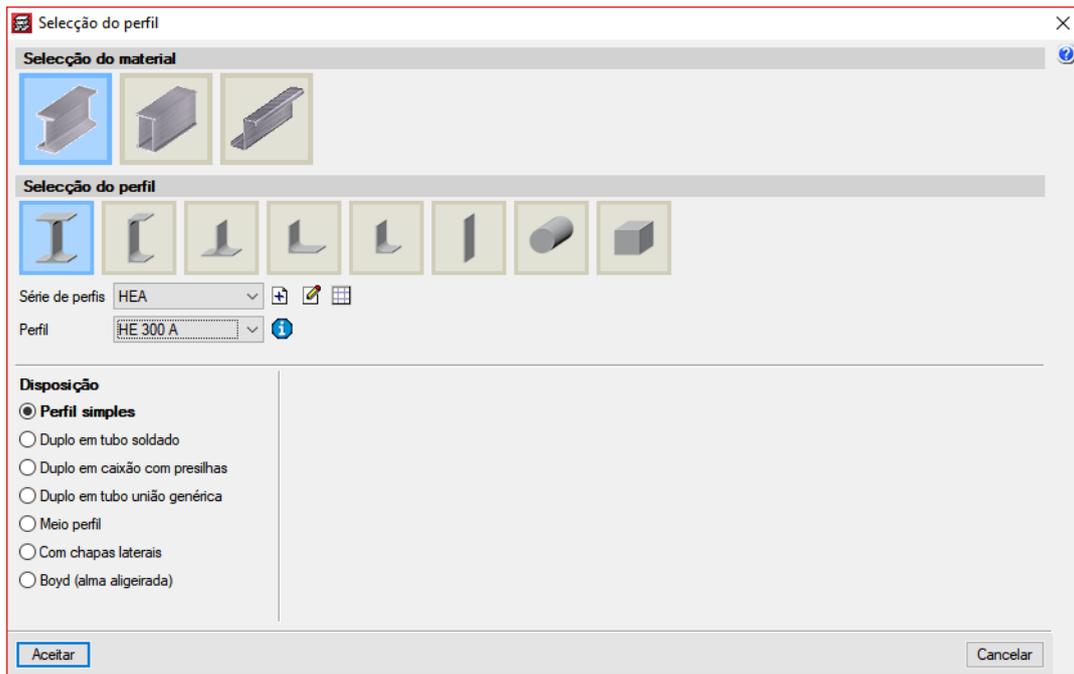


Fig. 3.161

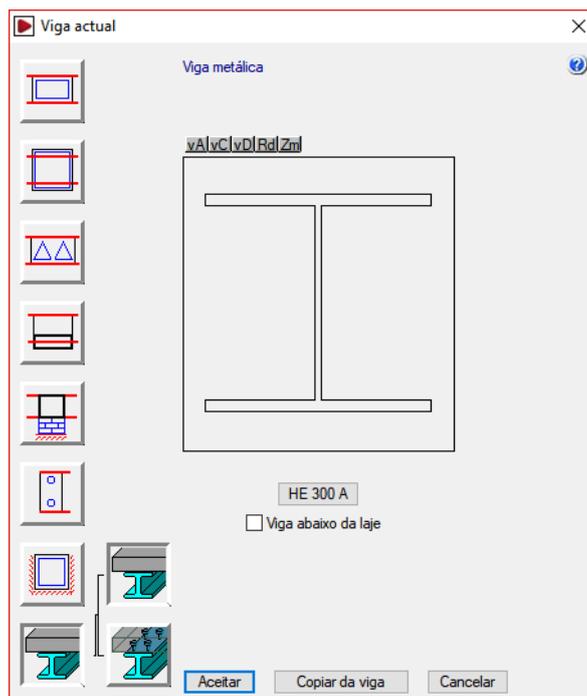


Fig. 3.162

- Coloque as vigas entre os pilares: P11 e P12; P19 e P20; P25 e P26; P31 e P32; P12, P20, P26 e P32.
- Para terminar, prima com o  e em **Terminar introdução**.
- Selecione uma viga alta de secção **0.20x0.50**, para ser colocada como limite da caixa de elevador.

Procede-se à introdução de duas vigas curvas, podendo-se executar este procedimento de duas formas, através do menu flutuante de introdução de vigas ativando a opção viga curva , ou então da seguinte forma:

- No menu flutuante de introdução de vigas, prima em .



Fig. 3.163

- Através do  coloque uma secção de viga **0.30x0.40**.
- Coloque o cursor junto à linha DXF que define a curva, de acordo com a figura seguinte.

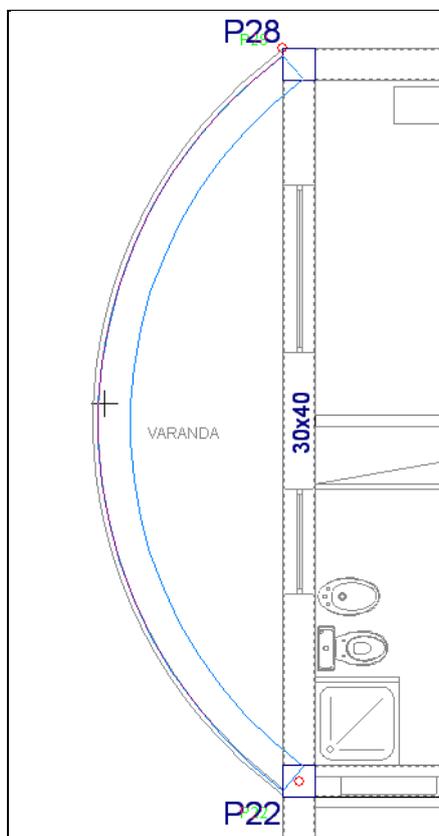


Fig. 3.164

- Repita o mesmo procedimento entre os pilares **P15** e **P7**.

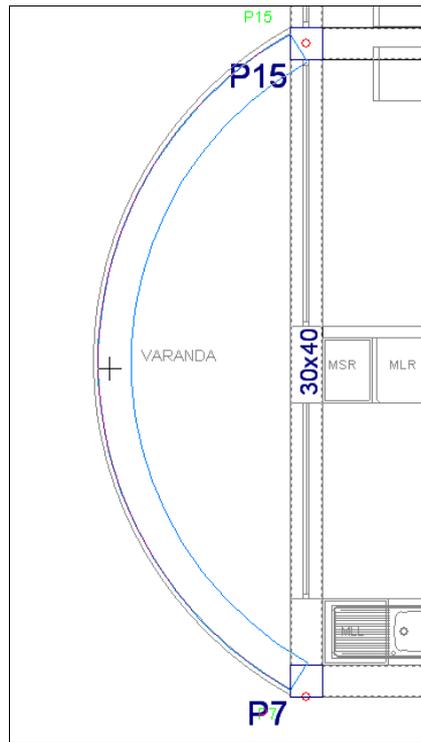


Fig. 3.165

O aspeto das vigas será o da figura seguinte.

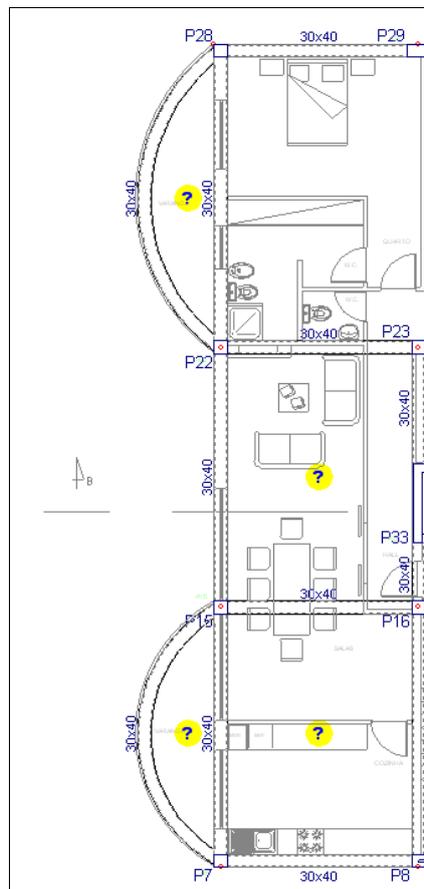


Fig. 3.166

### 3.3.12.2. Lajes

Prossegue-se agora com a introdução das lajes, neste grupo introduz-se lajes maciças e alveoladas.

- Prima **Lajes > Gestão lajes**.
- Prima em  **Introduzir laje**.
- Na janela que se abre seleccione **Lajes maciças**, coloque uma altura de **20 cm**.
- Prima em **Aceitar**.
- Prima duas vezes com o , nos panos indicados na figura seguinte.

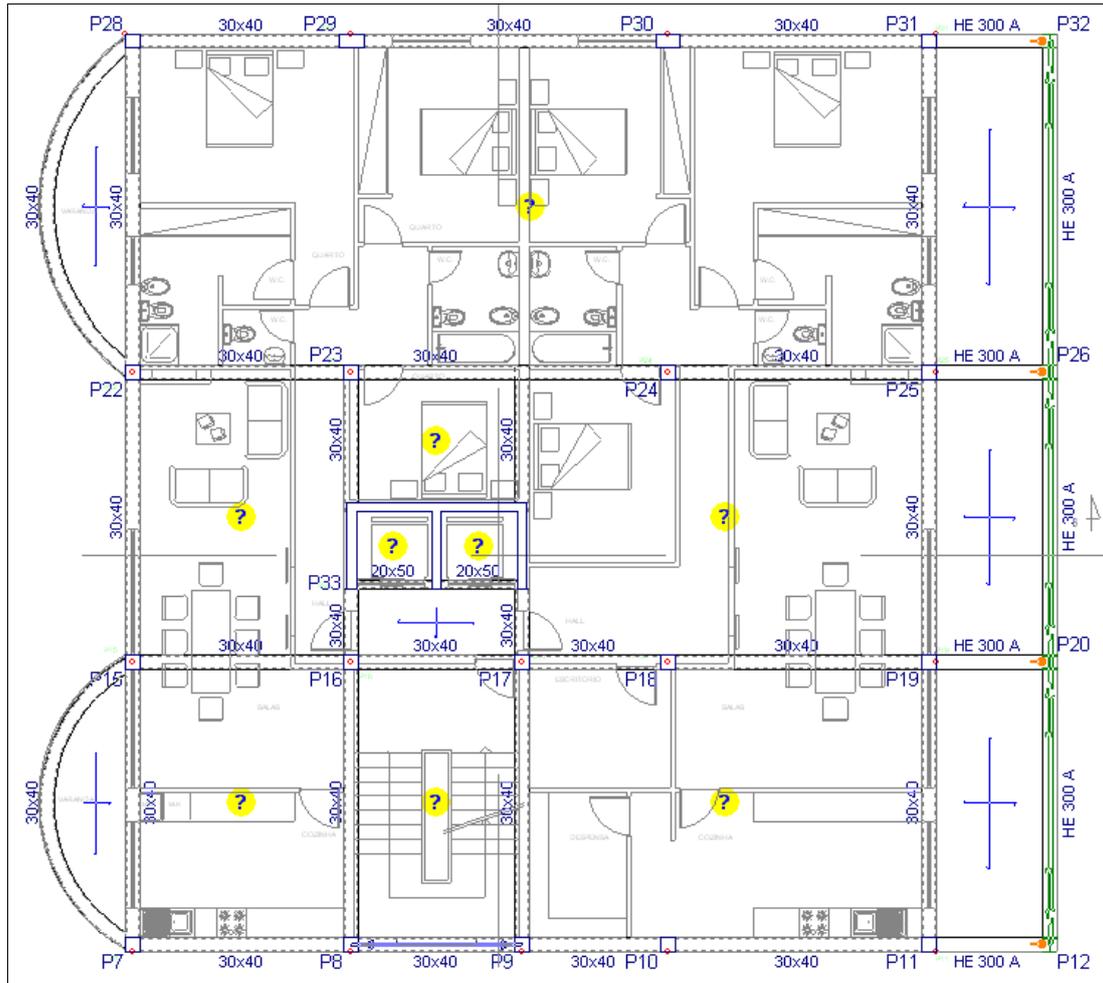


Fig. 3.167

- Prima com o  e seleccione **Lajes alveoladas**, surge de imediato a biblioteca de lajes alveoladas do programa, seleccione a laje da figura seguinte. No caso de não possuir a licença de utilização para este tipo de laje, introduza outro tipo de laje.

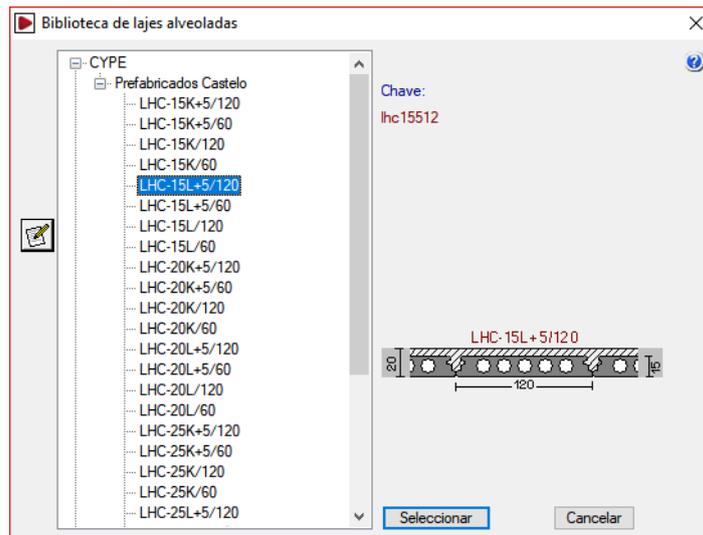


Fig. 3.168

- Prima em **Selecionar**.

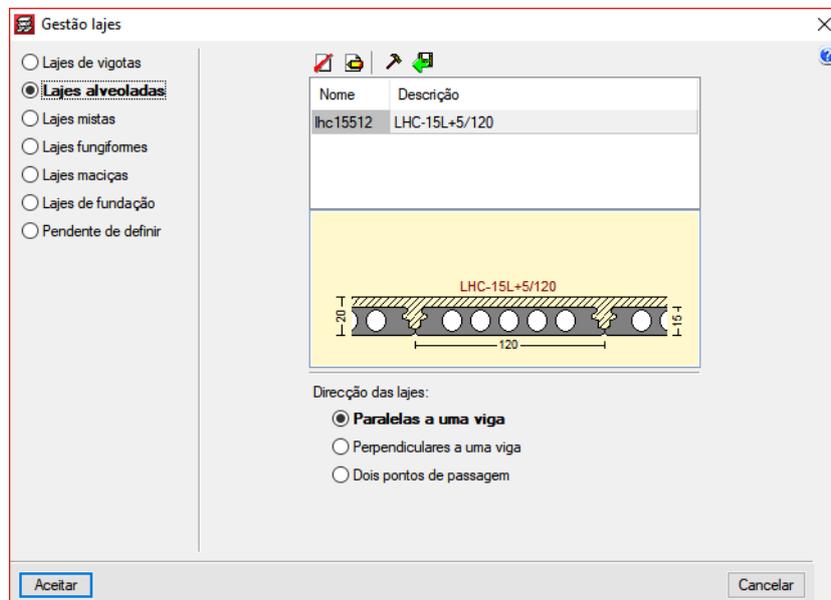


Fig. 3.169

- Selecione **Paralelas a uma viga** e prima em **Aceitar**.
- Prima duas vezes com o , nos panos indicados na figura seguinte.

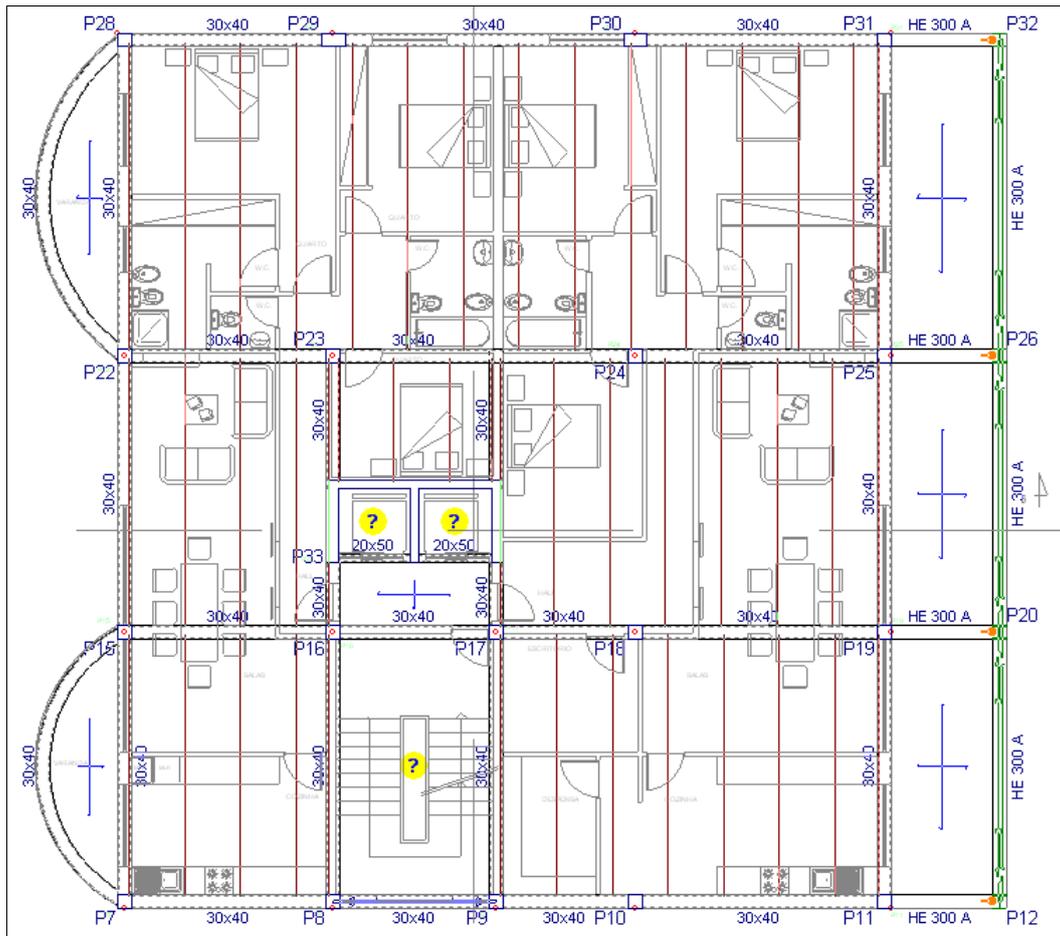


Fig. 3.170

Por defeito, o programa coloca como coeficiente de encastramento igual a 1, neste caso como se pretende que a laje funcione como simplesmente apoiada, deverá fazer-se o seguinte:

- No menu flutuante prima no seguinte ícone

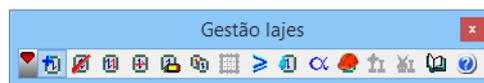


Fig. 3.171

- Coloque o valor de 0 e prima em **Atribuir a todas as lajes alveoladas**.

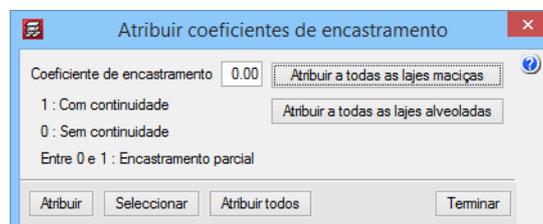


Fig. 3.172

- Por fim, prima em **Terminar**.
- Procede-se à introdução das aberturas na caixa de escadas e do elevador, e por fim do patamar de apoio da escada, tudo isto seguindo o mesmo procedimento referido no **ponto 3.3.9.2**.

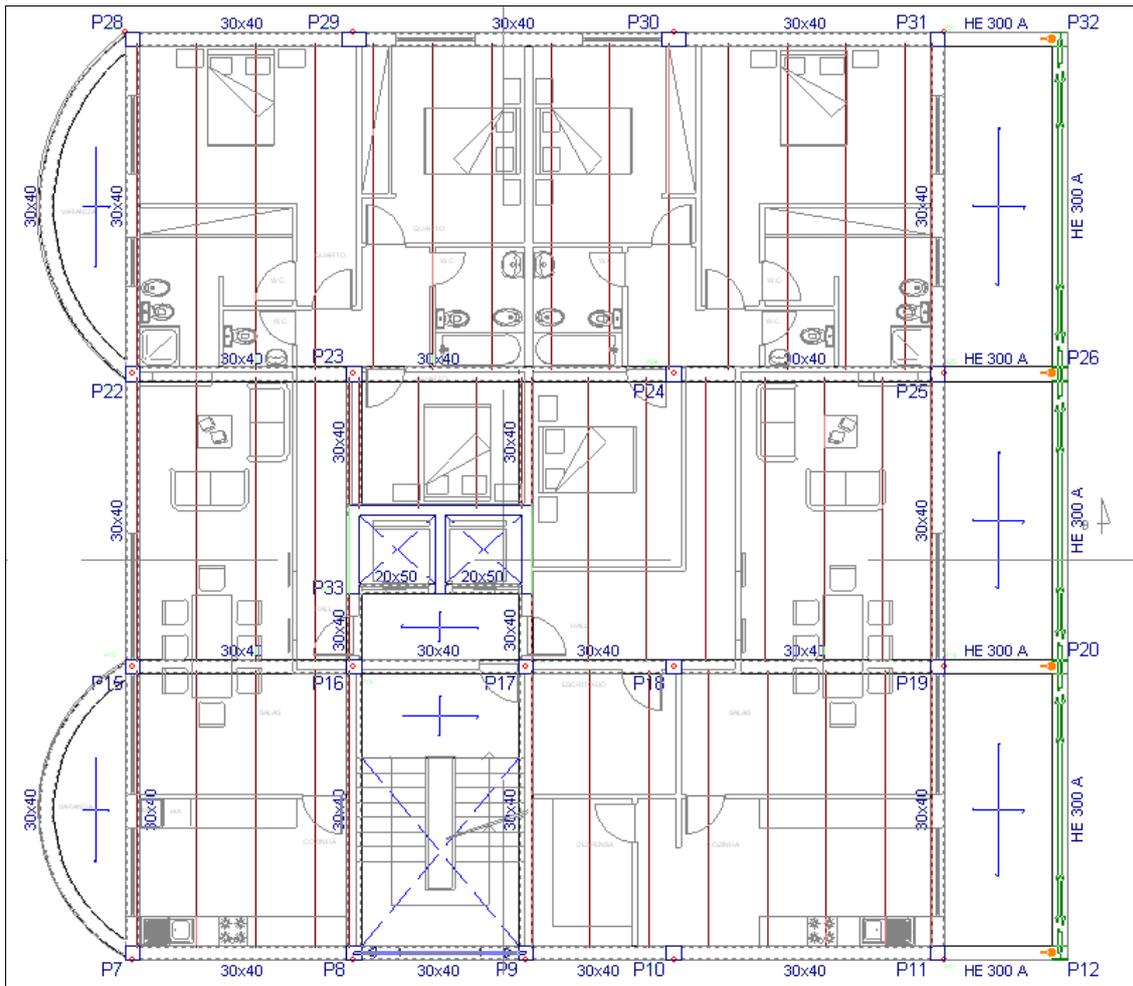


Fig. 3.173

### 3.3.12.3. Cargas

Seguindo o mesmo raciocínio referido no **ponto 3.3.9.3**. Colocam-se cargas para simularem a presença das paredes exteriores e como sobrecarga nas varandas.

As cargas das paredes exteriores serão colocadas entre os pilares: **P8, P7, P15, P22, P28, P29, P30, P31, P25, P19, P11, P10 e P9**;

A sobrecarga das varandas será colocada nas extremidades das varandas, como uma carga linear de **3 kN/m** segundo a ação **sobrecarga**.

- Com o comando **Cargas > Cargas lineares em vigas**, coloque o valor de **3 kN/m** segundo a ação **Sobrecarga**, prima **Acrescentar**.

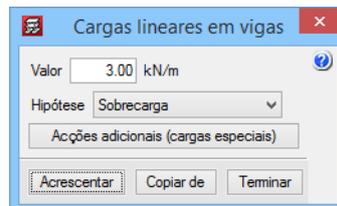


Fig. 3.174

- Selecione as vigas que delimitam a varanda, de acordo com a figura seguinte.

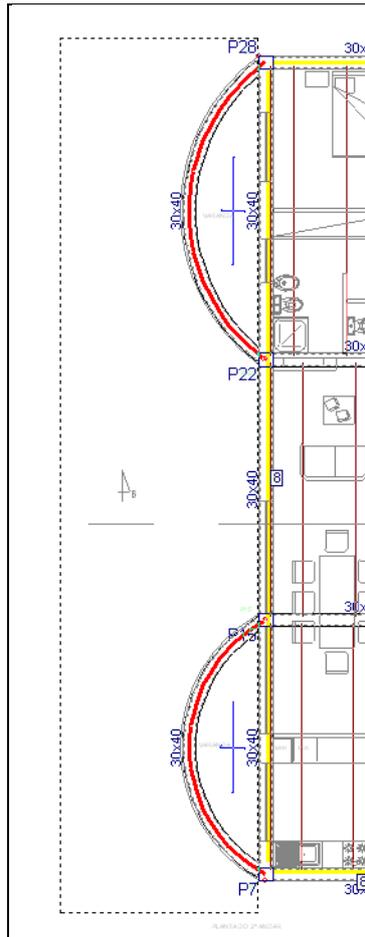


Fig. 3.175

O aspeto final da planta será o da figura seguinte.

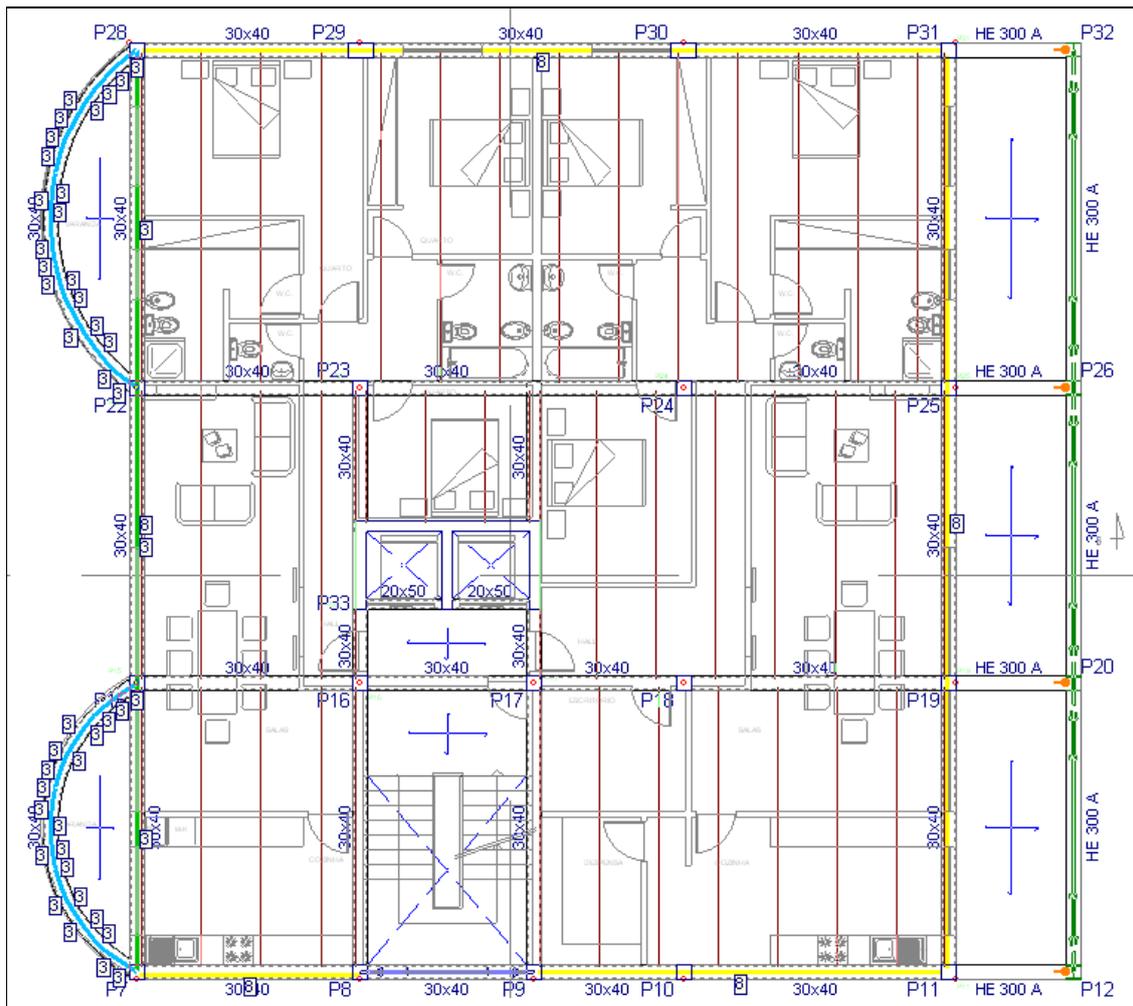


Fig. 3.176

### 3.3.13. Introdução do grupo 6. Sexta planta

- Prima em ▲ Subir de grupo. Neste momento, situa-se no grupo 6 na planta Teto do 2º Andar.

#### 3.3.13.1. Vigas

Com as capturas desativadas, repete-se o mesmo procedimento para a introdução das vigas, já referido no ponto 3.3.12.1.

Resumindo, introduzem-se vigas altas com secção **0.30x0.40**, praticamente em toda a planta, com a exceção da viga **0.20x0.50** a delimitar a caixa do elevador e o **lintel não estrutural** a delimitar o patamar de apoio da escada.

Após se ter introduzido todas as vigas, a obra deverá ter o aspeto da figura seguinte.

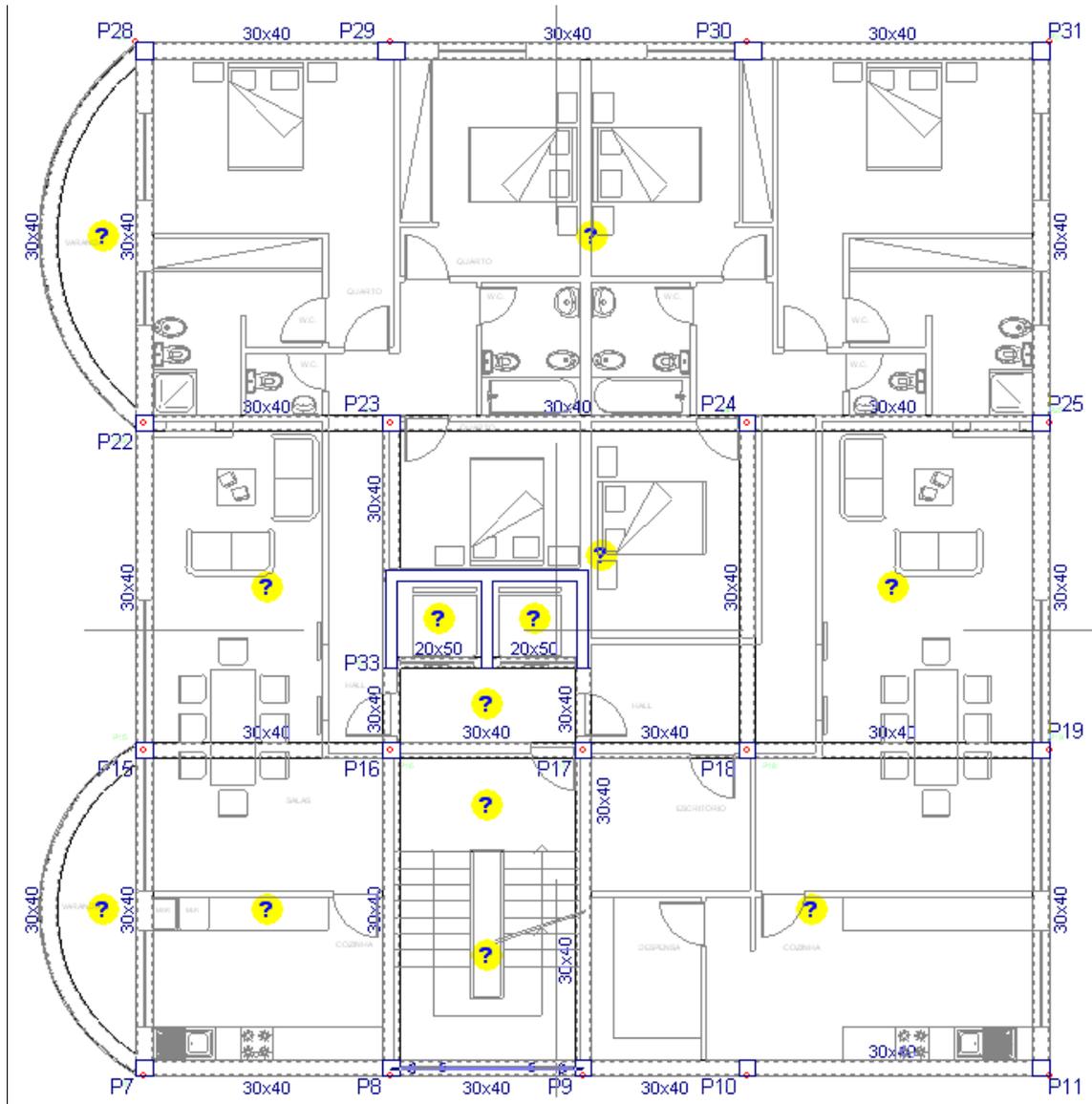


Fig. 3.177

### 3.3.13.2. Lajes

Prosegue-se agora com a introdução das lajes, neste grupo introduz-se lajes maciças e de vigotas.

- Prima **Lajes > Gestão lajes**.
- Prima em  **Introduzir laje**.
- Selecione **Lajes maciças** e coloque uma altura de **20 cm**.
- Prima duas vezes com o , junto à viga ortogonal correspondente às varandas.

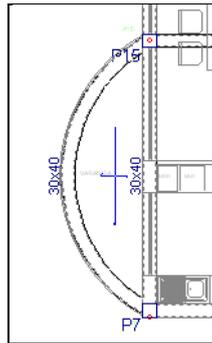


Fig. 3.178

- Prima duas vezes com o  para introduzir a laje do patamar de apoio da escada.

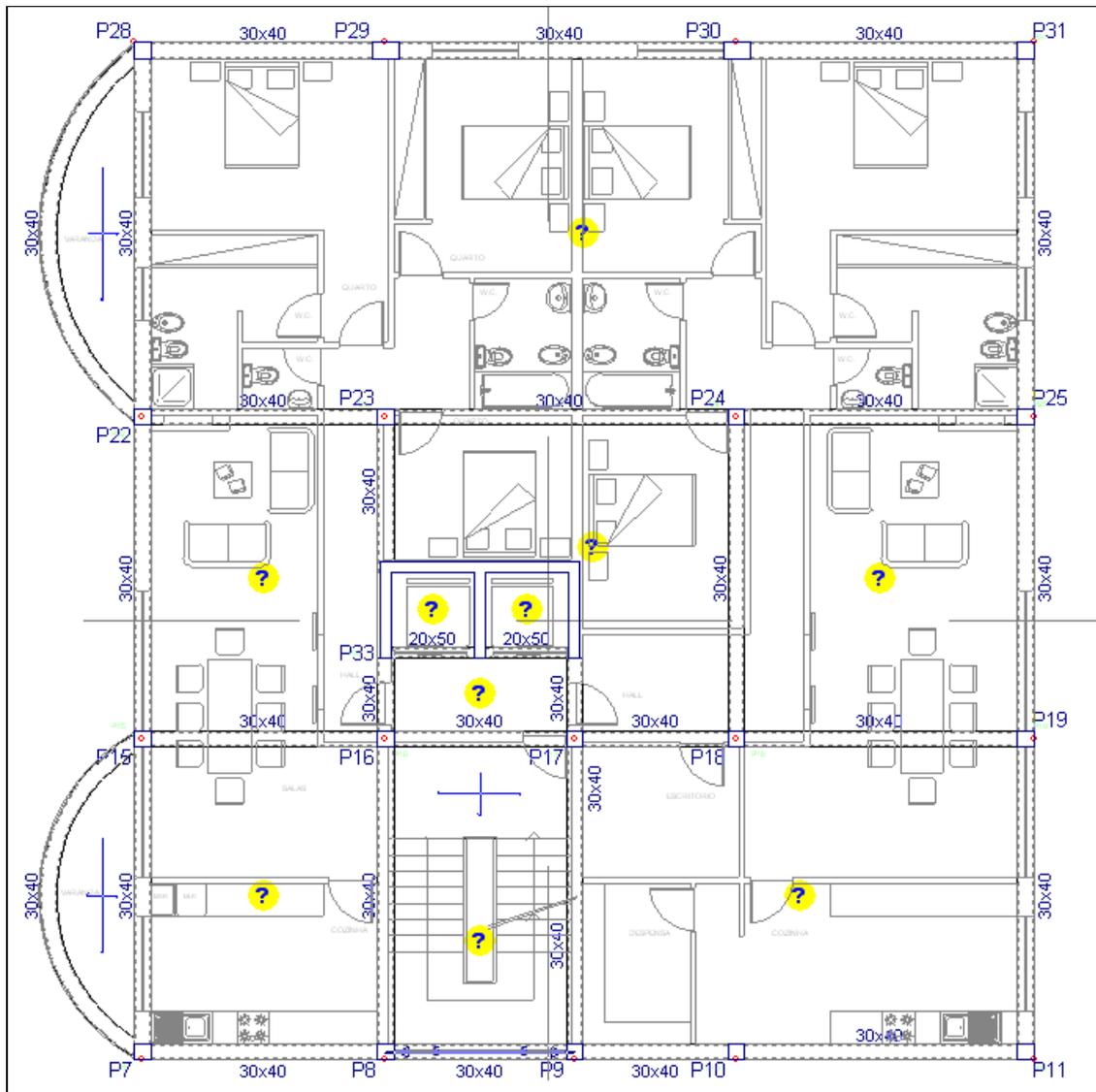


Fig. 3.179

- No final da introdução, prima com o , surge a janela **Gestão lajes**, prima agora sobre **Lajes de vigotas**.
- Prima sobre o ícone  **Lajes de vigotas pré-esforçadas**.
- Selecione a opção **Por características geométricas**.

- Prima em  **Criar** para se criar uma laje de vigotas.

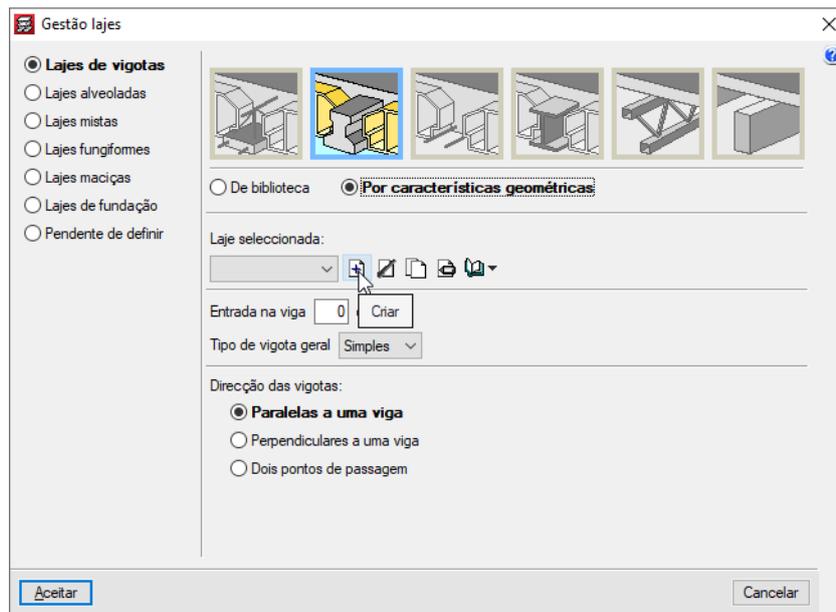


Fig. 3.180

Através de um programa fornecido pelo fabricante de lajes de vigotas, efetua-se à parte o cálculo da laje de vigotas, sendo fornecido como resultado final as características geométricas da laje e os seus dados mais importantes, como por exemplo o peso próprio.

- Preencha de acordo com os dados da figura seguinte.

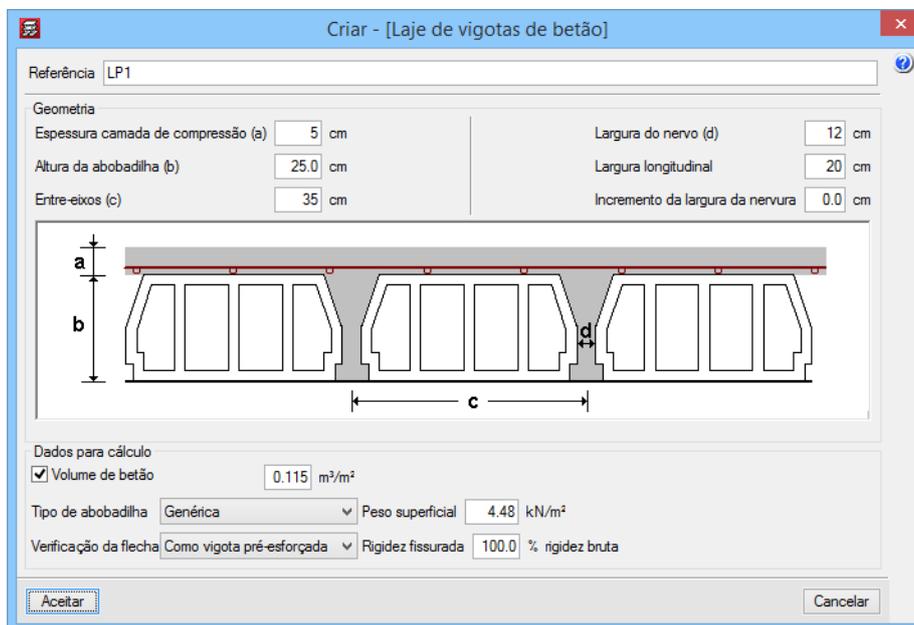


Fig. 3.181

- Prima em **Aceitar**.
- Mantenha a **Entrada na viga** igual a 0, o **Tipo de vigota geral** como **simples** e a **Direção das vigotas** como **Paralelas a uma viga**.
- Prima em **Aceitar**.
- Prima duas vezes com o  para introduzir as lajes de acordo com a figura seguinte.

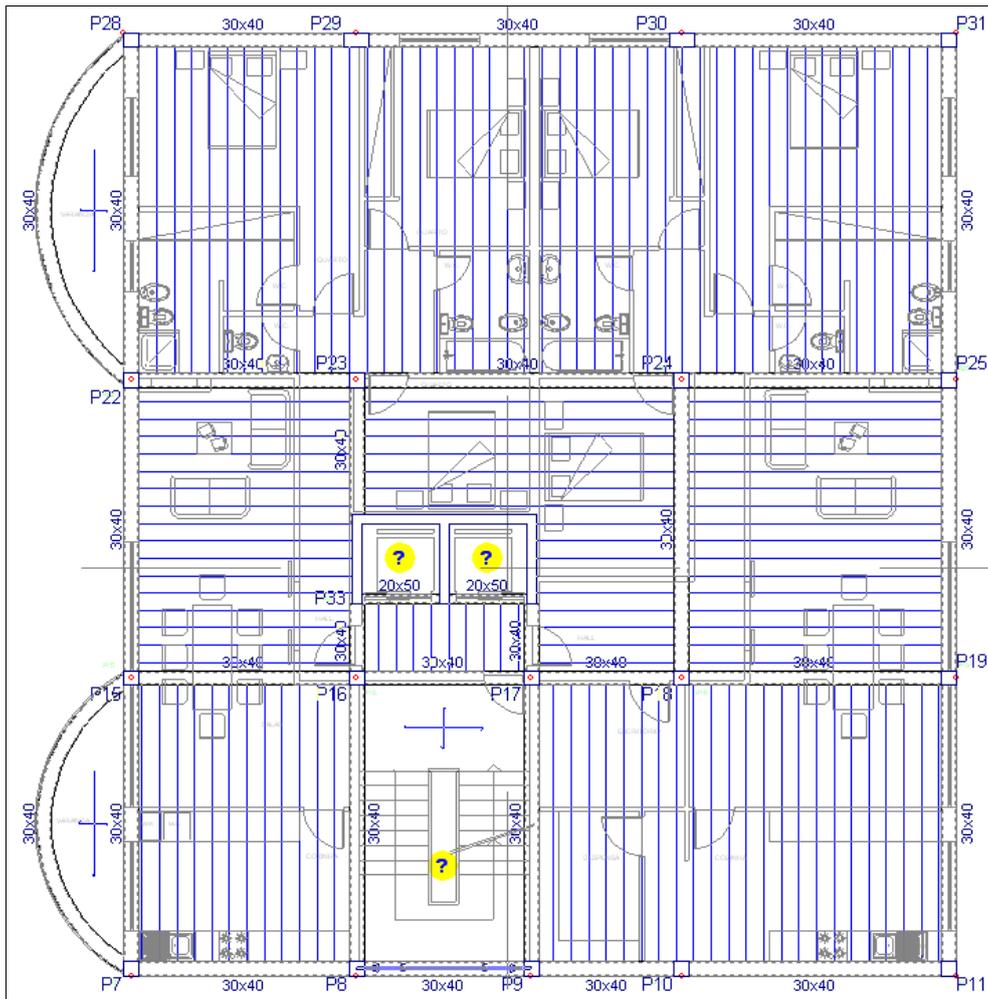


Fig. 3.182

Posteriormente, deve-se desalinhar as vigotas que estejam alinhadas entre diferentes panos de laje, para que não exista continuidade de passagem de esforços.

- No menu flutuante de **Gestão lajes**, prima em  **Modificar o ponto de passagem**.
- Coloque o cursor de acordo entre duas vigotas pertencentes a uma laje, de seguida prima duas vezes com o . As lajes ficarão desalinhasadas.

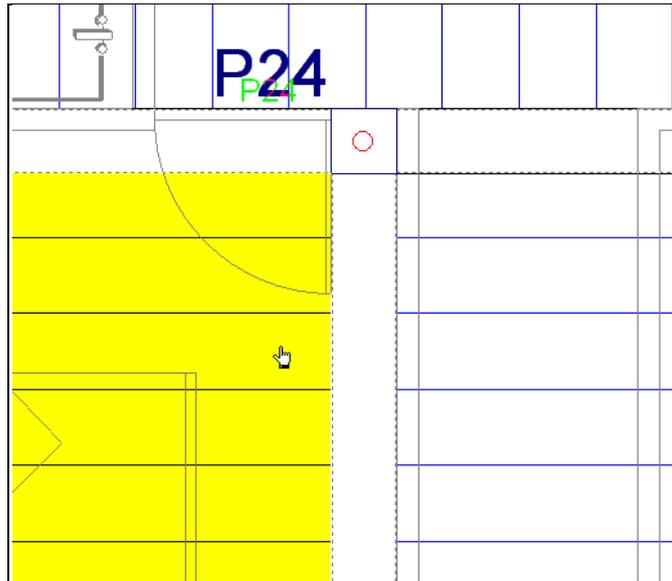


Fig. 3.183

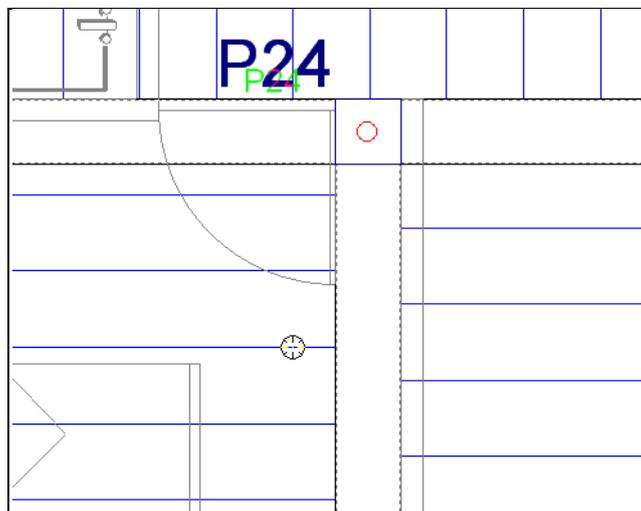


Fig. 3.184

- Prima agora sobre o ícone  **Coefficiente de encastramento** do menu flutuante **Gestão lajes** e coloque o valor **0**, para o caso de ter calculado as lajes de vigotas como simplesmente apoiadas, prima finalmente em **Atribuir a todas as lajes de vigotas**, por fim, prima em **Terminar**.

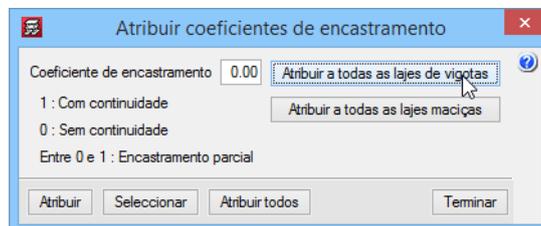


Fig. 3.185

- No caso de querer efetuar alguns cortes, prima no menu **Grupos > Secções > Introduzir secções**.
- Prima num ponto onde deseje que se inicie o corte, arraste o cursor para indicar onde passe o corte e prima  para finalizar. Posteriormente arraste o cursor para colocar desenho do corte para fora da planta do piso e prima  para terminar. Exemplo de um corte na figura seguinte.

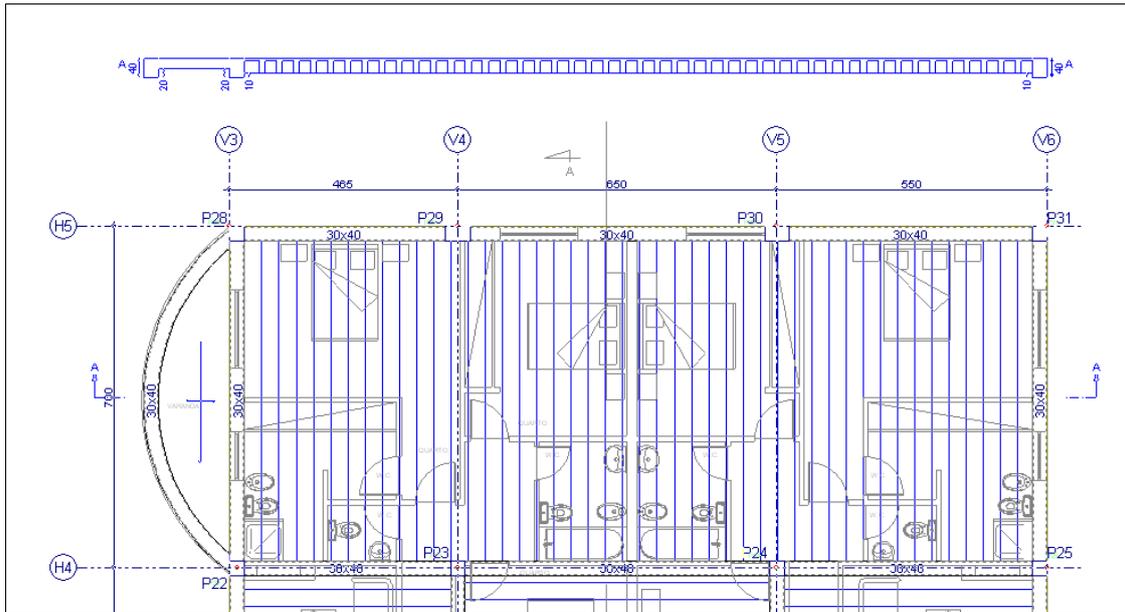


Fig. 3.143

- Procede-se à introdução das aberturas na caixa de escadas e do elevador, tudo isto seguindo o mesmo procedimento referido no **ponto 3.3.9.2**.

