



Software para  
Arquitetura,  
Engenharia  
e Construção

# CYPECAD

Exemplo prático - Modelação  
Open BIM

Manual do utilizador

**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>

Elaborado pela Top-Informática, Lda para a  
© CYPE Ingenieros, S.A.  
Fevereiro 2022

Windows® é marca registada de Microsoft Corporation®

## Índice

<b>1. Ajudas .....</b>	<b>8</b>
1.1. Ajudas no ecrã.....	8
1.2. Documentação .....	8
1.3. Perguntas e respostas.....	8
<b>2. Exemplo prático .....</b>	<b>9</b>
2.1. Introdução.....	9
2.2. Descrição da obra .....	10
2.3. Modelo arquitetónico.....	10
2.4. Modelo estrutural .....	12
2.4.1. Criação da obra no CYPECAD.....	12
2.4.2. Máscaras de arquitetura .....	23
2.4.3. Pilares e paredes.....	24
2.4.4. Muros .....	35
2.4.5. Piso 1.....	38
2.4.5.1. Vigas.....	39
2.4.5.2. Lajes .....	45
2.4.5.3. Cargas .....	48
2.4.6. Piso 2.....	50
2.4.6.1. Vigas.....	50
2.4.6.2. Lajes .....	53
2.4.7. Piso 3.....	56
2.4.7.1. Vigas.....	57
2.4.7.2. Lajes .....	60
2.4.7.3. Cargas .....	61
2.4.8. Piso 4.....	62
2.4.8.1. Vigas.....	63
2.4.8.2. Lajes .....	65
2.4.8.3. Cargas .....	67
2.4.9. Cobertura .....	69
2.4.9.1. Vigas.....	69
2.4.9.2. Lajes .....	73
2.4.9.3. Desníveis .....	74
2.4.10. Escadas.....	77
2.4.11. Fundação .....	84
2.5. Cálculo .....	89
2.6. Revisão de resultados .....	90
2.6.1. Vigas.....	90
2.6.1.1. Revisão de esforços.....	90
2.6.1.2. Revisão de secções e armaduras.....	92
2.6.2. Pilares .....	99

2.6.2.1. Deslocamentos.....	99
2.6.2.2. Revisão de esforços.....	100
2.6.2.3. Revisão de secções e armaduras.....	101
2.6.3. Paredes .....	105
2.6.3.1. Revisão de esforços e deslocamentos .....	105
2.6.3.2. Revisão de secções e armaduras.....	106
2.6.4. Muros .....	107
2.6.4.1. Revisão de esforços e deslocamentos .....	107
2.6.4.2. Revisão de secções e armaduras.....	108
2.6.5. Lajes de vigotas .....	109
2.6.6. Lajes maciças e fungiformes aligeiradas.....	109
2.6.6.1. Revisão de deslocamentos e esforços.....	109
2.6.6.2. Revisão de armaduras .....	112
2.6.6.3. Punçoamento .....	120
2.6.7. Escadas.....	127
2.6.8. Fundação .....	129
2.6.8.1. Dimensionamento .....	129
2.6.8.2. Modificações de secções e armaduras.....	131
2.7. Tabelas de armadura.....	133
2.8. Alteração do modelo arquitetónico e sincronização com o modelo estrutural.....	136
2.9. Listagens e Desenhos .....	141
2.10. Publicação do modelo estrutural na plataforma BIMserver.center .....	143
<b>3. Anexos.....</b>	<b>146</b>

## 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 um exemplo prático de uma obra, a realizar no CYPECAD, através da modelação de todos os elementos da estrutura, recorrendo 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 apresenta um exemplo prático de um modelo estrutural, cálculo e dimensionamento, a partir da importação do modelo arquitetónico.*

# 1. Ajudas

## 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. Exemplo prático

### 2.1. Introdução

A introdução de dados pode-se iniciar de duas formas distintas: através da introdução manual de todos os dados ou através da importação de um modelo BIM, modelado num programa de arquitetura ou no programa IFC Builder, este último é o procedimento adotado no exemplo prático que se apresenta.

O exemplo prático deste manual apresenta as seguintes etapas, desde a criação do modelo de cálculo até ao cálculo, análise de resultados e obtenção de peças escritas e desenhadas:

- **Importação do modelo arquitetónico, através da plataforma BIMserver.center.**  
Importação do modelo BIM, a partir de um ficheiro IFC com origem no IFC Builder.
- **Definição das opções gerais.**  
Definição e validação dos parâmetros de dimensionamento.
- **Criação e definição do modelo.**  
Definição do modelo estrutural através da introdução dos diversos elementos estruturais.
- **Cálculo e dimensionamento.**  
Execução das funções de cálculo e dimensionamento.
- **Análise de resultados.**  
Efetua-se a análise dos resultados com base nos alertas lançados pelo programa.
- **Alteração do modelo arquitetónico.**  
O modelo arquitetónico é alterado, é efetuada a respetiva alteração do modelo estrutural.
- **Exportação do modelo estrutural para a plataforma BIMserver.center.**  
Exportação do modelo estrutural para o modelo federado.
- **Listagens e Desenhos.**  
Obtenção das peças escritas e desenhadas.

Pretende-se com este exemplo prático que o utilizador proceda à respetiva simulação a partir dos dados apresentados. O ficheiro do exemplo prático está incluído no programa, este poderá ser utilizado para consulta. Para ter acesso ao ficheiro deverá fazer o seguinte:

- Entre no programa CYPECAD.
- Prima no ícone **Arquivo** >  **Arquivo**. Abre-se a janela **Gestão arquivos**.
- Prima sobre o botão  **Exemplos**.
- Selecione a obra **Escritórios TOP\_CYPECAD** e prima  **Abrir**.

Aconselha-se a criação de cópias de segurança das obras que possui ou que ainda se encontram numa fase de introdução de dados.

Para a realização do exemplo prático, todos os ficheiros usados estão disponíveis em [www.topinformatica.pt](http://www.topinformatica.pt) e pode descarregá-los em **FORMAÇÃO > MANUAIS DO UTILIZADOR > CYPECAD VER MAIS** selecionando “CYPECAD – Exemplo prático – Open BIM - Elementos exemplo prático”.

Guarde a pasta num determinado local do seu disco para posteriormente descomprimir e poder usar os ficheiros do seu conteúdo quando solicitados na realização deste exemplo.

A pasta contém uma subpasta “Elementos exemplo prático Open BIM” contendo as máscaras de arquitetura e as obras exemplo comprimidas dos programas IFC Builder e CYPECAD.

## 2.2. Descrição da obra

A estrutura é composta por 4 pisos e uma cobertura plana.

A estrutura é totalmente em betão armado e é composta por pilares, paredes, muros, escadas, vigas, lajes fungiformes aligeiradas, lajes maciças e lajes de vigotas pré-esforçadas.

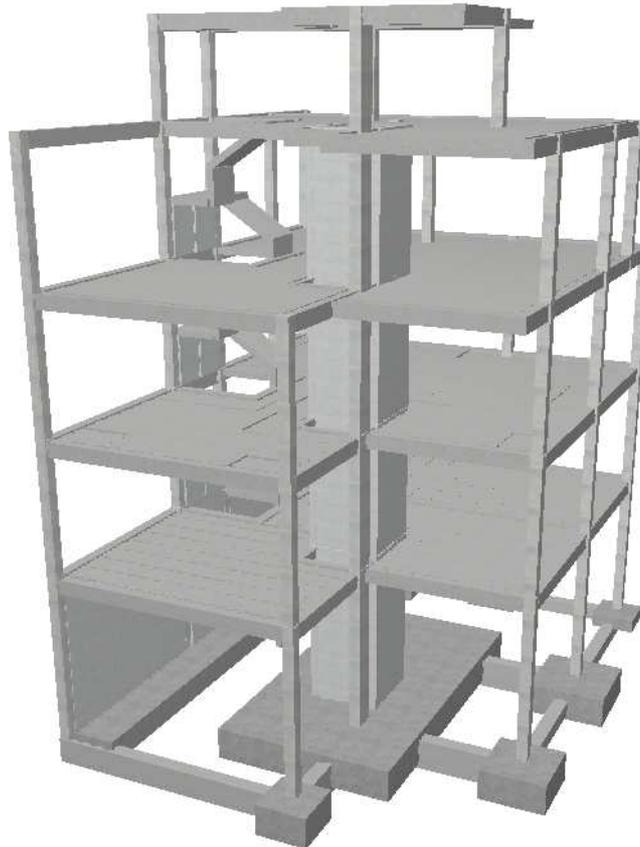


Fig. 2.1

## 2.3. Modelo arquitetónico

Este exemplo utiliza um modelo BIM arquitetónico procedente do programa **IFC Builder** da **CYPE**, programa gratuito que permite a modelação arquitetónica. Para mais informações sobre este software consulte o respetivo manual.

Explica-se de seguida o processo de exportação do modelo BIM arquitetónico gerando um ficheiro IFC para o BIMserver.center, a partir do IFC Builder. Se ainda não efetuou o registo nesta plataforma (<http://bimserver.center/>), deve fazê-lo para que possa conectar-se através de um e-mail e uma palavra-passe.

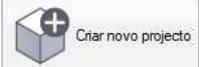
Este programa descarrega-se unicamente da store da plataforma online BIMserver.center. Após a descarga proceda a respetiva instalação.

Inicia-se o exemplo com o programa IFC Builder.

- Abra o programa **IFC Builder**.

A modelação 3D da obra exemplo no programa IFC Builder já existe comprimida com a extensão “.cyp” no conteúdo que transferiu de “Elementos exemplo prático”, pelo que se procede agora à sua descompressão.

- Prima no ícone  **Arquivo**>  **Arquivo**. Abre-se a janela **Gestão arquivos**.
- Prima no botão  **Descomprimir**.
- Selecione o ficheiro **Escritórios TOP\_IFC Builder.cyp** e prima **Abrir**.
- Prima em **Sim** e **Sim a tudo** às duas perguntas que surgem.
- Prima **Aceitar**.
- Prima **Abrir**, para entrar na obra que surgiu na janela **Gestão arquivos**.
- No canto superior direito prima em  **Partilhar**.

- Prima em  e em  para criar um novo projeto. Caso já tenha criado previamente o projeto selecione-o através do botão .
- Defina como nome do projeto **Escritórios TOP**.
- Prima **Aceitar** duplamente.
- Ative a opção **Exportar máscaras**.

A opção **Exportar máscaras** permite que as máscaras que foram previamente importadas pelo utilizador para ajudar na introdução de dados, serão exportadas com o modelo BIM. Sempre que se importar o modelo BIM em outros programas de especialidade, surgirão as respetivas máscaras, não existindo a necessidade de se importar novamente.

A opção **Gerar máscaras DXF/DWG por piso** permite que o programa gere máscaras por piso com o contorno das lajes e pilares, que serão exportadas com o modelo BIM. Sempre que se importar o modelo BIM em outros programas de especialidade, surgirão as respetivas máscaras, não existindo a necessidade de se importar novamente.

- Coloque o nome do ficheiro **ESCR\_ARQ\_M3D\_001\_Arquitetura.ifc** de acordo com a figura seguinte.

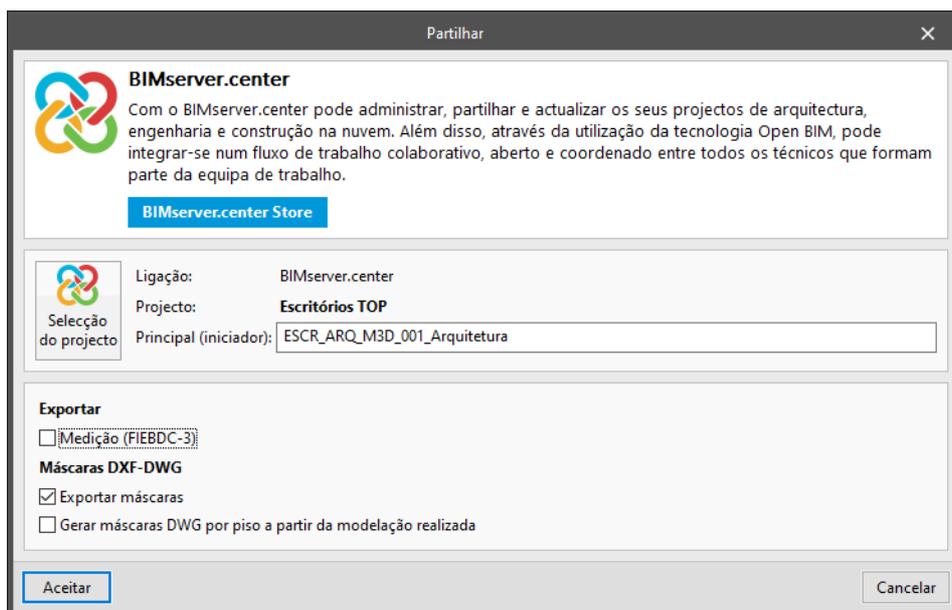


Fig. 2.2

- Surgirá uma janela com informação da exportação, prima **Aceitar**.

- Poderá agora confirmar se o projeto se encontra no BIMserver.center premindo sobre o ícone  que está na barra de tarefas do Windows, junto ao relógio e data do seu computador.
- Caso não visualize este ícone prima no menu geral do CYPE no grupo **Open BIM** e seguidamente em **BIMserver.center** para o ativar.
- Também pode verificar diretamente na plataforma BIMserver.center.

## 2.4. Modelo estrutural

### 2.4.1. Criação da obra no CYPECAD

- Abra o programa CYPECAD.
- Prima sobre **Arquivo > Novo**. Na janela que se abre introduza o nome do ficheiro e a descrição da obra.

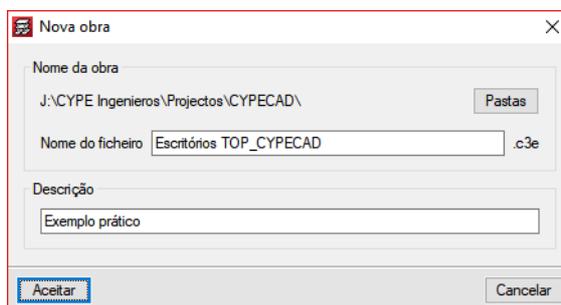


Fig. 2.3

- Prima **Aceitar**.

Surge uma nova janela, contendo ativo por defeito a opção “Vincular-se a um projeto do BIMserver.center”, como se deseja importar um modelo BIM alojado na plataforma BIMserver.center **mantém-se ativo a opção**.

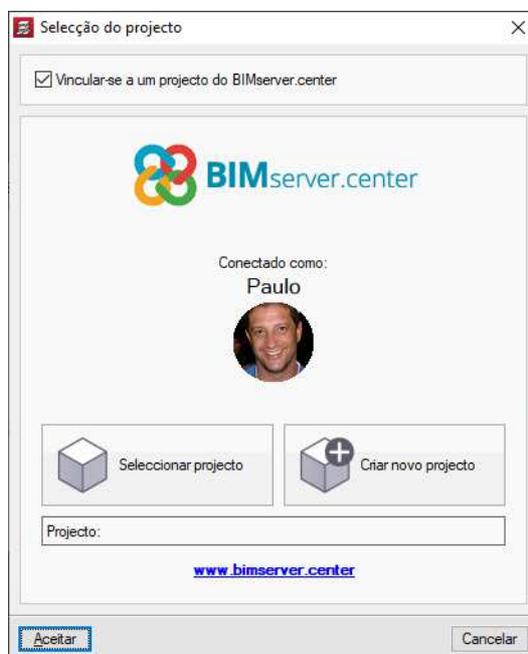


Fig. 2.4

Pretende-se importar o modelo arquitetónico presente no projeto Escritórios TOP no BIMserver.center.

- Prima em **Selecionar projeto**.
- Selecione o projeto **Escritórios TOP**.

- Prima **Aceitar**.



Fig. 2.5

- Prima **Aceitar**.

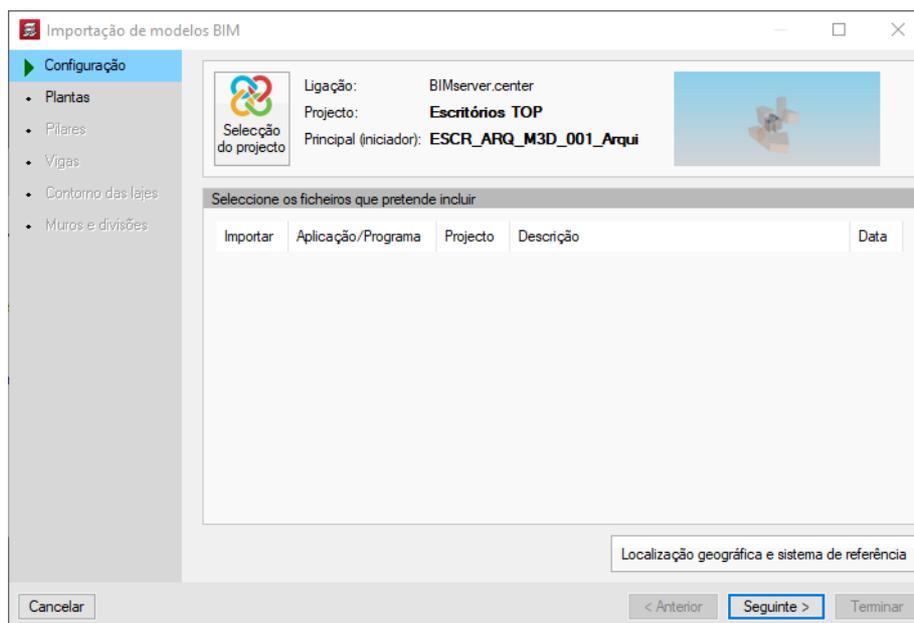


Fig. 2.6

- Prima **Seguinte**.

Visualizam-se as plantas e cotas importadas do modelo arquitetónico, sendo possível aplicar desníveis.

- Introduzem-se os desníveis de acordo com a figura seguinte, para ter em conta as espessuras de revestimentos sobre a laje.

Importar	Pisos	Cota acima da rasante (m)	Desnível (m)
✓	Cobertura	17.50	-0.19
✓	Piso 4	14.80	-0.09
✓	Piso 3	11.10	-0.09
✓	Piso 2	7.40	-0.09
✓	Piso 1	3.70	-0.09
✓	Piso 0	0.00	-0.09
✓	Fundação	-1.00	0.00

Fig. 2.7

- Prima **Seguinte**.
- Em **Pilares**, o programa permite ativar a importação dos pilares, podendo atribuir uma referência segundo o modelo BIM ou de forma automática, por outro lado permite especificar se os pilares que arrancam na primeira planta, são com ou sem vinculação exterior, dependendo do tipo de fundação que se pretenda. Coloque a geração das referências dos pilares como **Automáticas** e prima **Seguinte**.

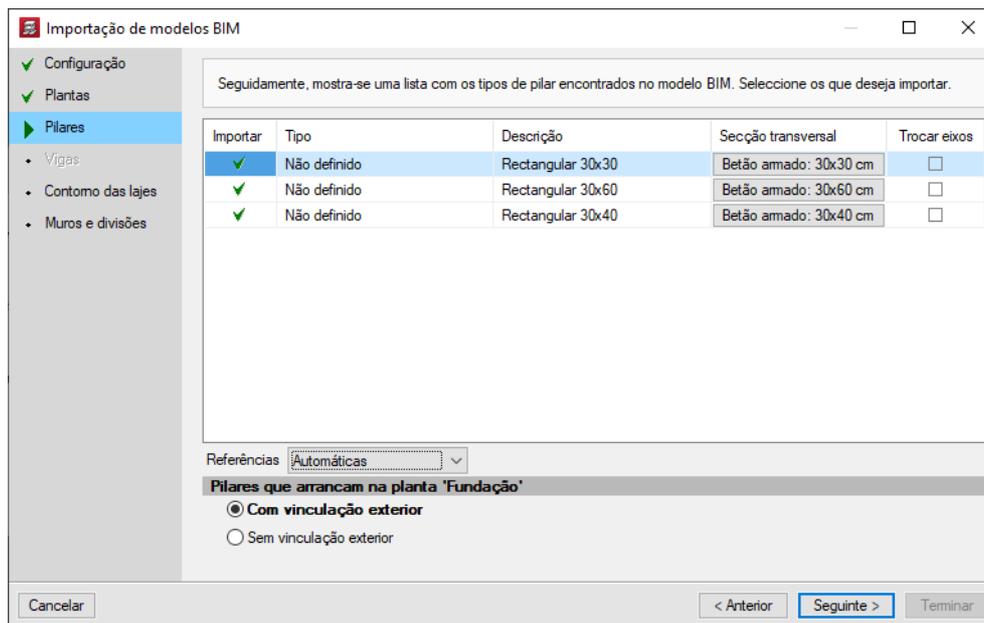


Fig. 2.8

Este modelo não tem as vigas inseridas, daí estar inativo a opção Vigas.

- Relativamente ao **Contorno das lajes**, selecciona-se a opção **Não importar o contorno das lajes**, uma vez que serão introduzidas manualmente, de forma a explicar os diversos comandos associados à introdução de vigas.
- Prima **Seguinte**.

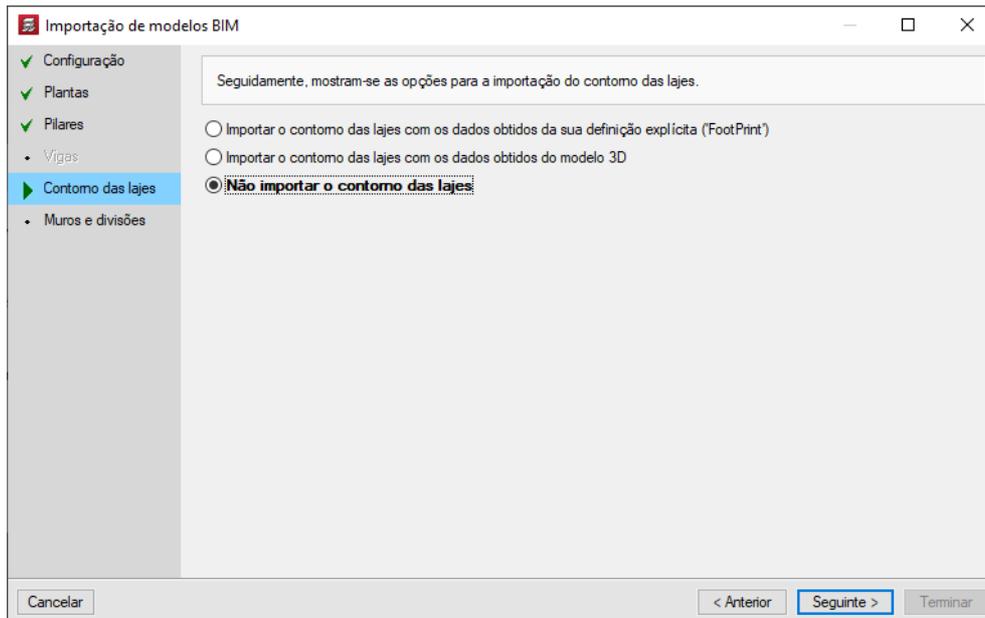


Fig. 2.9

- Surge a possibilidade de gerar as cargas das paredes do modelo arquitetónico, no entanto, para este exemplo serão apenas introduzidas algumas cargas manualmente, sendo assim, prima em **Importar** e seguidamente em **Desmarcar todos**. Ou prima sobre cada **✓** para desmarcar em todas as paredes.

Importar	Referência
<input checked="" type="checkbox"/>	Tijolo furado (15) + XPS (5) + Tijolo furado (11) + Estuque
<input checked="" type="checkbox"/>	ETICS (6) + BTérmico (24) + Estuque
<input checked="" type="checkbox"/>	Placa gesso + Lã de rocha + Placa de gesso
<input checked="" type="checkbox"/>	Betão armado + Lã de rocha + Placa de gesso

Fig. 2.10

- Prima **Terminar**.
- Surge a janela com a indicação de resultados da importação, prima **Aceitar**.

Pisos		Pilares		Vigas	
Processados:	-	Processados:	-	Processados:	-
Criados:	7	Criados:	17	Criados:	-
Modificados:	-	Modificados:	-	Modificados:	-
Excluídos:	-	Excluídos:	-	Excluídos:	-
✓ Sem incidências		✓ Sem incidências		✓ Sem incidências	
Elementos construtivos		Máscaras de lajes		Sectorização contra incêndios	
Processados:	-	Processados:	-	Processados:	-
Criados:	-	Criados:	-	Criados:	-
Modificados:	-	Modificados:	-	Modificados:	-
Excluídos:	38	Excluídos:	-	Excluídos:	-
✓ Sem incidências		✓ Sem incidências		✓ Sem incidências	

Fig. 2.11

Surge a janela **Dados gerais** que permite indicar descrição, regulamentos, materiais a utilizar, ações horizontais, combinações, coeficientes de encurvadura em pilares, modificação de tabelas de armadura e opções de cálculo.

- Prima no botão das normas e selecione as indicadas na figura seguinte.

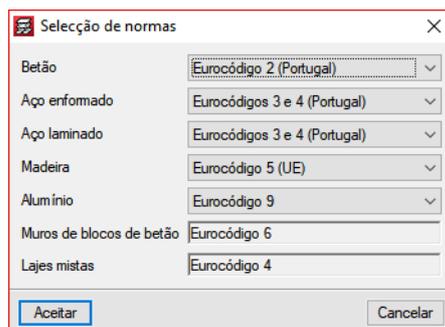


Fig. 2.12

- Prima **Aceitar**.
- Selecione o betão **C30/37** em todos os elementos estruturais, exceto para a Fundação que será **C25/30**. O aço mantém-se como **S-400**.
- Prima em  **Dados da fundação** e coloque as tensões admissíveis indicadas na figura seguinte.
- Prima **Aceitar**.

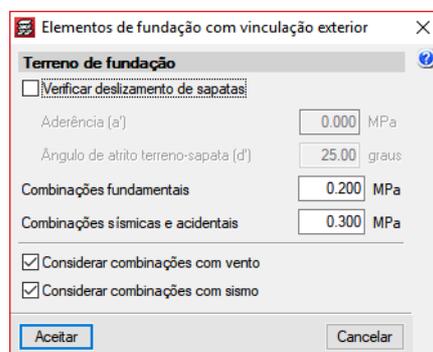


Fig. 2.13

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

- Ative a opção **Com ação do vento** e selecione **Eurocódigo 1**.
- Preencha os dados de acordo com a figura seguinte, supondo uma determinada localização do edifício.

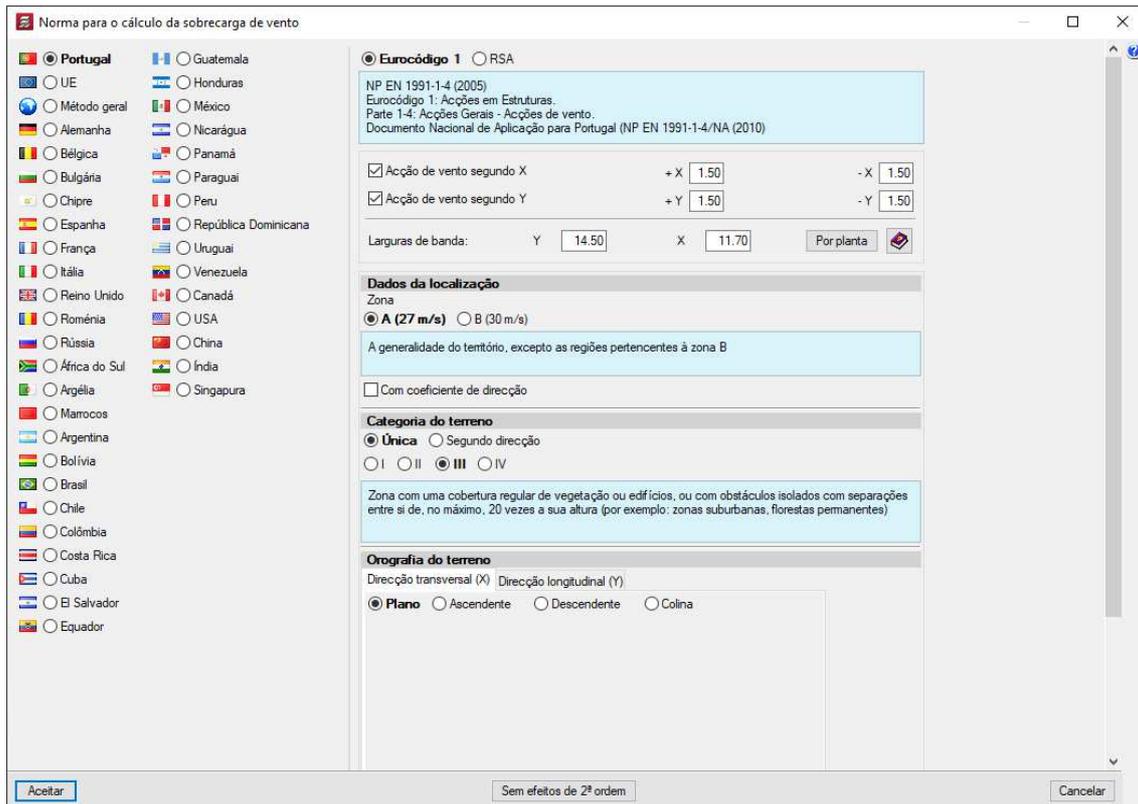


Fig. 2.14

- Prima **Aceitar**.
- Ative a opção **Com ação sísmica** e seleccione **NP EN 1998-1 (2010)**.
- Preencha os dados de acordo com a figura seguinte.

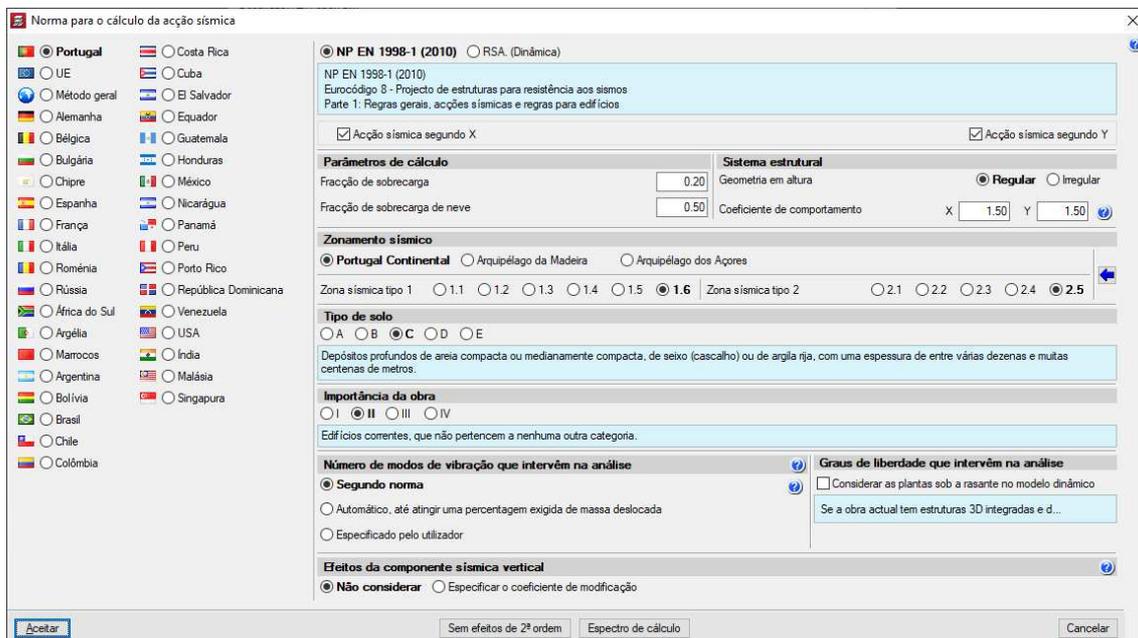


Fig. 2.15

O Anexo Nacional do EC8, faz referência à utilização da ductilidade baixa ( $q \leq 1.5$ ) em edifícios localizados em zonas de baixa sismicidade.

- Prima **Aceitar**.

- Selecione **Ductilidade baixa** em critério de armadura por ductilidade.
- Prima em **Ações adicionais (cargas especiais)**.

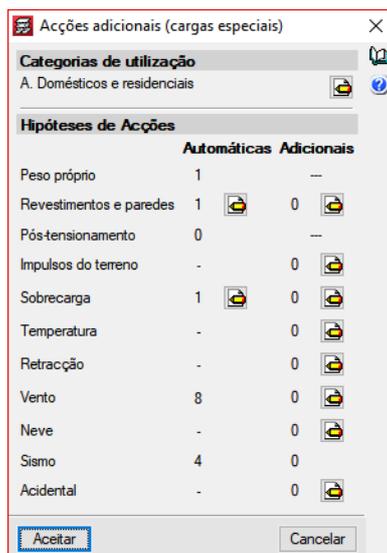


Fig. 2.16

- Prima em **Editar** relativamente a **A. Domésticos e residenciais** em Categorias de utilização.

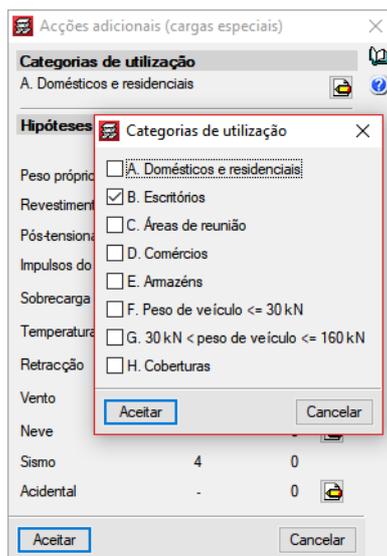


Fig. 2.17

- Selecione apenas **B. Escritórios**. Prima duplamente **Aceitar**.
- Em Ambiente, prima em **X0 (Abertura máxima de fenda: 0.40mm)** e selecione as opções da figura seguinte. Nomeadamente, **Corrosão provocada por carbonatação** e **XC3**.

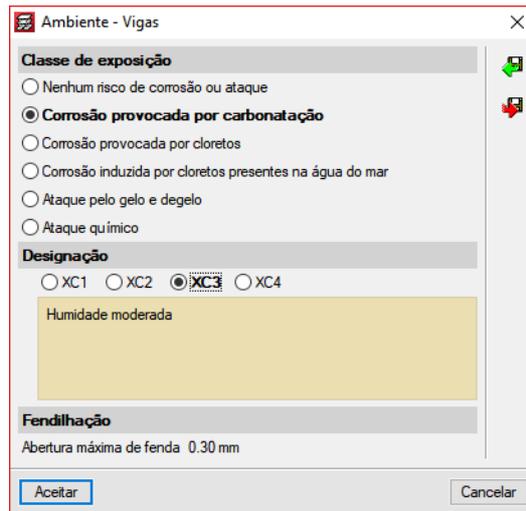


Fig. 2.18

- Prima **Aceitar**.
- Prima em  **Opções**.
- Prima em , de acordo com a figura seguinte.

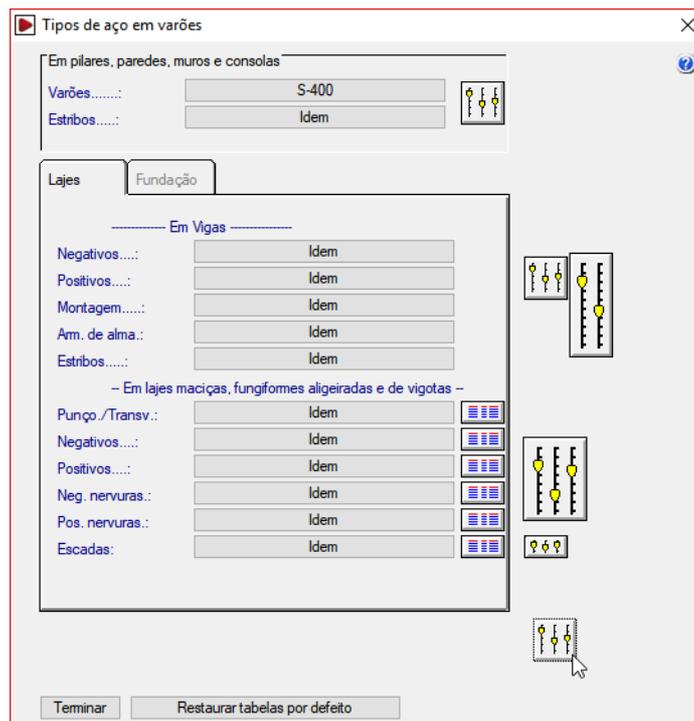


Fig. 2.19

- Prima em **Recobrimento**.

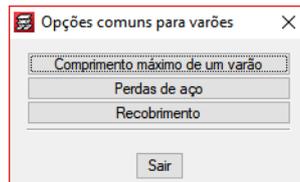


Fig. 2.20

Pretende-se definir os valores de recobrimento mínimos em função da classe de exposição ambiental definida anteriormente.

- Prima em , relativamente aos diversos tipos de elementos estruturais (com exceção dos elementos de fundação) e coloque como recobrimento **3.5 cm**.
- Para os elementos de fundação coloque os valores de recobrimento indicados na figura seguinte.

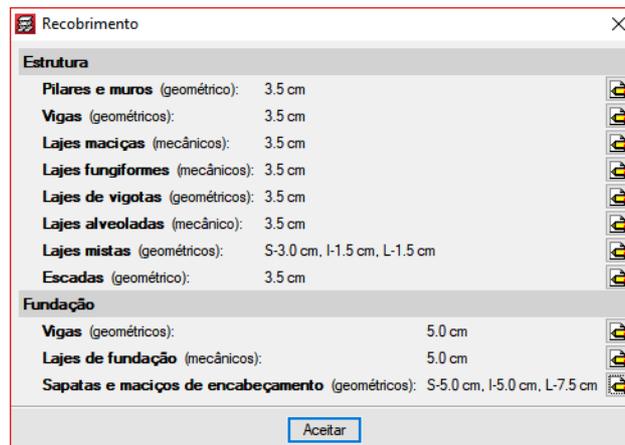


Fig. 2.21

- Prima **Aceitar**.
- Prima **Sair** e por fim em **Terminar**.

Visualiza a janela Dados gerais.



Fig. 2.22

- Prima **Aceitar**.
- Surge uma janela informativa prima novamente **Aceitar**.

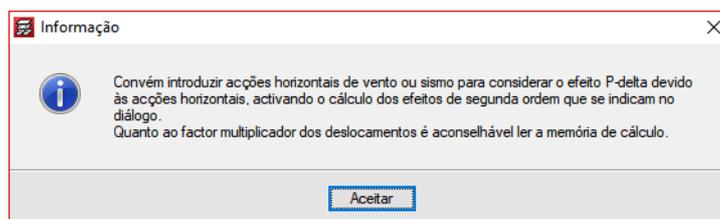


Fig. 2.23

- Surge uma outra janela informativa, prima novamente **Aceitar**.

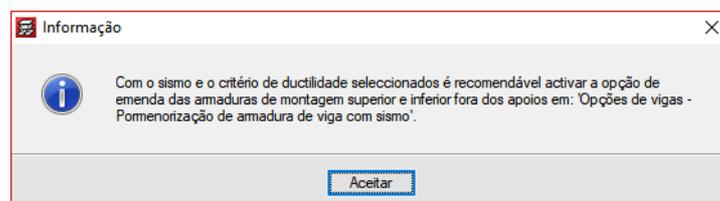


Fig. 2.24

- Surge a janela Estados limite, prima **Aceitar**.

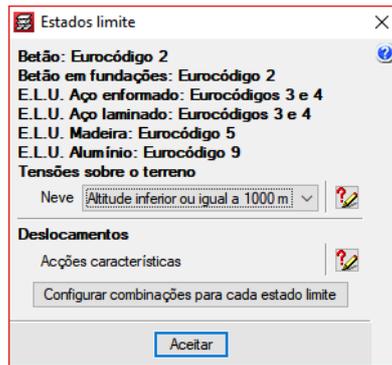


Fig. 2.25

- Surge a janela Editar grupos, coloque os valores de carga correspondentes à **Sobrecarga** e **Revestimentos e paredes**, de acordo com a figura seguinte.

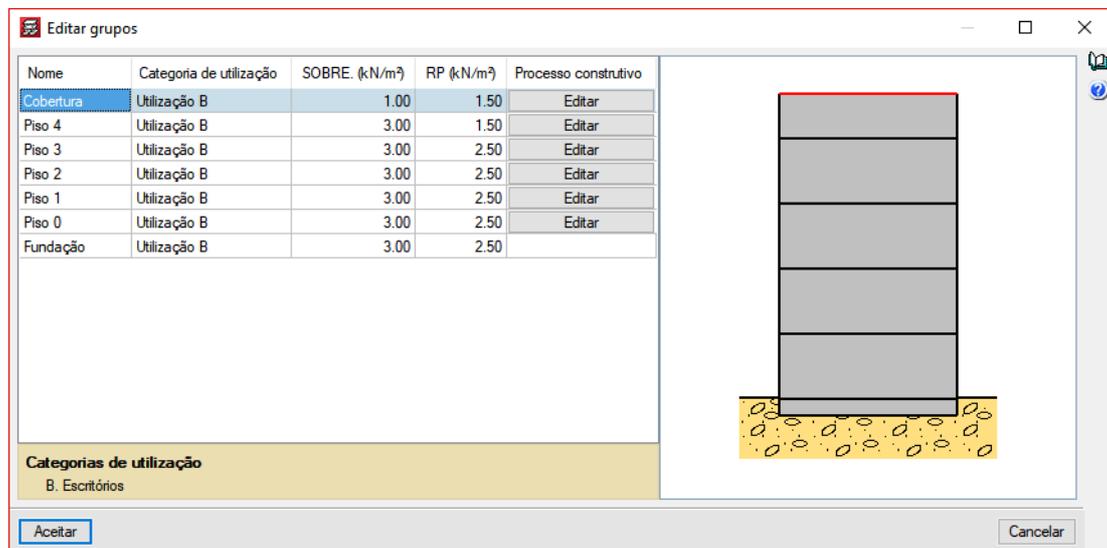


Fig. 2.26

- Prima **Aceitar**.

Na figura seguinte, visualizam-se os pilares gerados a partir do modelo arquitetónico.

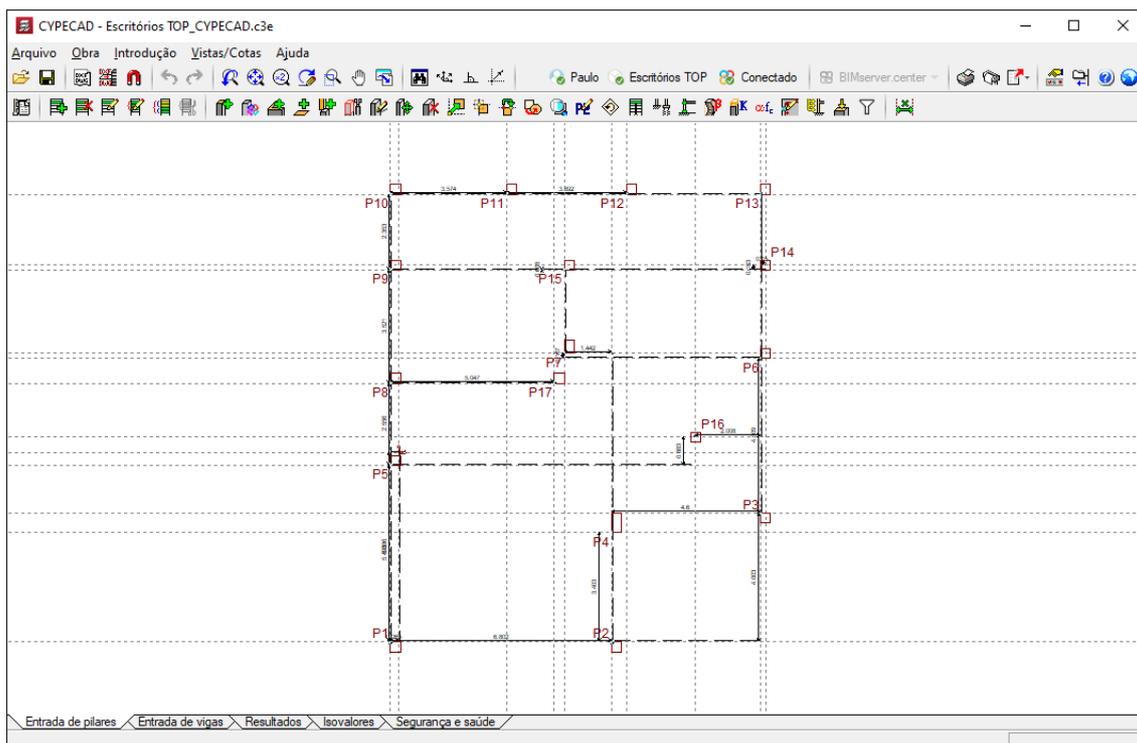


Fig. 2.27

## 2.4.2. Máscaras de arquitetura

No programa IFC Builder, aquando do momento de exportação do modelo para a plataforma BIMserver.center, ativou-se a opção: “Exportar máscaras”. Assim, agregado ao modelo arquitetónico estão presentes as máscaras de arquitetura que o utilizador utilizou durante a fase de modelação da arquitetura.

Após a importação do modelo BIM no programa CYPECAD, para além da geração das plantas, pilares, entre outros elementos, o programa importou as máscaras de arquitetura que estavam agregadas ao modelo BIM.

Pretende-se agora ativar a(s) máscara(s) de arquitetura, que se deseja visualizar no separador Entrada de pilares. Para os outros separadores, as máscaras já estão ativas em função das plantas.

- Na barra de ferramentas, prima em **Editar planos (F4)**.

Surge a janela Seleção de vistas, nesta janela existem duas tabelas, uma com as máscaras DXF-DWG e uma com as máscaras do modelo BIM.

Na tabela Máscaras DXF-DWG, para além das máscaras está também a indicação das plantas a corresponder.

- Ative a máscara **Edifício Escritórios TOP – Piso 0** e prima **Aceitar**.

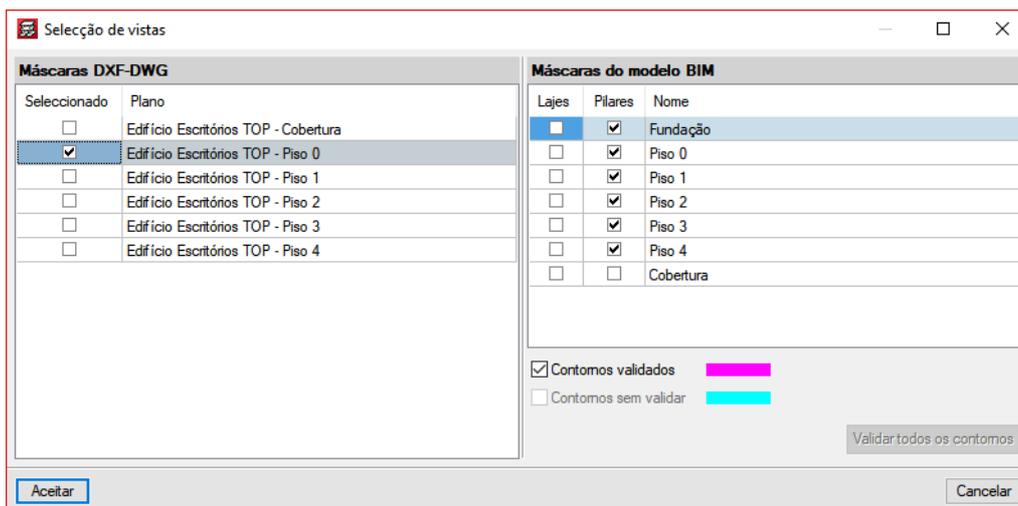


Fig. 2.28

### 2.4.3. Pilares e paredes

Neste momento visualizam-se os pilares já introduzidos de forma automática, tendo em conta o modelo BIM arquitetónico.

Pretende-se agora mostrar a introdução manual de um novo pilar e da parede relativa à caixa do elevador.

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

A janela Novo pilar, permite ao utilizador definir o grupo inicial e final do pilar, a referência, ângulo de rotação em planta, o tipo de vinculação, os valores dos coeficientes de encurvadura, encastramento e rigidez axial, recobrimento, resistência do betão e a geometria.

Salienta-se que sempre que o pilar arranca da fundação (sapata) define-se com vinculação exterior, pilar que arranca numa viga ou laje de piso ou de fundação, deve-se definir sem vinculação exterior.

Antes de se premir para posicionar o pilar, é necessário ter conhecimento do seu "ponto fixo".

O "ponto fixo" permite restringir o crescimento da secção do pilar ou não, tudo depende da posição do mesmo.

Na figura seguinte, visualizam-se as diferentes hipóteses de posição do ponto fixo de um pilar.

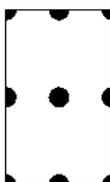


Fig. 2.29

**Pilar com ponto fixo no centro** – pilar aumenta ou diminui a sua dimensão em ambos os sentidos e direções.

**Pilar com ponto fixo numa das faces** – pilar fica com essa face bloqueada, crescendo ou diminuindo totalmente no sentido da face oposta, para a outra direção aumenta ou diminui em ambos os sentidos.

**Pilar com ponto fixo num dos cantos** – pilar com as faces que formam o canto bloqueadas, crescendo ou diminuindo totalmente no sentido das faces opostas.

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

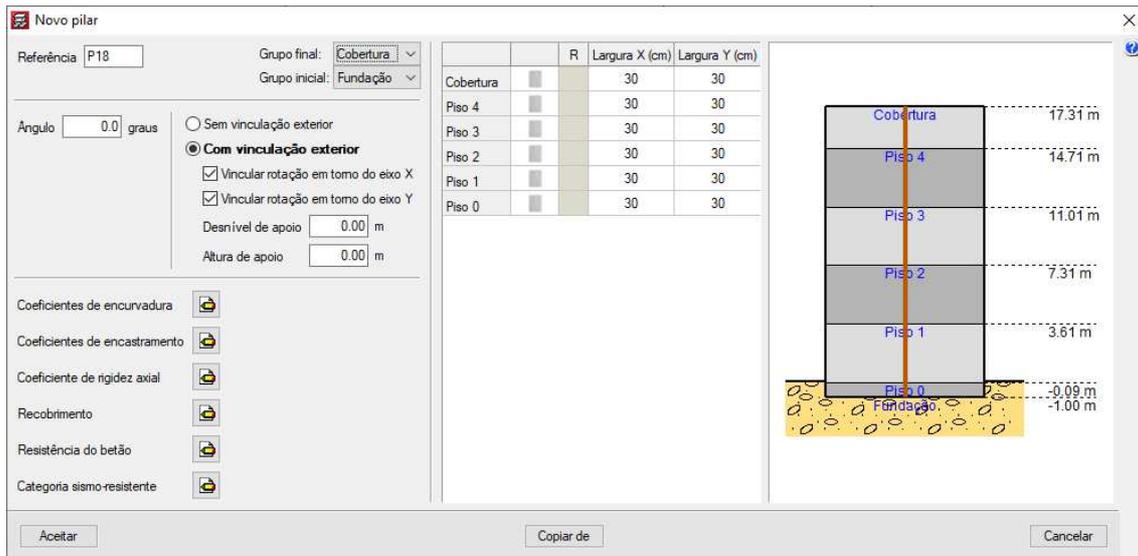


Fig. 2.30

- Coloque a **largura** em X e Y igual a **25 cm** e prima **Aceitar**.

Como se pretende introduzir o pilar com auxílio da máscara de arquitetura é necessário que a arquitetura esteja visível (tecla F4 ou comando Editar planos), de acordo com o realizado no ponto anterior.

- Por outro lado, pretende-se capturar o “ponto fixo” do pilar com base na intersecção de duas linhas DFX/DWG, assim prima sobre **Capturas para máscaras** na barra de ferramentas, para que se possa ativar as capturas de linhas DXF e DWG.
- Na janela **Seleção de Capturas** ative a opção **Ativar capturas** e **Intersecção**. Prima **Aceitar**.

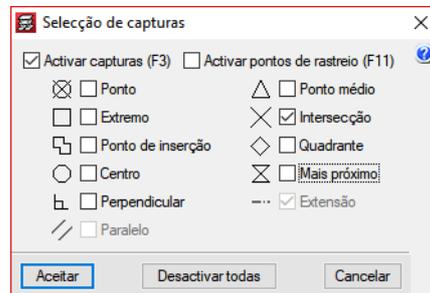


Fig. 2.31

- Para facilitar a visualização prima no menu **Vistas/Cotas > Cotas visíveis**. Serão desativa as linhas a tracejado que representam as direções x e y do ponto fixo de cada pilar já introduzido.
- Posicione o cursor de acordo com a figura seguinte. Quando o programa detetar a intersecção das duas linhas DWG, o símbolo de intersecção surge, prima com o e automaticamente é introduzido o pilar. Esse ponto será o “ponto fixo” do pilar.

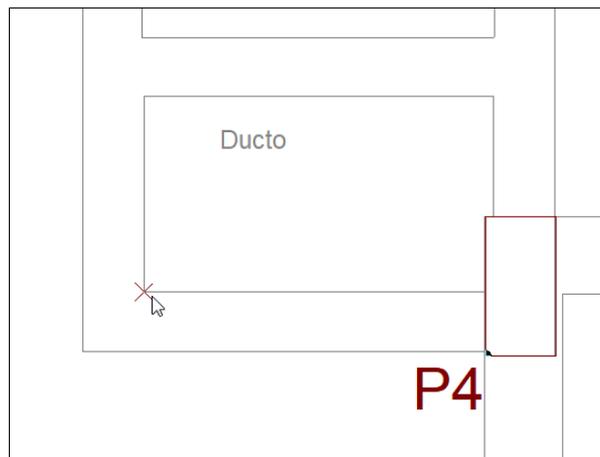


Fig. 2.32

O pilar poderá não ficar embebido pela parede, isto porque apesar de se ter capturado a interseção corretamente, no momento da captura, a posição do cursor relativamente à interseção  vai determinar a posição do pilar, podendo este ficar desajustado, como se vê na figura seguinte.

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

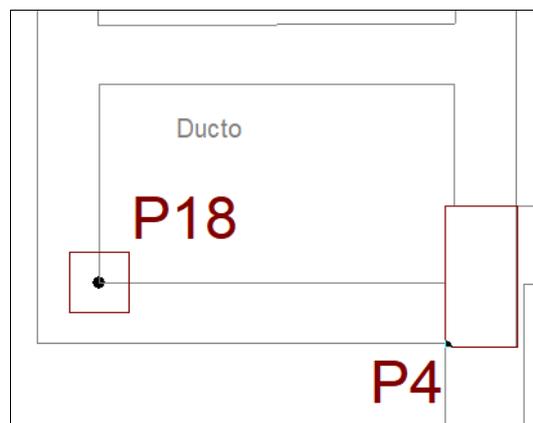


Fig. 2.33

- Para terminar prima com o . Surge a janela Novo pilar. Prima **Cancelar** e surge de imediato a barra de ferramentas **Pilares, paredes e arranques**.

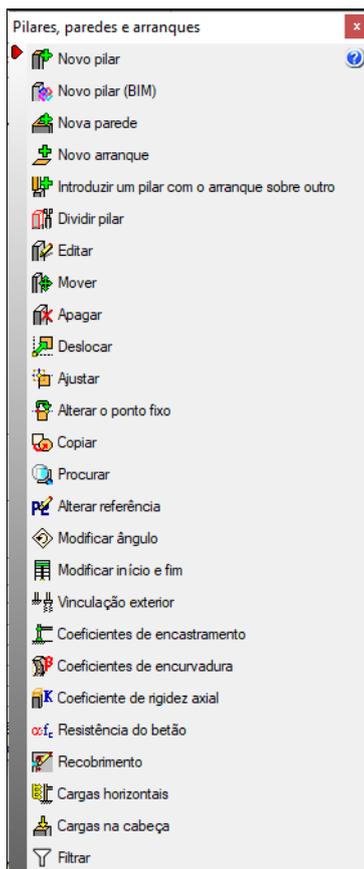


Fig. 2.34

- É necessário ajustar o pilar introduzido, prima sobre o comando **Ajustar**.
- Surge a janela do comando, prima **Aceitar** sem especificar um deslocamento.

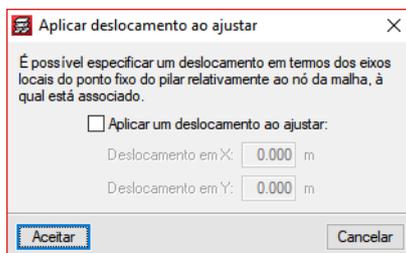


Fig. 2.35

- Coloque o cursor no sentido e na direção que deseje que o pilar se desloque, de acordo com a figura seguinte e prima com o .

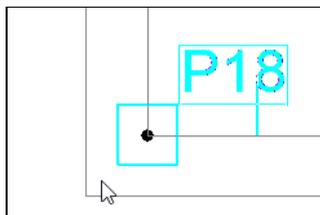


Fig. 2.36

O pilar desloca-se seguindo a posição do cursor mantendo sempre o ponto fixo.

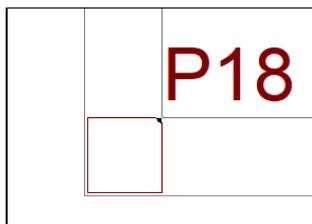


Fig. 2.37

- Prima com o  e prima em **Cancelar**.

Na barra de ferramentas **Pilares, paredes e arranques** existe uma diversidade de comandos, prima no ícone  e posteriormente prima nos retângulos azuis que surgem, de imediato surge uma mensagem relativa a cada comando.

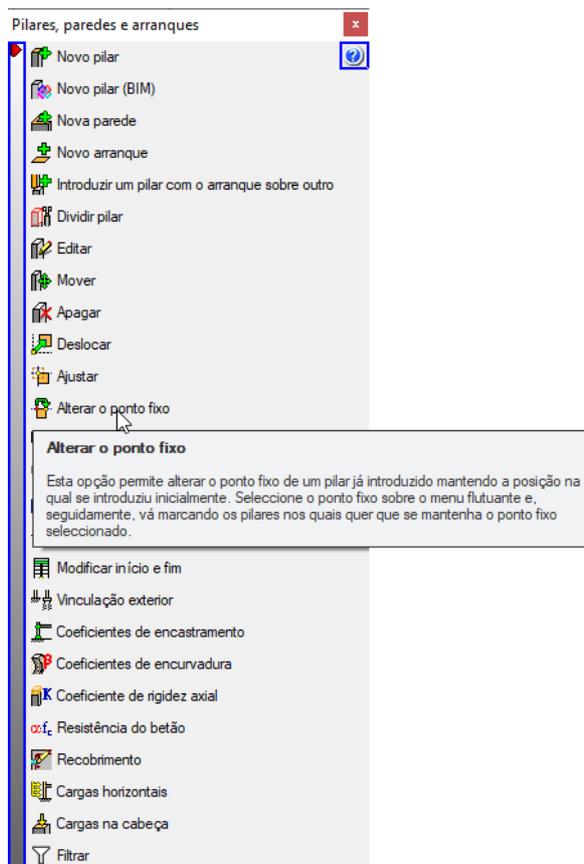


Fig. 2.38

Prossegue-se com a introdução da caixa do elevador em betão armado.

- Prima em **Nova parede**.
- Surge uma janela de edição, coloque no nome da parede **Elevador** e no grupo final seleccione Piso 4, os restantes dados ficam por defeito.

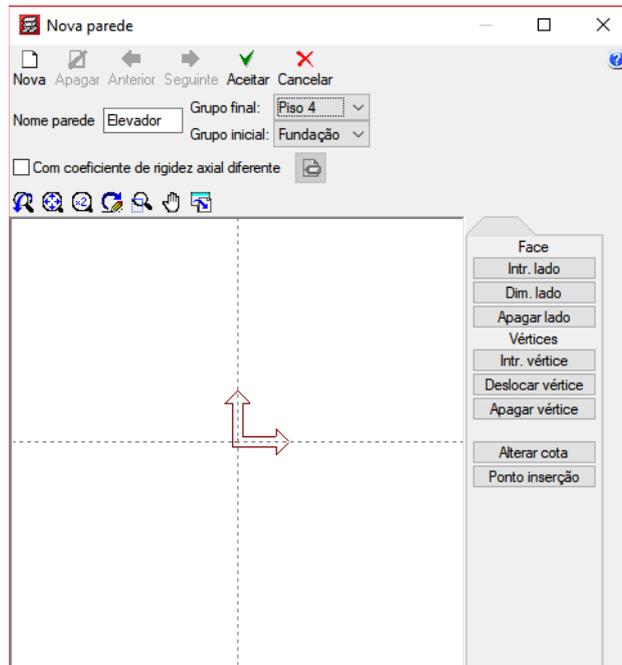


Fig. 2.39

- Prima em **Intr. lado**, e prima sobre o ponto de intersecção dos dois eixos.
- O objetivo é desenhar a caixa do elevador pelo seu interior, indicando a sua espessura para o exterior.
- De seguida, prima num ponto qualquer pertencente ao eixo y, como ilustra a figura seguinte.

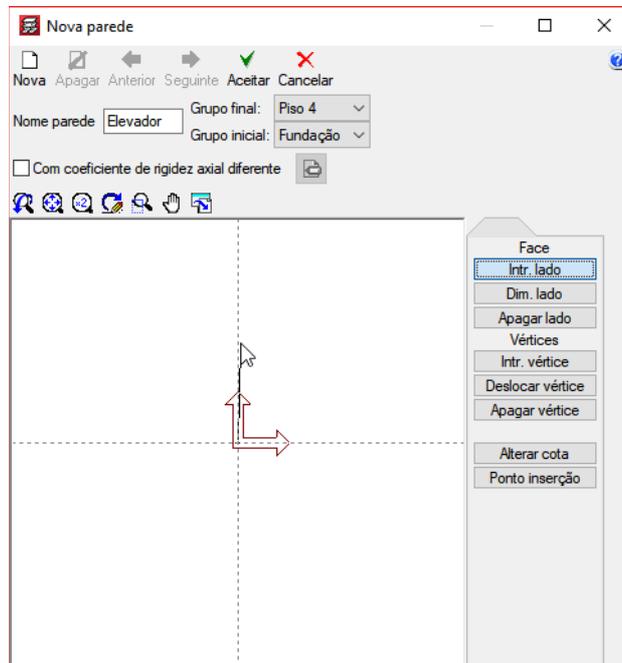


Fig. 2.40

- Surge a indicação para se colocar um valor, coloque **1.75 m** e prima no , de acordo com a figura seguinte.

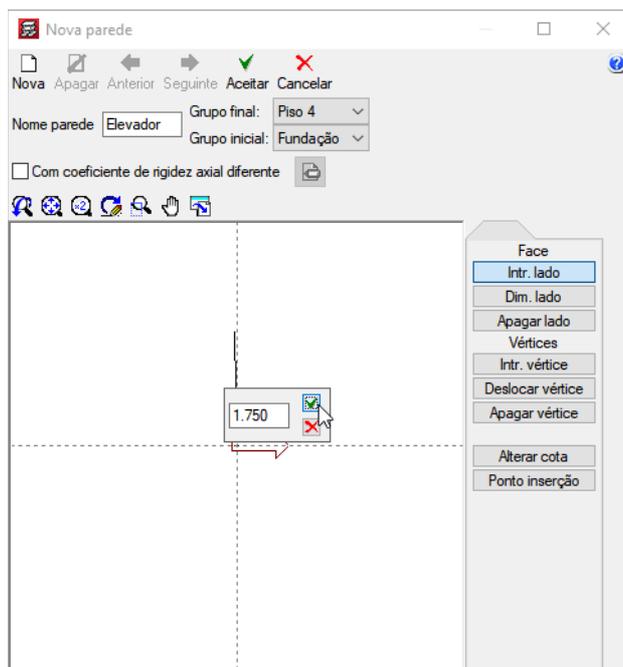


Fig. 2.41

Surge uma pequena janela, para se definir a espessura relativamente à linha introduzida.

- Pretende-se que a parede ganhe dimensão para a esquerda da linha introduzida. Coloque as espessuras de acordo com a figura seguinte. Prima em **Aceitar**.

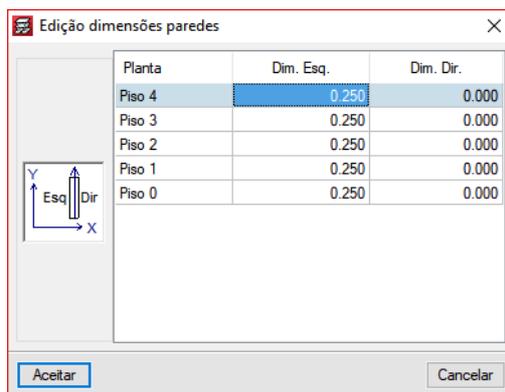


Fig. 2.42

- Prima sobre o ponto especificado na figura seguinte.

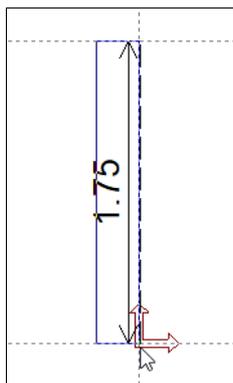


Fig. 2.43

- De seguida, prima num ponto qualquer, à direita da parede, pertencente ao eixo x, como ilustra a figura seguinte. E especifique a distância de **1.50 m** relativamente ao ponto inicial. No fim, prima no

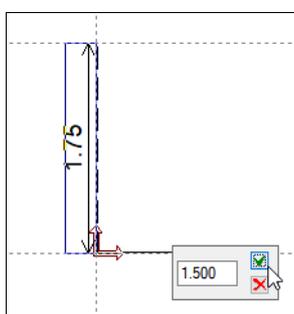


Fig. 2.44

- Coloque a espessura da parede da seguinte forma, dimensão à **esquerda** de **0.20 m** e dimensão à **direita** **0.25 m**. Prima **Aceitar**.

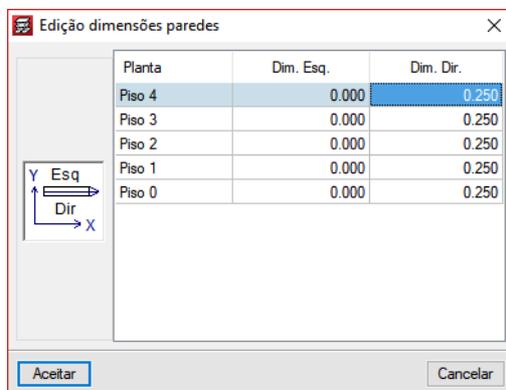


Fig. 2.45

- Prima agora no seguinte ponto da figura seguinte.

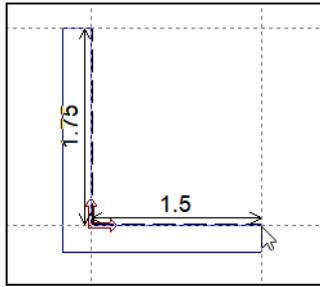


Fig. 2.46

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

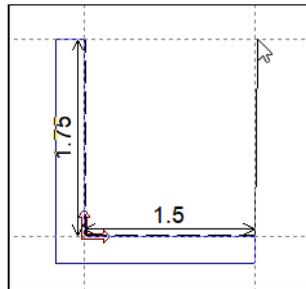


Fig. 2.47

- Coloque a espessura da parede da seguinte forma, dimensão à **esquerda** de **0.00 m** e dimensão à **direita** de **0.25 m**. Prima **Aceitar**.

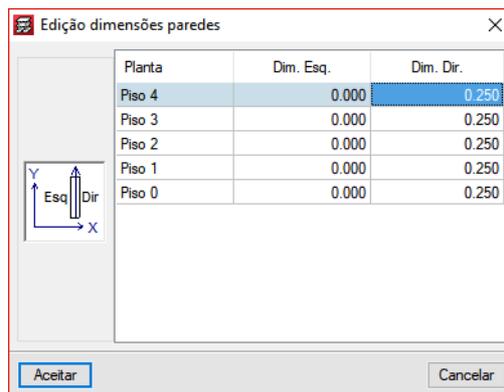


Fig. 2.48

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

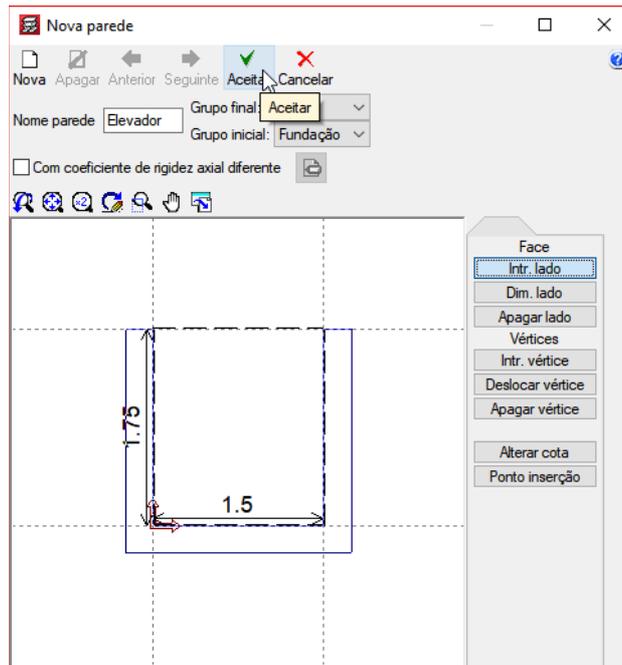


Fig. 2.49

- Coloque na referência **Elev** e prima em **Aceitar**.

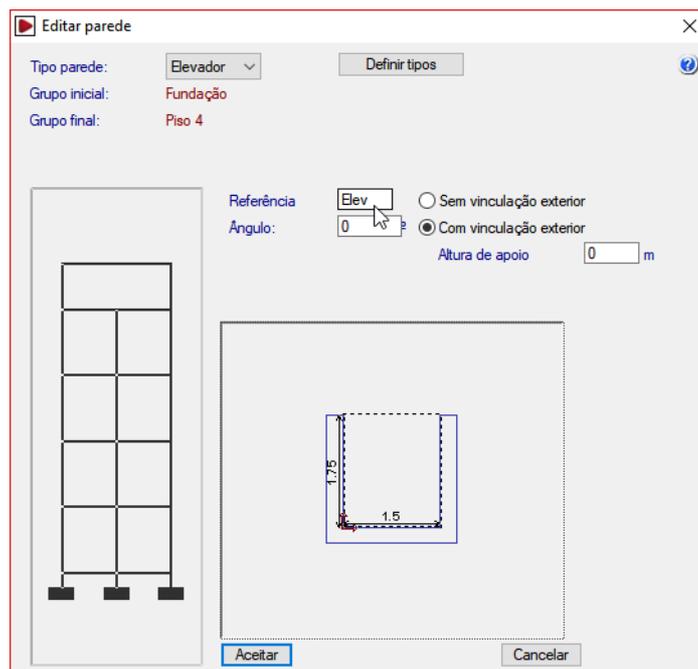


Fig. 2.50

Como se pretende introduzir a caixa do elevador com auxílio da máscara de arquitetura é necessário que a arquitetura esteja visível (tecla F4).

- Por outro lado, prima sobre  **Capturas para máscaras** na barra de ferramentas, para que se possa ativar as capturas de linhas DXF e DWG.
- Na janela **Seleção de Capturas** ative a opção **Ativar capturas e Intersecção**. Prima **Aceitar**.

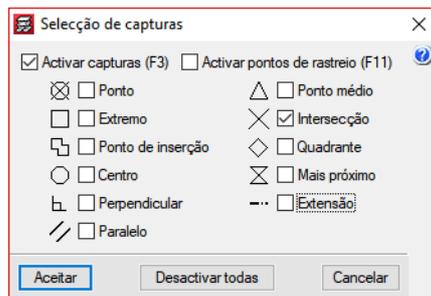


Fig. 2.51

- Posicione o cursor de acordo com a figura seguinte. Quando o programa detetar a intersecção das duas linhas DWG, o símbolo de intersecção  surge, prima com o  e automaticamente é introduzida a parede.

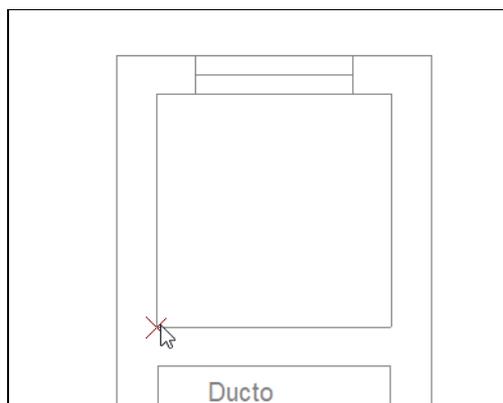


Fig. 2.52

- Com o objetivo de alterar as referências dos pilares, prima em **Alterar referência** na barra de ferramentas Pilares, paredes e arranques.

Pretende-se ordenar as referências dos pilares da esquerda para a direita, de baixo para cima.

- Prima sobre o pilar **P18**, uma vez que os pilares P1 e P2 já possuem a referência que se pretende.
- Altere a referência para **P3** e ative a opção **Numerar consecutivamente**. Prima **Aceitar**.

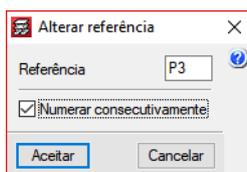


Fig. 2.53

- Prima agora sobre os restantes pilares, da esquerda para a direita, de baixo para cima, o programa renumera automaticamente, o resultado final será de acordo com a figura seguinte. Caso se engane, existe o comando Editar, que permite alterar a referência de um determinado pilar.

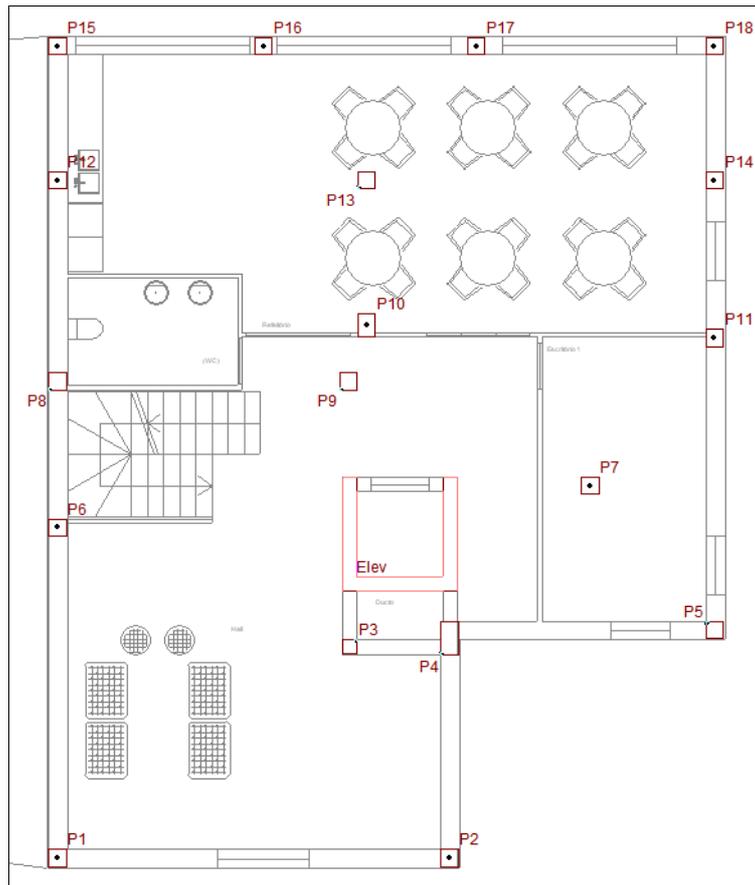


Fig. 2.54

## 2.4.4. Muros

- Para dar início à introdução dos muros, prima no separador **Entrada de vigas**.

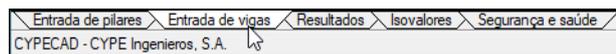


Fig. 2.55

Encontra-se situado ao nível do **grupo 1**, que corresponde à planta **Piso 0**, essa indicação surge no canto inferior direito do ecrã.

- Prima em **Descer grupo**. Passou a situar-se no **grupo 0** que corresponde à planta **Fundação**.
- Prima no menu **Muros > Introduzir muro**.

Caso surja uma janela, com informações sobre a utilização do módulo Muros de cave, após leitura feche a janela.

- Prima no ícone **Muro de betão armado**.
- O muro que se pretende introduzir, tem como grupo inicial **Fundação** e grupo final **Piso 1**. E será entre o pilar P1 e P15.
- Prima em **Diagramas de pressões**.
- Prima em **+** para acrescentar um impulso.
- Prima em **Impulso do terreno**.
- Coloque como cota de maciço terroso **3.61 m**, os restantes dados ficam por defeito.

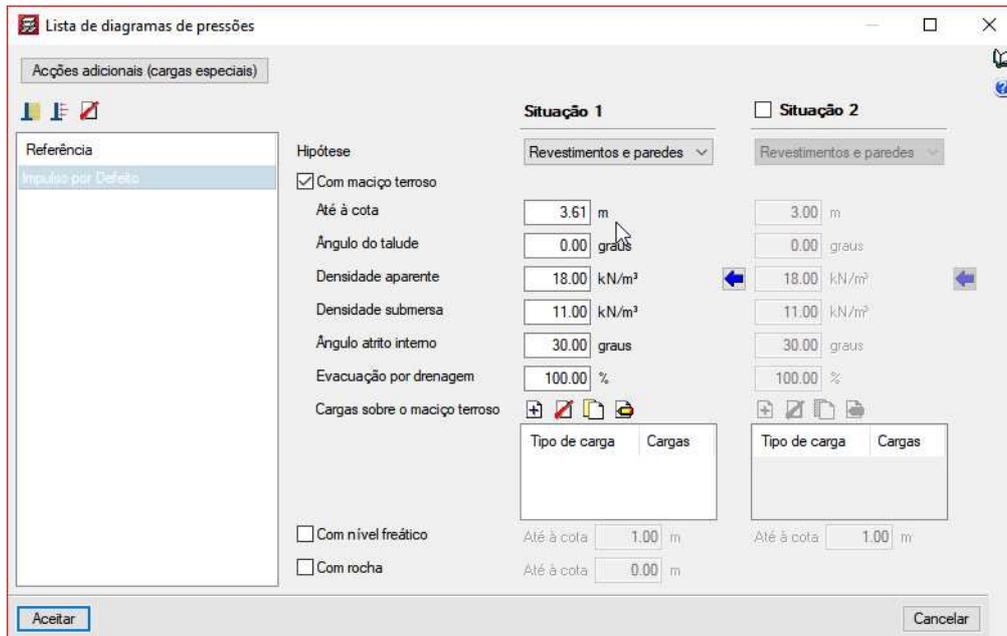


Fig. 2.56

- Prima **Aceitar**.
- Selecione a referência **Impulso por Defeito** e localizado à **Esquerda**, de acordo com a figura seguinte.

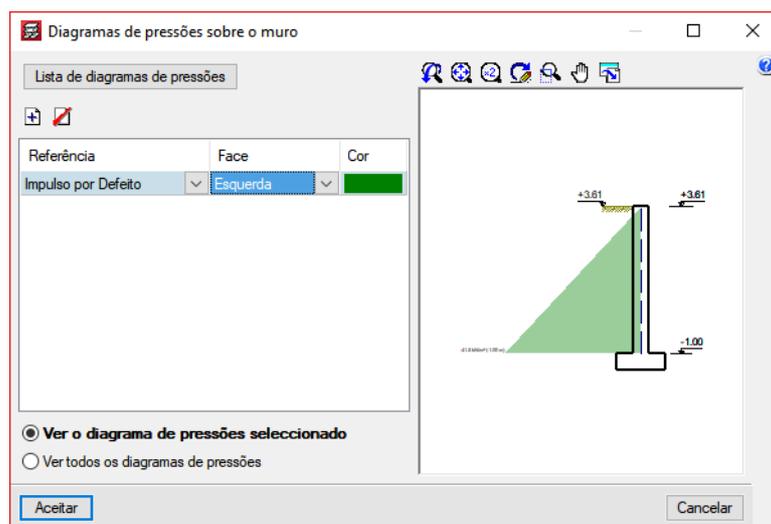


Fig. 2.57

- Prima **Aceitar**.