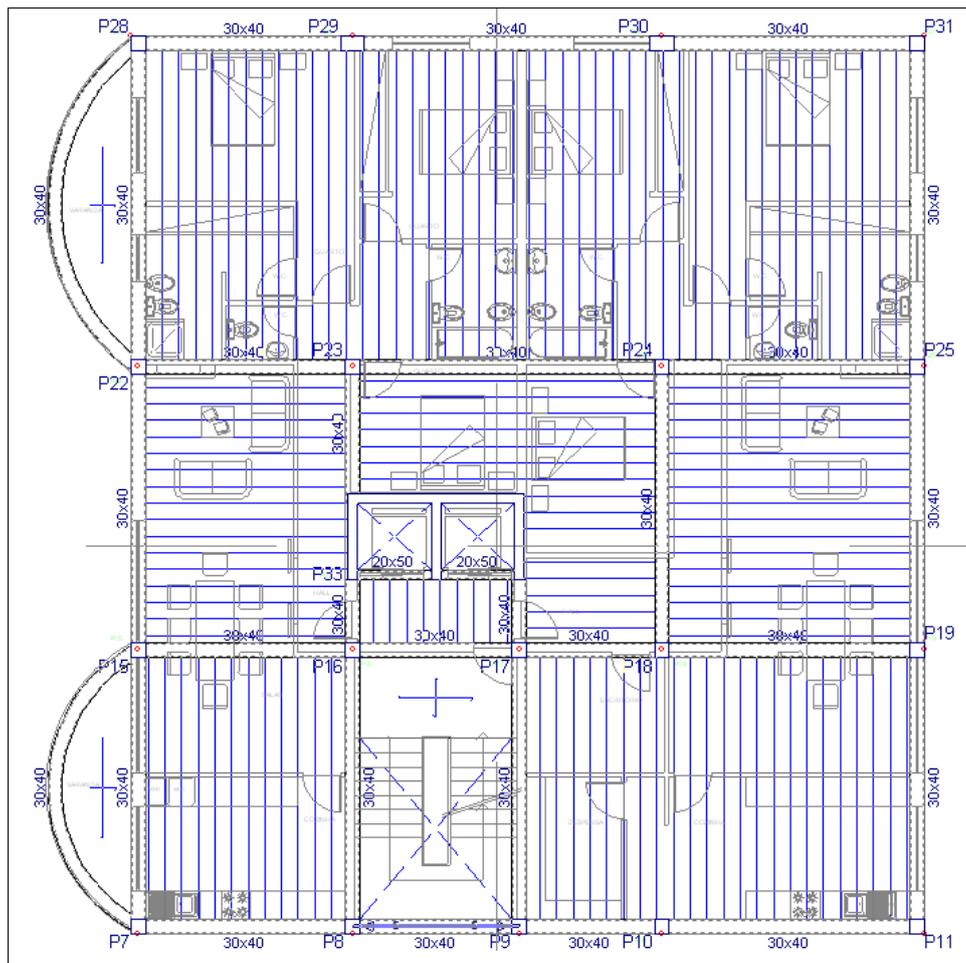


Fig. 3.186

### 3.3.13.3. Cargas

Neste piso, a introdução das cargas é exatamente igual ao modo de introdução referente no **ponto 3.3.12.3**.

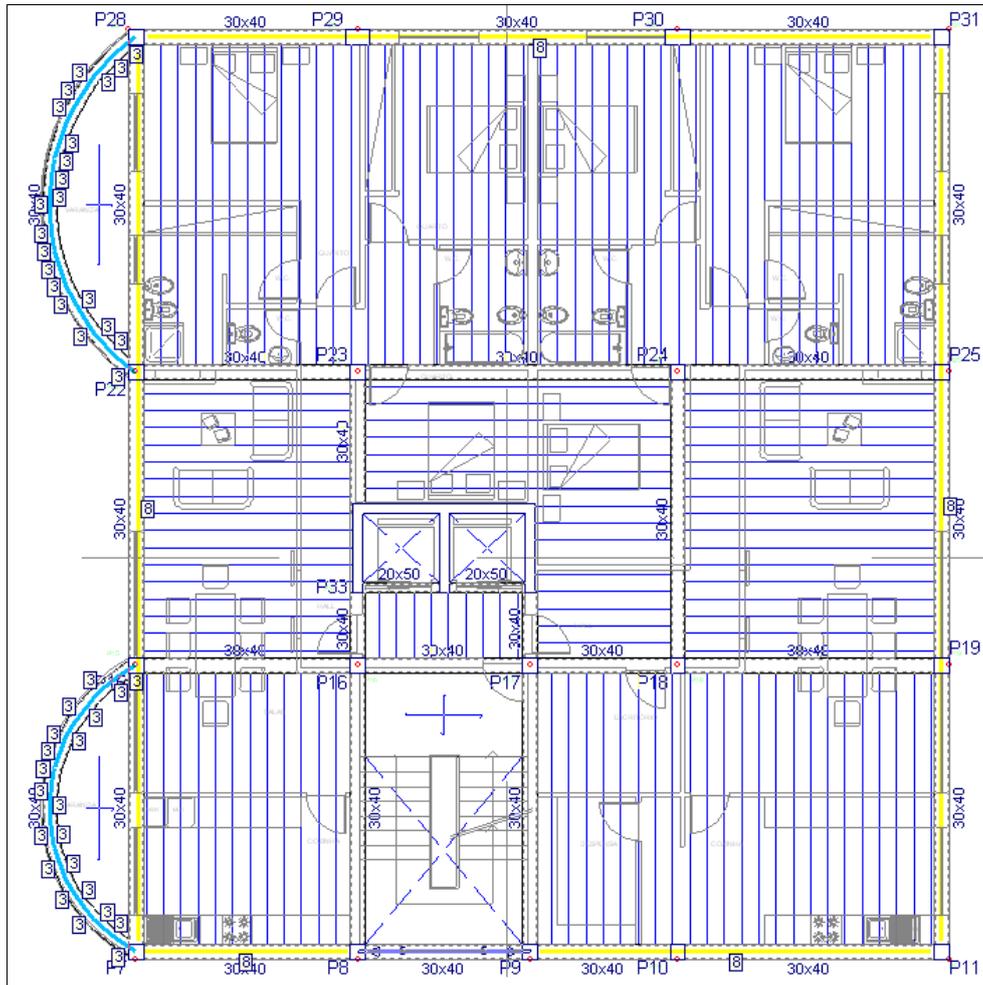


Fig. 3.187

### 3.3.14. Introdução do grupo 7. Sétima planta

Prima em  **Subir grupo**. Neste momento, situa-se no **grupo 7** na planta **Teto do 3º Andar**.

#### 3.3.14.1. Vigas

Repete-se o mesmo procedimento para a introdução das vigas, já referido no **ponto 3.3.12.1**, com a exceção das vigas que suportam a pala serem retas e rasas.

Assim, poderá visualizar o resultado após a introdução das mesmas, de acordo com a figura seguinte. O

bordo da pala é feito com uma viga, que se chama lintel não estrutural ou limite . Com o comando **Vigas > Apagar**, apagar-se-ão os tramos de vigas que sobram após a intersecção entre o lintel não estrutural e as vigas rasas.

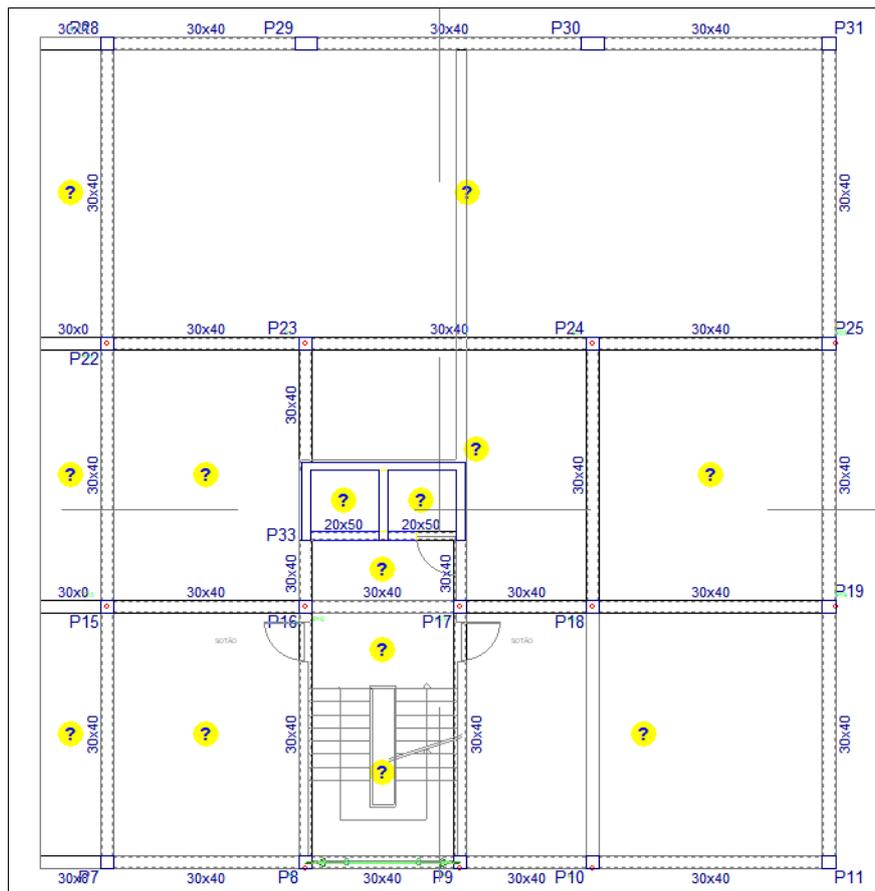


Fig. 3.188

Devido ao facto das vigas de beirado da cobertura inclinada serem comuns com o grupo 7 e 8, dessa forma, indica-se ao programa tal informação.

- Prima no menu **Vigas > Viga comum > Fazer viga comum**, prima sobre as vigas entre os pilares: **P7 e P8; P10 e P11; P28, P29, P30 e P31**. Indique em todas as vigas que o grupo comum é o grupo superior: **Cobertura Inclinada**.

### 3.3.14.2. Lajes

No que diz respeito à introdução das lajes, repetem-se os mesmos procedimentos para introdução de acordo com o **ponto 3.3.13.2**. Assim, neste grupo, introduzem-se as lajes maciças (altura **20 cm**), lajes de vigotas e as aberturas na caixa de escadas e elevador.

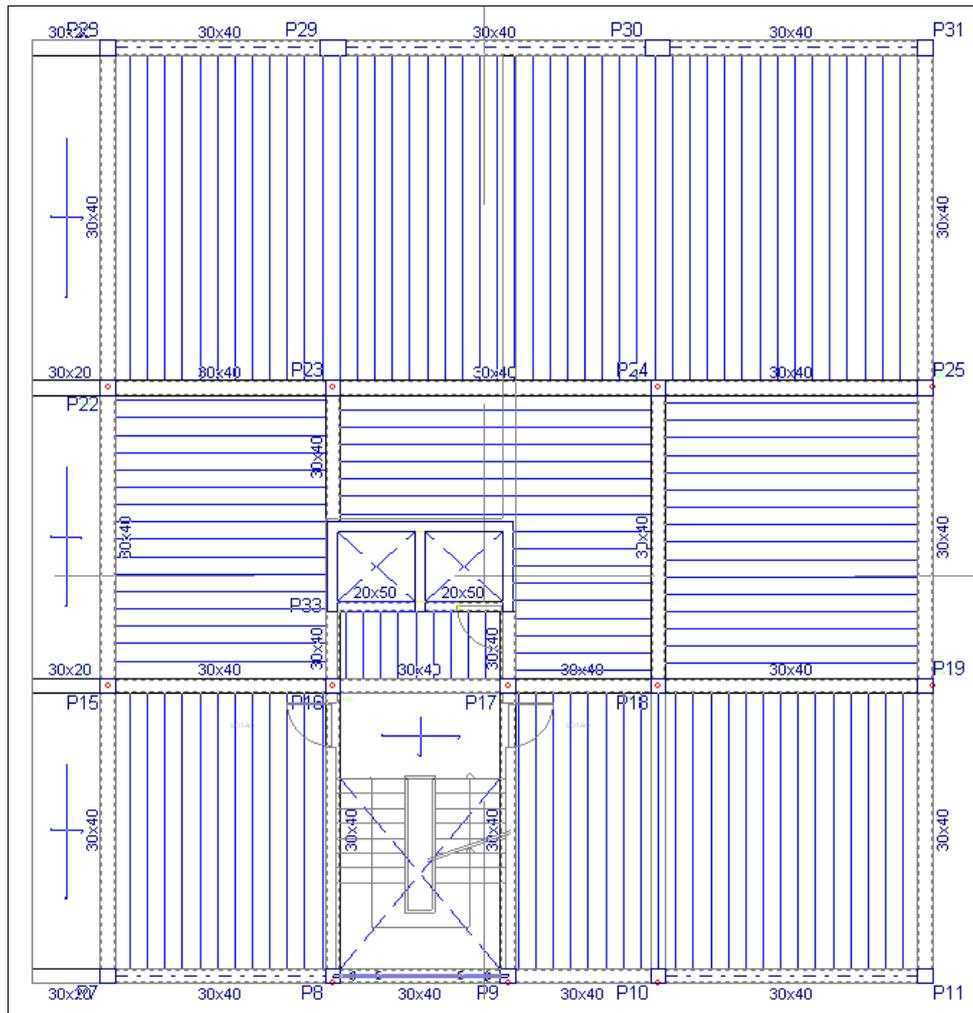


Fig. 3.189

### 3.3.15. Introdução do grupo 8. Oitava planta

Prima em **Subir grupo**. Neste momento, situa-se no **grupo 8** na planta **Cobertura Inclinada**.

#### 3.3.15.1. Vigas

Estão já presentes neste grupo as vigas comuns indicadas previamente no grupo inferior.

- Introduzem-se as vigas altas de secção **0.30x0.50** entre os pilares: **P7 e P28; P8 e P29; P10 e P30; P11 e P31**.
- Introduce-se a viga na cumeeira aproveitando a linha DXF para capturá-la ao eixo, como se pode ver nas figuras seguintes.



Fig. 3.190

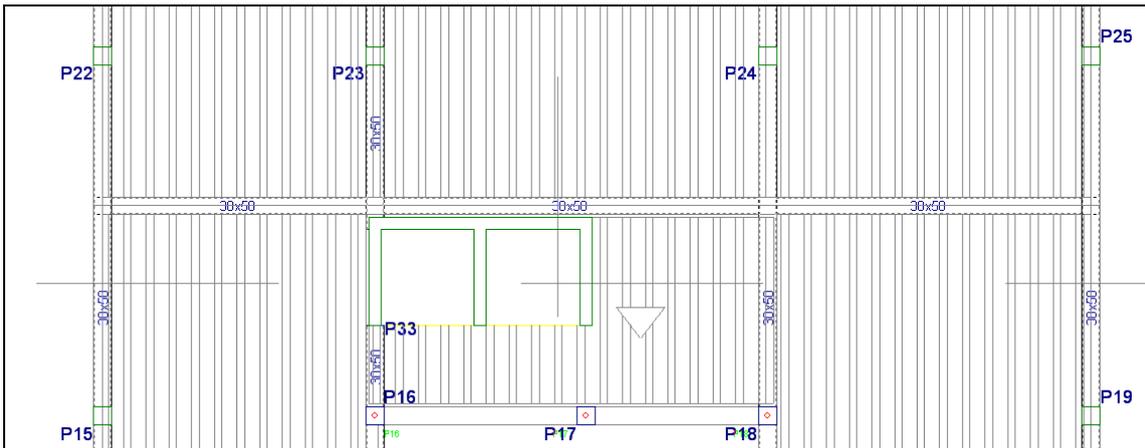


Fig. 3.191

- As vigas de fecho da caixa de elevador introduzem-se como **rasas** de largura de **20 cm** e as vigas entre os pilares **P16** e **P18**, com uma secção **0.30x0.40**.

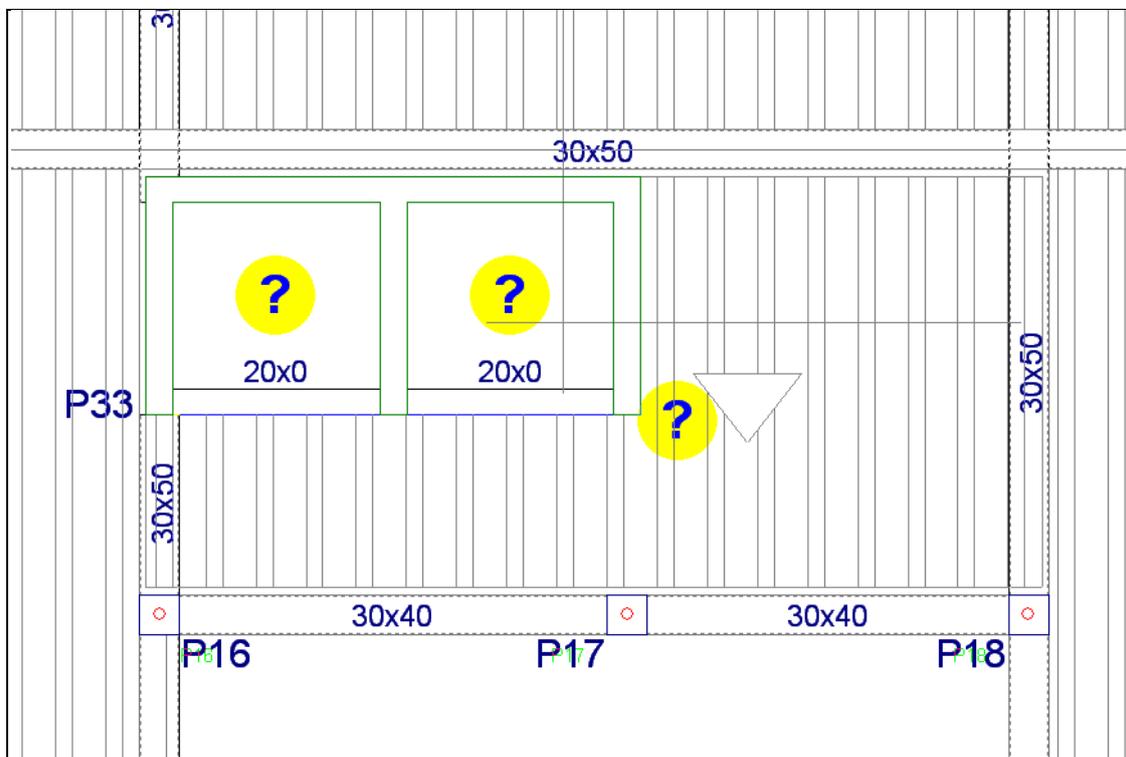


Fig. 3.192

O aspeto final da introdução de todas as vigas, será o da figura seguinte. Para se visualizar melhor desativou-se a máscara de arquitetura.



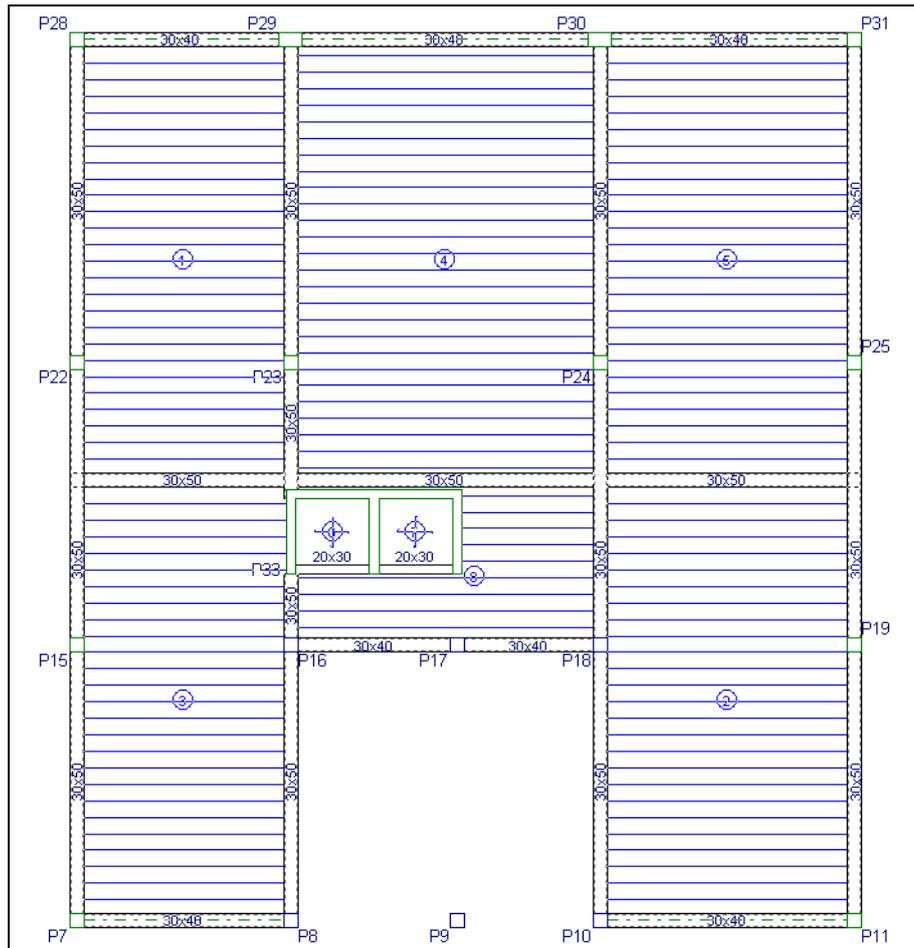


Fig. 3.194

Procede-se à criação dos planos inclinados.

- Prima em **Grupos > Desníveis/Lajes inclinadas**.
- Prima em , surge a janela Novo plano. Coloque os dados de acordo com a figura seguinte.

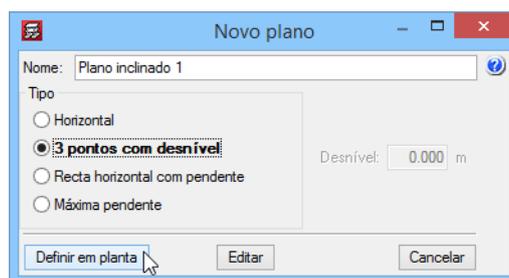


Fig. 3.195

- Prima em **Definir em planta**. Defina os seguintes pontos, na **cumeeira 0.00 m** e no eixo das **vigas de beirado -3.00 m**.

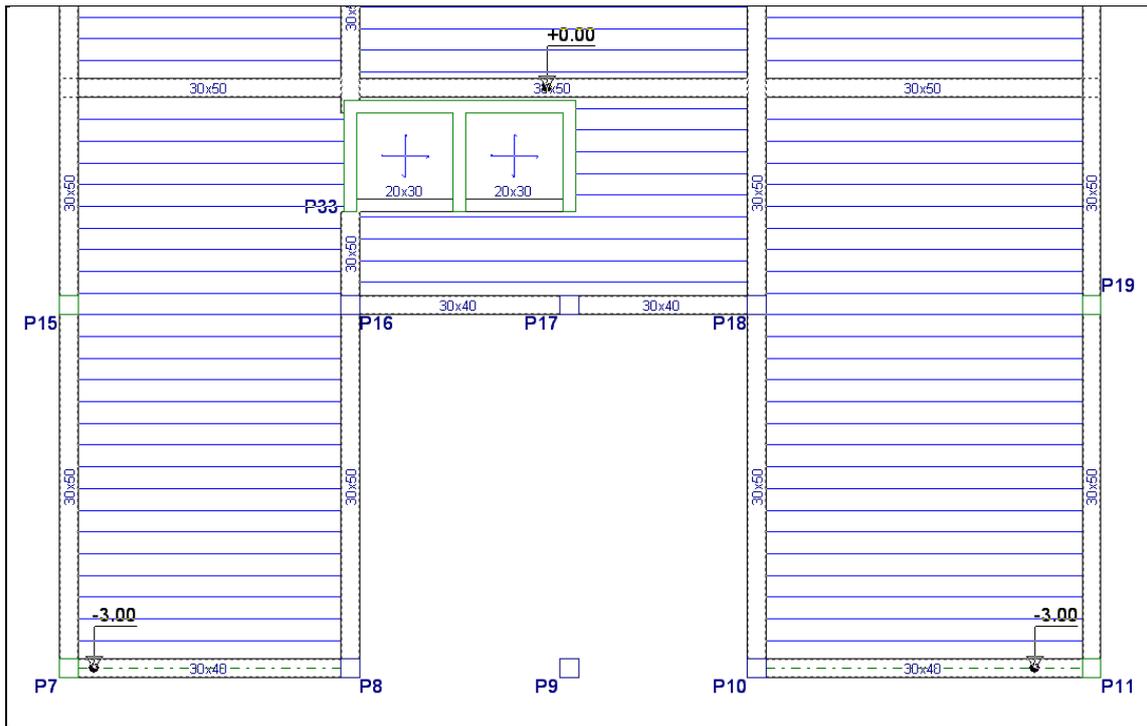


Fig. 3.196

- Cria-se de seguida um outro plano.

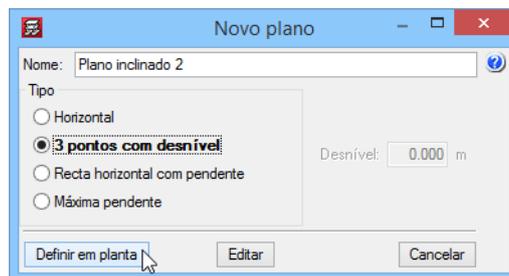


Fig. 3.197

- Prima em **Definir em planta**. Defina os seguintes pontos, na **cumeeira 0.00 m** e no eixo das **vigas de beirado -3.00 m**.



Fig. 3.198

- Na janela **Grupos > Desníveis/Lajes inclinadas**, prima no botão **Atribuir** correspondente ao **Plano inclinado 1** e prima sobre as lajes indicadas na figura seguinte.

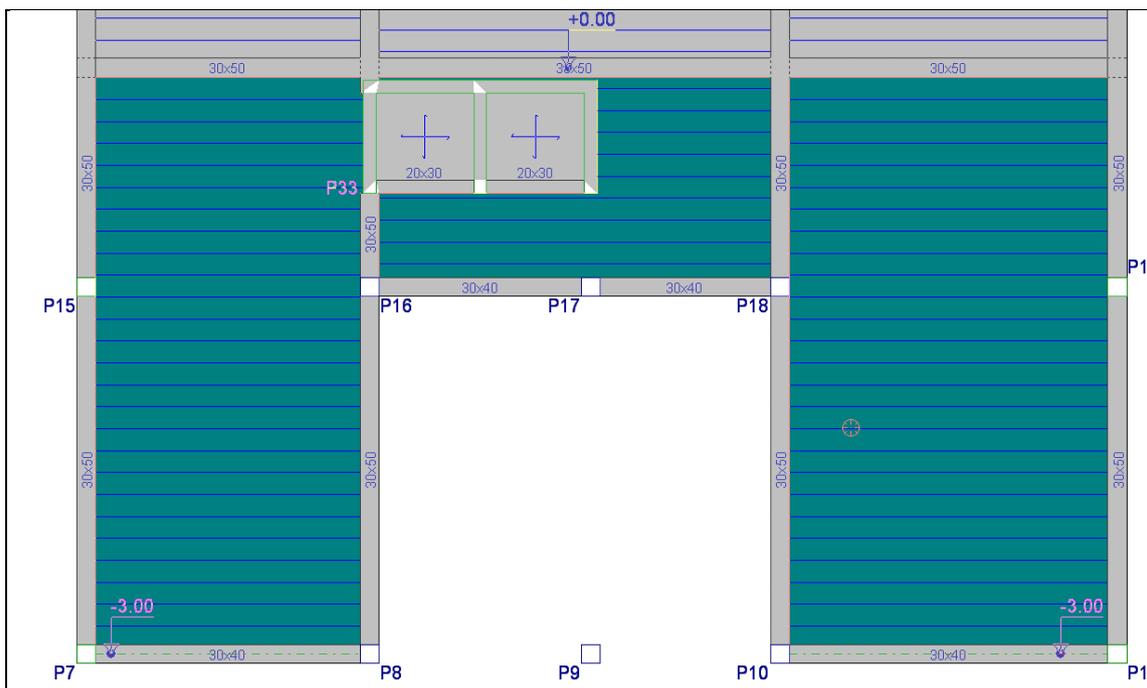


Fig. 3.199

- Prima com o  para terminar.
- Prima no botão **Atribuir** correspondente ao **Plano Inclinado 2** e prima sobre as lajes indicadas na figura seguinte.

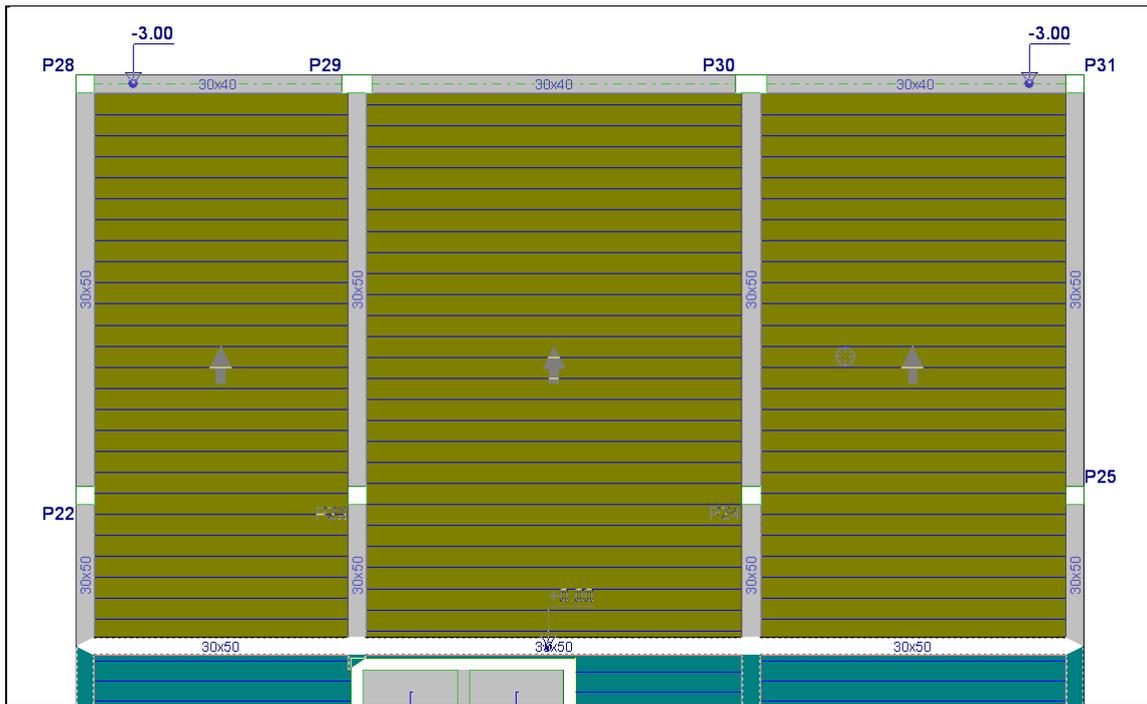


Fig. 3.200

- Prima com o  para terminar.
- Prima em **Vista 3D grupo**.

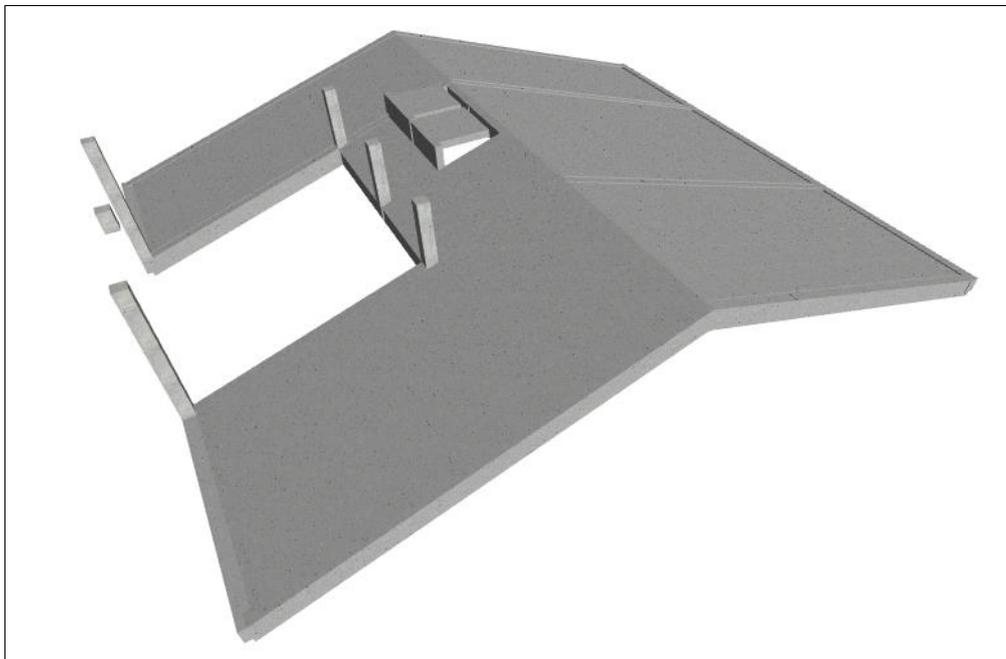


Fig. 3.201

Repare que após ter atribuído os planos inclinados, a viga rasa de fecho da caixa de elevador acompanhou o deslocamento da laje de vigotas, interligando-a com a laje maciça.

### 3.3.15.3. Cargas

Procede-se à introdução de uma carga superficial, de forma a suportar a carga proveniente das máquinas do elevador.

- Prima no menu **Cargas > Cargas superficiais em lajes** e coloque um valor de **30 kN/m<sup>2</sup>** segundo a ação **Revestimentos e paredes**.

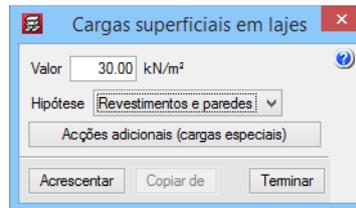


Fig. 3.202

- Prima em **Acrescentar**.
- Prima com o  sobre as duas lajes maciças.

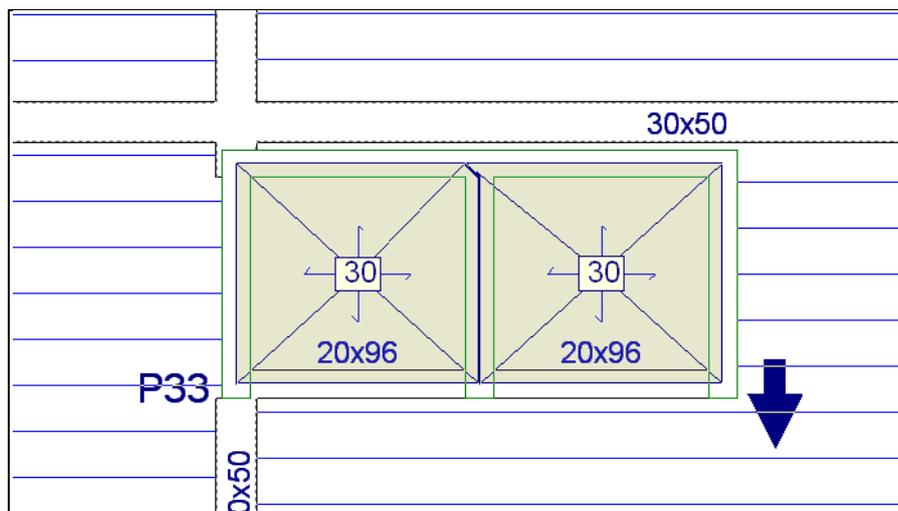


Fig. 3.203

### 3.3.16. Introdução do grupo 9. Nona planta

- Prima em  **Subir grupo**. Neste momento, situa-se no **grupo 9** na planta **Cobertura Plana**.

#### 3.3.16.1. Vigas

Neste piso, colocam-se vigas metálicas com conectores.

- Prima no menu **Vigas > Introduzir viga**.
- No menu flutuante, prima em  e seleccione a **viga metálica com conectores**.

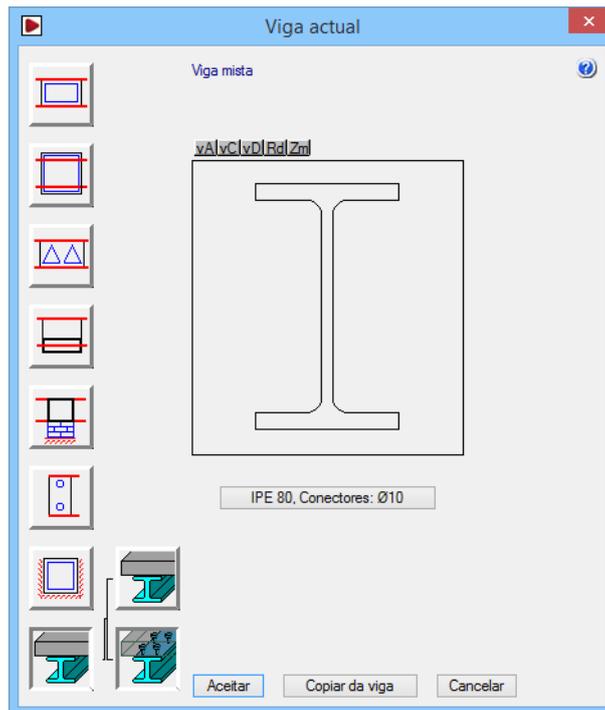


Fig. 3.204

- Prima agora sobre o botão **INP-80, Conectores:  $\phi$ 10**, e seleccione um perfil tipo **HE-240A**.

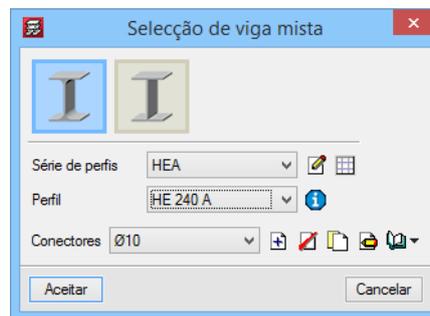


Fig. 3.205

- Prima sempre em **Aceitar** até surgir o ambiente de trabalho.
- Colocam-se as vigas metálicas de acordo com a figura seguinte.

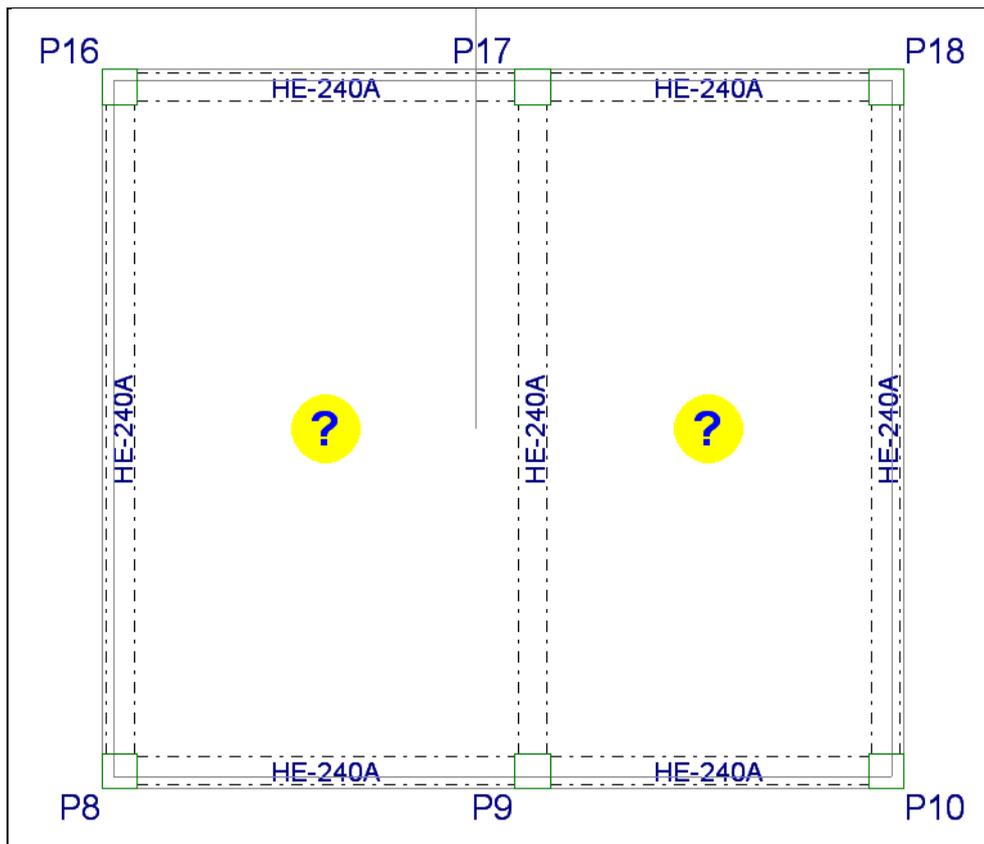


Fig. 3.206

- Prima no menu **Vigas > Vigas inclinadas > Acrescentar diagonais de travamento**, seleccione as opções da imagem seguinte e prima **Acrescentar**.

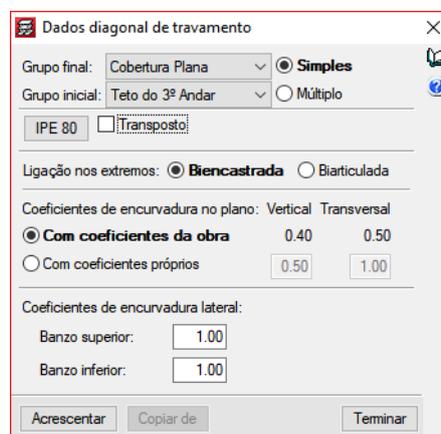


Fig. 3.207

- O programa automaticamente coloca-se no grupo do Teto do 3º Andar, prima agora sobre os pilares **P8** e **P9**.

### 3.3.16.2. Lajes

- Prima em **▲ Subir grupo**, para se situar novamente no grupo **Cobertura Plana**.
- Neste piso introduzem-se lajes mistas, prima no menu **Lajes > Gestão de lajes**.
- Prima em **🔧 Introduzir laje**.
- Prima em **Lajes mistas**. Seleccione a laje de acordo com a imagem seguinte.

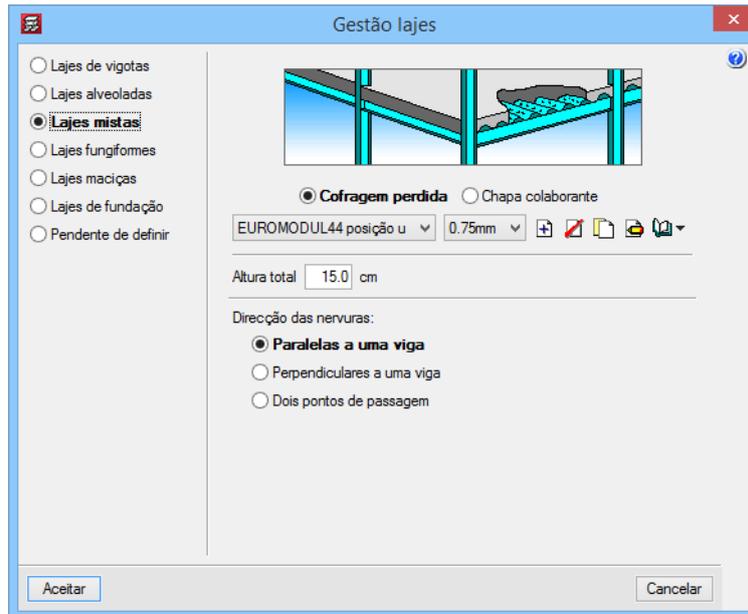


Fig. 3.208

- Prima **Aceitar**.
- Introduzem-se as lajes de acordo com a figura seguinte. O procedimento de introdução é o mesmo das lajes de vigotas.

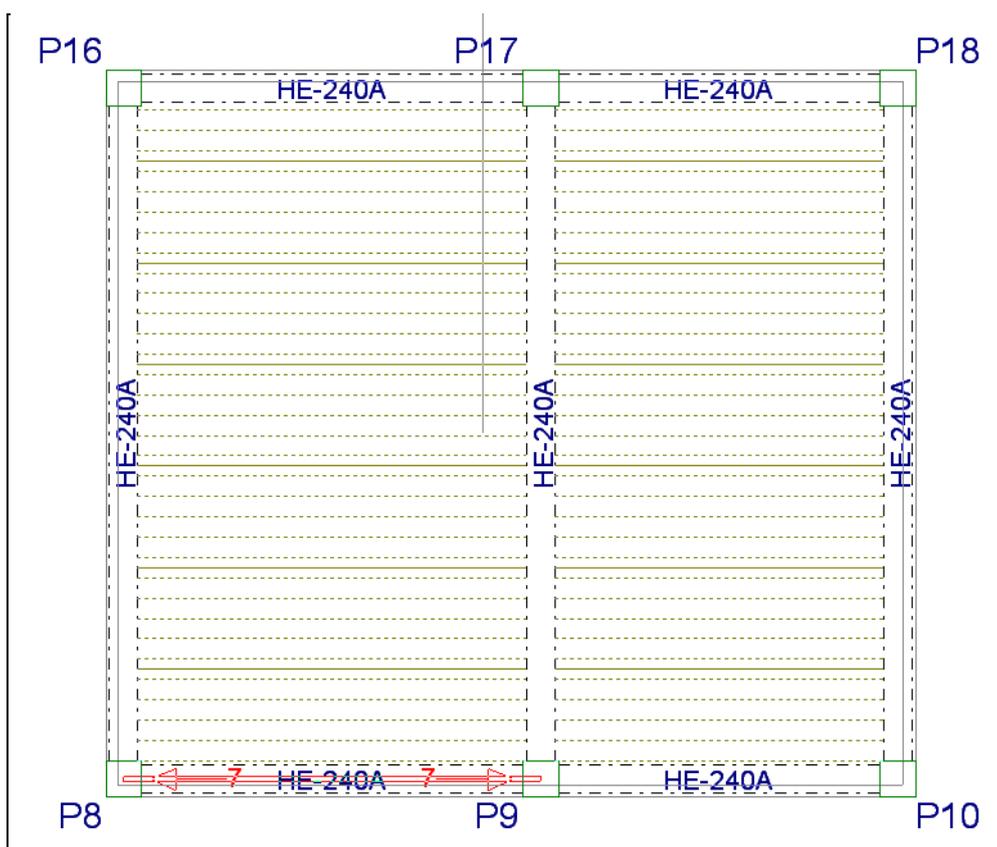


Fig. 3.209

Se pretender efetuar um corte no edifício, para posteriormente desenhar em conjunto com a planta.

- Prima em **Grupos > Corte do edifício**.

- Prima em **Acréscetar corte**, e prima em dois pontos, o programa gera a partir daí um corte, onde se poderá especificar um nome.

### 3.3.17. Introdução do grupo 0. Escadas e Fundações

- Prima em  **Ir ao grupo** da barra de ferramentas, coloque o cursor na posição indicada na figura seguinte, surge o nome **Fundação** e prima com o .
- Prima **Aceitar**.

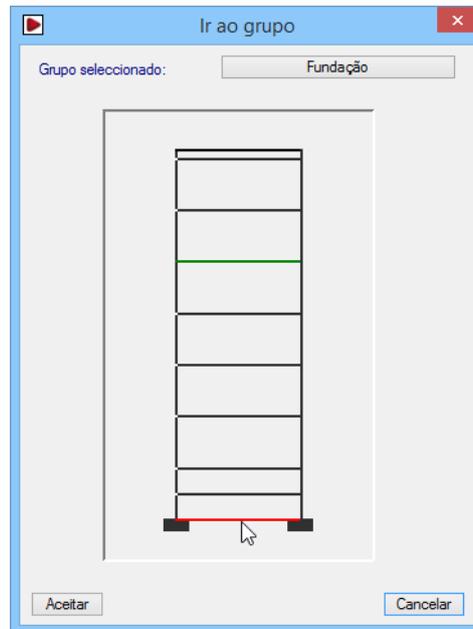


Fig. 3.210

#### 3.3.17.1. Escadas

O objetivo é introduzir as escadas que vão desde o **grupo 0. Fundação** ao **grupo 7. Teto do 3º Andar**.

- Prima no ícone  **Escadas** da barra de ferramentas ou no menu **Obra > Escadas**.
- Prima no ícone  **Novo núcleo de escadas** do menu flutuante Escadas.
- Preencha com os dados indicados na figura seguinte.

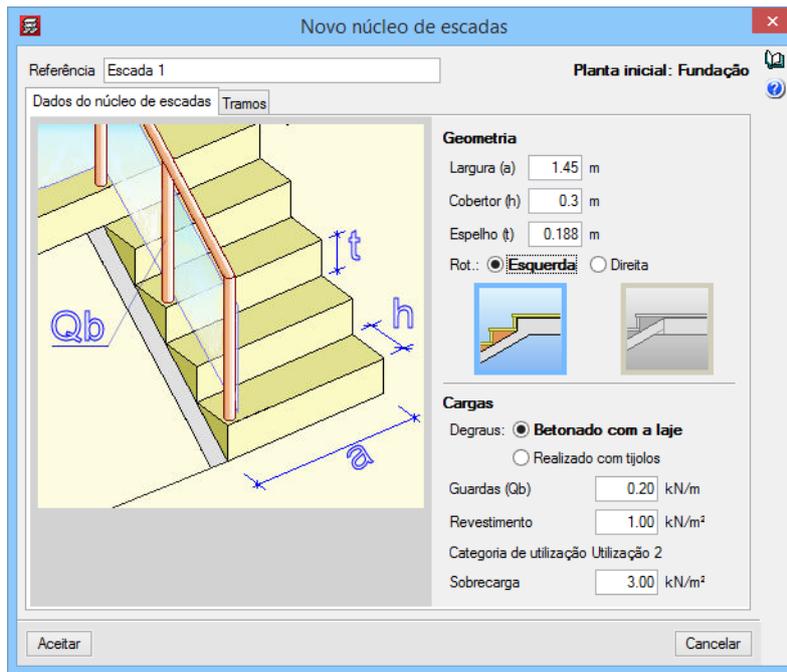


Fig. 3.211

- Prima no separador **Tramos**.
- Prima em  **Adicionar novo elemento à lista**.
- Prima novamente em  **Criar** para se criar uma nova tipologia de escadas.

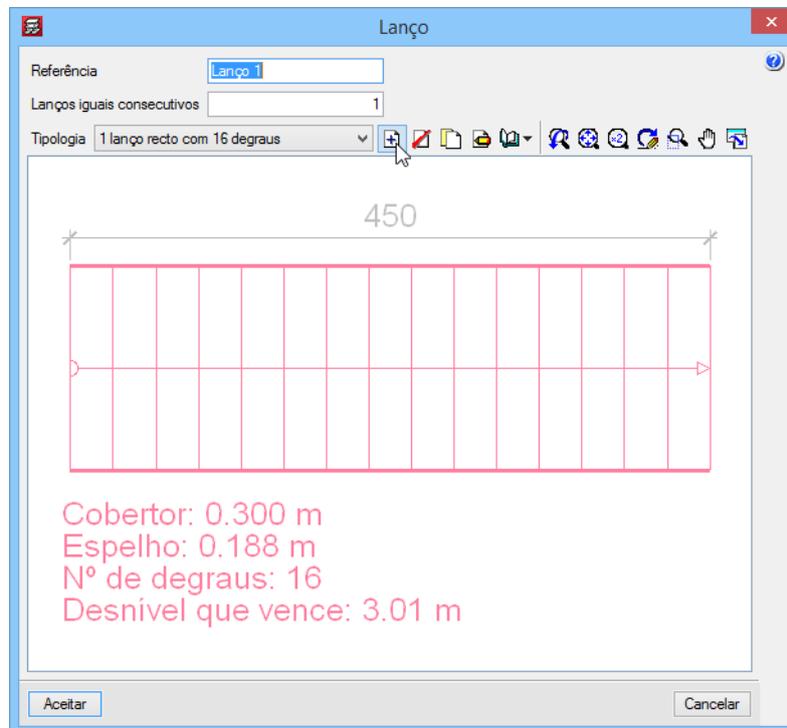


Fig. 3.212

- Preencha com os dados da figura seguinte.

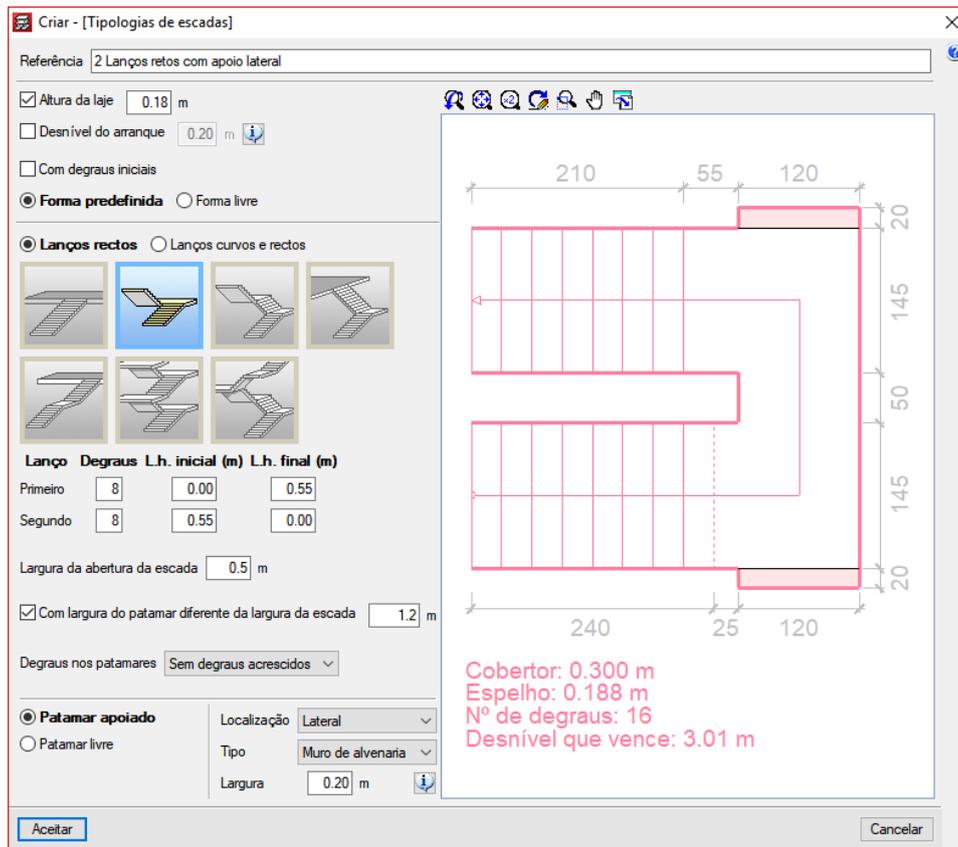


Fig. 3.213

- Prima **Aceitar**.
- Coloca-se como número de lanços iguais consecutivos o valor **6**, ou seja, é o número de pisos consecutivos que a mesma escada comunica verticalmente.

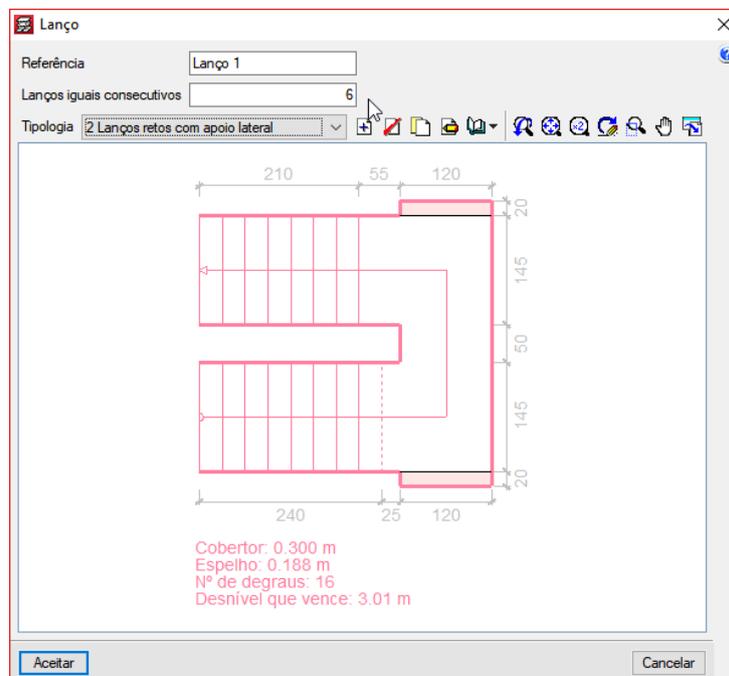


Fig. 3.214

- Prima **Aceitar** até voltar ao ambiente de trabalho do programa.



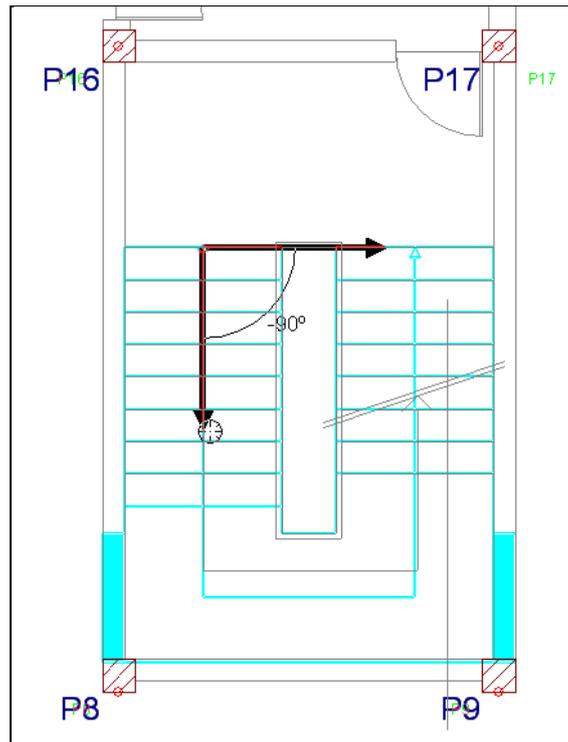


Fig. 3.217

- Prima com o  para terminar a introdução.
- Prima **Cancelar** para sair da janela Novo núcleo de escadas.

### 3.3.17.2. Sapatas

- Prima no menu **Fundação > Elementos de fundação**.

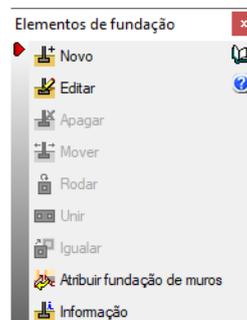


Fig. 3.218

- Prima em  **Novo**, mantenha os dados de acordo com a figura seguinte.

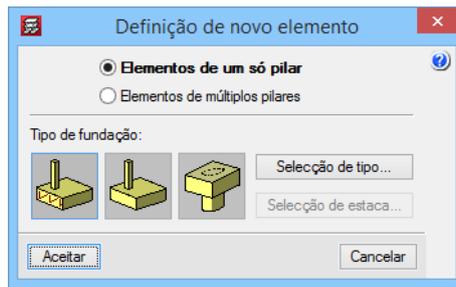


Fig. 3.219

- Prima **Aceitar**.
- Aproxime-se do pilar **P6**, verifique se movimentar o cursor em torno do pilar, poderá introduzir a sapata como centrada, excêntrica de canto ou de face.
- Coloque-se sobre o pilar **P6** e prima para introduzir a sapata como **centrada**.

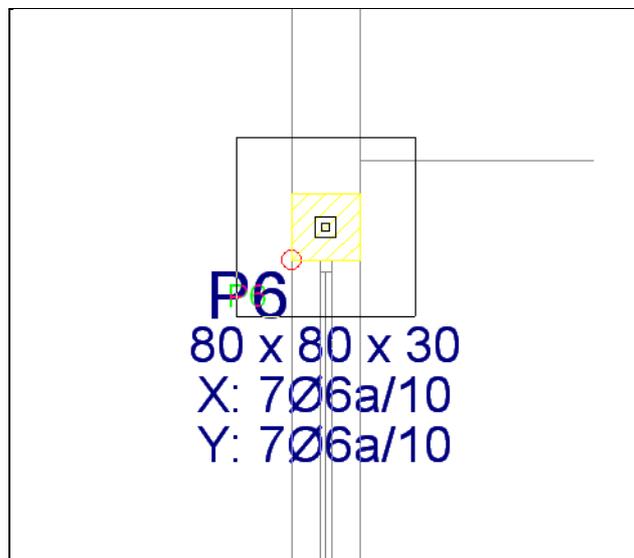


Fig. 3.220

- Colocam-se as sapatas **centradas** nos pilares **P7, P8, P9, P10, P13, P14, P15, P18, P21, P22, P23, P24**.
- Prima com o  para voltar à janela anterior.
- Selecione **Elementos de múltiplos pilares**.
- Selecione em janela, os pilares **P16 e P17** e a **caixa de elevador**.

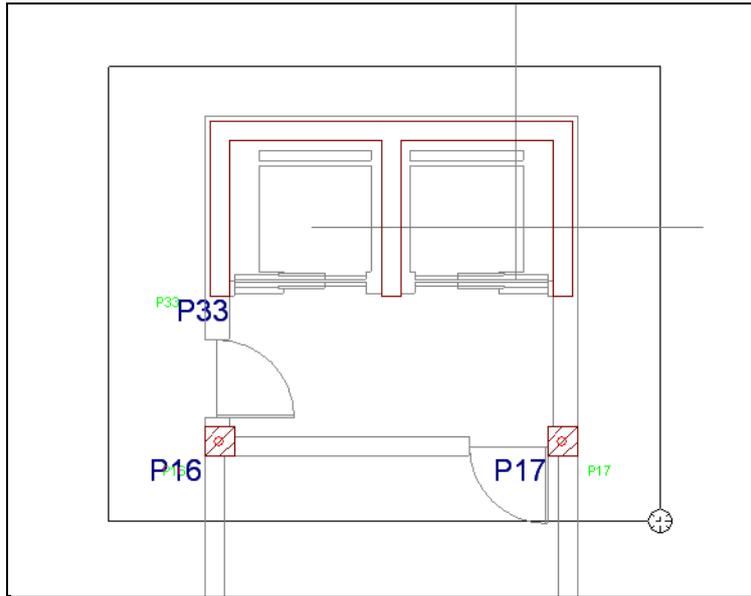


Fig. 3.221

Automaticamente ficam seleccionados tais elementos verticais.

- Prima com o  para terminar a seleção. Coloque-se de acordo com a figura seguinte e prima com o  para introduzir a sapata.

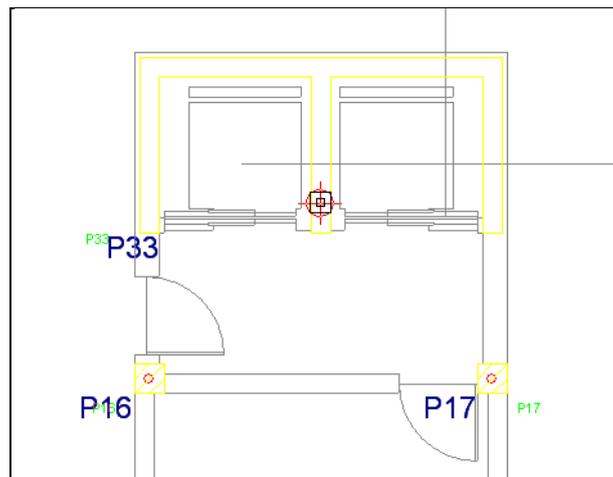


Fig. 3.222

O aspeto final após a introdução das sapatas é idêntico à figura seguinte.

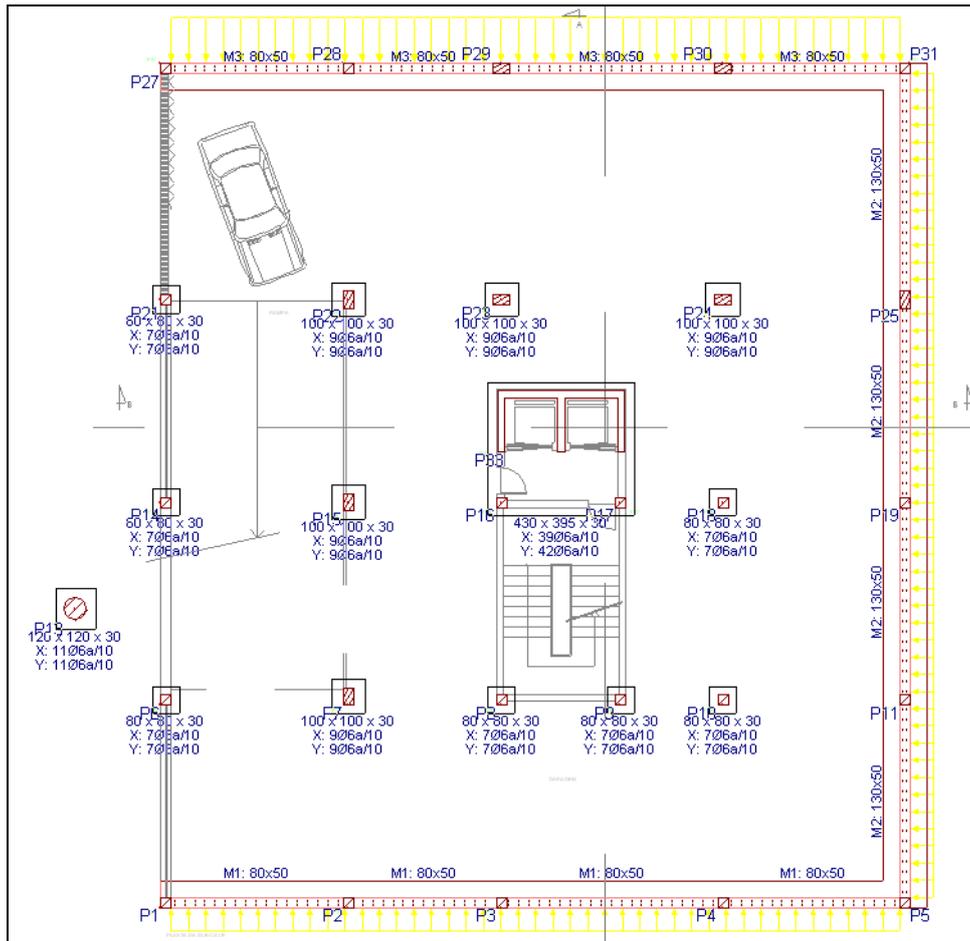


Fig. 3.223

### 3.3.17.3. Vigas de equilíbrio e lintéis

Depois de introduzir as sapatas passa-se a fazer o mesmo com as vigas de equilíbrio e lintéis. Segue-se esta ordem para que uma vez introduzidas as sapatas, ao proceder-se à introdução das vigas, o programa coloca automaticamente as vigas como equilíbrio ou lintel consoante a necessidade da viga absorver os momentos provocados pela excentricidade existente entre o pilar e a sapata.

- Prima **Fundação**> **Vigas de equilíbrio e lintéis**.



Fig. 3.224

- Prima em  **Intr. viga**, e seleccione o ícone da viga com equilíbrio automático nos extremos.

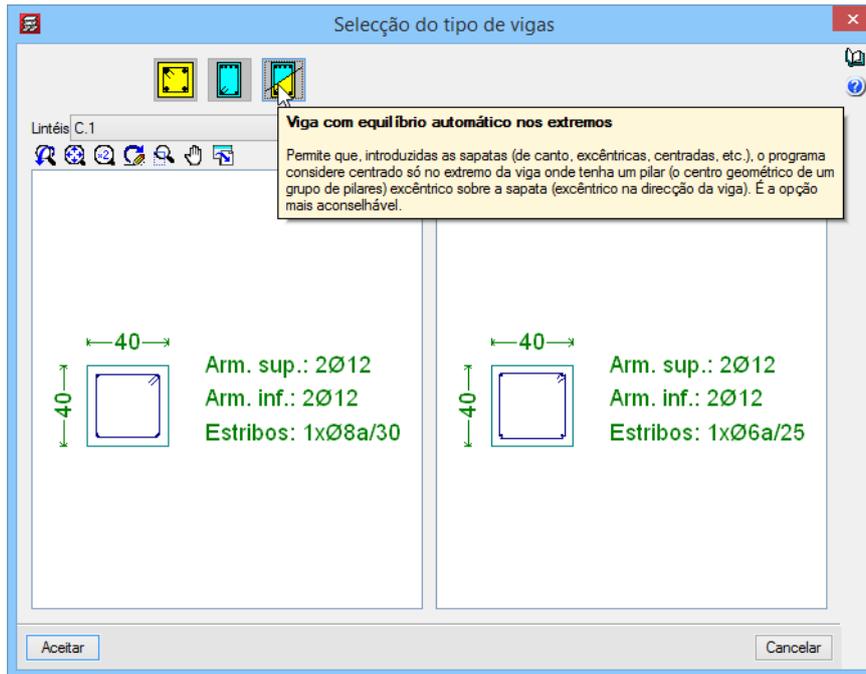


Fig. 3.225

- Prima **Aceitar**.
- Prima com o  no pilar **P1** e no **P27**. O programa automaticamente coloca o símbolo de equilíbrio nas vigas que conectam com sapatas excêntricas.

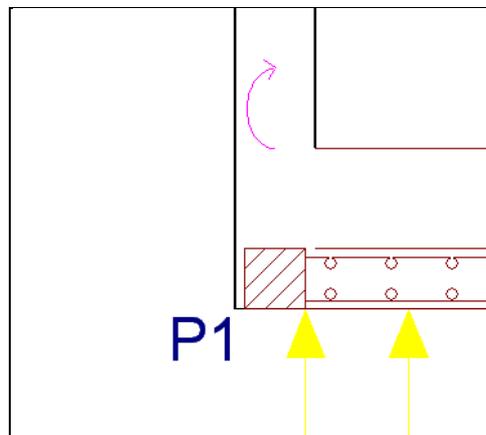


Fig. 3.226

- Introduzem-se as restantes vigas de acordo com a figura seguinte.

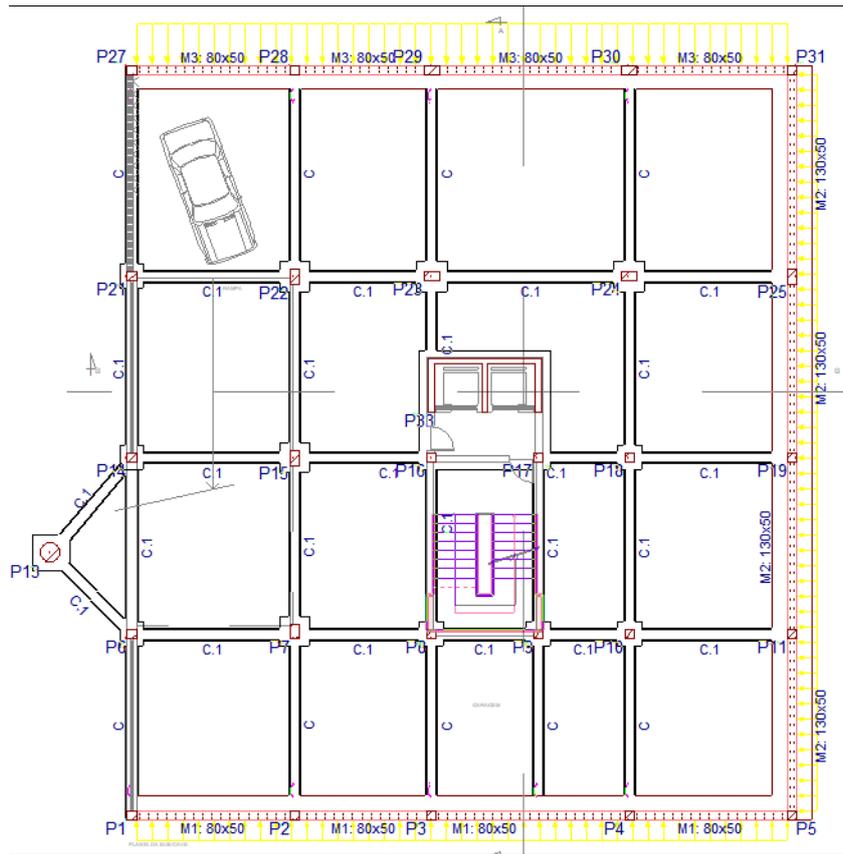


Fig. 3.227

A vista 3D do edifício terá o seguinte aspeto.

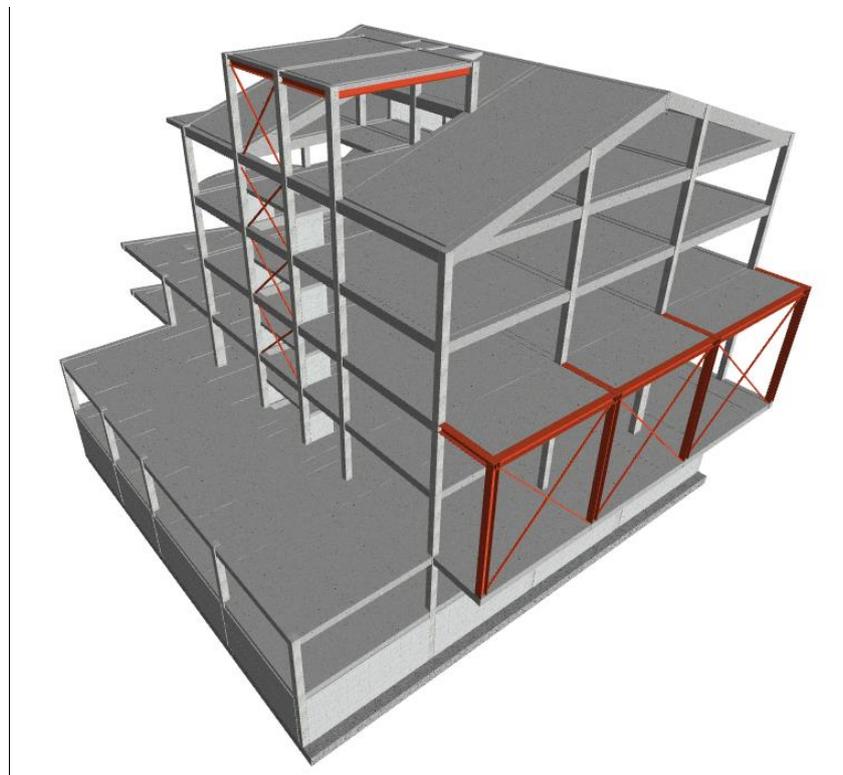


Fig. 3.228

### 3.4. Cálculo

Uma vez introduzidos todos os dados, procede-se ao cálculo da estrutura. Se não tiver completado a introdução de dados até este ponto, abra a obra deste exemplo disponível em \CYPE Ingenieros\Exemplos\CYPECAD.

- Prima **Calcular > Calcular a obra (Sem dimensionar fundação)**.
- Na janela Opções de dimensionamento colocam-se as opções indicadas na figura seguinte.

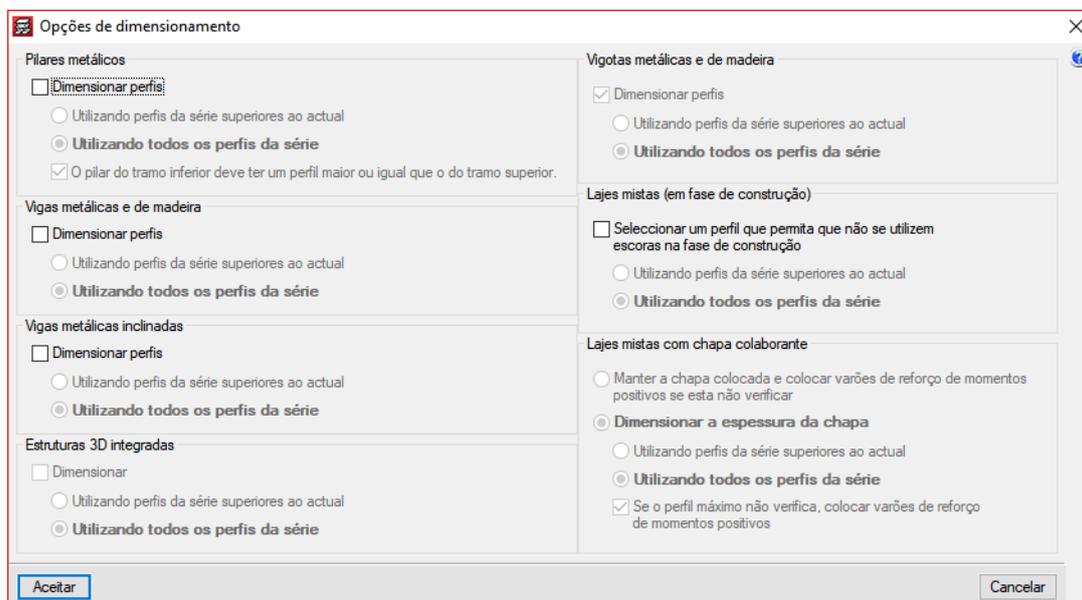


Fig. 3.229

O motivo de não calcular a fundação, deve-se ao facto de normalmente ser necessário, depois do primeiro cálculo, no mínimo, retificar as secções de pilares, vigas, etc., pelo que se deve realizar pelo menos um novo cálculo da estrutura. Deve-se calcular a fundação numa etapa onde a estrutura já esteja retificada.

Durante o cálculo surgirá esta mensagem, à qual prima **Sim**. Está relacionada com o facto de se ter introduzido a escada de uma só vez desde a fundação até ao teto do 3º Andar, e no fundo a escada irá ter dois tipos de arranque, sapata no grupo Fundação e laje nos restantes grupos.

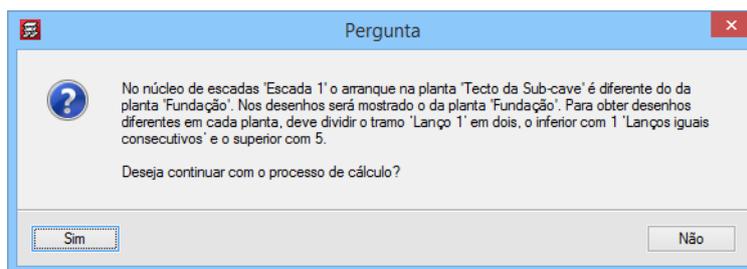


Fig. 3.230

A figura seguinte mostra a janela Incidências, na qual se mostram avisos e ou erros da obra detetados pelo programa.

Neste caso, a informação diz respeito a um aviso referente ao tipo de cálculo que o programa executa no dimensionamento das vigas, alertando sempre para o facto de quando existirem vigas isoladas o programa considerar por defeito o cálculo à flexão simples, podendo o utilizador desconectar essas vigas do diafragma rígido.

- Feche a janela.

Depois do cálculo aparece uma informação no ecrã na qual se mostram os avisos e erros que se produziram durante o mesmo.

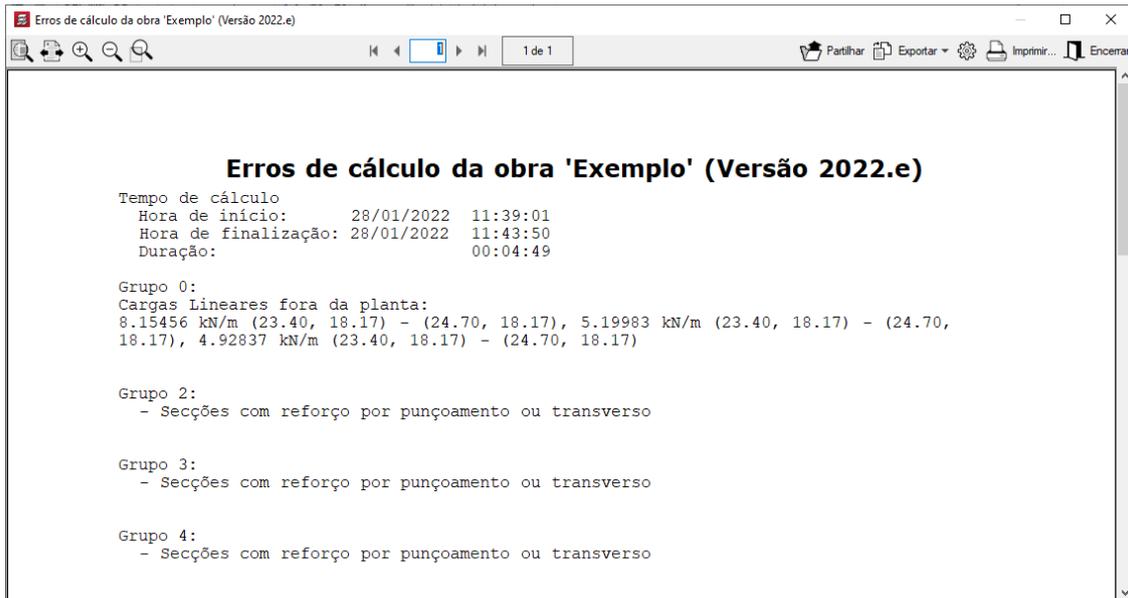


Fig. 3.231

- Prima em **Encerrar**, para sair desta janela.
- Para verificar os resultados prima em primeiro lugar sobre o separador **Resultados**.

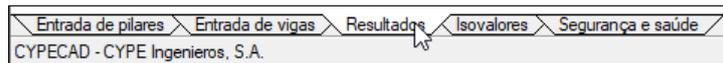


Fig. 3.232

## 3.5. Revisão de resultados

### 3.5.1. Vigas

#### 3.5.1.1. Revisão de esforços

É conveniente rever, entre outros, as envolventes de momentos fletores de todas as vigas da estrutura de forma gráfica.

- Coloque-se no **grupo 6: Teto do 2º Andar**.

No caso de surgir demasiada informação, relativamente aos esforços e armaduras de vigotas, prima em **Vigotas > Vistas** e desative todos os vistos dessa janela.

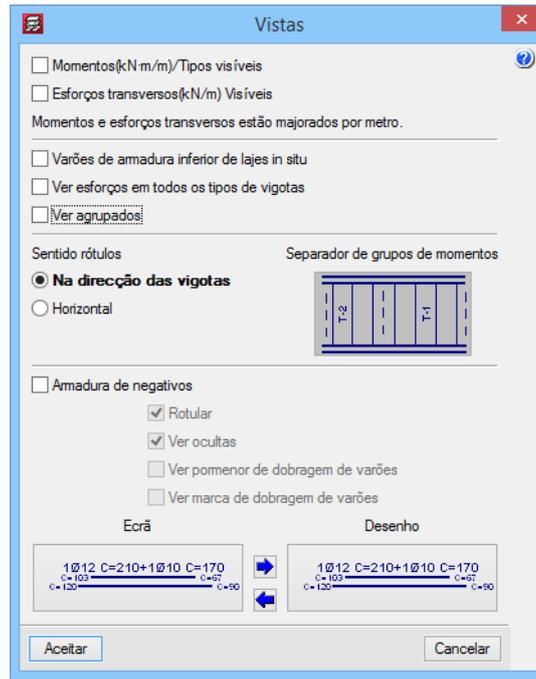


Fig. 3.233

- Prima em **Aceitar**.

Para facilitar a análise dos resultados, desativa-se a máscara DXF, para isso tecle no **F4**, ou por outro lado prima em  e desative os vistos na coluna Visível correspondente às máscaras DXF.

Para ocultar a visualização das cargas, prima no ícone  **Cargas visíveis** da barra de ferramentas, ou através do menu **Cargas > Visíveis**.

- Prima **Envoltentes > Esforços em vigas**. Coloque os dados e opções da figura seguinte.

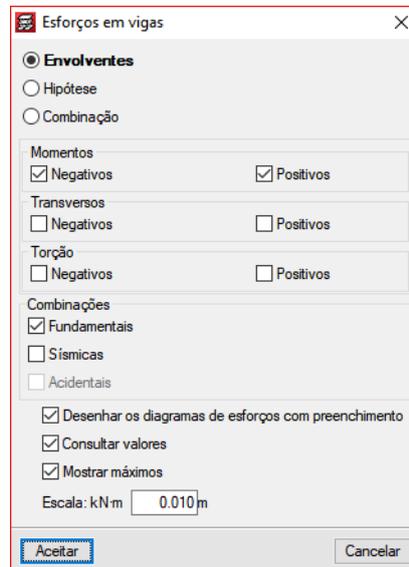


Fig. 3.234

- Prima sobre a viga entre os pilares **P29** e **P30**.

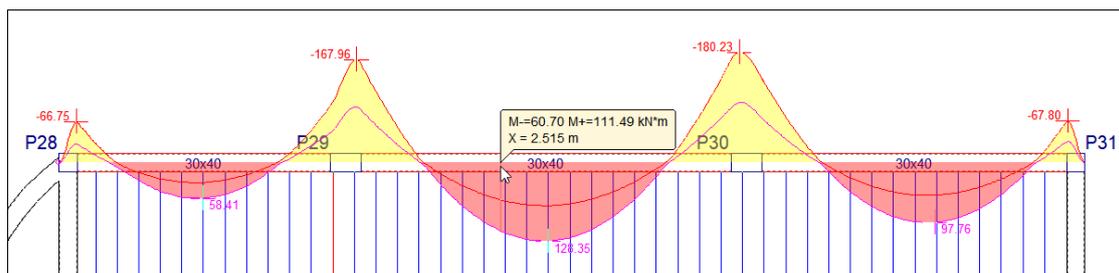


Fig. 3.235

### 3.5.1.2. Revisão de secções

As vigas que tiverem algum problema de armadura, flecha, etc. ou que tiverem de ser destacadas por algum motivo, desenhar-se-ão a **vermelho**.

- Para conhecer o motivo do erro ou aviso, prima sobre **Vigas/Muros > Erros de vigas** e a seguir prima sobre a viga a **vermelho**. No nosso exemplo uma delas é a **viga P29-P30**.

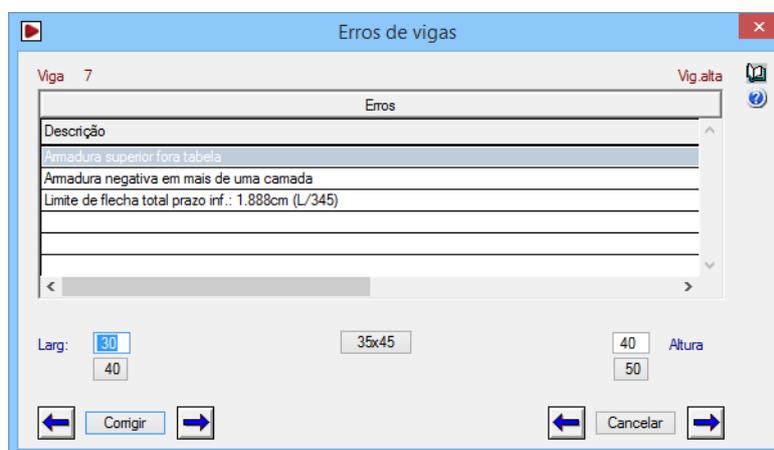


Fig. 3.236

Esta viga tem um problema de flecha e vários avisos sobre a colocação da armadura. Repare que o programa sugere alteração da secção da viga, sugerindo 3 tipos de secção: alterar a largura para 40 cm e manter a altura; ou manter a largura e aumentar a altura para 50 cm; ou alterar a largura e altura para 35x45.

- Para isso, coloca-se a secção que se deseja e prima em **Corrigir**, pode também editar a viga e alterar a secção, em **Entrada de vigas** através do menu **Vigas > Editar**.

Após ter efetuado a correção de todas as vigas, pode seguir dois caminhos, o primeiro será calcular de novo a obra, ou então rearmar as novas secções de vigas, desse modo, armam-se as vigas com os esforços provenientes do último cálculo, portanto sem incluir o incremento de peso próprio devido às alterações das vigas.

- Para se rearmarem as vigas em **Entrada de vigas**, prima **Calcular > Rearmar pórticos com modificações**. Ao fazê-lo, verá uma mensagem de advertência que deve ler atentamente.
- Prima **Sim**. Selecione a tarefa **Resultados** e verifique que flecha tem agora.

### 3.5.1.3. Revisão de armaduras

Para se consultarem as armaduras ou alterá-las, em Resultados, prima **Vigas/Muros > Editar vigas**, e a seguir prima por exemplo sobre a **viga P19-P25**. Abre-se o editor de armadura de vigas.

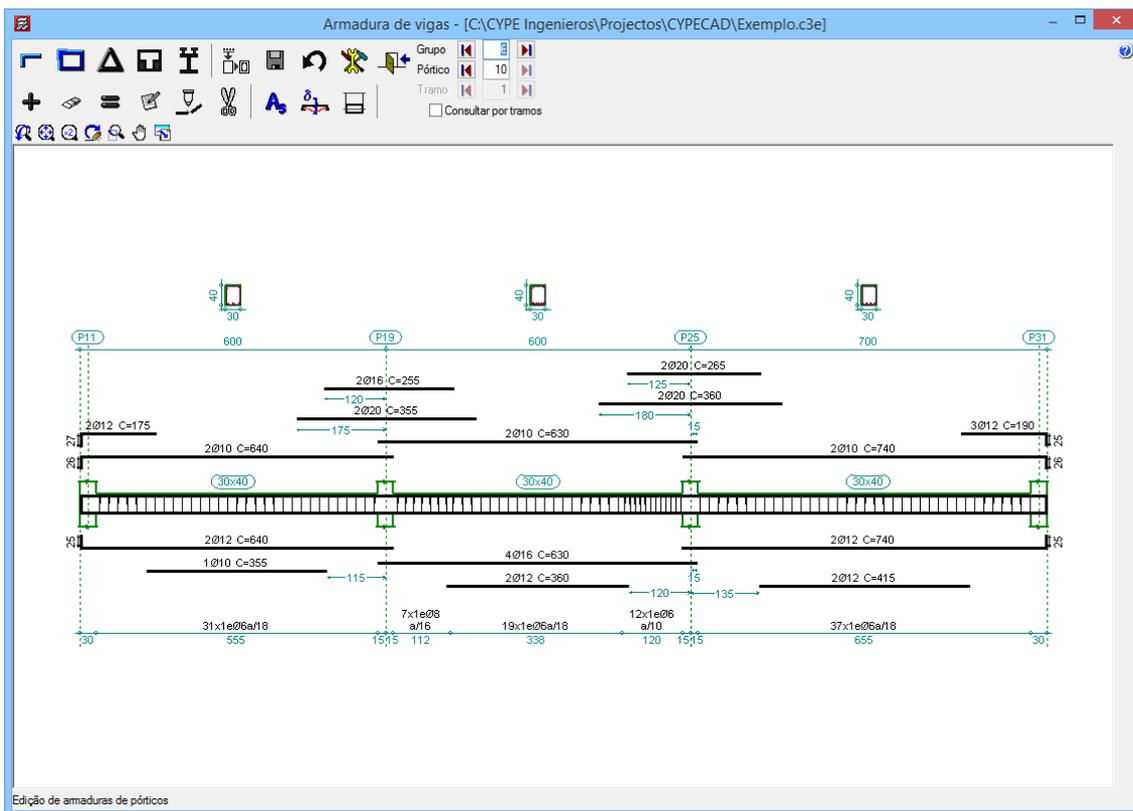


Fig. 3.237

- Prima o ícone  **Flechas** e a seguir coloque o cursor do rato sobre a **viga P19-P25**. Mostra-se a sua flecha a prazo infinito.
- Prima o ícone  **Armadura longitudinal**, e a seguir, o ícone  **Editar**.

Esta operação servirá para modificar a armadura longitudinal, no que diz respeito ao número de varões, alteração de diâmetros e comprimento dos varões.

- No caso de efetuar alguma alteração, seguidamente deverá premir o ícone  **Recolocar** para que o programa verifique a nova armadura.

## 3.5.2. Vigas inclinadas

### 3.5.2.1. Revisão de esforços e secções

No que diz respeito às vigas inclinadas, o utilizador pode consultar ou alterar os dados no menu **Vigas/Muros > Vigas inclinadas**, surge uma janela com diversas opções.

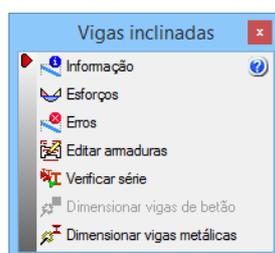


Fig. 3.238

O comando **Informação**, permite de uma forma rápida consultar os dados e características da viga inclinada.

- Prima em **Informação** e de seguida sobre uma diagonal de travamento do **Grupo 3**.

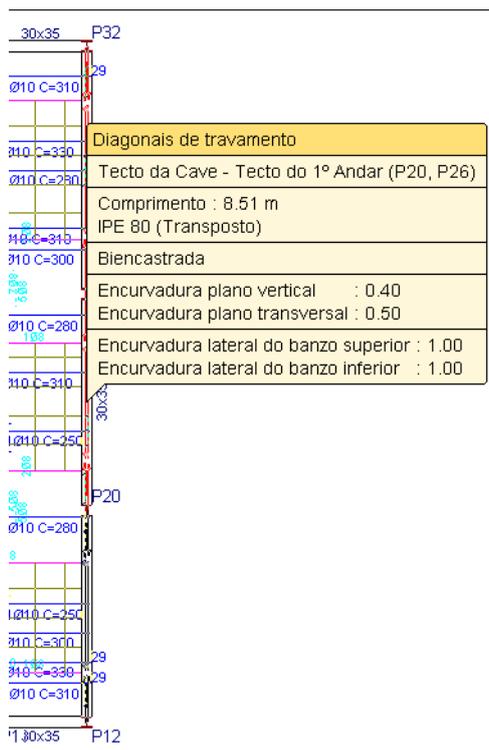


Fig. 3.187

O comando **Esforços**, permite consultar em forma de listagem, tudo o que diga respeito aos esforços e secções de perfis ou vigas de betão armado calculados.

O comando **Erros**, indica se a viga inclinada possui erro.

O comando **Verificar série** permite consultar os resultados de cálculo em termos de resistência do perfil.

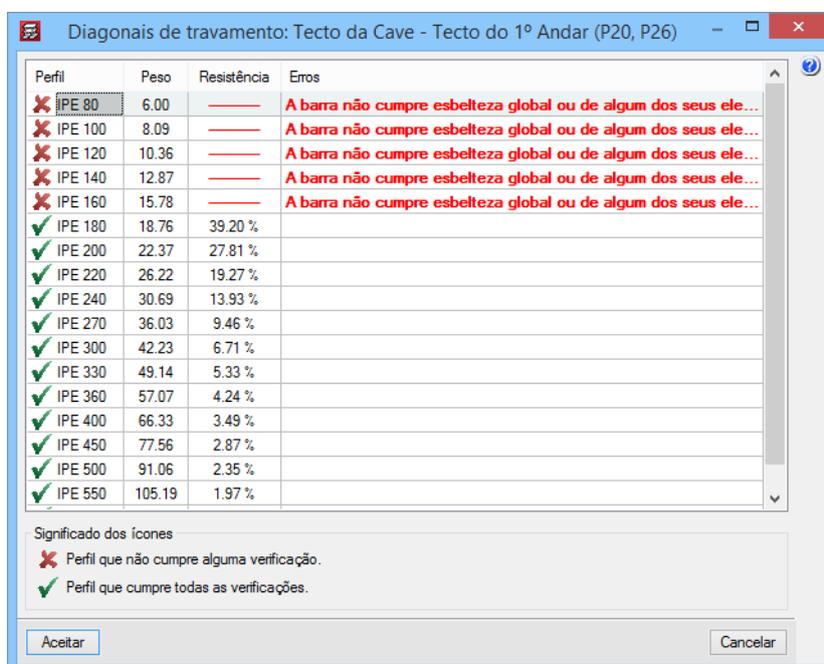


Fig. 3.239

Com o comando **Dimensionar vigas metálicas**, pode dar ordem ao programa para dimensionar os perfis metálicos.

### 3.5.3. Pilares

#### 3.5.3.1. Deslocamentos

Para analisar os deslocamentos quer horizontais ou verticais, prima no menu **Envolventes > Deslocamentos máximos de pilares** e prima por exemplo no pilar **P29**.

Surge uma janela com a informação dos deslocamentos por piso.

#### 3.5.3.2. Revisão de esforços

Pode consultar os esforços axiais, momentos, transversos e torsões por ações simples em qualquer cota do pilar, analítica e graficamente.

Também pode consultar os esforços desfavoráveis (combinação de ações simples que dão lugar à máxima armadura) em qualquer tramo.

Prima **Envolventes > Esforços pilares e paredes**. Prima sobre um pilar, por exemplo o **P29**.

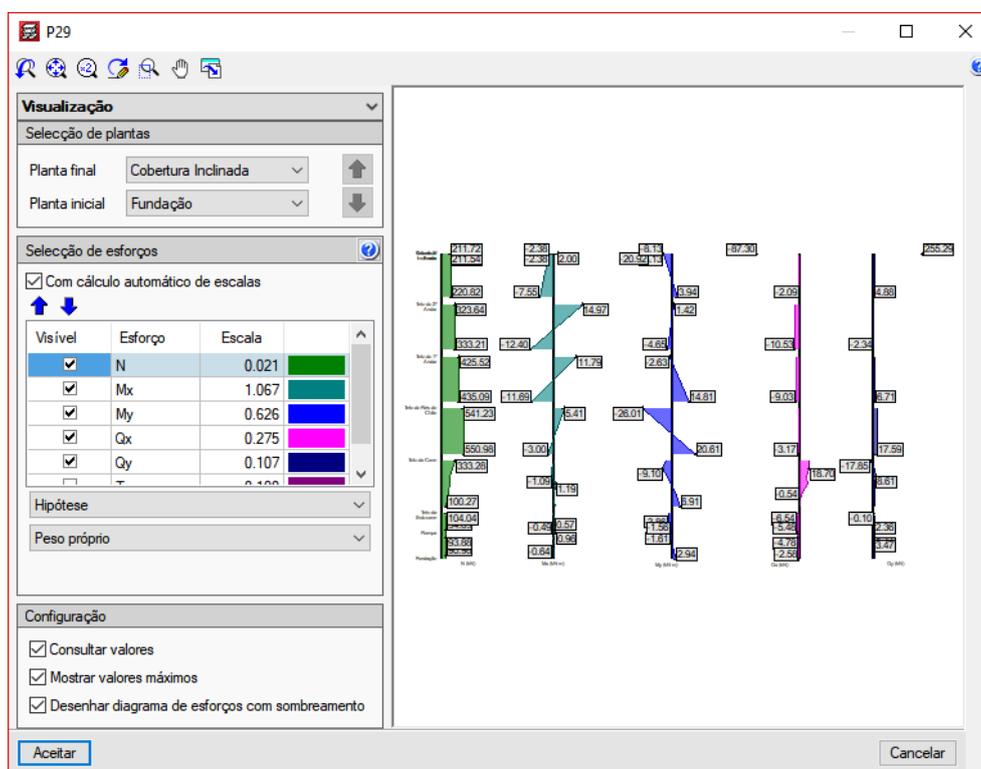


Fig. 3.240

Devem verificar-se todos os pilares da estrutura.

#### 3.5.3.3. Revisão de secções

- Selecione a opção **Pilares/Paredes > Editar**. A seguir prima sobre o pilar **P29**. Abre-se a janela **Edição de dimensões e armadura de pilares**.

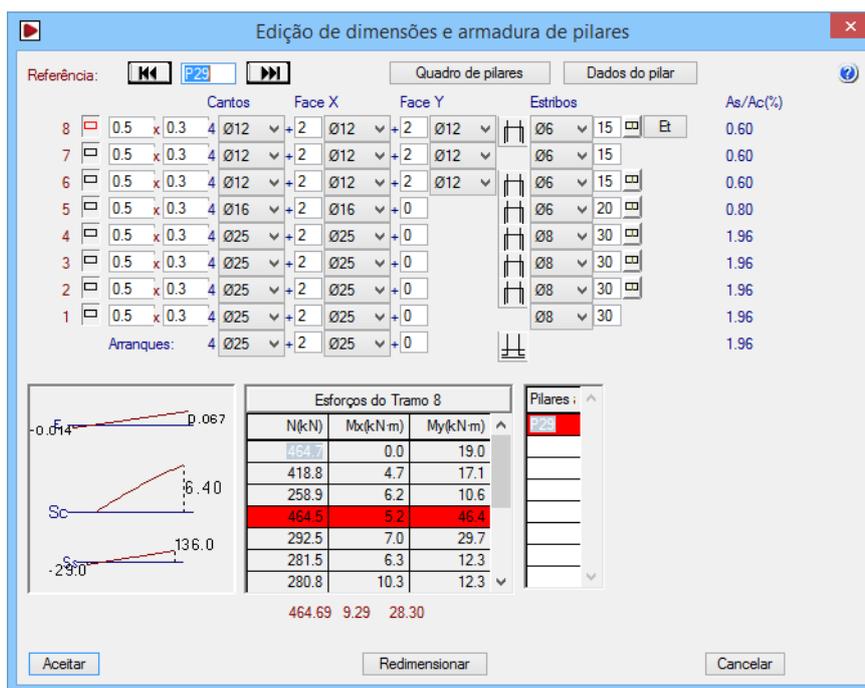


Fig. 3.241

Surge uma janela com todo o tipo de informação, desde a secção, armadura e esforços por cada tramo de pilar.

No fim da linha de informação de cada planta, pode aparecer um botão no caso do pilar não cumprir, apresentando algum tipo de erro.

Como por exemplo, se premir sobre algum pilar que esteja a vermelho na planta, pode surgir um ícone como este , premindo sobre o botão, obtém-se informação mais pormenorizada desse erro.

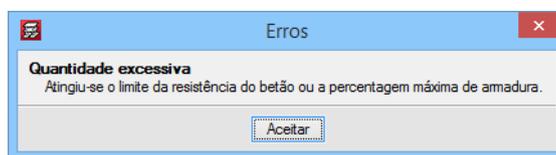


Fig. 3.242

Qualquer destes erros obriga a um redimensionamento da secção de betão.

Ao modificar a secção de um pilar nesta janela, os pilares rearmar-se-ão utilizando todas as combinações de ações simples pertencentes ao cálculo realizado.

Se as modificações em secções forem importantes, ou se forem de pouca importância, mas existirem esforços horizontais de vento e/ou sismo, é necessário voltar a calcular a estrutura com as novas secções, pois proporcionam inércias diferentes.

- Percorra todos os pilares com os botões de avanço  junto ao nome do pilar e verifique que não aparecem mensagens de erro.

A linha de esforços em cor vermelha não indica nenhum tipo de incumprimento. Consulte a informação no ecrã.

### 3.5.3.4. Revisão de armaduras

Na janela **Edição de dimensões e armadura de pilares**, o programa, sempre que se altera a secção de um pilar, rearma automaticamente, no caso de se diminuir a área de armadura o programa coloca o símbolo  **Não cumpre** quando essa mesma área não é suficiente. Para que o programa volte a rearmar automaticamente, prima em .

### 3.5.4. Paredes

#### 3.5.4.1. Revisão de esforços e deslocamentos

Para analisar os esforços ou deslocamentos, prima no menu **Envoltentes > Esforços pilares e paredes**, e prima sobre um pano de parede.

Abre-se uma janela com um corte da parede, onde poderá visualizar a discretização efetuada pelo programa na parede, os deslocamentos e rotações segundo os dois eixos, os esforços (axiais, momentos e transversos) e as tensões em cada face da parede. Estes resultados são fornecidos relativamente a uma ação, logo sem majorar, e a forma de visualização é através de um diagrama colorido.