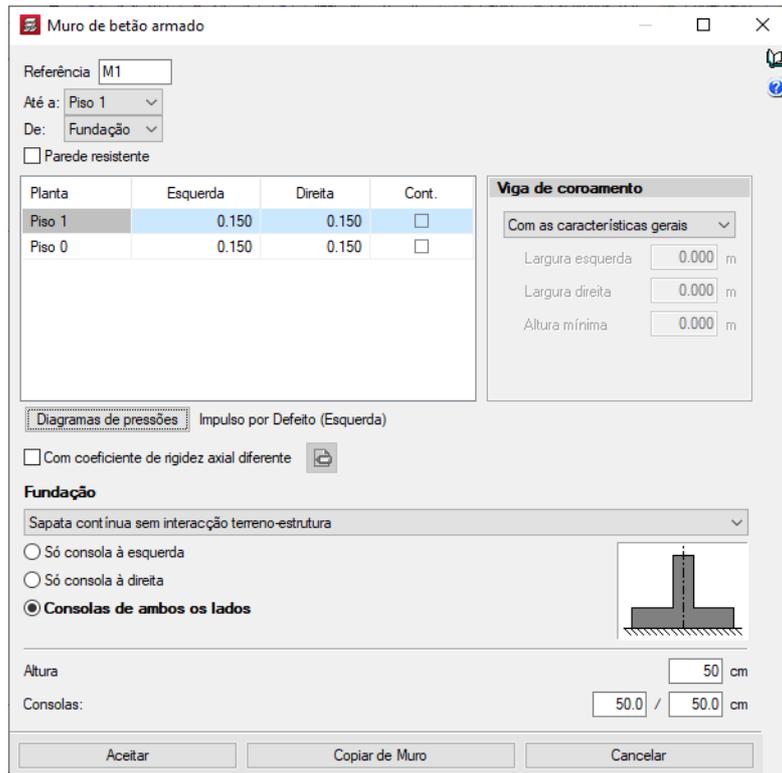


Fig. 2.58

Como a sapata do muro é excêntrica para o interior do edifício.

- Selecione **Só consola à direita**.
- Prima **Aceitar**, para se proceder à introdução do muro.
- Posicione-se sobre o pilar **P1**, surge um círculo vermelho, prima com o .

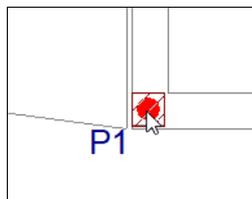


Fig. 2.59

- Prima sobre o ícone  **Ortogonal on/off**, para ativar o comando.
- Posicione o cursor sobre o pilar P15 representado na figura seguinte e prima com o .

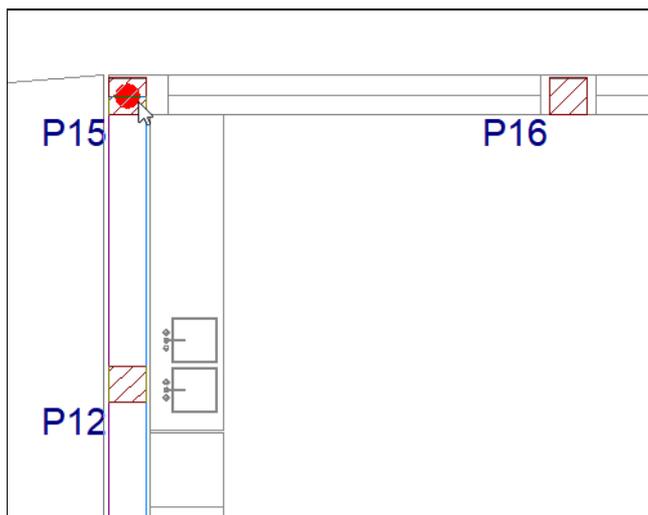


Fig. 2.60

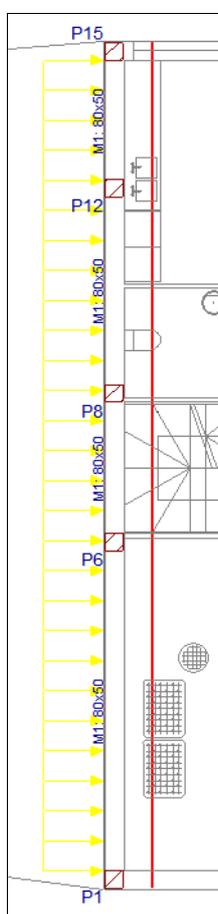


Fig. 2.61

- Prima com o  para voltar a surgir a janela Muro de betão armado e prima **Cancelar**.

### 2.4.5. Piso 1

- Prima em  **Subir grupo**, para se situar no **grupo 2**, correspondente à planta **Piso 1**, pode visualizar a informação do grupo e planta no canto inferior direito da janela.

### 2.4.5.1. Vigas

Prossigue-se com a introdução das vigas nesta planta.

- Prima **Vigas > Introd. viga**. Abre-se a janela **Viga actual**.

- Prima sobre o ícone  **Vigas altas** e  **Viga alta retangular** e coloque uma secção **30 x 40**.

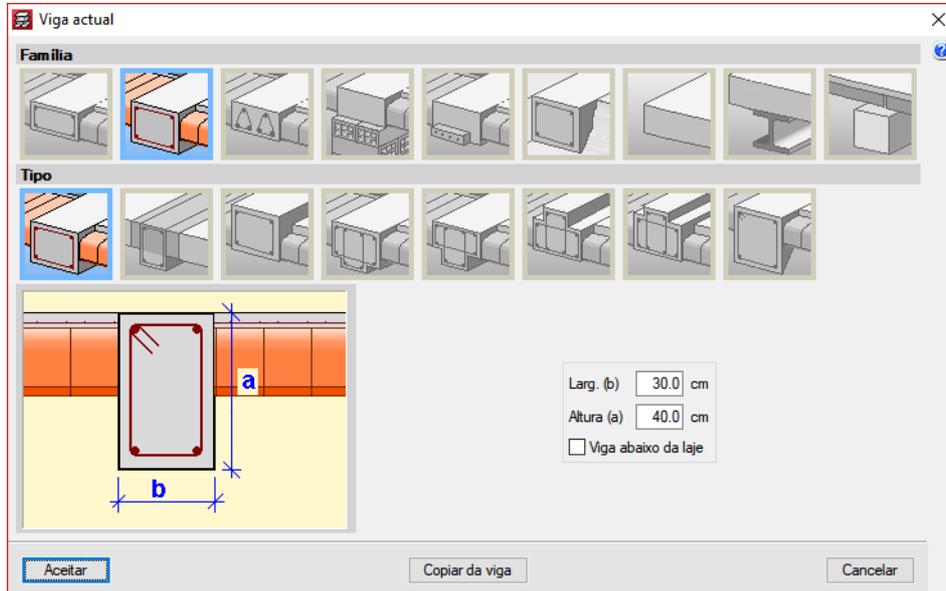


Fig. 2.62

- Prima **Aceitar**.
- Antes de introduzir as vigas desative as capturas para máscaras, através do ícone  **Capturas para máscaras** ou da tecla **F3** (ativa/desativa).

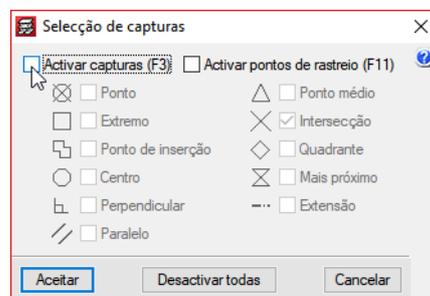


Fig. 2.63

- Posicione o cursor sobre o pilar **P1** e prima.
- Posteriormente posicione o cursor sobre o pilar **P2** e prima. Está introduzida a viga.

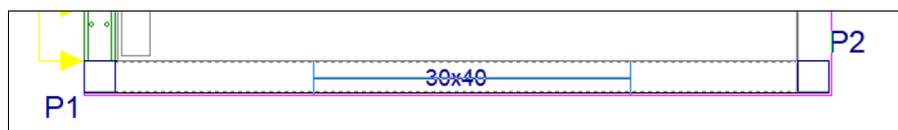


Fig. 2.64

- Para facilitar a introdução das restantes vigas, desativa-se a máscara de arquitetura pressionando a tecla **F4**.
- Repita o procedimento de introdução de viga, entre os pilares **P2 e P4; P4 e P5; P5 e P18; P18 e P15**. Não ficando preocupado se a viga ficar desalinhada. O aspeto será o da figura seguinte.

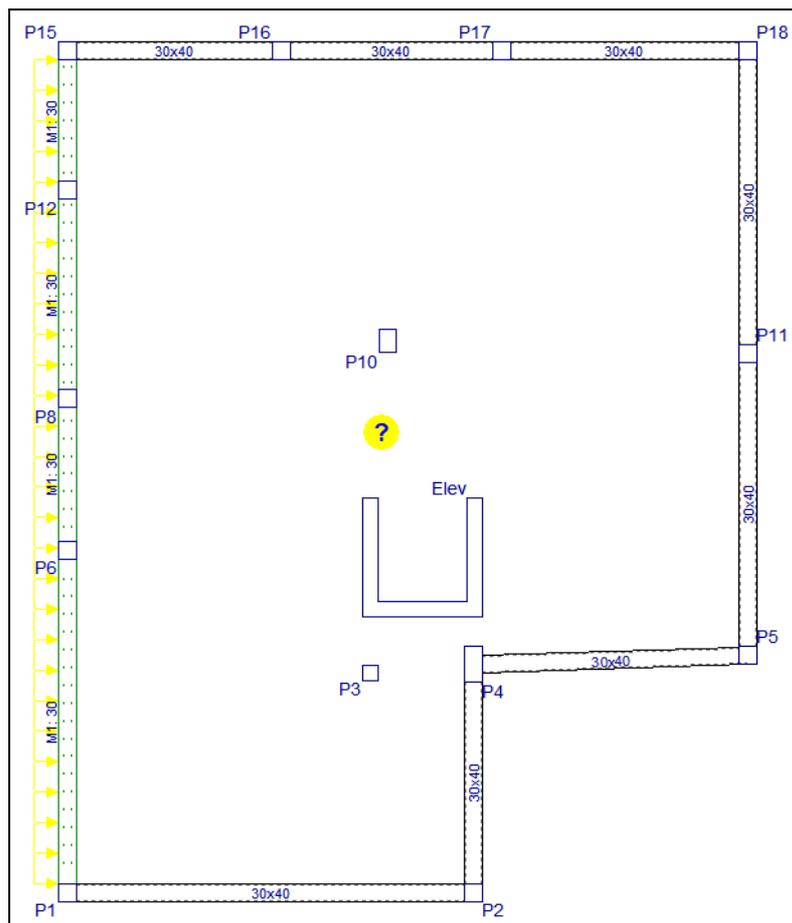


Fig. 2.65

- Na barra de ferramentas, prima sobre o ícone  **Ortogonal on/off** para o ativar.
- Introdz-se a viga entre o pilar **P6** e a **caixa do elevador**.

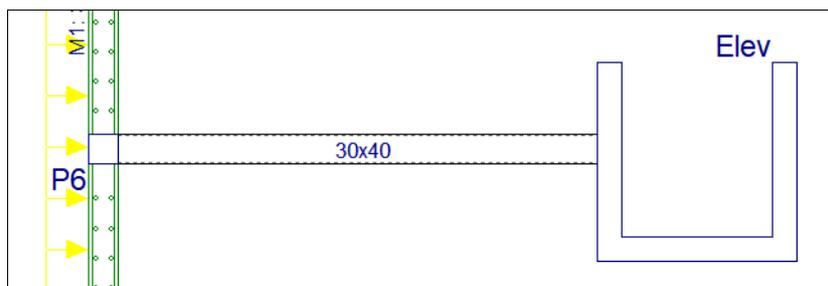


Fig. 2.66

- Prima com o , surge novamente a janela Viga atual.
- Coloque a secção **40 x 40** e introduz-se a viga do pilar **P10** ao **muro**, e do pilar **P10** ao **P11**.

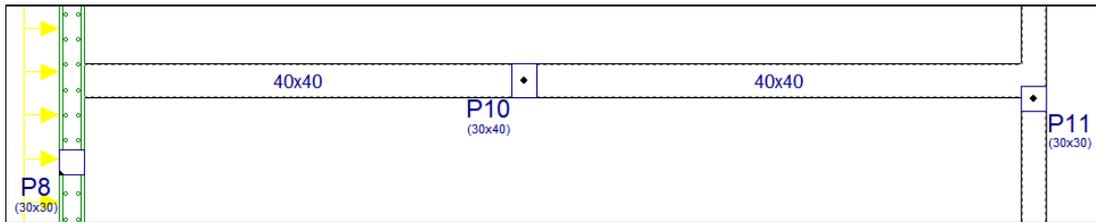


Fig. 2.67

- Prima com o , surge novamente a janela Viga atual.
- Coloque a secção **25 x 40** e introduz-se a viga entre as **extremidades da caixa de elevador**, entre o pilar **P3, caixa do elevador** e **P4**, de acordo com a figura seguinte.

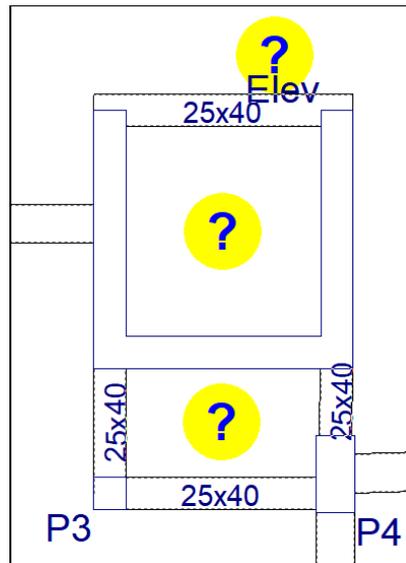


Fig. 2.68

- Como se pretende agora introduzir a viga de limite da abertura da caixa de escadas, ativa-se a máscara de arquitetura pressionando a tecla **F4**, de forma que se visualize essa mesma abertura.
- Prima com o , surge novamente a janela Viga atual.
- Coloque a secção **30 x 40** e introduz-se a viga posicionada próxima da chegada do lanço da escada, de acordo com a figura seguinte, não necessitando de grande rigor, uma vez que mais tarde será ajustada.

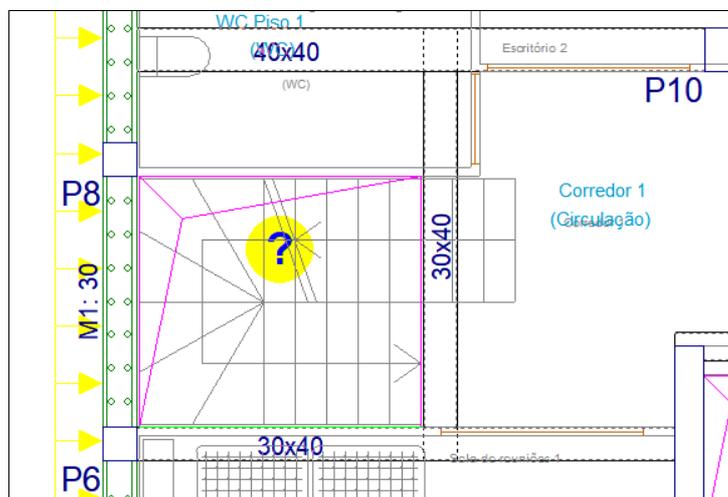


Fig. 2.69

- Introduz-se agora a viga do pilar **P8** até à outra **viga já introduzida**.

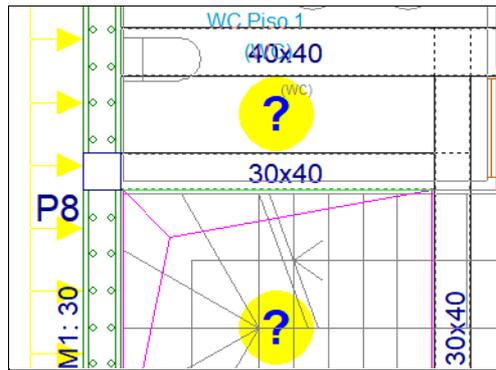


Fig. 2.70

Prosegue-se agora ao ajuste de algumas vigas. As vigas podem ajustar-se em função dos elementos estruturais introduzidos (pilares, paredes e muros), ou em função das linhas de CAD da máscara de arquitetura.

- Prima em **Vigas > Ajustar**.

Pretende-se iniciar o ajuste pela viga que recebe o lanço da escada, e esse ajuste é em função da máscara de arquitetura, assim é necessário ativar a captura  Mais próximo.

- Prima no ícone  **Capturas para máscaras** e ative a captura  **Mais próximo**.

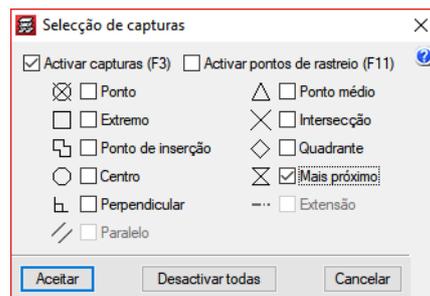


Fig. 2.71

- Posicione o cursor de acordo com a figura seguinte, de forma que o cursor esteja a detetar a linha de CAD que se pretende que a viga fique ajustada, por outro lado o cursor deve ficar posicionado fora da viga (senão ajusta ao eixo da viga) e indicando a face da viga que se quer que fique ajustada. Prima com o .

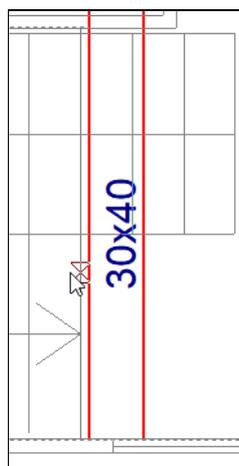


Fig. 2.72

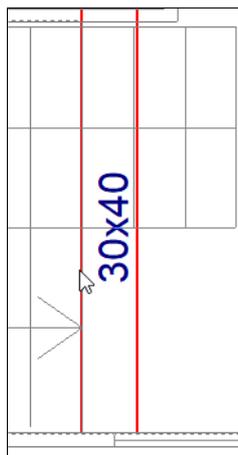


Fig. 2.73

- Seguidamente pretende-se ajustar as restantes vigas aos elementos estruturais, assim prima na tecla **F3** para desativar as **Capturas para máscaras**.
- Para facilitar em termos de visualização, prima na tecla **F4** para desativar a máscara de arquitetura.
- Prossegue-se com o ajuste da viga de fecho da caixa do elevador, posicione o cursor a meio vão da viga e na face que pretende que fique ajustada. Prima com o .

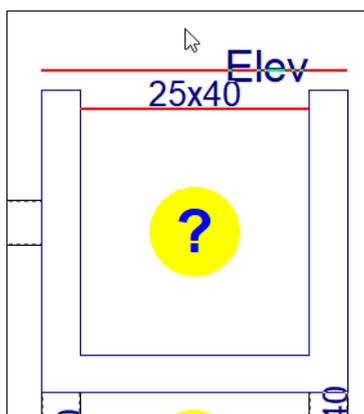


Fig. 2.74

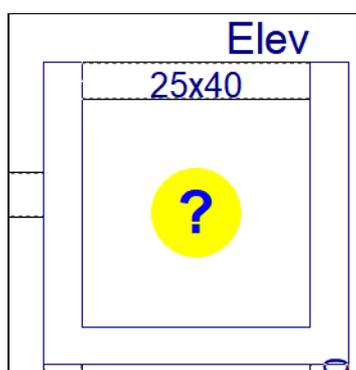


Fig. 2.75

- Repete-se o procedimento do ajuste para a viga entre os pilares P4 e P5, de acordo com as figuras seguintes.

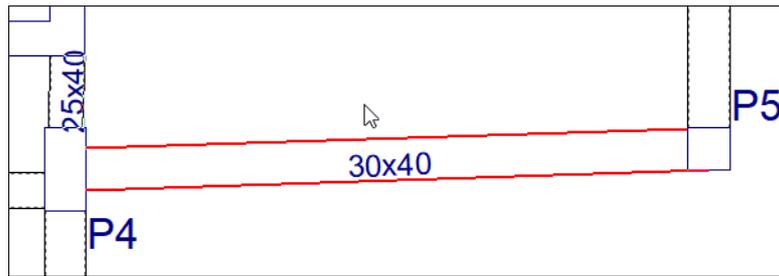


Fig. 2.76

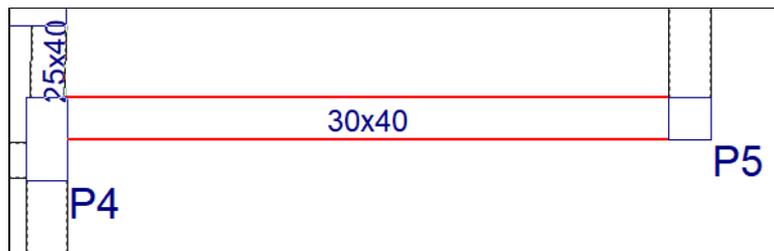


Fig. 2.77

- Repete-se o procedimento do ajuste para a viga entre o pilar P4 e a caixa de elevador, de acordo com a figura seguinte.

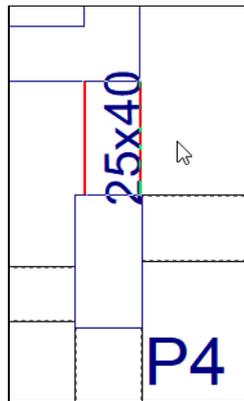


Fig. 2.78

O aspeto final após introdução e ajuste das vigas será de acordo com a figura seguinte.

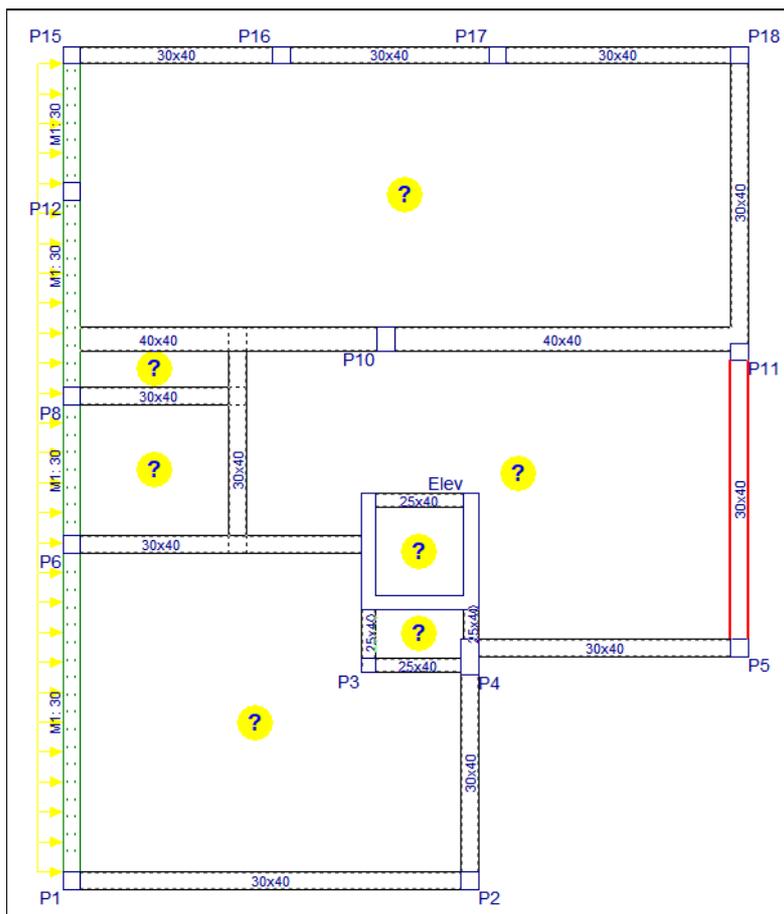


Fig. 2.79

### 2.4.5.2. Lajes

Neste ponto, pretende-se inserir a laje fungiforme aligeirada e as aberturas.

- Prima **Lajes > Gestão lajes**.
- Surge a barra de ferramentas flutuante, prima em  **Introduzir laje**.

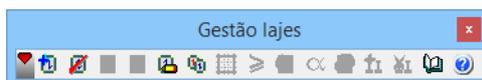


Fig. 2.80

- Seleccione **Lajes de vigotas**.
- Prima sobre o ícone  **Lajes de vigotas pré-esforçadas**.

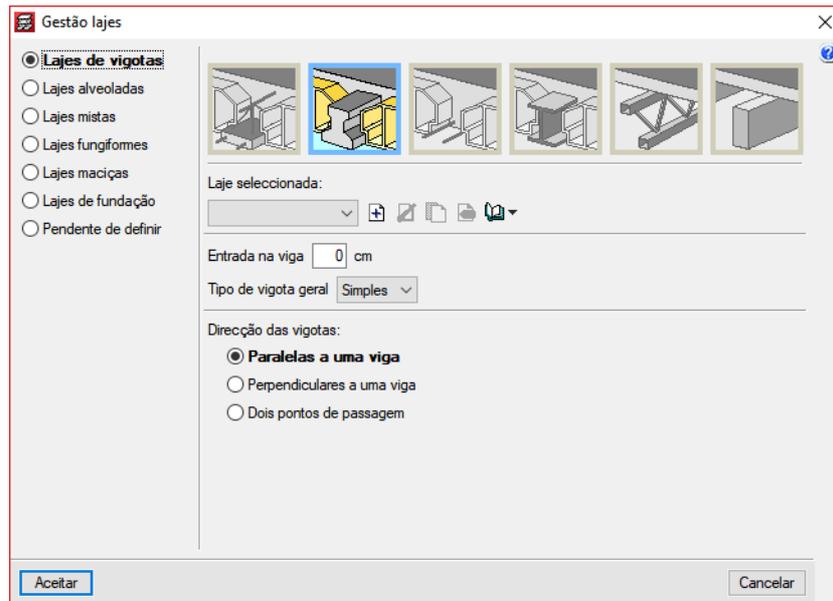


Fig. 2.81

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

Assim, através de um programa fornecido pelo fabricante de lajes de vigotas, efetua-se 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.

- Preenche com os dados da figura seguinte.

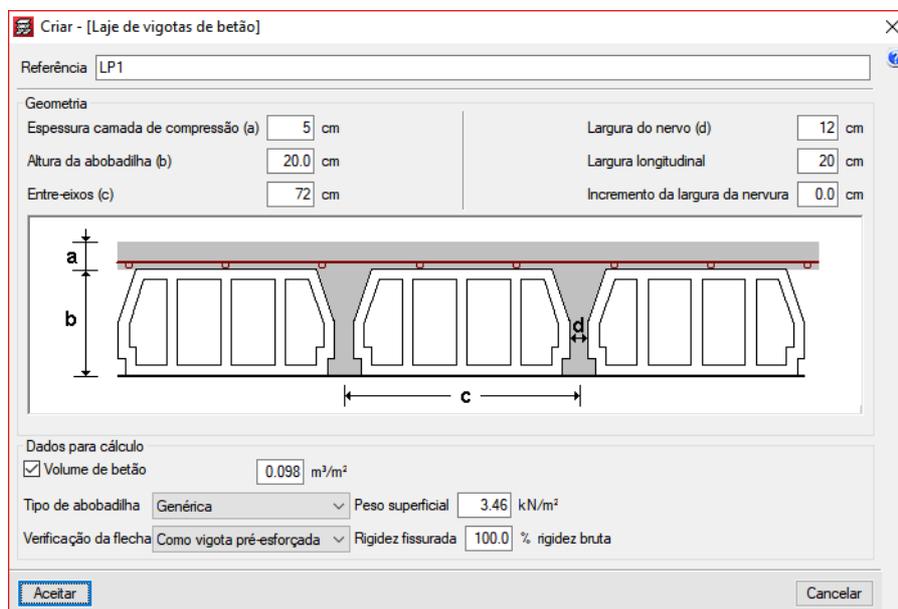


Fig. 2.82

- Prima **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** e introduza de acordo com a figura seguinte.

Para se introduzir uma laje de vigotas, prima uma vez com o  no interior do pano onde se pretende introduzir a laje e prima outra vez com o  junto a uma viga para o qual deseja que as vigotas sejam paralelas (isto no caso de ter selecionado a opção Paralelas a uma viga).

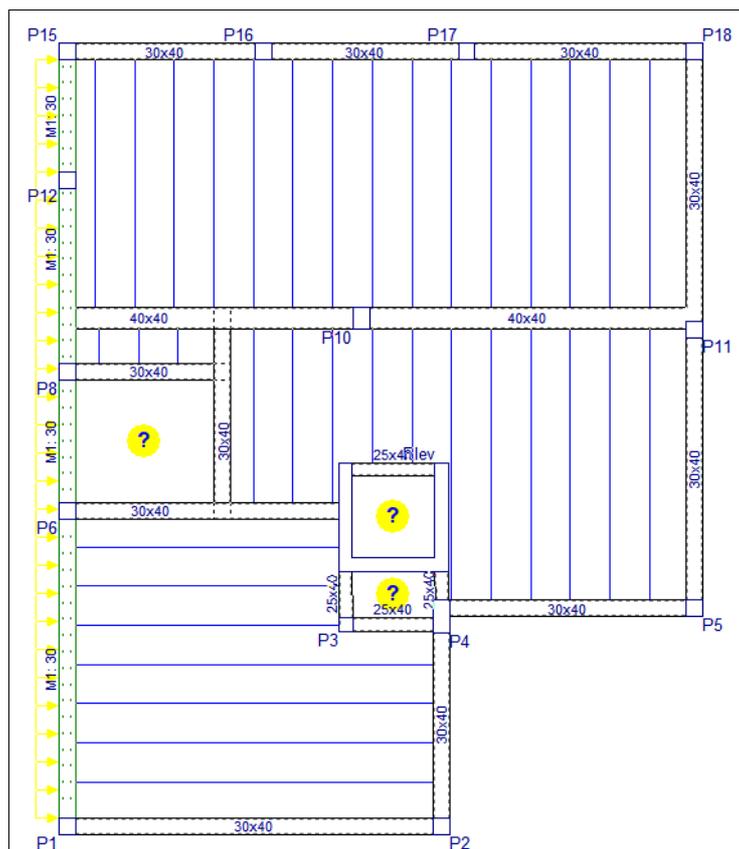


Fig. 2.83

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

- Na barra de ferramentas flutuante de **Gestão lajes**, prima em **Modificar o ponto de passagem**.
- Coloque o cursor de acordo com a figura seguinte, ou seja entre duas vigotas, de seguida prima duas vezes com o , a vigota desloca-se para a posição onde está o cursor, ficando desalinhada da vigota do outro pano.

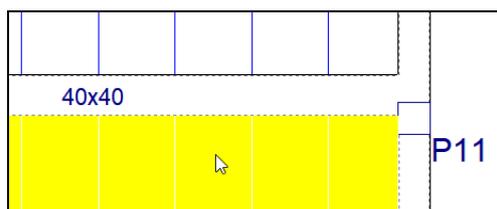


Fig. 2.84

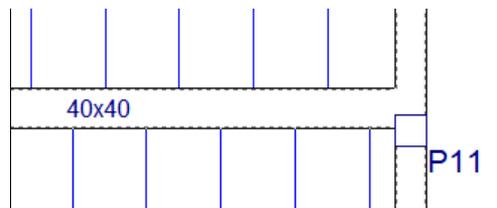


Fig. 2.85

- Na barra de ferramentas flutuante de **Gestão lajes**, prima sobre o ícone **Coefficiente de encastramento** e coloque o valor **0**, para o caso de ter calculado as lajes de vigotas como simplesmente apoiadas, prima finalmente em **Atribuir todos**, por fim prima em **Terminar**.

Na barra de ferramentas existem outros comandos possíveis de serem utilizados, como por exemplo o Modificar disposição, Dados de laje e Copiar laje.

- Prima sobre o ícone  **Apagar laje (introduzir abertura)** e prima no interior da caixa do elevador, caixa de escadas e do ducto, de forma a introduzir as respetivas aberturas.

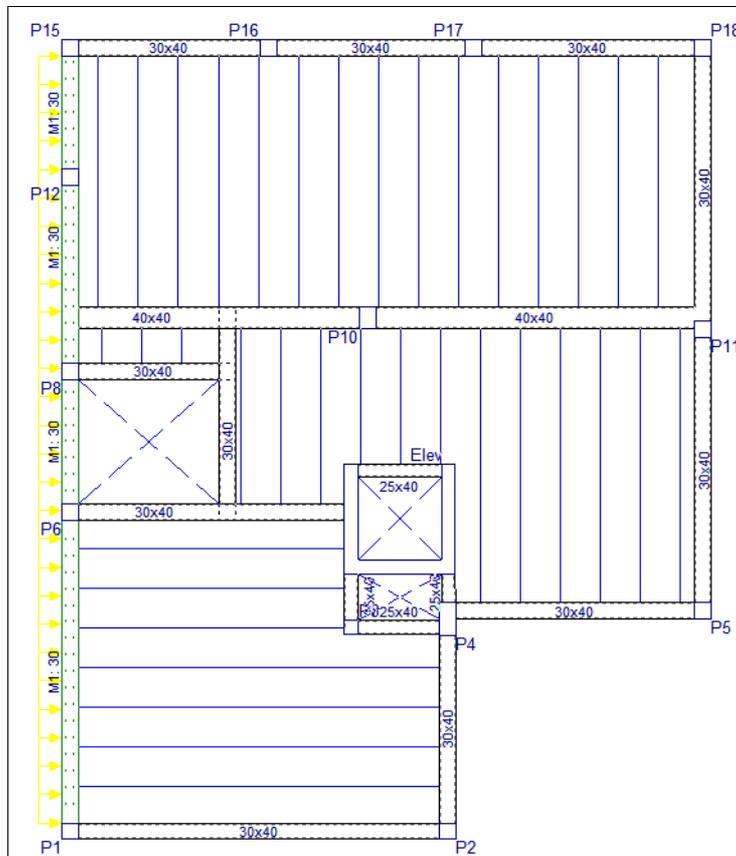


Fig. 2.86

### 2.4.5.3. Cargas

Pretende-se introduzir manualmente as cargas lineares relativas ao peso próprio das paredes exteriores.

- Prima no menu **Cargas > Cargas lineares em vigas**.
- Coloque o valor de carga de **5.00 kN/m<sup>2</sup>** e selecione a hipótese **Revestimentos e paredes**.

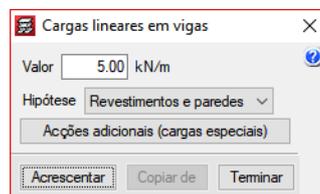


Fig. 2.87

- Prima **Acrescentar**.
- Prima com o  nas vigas que delimitam o contorno exterior do edifício e sobre todos os tramos do muro.

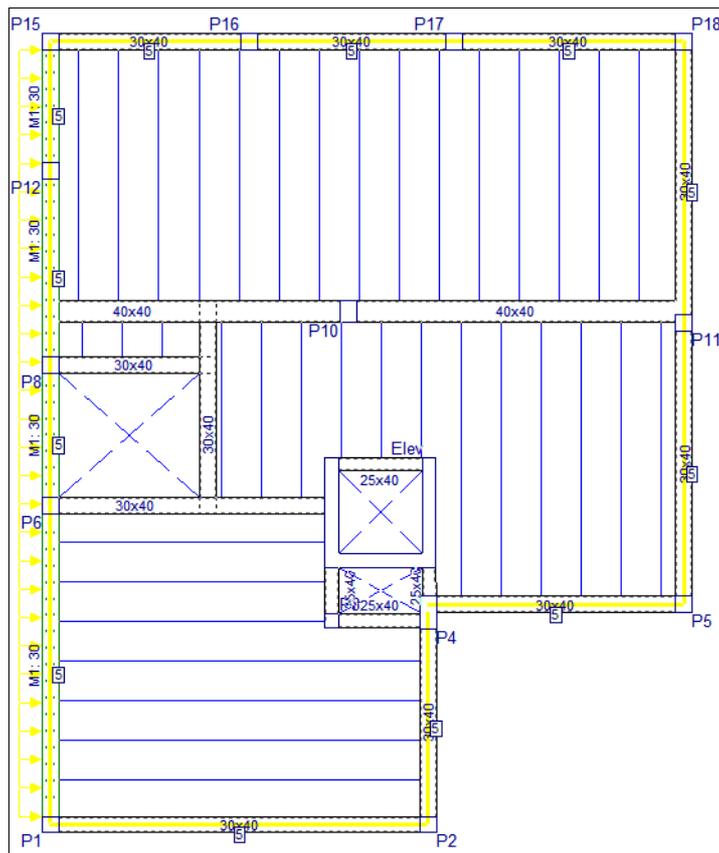


Fig. 2.88

Se pretender visualizar em 3D o edifício, prima em **Grupos > Vista 3D do edifício**, ou **Grupos > Vista 3D pisos**, ou **Grupos > Vista 3D do edifício, incluindo o modelo BIM**.

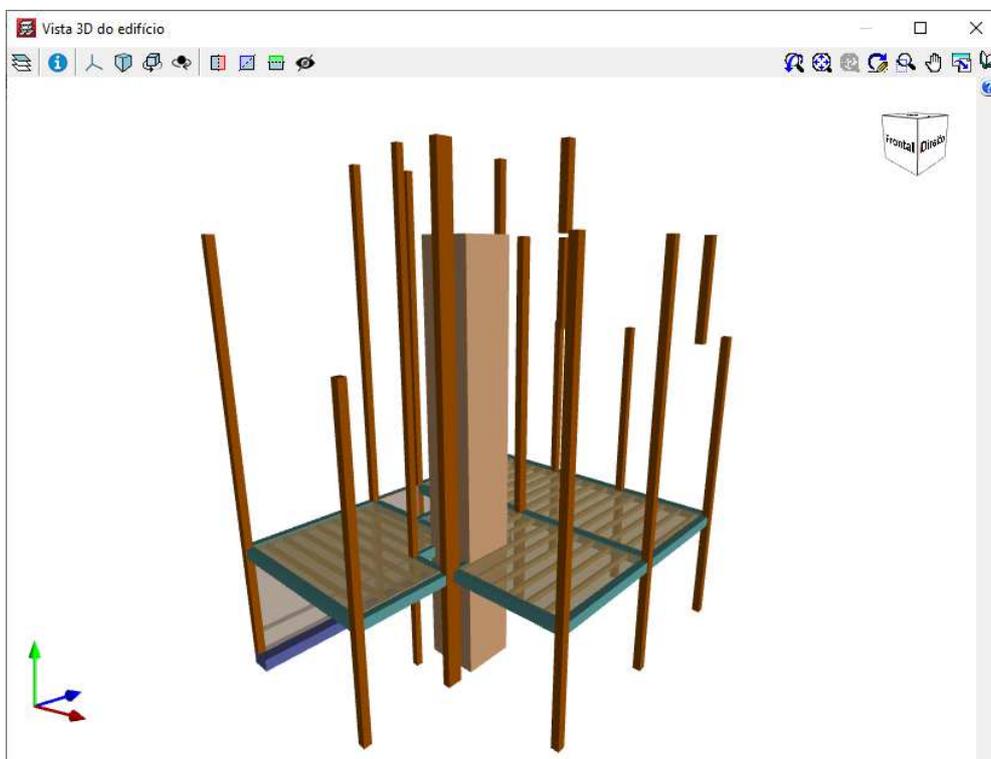


Fig. 2.89

### 2.4.6. Piso 2

- Prima em  **Subir grupo**, neste momento situa-se no **grupo 3** na planta **Piso 2**.

Pretende-se copiar a informação do grupo 2 para este grupo e depois eliminar o que não interessa.

- Prima em **Grupos > Copiar de outro grupo**.
- Prima em **2. Piso 1**.