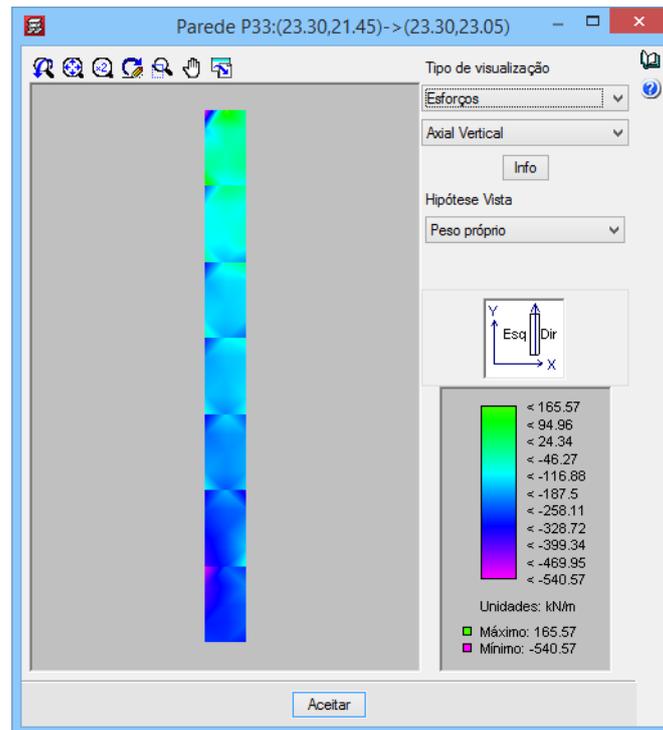


Fig. 3.243

#### 3.5.4.2. Revisão de secções e armaduras

- Para se consultar ou alterar secções ou armaduras, prima em **Pilares/Paredes > Editar**.
- Prima sobre um dos lados da caixa do elevador.

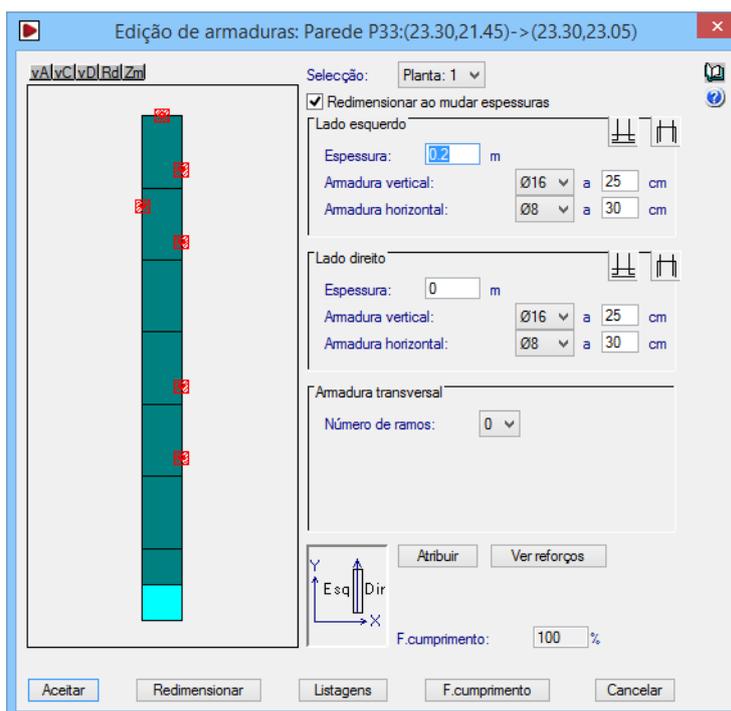


Fig. 3.244

Nesta janela poderá verificar, em cada planta, se o fator de cumprimento está acima de 90%, caso obtenha um valor inferior a este poderá resolver aumentando a secção ou se houver possibilidade para isso, aumentar a armadura.

Pode uniformizar as armaduras da parede, para isso selecione uma armadura vertical e horizontal, para posteriormente com o comando **Atribuir**, indicar a mesma nas plantas que desejar. O programa automaticamente analisará o fator de cumprimento para essas plantas.

No corte da parede pode visualizar alguns pontos a vermelho, esses pontos referem-se a zonas pontuais da parede na qual a espessura de betão e armadura disposta não é suficiente para resistir às tensões existentes nessas mesmas zonas.

O programa apresenta uma opção **Fator de cumprimento**, no qual serve tanto para estabelecer o critério de dimensionamento nos muros, como para indicar a área mínima para a qual uma disposição de armadura deve ser suficiente.

Por defeito esse valor de percentagem é de 90%, assim o programa dimensiona a parede, de forma que se cumpra no mínimo um fator de cumprimento de 90%, daí que possam surgir alguns picos de tensões que não sejam resolvidos com armadura ou betão, descontando uma percentagem equivalente, esse desconto nunca será superior a 10%, valor considerado aceitável no que se refere a um dimensionamento através de uma malha de elementos finitos.

O utilizador pode sempre alterar o valor do fator de cumprimento.

## 3.5.5. Muros

### 3.5.5.1. Revisão de esforços e deslocamentos

O procedimento para a análise dos Muros é bastante idêntico ao procedimento para as Paredes.

Para analisar os esforços ou deslocamentos, terá que se colocar num grupo que tenha muros, por exemplo o grupo 1.

No separador **Resultados**, prima no menu **Envolventes > Esforços em muros**, e prima sobre um muro.

Na janela que surge, o procedimento é o mesmo que o referido no **ponto 3.5.4.1**.

### 3.5.5.2. Revisão de secções e armaduras

Prima no menu **Vigas/Muros > Editar muros**, prima sobre um muro, abre-se uma janela, cujo método de trabalho é exatamente igual ao referido no **ponto 3.5.4.2**.

### 3.5.6. Lajes de vigotas

Neste caso particular, a laje é previamente calculada através de um programa de cálculo do fabricante.

#### 3.5.6.1. Revisão de esforços

De qualquer forma, pode consultar os esforços em cada vigota.

- Posicione-se num grupo com lajes de vigotas, por exemplo o grupo **6. Teto do 2º Andar**.
- Prima **Envolventes > Esforços em vigotas**, localizando-se numa planta que tenha lajes de vigotas. Na janela que se abre ative só as opções de momentos negativos e positivos.

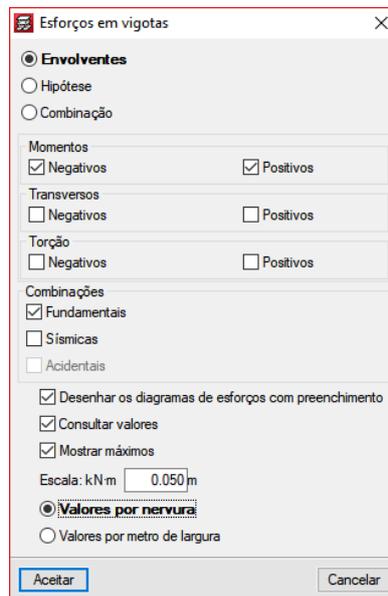


Fig. 3.245

- Prima sobre uma vigota.

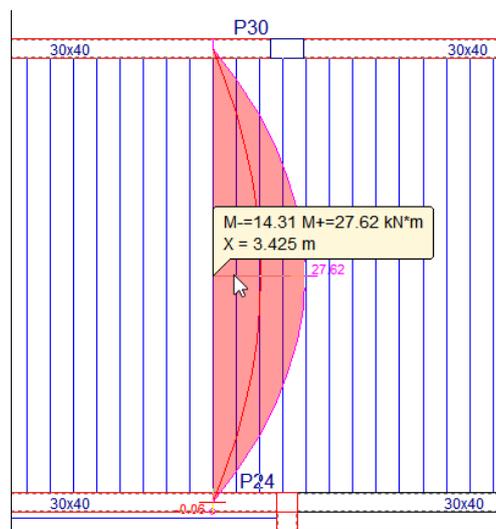


Fig. 3.246

### 3.5.6.2. Revisão de armaduras

Poderá visualizar e alterar armaduras das lajes de vigotas. Para isso prima no menu **Vigotas> Vistas**, coloque o visto em **Armaduras de negativos**.

- No menu **Vigotas> Negativos**, apresentam-se uma série de comandos que poderá utilizar no caso de querer alterar as armaduras.

### 3.5.7. Lajes alveoladas

Coloque-se no grupo que possui as lajes alveoladas, neste caso, no **grupo 5: Teto do 1º Andar**.

#### 3.5.7.1. Revisão de esforços

Para facilitar a consulta dos dados no ecrã, poderá, no menu **Lajes alveoladas> Vistas**, desativar os vistos em **Dados de lajes** e **Armaduras de negativos**.

- Prima no menu **Envolventes> Esforços em lajes alveoladas** surge uma janela onde poderá escolher as opções indicadas na figura seguinte.

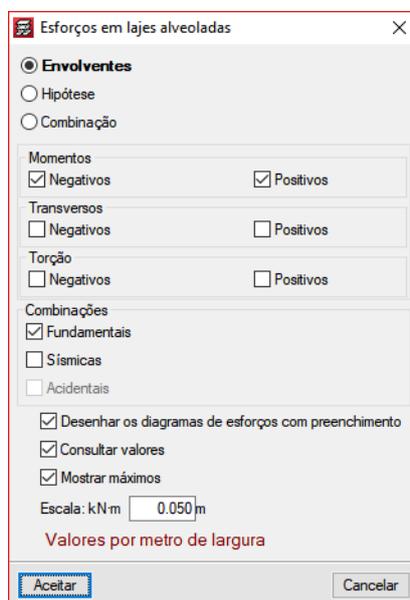


Fig. 3.247

- Prima **Aceitar**, e de seguida prima sobre uma laje alveolada. Pode dessa forma, consultar os esforços aplicados à laje.

#### 3.5.7.2. Revisão de secções

O comando **Lajes alveoladas> Erros**, permite saber quais as lajes que têm erros e que obviamente terão que ser corrigidas.

Por outro lado, o comando **Lajes alveoladas> Informação**, dá a conhecer o vão e a flecha associada à respetiva laje, colocando a flecha escrita a vermelho no caso de não verificar.

#### 3.5.7.3. Revisão de armaduras

Como demonstrado para as lajes de vigotas, existe também a possibilidade de se editar as armaduras.

Assim, no menu **Lajes alveoladas> Positivos** ou **Lajes alveoladas> Negativos**, poderá modificar as armaduras.

### 3.5.8. Lajes mistas

Coloque-se no **grupo 9**, onde estão presentes as lajes mistas.

### 3.5.8.1. Revisão de esforços

Para facilitar a consulta dos dados no ecrã, poderá, no menu **Lajes mistas > Vistas**, desativar os vistos em **Armadura positiva** e **Armadura de negativos**.

- Prima no menu **Envoltentes > Esforços em lajes mistas**, surge uma janela onde poderá escolher as opções indicadas na figura seguinte.

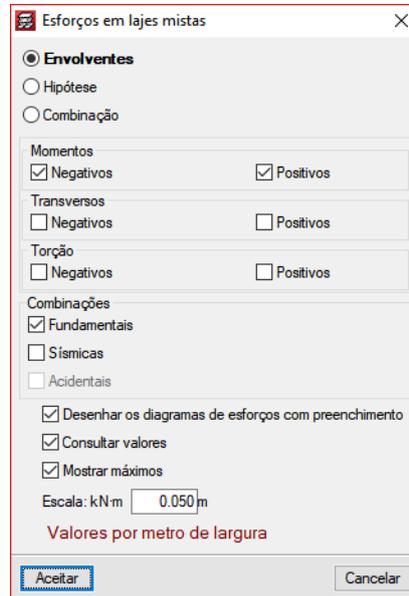


Fig. 3.248

- Prima **Aceitar** e de seguida prima sobre uma laje mista. Pode dessa forma, consultar os esforços aplicados à laje.

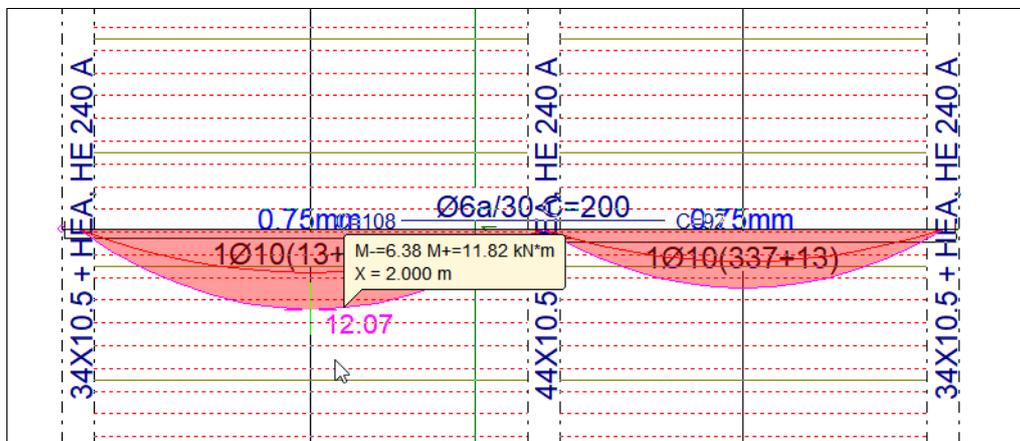


Fig. 3.249

### 3.5.8.2. Revisão de secções

O comando **Lajes mistas > Erros**, permite saber quais as lajes que têm erros e informa se é necessário escoramento na laje.

Por outro lado, o comando **Lajes mistas > Informação**, dá a conhecer os espaçamentos entre escoras, o vão e as flechas associadas à respetiva laje.

### 3.5.8.3. Revisão de armaduras

No caso de edição, quer das armaduras como da chapa, existe a possibilidade de se realizar essa operação.

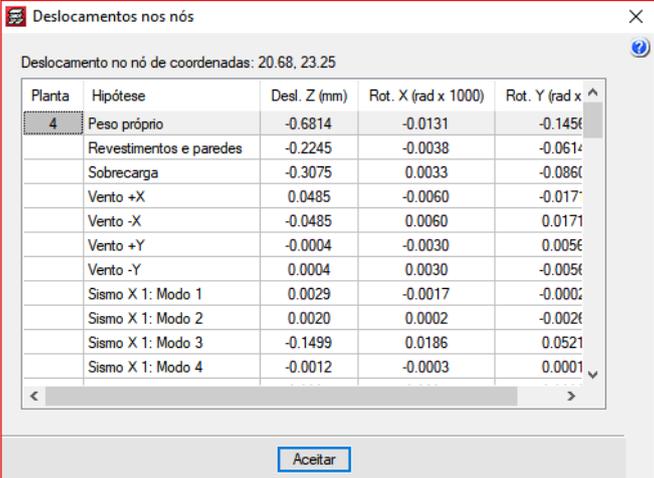
Assim, no menu **Lajes mistas > Positivos** ou **Lajes mistas > Negativos**, poderá modificar as armaduras.

### 3.5.9. Lajes maciças e fungiformes aligeiradas

Coloque-se por exemplo no grupo 4: Teto do Rés do Chão.

#### 3.5.9.1. Revisão de deslocamentos e esforços

Prima no menu **Envoltentes**> **Deslocamentos em nós de l.maciças/fungiformes aligeiradas** e prima sobre um ponto qualquer da laje.



Deslocamento no nó de coordenadas: 20.68, 23.25

| Planta | Hipótese                | Desl. Z (mm) | Rot. X (rad x 1000) | Rot. Y (rad x 1000) |
|--------|-------------------------|--------------|---------------------|---------------------|
| 4      | Peso próprio            | -0.6814      | -0.0131             | -0.1456             |
|        | Revestimentos e paredes | -0.2245      | -0.0038             | -0.0614             |
|        | Sobrecarga              | -0.3075      | 0.0033              | -0.0861             |
|        | Vento +X                | 0.0485       | -0.0060             | -0.0177             |
|        | Vento -X                | -0.0485      | 0.0060              | 0.0171              |
|        | Vento +Y                | -0.0004      | -0.0030             | 0.0056              |
|        | Vento -Y                | 0.0004       | 0.0030              | -0.0056             |
|        | Sismo X 1: Modo 1       | 0.0029       | -0.0017             | -0.0002             |
|        | Sismo X 1: Modo 2       | 0.0020       | 0.0002              | -0.0024             |
|        | Sismo X 1: Modo 3       | -0.1499      | 0.0186              | 0.0521              |
|        | Sismo X 1: Modo 4       | -0.0012      | -0.0003             | 0.0001              |

Aceitar

Fig. 3.250

Por outro lado, se pretender conhecer de imediato o nó com o valor mais desfavorável de deslocamento, prima em **Envoltentes**> **Deslocamentos máximos em nós de l.maciças/fungiformes aligeiradas** e prima sobre a laje.

Este deslocamento é instantâneo e é segundo uma ação simples.

Para consultar deslocamentos e esforços, existe também a possibilidade no separador **Isovalores**, de se poder visualizar através de um diagrama colorido.

Através do menu **L.maciças/Fungif.**> **Flecha entre dois pontos** pode consultar as flechas presentes na laje.

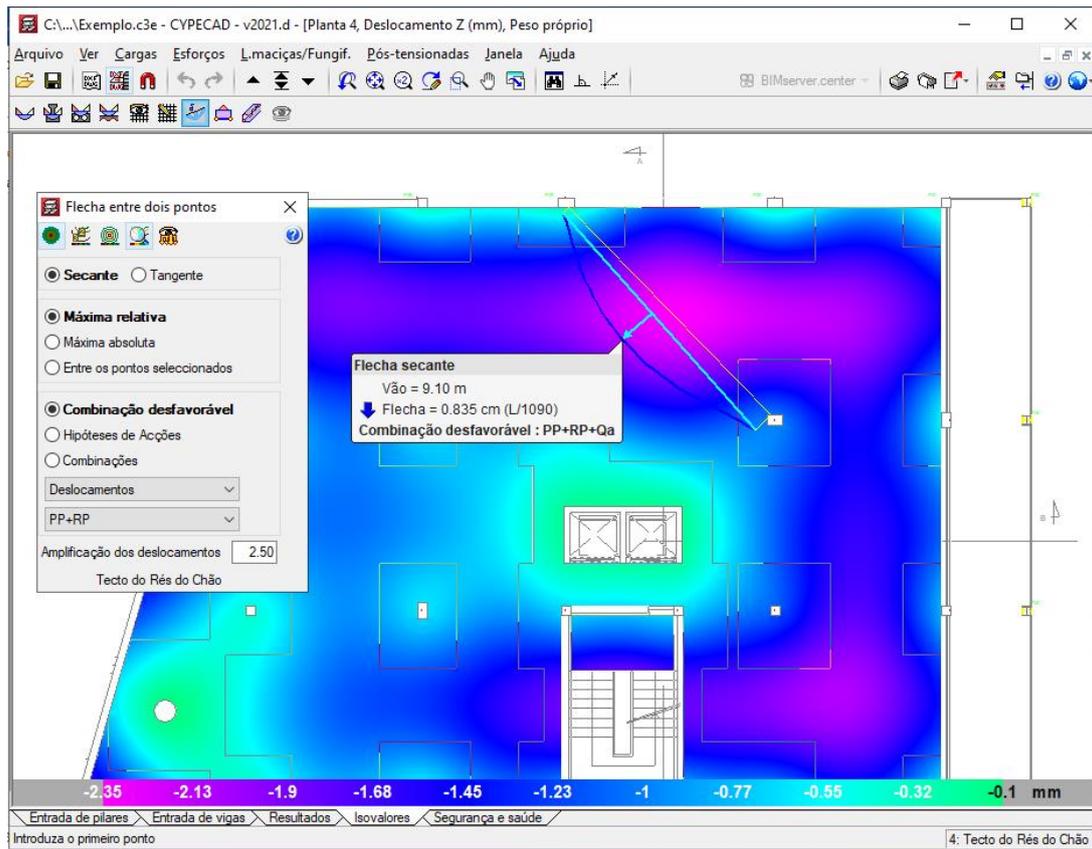


Fig. 3.251

Por outro lado, se pretender visualizar a deformada da estrutura, no separador **Resultados**, prima em **Envoltivos**> **Deformada**. E poderá visualizar a deformada, em função de uma determinada ação ou combinação.

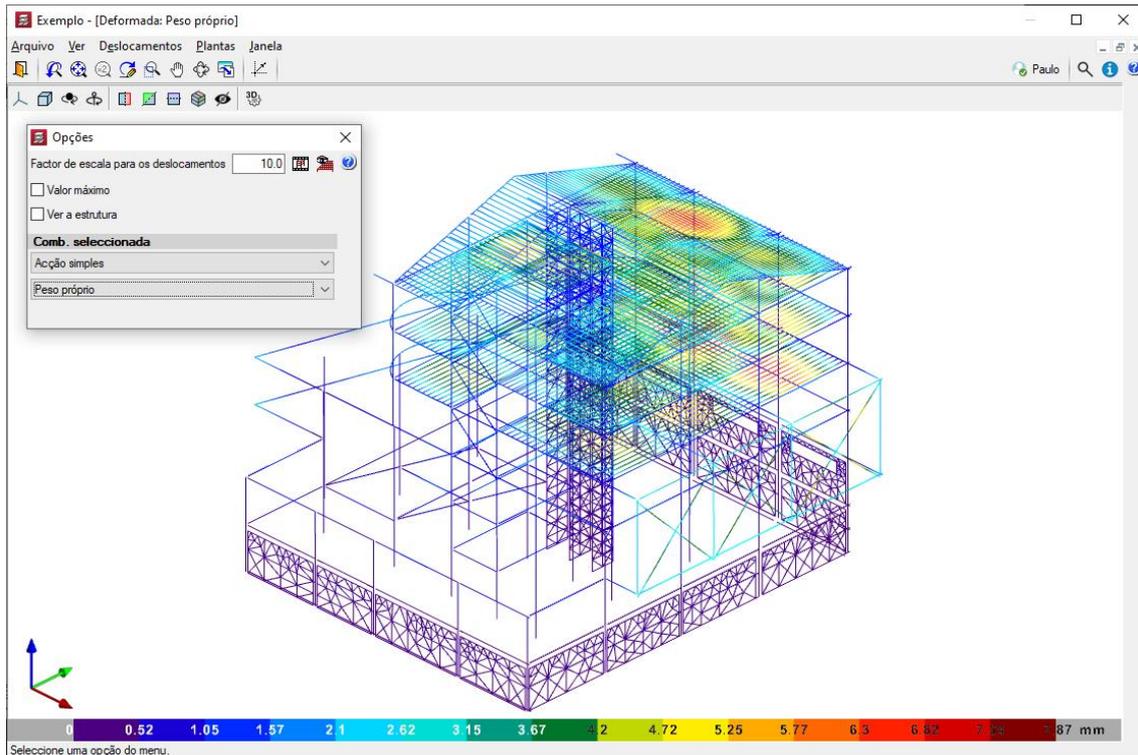


Fig. 3.252

### 3.5.9.2. Revisão de armaduras

No separador Resultados, para ver as armaduras das lajes, prima no menu **L.maciças/Fungif.> Vistas**, surge uma janela onde poderá por exemplo seleccionar, as armaduras base e/ou reforço, indicando se são armaduras superiores ou inferiores e a respetiva direção. Por outro lado, pode indicar para as armaduras que pretende ver, a sua posição, o seu diâmetro, o seu comprimento, entre outras. Saliente-se que neste menu tem a possibilidade de ativar a visualização da armadura de punçoamento.

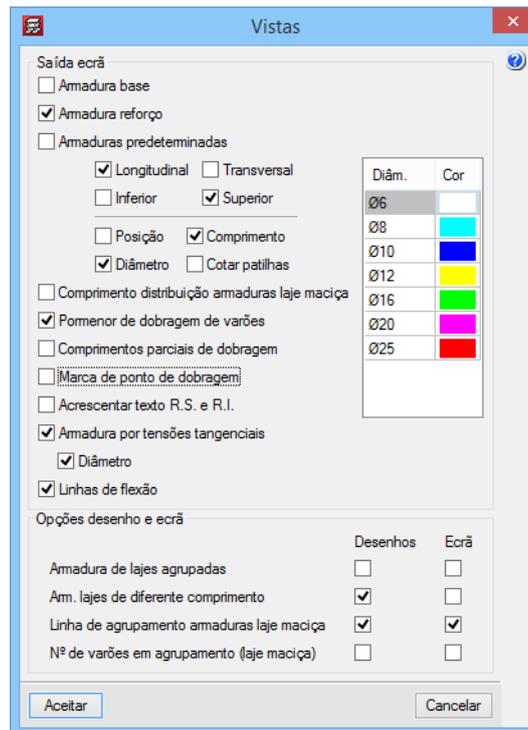


Fig. 3.253

Com o comando **L.maciças/Fungif.> Modificar armaduras**, surge uma janela com uma vasta diversidade de comandos para edição de armaduras. Terá que ter especial atenção porque estes comandos não fazem qualquer tipo de verificação após as alterações efetuadas nas armaduras.

Por exemplo, com o comando **Mod. banda de distribuição** pode uniformizar as armaduras de uma forma rápida.

- Prima no comando **Mod. banda de distribuição**.
- Seguidamente surge uma janela, mantenha o visto em **Eliminar armaduras sobrepostas**, prima novamente **Aceitar**.
- Prima sobre uma armadura e arraste o cursor aumentando a sua banda de distribuição. Tenha em atenção se essa armadura é superior à que está a sobrepor.

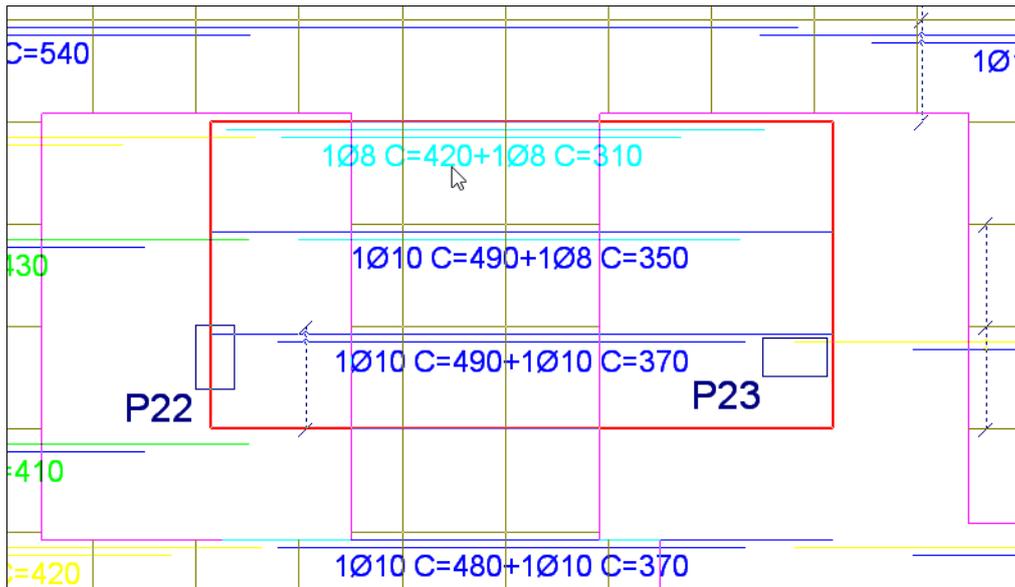


Fig. 3.254

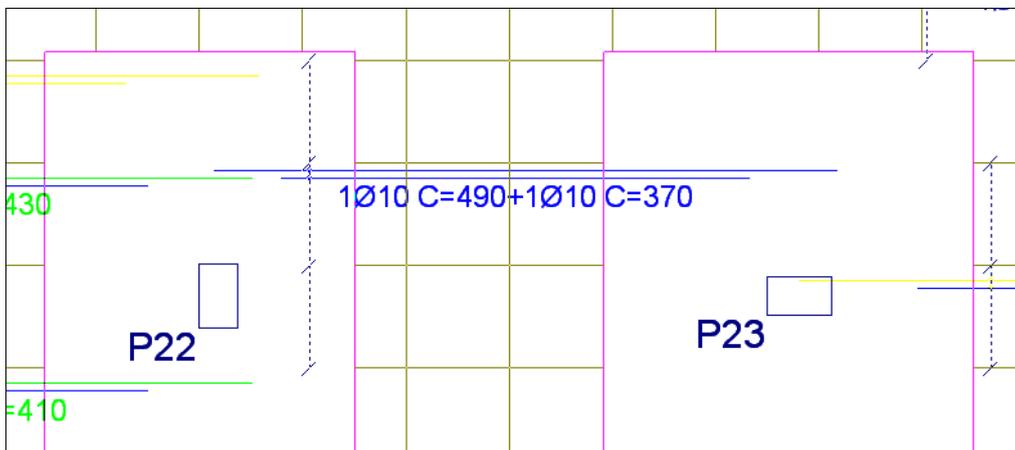


Fig. 3.255

Outra forma de uniformizar armaduras, está diretamente relacionado com a utilização do comando **Armadura base**.

Dessa forma, o utilizador pode especificar uma armadura base numa laje, o programa irá posteriormente verificar se é necessário em algum ponto da laje colocar algum reforço, para que a armadura base mais a armadura de reforço em conjunto resistam aos esforços presentes na laje.

Por exemplo, no grupo 4 visualiza-se a seguinte armadura como longitudinal inferior.

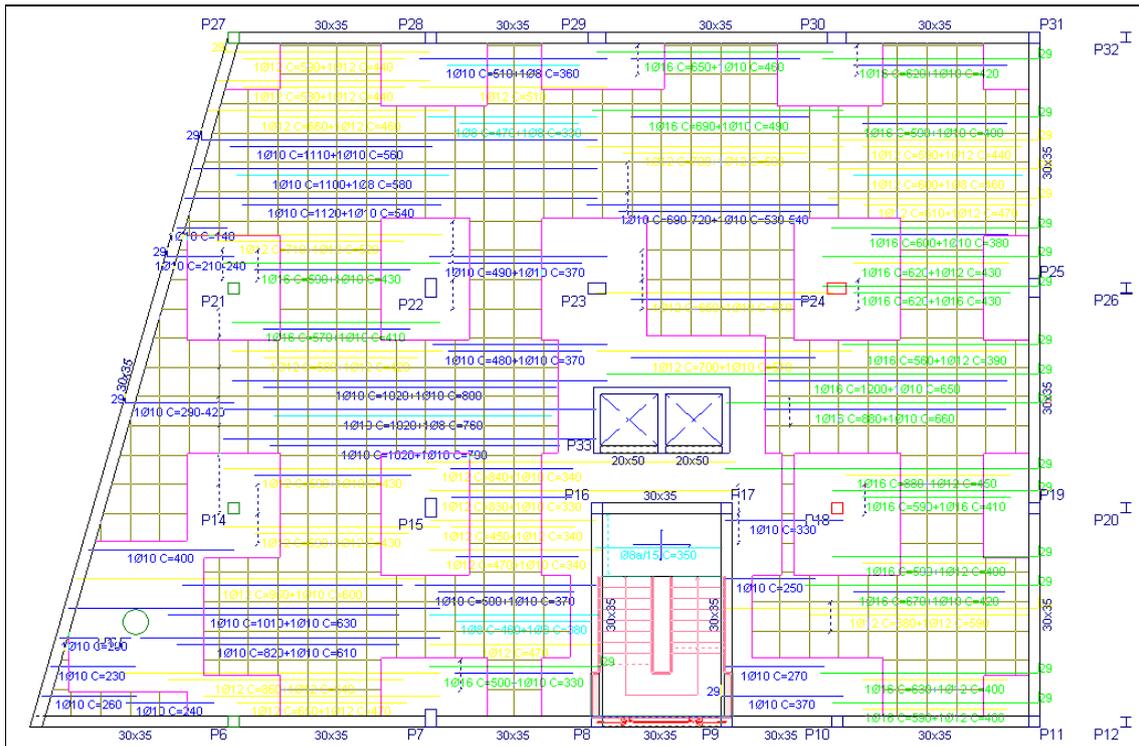


Fig. 3.256

- Prima no menu **L.maciças/Fungif.> Armadura base**, seguidamente prima sobre a laje fungiforme, surge uma janela.

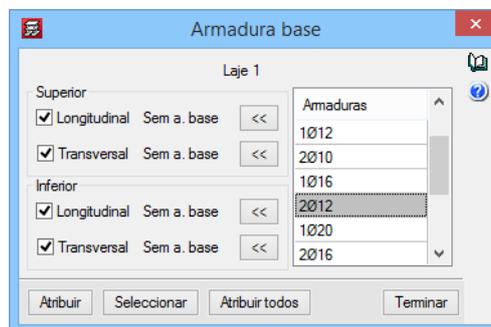


Fig. 3.257

- Prima sobre a armadura de **2Ø12**, e prima no botão **<<** para atribuir na parte inferior e superior da laje, quer no sentido longitudinal e transversal.

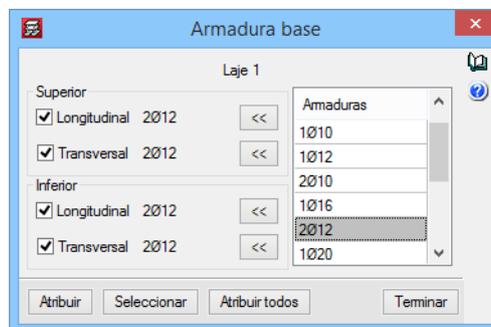


Fig. 3.258

- Prima agora em **Atribuir todos**, para que as lajes deste grupo tenham a mesma armadura base.
- Prima **Terminar**.

Para que o programa verifique se é necessário colocar mais alguma armadura de reforço, faça o seguinte:

- Prima no menu **L.maciças/Fungif.> Igualar armaduras**, surge a janela do comando, prima sobre **Rearmar lajes**.

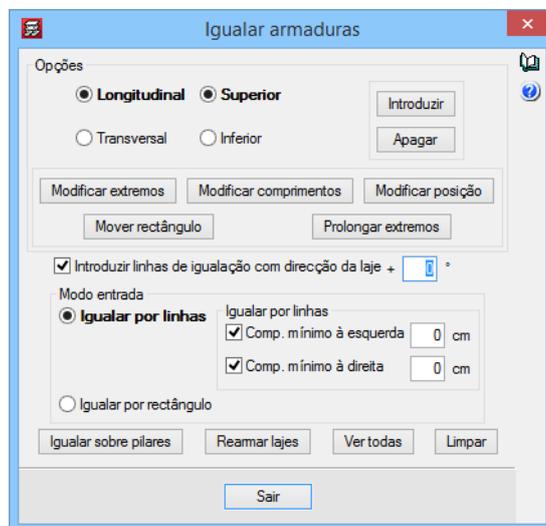


Fig. 3.259

O programa faz a verificação e coloca as armaduras de reforço, como mostra a figura seguinte.

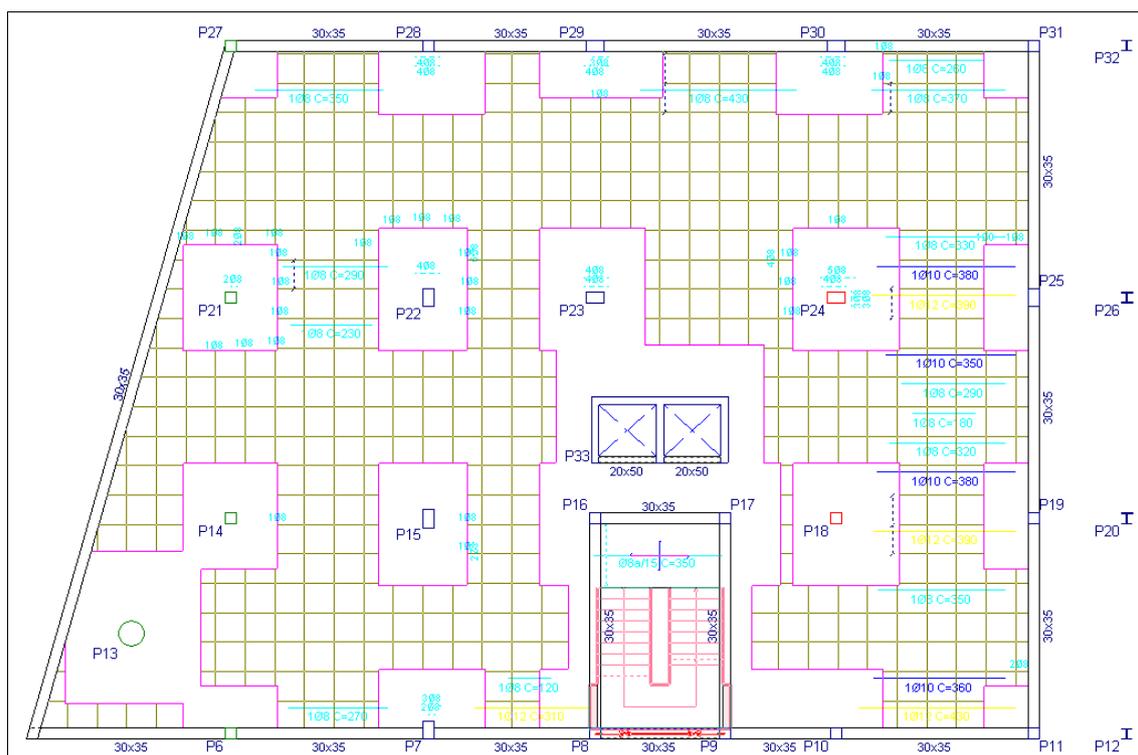


Fig. 3.260

Para voltar a ter as mesmas armaduras, basta na armadura base seleccionar **Sem a. base** e voltar a rearmar as lajes.

Outro comando para uniformizar as armaduras é a **linha de igualação de armaduras**. Esta linha quando introduzida, o programa vai identificar quais as armaduras que esta linha intersecta e seguidamente uniformiza tudo pela armadura mais desfavorável.

Por exemplo, no **grupo 1: Rampa**, tem-se a seguinte **armadura** na posição **inferior longitudinal**.

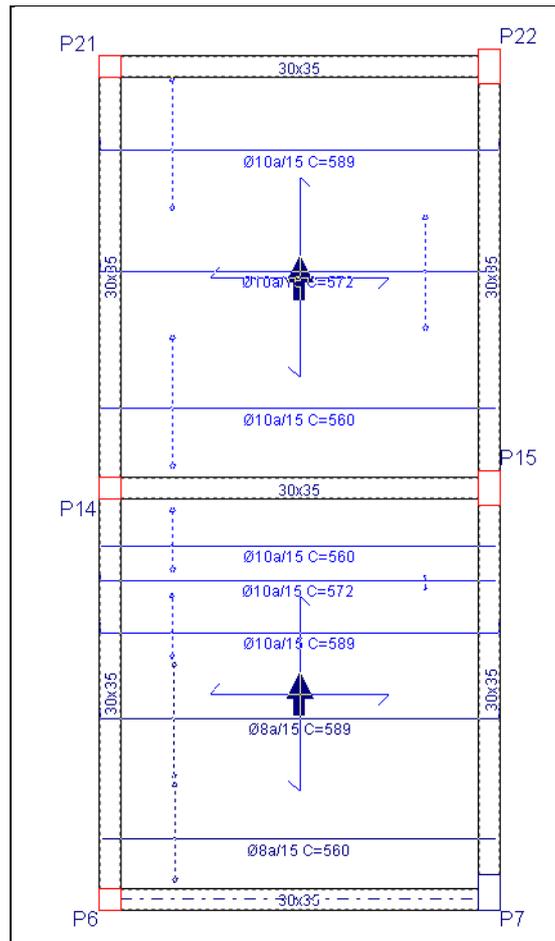


Fig. 3.261

- Prima no menu **L.maciças/Fungif.> Igualar armaduras**, com as opções **Longitudinal** e **Inferior** seleccionadas, prima de seguida em **Introduzir**.
- Prima num ponto e arraste até à outra extremidade como mostra a figura seguinte, prima outra vez com o .

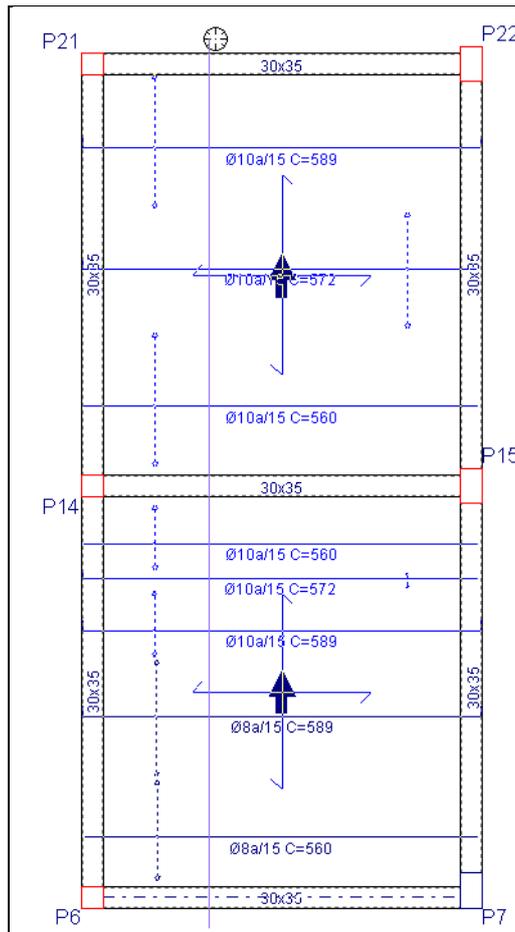


Fig. 3.262

- Prima com o 
- Prima em **Rearmar lajes**.

O programa faz a verificação e apresenta o seguinte resultado da figura seguinte.

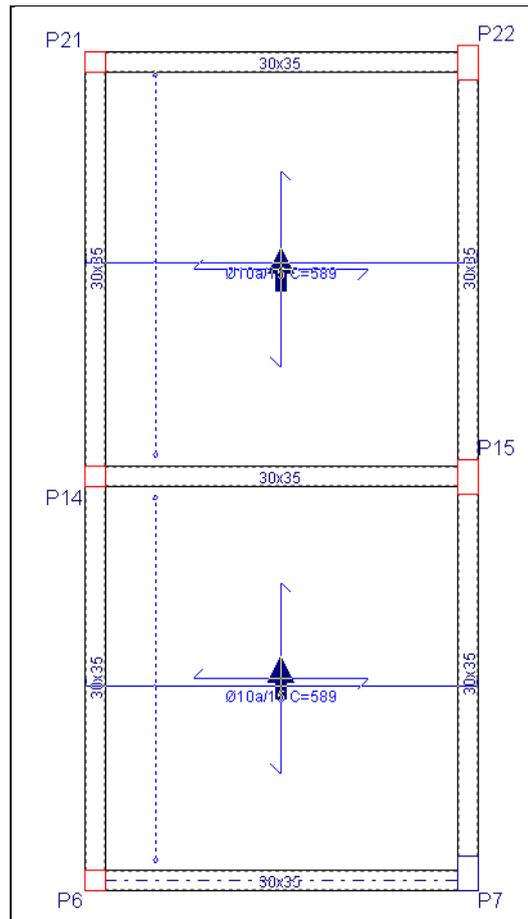


Fig. 3.263

Para voltar a ter as mesmas armaduras, prima na janela **Igualar armaduras** em **Apagar**, prima sobre a linha para apagá-la, e posteriormente rearme novamente as lajes.

### 3.5.10. Fundação

#### 3.5.10.1. Dimensionamento

Após ter efetuado todas as correções e cálculos necessários, procede-se ao cálculo da fundação.

Assim, coloque-se no grupo onde se situam as fundações, no caso **grupo 0**, na tarefa **Entrada de vigas** ou na tarefa **Resultados**, prima no menu **Fundação > Dimensionar**, e surge uma janela.

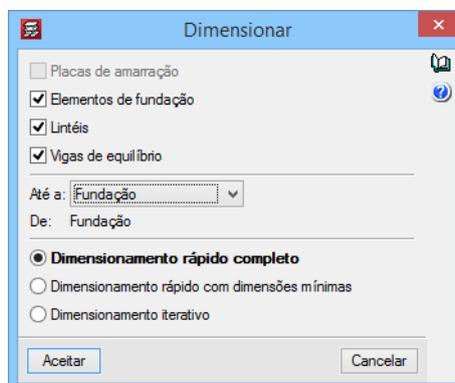


Fig. 3.264

- Prima **Aceitar**.

O programa inicia o dimensionamento.

O aspeto final será o da figura seguinte.

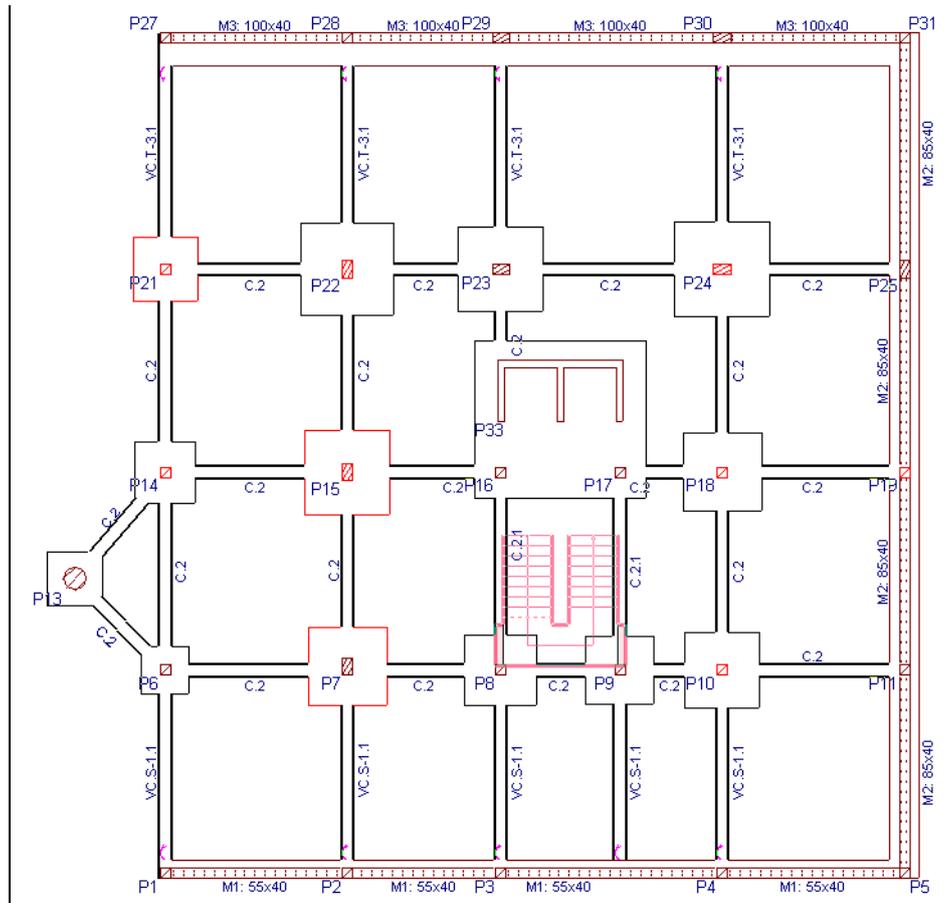


Fig. 3.265

### 3.5.10.2. Revisão de erros

Para se verificar rapidamente, se algum elemento da fundação tem erro, o programa coloca esse mesmo elemento a vermelho.

Pode, no entanto, utilizar o seguinte comando:

- Prima **Fundação**> **Erros de verificação**.

Mostrar-se-ão no ecrã, em cor **preta**, os elementos de fundação que não apresentam nenhum problema de dimensionamento e em cor **vermelha** os que apresentam. Em qualquer caso, se premir sobre algum dos elementos desenhados a vermelho mostra-se uma mensagem com as verificações efetuadas e os erros de dimensionamento ou de verificação, se existirem.

### 3.5.10.3. Sobreposições de sapatas

Embora não aconteça neste exemplo, no caso de se produzirem sobreposições de sapatas, a opção **Fundação**> **Eliminar sobreposições** cria automaticamente sapatas combinadas nas que se sobrepõem. Também é conveniente fazê-las combinadas manualmente se a distância entre elas for inferior a 50 cm, uma vez que ao escavar não se sustentarão as paredes do terreno.

### 3.5.10.4. Modificações de secções e armaduras

No caso de querer alterar as dimensões de uma sapata, pode fazer isto da seguinte forma:

- Prima **Fundação**> **Elementos de fundação**, e no menu flutuante prima em **Editar**.

- Prima sobre a sapata do pilar **P9**. Abre-se a janela seguinte.

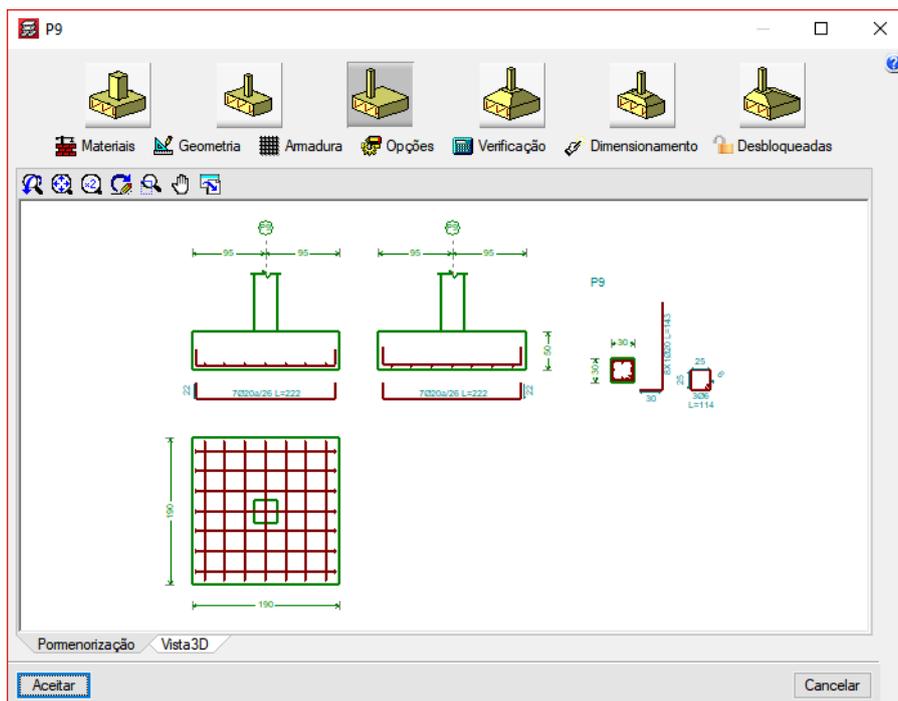


Fig. 3.266

No caso do utilizador querer só alterar a armadura, deverá premir em **Armadura**, modificando-a e posteriormente premir em **Verificação**, com o objetivo de verificar se as alterações estão corretas.

Por outro lado, quando as sapatas apresentam pequenas diferenças em dimensões (arredondamento a múltiplos de 25 cm) é possível agrupá-las, desse modo, prima na opção **Fundação > Elementos de fundação**, e no menu flutuante prima em **Igualar**.

Prima sobre uma sapata da qual deseja copiar as propriedades, seguidamente prima nas sapatas para as quais deseja atribuir tais propriedades. No final o programa poderá colocar a vermelho alguma sapata que não verifique, devido à sua nova secção ou armadura atribuída.

Para as vigas de equilíbrio e lintéis, o programa dimensiona em função dos esforços obtidos relacionando-os com uma tabela de vigas de equilíbrio e de lintéis.

De qualquer forma o utilizador, poderá sempre editar tais vigas, selecionando outro tipo de viga pré-definida na tabela.

- Selecione **Fundação > Vigas de equilíbrio e lintéis**, e no menu flutuante prima em **Editar viga com cálculo**.
- Prima sobre uma viga **VC.S-1.1**, por exemplo a que une o **P1** ao **P6**. Abre-se a janela **Edição viga de equilíbrio**.

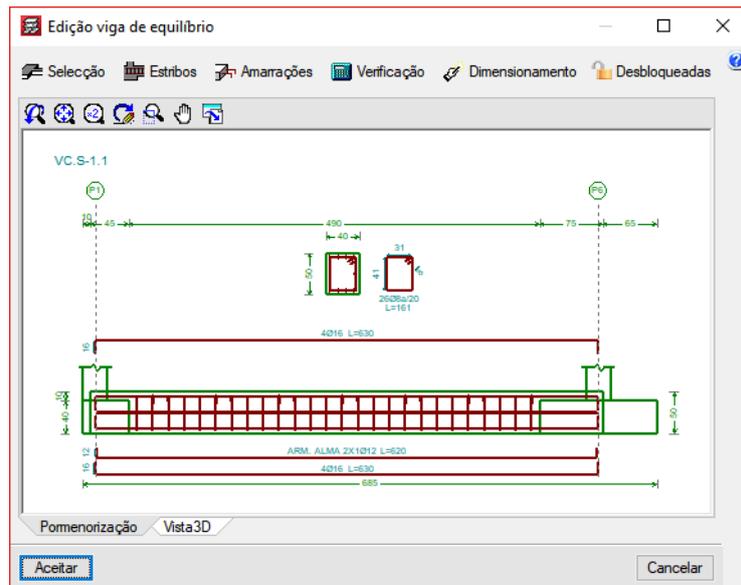


Fig. 3.267

- Prima o botão **Seleção**.
- Na nova janela aparece um submenu onde pode escolher outra viga de equilíbrio das disponíveis na tabela.

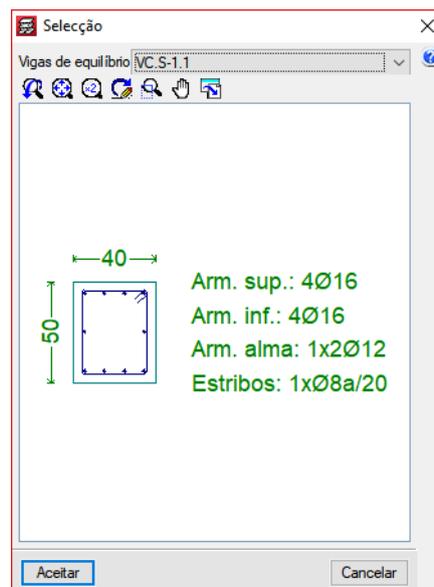


Fig. 3.268

### 3.6. Obtenção de listagens e desenhos.

Para se obterem as listagens, prima no menu **Arquivo > Imprimir > Listagens da obra** ou no ícone  **Listagens da obra** da barra de ferramentas.

Surge uma janela, onde poderá seleccionar uma listagem.

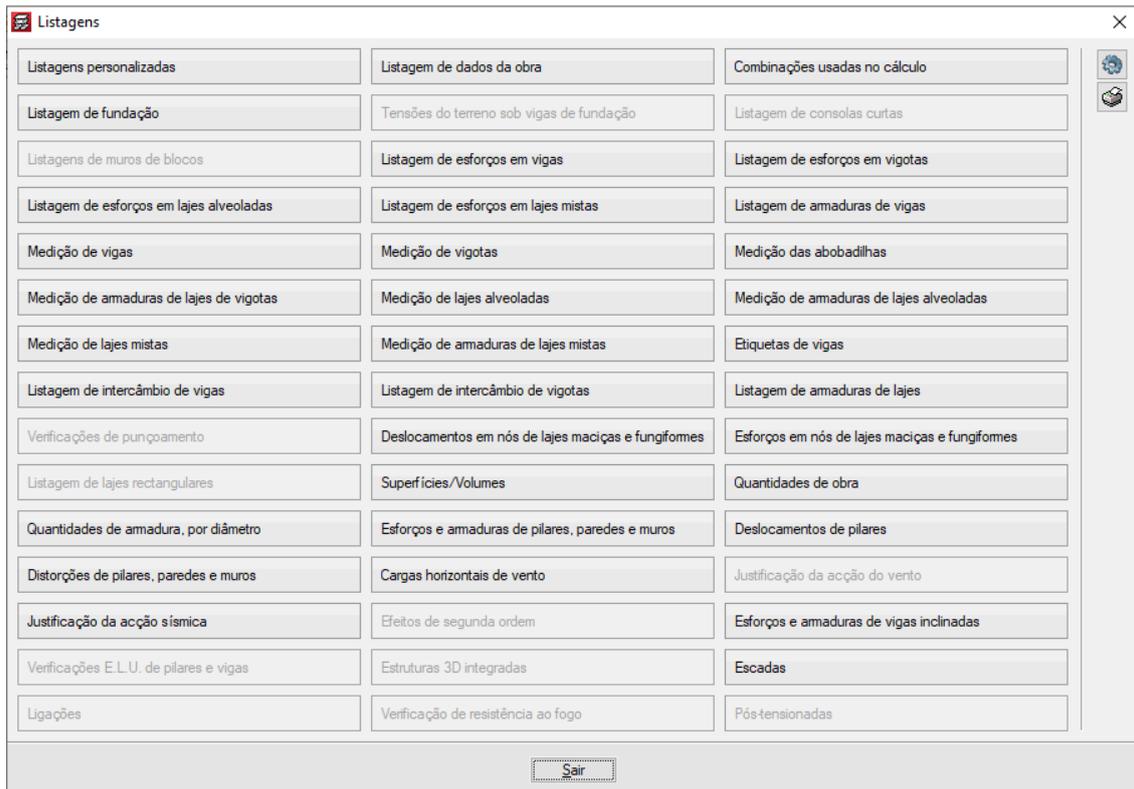


Fig. 3.269

Após a geração da listagem, poderá imprimir diretamente para impressora, ou então exportar para um ficheiro de texto, ou HTML, ou PDF, RTF ou DOCX.

Por outro lado, para se gerarem os desenhos da obra.

- Prima **Arquivo > Imprimir > Desenhos da obra**, ou no ícone  **Desenhos da obra** da barra de ferramentas.
- Na janela que se abre **Seleção de desenhos**, prima em  para acrescentar um elemento à lista.

Automaticamente abrir-se-á a janela **Edição do desenho**.

- No menu **Tipo de desenho** selecione, por exemplo, **Plantas**.
- Em **Tipo desenho**, está pré-definido uma série de desenhos tipo. Mantenha **Planta elementos estruturais** como selecionado.
- Coloque a escala a 1/100.
- Para se desenharem cortes do edifício, prima em **Cortes do edifício**, e de seguida em  para indicar o corte a desenhar.

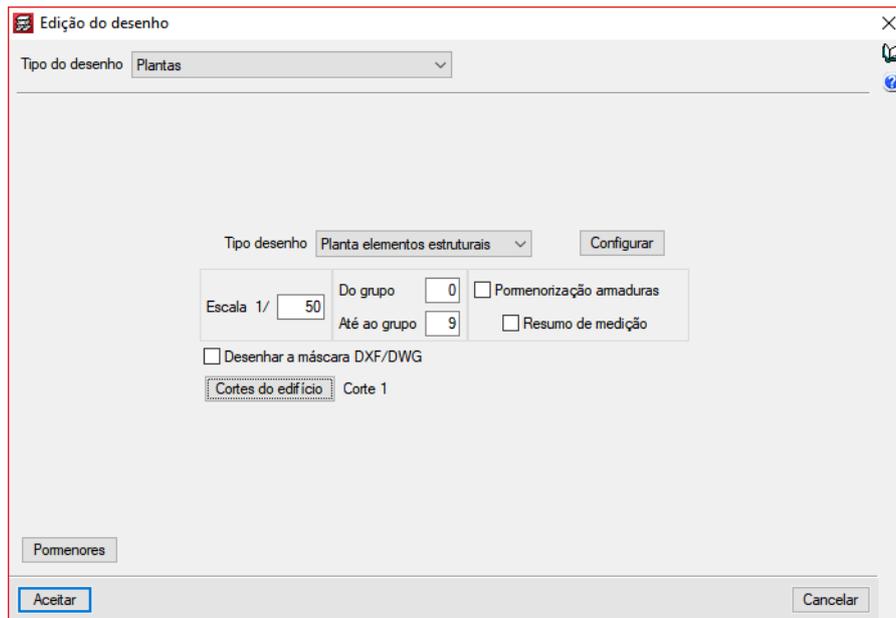


Fig. 3.270

- No botão **Configurar** tem a possibilidade de especificar o que quer desenhar.
- Prima **Aceitar**.
- Voltou à janela **Seleção de desenhos**. É o momento de escolher o periférico da saída.

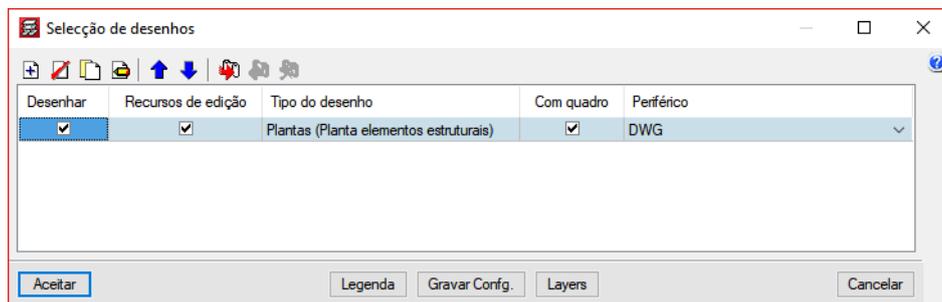


Fig. 3.271

- Active **DWG** no menu **Periférico** e prima **Aceitar**.

O programa gera os desenhos de cada planta. Para visualizá-los prima em **Pormenor de um desenho** e prima sobre cada folha.

Nesta fase, tem a possibilidade de mover textos, através do ícone **Editar desenho**. Prima sobre um desenho, seguidamente prima sobre um texto, arraste-o para outro local, e prima de novo para o colocar.

Com o ícone **Novo desenho** introduz uma nova folha, conseqüentemente com o ícone **Mover desenho** pode mover um desenho para dentro dessa nova folha.

Para imprimir, pode imprimir todos os desenhos como seleccionar aqueles que pretender.

Através do ícone **Imprimir todos** ou **Imprimir seleccionados** pode iniciar a impressão para ficheiro ou impressora, mediante a opção seleccionada no tipo de periférico.

## 4. Aplicação de lajes inclinadas

### 4.1. Conceitos prévios

A introdução de uma laje inclinada no CYPECAD, consiste na introdução de uma laje (no plano horizontal) que posteriormente sofre uma inclinação através da atribuição de um plano inclinado.

É fundamental o conhecimento exato de um corte vertical do edifício para uma adequada definição de grupos de pisos.

A seguir explicam-se alguns casos particulares que é conveniente ter em conta.

### 4.2. Casos

Vejamos alguns dos casos mais típicos.

#### Caso 1

Não existe laje horizontal nas vigas de bordo da laje inclinada. Neste caso define-se um grupo ao nível do pilar mais baixo da cobertura e dão-se cotas positivas aos planos inclinados.

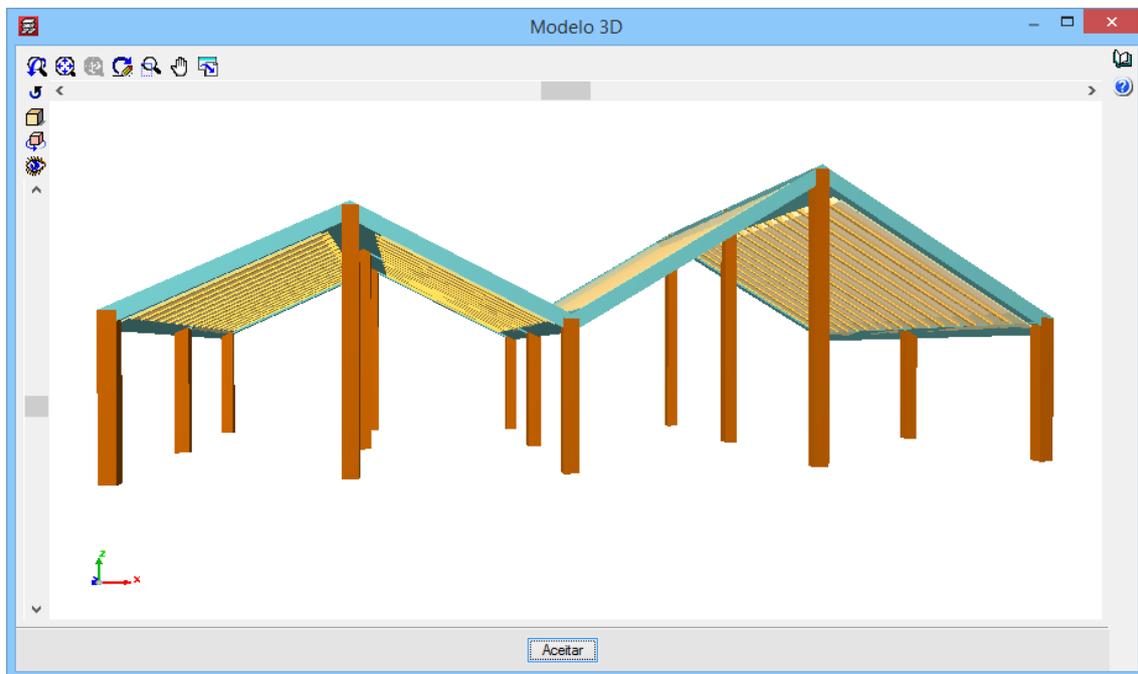


Fig. 4.1

A definição de um dos planos inclinados corresponde à figura seguinte.

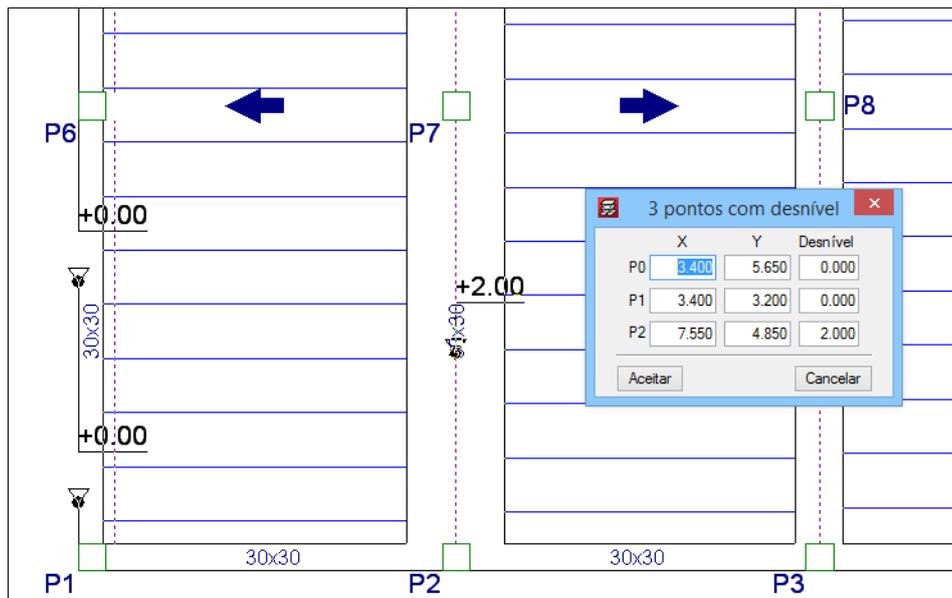


Fig. 4.2

### Caso 2

Existe laje horizontal num só extremo da laje inclinada. Ao projetar verticalmente para baixo sobre o grupo de pisos onde termina o pilar mais curto da cobertura, existe sobreposição com uma laje horizontal.

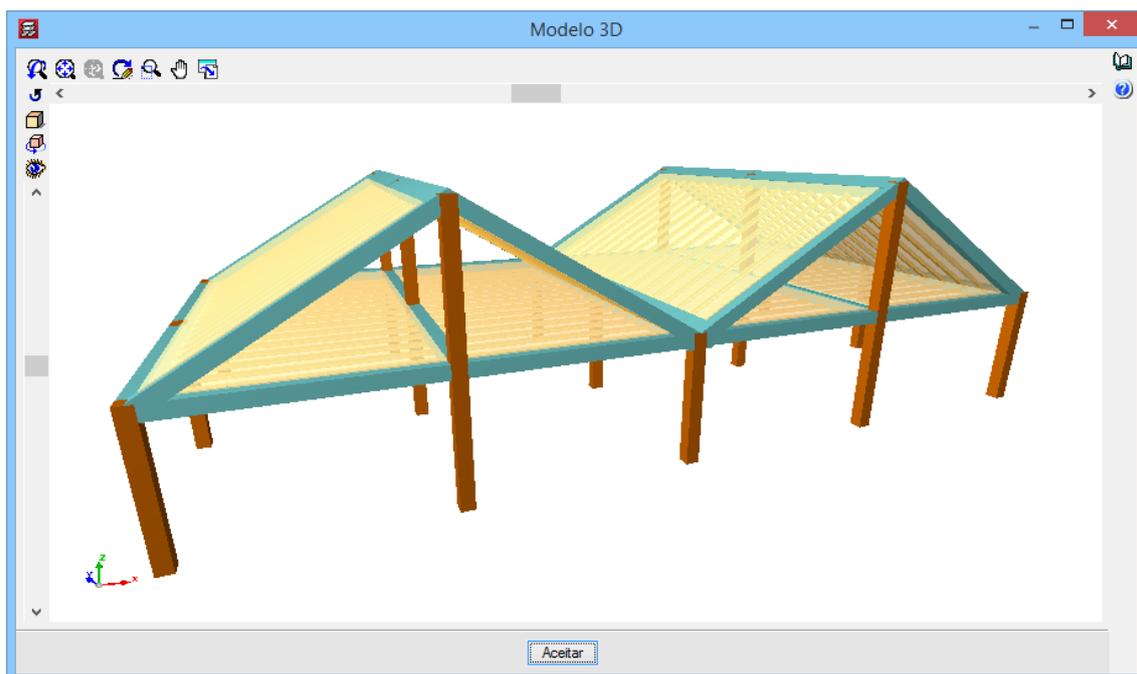


Fig. 4.3

Neste caso deve definir um grupo de pisos para a laje horizontal e outro mais acima para a inclinada, ao nível da sua cota mais alta. Todas as cotas dos planos inclinados, no segundo grupo, serão negativas. No entanto, as vigas de bordo de ambos os grupos são comuns (**Viga comum**) e por isso só se devem introduzir uma vez, por exemplo, no grupo inferior. Antes de passar ao superior atribui-se a propriedade de serem comuns, com o que automaticamente se criarão no grupo superior.

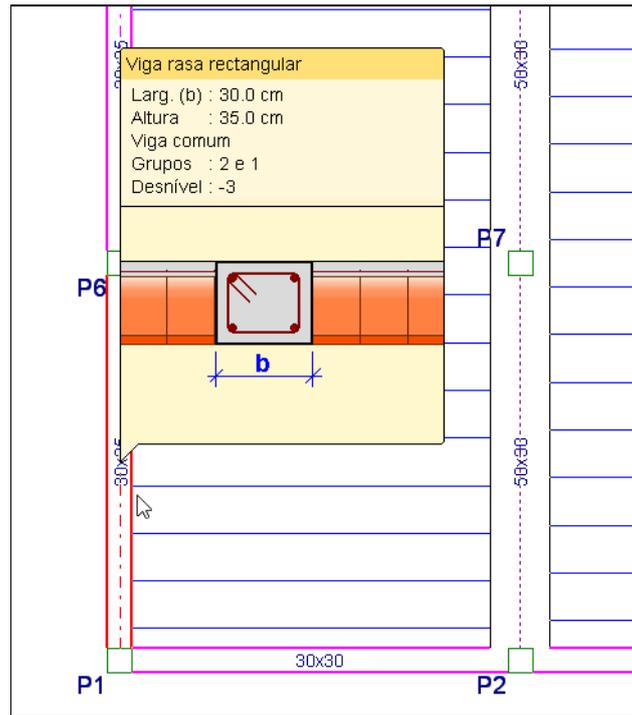


Fig. 4.4

Consulte a opção **Vigas > Viga comum > Fazer viga comum** para mais informação.

Este é o grupo 1 com as vigas comuns representadas com linha traço-ponto. No grupo superior aparecem automaticamente as vigas comuns. As cotas dos planos são negativas neste caso.

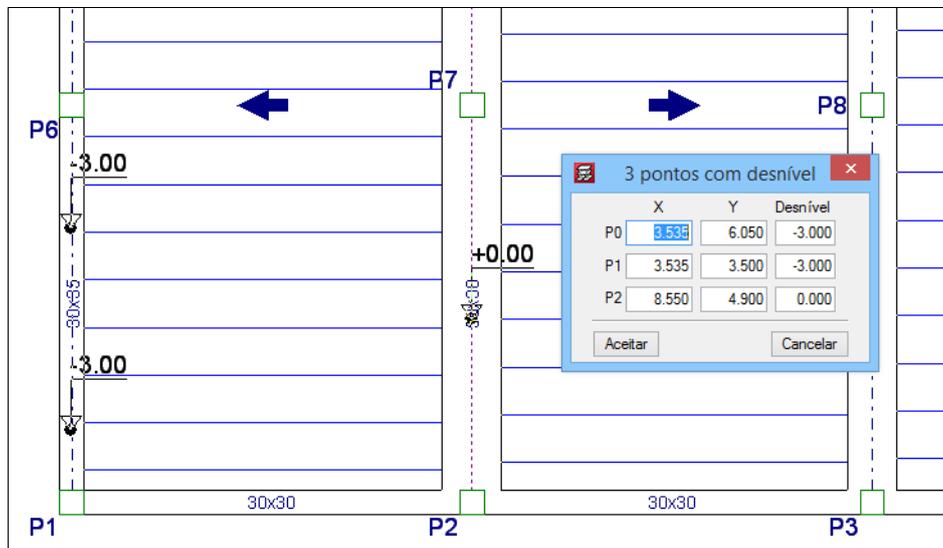


Fig. 4.5

### Caso 3

Existem lajes horizontais em ambos os extremos da laje inclinada. Este poderia ser o caso de uma rampa, onde existem várias vigas comuns correspondentes aos extremos. Deve-se definir um grupo intermédio para a rampa entre lajes, colocado a meia altura entre os pisos horizontais, de acordo com a figura seguinte.

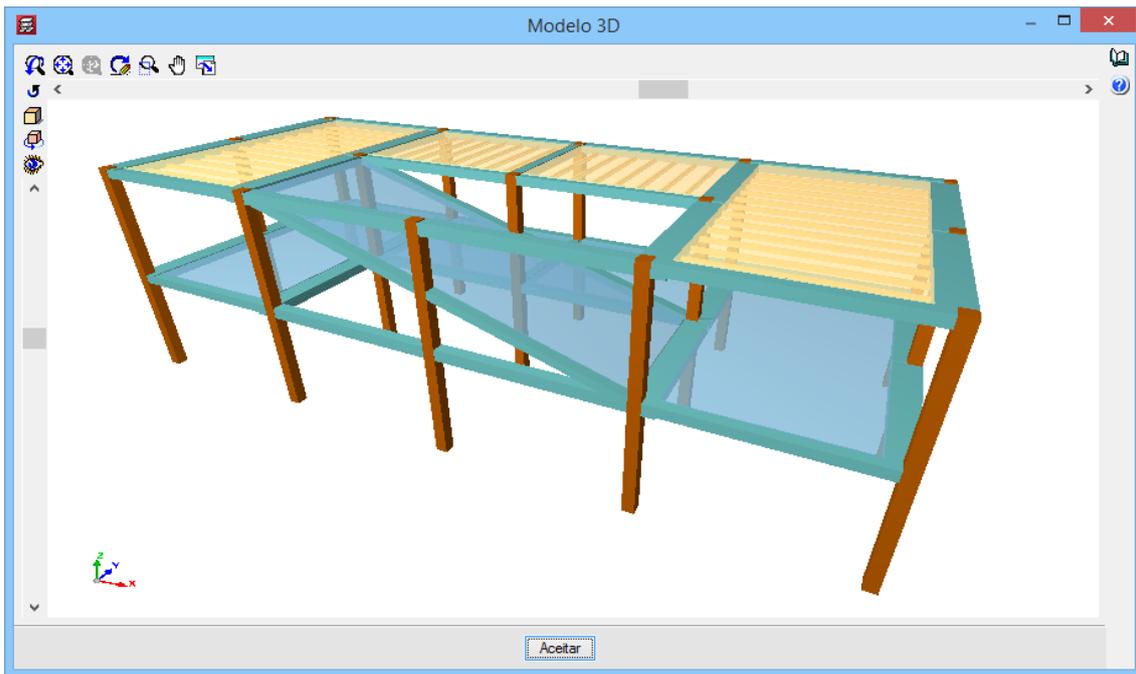


Fig. 4.6

#### Caso 4

Existem vigas que projetadas verticalmente produzem sobreposição. Ao projetar verticalmente para baixo sobre o grupo de pisos onde termina o pilar mais curto da cobertura, existe sobreposição de vigas ou de lajes. Neste caso deve definir um grupo de pisos ao nível de cada viga ou laje que produzam essa sobreposição, como sugere a figura seguinte.

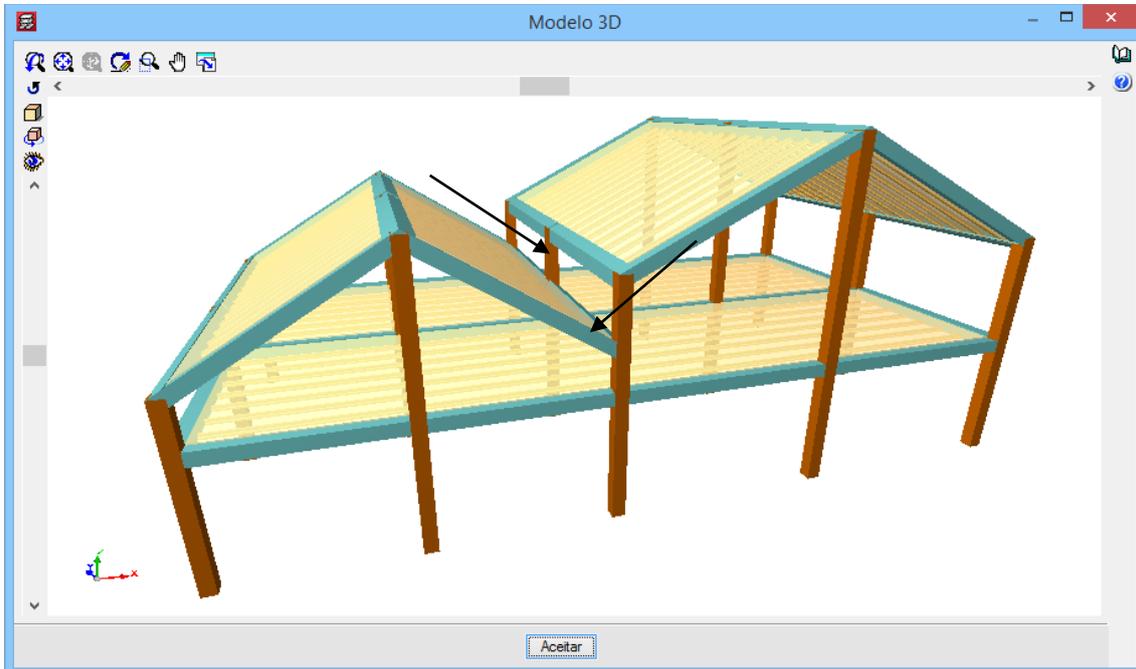


Fig. 4.7

### 4.3. Processo de criação e introdução de uma laje inclinada

É importante não começar uma etapa antes de se ter completado a anterior, o processo resumido seria:

- Definir adequadamente os grupos de pisos, em função de algum dos casos anteriores. É muito importante um desenho do corte do edifício com todas as cotas.
- Introduzir todas as lajes horizontais, exceto as inclinadas.
- Atribuir as vigas comuns, se as houver.
- Introduzir todas as lajes que vão ser inclinadas. É aconselhável dispor de uma máscara DXF ou DWG ou de um contorno onde estejam traçadas as linhas de corte dos diferentes planos inclinados. As vigas de separação ou transição destes planos introduzir-se-ão ajustando o eixo sobre essa linha de corte da máscara.
- Criar todos os planos inclinados.
- Atribuir os planos inclinados.

A introdução de dados de lajes inclinadas realiza-se com a opção **Grupos> Desníveis/Lajes inclinadas**.

### 4.4. Outros aspetos a ter em conta

- **Projeção horizontal de vigas.** Quando se atribui um plano inclinado a uma viga, o programa projeta verticalmente o eixo da viga ou a face, dependendo de se o ajuste prévio é ao eixo de viga ou à face. Uma vez feita esta projeção, desenha-se a largura da viga em projeção de forma que se vê sempre a face superior da viga com linha contínua. Assim, a viga rincão aparentemente tem uma largura maior e com a viga laró passa-se justamente o contrário.
- **Rotação das vigas.** Se quiser que nas vigas de eixo longitudinal horizontal, como as de arranque da vertente, cumeeira, etc., a sua secção transversal rode com o mesmo ângulo que a vertente encostada, terá de as definir como rasas. Definidas como vigas altas, não rodam. Pode acontecer que o encontro entre dois planos inclinados não coincida com a laró ou com a rincão. Nesse caso a viga não roda, embora seja plana, e além disso, fica com a altura suficiente para apanhar as duas lajes
- **Limitações.** No que respeita à relação das lajes inclinadas e os muros existem algumas limitações:
  - Não se pode encostar laje inclinada ao muro, com a exceção no coroamento do mesmo.
  - Não se pode fazer viga comum com cabeça de muro.
- **Desenhos.** A obtenção de desenhos realiza-se com **Arquivo> Imprimir> Desenhos da obra> Planta de Lajes**. O valor da tangente à pendente escreve-se juntamente com o texto do desnível num ponto da laje inclinada. Também é possível desenhar o esquema de piso. Na **Configuração de desenhos**, em **Outros** aparece **Esquema de planta** (se existirem lajes inclinadas), onde pode indicar o tamanho da legenda deste esquema onde se desenharam os pilares, eixos de vigas e setas de pendentes.

### 4.5. Exemplos de coberturas inclinadas

#### Exemplo 1

Trata-se de uma cobertura com uma vertente de dupla pendente (cobertura mansarda).

Este exemplo encontra-se contemplado no **Caso 1** anteriormente exposto. Por isso, terá de definir a cobertura num grupo ao nível da cumeeira.

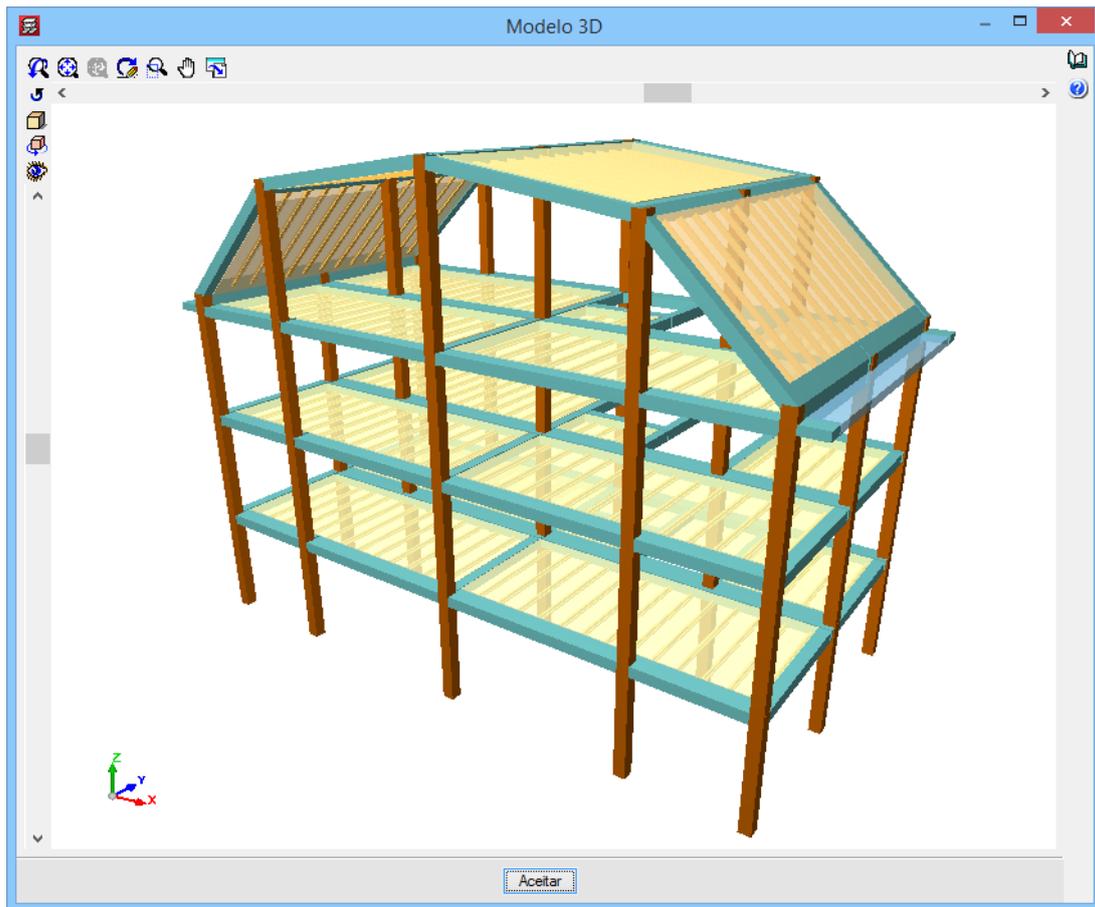


Fig. 4.8

A definição de pisos será de acordo com a figura seguinte.



Fig. 4.9

O grupo abaixo da cobertura está representado na próxima imagem, onde pode ver a atribuição de vigas comuns às lajes horizontais e às inclinadas. Utiliza-se a opção **Vigas > Viga comum > Fazer viga comum** e selecciona-se como grupo comum o de cobertura (grupo 3). Na figura seguinte aparecem com o eixo a traço-ponto.

No grupo cobertura aparecem automaticamente as vigas comuns com o grupo inferior, com o que é necessário definir novamente estas vigas. A cobertura inclinada, embora tenha várias pendentes, pode

definir-se num único grupo de pisos. Deve-se introduzir agora as restantes vigas e lajes da cobertura. Dado que se definiu o piso em cobertura, todas as cotas dos planos inclinados serão negativas.

Observe os planos 1 e 2.

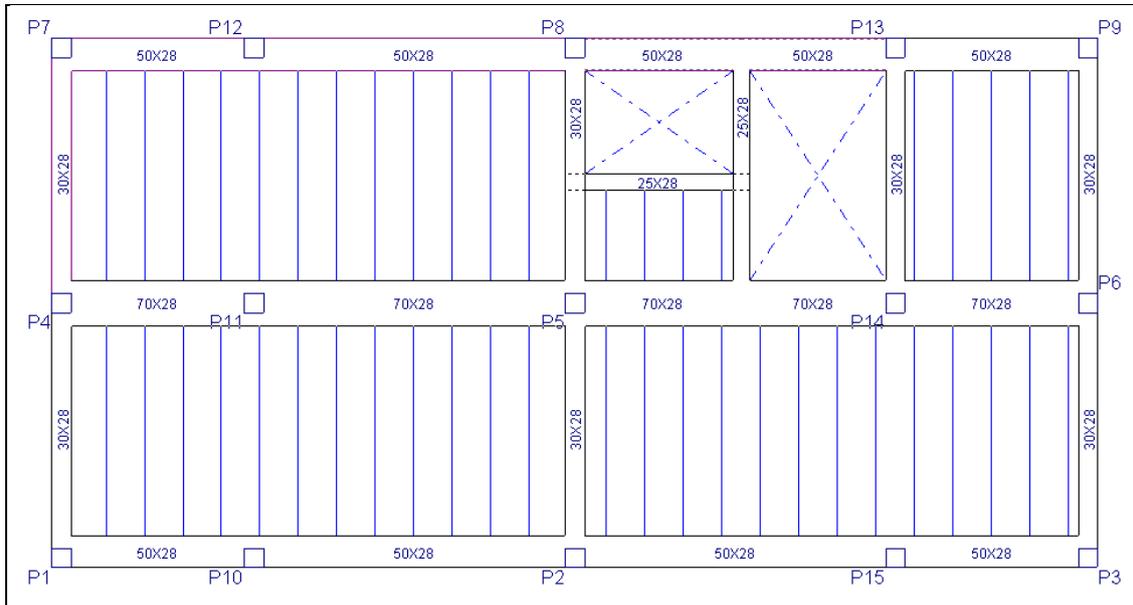


Fig. 4.10

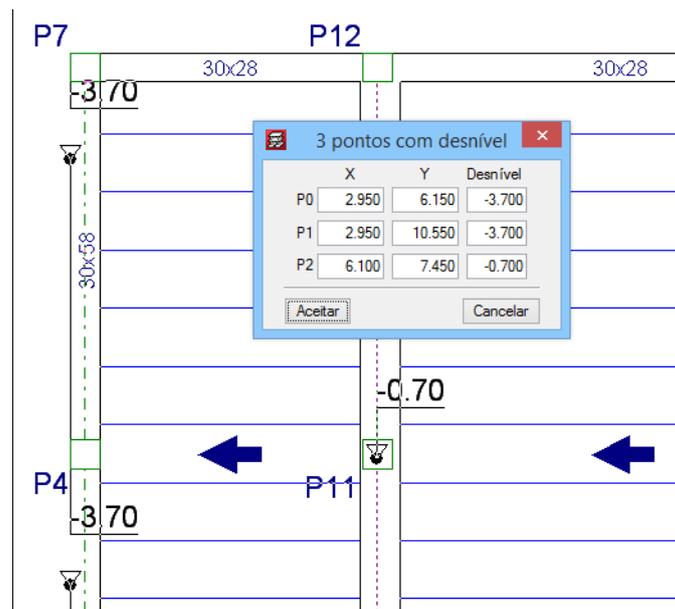


Fig. 4.11

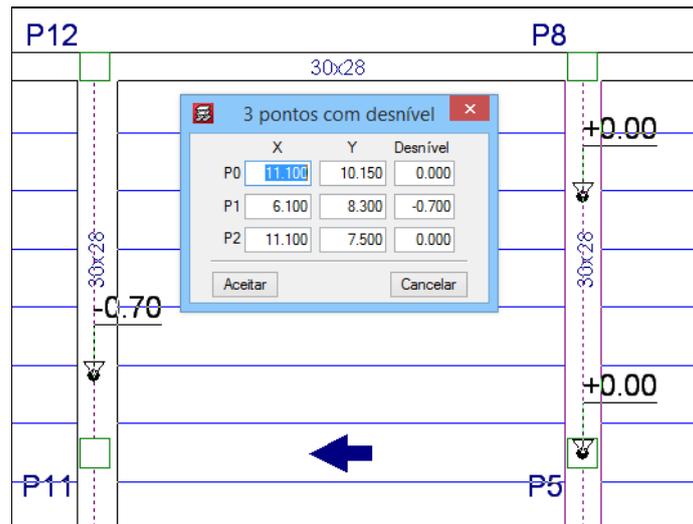


Fig. 4.12

Os planos 3 e 4 são simétricos aos planos 1 e 2.

### Exemplo 2

Nesta cobertura colocou-se um par de janelas (águas-furtadas), mas só se analisam as aberturas na cobertura para simplificar. A cobertura com inclinação apoia-se lateralmente sobre umas vigas de altura paralelas à fachada.

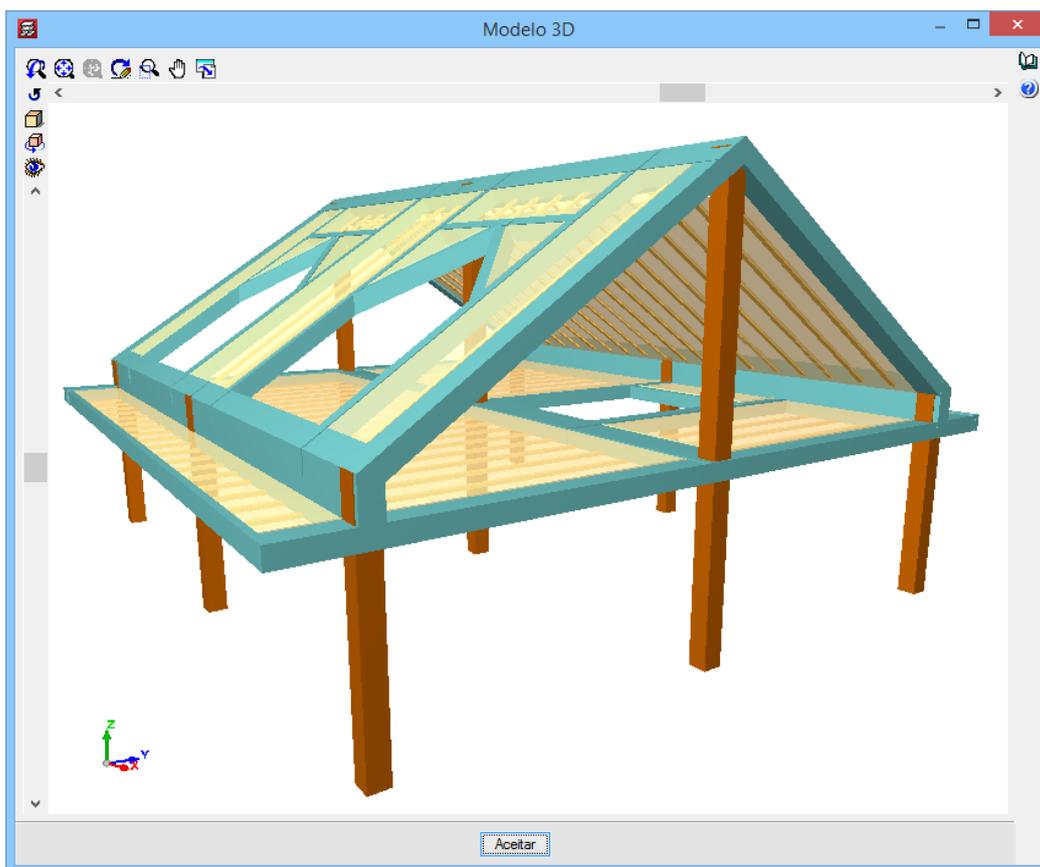


Fig. 4.13

A cobertura em consola não se define em consola como tal, mas constrói-se no grupo abaixo da cobertura uma consola horizontal para apoio de formação de pendente com tijolos finos. A definição de pisos é a seguinte.

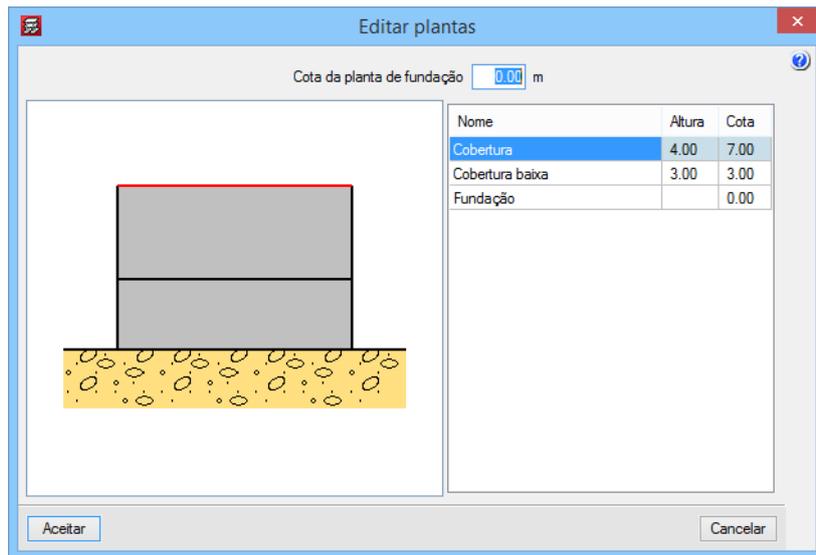


Fig. 4.14

No grupo 1 define-se a cobertura base.

A seguir atribuem-se as vigas comuns às lajes horizontais e às inclinadas. Utiliza-se a opção **Fazer viga comum** e selecciona-se como grupo comum o de cobertura (grupo 2). Mostra-se o eixo com traço-ponto.

No grupo cobertura aparecem automaticamente as vigas comuns com o grupo inferior, com o que não é necessário definir novamente estas vigas. Completam-se as restantes vigas e lajes da cobertura e introduzem-se as cargas lineares que a janela (águas-furtadas) transmite às vigas que formam a abertura na cobertura.

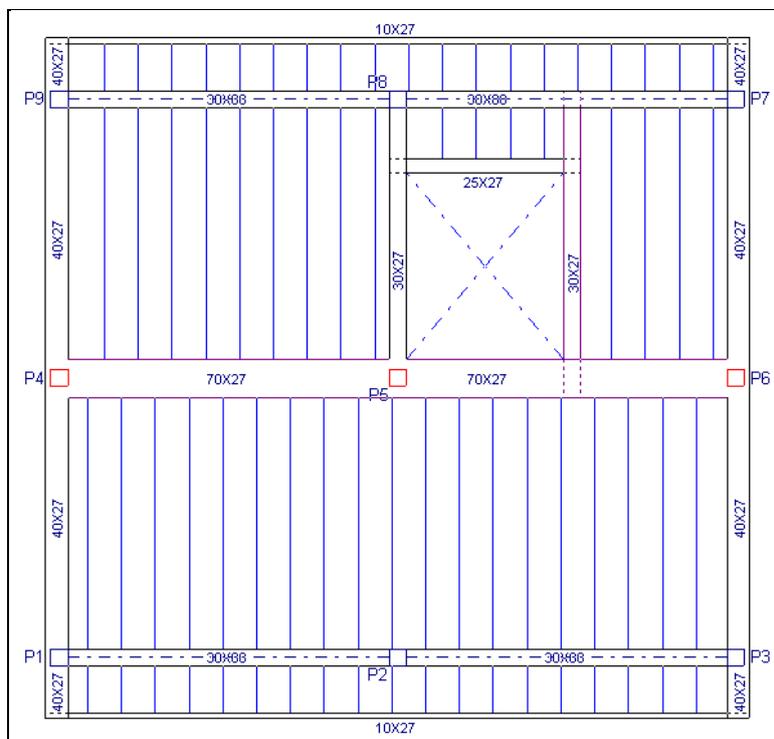


Fig. 4.15

Dado que se definiu o piso em cumeeira, todas as cotas dos planos inclinados serão negativas. Vejamos como seria o plano 1. O plano 2 é simétrico.

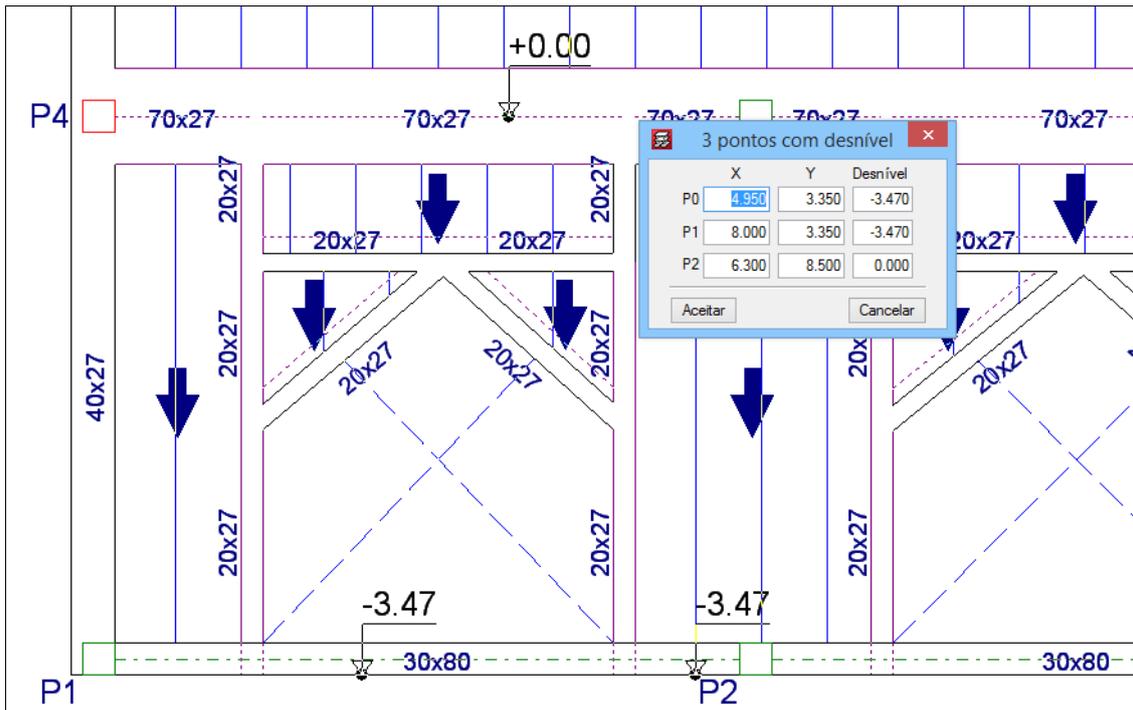


Fig. 4.16

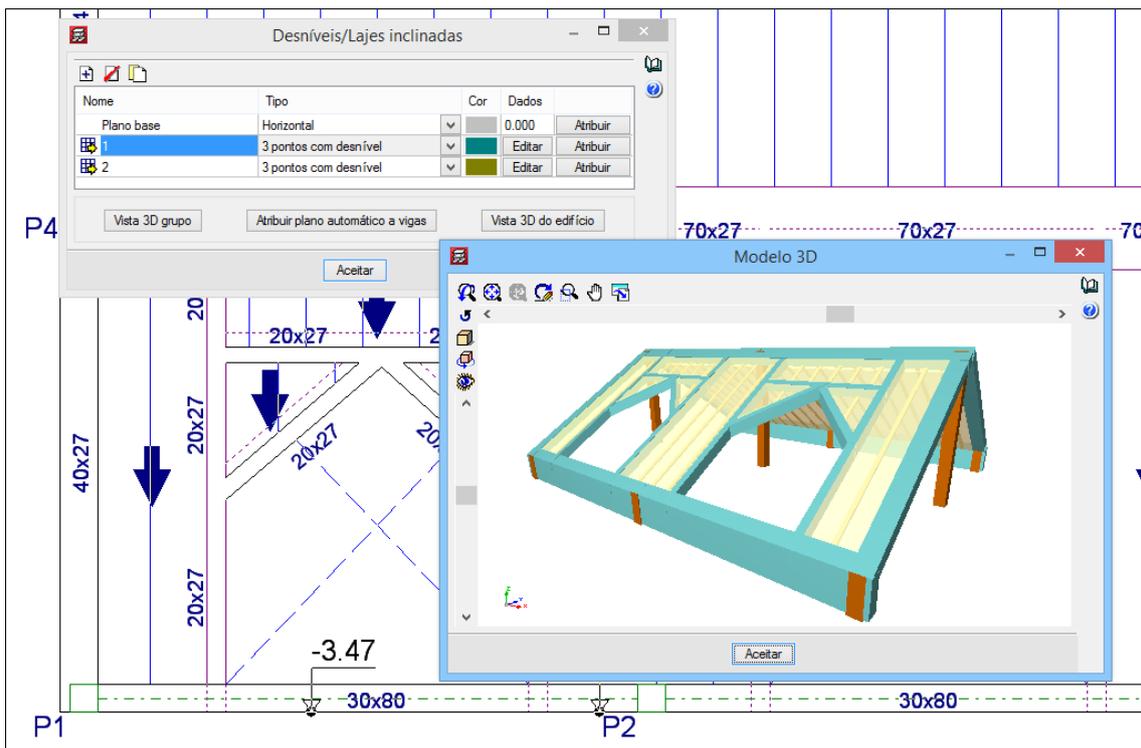


Fig. 4.17

### Exemplo 3

Estabelece-se uma rampa de descida à cave para garagem.