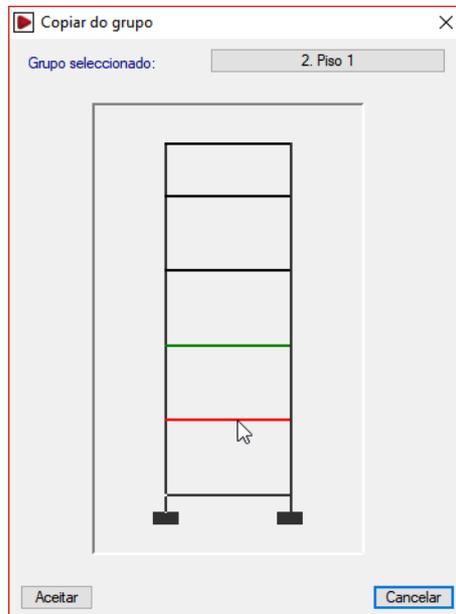


Fig. 2.90

De imediato é copiado para o Piso 2 toda a informação do Piso 1.

#### 2.4.6.1. Vigas

- Prima no menu **Vigas > Apagar**.
- Prima com o  sobre as vigas interiores, de forma que fique somente com as vigas representadas na figura seguinte.

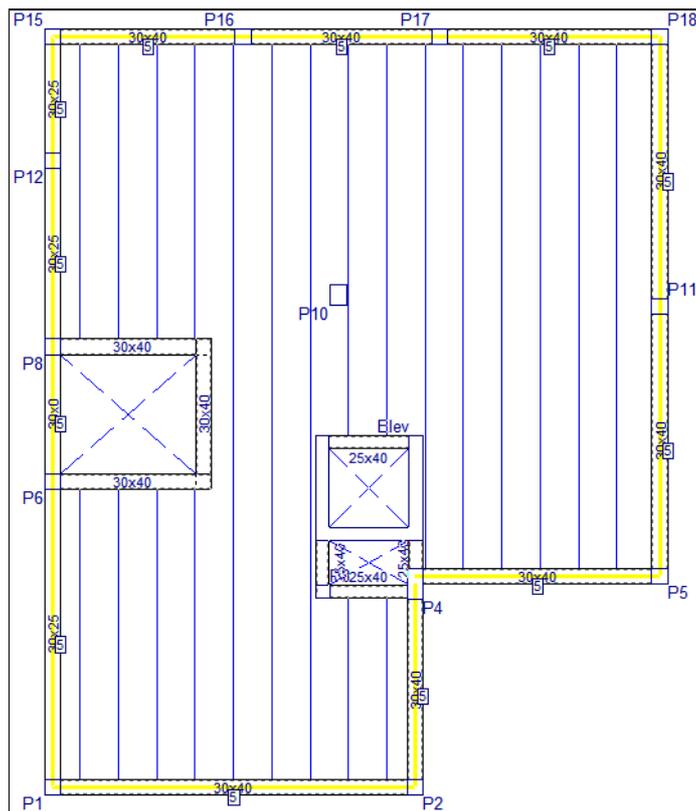


Fig. 2.91

- Prima no menu **Vigas > Atribuir vigas**.

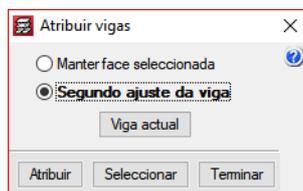


Fig. 2.92

- Prima em **Viga actual**.
- Selecione **Viga alta** com a secção **30 x 40**.

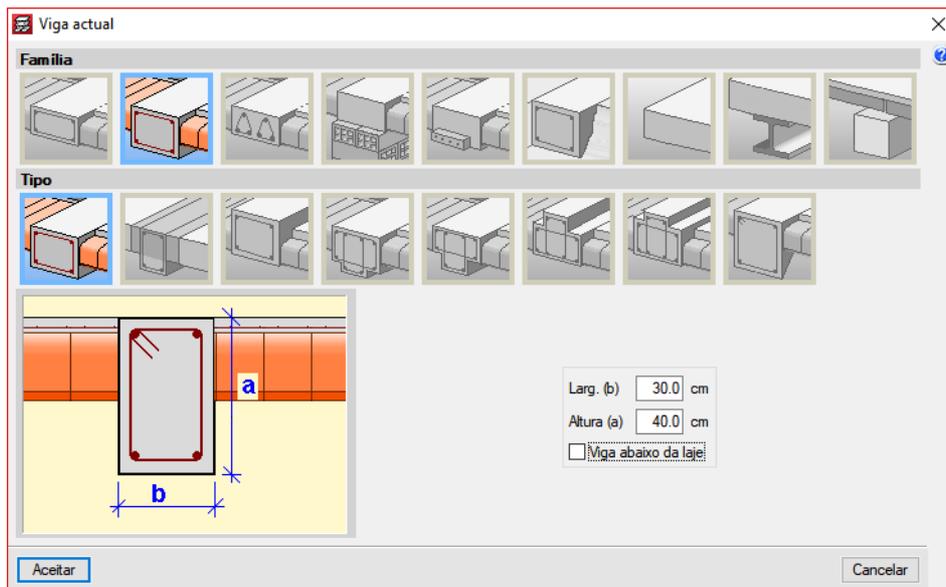


Fig. 2.93

- Prima **Aceitar**.
- Prima **Atribuir**.
- Prima sobre as vigas entre os pilares P1, P6, P8, P12 e P15, de forma atribuir essa secção.

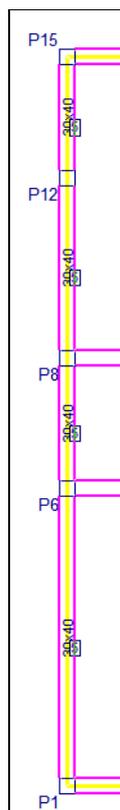


Fig. 2.94

- Prima com o , surge novamente a janela Atribuir vigas.
- Prima em **Viga actual**.
- Selecione **Vigas rasas** com a largura de **30 cm**.

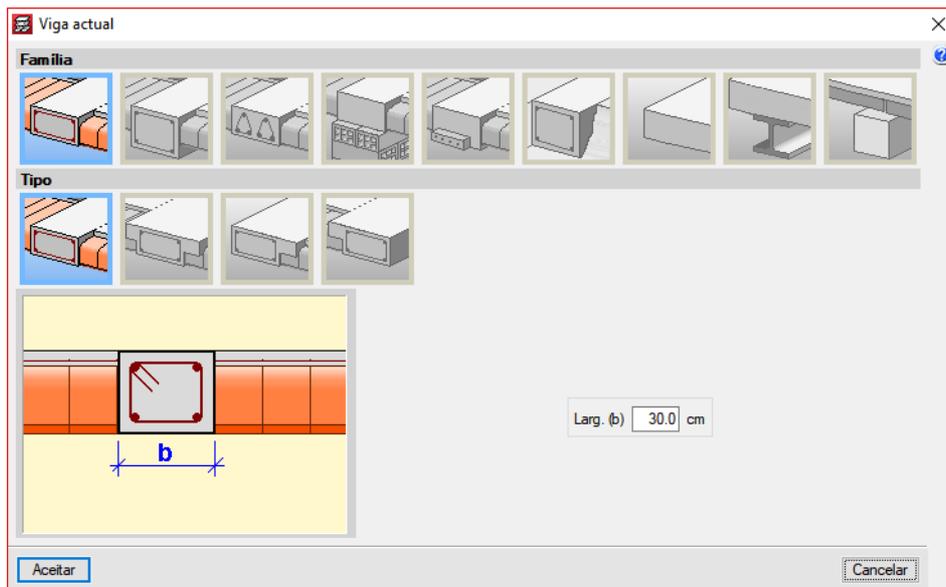


Fig. 2.95

- Prima **Aceptar**.
- Prima **Atribuir**.
- Prima sobre as vigas interiores que delimitam a caixa de escadas.

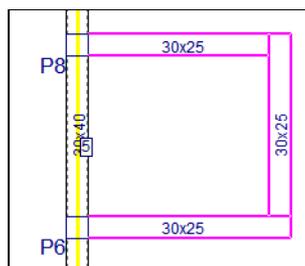


Fig. 2.96

#### 2.4.6.2. Lajes

- Prima **Lajes > Gestão lajes**.
- Prima em  **Introduzir laje**.
- Seleccione **Lajes fungiformes**.
- De imediato surge um aviso, relativo a uma informação sobre o peso próprio de uma laje presente na biblioteca, prima **Aceptar**.
- Na biblioteca de lajes fungiformes, seleccione o tipo de molde **Perdido**.
- Seleccione a laje com o nome **FF20n10** e prima **Aceptar**.

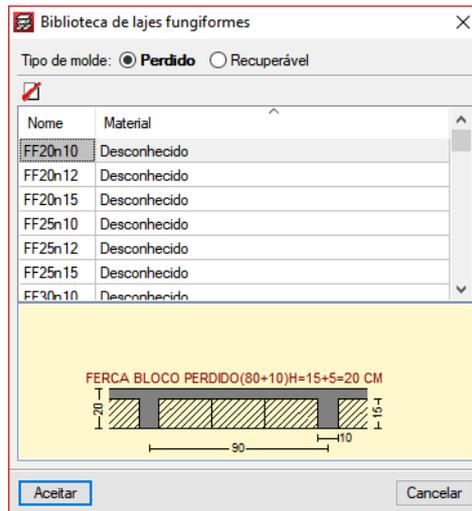


Fig. 2.97

- Volta a surgir a mensagem de aviso, prima **Aceitar**.

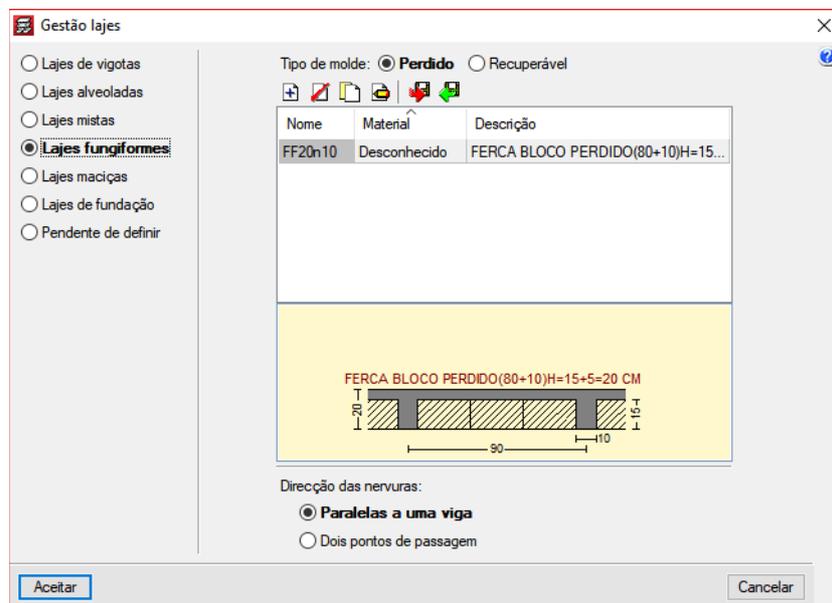


Fig. 2.98

- Prima **Aceitar**.
- Posicione o cursor no espaço a inserir a laje e junto à viga entre os pilares P1 e P2, de acordo com a figura seguinte.

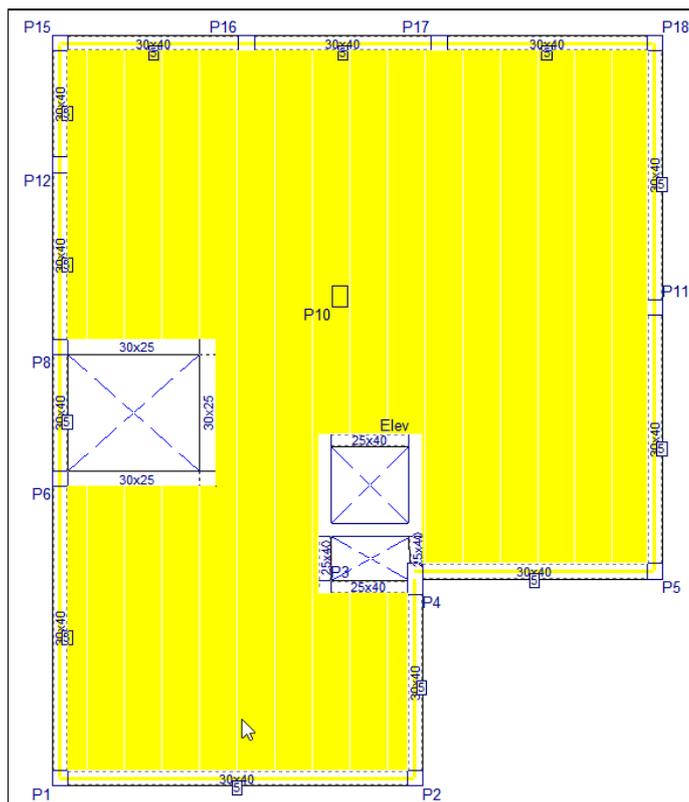


Fig. 2.99

- Prima duas vezes com o . Uma vez para marcar o ponto interior da laje e outra para estabelecer a direção da laje.

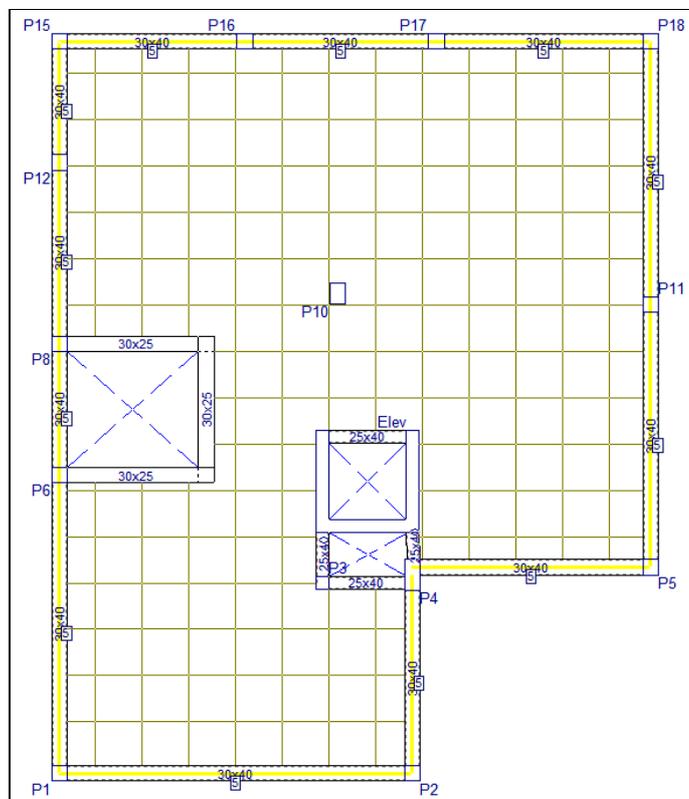


Fig. 2.100

- Prima em Lajes > Maciços de pilares.

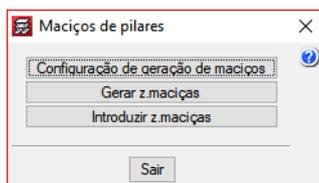


Fig. 2.101

- Prima em **Gerar z. mauços**. De imediato o programa gera as zonas mauços dos pilares na laje fungiforme aligeirada.

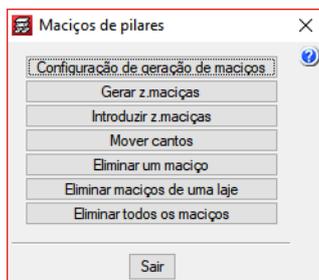


Fig. 2.102

- Através do comando **Mover cantos**, pode-se melhorar apresentação dos mauços gerados. Bastando para isso premir sobre o mauço, mover e voltar a premir. Na figura seguinte visualizam-se alguns mauços que foram movidos.

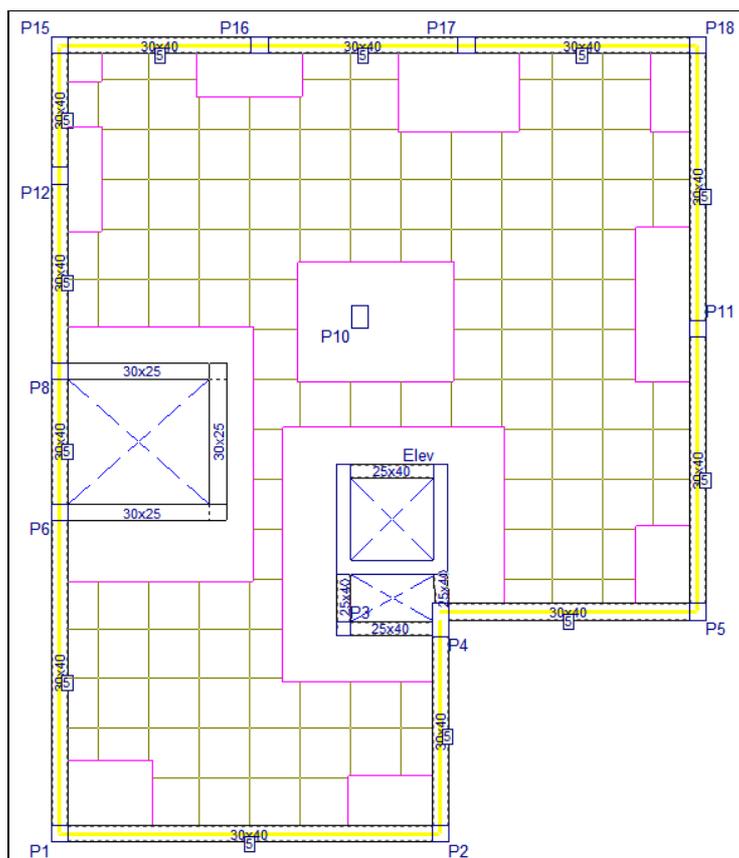


Fig. 2.103

### 2.4.7. Piso 3

- Prima em  **Subir grupo**, situa-se no **grupo 4** na planta **Piso 3**.

Pretende-se copiar a informação do grupo 3 para este grupo e depois eliminar o que não interessa.

- Prima em **Grupos > Copiar de outro grupo**.
- Prima em **3. Piso 2**.

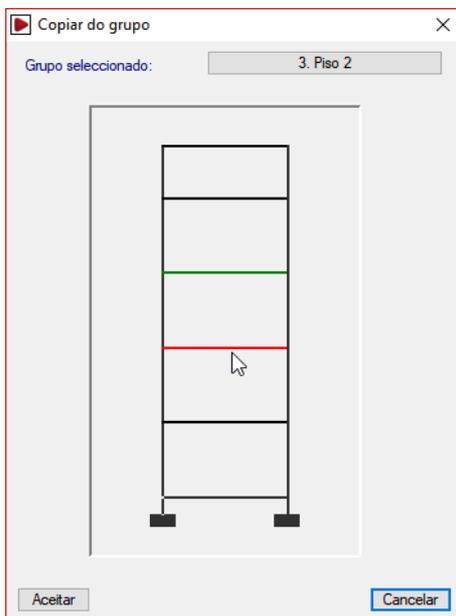


Fig. 2.104

De imediato é copiado para o Piso 3 toda a informação do Piso 2.

#### 2.4.7.1. Vigas

- Prima em **Vigas > Apagar**.
- Prima sobre a viga entre os pilares P4 e P5, de forma a eliminá-la por completo.

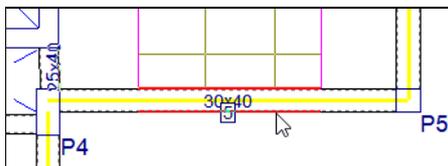


Fig. 2.105

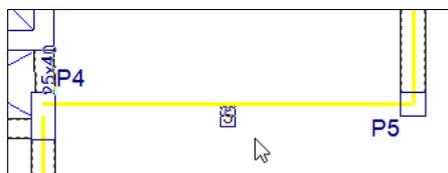


Fig. 2.106

Pretende-se agora introduzir as vigas que vão delimitar a parte avançada do edifício, sendo assim é necessário ativar a máscara de arquitetura.

- Prima no ícone  **Editar planos** ou na tecla **F4**, de imediato surge a máscara de arquitetura da planta piso 3 ativa.
- Prima em **Vigas > Introd. viga**.
- Selecione **Vigas altas** com uma secção **30 x 40**.

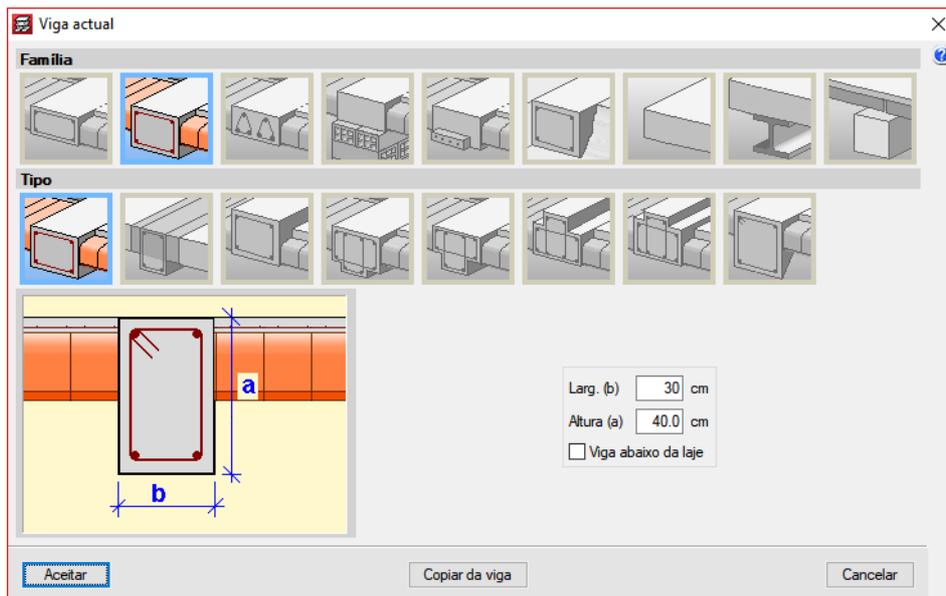


Fig. 2.107

- Prima **Aceitar**.
- Introdz-se a viga pr3xima do contorno do edif3cio, de acordo com a figura seguinte. Para facilitar ative o **Ortogonal on/off**.

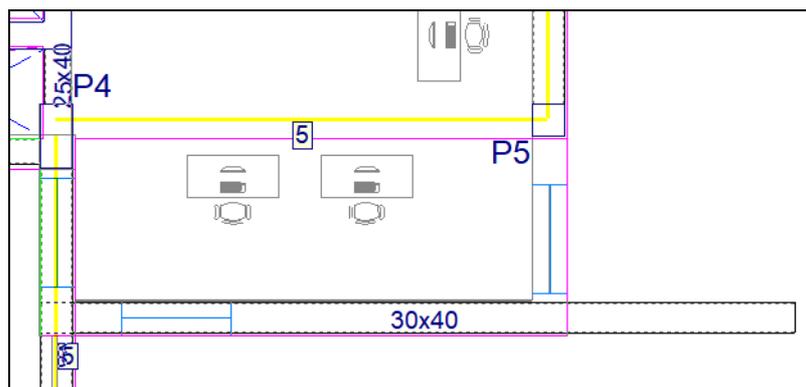


Fig. 2.108

- Prima em **Vigas > Prolongar viga**.

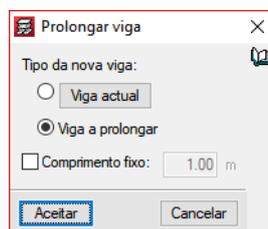


Fig. 2.109

- Prima **Aceitar**.
- Prima sobre a viga entre os pilares **P5** e **P11**, de forma a prolong3-la at3 intersecc3o da viga anteriormente introduzida.

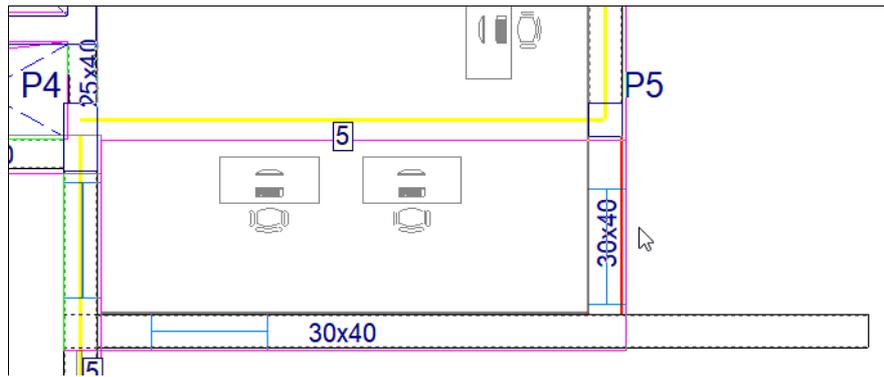


Fig. 2.110

- Prima em **Vigas > Apagar**.
- Prima sobre o pequeno tramo de viga que resta após a intersecção entre as vigas.

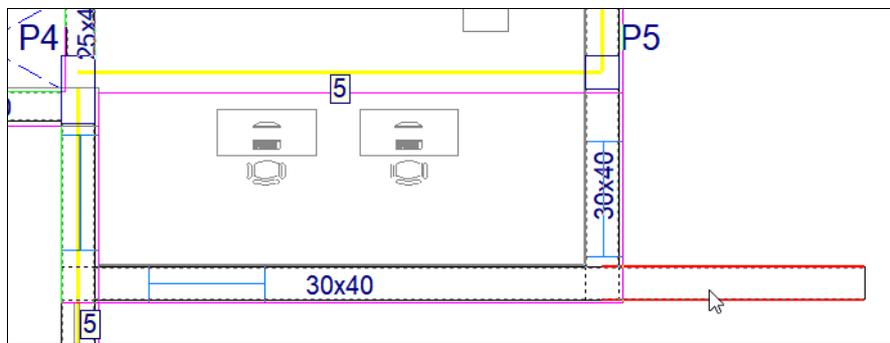


Fig. 2.111

- Prima em **Vigas > Ajustar**.

Pretende-se ajustar a viga anteriormente introduzida ao contorno interior da parede exterior.

- Prima em  **Capturas para máscaras** e ative o  **Mais próximo**.

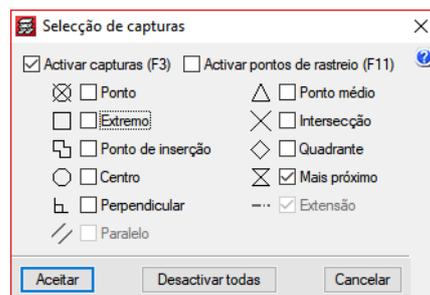


Fig. 2.112

- Prima **Aceitar**.
- Posicione o cursor de forma a detetar o contorno interior da parede, posicionando-se a meio vão da viga e indicando a face da viga que será ajustada (se colocar em cima da viga ficará ajustada ao eixo da viga).

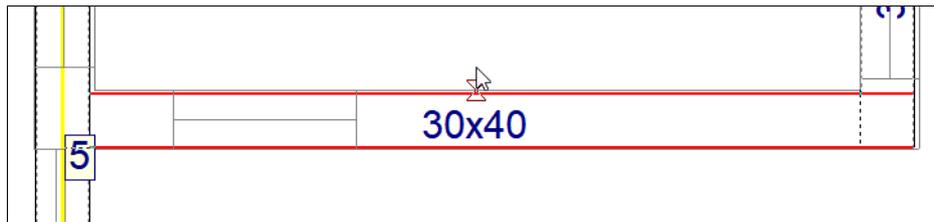


Fig. 2.113

### 2.4.7.2. Lajes

Prossegue-se agora com a introdução da laje maciça.

- Prima em **Lajes > Gestão lajes**.
- Prima em  **Introduzir laje**.
- Selecione **Lajes maciças** e coloque uma altura de **20 cm**.

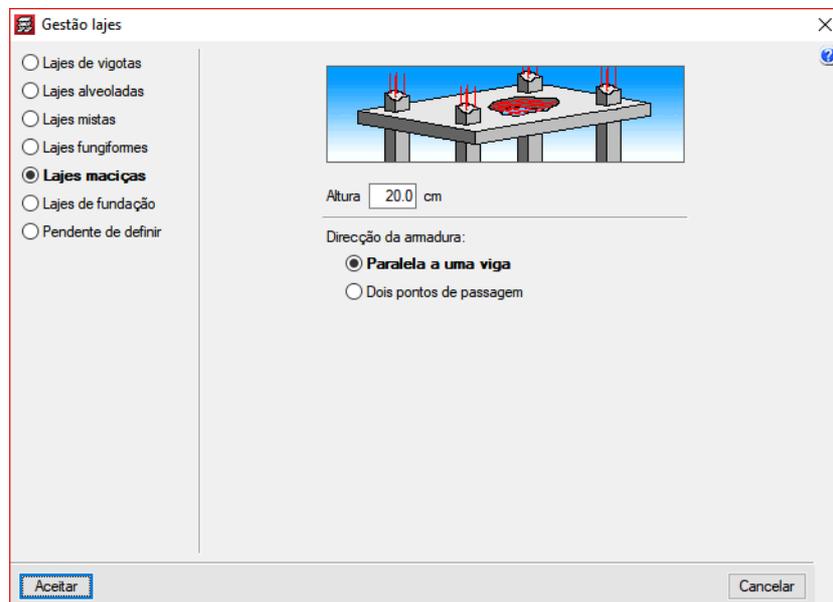


Fig. 2.114

- Prima em **Aceitar**.
- Prima duas vezes com o , o primeiro clique serve para identificar o pano de laje e o segundo servirá para definir a orientação da mesma.

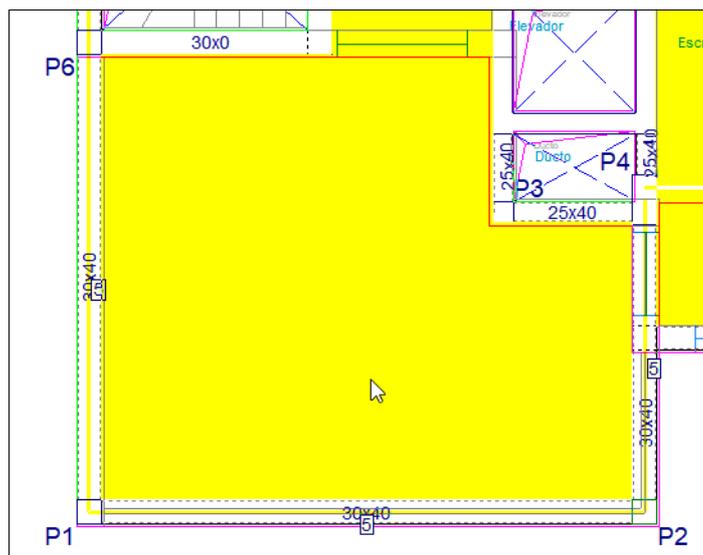


Fig. 2.115

### 2.4.7.3. Cargas

Pretende-se eliminar e introduzir as cargas corretas relativamente a esta planta.

- Prima **Cargas> Cargas**.
- Com a opção **Linear** selecionada prima em **Apagar**.
- Elimine as cargas entre os pilares **P15, P16, P17, P18, P14 e P11** e entre os pilares **P4 e P5**, ficando a planta com o aspeto da figura seguinte.

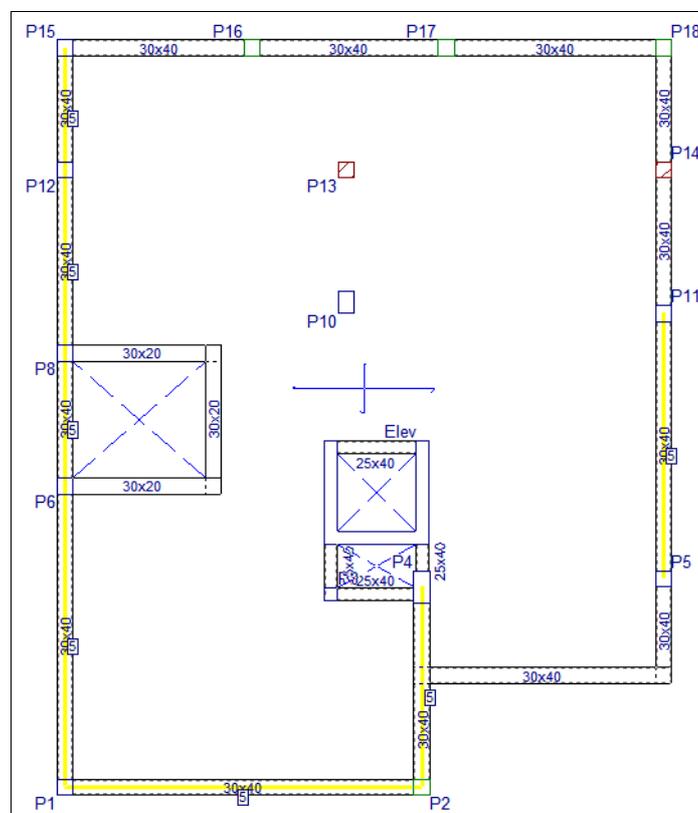


Fig. 2.116

- Prima com o  e coloque uma carga de **5 kN/m** em **Revestimentos e paredes**.

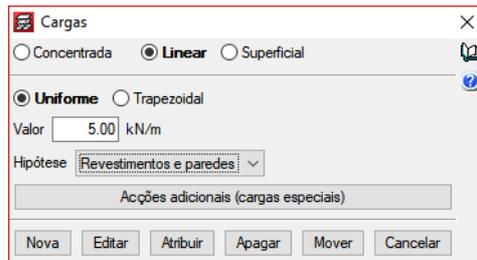


Fig. 2.117

- Prima **Nova**.
- Com o comando **Ortogonal** ativo, introduzem-se as cargas entre os pilares **P12**, **P13** e **P14**; entre os pilares **P14** e **P11** e por fim sobre as vigas que delimitam o avançado. O aspeto final será de acordo com a figura seguinte.

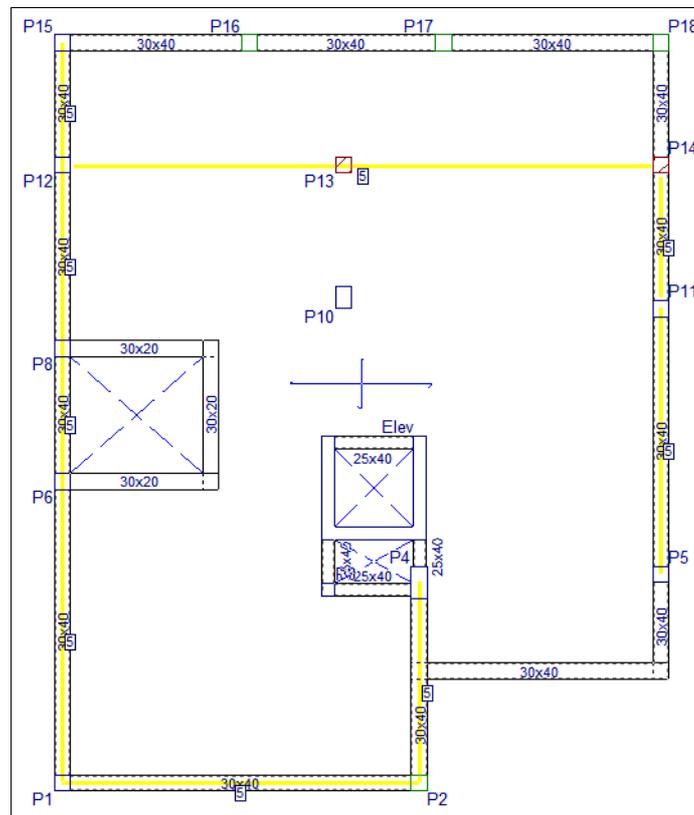


Fig. 2.118

### 2.4.8. Piso 4

- Prima em **Subir grupo**, situa-se no **grupo 5** na planta **Piso 4**.

Pretende-se copiar a informação do grupo 4 para este grupo e depois eliminar o que não interessa.

- Prima em **Grupos > Copiar de outro grupo**.
- Prima em **4. Piso 3**.

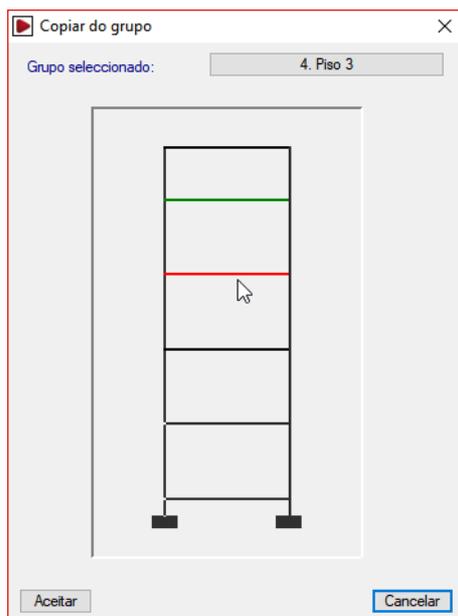


Fig. 2.119

De imediato é copiado para o Piso 4 toda a informação do Piso 3.

#### 2.4.8.1. Vigas

- Prima em **Vigas > Apagar**.
- Eliminam-se as vigas, de forma a planta ficar com o aspeto da figura seguinte.

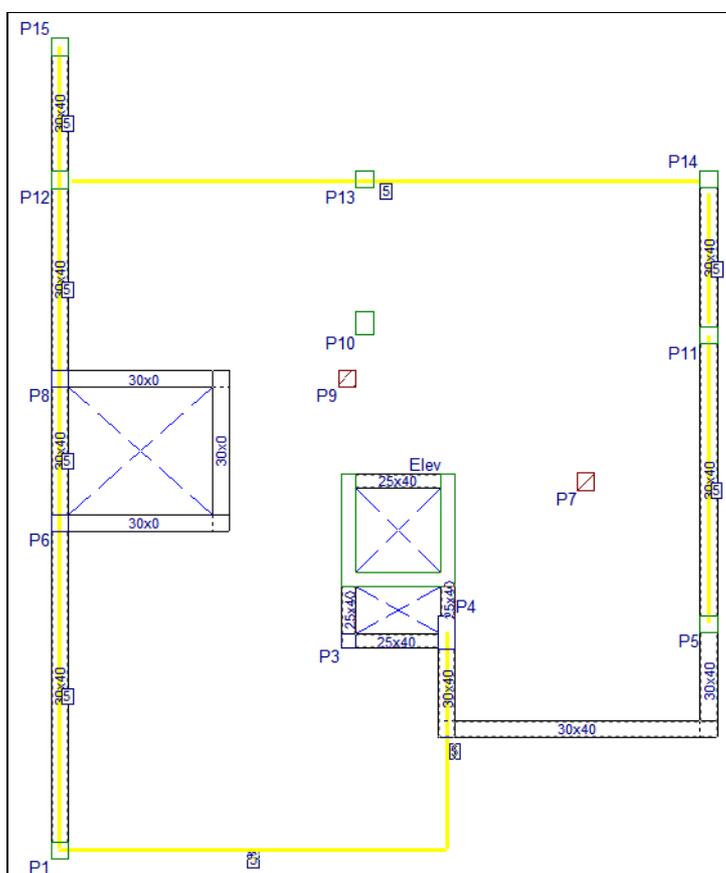


Fig. 2.120

- Prima em **Vigas**> **Introd. viga**.
- Seleccione **Vigas altas** com uma secção **30 x 40**.

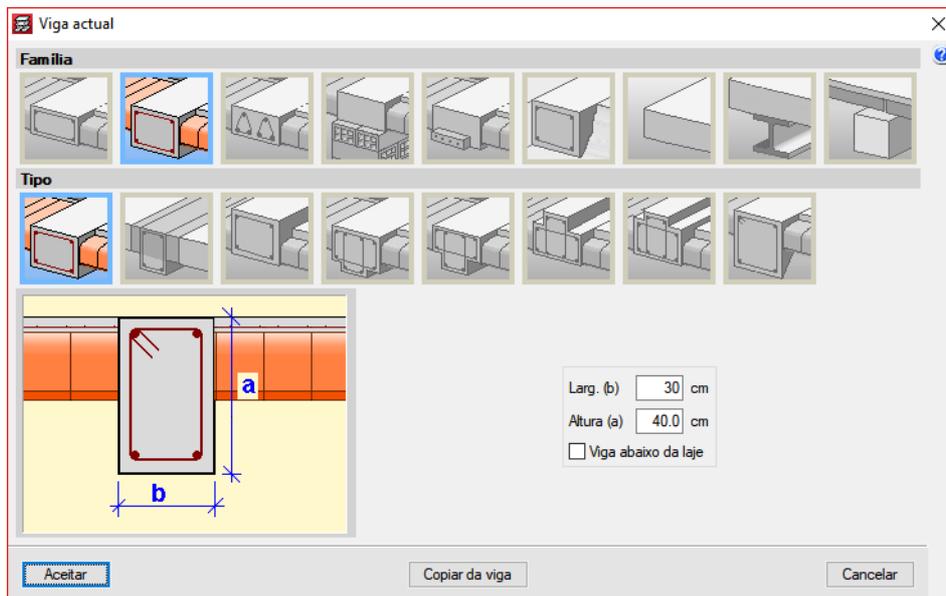


Fig. 2.121

- Prima **Aceitar**.
- Introduzem-se as vigas entre os pilares **P12** e **P14**.