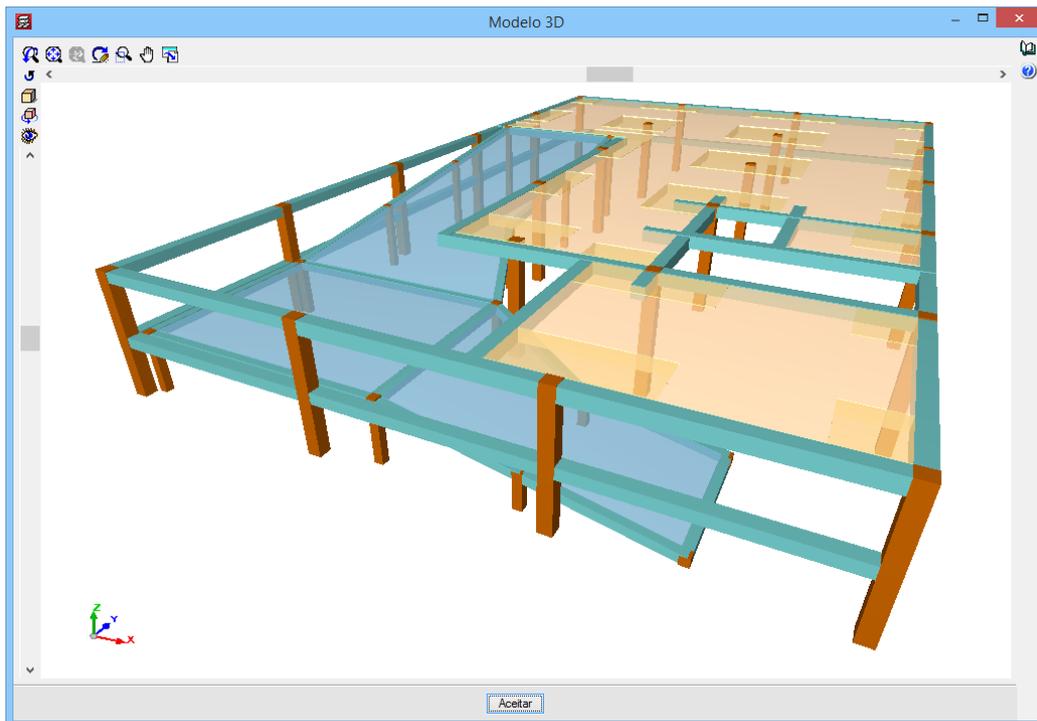


Fig. 4.18

Cria-se um grupo de pisos intermédio entre a fundação e a primeira laje para construir a rampa, a meia altura entre ambos os grupos, por exemplo.

Na parede de pilares introduzem-se uns pilares independentes para sustentar a rampa. Estes pilares irão desde o grupo 0 até ao grupo 1 (o da rampa).

No grupo 1 introduz-se a rampa. Esta define-se com laje maciça e umas vigas rasas ente pilares.

No extremo inferior da rampa introduz-se um muro de alvenaria de suporte. No extremo superior da rampa, torna-se comum a viga com o grupo 2. Definem-se três planos. Dois deles inclinados para os lanços retos e um horizontal para a curva.

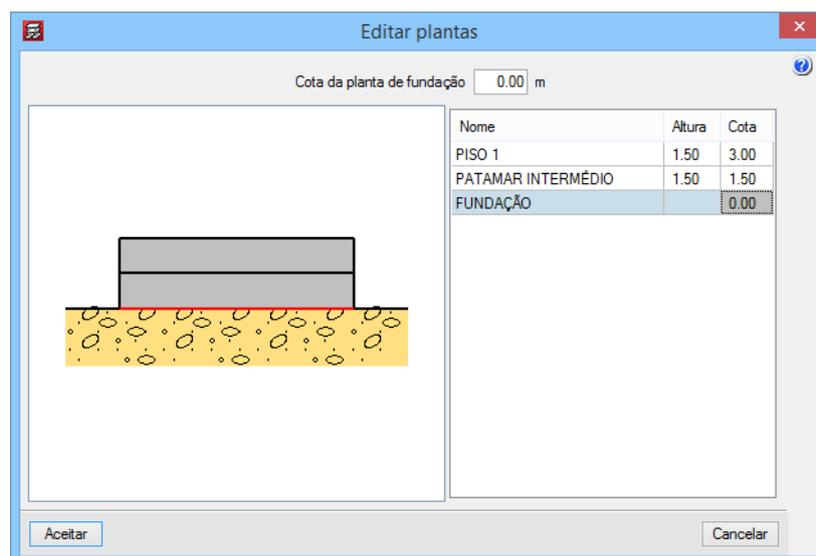


Fig. 4.19

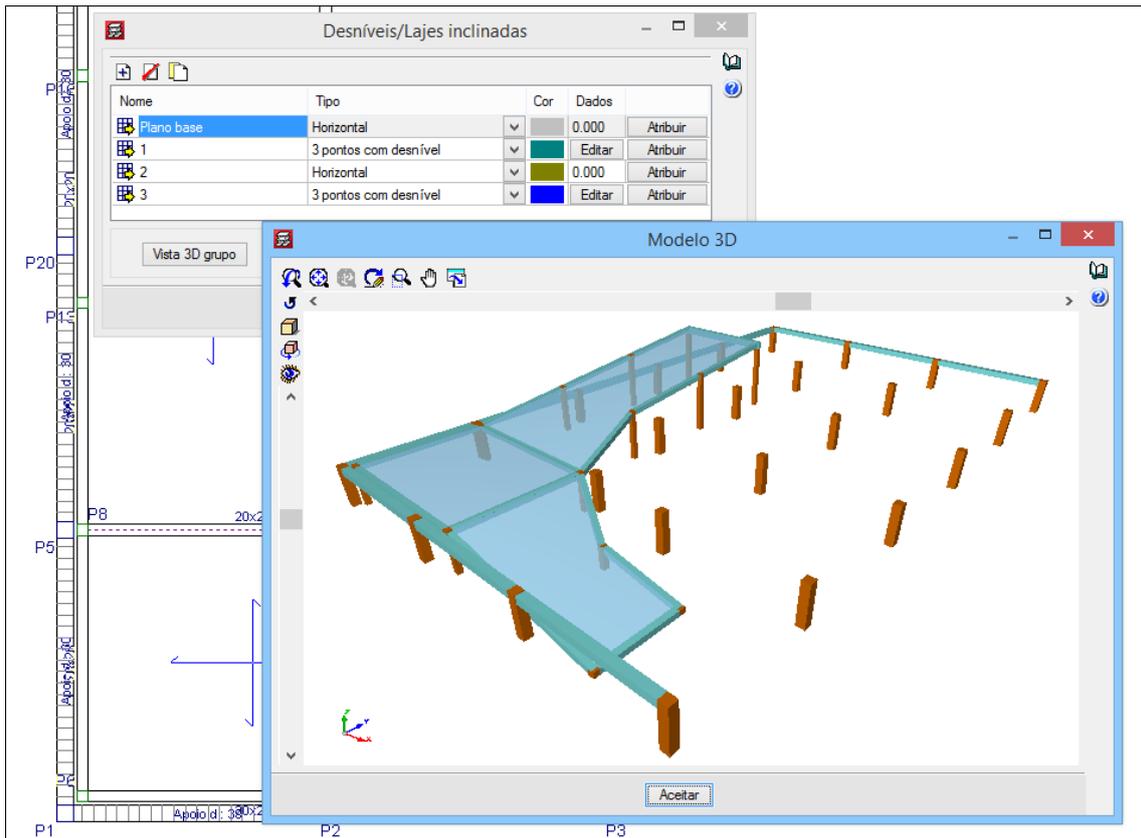


Fig. 4.20

No grupo 2 fica a abertura da rampa na laje. Aparece também a viga comum com o grupo 1.

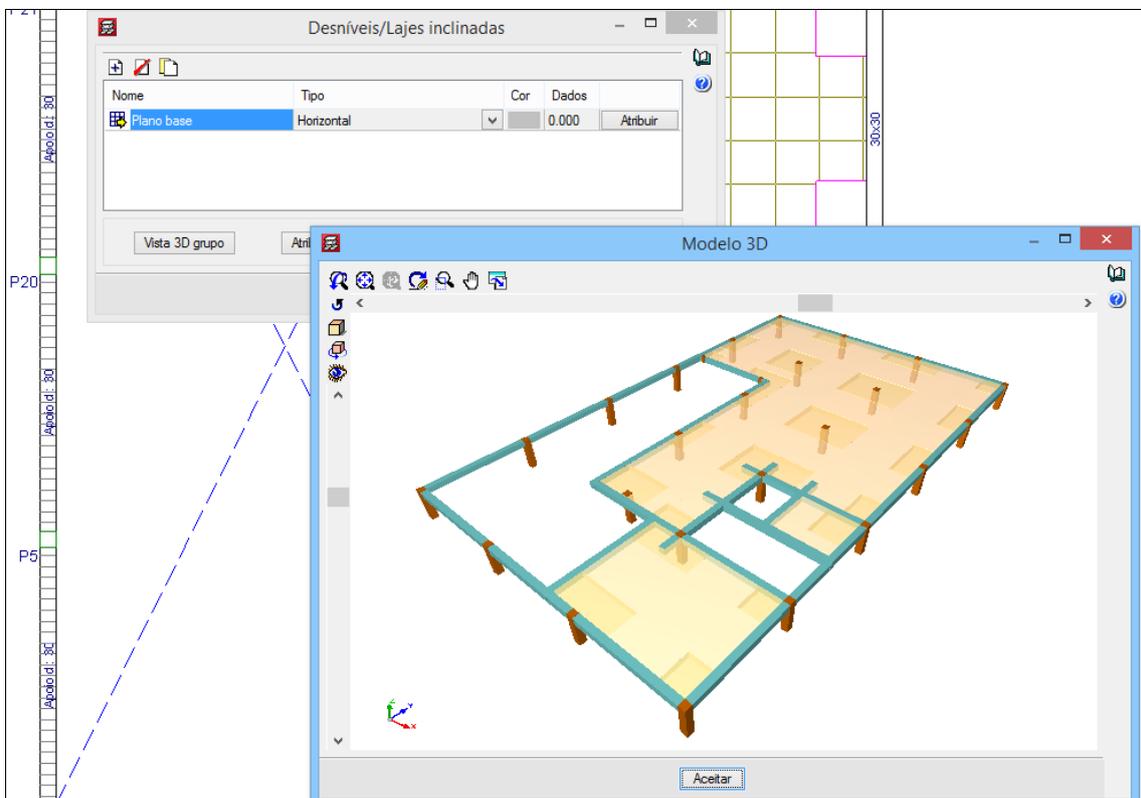


Fig. 4.21

Atenção, recorde que:

Não se pode encostar uma laje inclinada a um muro.

Não se pode tornar uma viga comum no coroamento de um muro.

É preferível fazer as curvas com plano horizontal.

#### Exemplo 4

Estabelece-se uma rampa de acesso entre lajes de parques de estacionamento.

Introduz-se um grupo de pisos intermédio para cada rampa entre pisos. Esta define-se com laje maciça e vigas rasas entre pilares. No extremo inferior da rampa introduz-se uma viga comum com o grupo inferior. No extremo superior tornar-se-á comum a viga com o grupo superior.

Definem-se cinco planos. Três deles inclinados para os lanços retos e dois horizontais para as curvas.

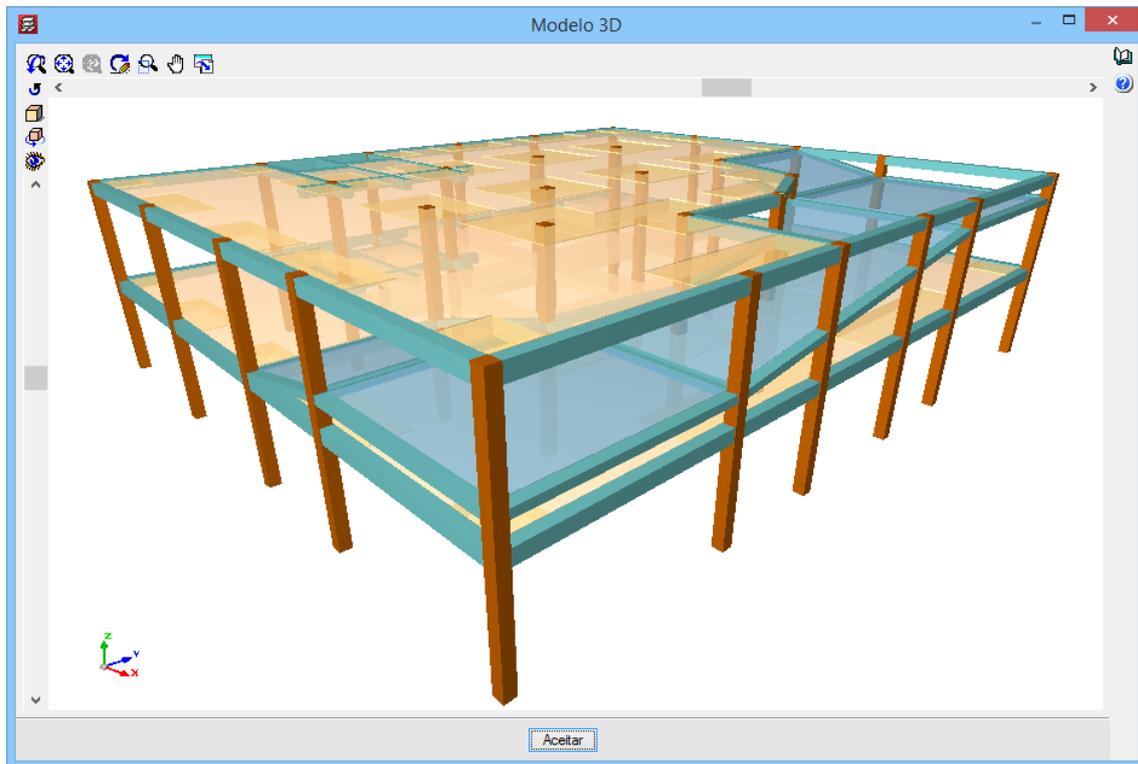


Fig. 4.22

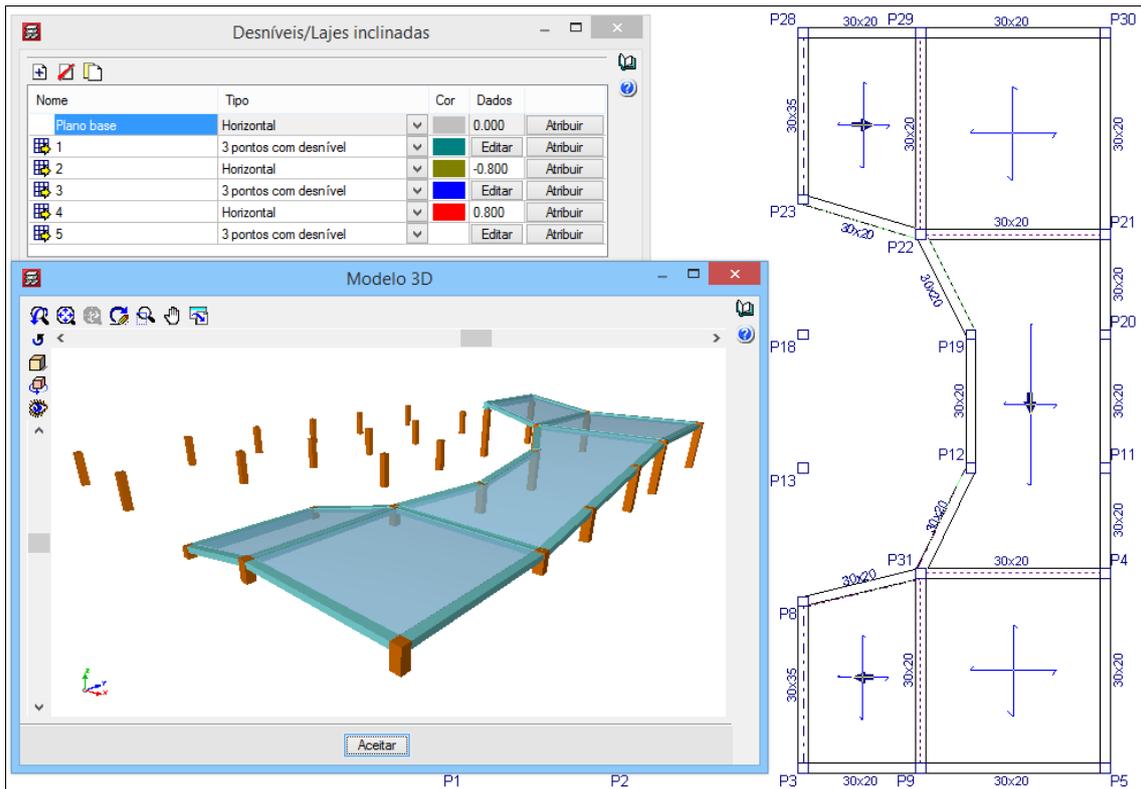


Fig. 4.23

No grupo superior fica a abertura da rampa na laje. Aparece também a viga comum com o grupo da rampa.

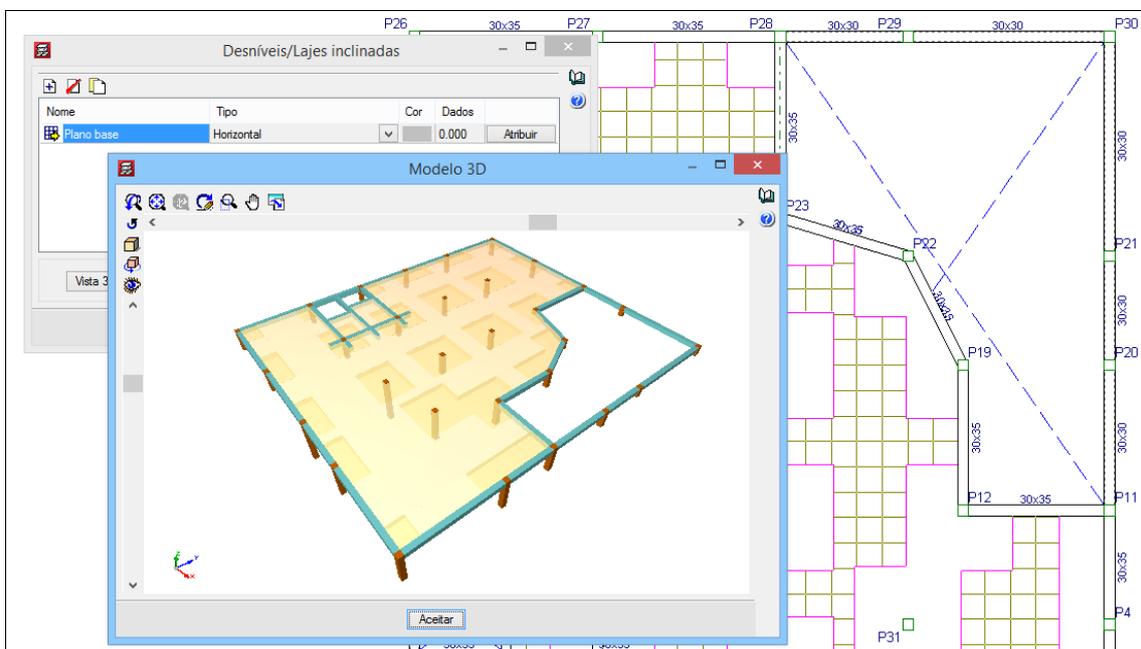


Fig. 4.24

Recorde que: é preferível fazer as curvas com plano horizontal.

## 5. Estruturas 3D integradas

### 5.1. Introdução

Para se introduzir uma Estrutura 3D integrada (betão, metálica, madeira ou de alumínio), é necessário introduzir sempre ligações na estrutura do CYPECAD, de forma a existir uma interligação com ambas as estruturas.

Nos pontos seguintes, iremos especificar as diversas formas de criar interligações com ambas as estruturas.

### 5.2. Casos

A partir de uma simples estrutura concebida no CYPECAD, vamos abordar as diferentes situações que podem surgir.

#### Estrutura CYPECAD

Trata-se de uma estrutura em betão armado com um piso.

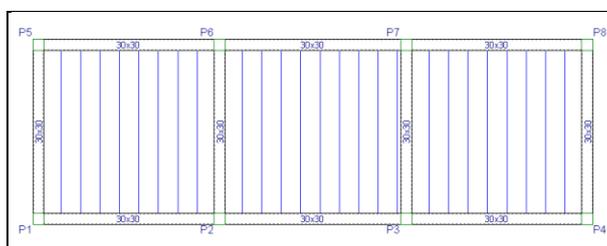


Fig. 5.1

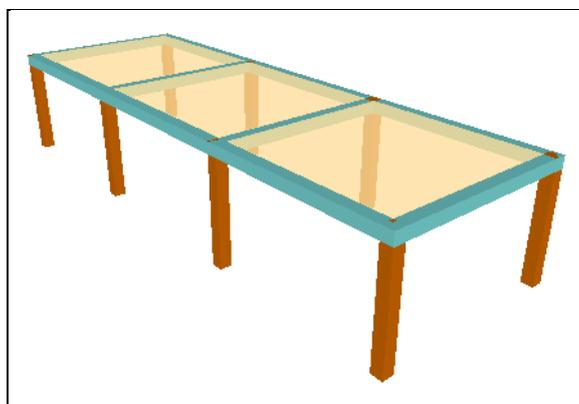


Fig. 5.2

A partir daqui, procede-se à criação da Estrutura 3D integrada, que vai ser demonstrada de uma forma faseada para que se possa compreender o melhor possível todos os seus casos.

#### Caso 1

Criação de um pórtico metálico, cujos pilares metálicos vão arrancar sobre os pilares de betão armado já existentes na estrutura CYPECAD.

- No menu **Obra**, prima em **Estruturas 3D integradas**.

Surge uma janela, com informações sobre este comando, leia e posteriormente feche a janela.

- No menu flutuante, prima em  **Nova estrutura** e dê um nome à estrutura, por exemplo **Estrutura 1**.

A partir daqui, sempre que passar com o cursor por cima de um elemento estrutural, o programa indicará os vários pontos de conexão que o futuro pilar metálico poderá ter.

- Coloque-se sobre o pilar **P1** e coloque o cursor conforme indica a seguinte imagem e prima com o .

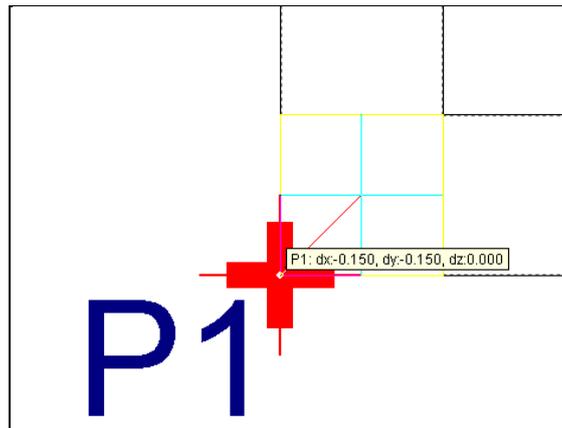


Fig. 5.3

- Coloque-se agora sobre o pilar **P4** e seleccione a conexão de acordo com a imagem seguinte.

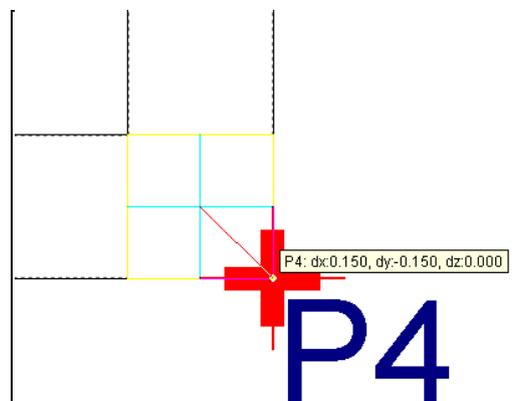


Fig. 5.4

- Prima com o , prima em **Validar ligações**.

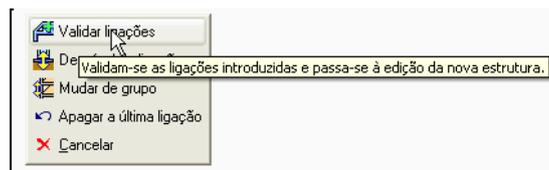


Fig. 5.5

Surge a janela de trabalho para a criação da estrutura metálica.

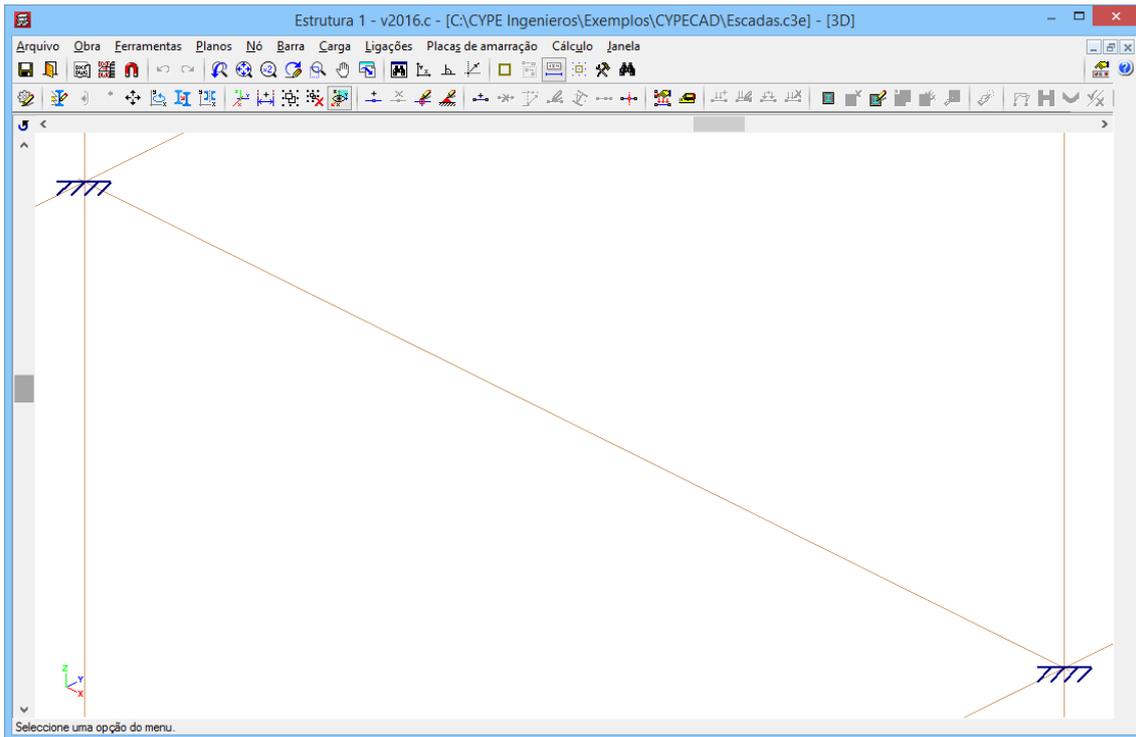


Fig. 5.6

Neste momento, visualiza os arranques do futuro pórtico metálico.

- No menu **Janela**, prima em **Abrir nova**.
- Seleccione a opção **Vista 2D dum plano ortogonal ao eixo X, Y e Z**, prima **Aceitar**.
- Coloque o cursor sobre uma linha que representa o eixo z e prima com o .
- Coloque o cursor sobre uma linha que representa o eixo x e prima com o .

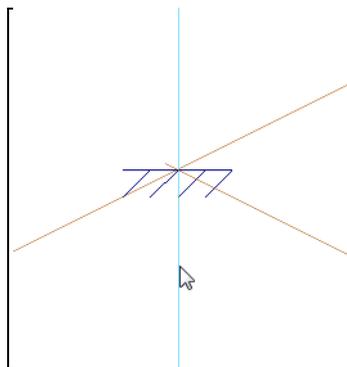


Fig. 5.7

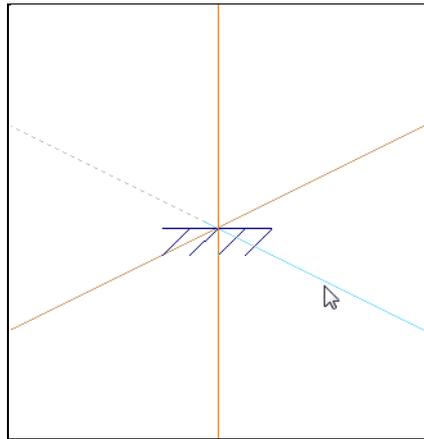


Fig. 5.8

Como nome para a janela, coloque **Pórtico 1**.

- No menu **Barra**, prima **Nova**.
- Prima sobre o arranque e de seguida sobre outro ponto qualquer segundo o eixo z.

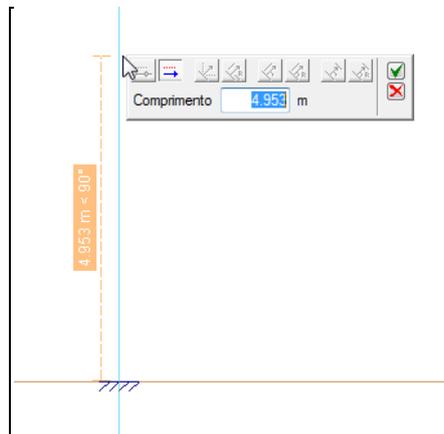


Fig. 5.9

- O programa pede o comprimento da barra, introduza **5 m**.
- Prima sobre a nova extremidade da barra e posteriormente sobre um ponto qualquer, de forma a ficar com uma inclinação, como se pode ver na imagem seguinte.

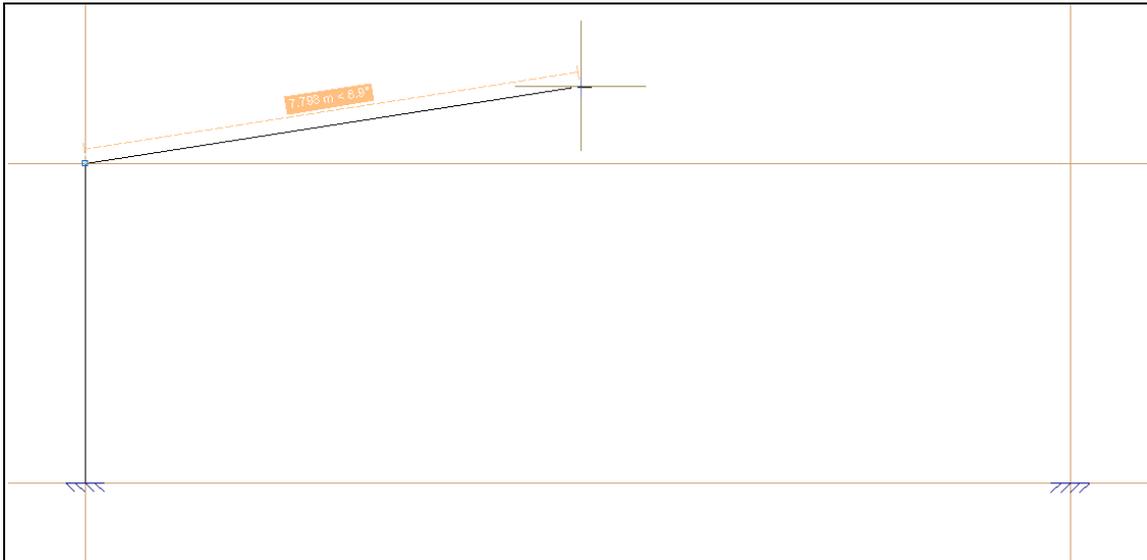


Fig. 5.10

- Surge a indicação dos valores a colocar, prima no ícone **Deslocamento XY absolutos**, como indica na próxima figura.

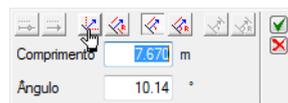


Fig. 5.11

- Coloque como **Deslocamento X** o valor de **7.5 m** e como **Deslocamento Y** o valor de **1.5 m**. Para terminar prima em .
- Coloque as restantes barras de acordo com as imagens seguintes, para terminar prima com o .

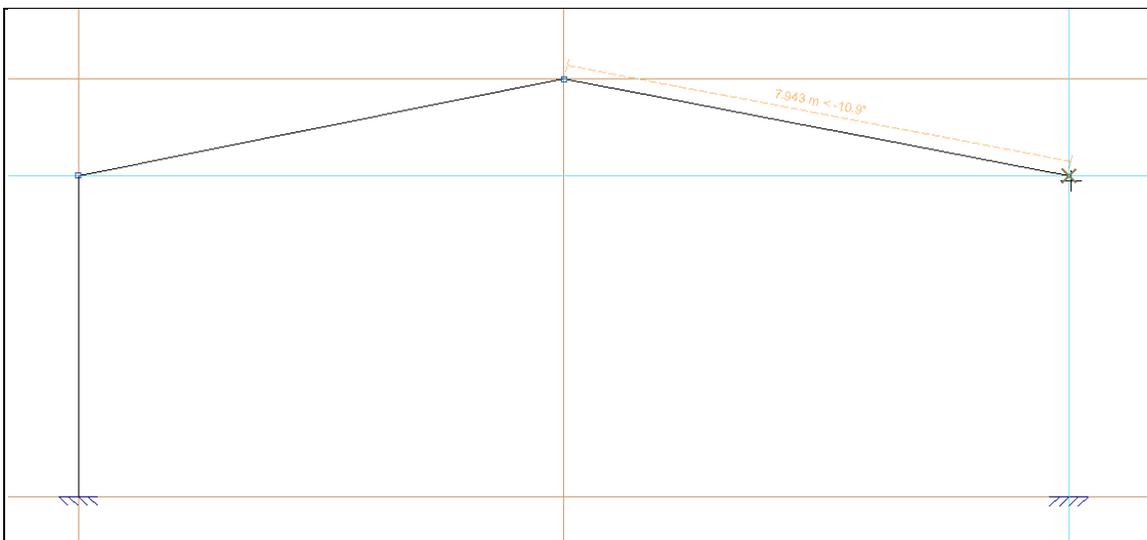


Fig. 5.12

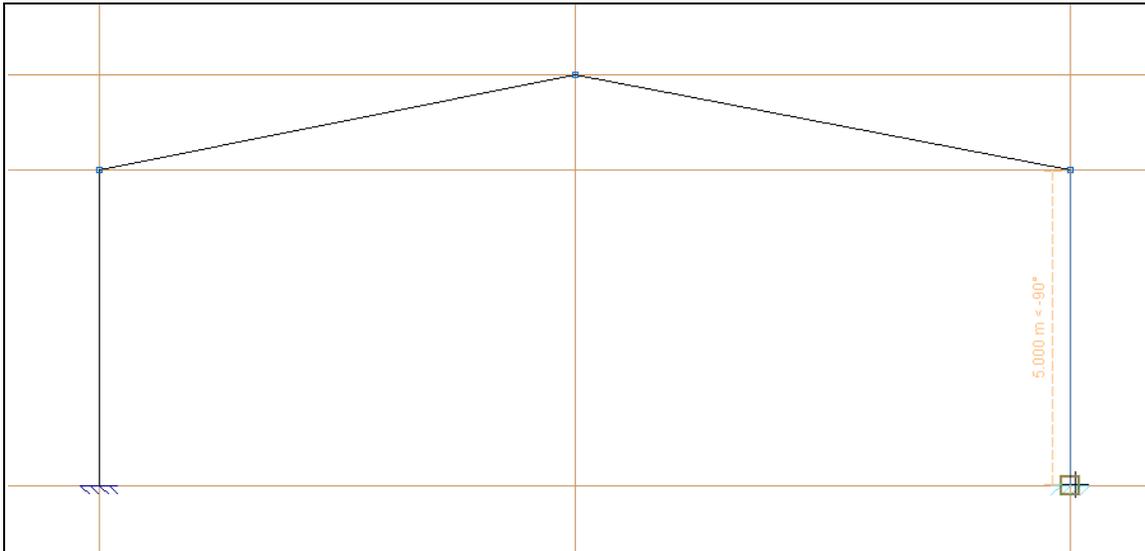


Fig. 5.13

- No menu **Barra**, prima em **Descrever perfil**.
- Selecione os dois pilares e prima com o .
- Prima no botão Perfil **INP-80** e selecione um perfil **IPE-300**, prima em **Aceitar** até voltar a visualizar o pórtico.
- Selecione as duas vigas e prima com o .
- Prima sobre **Simples com cartelas**, colocando os dados da figura seguinte e selecione como perfil **IPE-270**, por exemplo.

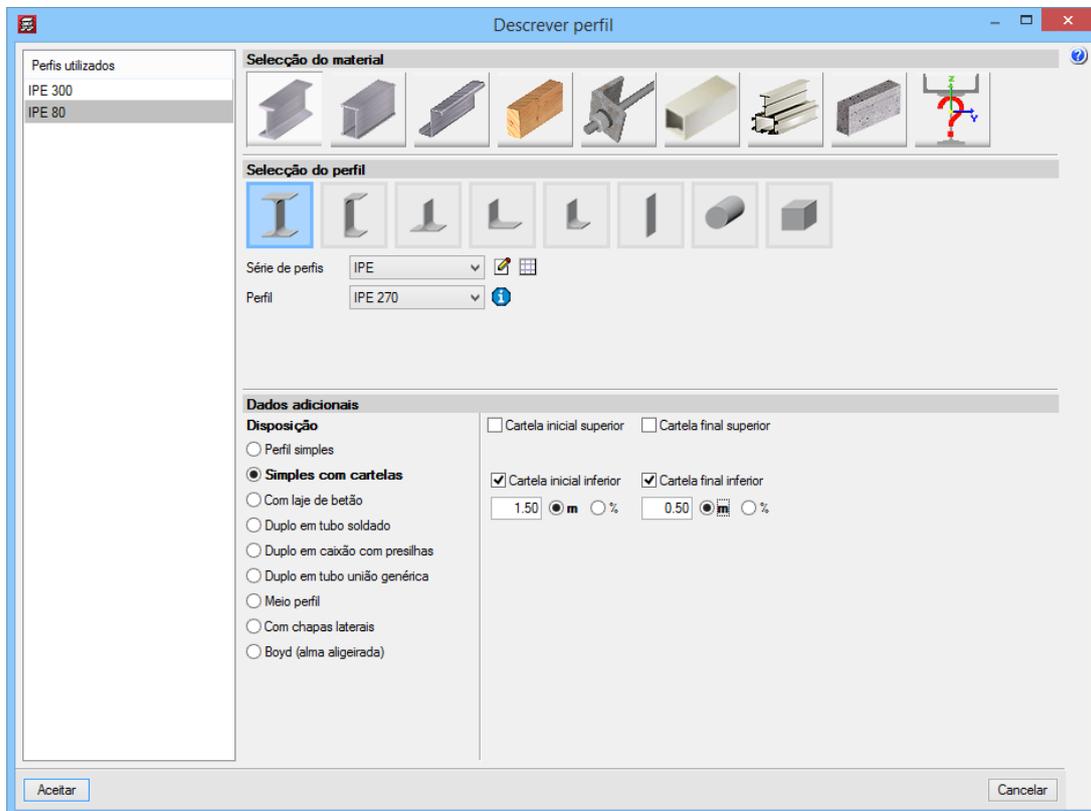


Fig. 5.14

- No menu **Ferramentas**, prima em **Vista 3D**. Verificará que os pilares precisam de ser rodados.

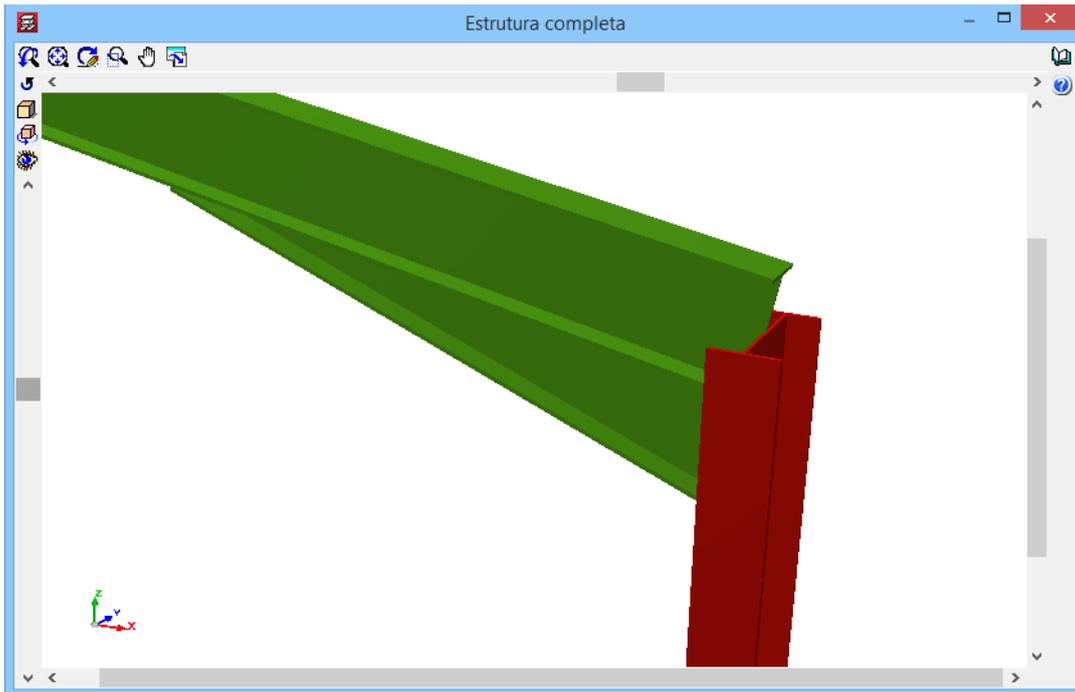


Fig. 5.15

- No menu **Barra**, prima em **Descrever disposição**.
- Seleccione os dois pilares e prima com o , coloque uma **Rotação de 90 graus**, como indica a figura seguinte.

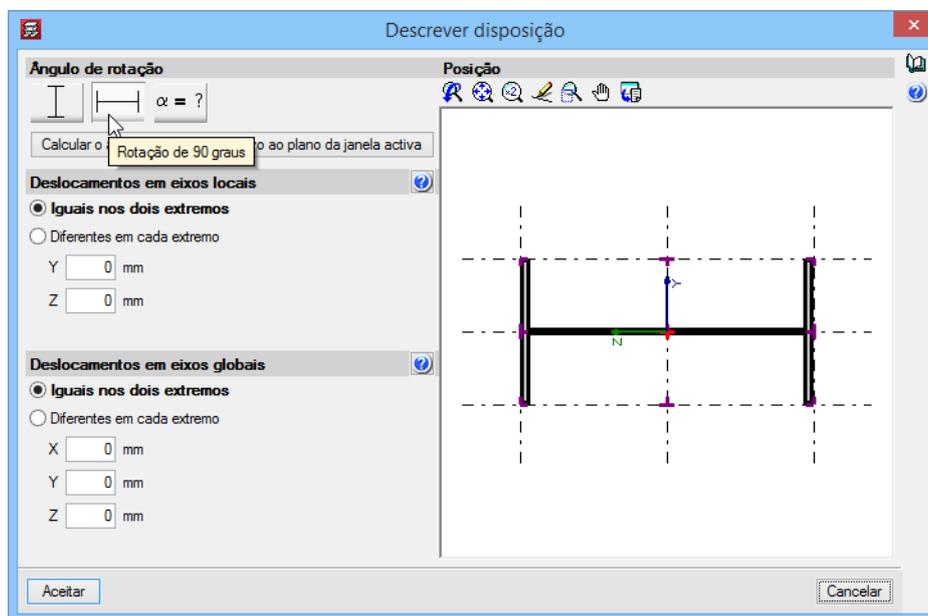


Fig. 5.16

Como este exemplo está direccionado para os vários tipos de conexões entre as duas estruturas, não se vai dar continuidade ao processo normal de introdução de dados (definição dos coeficientes de encurvadura, bambeamento, colocação das cargas, etc...).

- No menu **Arquivo**, prima em **Voltar à estrutura principal**.

Repare que neste momento só visualiza a estrutura de betão armado.

- Para se visualizar globalmente a estrutura, prima em **Grupos > Vista 3D edifício**.

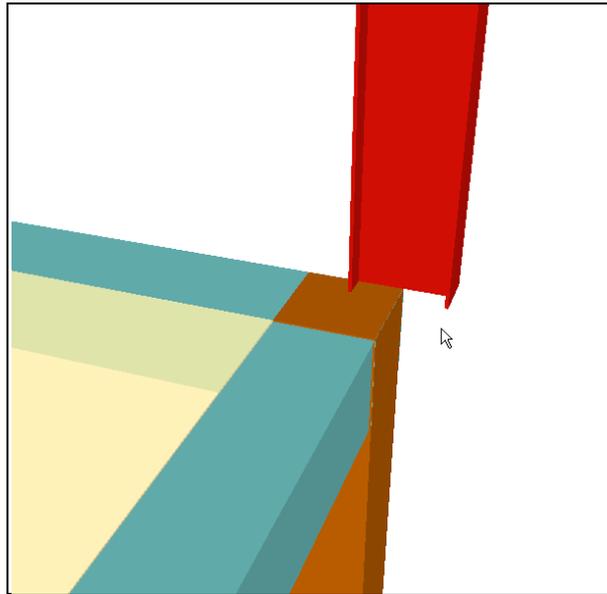


Fig. 5.17

Se verificar a ligação do pilar metálico com a estrutura de betão armado, visualiza que o pilar metálico não se encontra com a sua secção totalmente posicionada sobre a estrutura de betão armado. Isto porque se tinha definido a conexão no canto do pilar e por defeito todas as barras metálicas têm o seu eixo posicionado segundo o centro geométrico da sua secção.

Para se resolver este problema, teremos de alterar a posição dos eixos das barras metálicas, por forma a ficarem ajustadas à estrutura.

- Assim, prima em **Obra > Estruturas 3D integradas**.
- No menu flutuante que surge, prima no ícone  **Editar estruturas**.
- Coloque o cursor sobre uma das conexões e prima com o .

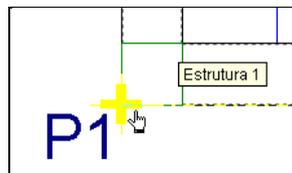


Fig. 5.18

- De regresso ao ambiente da estrutura metálica, coloque-se na janela 3D, para isso prima no menu **Janela > 3D**.

Com o auxílio dos eixos globais , verificamos que teremos de deslocar a estrutura metálica na direção do eixo y e no sentido positivo do mesmo.

- Prima em **Barra > Descrever disposição**.
- Prima sobre o pilar da direita e posteriormente com o .

Na imagem seguinte visualiza-se a posição do eixo local da barra, com este comando Descrever disposição, pode-se alterar a posição do mesmo.

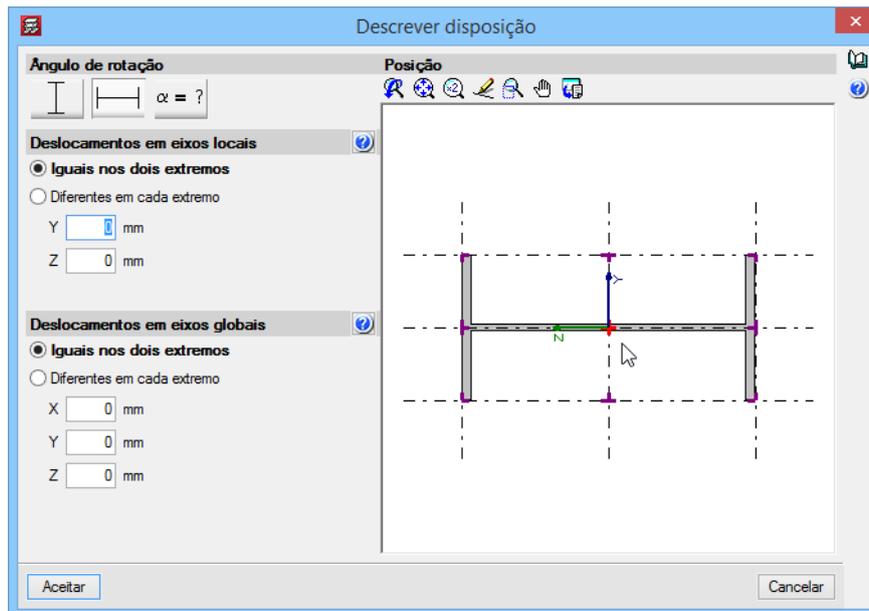


Fig. 5.19

Para este caso, teremos que posicionar o eixo local de acordo com a imagem seguinte, premindo com o

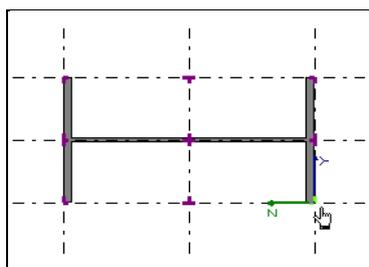


Fig. 5.20

Para o pilar da esquerda, defina o eixo local na posição indicada na imagem seguinte.

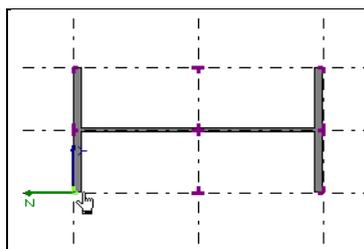


Fig. 5.21

Agora é necessário posicionar os eixos locais das vigas.

- Prima na viga mais à direita e posicione o eixo de acordo com a figura seguinte.

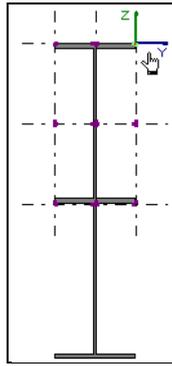


Fig. 5.22

O facto de se dispor o eixo no topo de perfil, está também relacionado pelo facto do utilizador pretender colocar as madres, ficando assim as mesmas sobre o banzo superior do perfil.

- Prima na viga mais à esquerda e posicione o eixo de acordo com a figura seguinte.

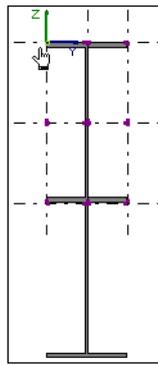


Fig. 5.23

- No menu **Arquivo**, prima em **Voltar à estrutura principal**.
- Prima em **Grupos > Vista 3D edifício**.

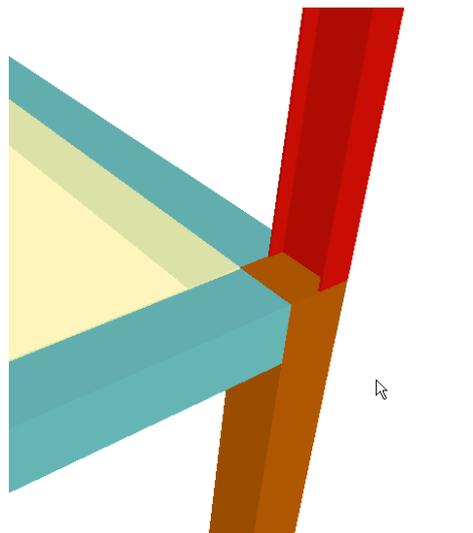


Fig. 5.24

A estrutura metálica ficou ajustada à estrutura de betão armado.

No caso de pretender colocar placas de amarração nos pilares metálicos, a secção dos pilares de betão armado deverá ter uma secção maior ou igual às dimensões da placa de amarração.

## Caso 2

Criação de um outro pórtico metálico, cujos pilares metálicos vão possuir fundação própria.

Passa-se à criação de arranques, para posteriormente definir as futuras conexões nos mesmos.

Como já foi dito, as conexões podem ser definidas em pilares ou arranques.

- Coloque-se na **Entrada de pilares**.
- No menu **Introdução**, prima em **Pilares, paredes e arranques**.
- Prima em **Novo arranque**.

Defina como arranque um perfil **IPE-300** e um ângulo de 90 graus, não é importante o tipo de secção do arranque.