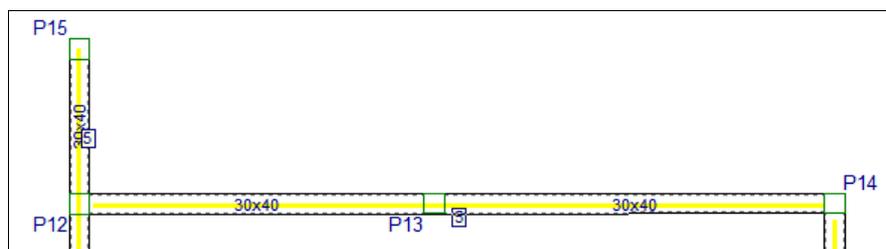


Fig. 2.122

- Prima em **Vigas**> **Prolongar viga**.

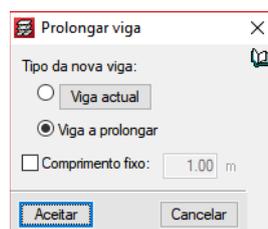


Fig. 2.123

- Prima **Aceitar**.
- Prima sobre a viga indicada na figura seguinte e prolonga-a até à caixa do elevador.

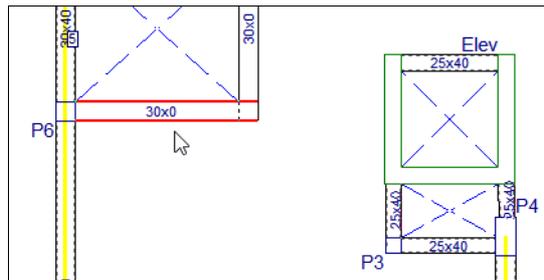


Fig. 2.124

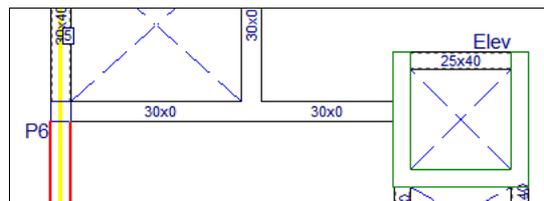


Fig. 2.125

- Prima em **Vigas > Atribuir viga**.
- Prima em **Viga atual** e seleccione **Vigas altas** com secção **30 x 40**.
- Prima **Atribuir**.
- Prima sobre a viga que prolongou anteriormente, de acordo com a figura seguinte.

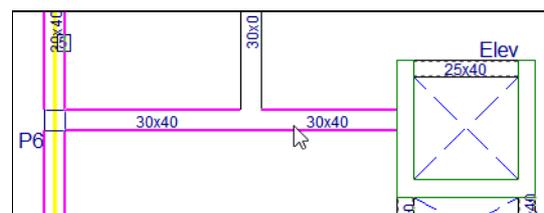


Fig. 2.126

#### 2.4.8.2. Lajes

Prosegue-se agora com a introdução da laje maciça.

- Prima em **Lajes > Gestão lajes**.
- Prima em  **Introduzir laje**.
- Seleccione **Lajes maciças** e coloque uma altura de **20 cm**.

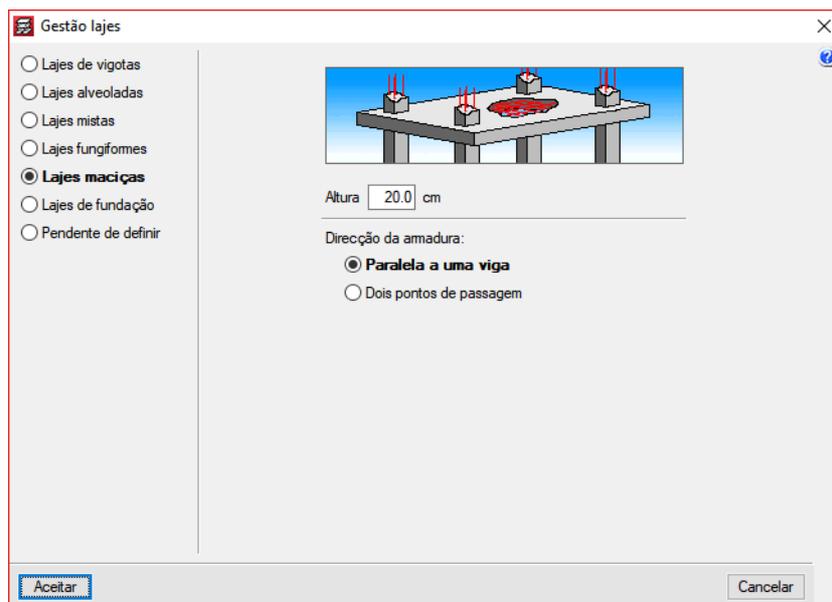


Fig. 2.127

- Prima em **Aceitar**.
- Prima duas vezes com o , o primeiro clique serve para identificar o pano de laje e o segundo servirá para definir a orientação da mesma.

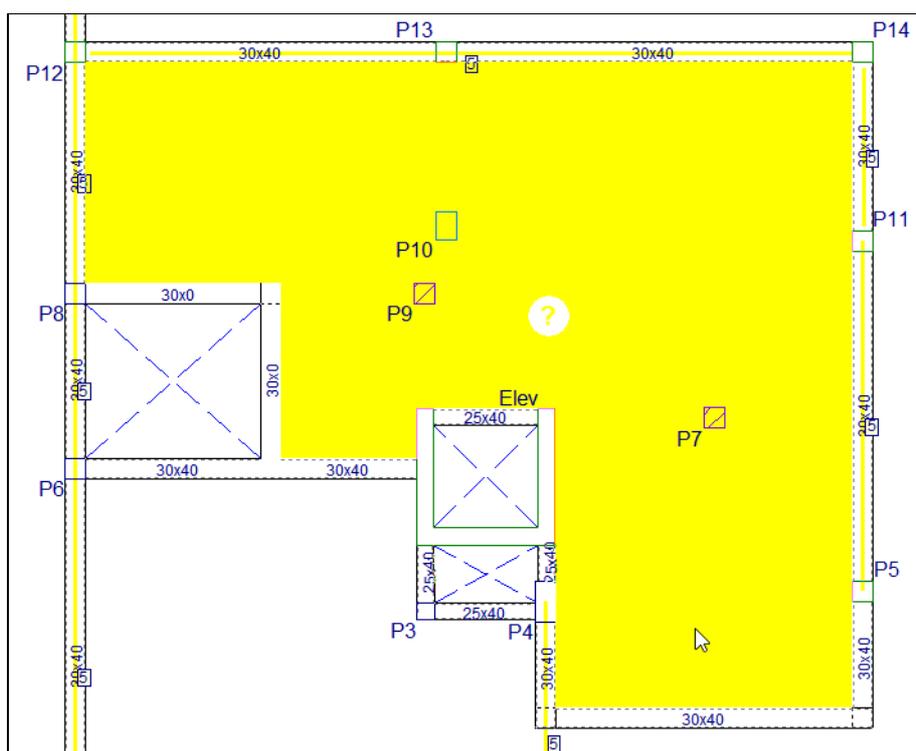


Fig. 2.128

- Repita o procedimento para introduzir a laje no interior da caixa do elevador.

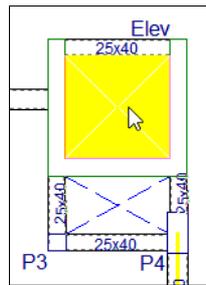


Fig. 2.129

### 2.4.8.3. Cargas

Pretende-se eliminar e introduzir as cargas corretas relativamente a esta planta.

- Prima **Cargas > Cargas**.
- Com a opção **Linear** selecionada prima em **Apagar**.
- Elimine todas as cargas exceto entre os pilares **P6** e **P8**, ficando a planta com o aspeto da figura seguinte.

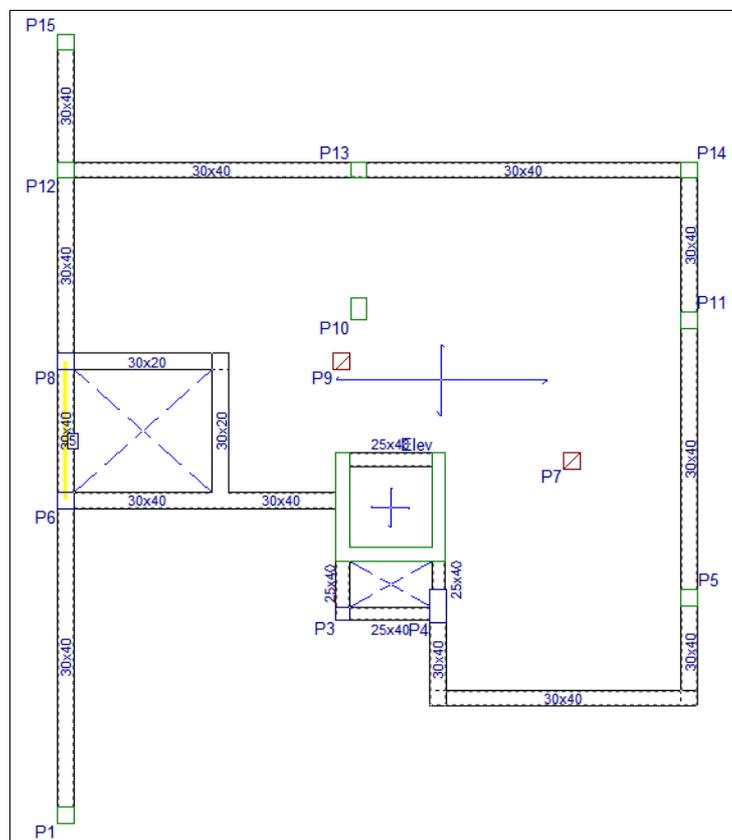


Fig. 2.130

- Prima com o  e coloque uma carga de **5 kN/m** em **Revestimentos e paredes**.

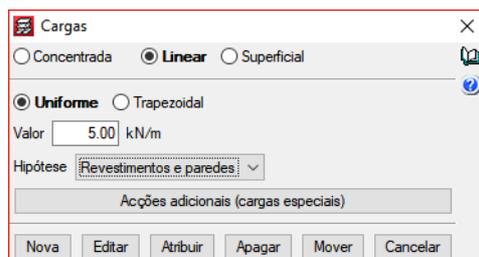


Fig. 2.131

- Prima **Nova**.
- Com o comando **Ortogonal** ativo, introduzem-se as cargas de acordo com a figura seguinte.

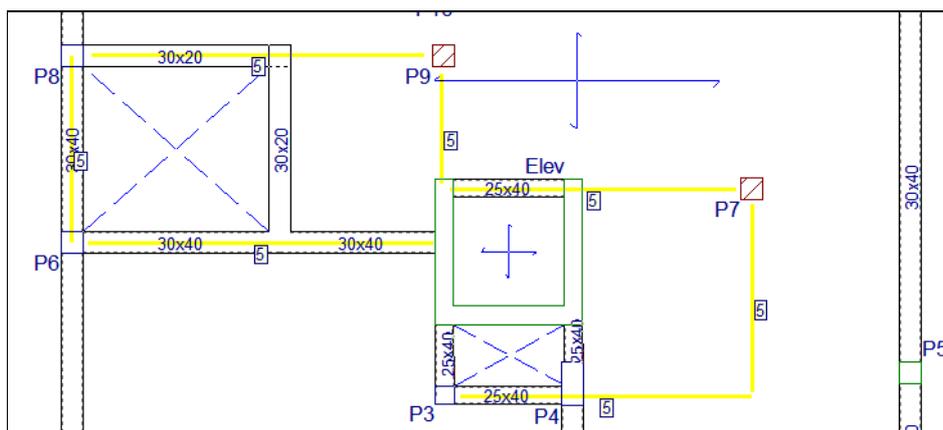


Fig. 2.132

- Prima em **Cargas > Cargas superficiais em lajes**.

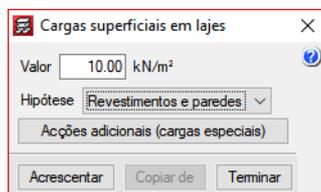


Fig. 2.133

- Coloque um valor de **10 kN/m²** segundo a hipótese **Revestimentos e paredes**.
- Prima **Acrescentar**.
- Prima sobre a laje da caixa do elevador, automaticamente o programa coloca a carga superficial sobre essa mesma laje. O aspeto final será de acordo com a figura seguinte.

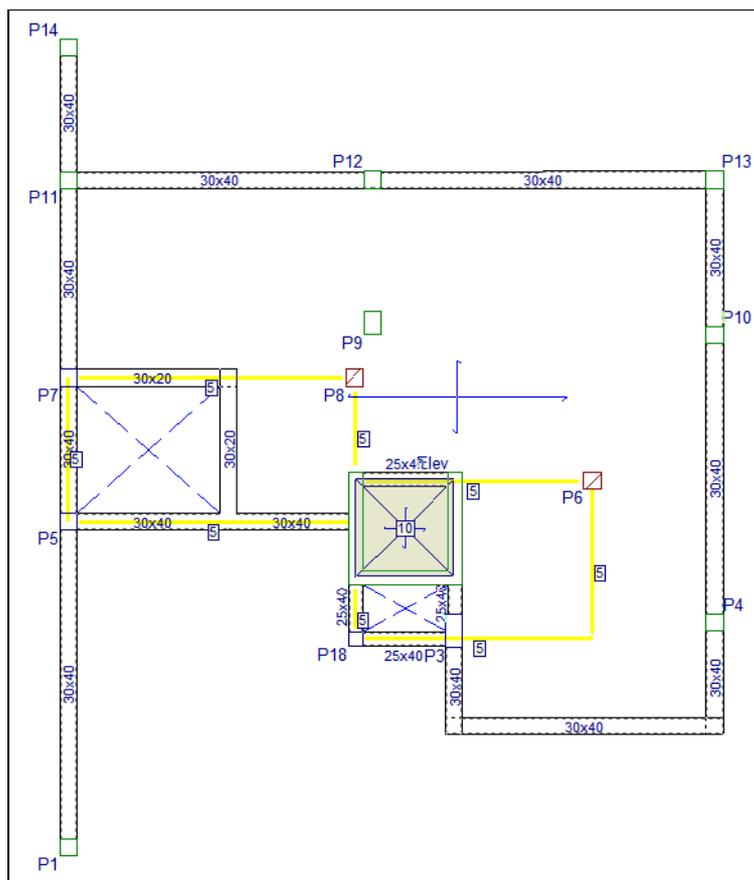


Fig. 2.134

## 2.4.9. Cobertura

- Prima em  Subir grupo, situa-se no grupo 6 na planta Cobertura.

### 2.4.9.1. Vigas

- Prima em Vigas > Introd. viga.
- Selecione Vigas altas com uma secção 30 x 40.

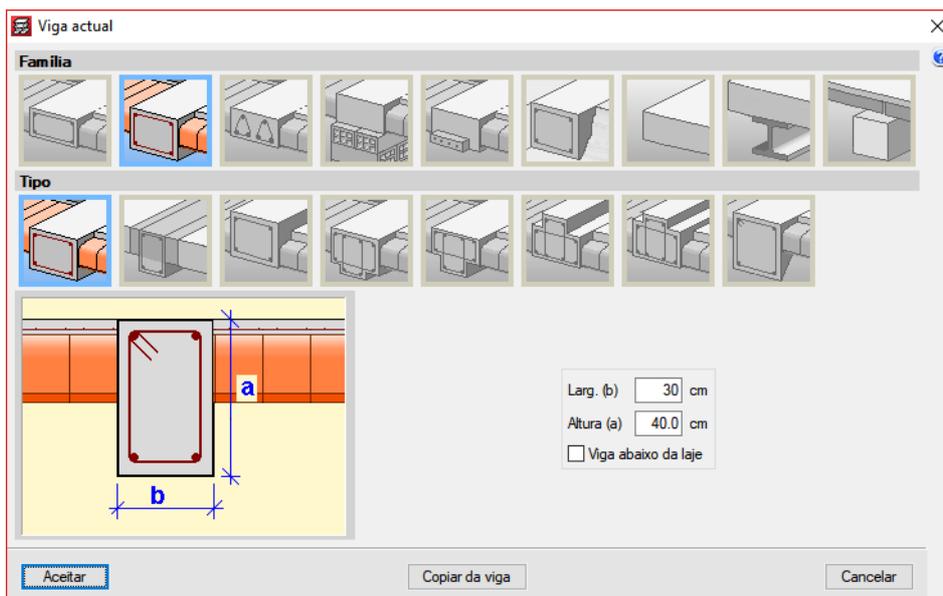


Fig. 2.135

- Prima **Aceitar**.
- Introduzem-se as vigas de acordo com a figura seguinte.

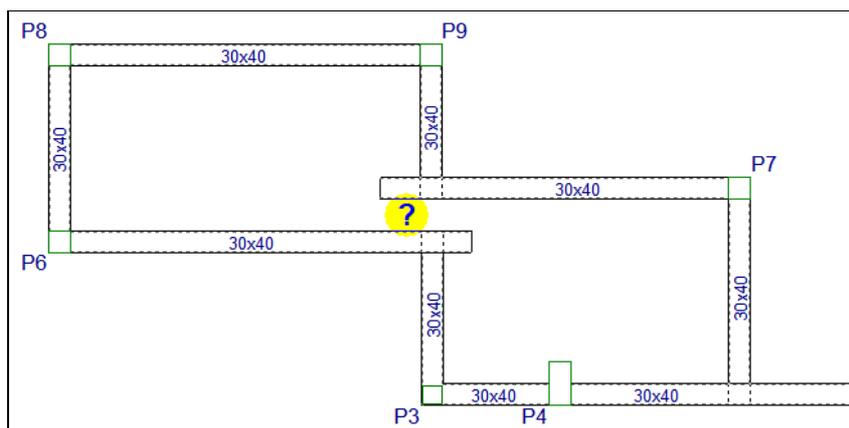


Fig. 2.136

- Prima em **Vigas > Apagar**.
- Elimine os tramos de viga em excesso, de acordo com a figura seguinte.

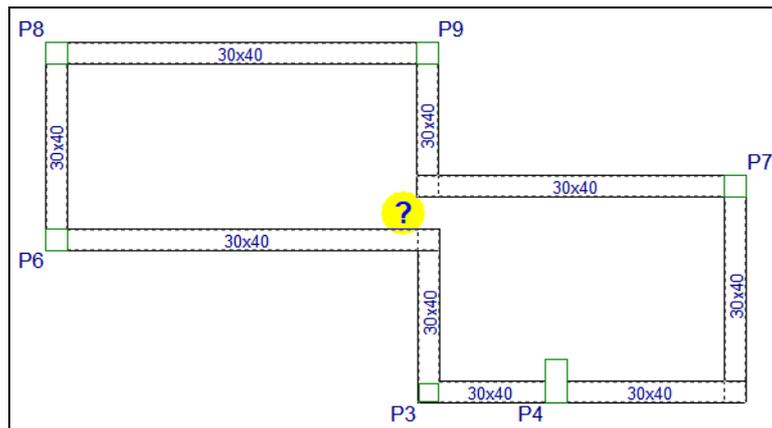


Fig. 2.137

- Prima em **Vigas> Introd. viga.**
- Na barra de ferramentas prima em  **Seleção de viga atual.**
- Selecione  **Lintel não estrutural ou limite** com largura zero.

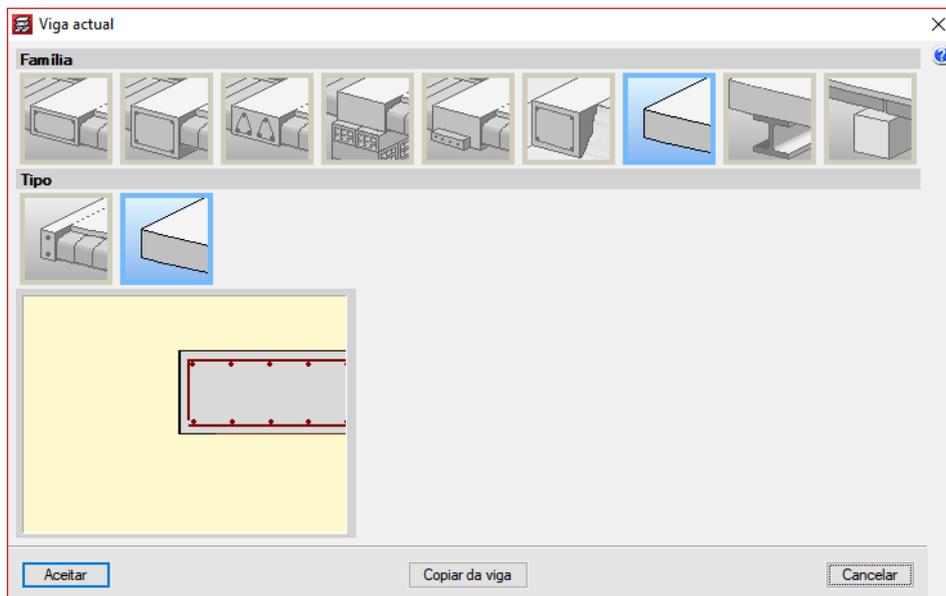


Fig. 2.138

- Prima **Aceitar.**
- Introduzem-se as vigas a partir dos pilares P9 e P7, de acordo com a figura seguinte.

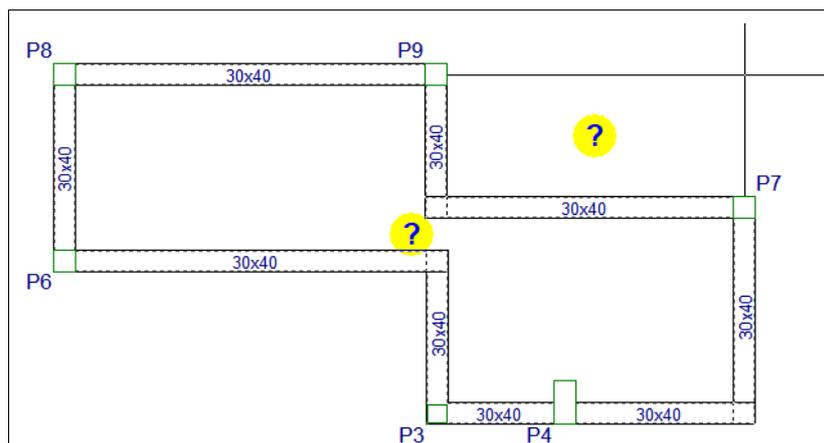


Fig. 2.139

- Prima em **Vigas > Ajustar**.
- Pretende-se ajustar ao pilar, assim desative as capturas para máscaras premindo na tecla **F3** ou no ícone .
- Posicione o cursor a meio vão do tramo de viga e do lado que se pretende ajustar, como mostra a figura seguinte, por fim prima.

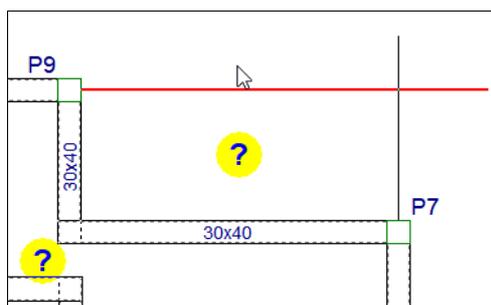


Fig. 2.140

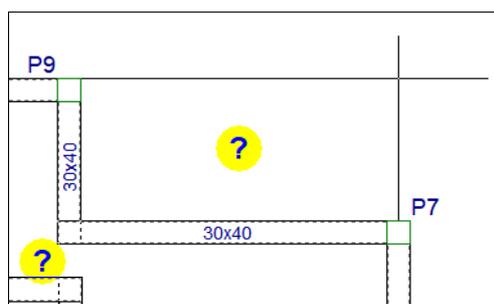


Fig. 2.141

- Repita o procedimento para o outro tramo de viga.

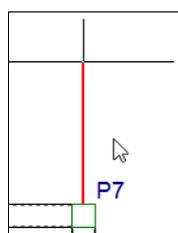


Fig. 2.142

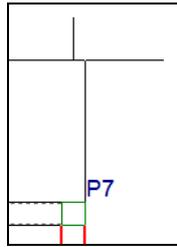


Fig. 2.143

- Prima em **Vigas > Apagar** e elimine os tramos de vigas em excesso.

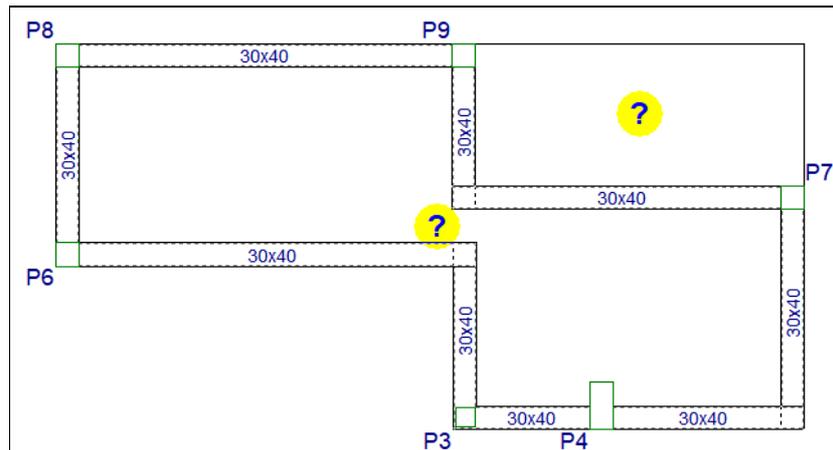


Fig. 2.144

#### 2.4.9.2. Lajes

Prossegue-se agora com a introdução da laje maciça.

- Prima em **Lajes > Gestão lajes**.
- Prima em  **Introduzir laje**.
- Selecione **Lajes maciças** e coloque uma altura de **20 cm**.
- Prima em **Aceitar**.
- Introduza as duas lajes maciças de acordo com a figura seguinte.

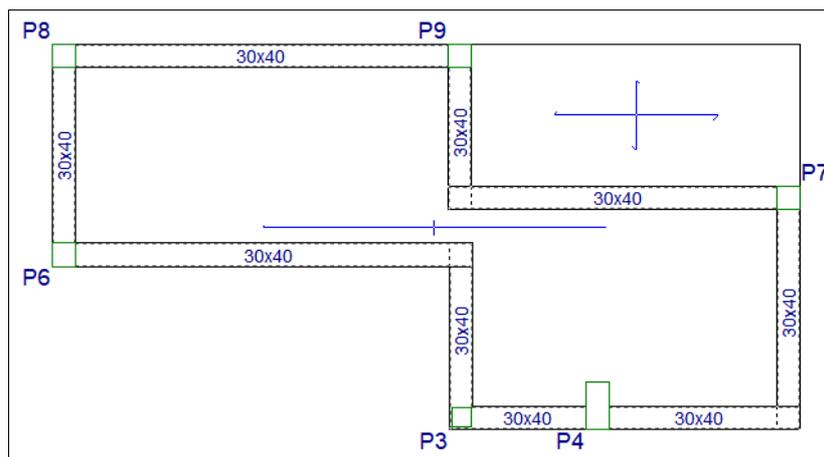


Fig. 2.145

### 2.4.9.3. Desníveis

O objetivo neste ponto é desnivelar a pala introduzida anteriormente.

Antes de se iniciar a introdução dos desníveis, pretende-se informar que a viga que separa duas lajes com diferentes desníveis, sendo viga rasa, automaticamente fica com a altura que permita conectar com as duas lajes desniveladas.

- Prima em **Grupos > Desníveis/Lajes inclinadas**.

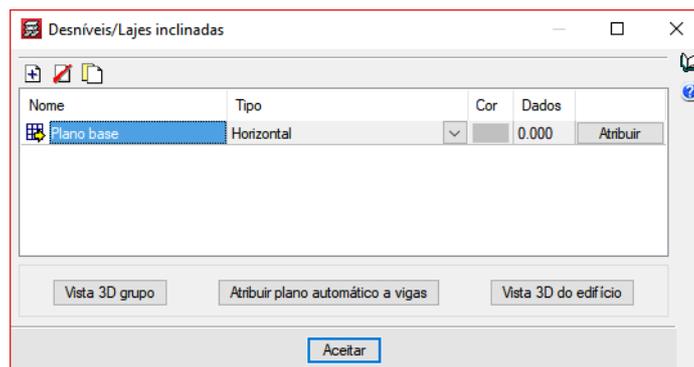


Fig. 2.146

- Prima Adicionar novo elemento à lista.
- Coloque **Pala** no nome do plano e um desnível de **-0.20 m**. Prima **Aceitar**.

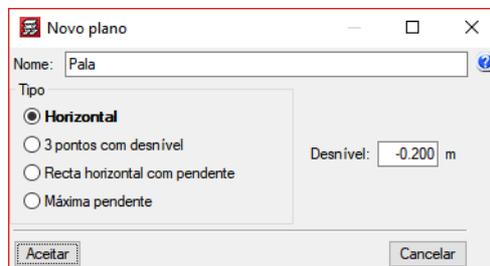


Fig. 2.147

- Prima em **Atribuir** relativo ao plano **Pala**.

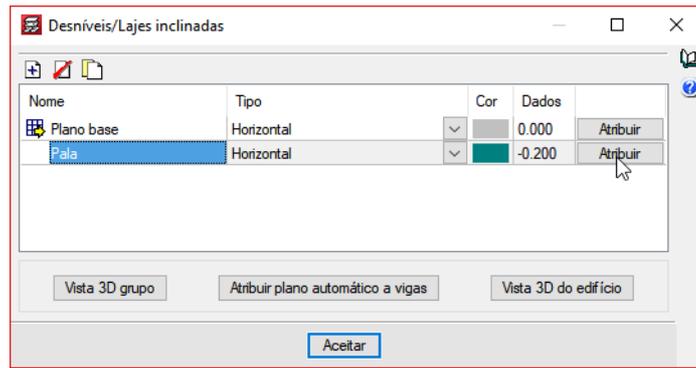


Fig. 2.148

- Prima com o  na pala, de acordo com a figura seguinte.

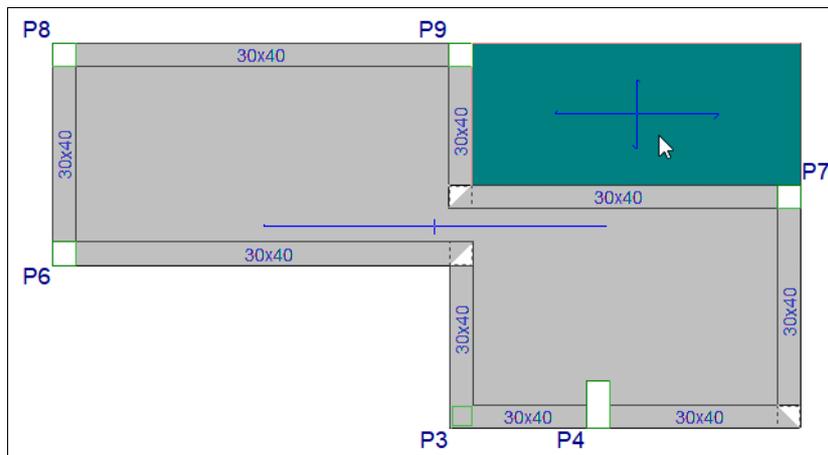


Fig. 2.149

- Prima com o .
- Prima **Aceitar**.
- Prima em **Grupos > Vista 3D pisos**.

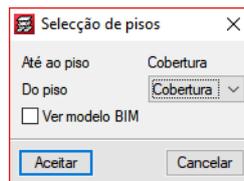


Fig. 2.150

- Prima **Aceitar**.

Visualiza-se o desnível da pala.

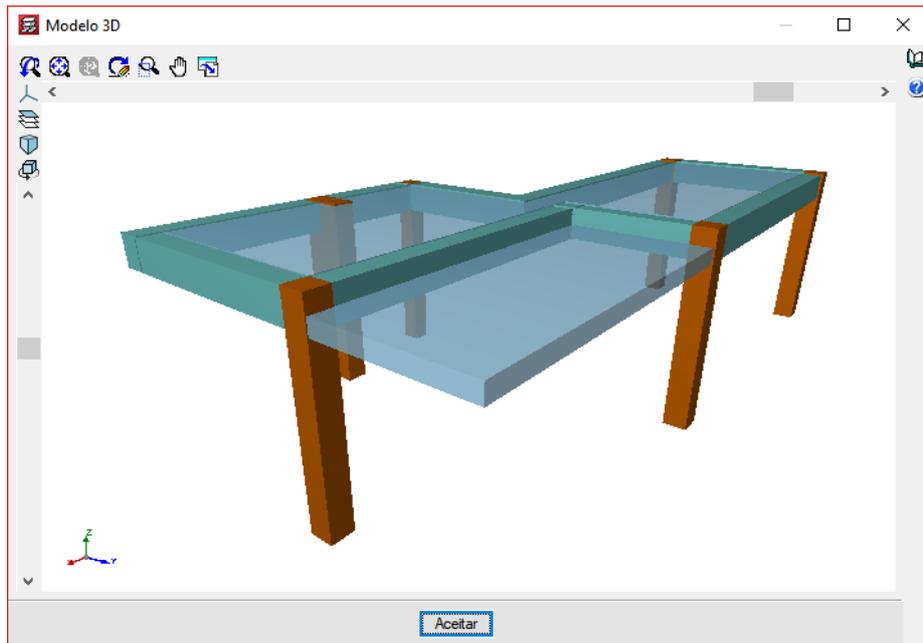


Fig. 2.151

Pretende-se agora efetuar um corte ao nível da planta.

- Prima em **Grupos > Secções > Introduzir secções**.

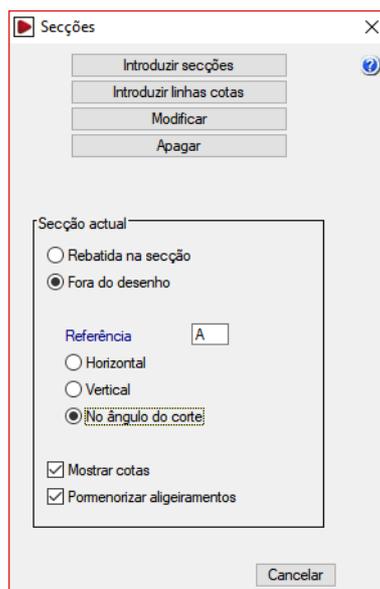


Fig. 2.152

- Prima num ponto fora da planta para dar início ao corte, mova o cursor efetuando o traçado e volte a premir para finalizar.
- Posteriormente mova o cursor para fora da planta e prima, para fixar o desenho do corte.

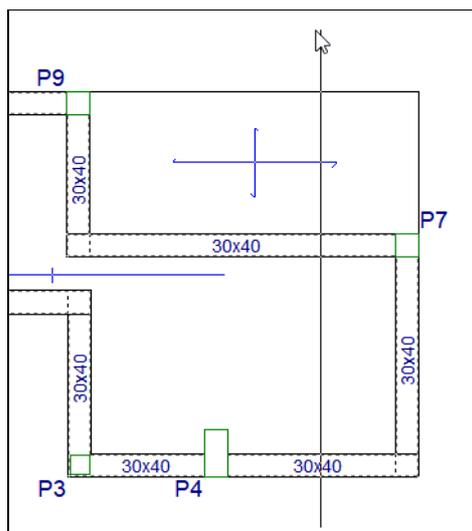


Fig. 2.153

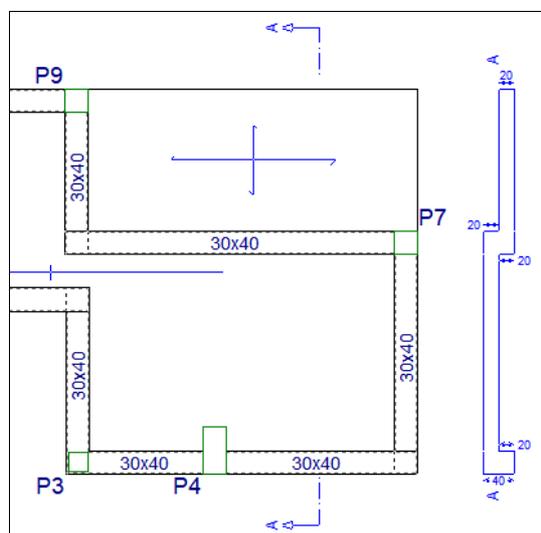


Fig. 2.154

### 2.4.10. Escadas

Pretende-se neste ponto abordar a introdução das escadas no edifício.

O princípio de introdução de uma escada é colocar-se no grupo inicial da mesma, definir as propriedades e introduzi-la.

Neste exemplo a escada é igual em todas as plantas, com exceção entre as plantas Piso 0 e Piso 1, nesse caso, existe a necessidade de se definir um desnível do arranque da escada para atingir a planta Fundação.

- Prima em  **Ir ao grupo** e prima em **Fundação**, de forma a situar-se nesse grupo.
- Prima no menu **Obra> Escadas**, ou no ícone da barra de ferramentas  **Escadas**.
- Na barra de ferramentas flutuante Escadas, prima em  **Novo núcleo de escadas**.
- Mantenha a referência da escada como **Escada 1** e preencha com os dados da figura seguinte.

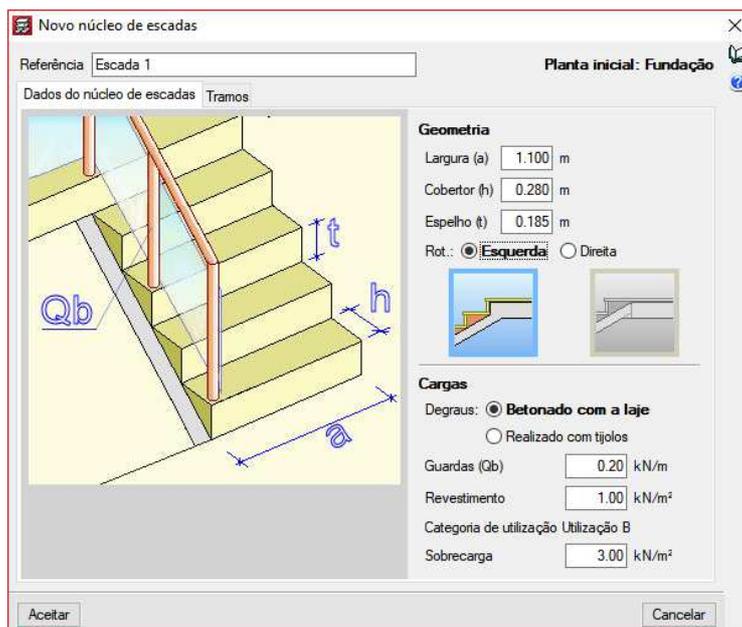


Fig. 2.155

- Prima no separador **Tramos**.
- Prima em **+** Adicionar novo elemento à lista.
- Surge a janela **Lanço**, no qual já existe em biblioteca alguns tipos de escadas, no entanto prima em **+** **Criar**, para criar um novo tipo de escada.
- Surge a janela **Criar**, preencha com os dados da figura seguinte.