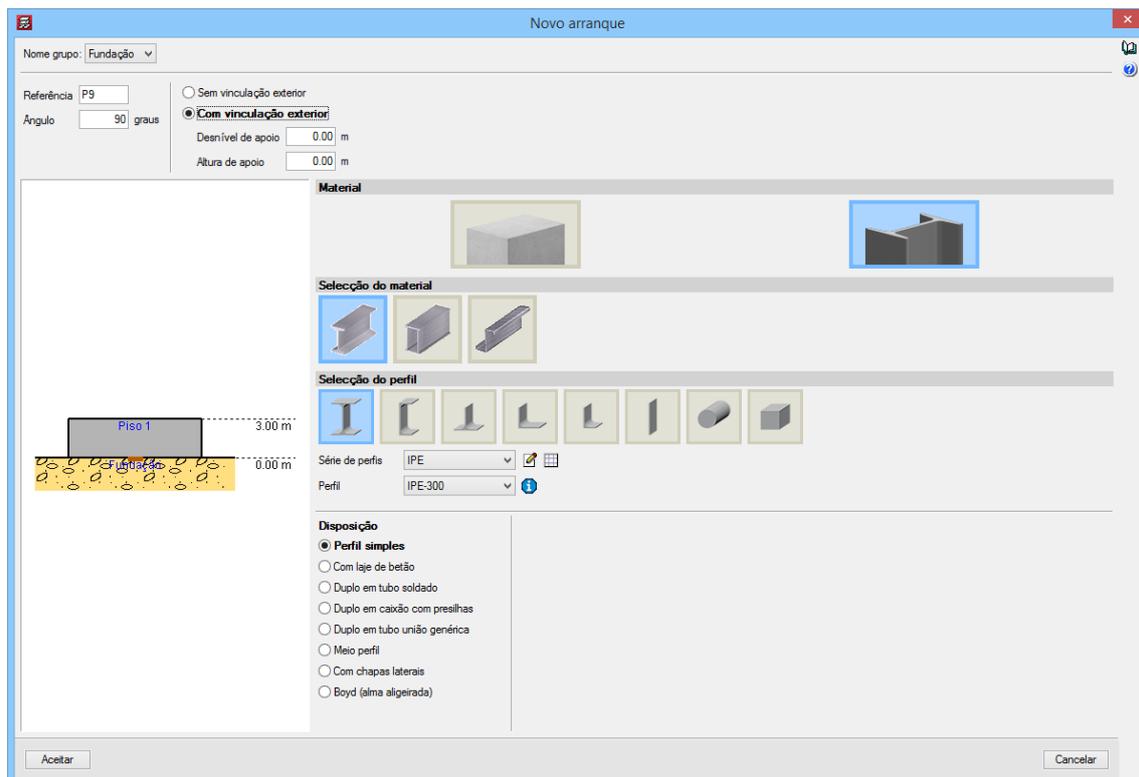


Fig. 5.25

- Coloque os arranques e ajuste-os de acordo com as seguintes figuras.

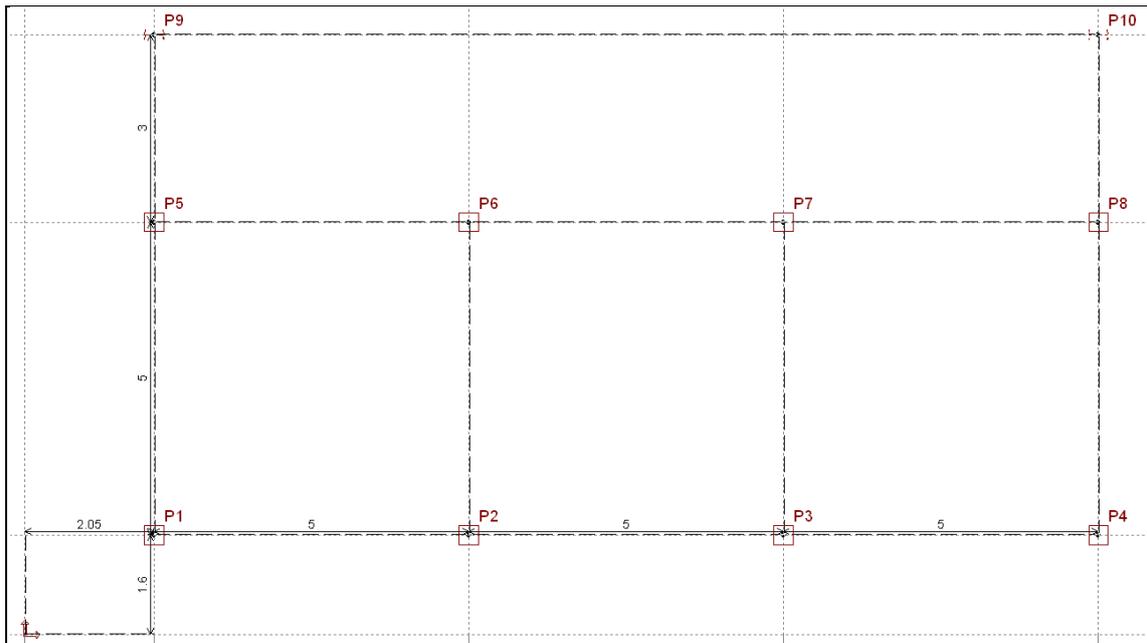


Fig. 5.26

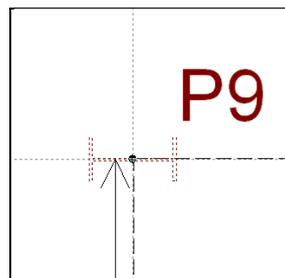


Fig. 5.27

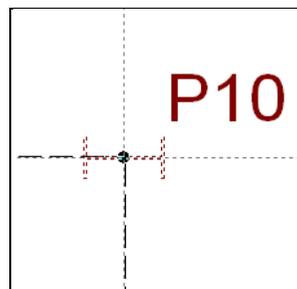


Fig. 5.28

- Prima em **Entrada de vigas** e coloque-se no **grupo 1**.

A partir de agora é preciso definir as novas conexões. Estas novas conexões vão ser inseridas no âmbito da estrutura 3D já criada, ou seja, não se vai criar uma nova estrutura 3D integrada.

- Prima em **Obra > Estruturas 3D integradas**.
- No menu flutuante, prima em  **Nova ligação**.
- Com o botão  prima sobre uma das conexões já existentes, posteriormente prima com o botão  sobre a mesma e selecione a opção **Mudar de grupo**.



Fig. 5.29

- Selecione o grupo **Fundação**.
- Coloque as conexões de acordo com as seguintes figuras.

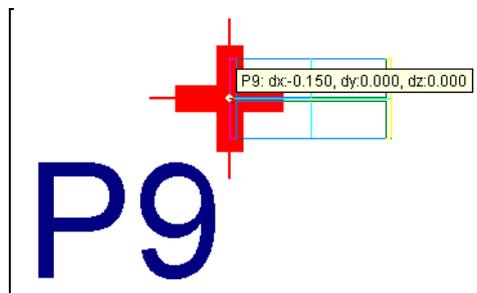


Fig. 5.30

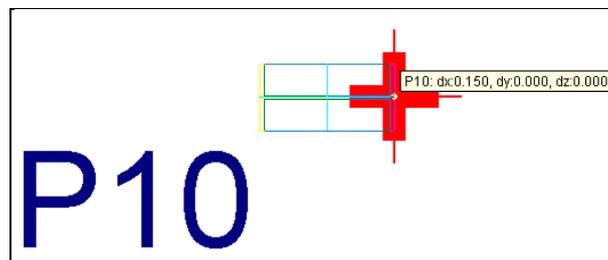


Fig. 5.31

- Prima com o botão  e prima em **Acrescentar ligações**.

Surge o ambiente de trabalho das estruturas 3D integradas.

- Introduza as barras de forma a perfazerem o pórtico, isto com o comando **Barra > Nova**.

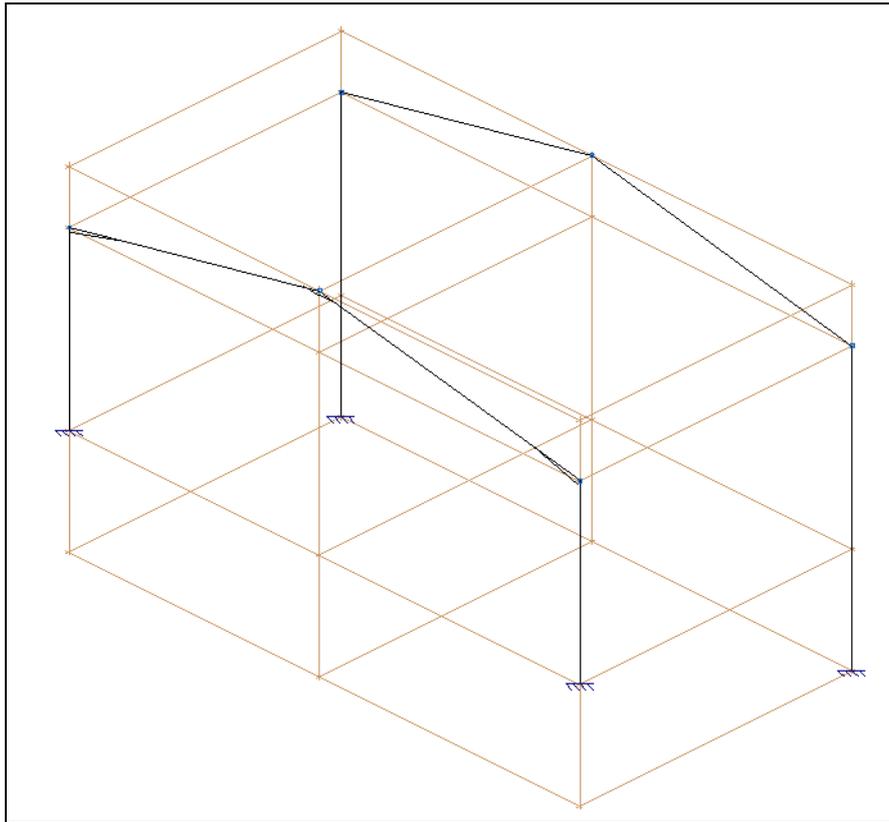


Fig. 5.32

- Coloque os mesmos perfis do outro pórtico, isto com o comando **Barra > Descrever perfil**.
- Com o comando **Barra > Descrever disposição**, altera-se a posição dos eixos locais das barras e a respetiva orientação. Acompanhe com as seguintes figuras.

Pilar à esquerda

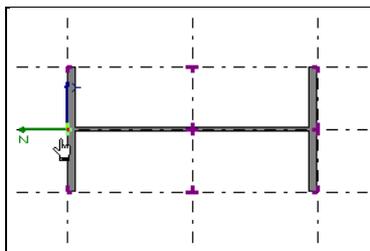


Fig. 5.33

Pilar à direita

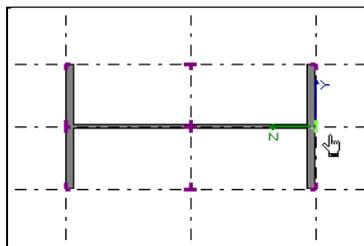


Fig. 5.34

Vigas

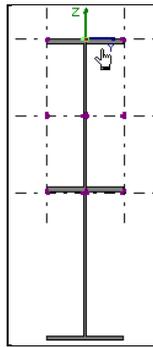


Fig. 5.35

- Prima em **Arquivo**> **Voltar à estrutura principal**.
- Prima em **Grupos**> **Vista 3D edifício**.

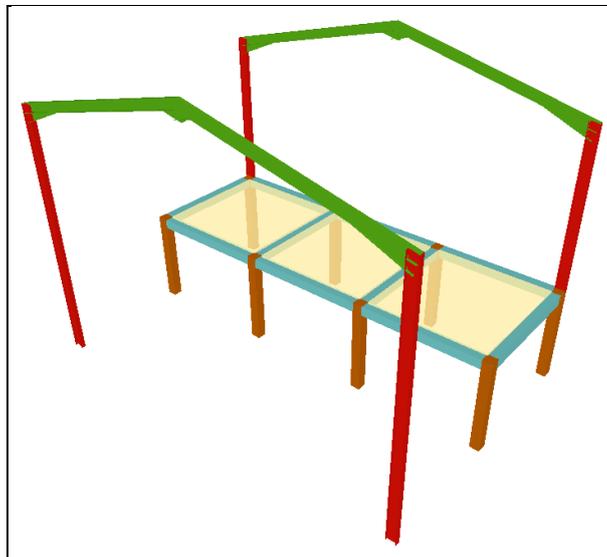


Fig. 5.36

Por exemplo, se pretender colocar as madres sobre as vigas dos pórticos metálicos, siga as seguintes instruções.

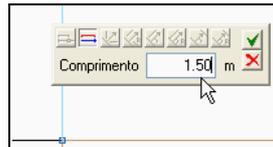
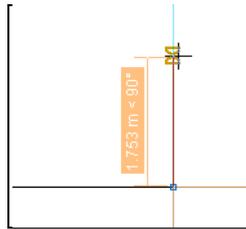
- Prima **Obra**> **Estruturas 3D integradas**.
- Prima no ícone  **Editar estruturas** relativo ao menu flutuante Estruturas 3D integradas.
- Prima sobre uma das conexões com o .

Para facilitar o trabalho de introduzir as madres, criam-se duas vistas relativas a cada uma das águas.

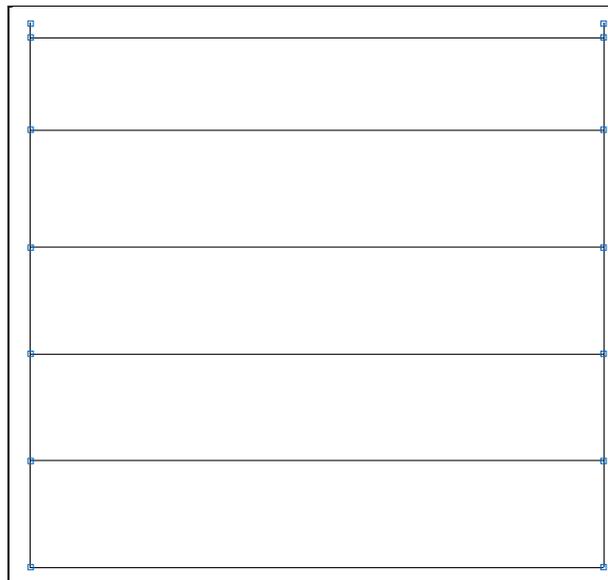
- Prima em **Janela**> **Abrir nova**.
- Selecione **Vista 2D dum plano**.
- Prima em três pontos que fazem parte de uma água, por exemplo prima em dois pontos da cumeeira e num ponto da cabeça de um dos pilares. Dê um nome à janela. Repita o procedimento para a outra água.
- Prima em **Janela**> **3D**, para ativar a vista 3D.
- Repita o mesmo procedimento para a criação da vista da outra água.
- Visualizando uma das vistas agora criada, prima em **Barra**> **Nova**.

Pressupõe-se introduzir madres com espaçamento de 1.5 m.

- Com a ajuda dos comandos de introdução de barras, colocam-se as barras afastadas de 1.5 m.



Junto à cumeeira o afastamento será menor, de forma a se poder colocar uma madre em cada uma das águas. O aspeto final da vista de uma das águas ficará de acordo com a figura seguinte.



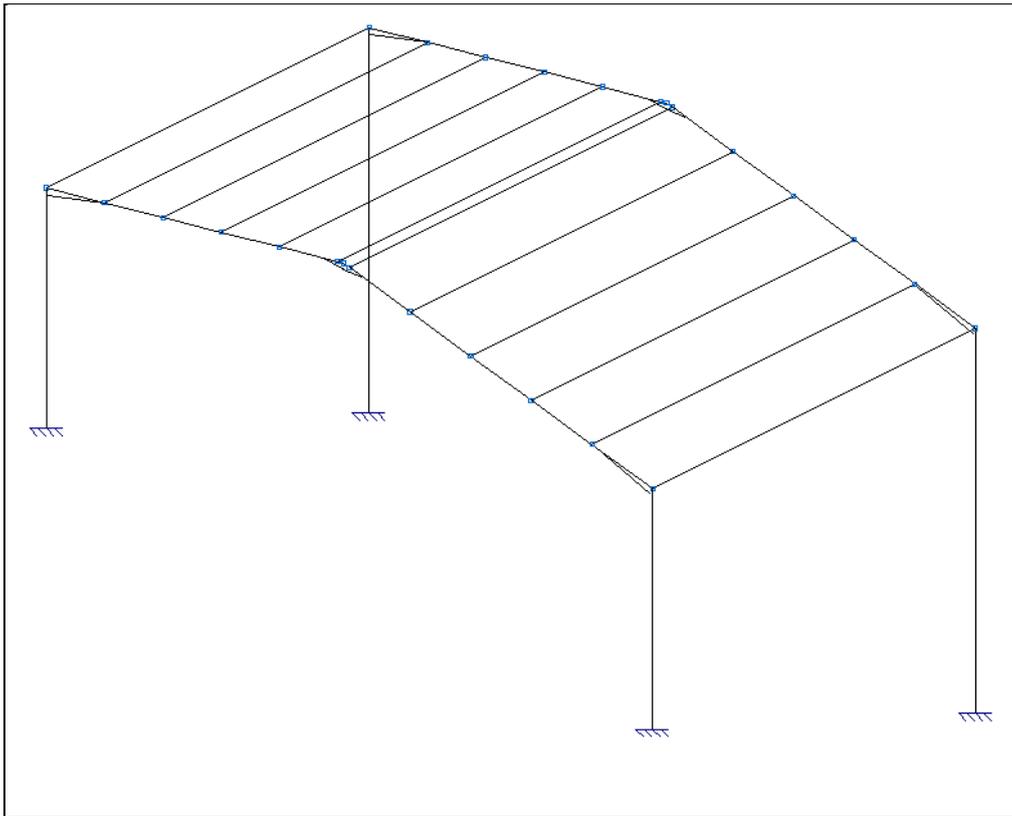


Fig. 5.40

Após a introdução das barras, passamos a descrever os perfis.

- Prima em **Barra > Descrever perfil**.
- Selecione todas as novas barras que representam as madres, prima com o  para terminar a seleção.

- Prima no ícone  **Perfil aço enformado**.

Pretende-se para as madres um perfil em **Z**.

- Prima no ícone  **Z enformado com rigidificadores**.

Pretende-se importar as madres Z do fabricante Mundiperfil.

- Prima em  **Editar a lista de elementos**.
- Prima em  **Importação de séries de perfis pré-definidas**.
- Prima em **Mundiperfil**.
- Active a opção de **importar** relativamente ao tipo de perfil **Z** e prima **Aceitar**.

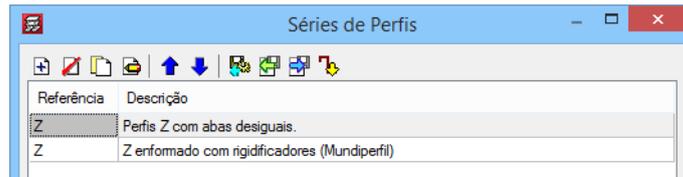


Fig. 5.41

- Prima em  para eliminar a referência Z relativa à descrição **Perfis Z com abas desiguais**.
- Prima **Aceitar**.
- Selecione por exemplo um perfil Z 200x20.

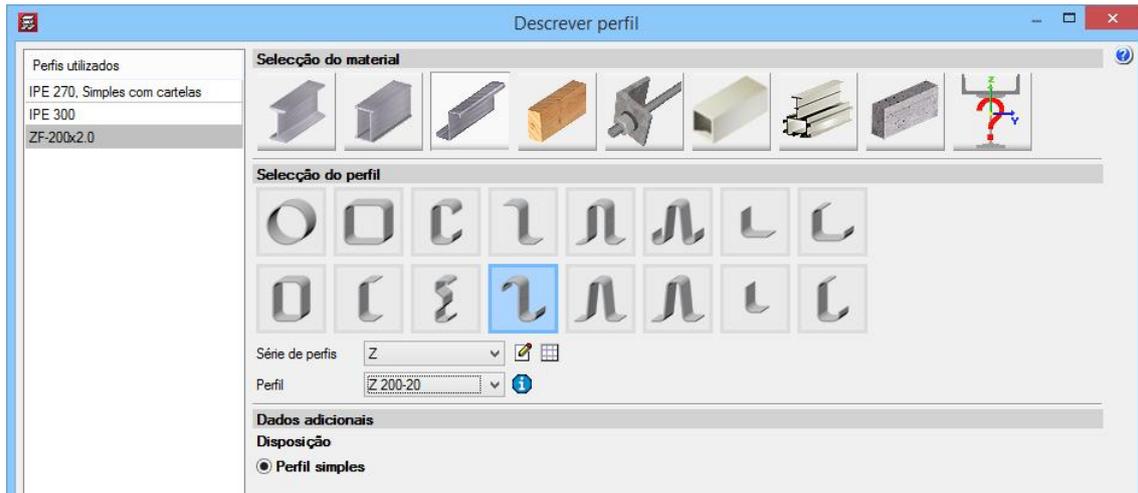


Fig. 5.42

- Prima **Aceitar** até voltar a visualizar a estrutura.
- Com o comando **Barra > Inverter o sentido do eixo do X**, define-se a orientação da secção das mesmas, principalmente numa das águas.

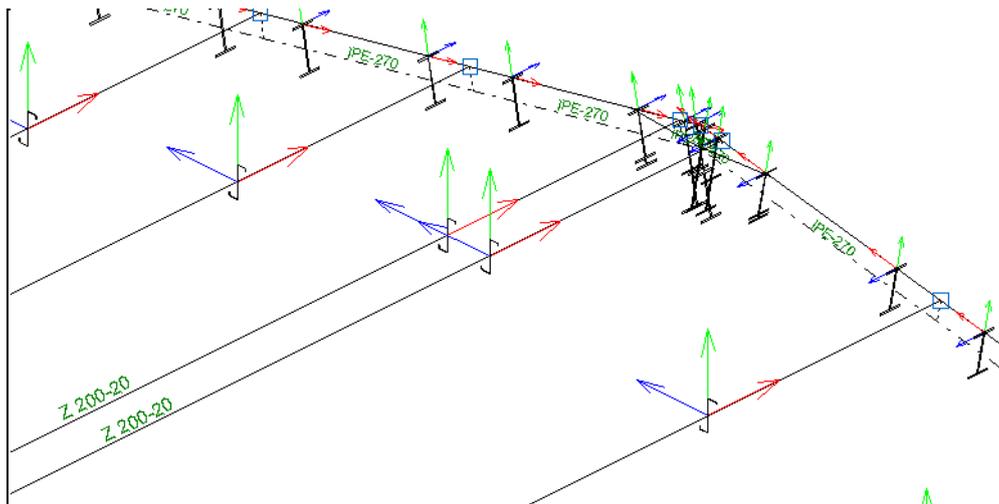


Fig. 5.43

- Selecione as barras pertencentes à água direita e prima com o . O aspeto será o da figura seguinte.

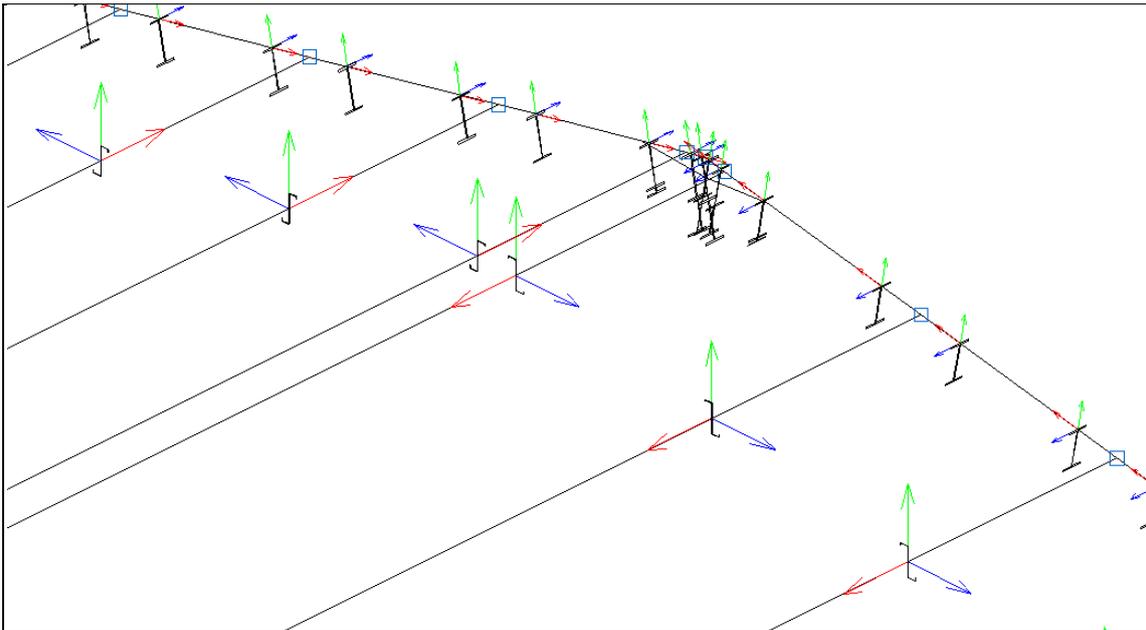


Fig. 5.44

- Com o comando **Barra > Descrever disposição**, procede-se ao posicionamento do eixo local das madres de forma que as mesmas apoiem sobre as vigas.

Assim, para todas as madres, com a exceção da madre mais à direita e mais à esquerda, a disposição é de acordo com a figura seguinte.

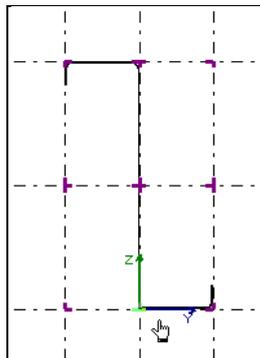


Fig. 5.45

Para as madres extremas, a disposição será a da figura seguinte.

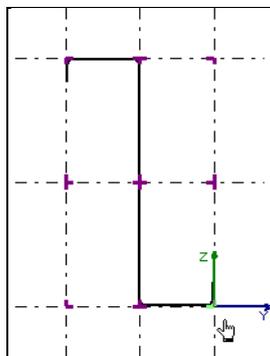


Fig. 5.46

- Prima em **Obra > 3D**.

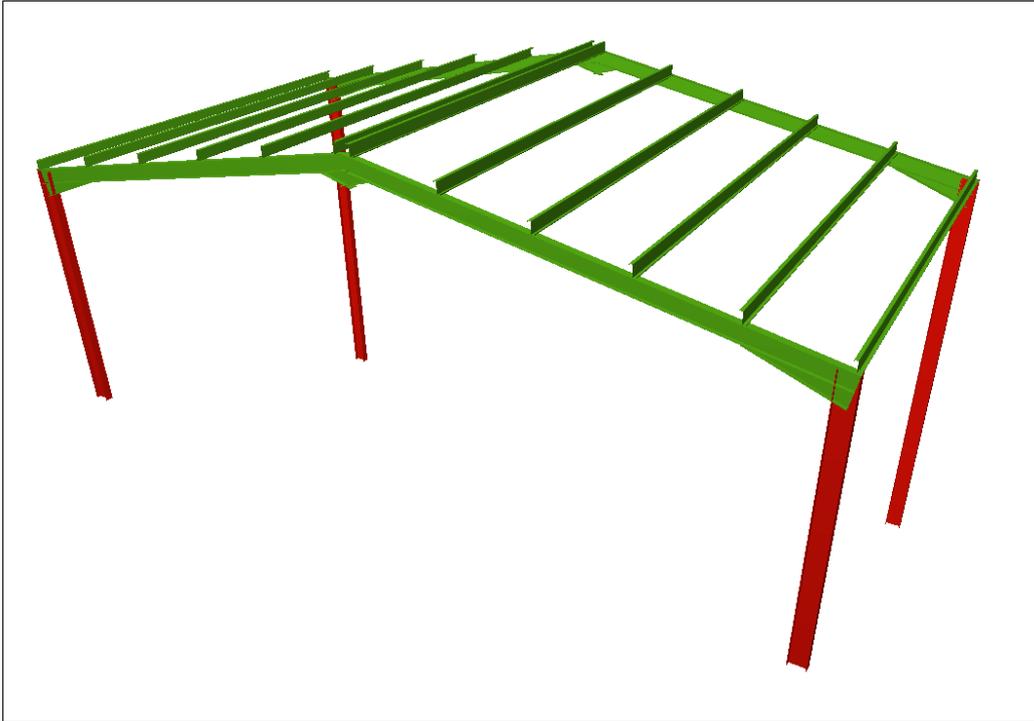


Fig. 5.47

Neste capítulo, estamos só a abordar questões particulares de introdução e disposição de barras, não abordando as restantes situações de introdução de cargas, definições de coeficientes de encurvadura, bambeamento, flecha...

- Prima em **Arquivo**> **Voltar à estrutura principal**.
- Prima em **Grupos**> **Vista 3D edifício**.

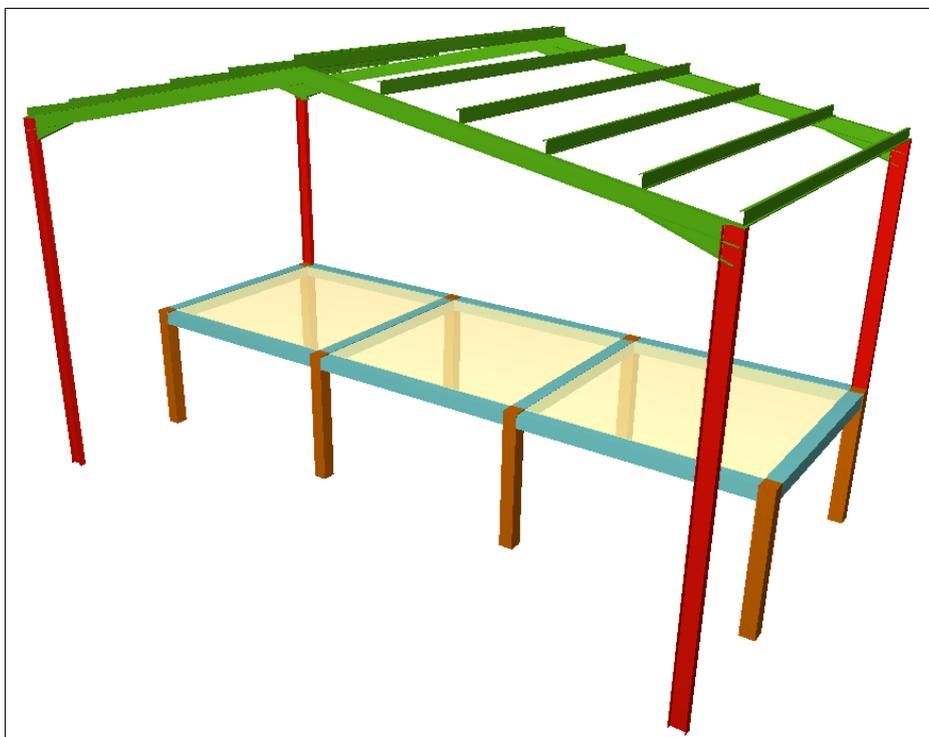


Fig. 5.48

### Caso 3

Criação de uma viga metálica, que une um pilar metálico com um pilar de betão, encontrando-se a mesma posicionada, por exemplo, a meia altura do pilar.

Para esta situação é necessário definir uma conexão sobre o pilar de betão.

- Posicione-se no **grupo 1** e prima em **Obra > Estruturas 3D integradas**.
- Prima em  **Nova ligação**, no menu flutuante.
- Prima sobre uma das conexões já existentes no grupo 1, para seleccionar a estrutura integrada.
- Posicione-se sobre o pilar P5 e coloque a conexão de acordo com a figura seguinte.

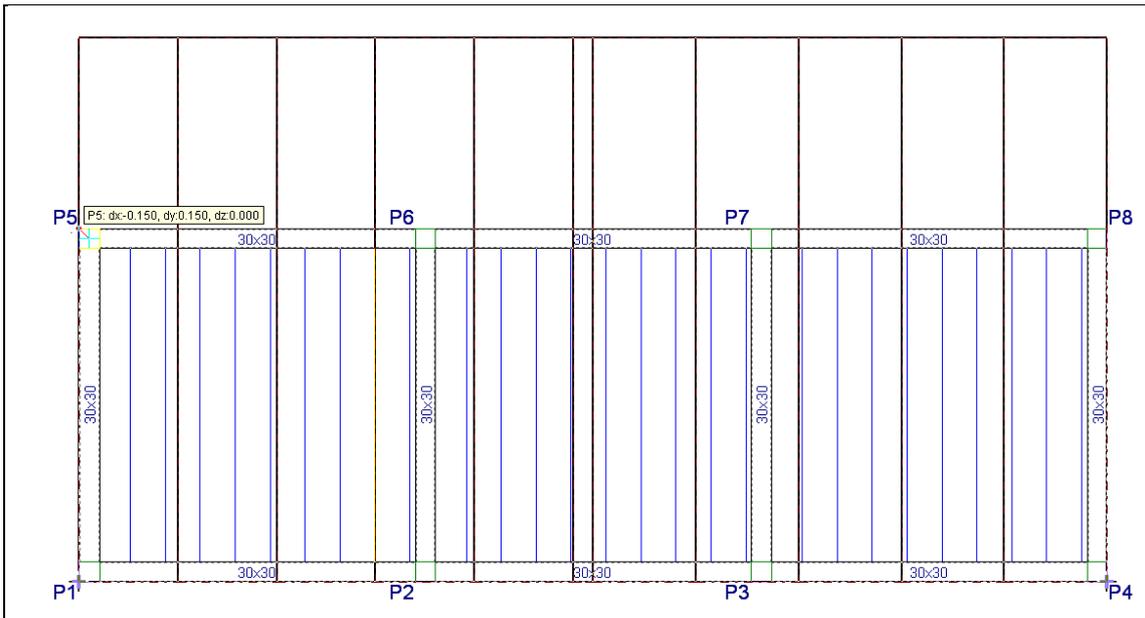


Fig. 5.49

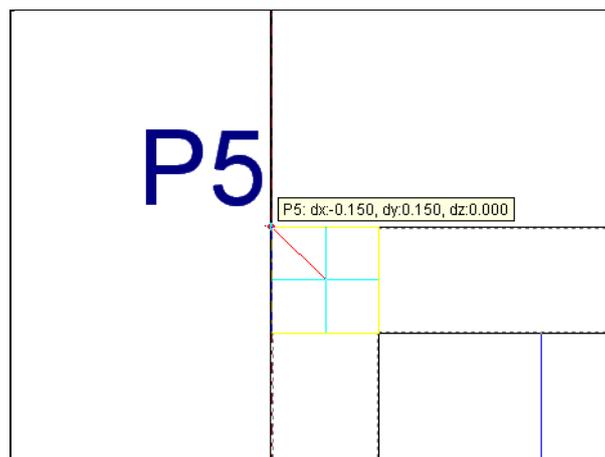


Fig. 5.50

- Prima com o  e seleccione **Desnível da ligação**.

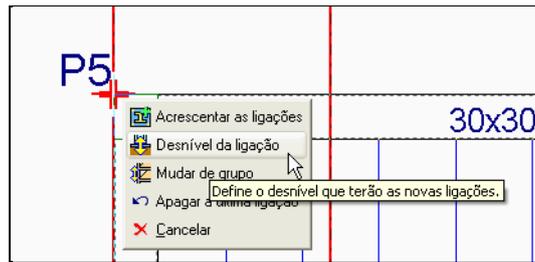


Fig. 5.51

- Coloque uma cota de **-1.50 m**.

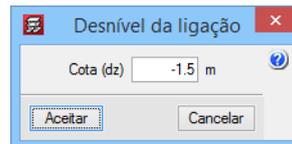


Fig. 5.52

- Prima em  **Editar estrutura**. Surge uma questão, se deseja terminar a introdução das ligações, prima em **Sim**.

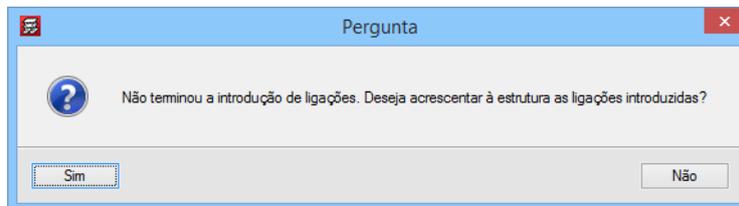


Fig. 5.53

- Prima sobre a estrutura integrada.

A imagem que se tem neste momento da estrutura integrada é a seguinte.

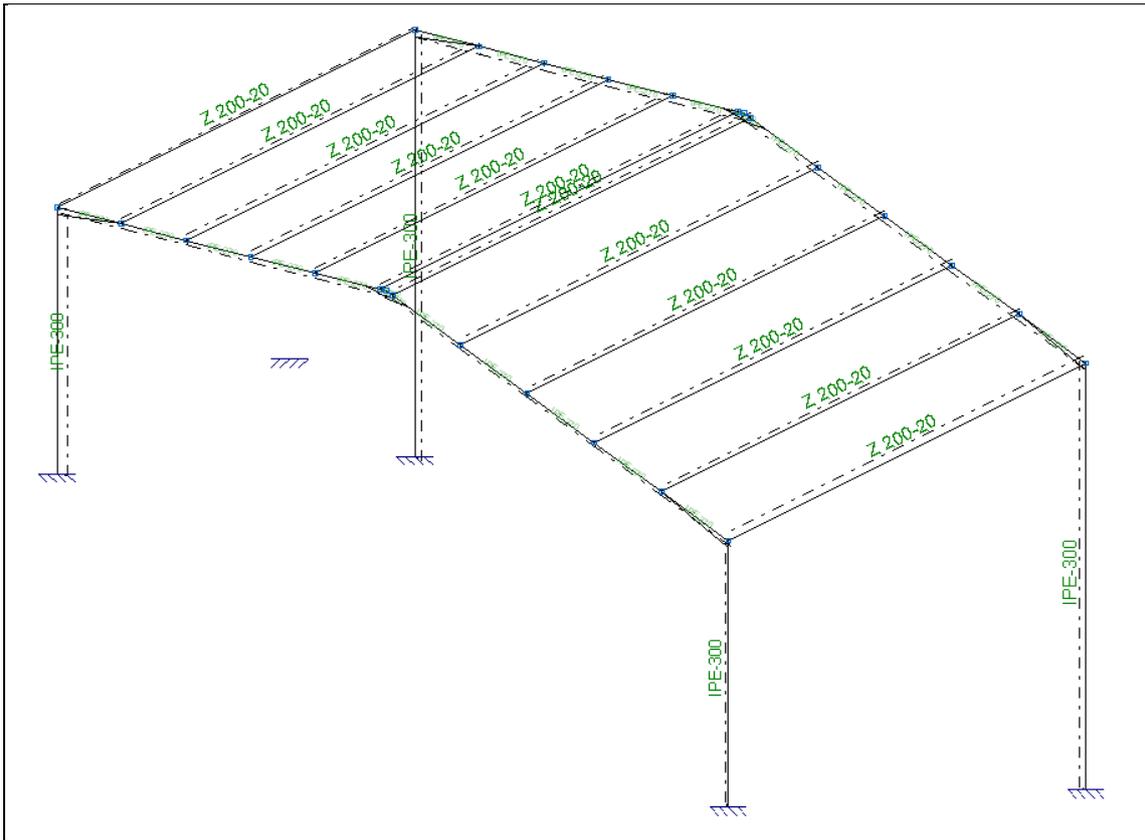


Fig. 5.54

Pode-se verificar a ligação que se introduziu previamente.

- Prima em **Barra**> **Nova** e prima sobre a ligação e o pilar, de acordo com a seguinte figura.

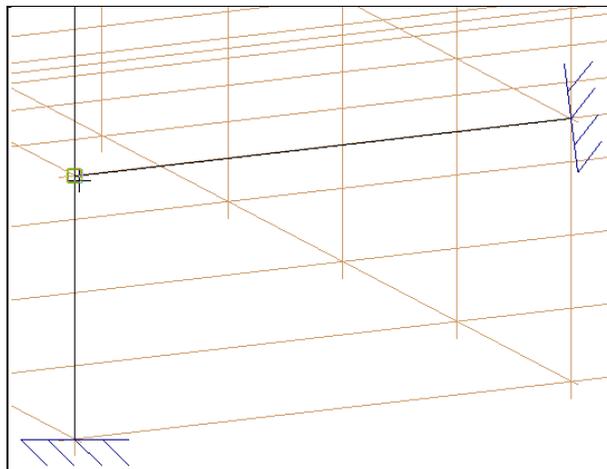


Fig. 5.55

- Pode através do comando **Editar** da janela **Nova barra**, ou com o comando **Barra**> **Descrever perfil**, coloque por exemplo um **IPE 140** para esta nova barra.
- A partir do comando **Barra**> **Descrever disposição**, coloque o eixo local da barra de acordo com a seguinte figura.

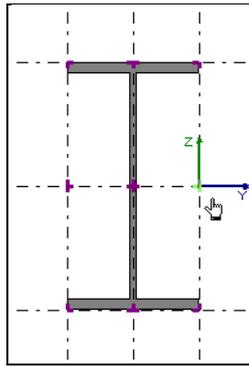


Fig. 5.56

- Prima em **Arquivo > Voltar à estrutura principal.**
- Prima em **Grupos > Vista 3D edifício.**



Fig. 5.57

#### Caso 4

Criação de uma escada metálica, que apoia numa viga de betão.

Assim, terá que se introduzir arranques para dar início à escada e arranques para conectar a escada à viga de betão.

- Coloque-se em **Entrada de pilares.**
- Prima em **Introdução > Pilares, paredes e arranques.**
- Prima **Novo arranque.**

Neste momento, procede-se à seleção do tipo de arranque para se poder efetuar o arranque da escada.

- Selecione, por exemplo, um perfil IPE 160.

Nota: O facto de se escolher um determinado tipo de perfil para o arranque, só vai interessar para a geração do desenho Planta de elementos estruturais e para estipular a posição da conexão da estrutura integrada.

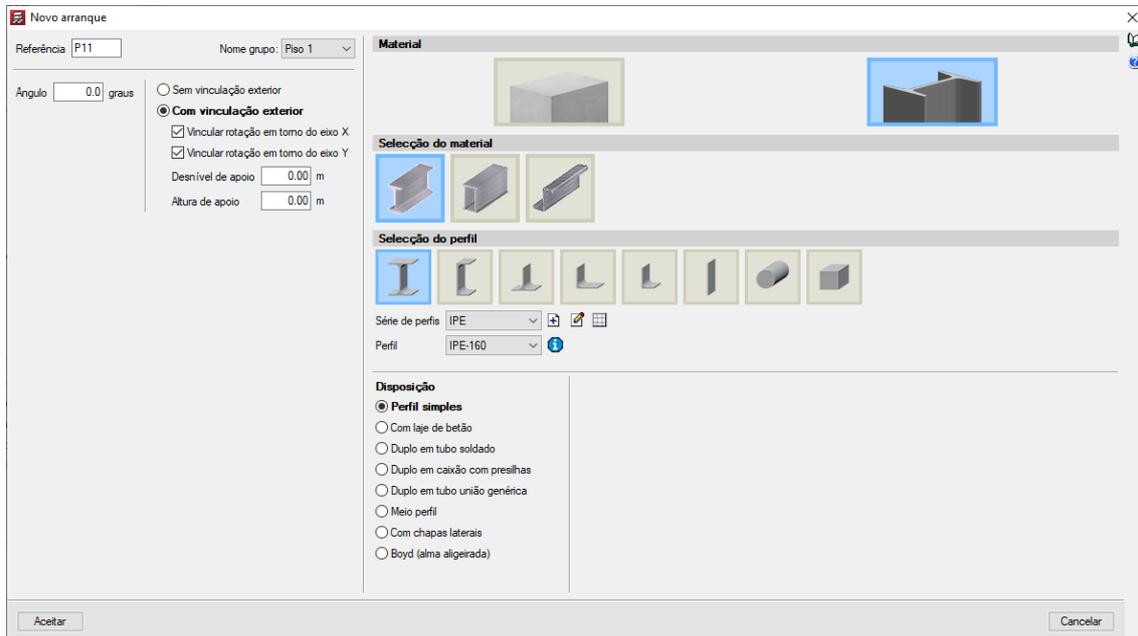


Fig. 5.58

- Coloque **dois arranques** no grupo **Fundação**, de acordo com as figuras seguintes.

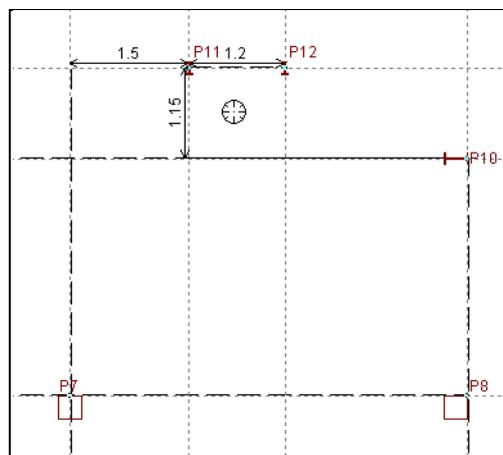


Fig. 5.59

- Prima novamente em **Introdução > Pilares, paredes e arranques**.
- Prima **Novo arranque**.

Pretende-se agora introduzir os dois arranques, o que possibilitará colocar as conexões, de forma que as vigas metálicas da escada possam apoiar na viga de betão armado. Não quer dizer que seja necessário, mas como neste exemplo não existe a máscara de arquitetura para ajudar na posição da escada em planta, tem-se de recorrer à introdução destes dois arranques.

O tipo de perfil para o arranque deverá ser um perfil com uma secção muito pequena, para que nos desenhos não seja fácil a sua localização, pois o que se pretende unicamente é a possibilidade de localizar a conexão entre as duas estruturas.

- Seleciona-se o perfil **Varão maciço** .

- Surge uma indicação de que a referência não existe, prima **Aceitar**.
- Prima em  **Editar lista de elementos**.
- Prima em  **Adicionar novo elemento à lista**.
- Coloque uma referência e prima em  **Adicionar novo elemento à lista** para criar um tubo com diâmetro de **10 mm**.

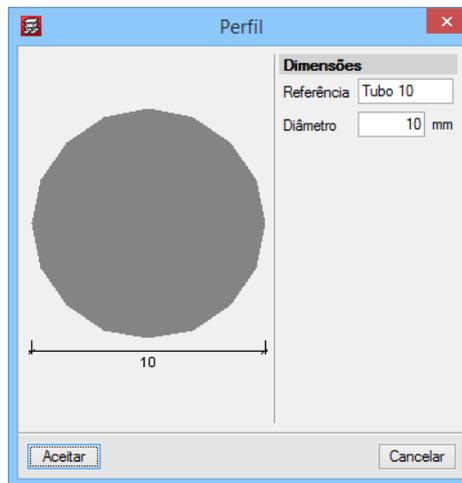


Fig. 5.60

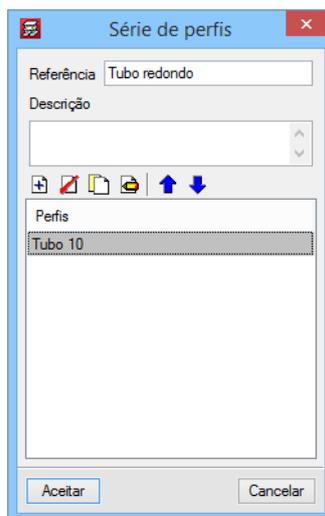


Fig. 5.61

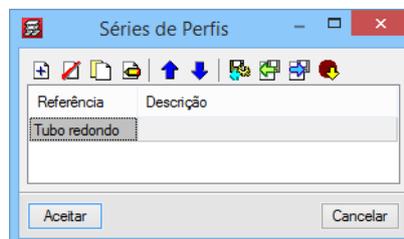


Fig. 5.62

Define-se a localização do arranque no **grupo 1**, pois é neste grupo que se encontra a viga de betão armado, para além disso indica-se como sendo **Sem vinculação exterior**.

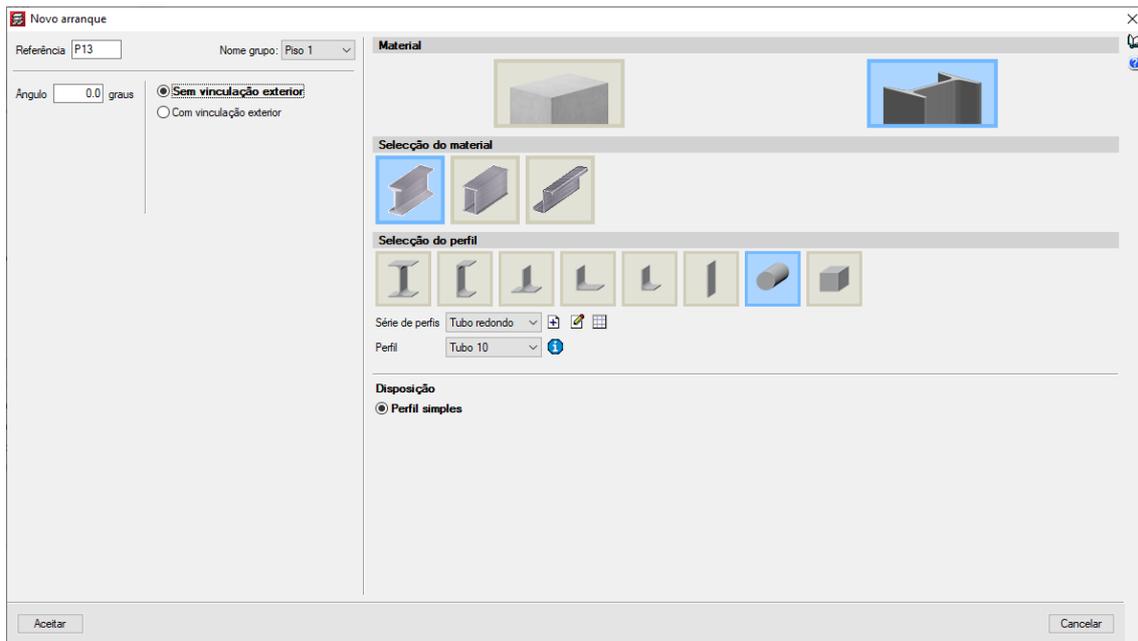


Fig. 5.63

O aspeto final será de acordo com a figura seguinte.

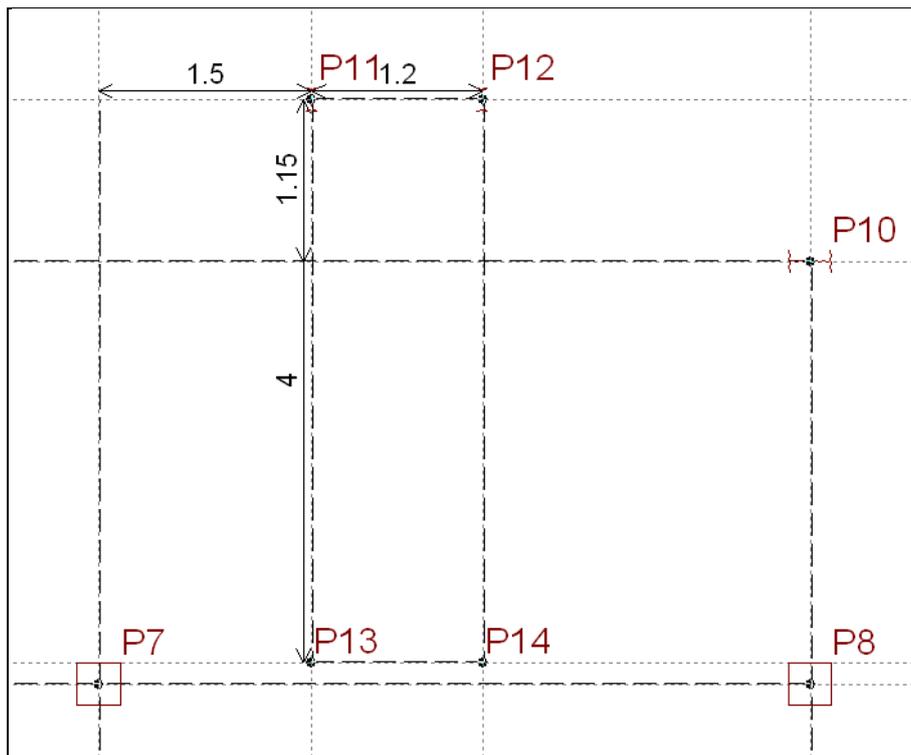


Fig. 5.64

- Prima em **Entrada de vigas**.
- Prima em **Obra> Estruturas 3D integradas**.