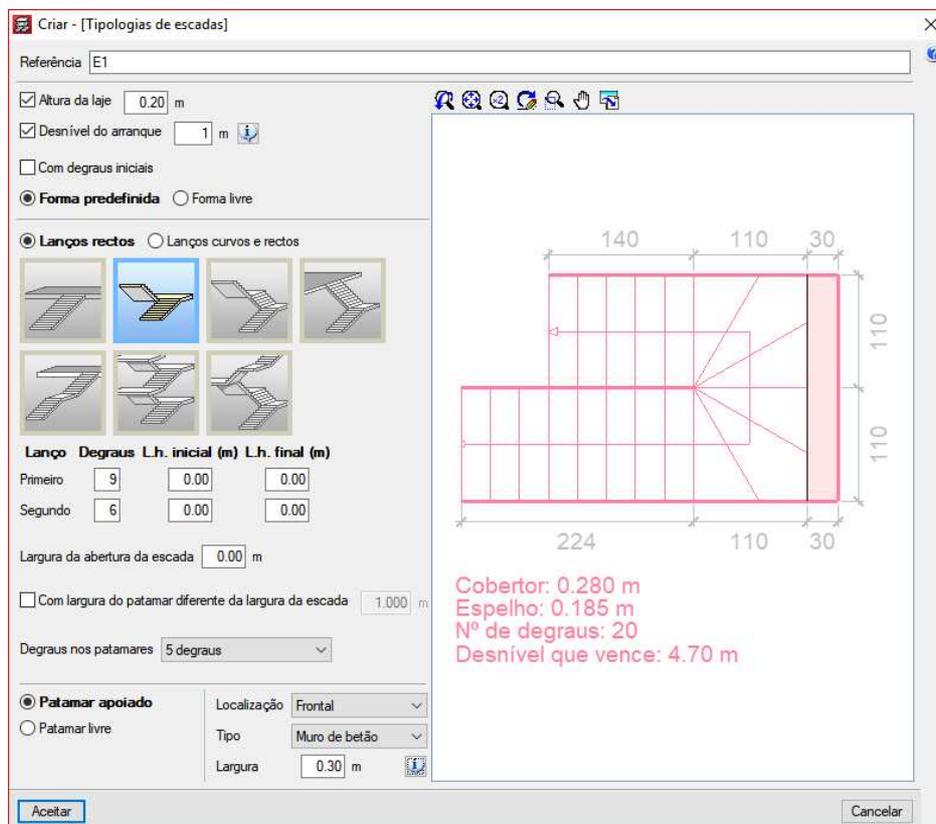


Fig. 2.156

- Prima **Aceitar**.

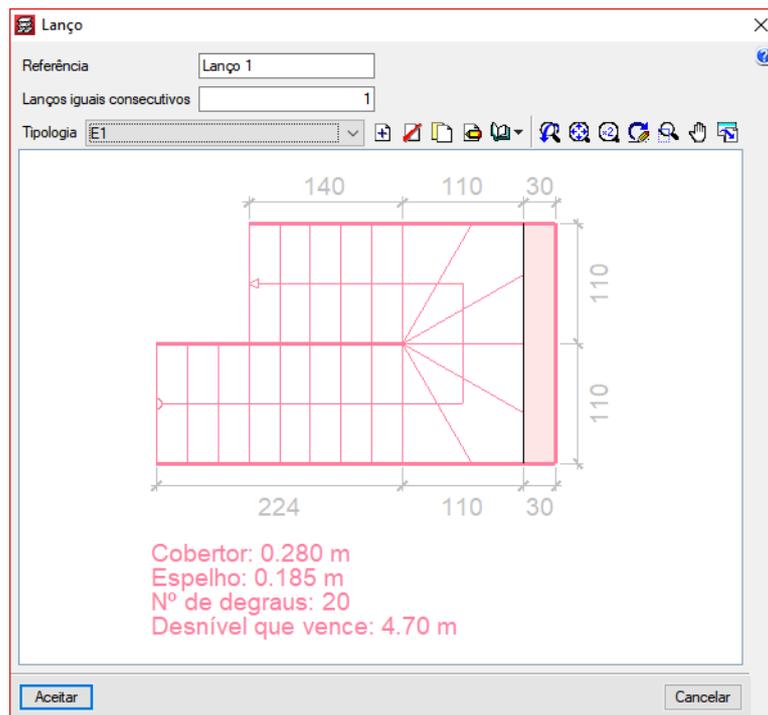


Fig. 2.157

- Prima **Aceitar**.

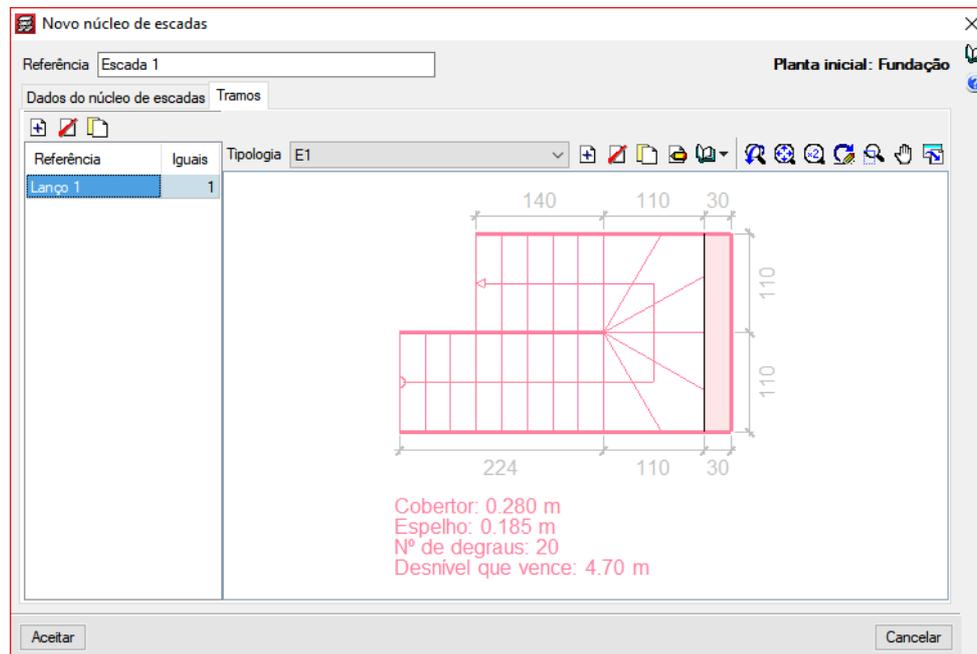


Fig. 2.158

- Prima **Aceitar**.
- Prima em  **Capturas para máscaras** e ative **Ativar capturas** e **Intersecção**. Prima **Aceitar**.
- Posicione o cursor sobre o eixo do arranque da escada representado na máscara de arquitetura e prima com o .

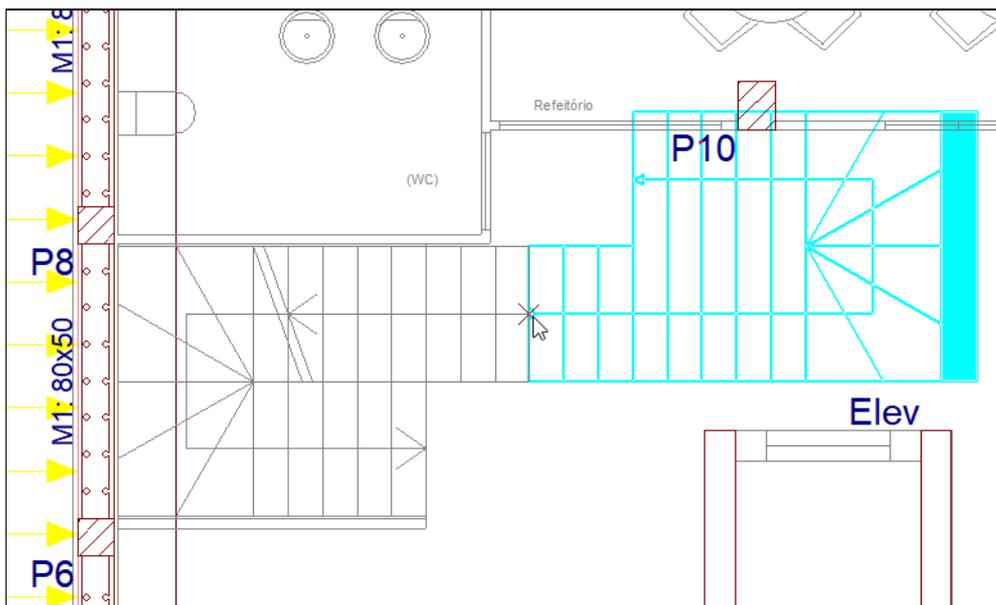


Fig. 2.159

- Movimento o cursor de forma que a escada fique com a posição correta, no caso sobre a intersecção do eixo num degrau seguinte e prima com o .

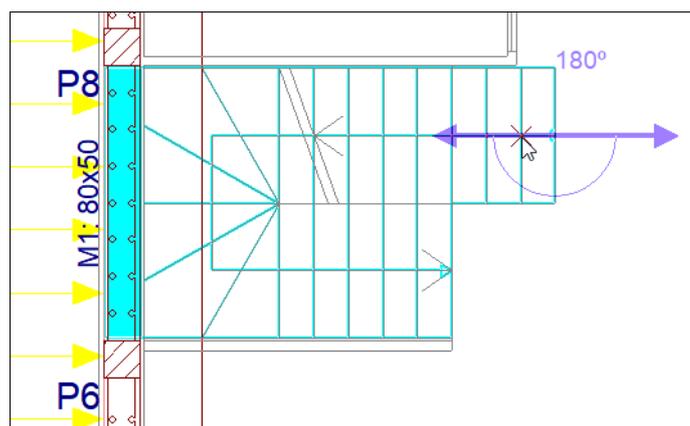


Fig. 2.160

- Prima em  **Subir grupo** até situar-se no grupo **2. Piso 1**.
- Prima em **Obra > Escadas**, caso tenha perdido o comando.
- Prima em  **Novo núcleo de escadas**.
- Mantenha por defeito a referência **Escada 2** e preencha com os dados da figura seguinte.

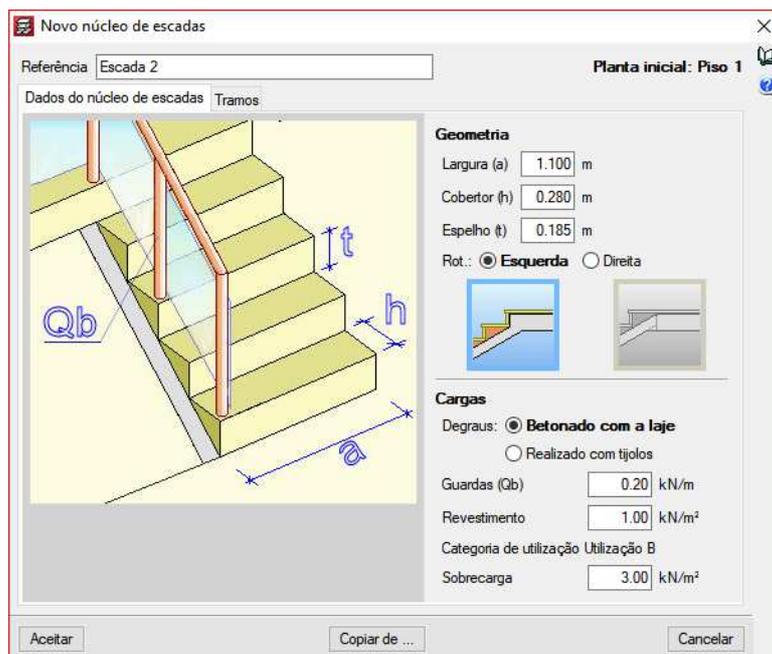


Fig. 2.161

- Prima no separador **Tramos**.
- Com a Tipologia **E1** seleccionada, prima em **Copiar**, para se duplicar este tipo de tramo de escada.

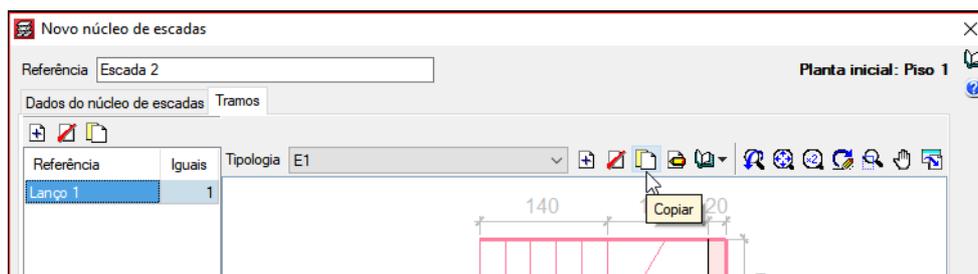


Fig. 2.162

- Coloque a referência **E2**, desative a opção **Desnível do arranque** e altere o tipo de apoio para **Muro de alvenaria** com largura de **0.20 m**.

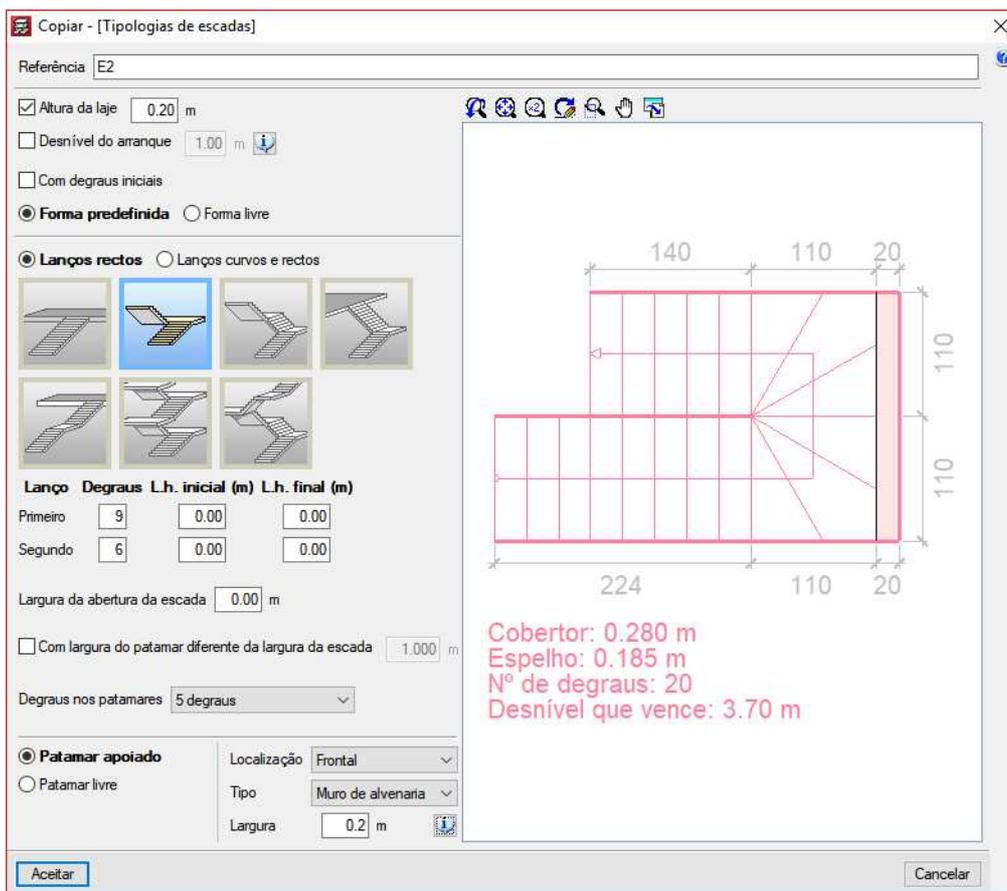


Fig. 2.163

- Prima **Aceitar**.
- No separador **Tramos**, coloque o valor **3** em **Iguais** lanços, desta forma o programa prolongará esta escada até ao Piso 4, uma vez que a escada é idêntica ao longo destes pisos.

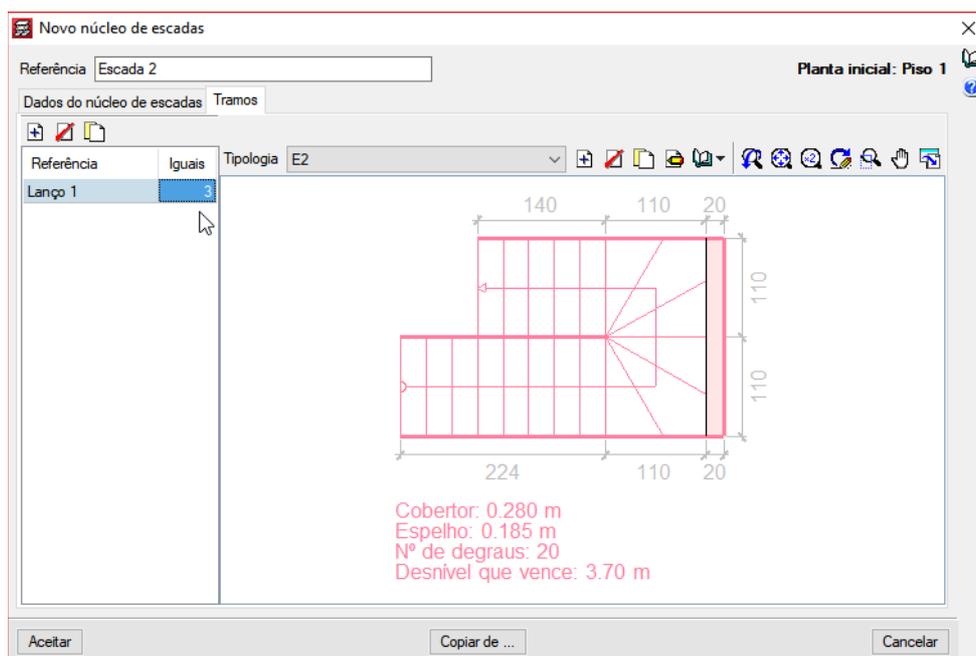


Fig. 2.164

- Prima **Aceitar**.

- Com a captura **Intersecção** ativa, posicione o cursor sobre o eixo do arranque da escada representado na máscara de arquitetura e prima com o , repetindo o procedimento anterior de introdução da escada.

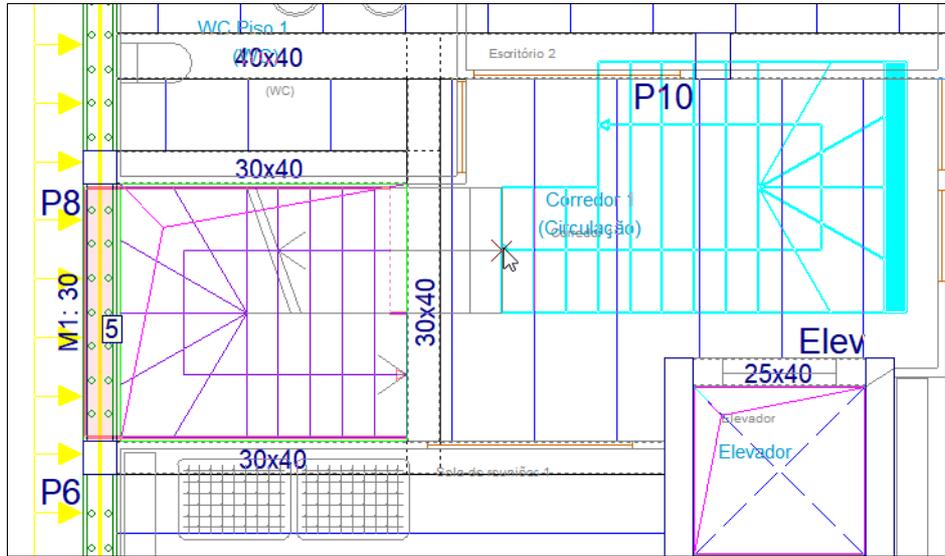


Fig. 2.165

- Movimente o cursor de forma que a escada fique com a posição correta, no caso sobre a intersecção do eixo num degrau seguinte e prima com o .

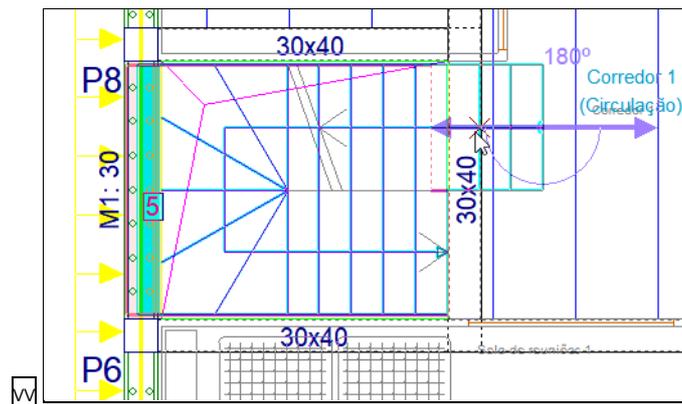


Fig. 2.166

A introdução das escadas está terminada.

- Prima no menu **Grupos > Vista 3D do edifício**, de forma a se visualizar as escadas no 3D do edifício.

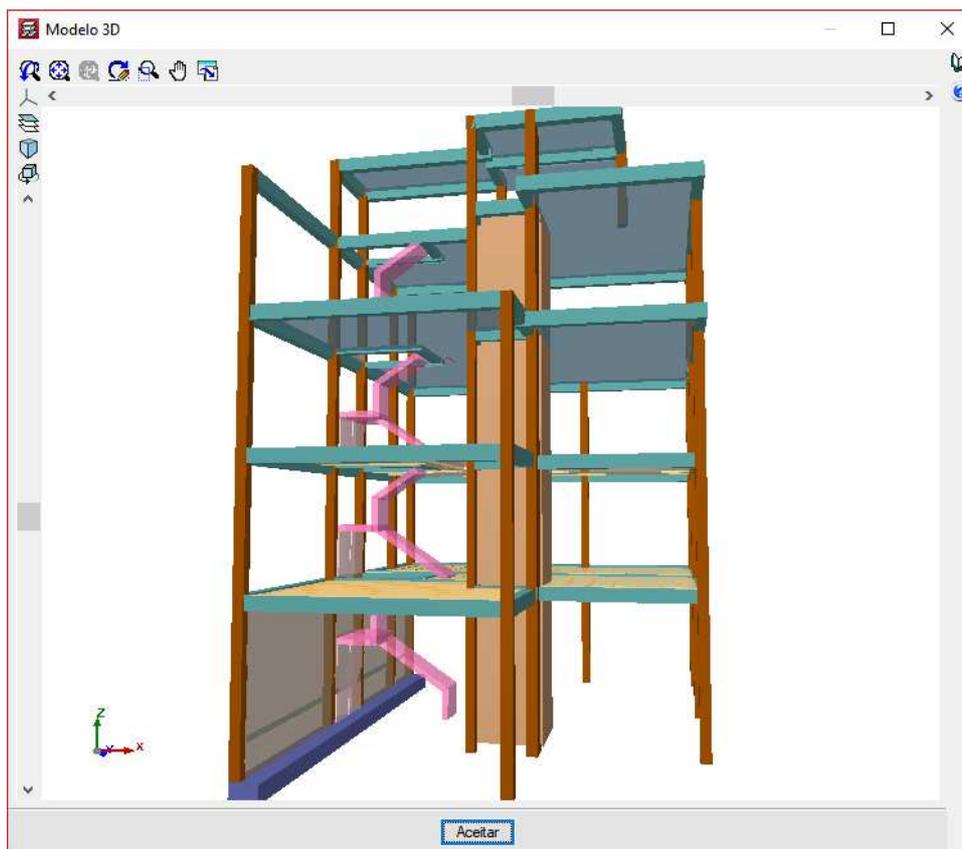


Fig. 2.167

### 2.4.11. Fundação

- Prima em  Ir ao grupo e prima em **Fundação**.

Através do menu Fundação> Gerar sapatas e vigas é possível gerar as fundações de forma automática mediante os valores presentes na janela Gerar sapatas e vigas.

Para este exemplo, procede-se à introdução manual de todos os elementos pertencentes à fundação.

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

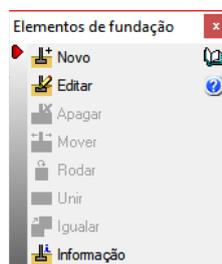


Fig. 2.168

- Prima em  **Novo**.
- Na janela Definição de novo elemento, poderá escolher o tipo de fundação (betão armado, betão simples e maciço de encabeçamento de estacas). Ao mesmo tempo poderá seleccionar o elemento de fundação para um pilar ou para vários pilares. Neste caso mantenha os dados de acordo com a figura seguinte.

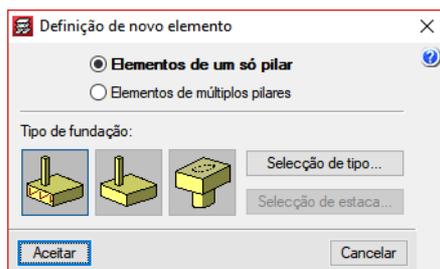


Fig. 2.169

- Prima **Aceitar**.
- Aproxime-se do pilar **P2**. Verifique que 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 **P2** e prima para introduzir a sapata **centrada**.

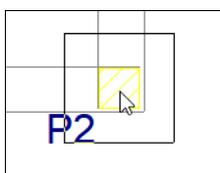


Fig. 2.170

- Coloque sapatas centradas para todos os restantes pilares com exceção dos pilares P18, P3, P9 e parede da caixa do elevador. Caso se engane a introduzir, pode voltar a inserir a sapata anulando anterior.

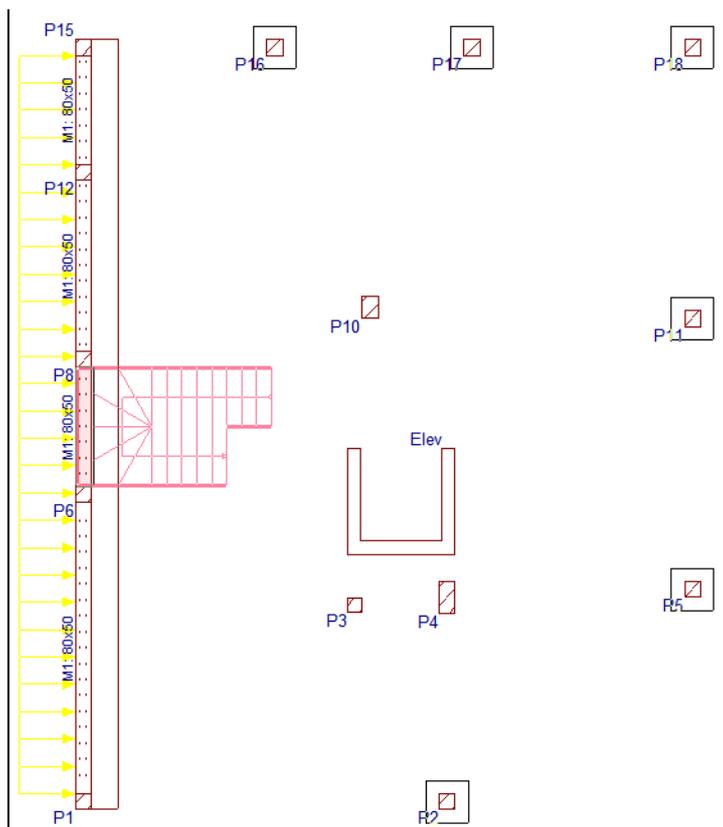


Fig. 2.171

- Prima com o  para voltar a surgir a janela Definição de novo elemento, ou caso já tenha perdido o comando, prima em **Novo** na barra de ferramentas Elementos de fundação.
- Selecione a opção **Elementos de múltiplos pilares**.

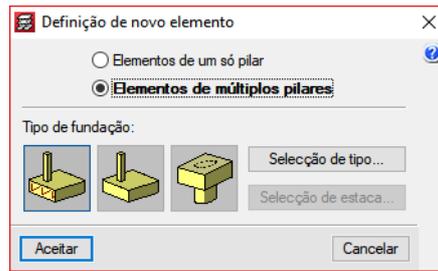


Fig. 2.172

- Prima **Aceitar**.
- Selecione em janela os pilares **P3, P4, P10** e a **caixa do elevador**, e prima com o para finalizar.

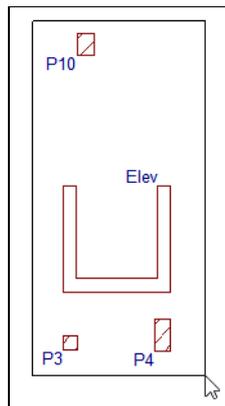


Fig. 2.173

- Prima com o para surgir este símbolo .
- Posicione o cursor sobre o símbolo , de forma a introduzir a sapata centrada, prima com o para introduzir.

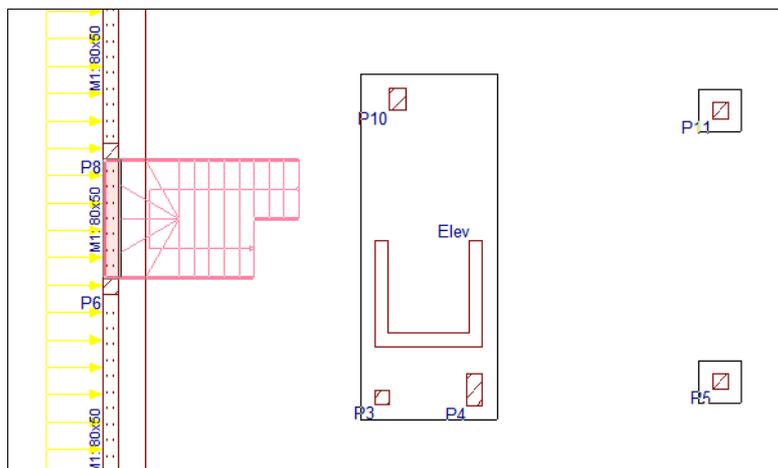


Fig. 2.174

Passa-se à introdução das vigas de equilíbrio e lintéis.

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

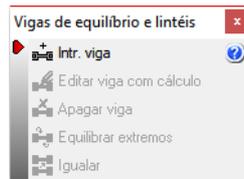


Fig. 2.175

- Prima em  **Intr. viga**.

Surge uma janela onde está seleccionado por defeito o ícone  da viga com equilíbrio automático nos extremos por defeito.

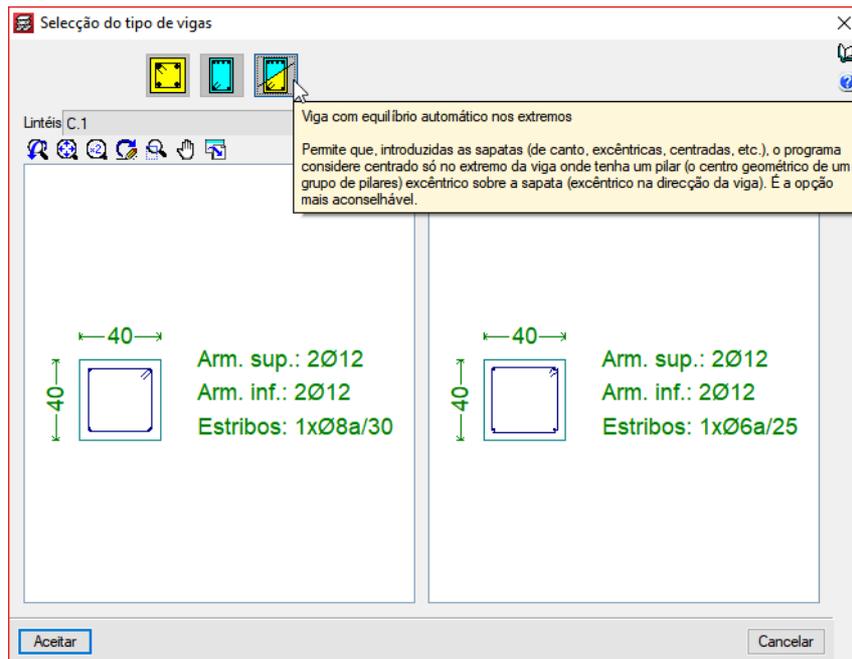


Fig. 2.176

- Prima **Aceitar**.
- Prima sobre o pilar **P1**, com o comando  **Orthogonal on/off** ativo, movimente o cursor em direção ao pilar **P2**, e prima com o .

A viga que intersecta a sapata excêntrica do muro M1 possui o símbolo de equilíbrio , ou seja trata-se de uma viga de equilíbrio que irá absorver o momento atuante nessa sapata. Todas as outras vigas que não possuem tal símbolo, são vigas lintéis de travamento entre sapatas.

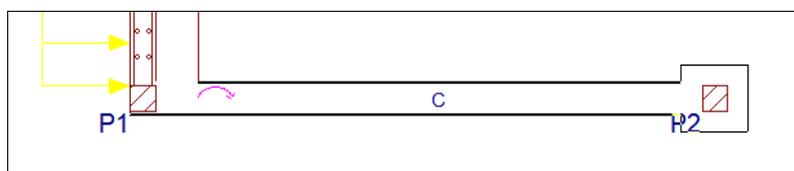


Fig. 2.177

- Introduza as restantes vigas de equilíbrio e lintéis de acordo com a figura seguinte. Na barra de ferramentas flutuante prima em  **Apagar viga** e prima sobre as vigas a eliminar.

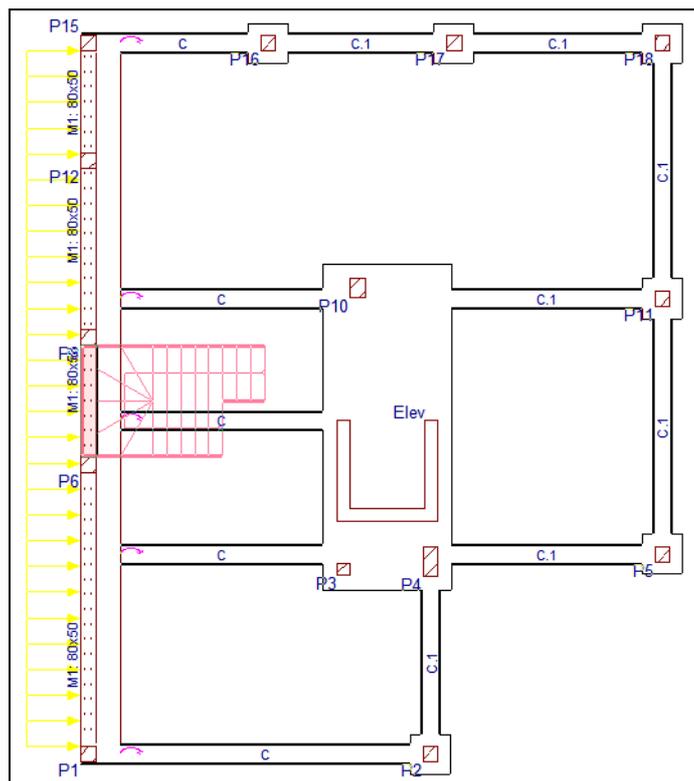


Fig. 2.178

Está finalizada a introdução de dados do edifício. A vista 3D do edifício terá o seguinte aspeto.

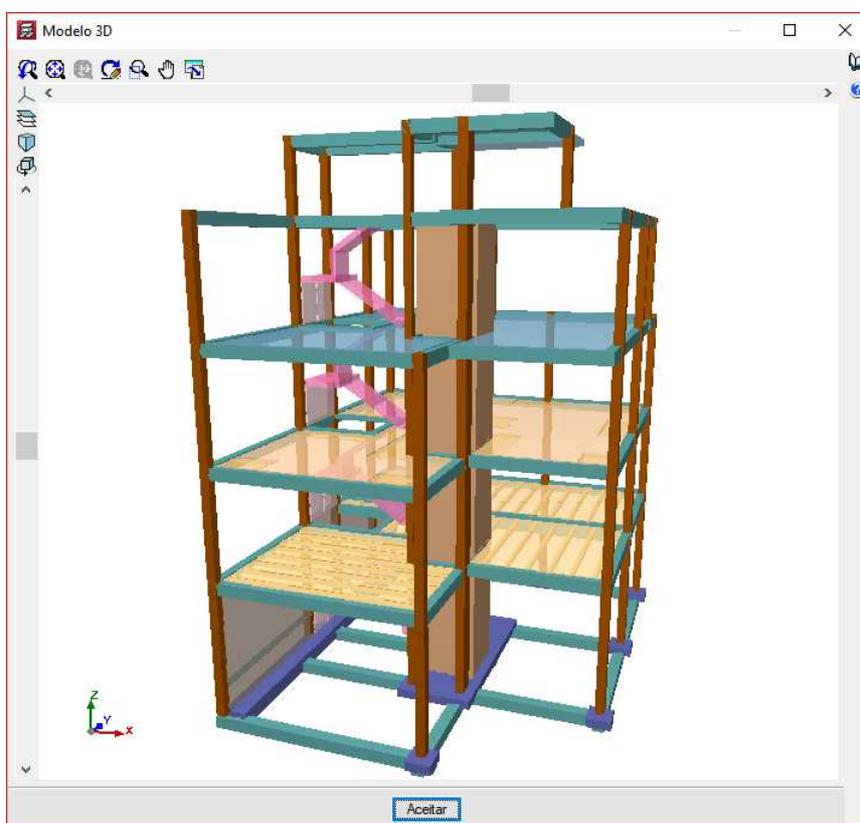


Fig. 2.179

## 2.5. 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`, ou descomprima a obra previamente descarregada da web.

- Prima **Calcular > Calcular obra (Sem dimensionar fundação)**.

Surge uma questão. Esta mensagem está relacionada pelo facto do programa detetar, que a Escada 2 ao longo dos 3 lanços consecutivos possuir espessuras de arranque diferentes.

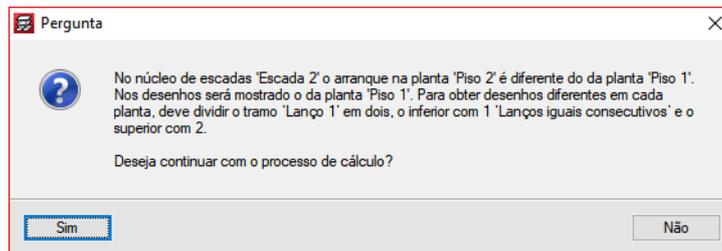


Fig. 2.180

- Prima **Sim** para continuar.

Surge a janela Incidências, onde neste caso informa que as vigas só se calculam à flexão simples. Esta informação surge porque o programa deteta que existem vigas isoladas, ou seja sem conexão com laje.

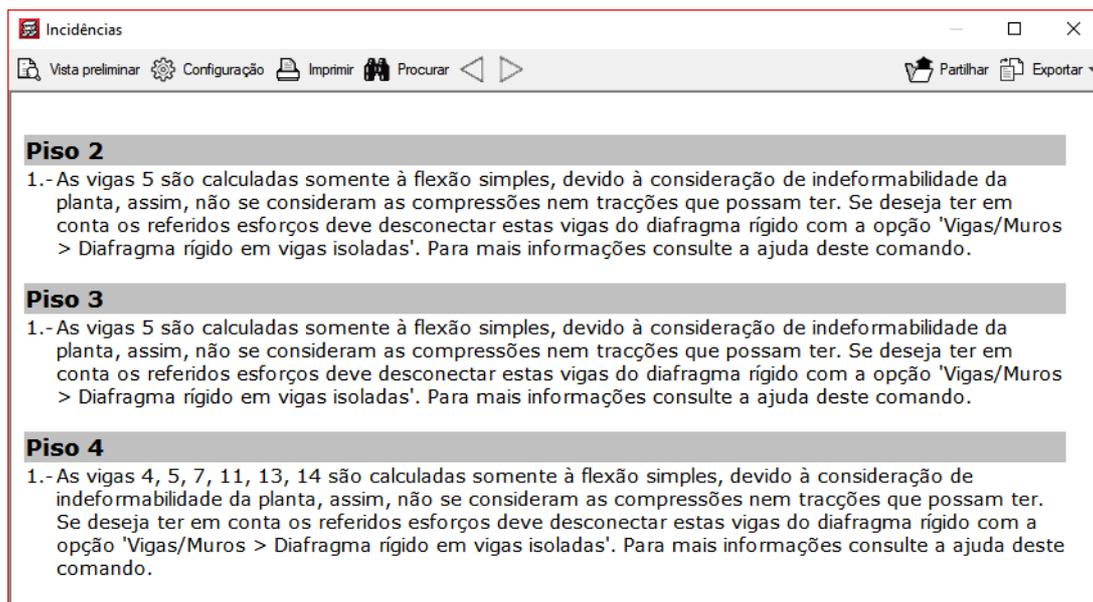


Fig. 2.181

- **Feche a janela** para continuar com o cálculo.

Depois do cálculo surge uma informação no ecrã, na qual se mostram os erros que foram produzidos durante o mesmo.

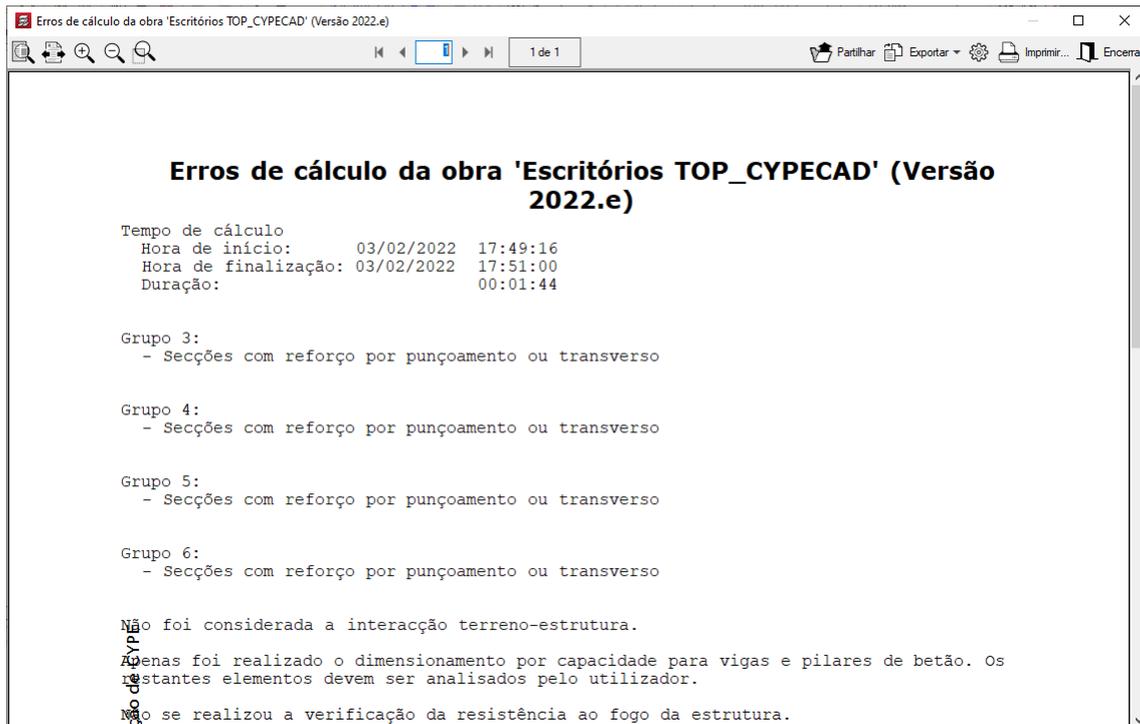


Fig. 2.182

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

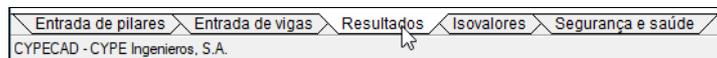


Fig. 2.183

## 2.6. Revisão de resultados

### 2.6.1. Vigas

#### 2.6.1.1. Revisão de esforços

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

- Coloque-se no grupo 2: **Piso 1**.

No caso de surgir demasiada informação, relativamente aos esforços e armaduras de vigotas, prima no menu **Vigotas > Vistas** e desative todas as opções dessa janela.

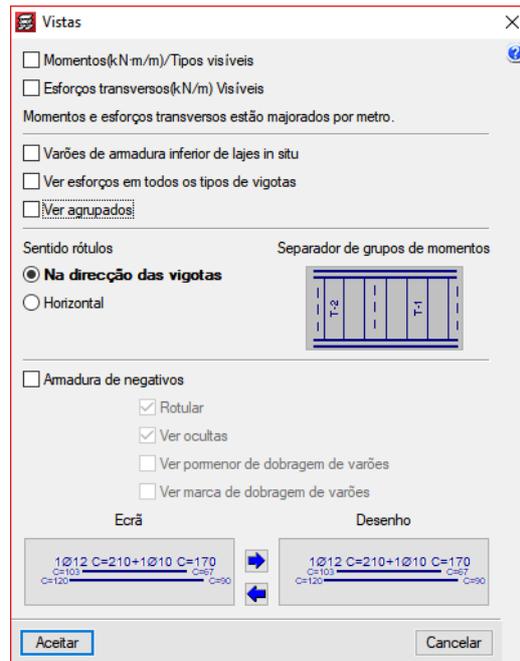


Fig. 2.184

Também para facilitar a análise de resultados, pode-se desativar a visualização das máscaras DWG e das cargas.

- Para isso utilize a **Tecla F4** para desativar e ativar as máscaras de arquitetura e prima em **Cargas> Visíveis** ou na barra de ferramentas no ícone  **Visíveis**, de forma a desativar a visualização das cargas.

Procede-se à análise dos resultados das vigas.

- Prima **Envoltentes> Esforços em vigas**. Na janela que surge **ative** as opções de **momentos negativos e positivos**, **desative** a opção combinações **Sísmicas** e introduza o valor da **escala** para **0.02**. Prima **Aceitar**.

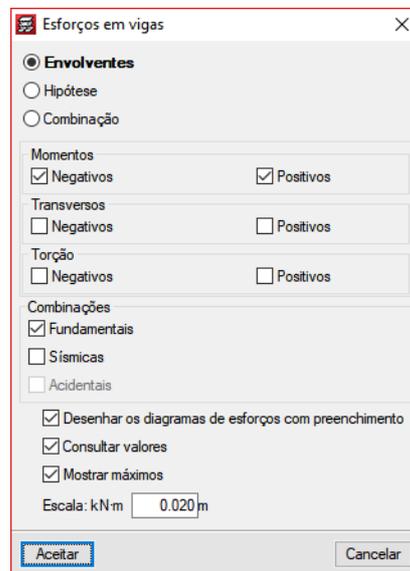


Fig. 2.185

- Prima sobre o pórtico entre os pilares **P15** e **P18**. Neste caso obterá a envoltente da figura seguinte. Consulte agora as restantes envoltentes.

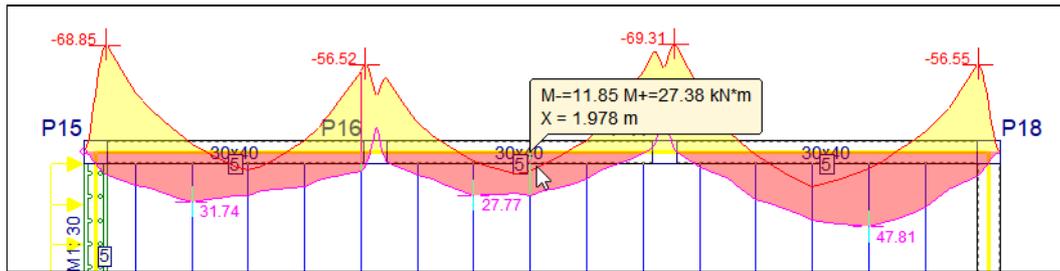


Fig. 2.186

### 2.6.1.2. Revisão de secções e armaduras

As vigas que tiverem algum problema de incumprimento de alguma verificação, serão desenhadas a **vermelho**. As vigas que tiverem apenas avisos serão desenhadas a **amarelo**, os diversos tipos de avisos podem ser seleccionados e considerados como avisos no menu **Obra > Dados obra > Opções > Opções de vigas > Atribuição de alertas para avisos/erros**.

- 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 entre os pilares **P10** e **P11**.

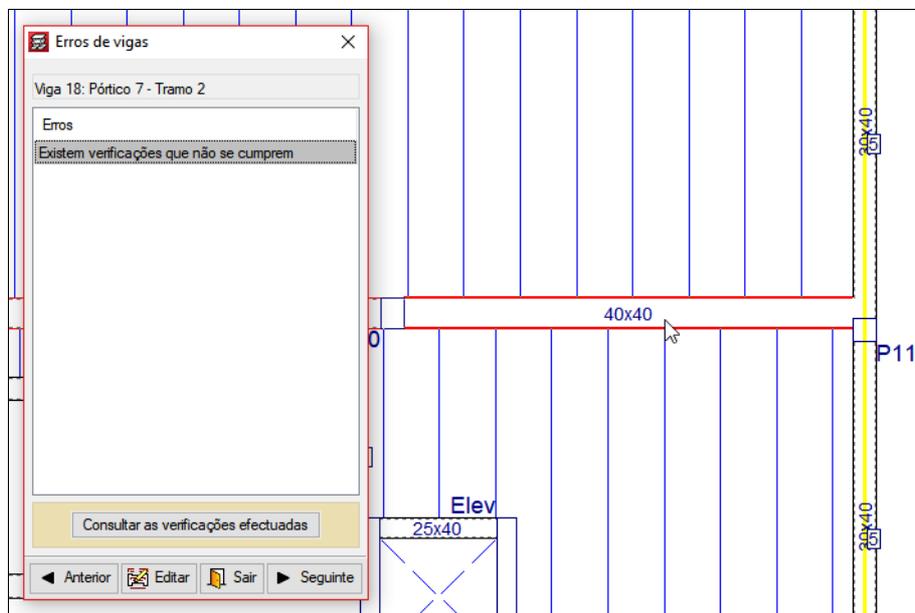


Fig. 2.187

- Para consultar as verificações pode-se premir em **Consultar as verificações efectuadas**, surgindo de imediato uma listagem, com a indicação das verificações realizadas bem como as que estão em incumprimento.
- Prima em **Encerrar**.
- Também se pode consultar as verificações premindo em **Editar**, de imediato o programa abre a janela **Editar vigas**.

A janela **Editar vigas**, também é possível de se aceder a partir do menu **Vigas/Muros > Editar vigas**. Nesta janela, é possível visualizar os avisos e erros, consultar as verificações realizadas, consultar esforços, flechas e áreas de armaduras, consultar e editar armaduras, atualizar os resultados após alteração das armaduras.

- Sobre a viga surge um círculo vermelho indicando que existem erros, posicionando o cursor sobre esse símbolo, surge um resumo dos erros existentes nessa viga.

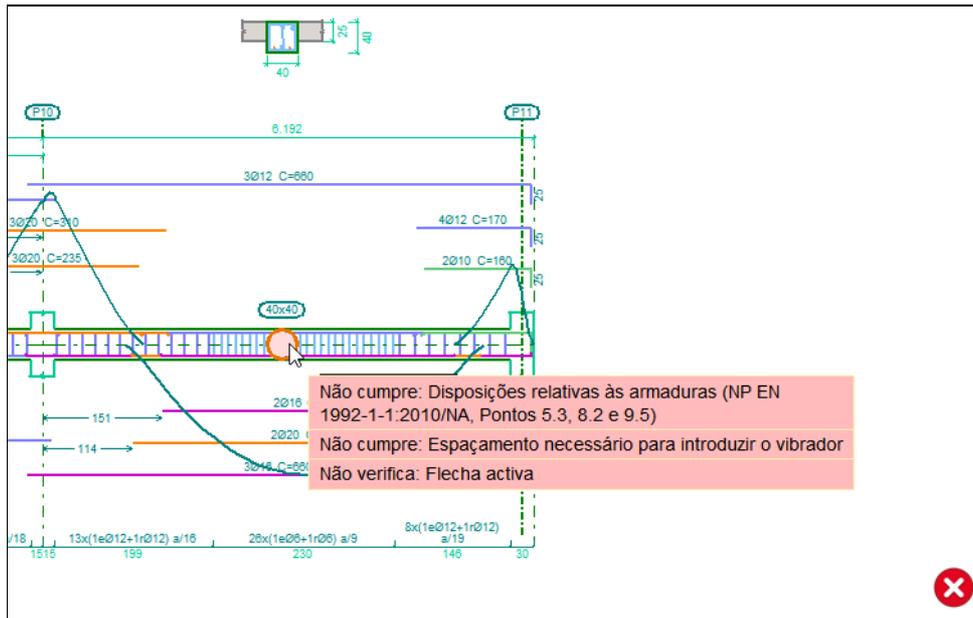


Fig. 2.188

- Prima sobre o ícone **Verificações E.L.U. e E.L.S. no ponto desfavorável**, e posteriormente sobre a viga assinalada com o erro.

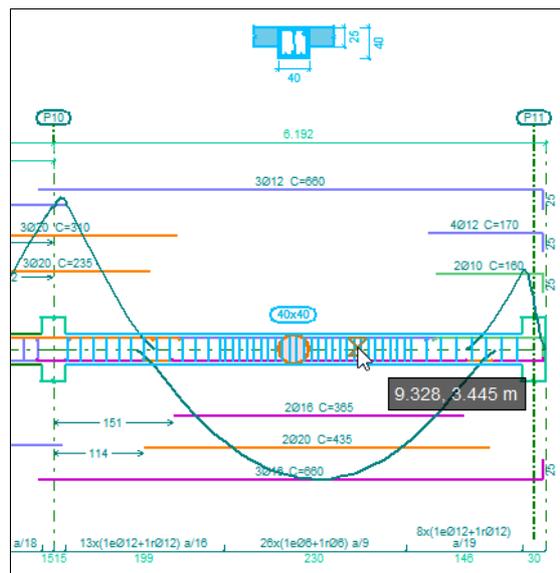


Fig. 2.189

- Surge de imediato uma janela com um resumo das verificações, ative a opção **Mostrar as verificações que não cumprem**, o programa efetua um filtro e passa a mostrar unicamente as verificações que não estão a cumprir.

Visualiza-se o incumprimento entre espaçamento de armaduras e relativamente ao valor da flecha ativa, como mostram as figuras seguintes.

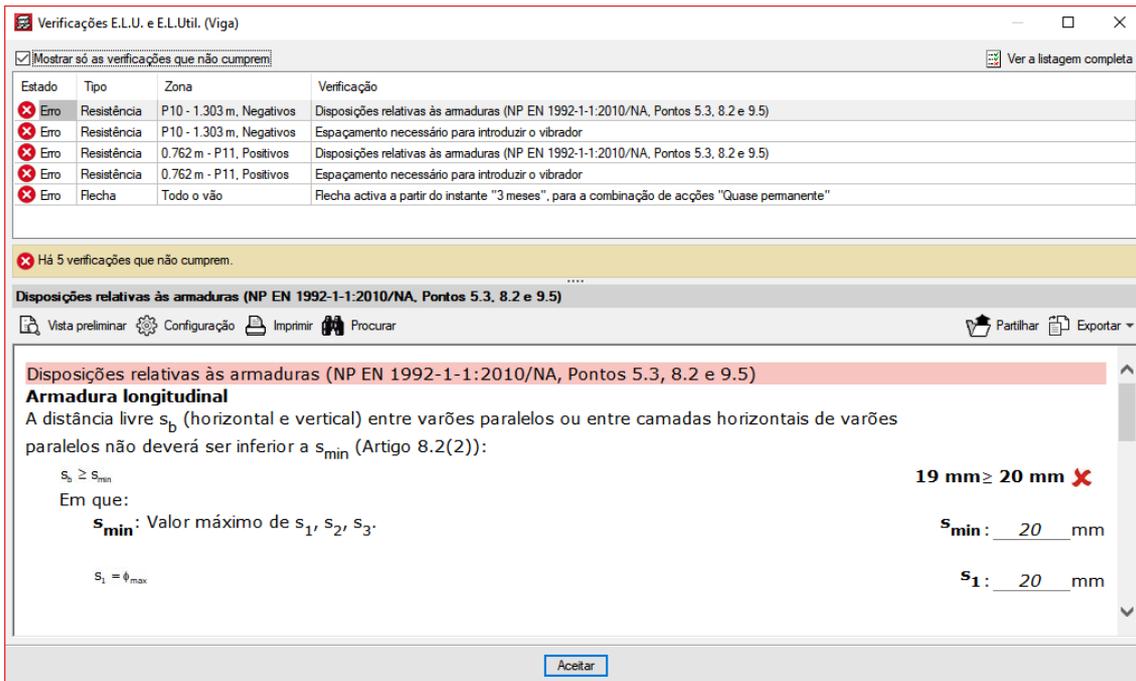


Fig. 2.190

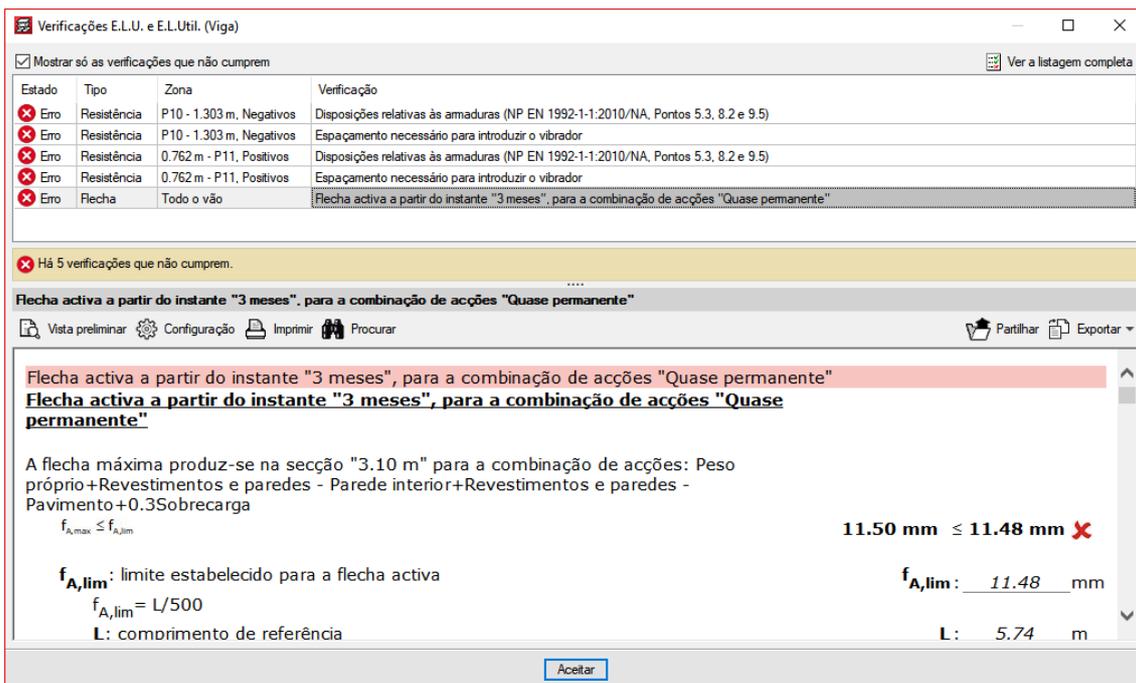


Fig. 2.191

Existem erros, que se podem resolver com a simples edição de armaduras, outros com alteração da secção da viga, e outros com alteração da solução estrutural.

No caso específico desta viga, os erros existentes podem ser resolvidos com alteração da secção (recomendado) ou edição das armaduras.

Seguidamente mostra-se as duas formas de se atuar, iniciando primeiramente com a edição das armaduras.

Na barra de ferramentas, os ícones Armaduras longitudinais e Armaduras transversais possibilitam a edição das respetivas armaduras.

- Por exemplo, prima em Armaduras longitudinais e prima em Apagar.

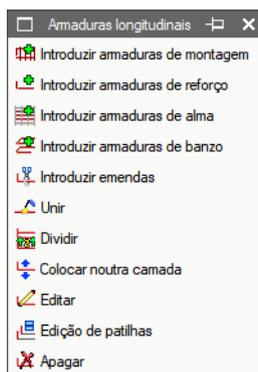


Fig. 2.192

- Para facilitar a visualização das armaduras, desativa-se todas as opções que porventura estejam selecionadas em termos de visualização de Diagramas de esforços.



Fig. 2.193

Salienta-se que é possível visualizar na parte inferior da janela os gráficos de áreas de armadura longitudinal e transversal, relativamente à armadura necessária, efetiva e total. Qualquer edição de armadura na viga resulta na atualização imediata do gráfico.

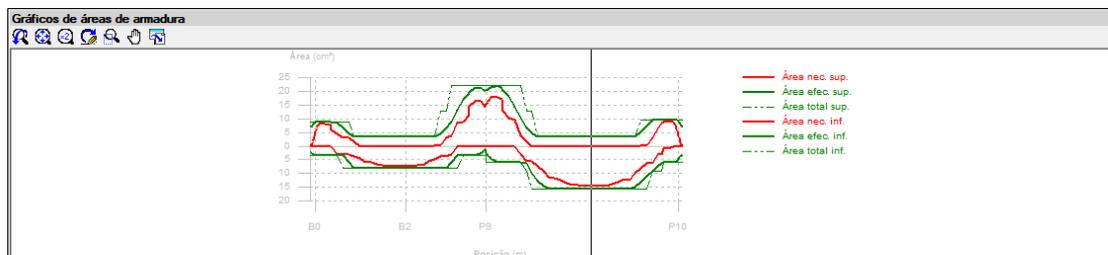


Fig. 2.194

Pretende-se resolver o problema de flecha, com incremento de área de armadura inferior, uma vez que o valor da flecha ativa está muito próximo do valor regulamentar.

- Posicione agora o cursor sobre o varão **2Ø16** e prima para o eliminar, como mostram as figuras seguintes

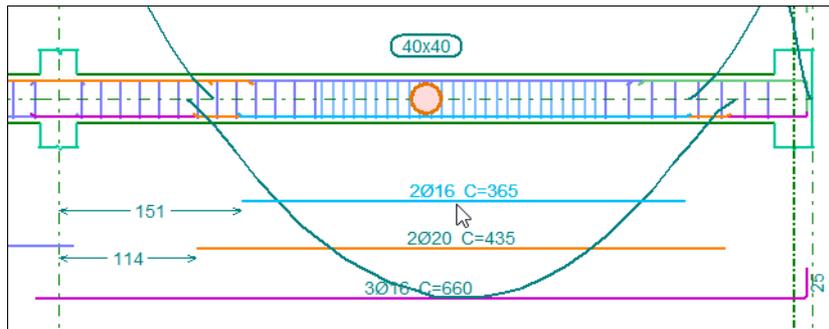


Fig. 2.195

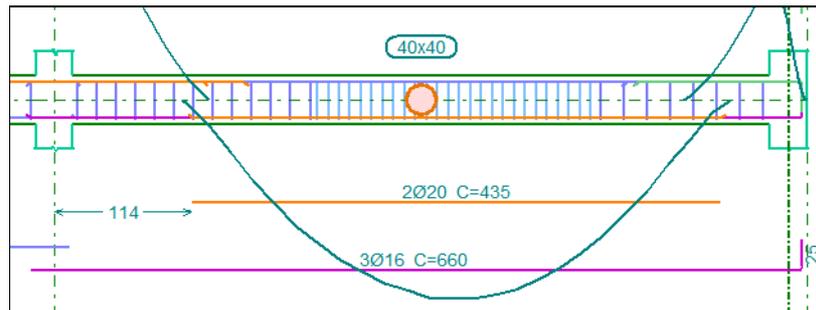


Fig. 2.196

- Na barra de ferramentas  **Armaduras longitudinais**, prima em **Editar**.
- Prima em **2Ø20** e altere para **3Ø20**.

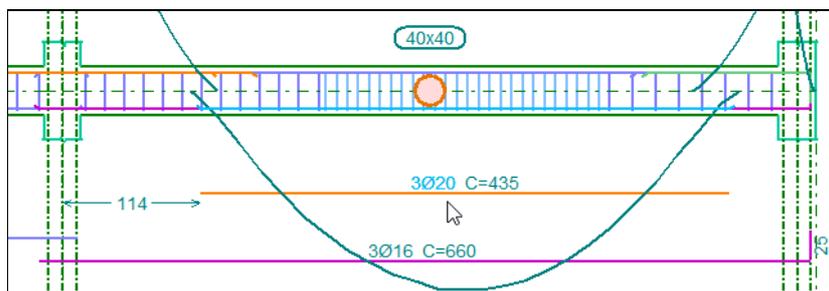


Fig. 2.197

- Prima em **3Ø16** e altere para **3Ø20**.

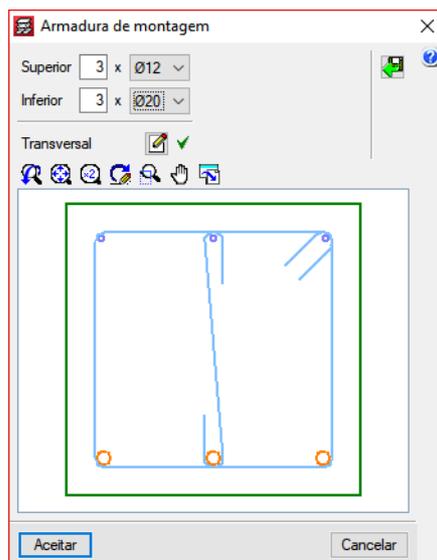


Fig. 2.198

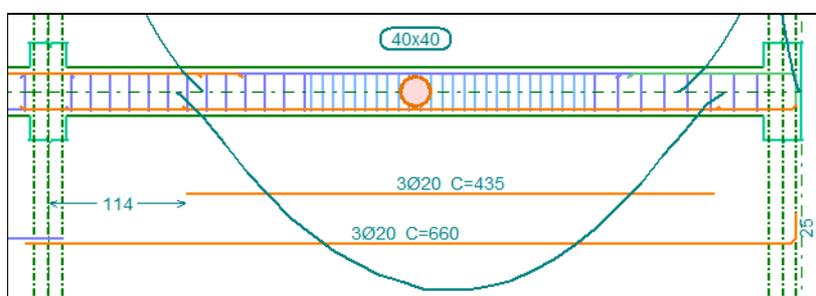


Fig. 2.199

- Após alteração das armaduras, procede-se com atualização dos resultados, assim na barra de ferramentas prima no ícone  **Actualizar informação de erros**.
- Posicionando o cursor sobre o símbolo de erro na viga, visualiza-se que agora só existe o erro relativo ao espaçamento entre armaduras.

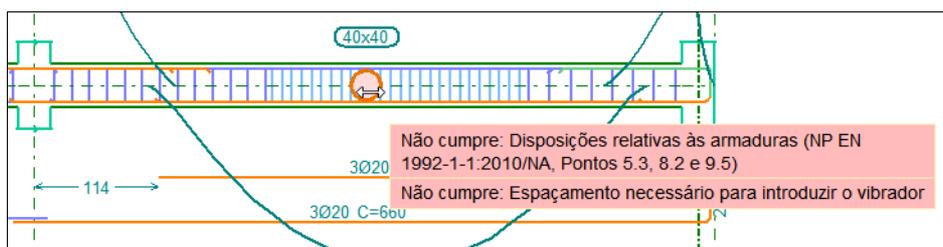


Fig. 2.200

- Para consultar o valor das flechas, prima no ícone  **Consultar as flechas em vãos**.
- Posicione o cursor sobre a viga e visualiza-se já um valor de flecha ativa inferior ao regulamentar.

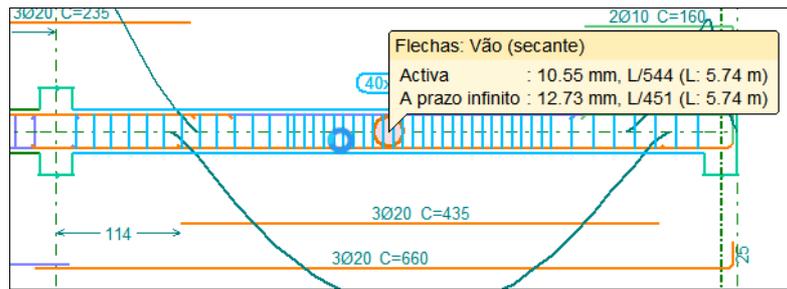


Fig. 2.201

Pretende-se agora exemplificar o procedimento para alteração de secções, primeiramente é necessário alterar as secções das vigas.

- **Encerre** a janela **Editar vigas**, não sendo necessário guardar as alterações.
- Prima **Sair** na janela **Erros de vigas**.
- Prima no separador **Entrada de vigas**.
- Prima no menu **Vigas> Editar**.
- Prima sobre a viga **40 x 40** entre o Muro **M1** e o pilar **P10** e coloque **40 x 60**.
- Prima sobre a viga **40 x 40** entre os pilares **P10** e **P11** e coloque **40 x 60**.

Após ter alterado as secções das vigas, o utilizador tem duas hipóteses ou calcula de novo a obra, ou então rearma as vigas que sofreram alterações secções com os esforços do último cálculo. Esta última opção pode ser recomendada quando não existem grandes modificações que alterem substancialmente a inércia e o peso próprio dos elementos e no conjunto do edifício.

- Sendo assim, caso se pretenda rearmar todas as vigas que sofreram alterações, prima no menu **Calcular> Rearmar pórticos com modificações**.
- Surge a seguinte pergunta, prima em **Sim**.

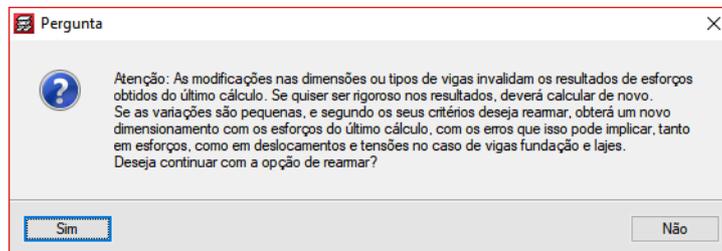


Fig. 2.202

- Surge a janela de Erros de cálculo, prima em **Encerrar** a janela.
- Prima no separador **Resultados**.

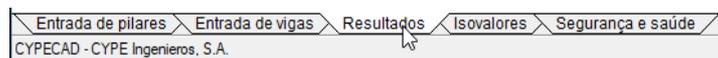


Fig. 2.203

- Prima no menu **Vigas/Muros> Editar vigas**.
- Prima sobre uma das vigas **40 x 60**.

O pórtico já surge rearmado. Porém nesta janela existe um comando que também permite rearmar o pórtico propriamente dito, o ícone **Rearmar**.

Resumindo, o utilizador pode utilizar o comando **Rearmar** no qual rearma unicamente o pórtico em edição, ou utiliza o comando **Rearmar pórticos com modificações** para rearmar os pórticos que sofreram alterações de secção, ou utilizar o comando **Rearmar todos os pórticos** para rearmar todos os pórticos.

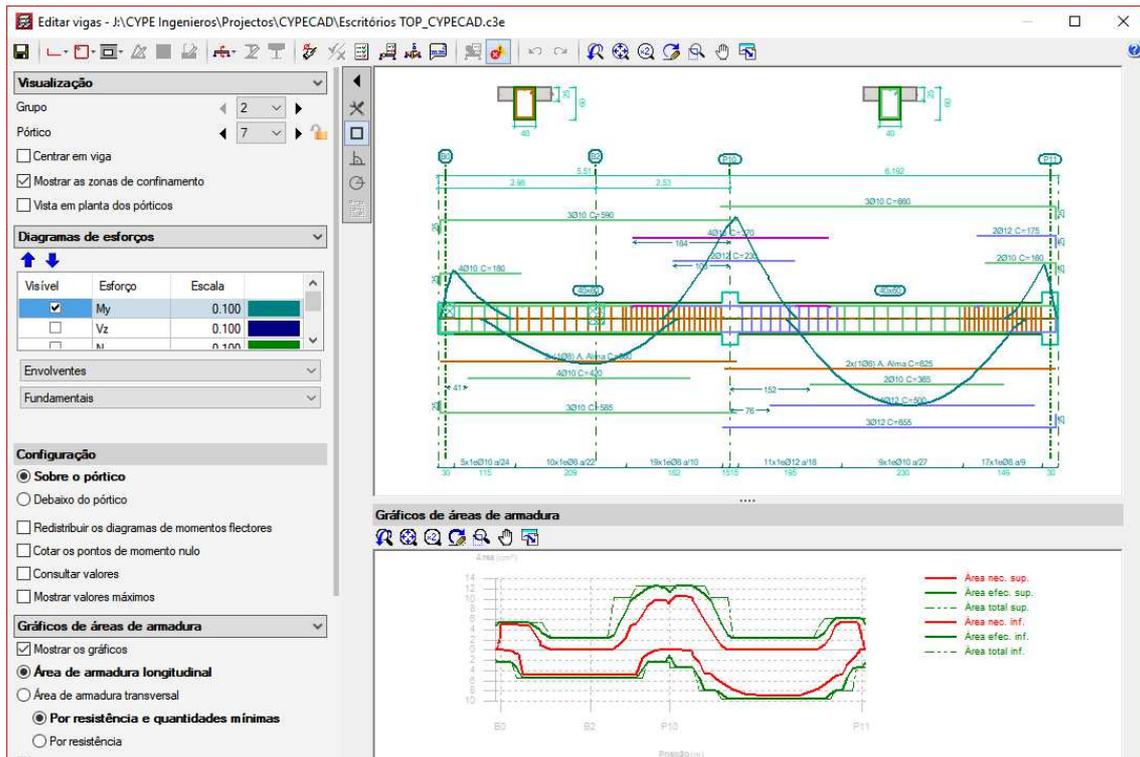


Fig. 2.204

## 2.6.2. Pilares

### 2.6.2.1. Deslocamentos

- Para analisar os deslocamentos quer horizontais ou verticais, prima no menu **Envoltentes> Deslocamentos máximos de pilares** e prima por exemplo no pilar P1.

Surge uma janela com a informação dos deslocamentos por piso.

demonstração de CYPE

Deslocamentos de pilares					
Nome da Obra: EscritóriosTOP_CYPECAD				Data:22/10/19	
Exemplo prático					
Combinações fundamentais					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desl. X (mm)	Desl. Y (mm)	Desl. Z (mm)
P1	Piso 4	14.51	4.30	3.77	-0.32
	Piso 3	10.81	3.02	2.58	-0.31
	Piso 2	7.11	1.90	-1.23	-0.22
	Piso 1	3.41	0.93	0.02	-0.06
	Piso 0	-0.09	0.21	-0.00	-0.01
	Fundação	-1.00	0.00	0.00	0.00
Combinações fundamentais sísmicas <sup>(1)</sup>					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desl. X (mm)	Desl. Y (mm)	Desl. Z (mm)
P1	Piso 4	14.51	17.74	17.58	-0.34
	Piso 3	10.81	12.66	12.42	-0.33
	Piso 2	7.11	7.40	-5.93	-0.24
	Piso 1	3.41	3.10	0.06	-0.08
	Piso 0	-0.09	0.36	-0.01	-0.02
	Fundação	-1.00	0.00	0.00	0.00
<i>Notas: (1) Os deslocamentos estão majorados pela ductilidade.</i>					

Fig. 2.205

### 2.6.2.2. 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.

- No menu **Envoltentes > Esforços pilares e paredes**, prima sobre um pilar, por exemplo o **P1**.

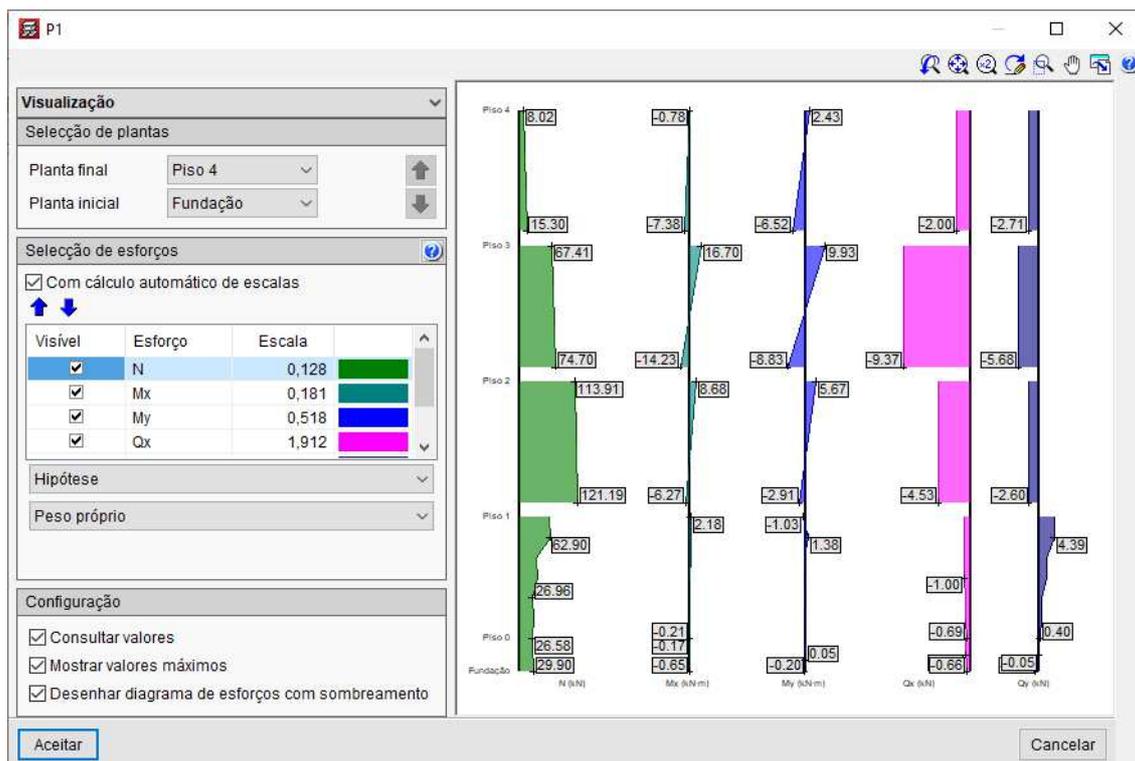


Fig. 2.206

Devem verificar-se todos os pilares da estrutura.

### 2.6.2.3. Revisão de secções e armaduras

Sempre que existe um erro de dimensionamento num determinado pilar, essa informação está presente no **Relatório final de cálculo** que surge após o cálculo ou através do menu **Calcular > Relatório final de cálculo** no separador **Entrada de vigas**.

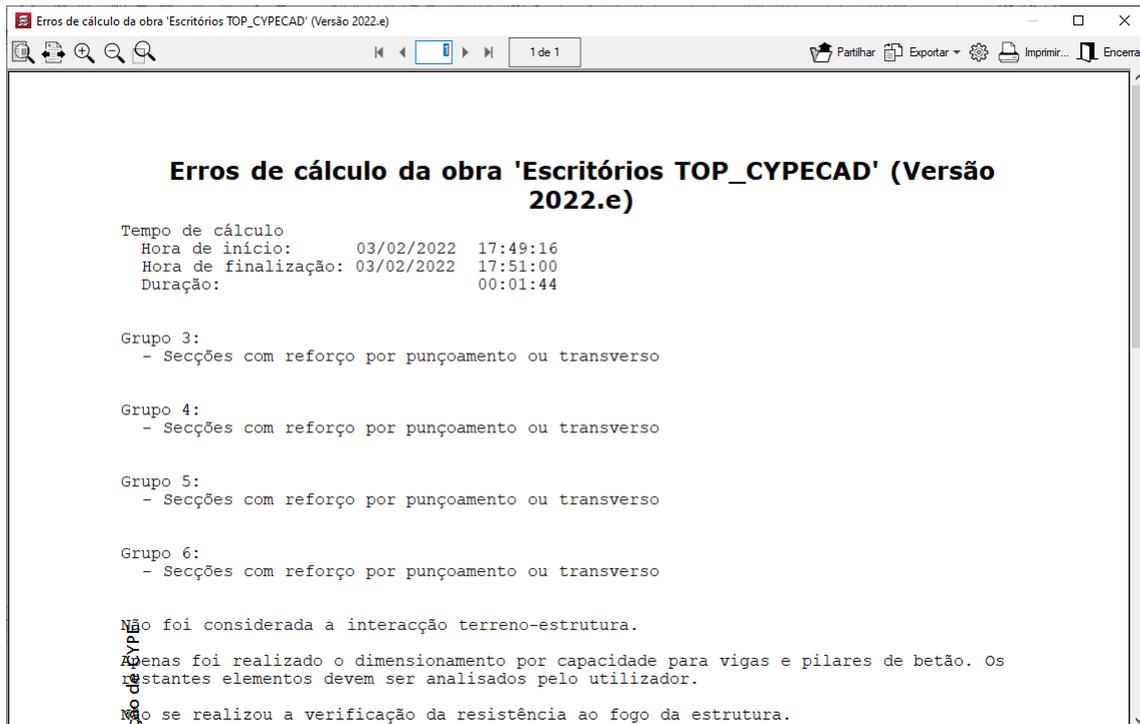


Fig. 2.207

- No separador **Resultados**, prima no menu **Pilares/Paredes > Editar** e prima por exemplo sobre o pilar **P1**. Surgirá a janela **Edição de dimensões e armadura de pilares**.