Como se trata de uma estrutura metálica independente da já existente, procede-se à criação de uma nova estrutura integrada.

- Prima em  **Nova estrutura** e dê um nome à mesma.

- No **grupo 1**, coloque as conexões sobre os dois arranques existentes, como indicam as seguintes figuras.

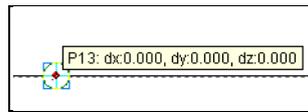


Fig. 5.65

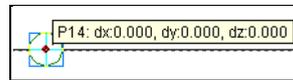


Fig. 5.66

- Prima com o  e prima em **Mudar de grupo**.

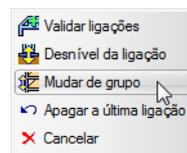


Fig. 5.67

- Coloque-se no **grupo 0, Fundação**. Coloque as conexões de acordo com as figuras seguintes.

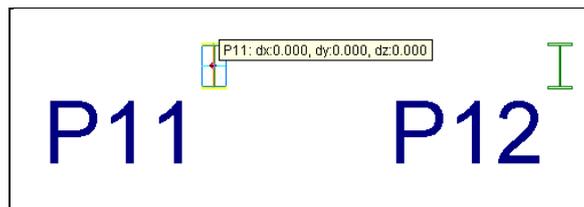


Fig. 5.68

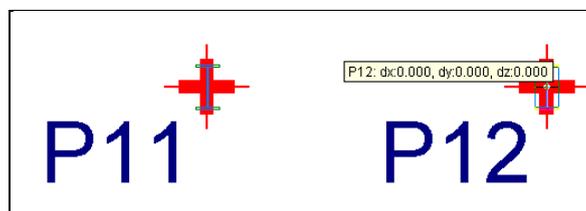


Fig. 5.69

- Prima com o  e prima em **Validar ligações**.

De imediato surge a estrutura integrada.

- Coloque as barras, com ajuda do comando **Barra > Nova**. Pretende-se criar uma pequena barra vertical com cerca de **20 cm**. Pode-se visualizar o resultado final nas imagens seguintes.
- No menu **Nó > Vinculação exterior**, seleccione os quatro nós correspondentes aos arranques e atribua **Articulação**.

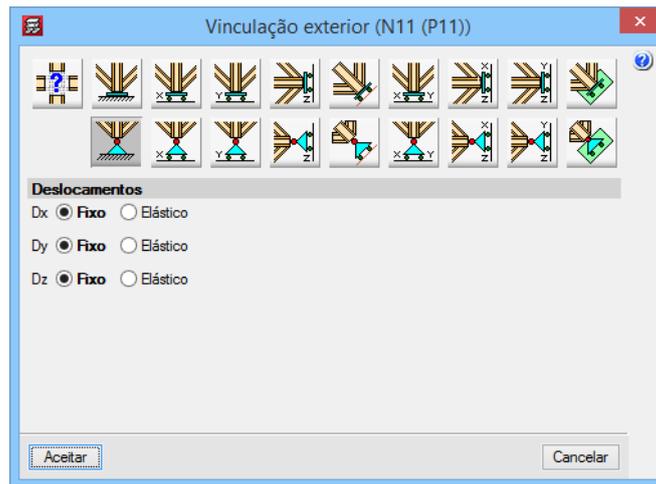


Fig. 5.70

O aspeto da estrutura neste momento será o da figura seguinte.

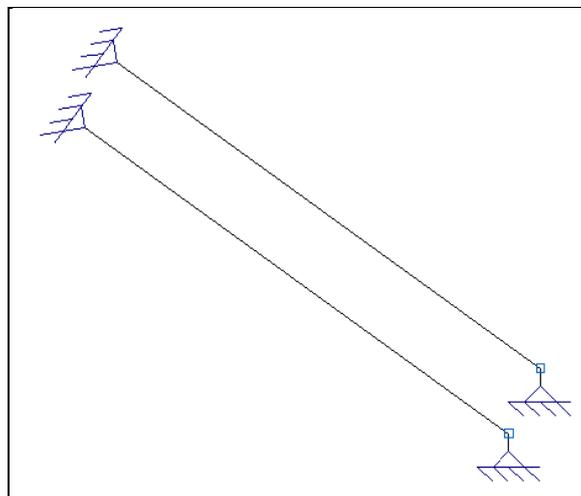


Fig. 5.71

- Prima em **Barra**> **Descrever perfil** e seleccione **IPE 160** como perfil para as barras.
- Prima em **Barra**> **Descrever disposição** e coloque o eixo local da barra de acordo com a imagem seguinte.

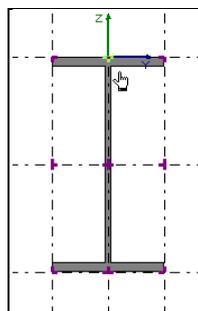


Fig. 5.72

Para a introdução dos degraus, o ideal é criar uma vista referente ao plano da escada.

- Prima em **Janela**> **Abrir nova** e seleccione a opção **Vista 2D dum plano**.
- Prima em três pontos que fazem parte do plano inclinado da escada e termine indicando um nome à janela.

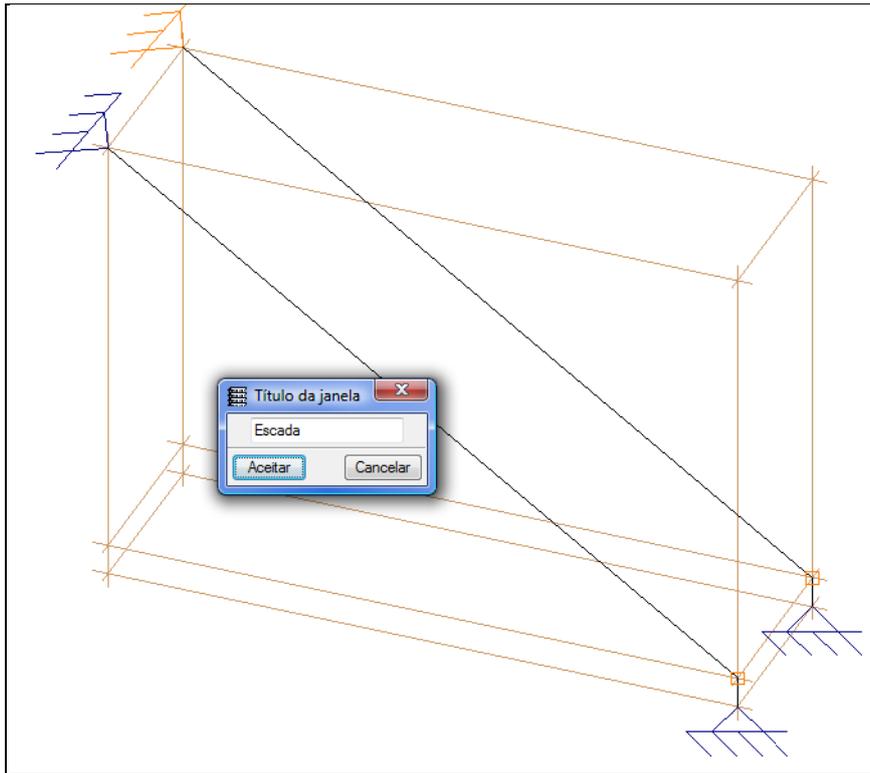


Fig. 5.73

- Prima em **Barra**> **Nova** e introduza as barras entre as duas vigas inclinadas com a exceção de unir os arranques. Considera-se um espaçamento entre barras de **0.357 m**. Visualize as seguintes figuras.

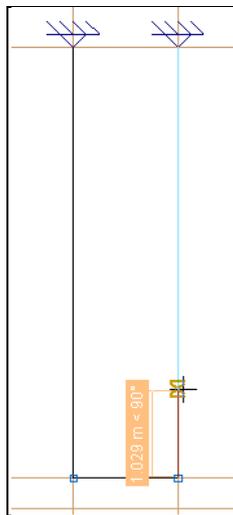


Fig. 5.74

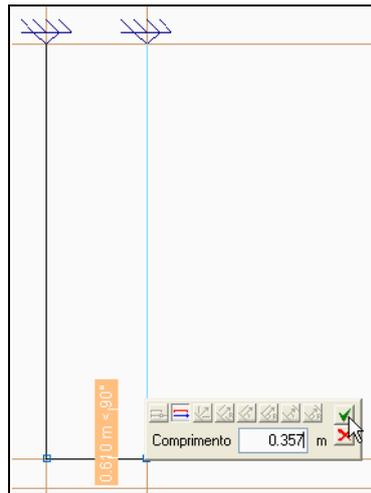


Fig. 5.75

O aspeto final será o da próxima figura.

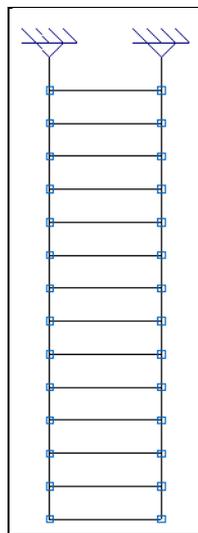


Fig. 5.76

- Prima **Barra** > **Descrever perfil**, seleccione todos os degraus.
- Prima no ícone  **Chapa**.
- Seleccione a chapa laminada **FL 25x8**, com **8 mm de espessura** e **250 mm de largura**.

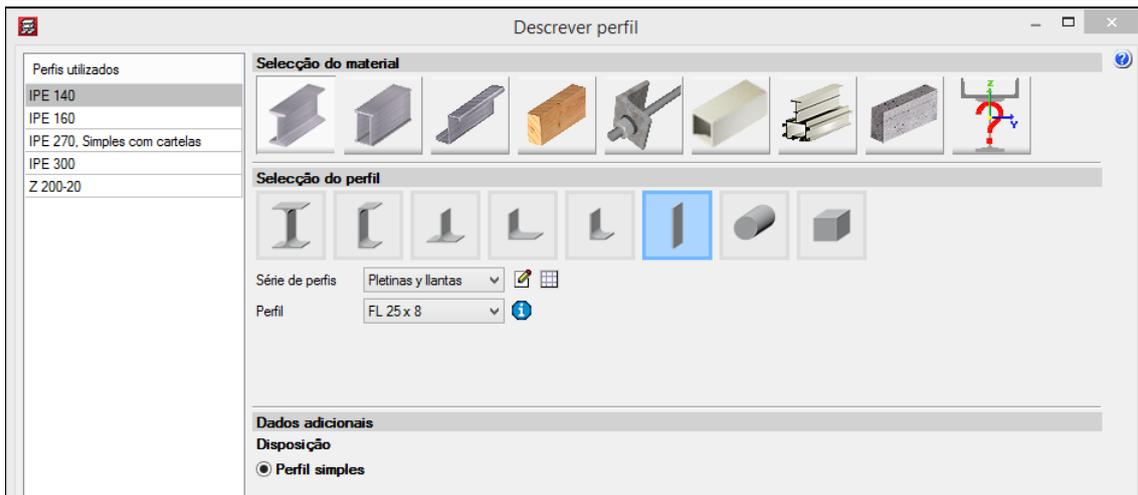


Fig. 5.77

- Prima em **Barra > Descrever disposição**, seleccione as barras dos degraus e altere o ângulo de rotação e o eixo local do perfil como mostra a figura seguinte.

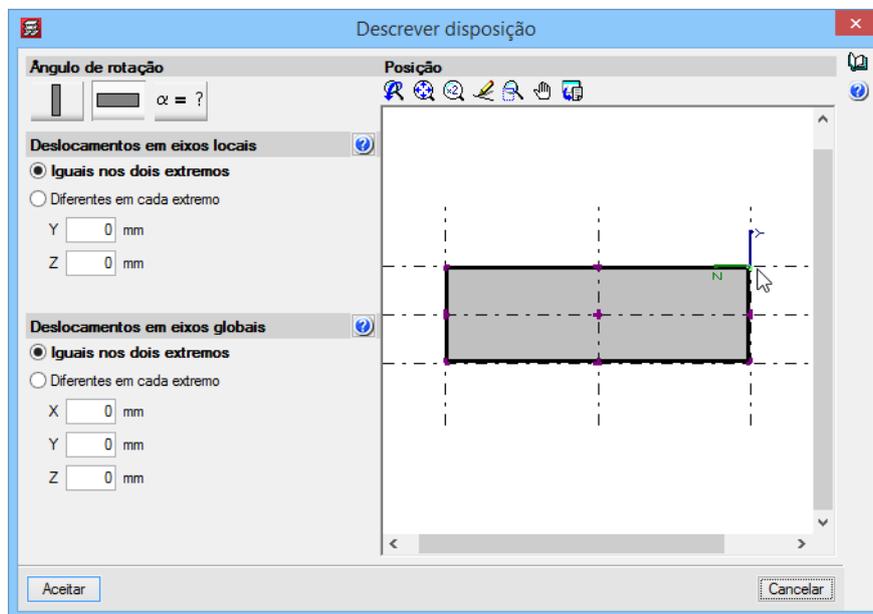


Fig. 5.78

- Prima em **Arquivo > Voltar à estrutura principal**.
- Prima em **Grupos > Vista 3D edifício**.

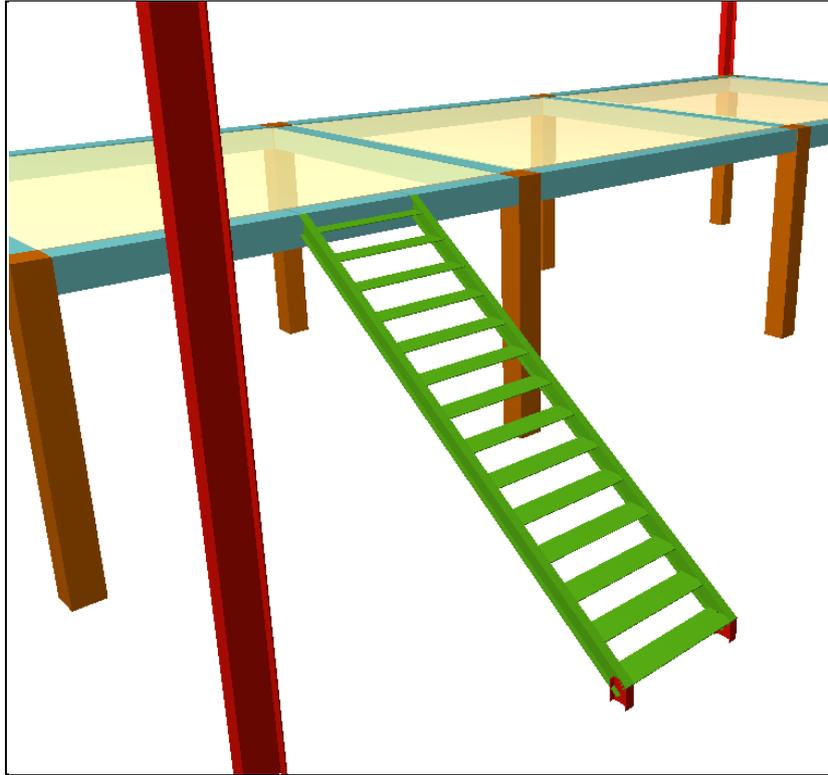


Fig. 5.79

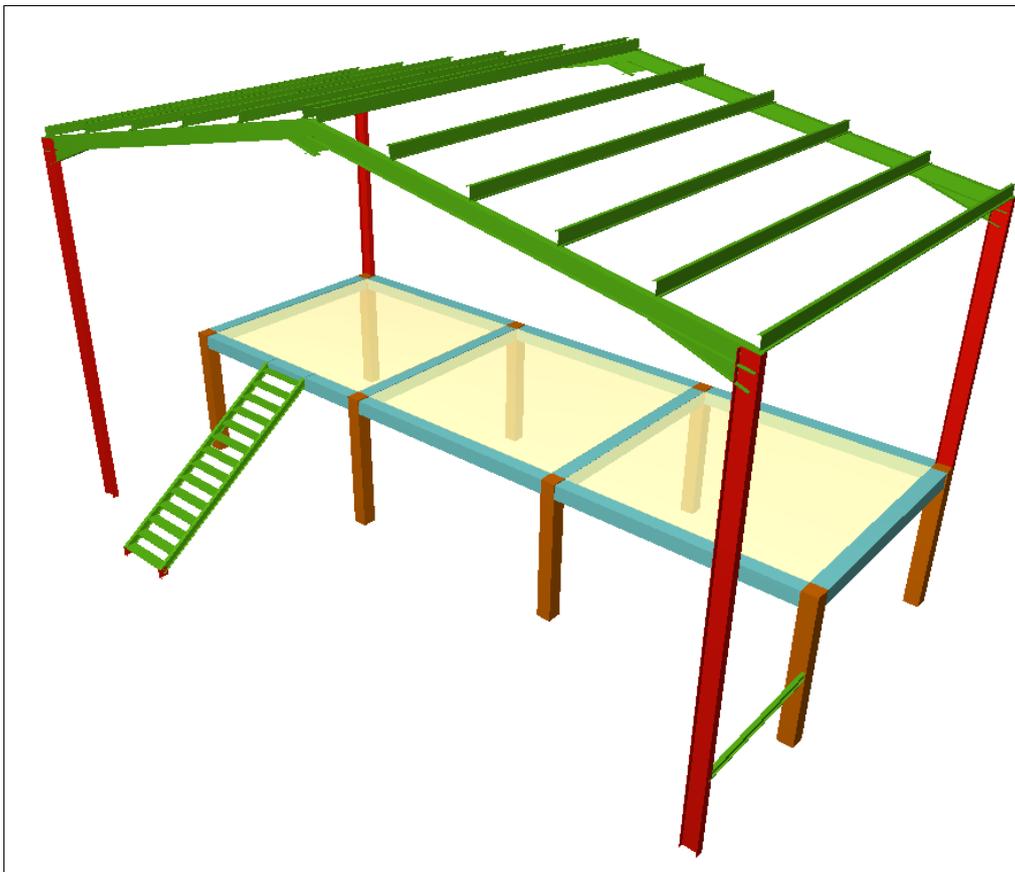


Fig. 5.80

## 6. Escadas

### 6.1. Introdução

A partir de uma obra previamente introduzida, como por exemplo a obra demonstrada nas seguintes figuras, pretende-se proceder a uma demonstração da introdução de vários tipos de escadas, cálculo e visualização dos resultados.



Fig. 6.1

### 6.2. Escada do piso 0 ao piso 2

- Para se introduzir a escada do **piso 0 (Fundação)** ao **piso 1**, deve-se colocar na planta do **piso 0**, que para este exemplo é o **grupo 0**.

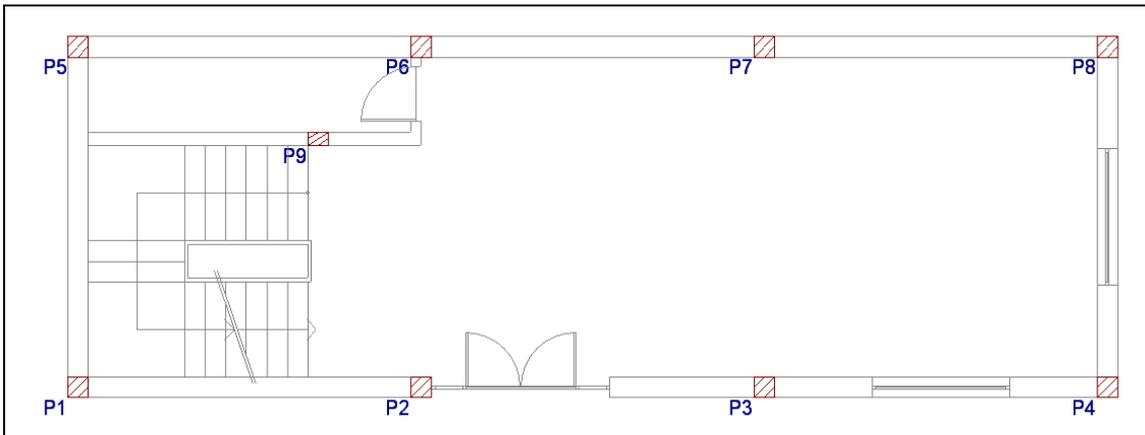


Fig. 6.2

- Em **Entrada de vigas**, prima em  ou **Obra > Escadas**, na barra de ferramentas, posteriormente prima em .



Fig. 6.3

Surge então a janela **Novo núcleo de escadas**, com o separador em **Dados do núcleo de escadas**, poderá definir a geometria da escada e introduzir as respetivas cargas.

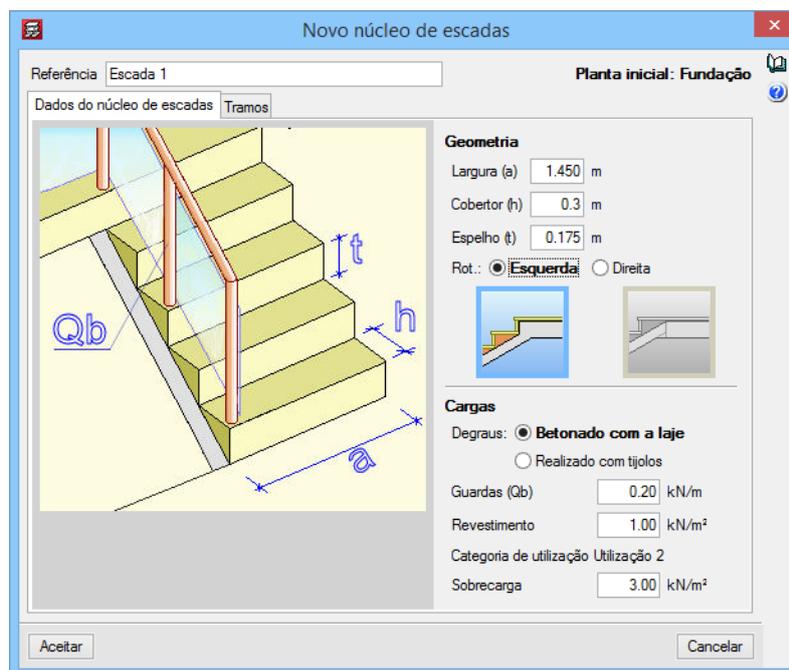


Fig. 6.4

- No separador **Tramos**, prima em , aqui poderá definir as características da sua escada em termos de tipologia construtiva, ou então aproveitar alguma tipologia existente na biblioteca.

A opção **Lanços iguais consecutivos** permite indicar o número de pisos que a escada comunica, assumindo que possui as mesmas características. Neste exemplo, apesar da escada possuir a mesma tipologia, esta possui tipos de arranques diferentes, ou seja, uma arranca numa sapata (piso 0), a outra escada arranca no piso 1, logo serão introduzidas duas escadas em separado.

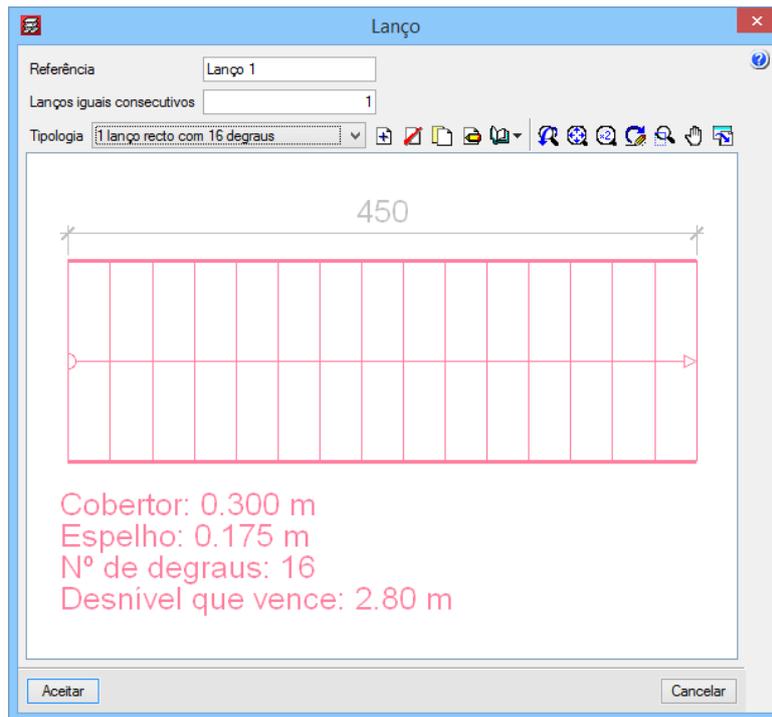


Fig. 6.5

- Procede-se à criação de uma nova tipologia de escadas, prima em .
- Para o nosso exemplo, os dados a introduzir serão os indicados na próxima figura.

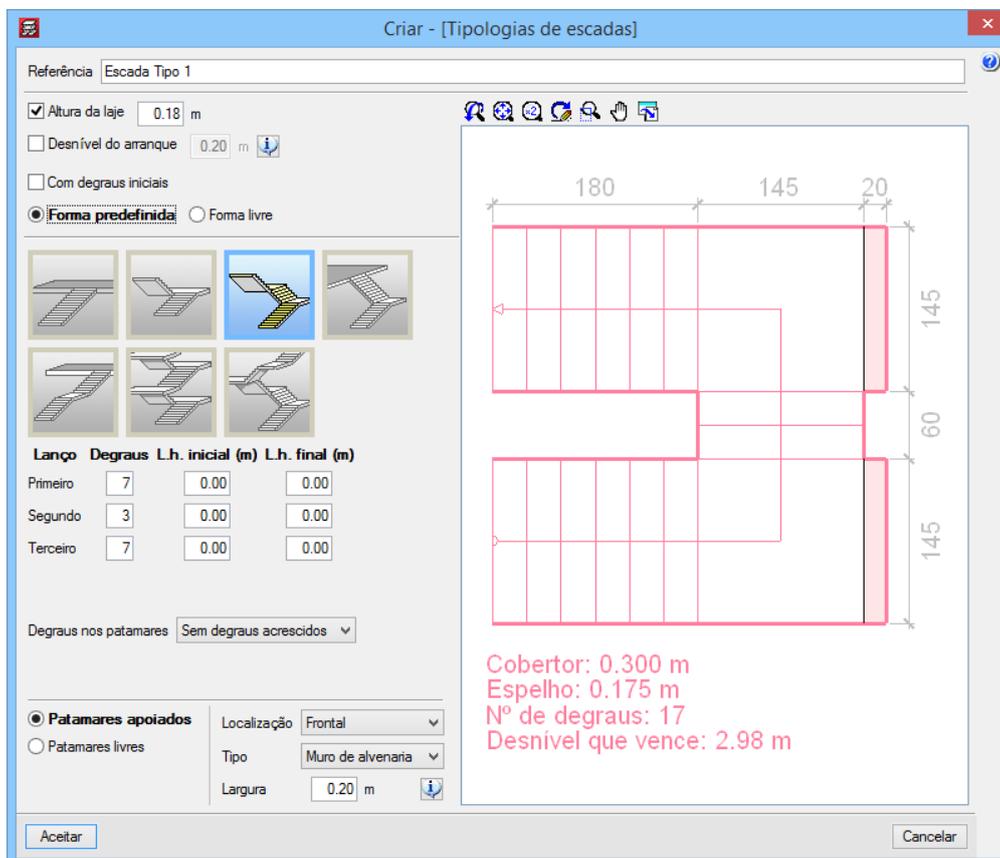


Fig. 6.6

Relativamente às opções que se dispõe para a criação da tipologia eis aqui algumas noções:

**Desnível do arranque** – é possível indicar um desnível no arranque de cada tramo de escada, com o fim de representar um possível recrescido da laje. A utilização deste valor é de aplicação, por exemplo, no caso de escadas que arrancam na fundação e devem atravessar uma laje sanitária ou o conjunto de enrocamento mais massame de uma cave, ou escadas que arrancam em patamares sobre-elevados relativamente ao piso correspondente.

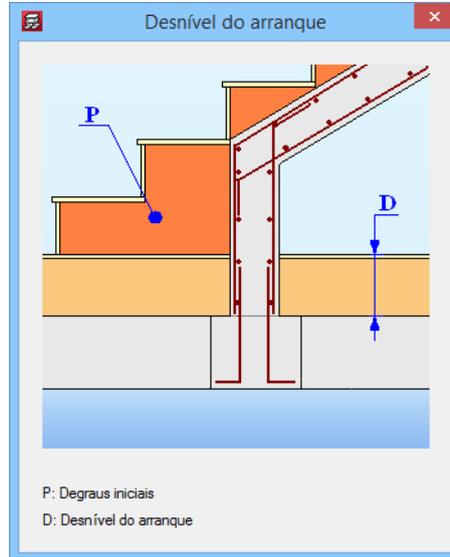


Fig. 5.8

**Com degraus iniciais** – se existem degraus recrescidos no arranque de um tramo de escadas, deve-se indicar o seu número. Uma vez calculada a escada, o programa aplica à estrutura principal uma reação superficial uniforme correspondente ao peso médio dos degraus recrescidos, segundo ação permanente. O programa não gera a sobrecarga do recrescido na zona ocupada por este, visto que a referida superfície se situa sobre um elemento estrutural (por exemplo, laje) que já tem aplicada uma sobrecarga.

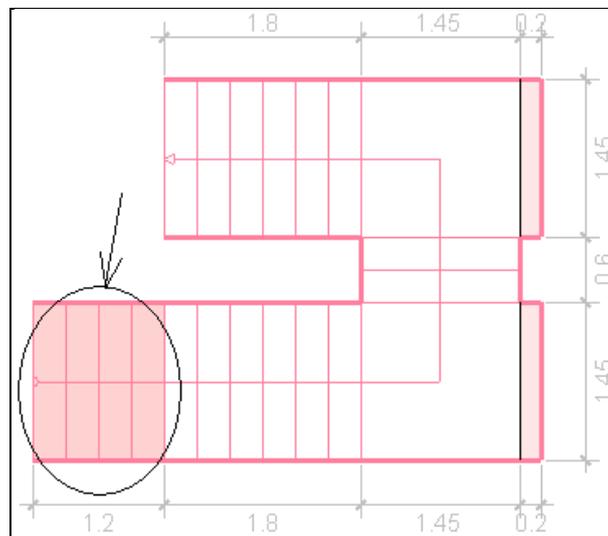


Fig. 6.7

**Degraus nos patamares** – existe sempre a possibilidade de se introduzir um degrau no patamar.

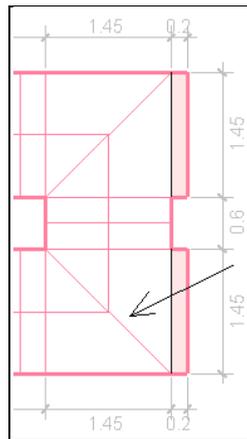


Fig. 6.8

- Após a introdução dos dados necessários referente à tipologia da escada, prima em **Aceitar** até voltar ao ambiente de trabalho do CYPECAD.
- Para ajudar a introdução da escada com base na máscara **DXF** ou **DWG**, tecle **F3** ou prima no ícone  e ativa-se neste caso o **Centro**.
- Prima com o  indicando o arranque da escada, posteriormente defina a sua orientação premindo novamente com o .

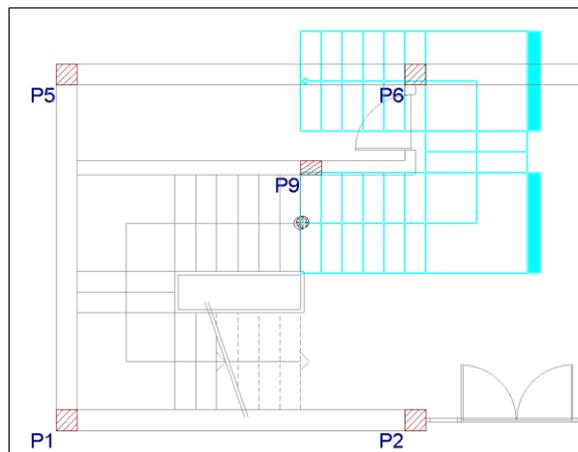


Fig. 6.9

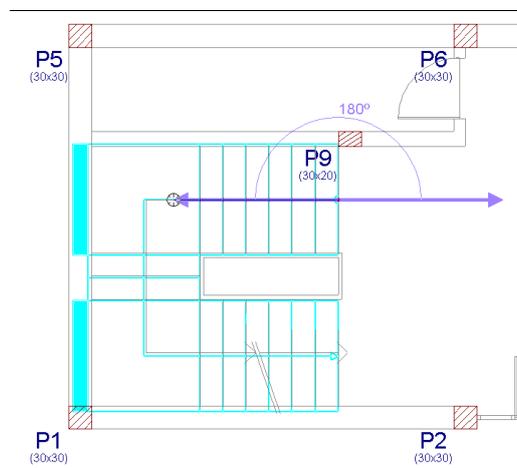


Fig. 6.10

- Agora sobe-se de grupo para se introduzir a escada do **piso 1** ao **piso 2**, assim no **piso 1** volta-se a premir em , como referência surge já a **Escada 2**, prima em **Aceitar** e volta-se a introduzir a escada, repetindo o mesmo procedimento anterior.
- Para terminar a introdução, prima em , surge a janela principal das escadas e prima em **Cancelar**.

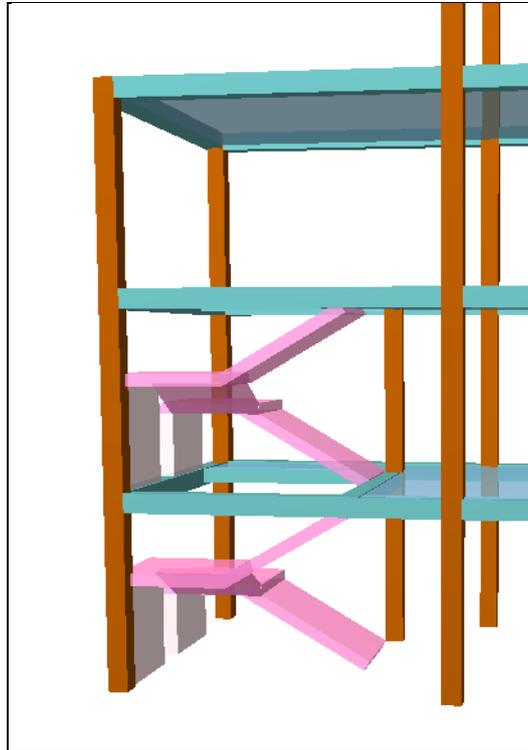


Fig. 6.11

### 6.3. Escada do piso 2 ao piso 3

Passa-se agora à introdução de uma escada de um lanço entre o **piso 2** e o **piso 3**.

- Assim, coloque-se no **piso 2**, onde se pode visualizar a escada na máscara **DXF** ou **DWG**.

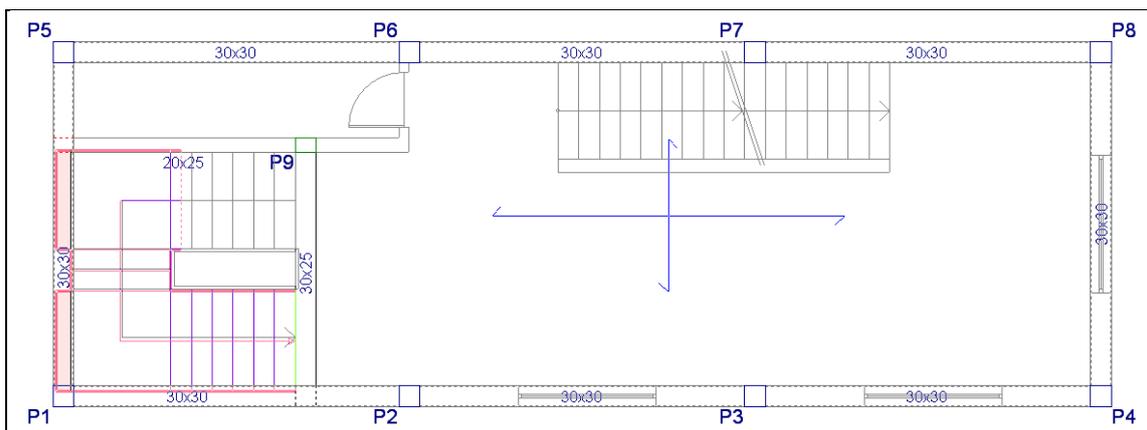


Fig. 6.12

- Prima em  na barra de ferramentas e posteriormente prima em .
- Para esta escada, mantêm-se os mesmos dados do núcleo da escada.

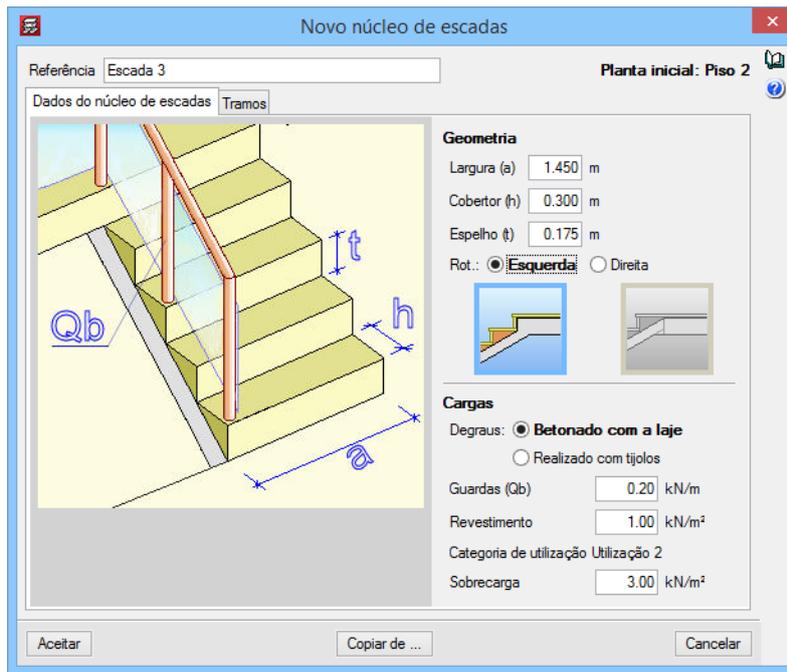


Fig. 6.13

- No separador **Tramos**, prima em  para eliminar o **Lanço 1**, e prima  para criar um novo **Lanço**, neste caso será o **Lanço 2** e aproveita-se uma tipologia da biblioteca, que será 1 lanço reto com 17 degraus.

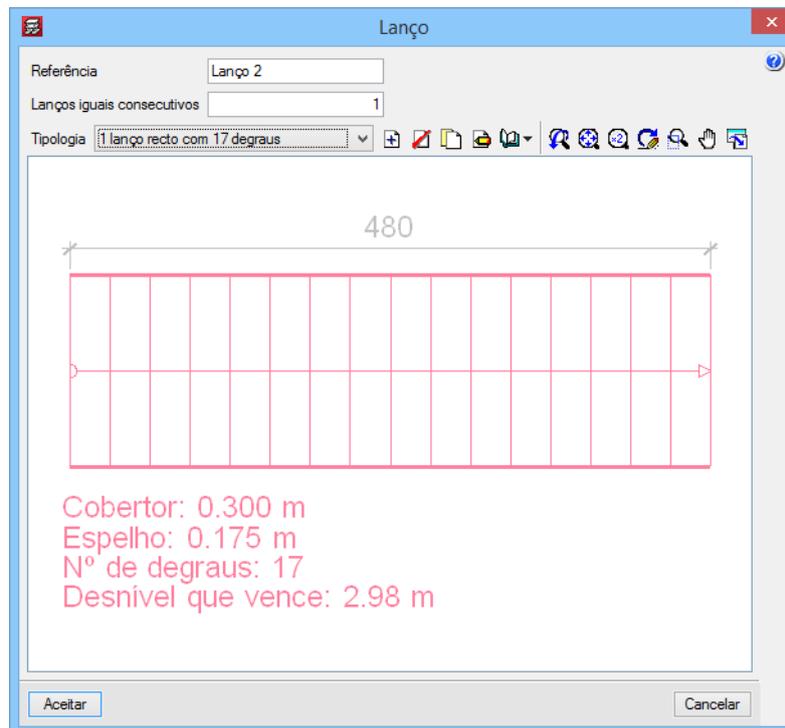


Fig. 6.14

- Prima **Aceitar**, até voltar ao ambiente de trabalho.
- Prima com o  indicando o arranque da escada, posteriormente defina a sua orientação premindo novamente com o . Para terminar prima com o  e depois em **Cancelar**.

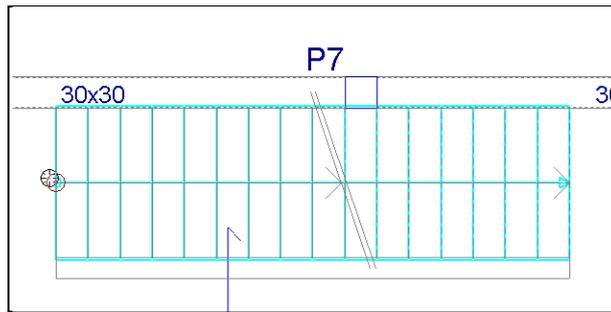


Fig. 6.15

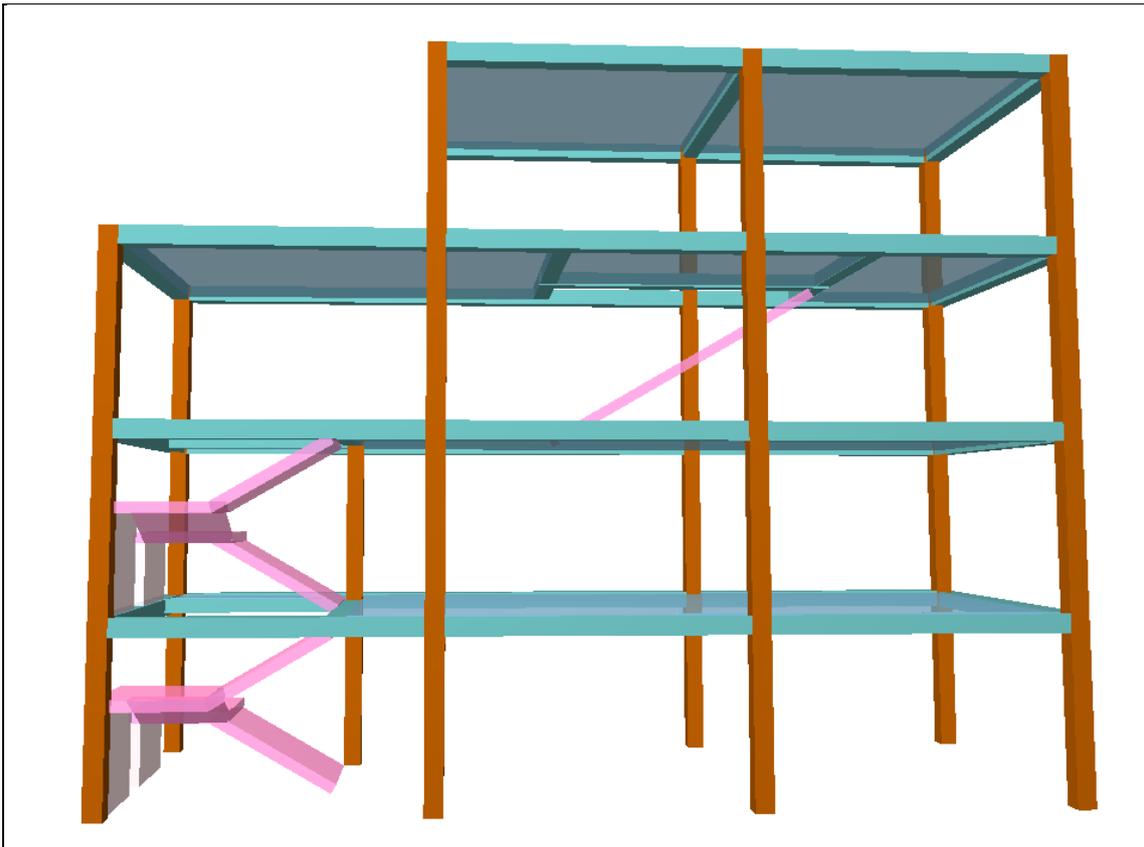


Fig. 6.16

## 6.4. Cálculo e resultados

O programa calcula as escadas separadamente da estrutura principal, gerando as cargas permanentes e sobrecarga associadas à escada sobre a estrutura principal.

- Após o cálculo da obra, para se visualizar os esforços, deslocamentos e deformada das escadas, prima em  e depois na respetiva barra de ferramentas em .
- Prima sobre uma escada, surgirá uma janela com a discretização da malha de elementos finitos acompanhada de um diagrama colorido em função do tipo de esforços ou deslocamentos.

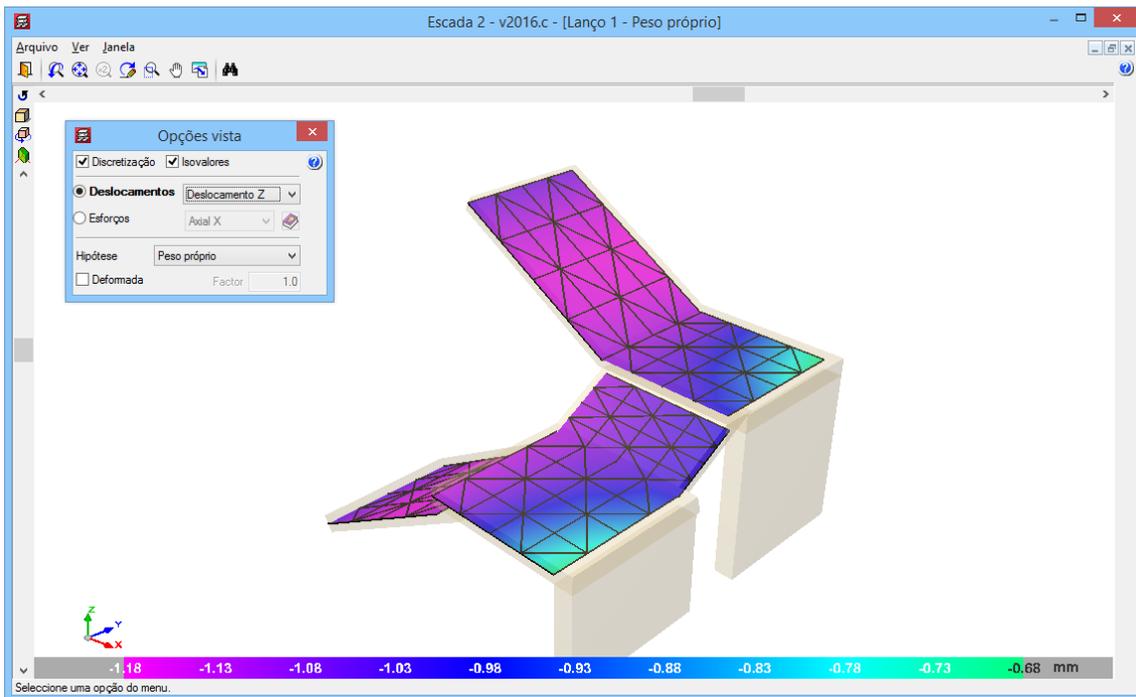


Fig. 6.17

Relativamente à visualização das armaduras, prima em  e depois sobre uma escada, dessa forma conseguirá ver as armaduras da laje de escada.

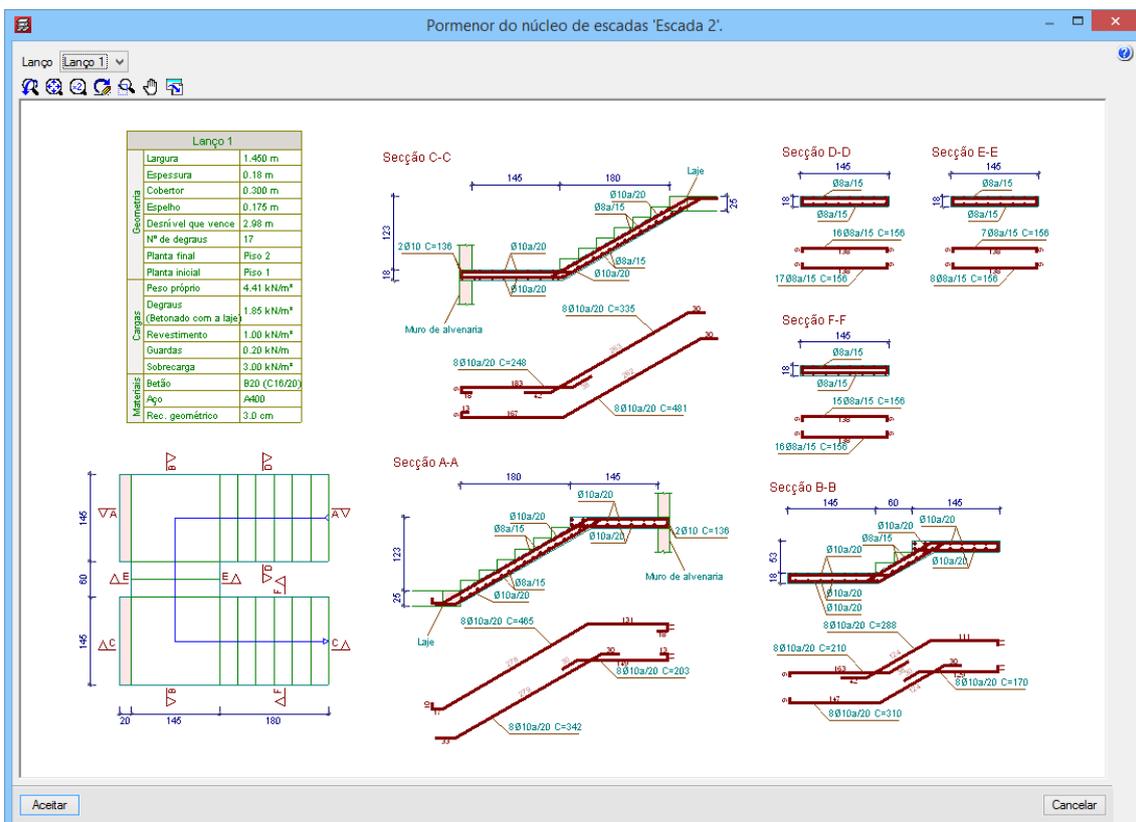


Fig. 6.18

Nesta versão as armaduras das lajes de escadas não são editáveis, a única forma de se obter armaduras com espaçamentos e diâmetros que sejam do interesse do utilizador será através das tabelas de armaduras.

Assim, no menu **Obra> Dados gerais> Opções**, prima no ícone da figura seguinte.

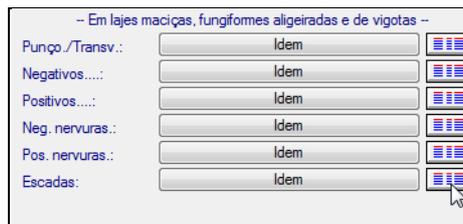


Fig. 6.19

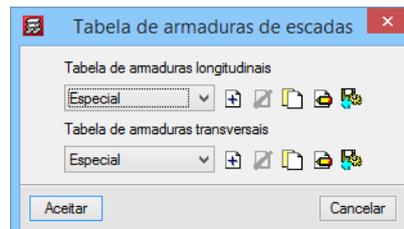


Fig. 6.20

Poderá criar novas tabelas de armadura, impondo os diâmetros e espaçamentos que pretender.

Relativamente às listagens e desenhos, o princípio é o mesmo dos outros elementos estruturais, assim para as listagens prima no ícone  e seleccione a listagem **Escadas**. Para os desenhos prima no ícone  e seleccione o desenho **Escadas**.