Surge uma janela com todo o tipo de informação, relativa à secção, armaduras e esforços, por cada tramo de pilar.

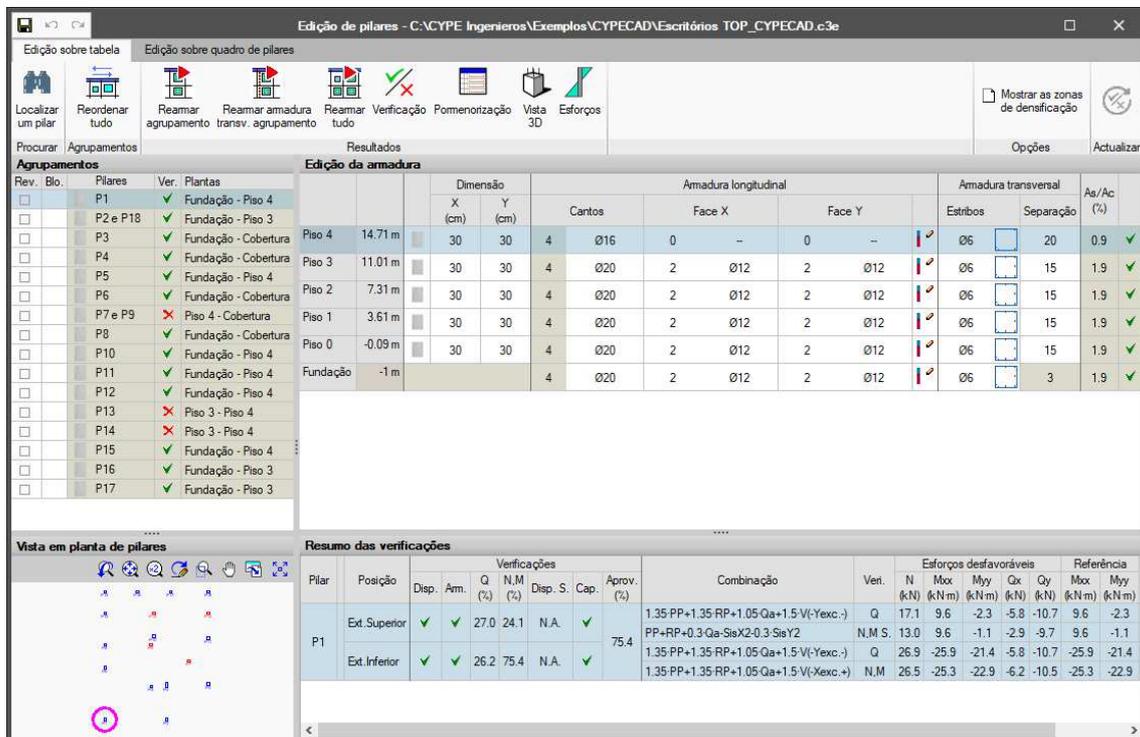


Fig. 2.208

No caso de algum pilar possuir algum erro de dimensionamento, a secção do pilar apresenta-se com este símbolo ✗.

- Prima sobre os pilares **P7** e **P9**, é possível visualizar em que tramo se localiza o erro.

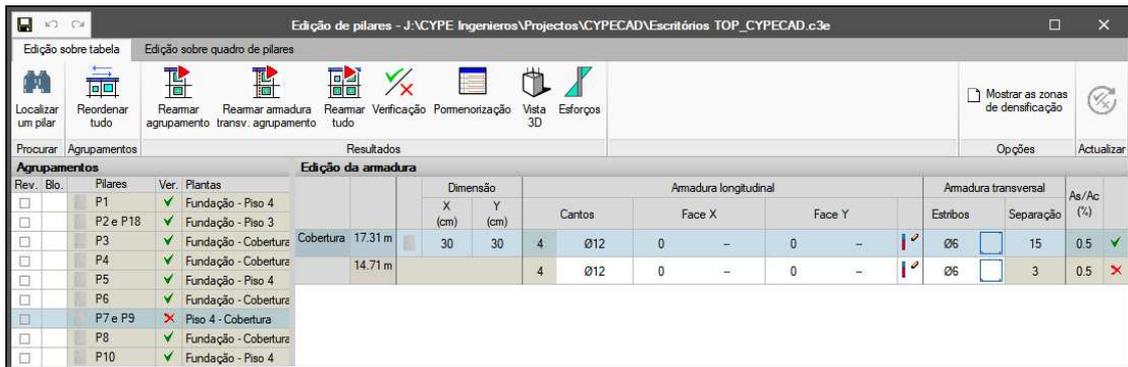


Fig. 2.209

- Prima sobre o símbolo **X** relativamente ao tramo onde surge, como mostra a figura seguinte.

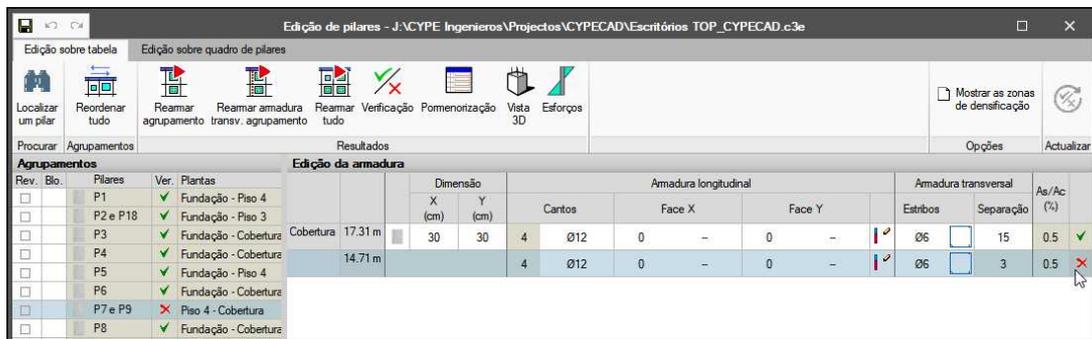


Fig. 2.210

- Na parte inferior da janela é possível consultar rapidamente a informação sobre a causa do erro, bastando posicionar o cursor sobre o símbolo **X**.

Resumo das verificações																			
Pilar	Posição	Verificações							Combinação	Veri.	Esforços desfavoráveis					Referência		Eq.	Com.
		Disp.	Am.	Q (%)	N.M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)			N (kN)	Mxx (kN.m)	Myy (kN.m)	Gx (kN)	Gy (kN)	Mxx (kN.m)	Myy (kN.m)		
P7	Arranque	X	N.A.	3.3	70.0	N.A.	✓	X	PP+RP	Disp.	46.2	-0.9	0.4	1.4	-1.4	-0.7	0.4	✓	✓
P9	Arranque	X	N.A.	5.0	80.1	N.A.	✓	X	PP+RP+0.3Qa-0.3SisX2-SisY2	Q S. N...	23	4.0	11.1	6.2	6.3	4.0	11.1	✓	✓
											6.5	22.4	17.7	10.8	18.2	22.4	17.7		
											96.0	-0.8	27.5	17.5	3.3	-0.8	27.5		

Fig. 2.211

- Por outro lado, se premir em **X**.

Resumo das verificações																			
Pilar	Posição	Verificações							Combinação	Veri.	Esforços desfavoráveis					Referência		Eq.	Com.
		Disp.	Am.	Q (%)	N.M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)			N (kN)	Mxx (kN.m)	Myy (kN.m)	Gx (kN)	Gy (kN)	Mxx (kN.m)	Myy (kN.m)		
P7	Arranque	X	N.A.	3.3	70.0	N.A.	✓	X	PP+RP	Disp.	46.2	-0.9	0.4	1.4	-1.4	-0.7	0.4	✓	✓
P9	Arranque	X	N.A.	5.0	80.1	N.A.	✓	X	PP+RP+0.3Qa-0.3SisX2-SisY2	Q S. N...	106.5	22.4	17.7	10.8	18.2	22.4	17.7	✓	✓
											92.3	4.0	11.1	6.2	6.3	4.0	11.1		
											96.0	-0.8	27.5	17.5	3.3	-0.8	27.5		

Fig. 2.212

Surgem todas as verificações relativas ao dimensionamento do pilar, podendo consultar a verificação que não está a cumprir.

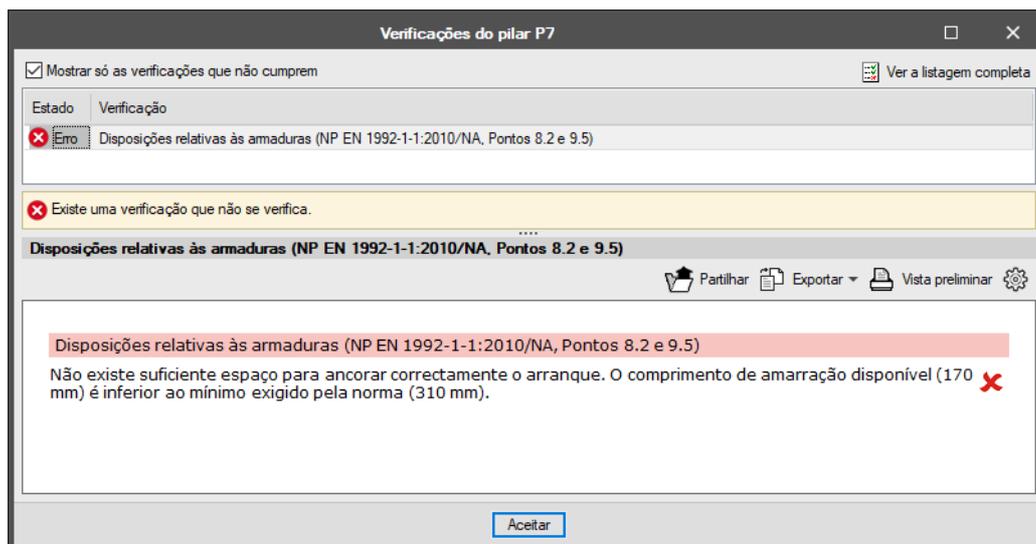


Fig. 2.213

- Feche a janela.

Por outro lado, com este comando o utilizador pode alterar armaduras e secções, bem como rearmar os pilares.

Ao modificar a secção de um pilar nesta janela, os pilares rearmam-se automaticamente com os esforços obtidos no último cálculo. 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.

Se premir no separador “Edição sobre quadro de pilares”, também pode definir novos agrupamentos de pilares, ou dividir, modificar, igualar entre outros comandos de edição.

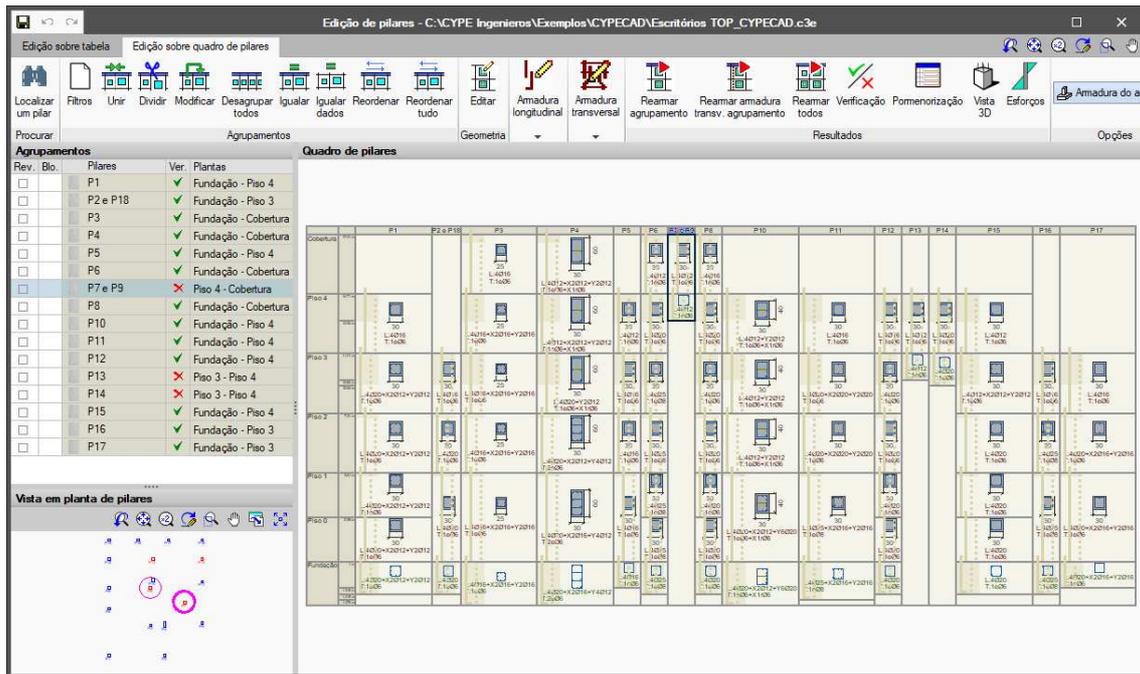


Fig. 2.214

## 2.6.3. Paredes

### 2.6.3.1. Revisão de esforços e deslocamentos

Para analisar os esforços ou deslocamentos de uma parede (no caso do exemplo a parede da caixa do elevador), prima no menu **Envoltentes > Esforços pilares e paredes** e prima sobre um pano de parede.

Surge uma janela com um corte no eixo longitudinal 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.

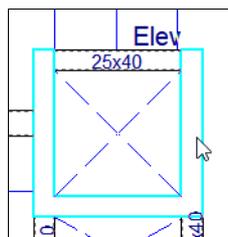


Fig. 2.215

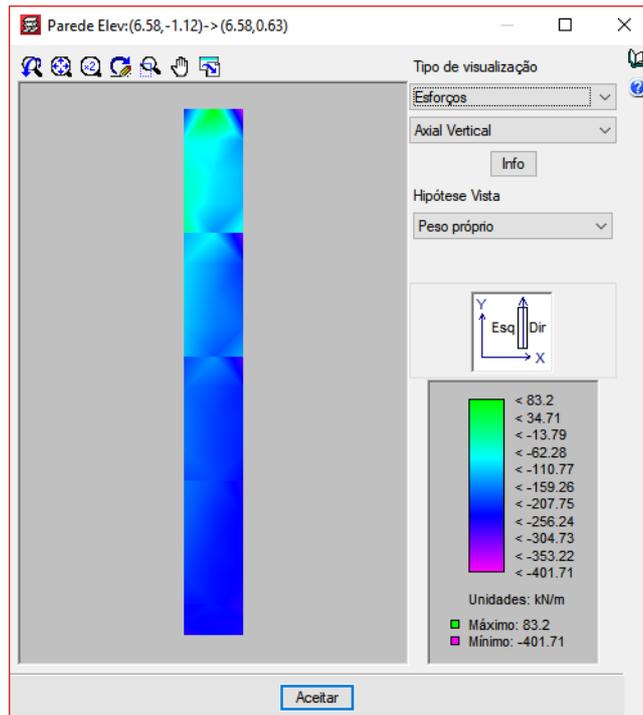


Fig. 2.216

### 2.6.3.2. Revisão de secções e armaduras

Para consultar ou alterar secções ou armaduras, prima no menu **Pilares/Paredes** > **Editar**, prima sobre uma parede.

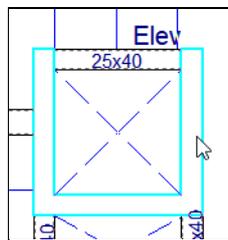


Fig. 2.217

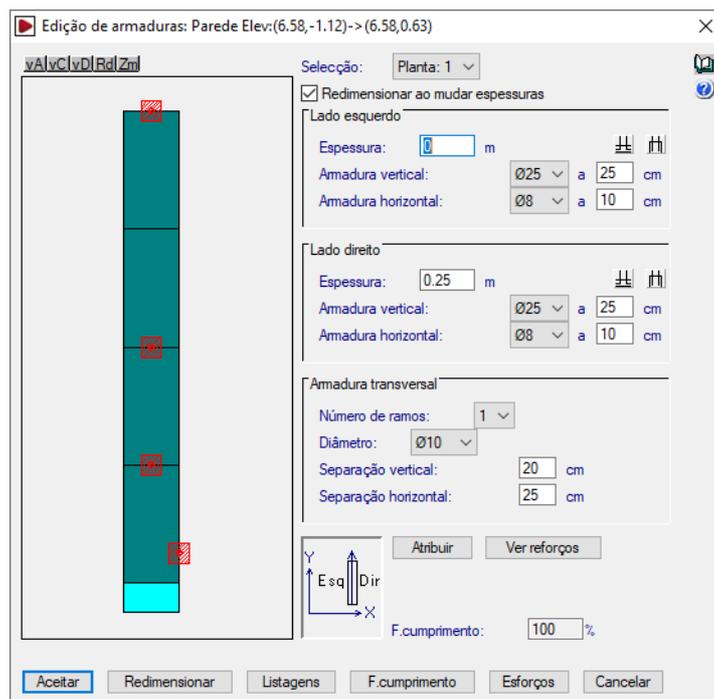


Fig. 2.218

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.

Como nota, no corte da parede pode visualizar alguns pontos a vermelho. São reforços que o programa propõe embora não os desenhe devido a picos de tensões existentes na parede, dessa forma, desconta-se ao fator de cumprimento deixando de ser 100%, passando para um valor inferior, uma vez que considera apenas a armadura que se propõe desenhar.

## 2.6.4. Muros

### 2.6.4.1. Revisão de esforços e deslocamentos

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

Para analisar os esforços ou deslocamentos, terá de se colocar num grupo que tenha muros, por exemplo o grupo **2. Piso 1**.

No separador **Resultados**, prima no menu **Envolventes > Esforços em muros**, e prima por exemplo sobre o muro **M1**.

Surge uma janela com um corte no eixo longitudinal do muro, onde poderá visualizar a discretização efetuada pelo programa no muro, 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.

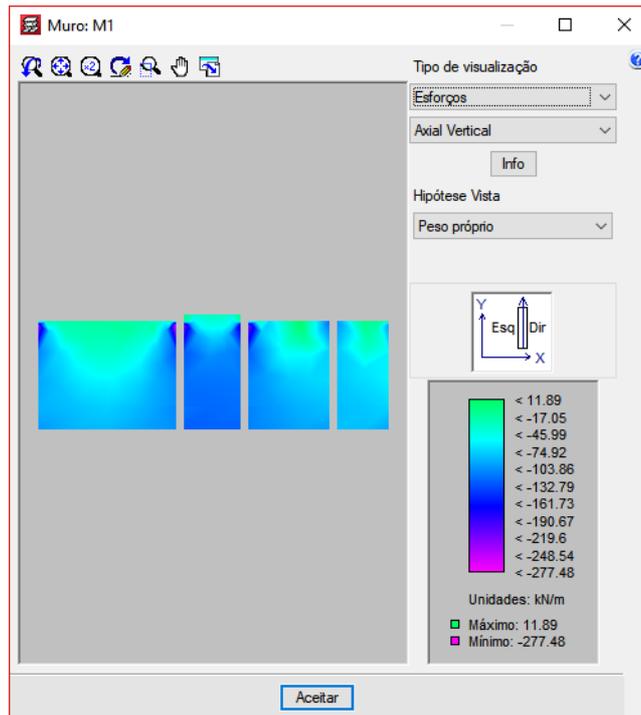


Fig. 2.219

#### 2.6.4.2. Revisão de secções e armaduras

Para consultar ou alterar secções ou armaduras, prima no menu **Vigas/Muros > Editar muros**, prima sobre o muro **M1** por exemplo.

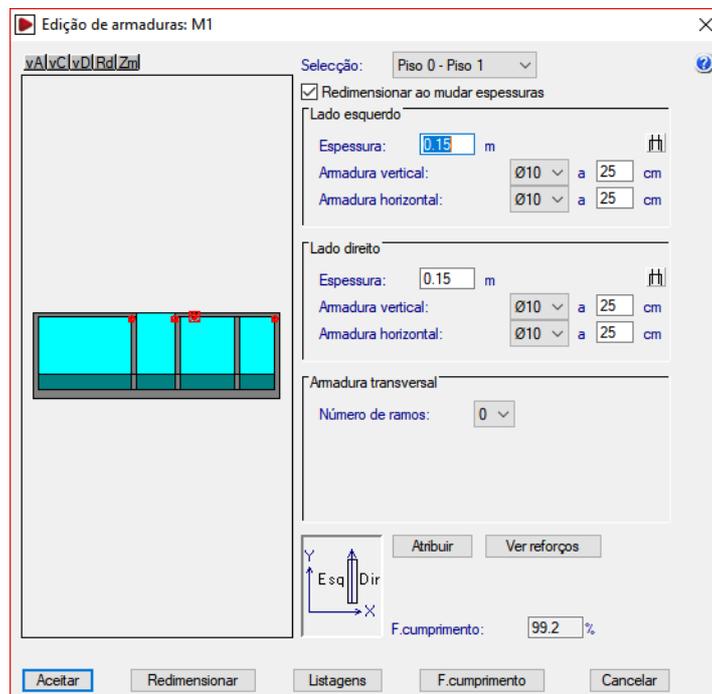


Fig. 2.220

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.

No caso de um muro, cuja altura abrange diversas plantas, pode uniformizar as armaduras numa determinada planta, para posteriormente com o comando **Atribuir**, indicar as mesmas nas plantas que desejar. O programa automaticamente analisará o fator de cumprimento para essas plantas.

Como nota, no corte do muro pode visualizar alguns pontos a vermelho. São reforços que o programa propõe embora não os desenhe devido a picos de tensões existentes no muro, dessa forma, desconta-se ao fator de cumprimento deixando de ser 100%, passando para um valor inferior, uma vez que considera apenas a armadura que se propõe desenhar.

### 2.6.5. Lajes de vigotas

Neste caso particular, a laje é previamente calculada através de um programa de cálculo do fabricante. Todavia o utilizador poderá consultar os esforços e armaduras nas vigotas, através do menu **Vigotas** localizado no separador **Resultados**.

### 2.6.6. Lajes maciças e fungiformes aligeiradas

No caso de se encontrarem visíveis as armaduras das lajes maciças ou fungiformes aligeiradas, já que não interessa neste momento visualizá-las, para as desativar efetue os seguintes passos:

- Posicione-se por exemplo no grupo **4: Piso 3**.
- Prima em **L.maciças/Fungif.> Vistas**.
- Surge a janela **Vistas**, desative a opção em **Armadura de reforço** e **Armadura por tensões tangenciais**.

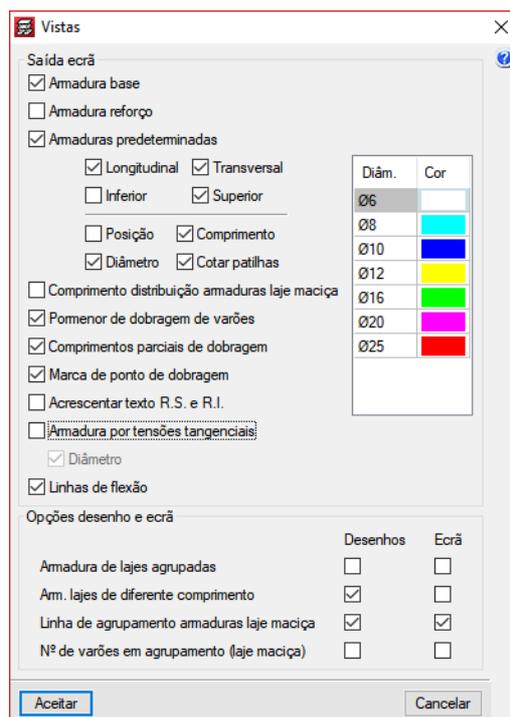


Fig. 2.221

- Prima **Aceitar**.

#### 2.6.6.1. Revisão de deslocamentos e esforços

É possível consultar os deslocamentos através do menu **Envoltentes> Deslocamentos em nós de l.maciças/fungiformes aligeiradas** e prima sobre um ponto qualquer da laje.

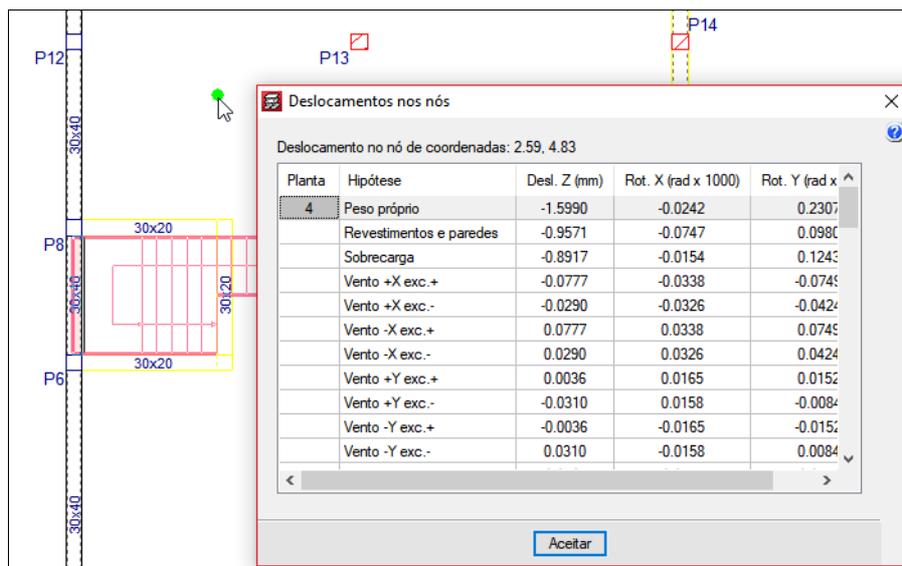


Fig. 2.222

Por outro lado, se pretender conhecer de imediato o nó com o valor mais desfavorável de deslocamento, prima no menu **Envolventes > Deslocamentos máximos em nós de L.maciças/fungiformes aligeiradas** e prima sobre a laje. De imediato, o programa indica a posição do nó mais desfavorável e os respetivos valores de deslocamento por ação simples.

Para visualizar o valor da **flecha a longo prazo**, pode através de uma forma prática obtê-lo. Prima em **Envolventes > Flecha entre dois pontos**, ou no separador **Isovalores** prima em **L.maciças/Fungif. > Flecha entre dois pontos**.

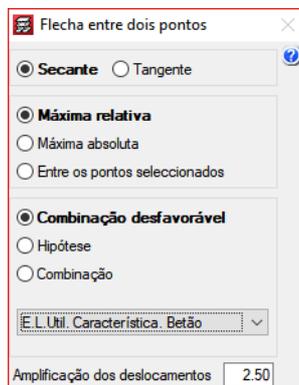


Fig. 2.223

Prima em dois pontos da laje, o programa informa sobre o valor da flecha para a **combinação mais desfavorável**, desde que essa opção esteja ativa.

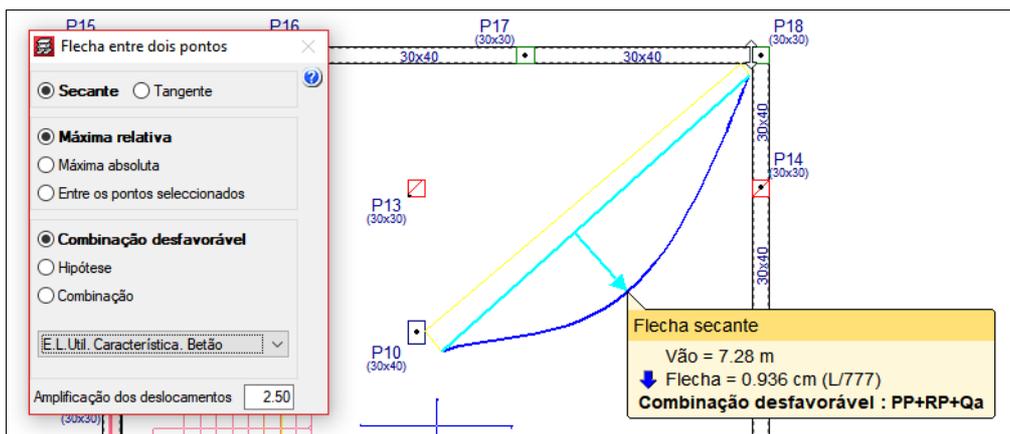


Fig. 2.224

Relativamente à análise dos esforços, no separador **Resultados** prima no menu **Envolventes > Esforços em nós de I.maciças/fungiformes aligeiradas** e prima sobre um ponto qualquer da laje. Visualiza os esforços naquele nó.

Planta	Hipótese	E.Tr. X (kN/m)	E.Tr. Y (kN/m)	Mom. X (kN-m/m)	Mom. Y (kN-m/m)	Mom. XY (kN-r)
4	Peso próprio	4.5841	-19.2101	-5.2108	7.0937	4.0381
	Revestimentos e paredes	3.1832	-10.5138	-4.3820	4.3545	1.8611
	Sobrecarga	2.8284	-10.4040	-3.2743	4.0985	2.1644
	Vento +X exc.+	-1.8293	-0.2184	-1.7668	1.1062	-0.4585
	Vento +X exc.-	-1.0789	-0.1195	-1.1283	0.7920	-0.4894
	Vento -X exc.+	1.8293	0.2184	1.7668	-1.1062	0.4585
	Vento -X exc.-	1.0789	0.1195	1.1283	-0.7920	0.4894
	Vento +Y exc.+	-0.1081	1.0942	0.1510	-0.0190	-0.2706
	Vento +Y exc.-	-0.6567	1.0358	-0.3120	0.2092	-0.2471
	Vento -Y exc.+	0.1081	-1.0942	-0.1510	0.0190	0.2706
	Vento -Y exc.-	0.6567	-1.0358	0.3120	-0.2092	0.2471

Direcção	Quantidade inferior (cm²/m)	Quantidade superior (cm²/m)
X	0.0000	-4.7845
Y	5.6276	-0.0000

Fig. 2.225

Todavia, no separador **Isovalores**, pode visualizar os deslocamentos, flechas e esforços de uma forma geral, através de um diagrama colorido e com linhas isovalores.

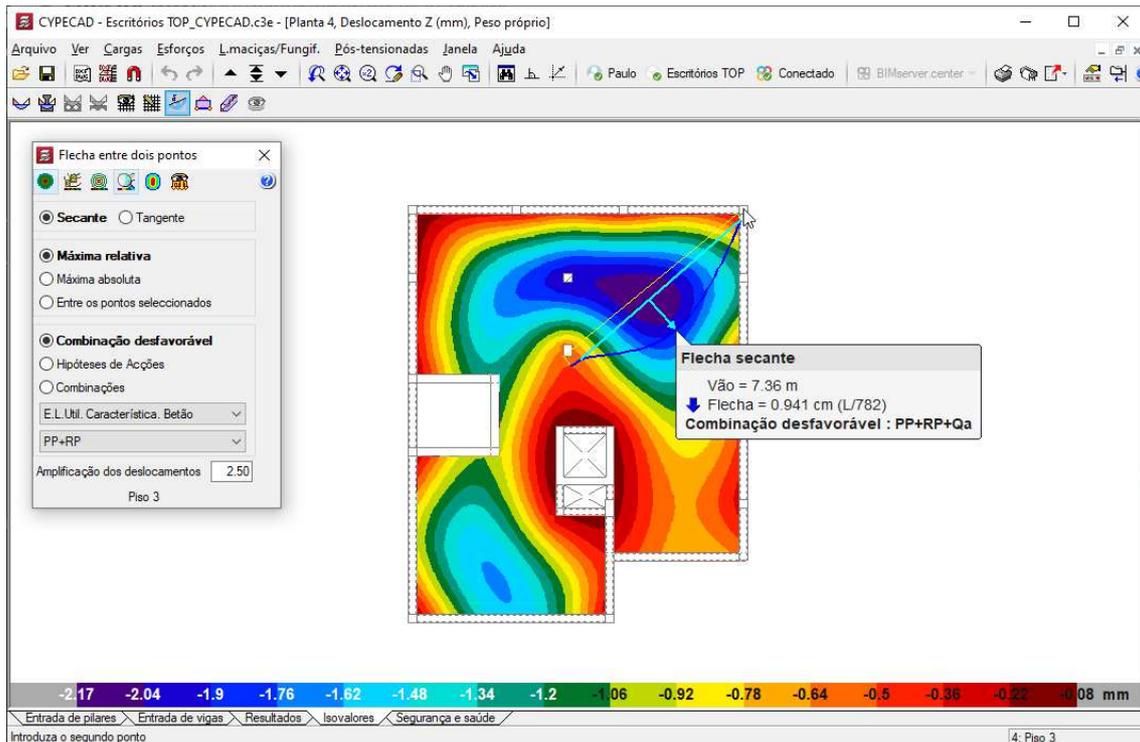


Fig. 2.226

Por último, no separador **Resultados**, menu **Envoltentes > Deformada**, pode visualizar a deformada da estrutura, em função de uma determinada ação ou combinação.

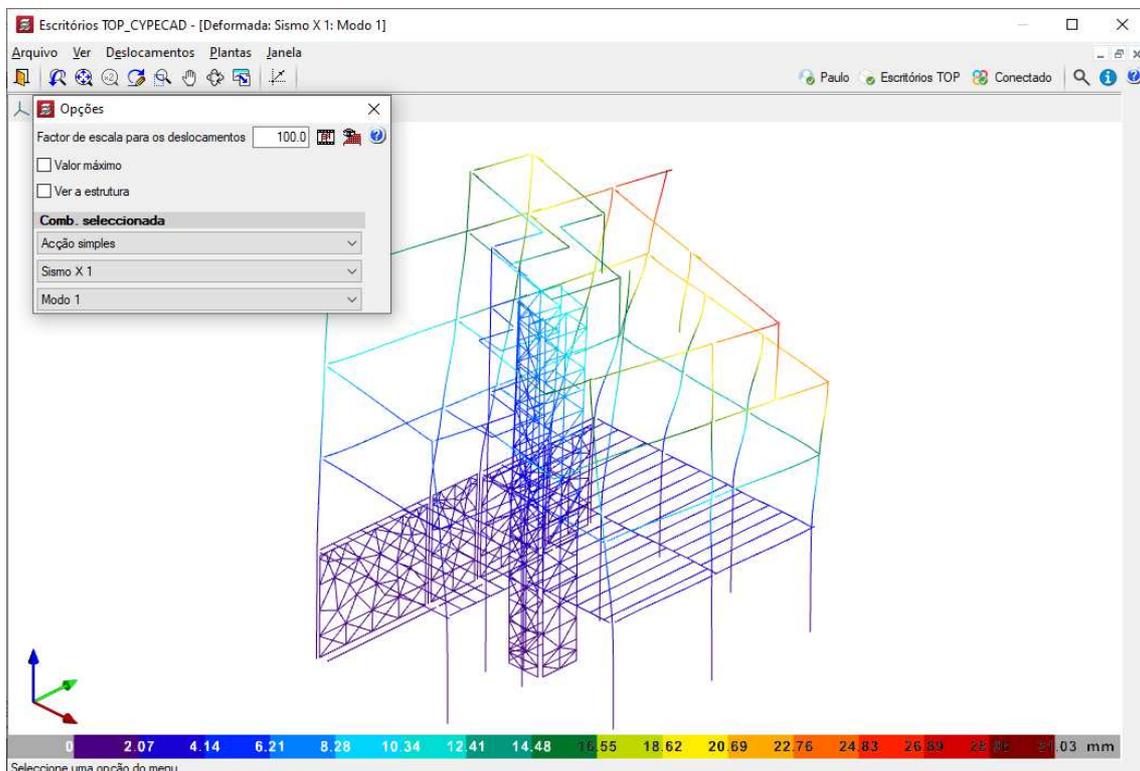


Fig. 2.227

### 2.6.6.2. Revisão de armaduras

Para ver as armaduras das lajes, no separador **Resultados** 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, alterar a cor do varão entre outras.

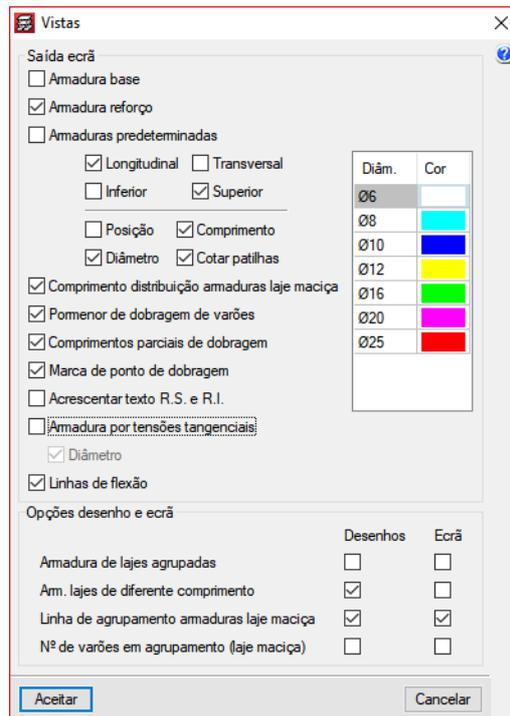


Fig. 2.228

- Coloque-se no grupo **4. Piso 3**.

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.

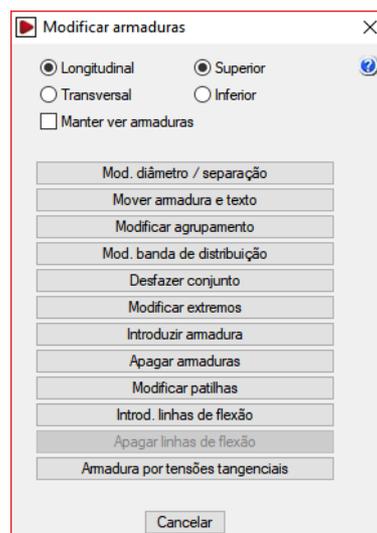


Fig. 2.229

- Prima no comando **Mod. banda de distribuição**.
- Seguidamente surge uma janela, mantenha o visto em **Eliminar armaduras sobrepostas**, prima novamente **Aceitar**.

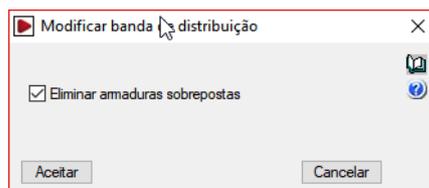


Fig. 2.230

- 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 (eliminar).

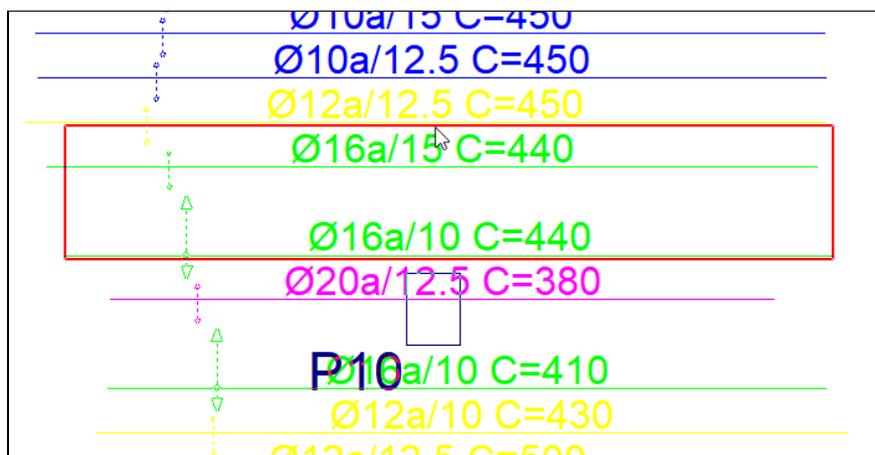


Fig. 2.231

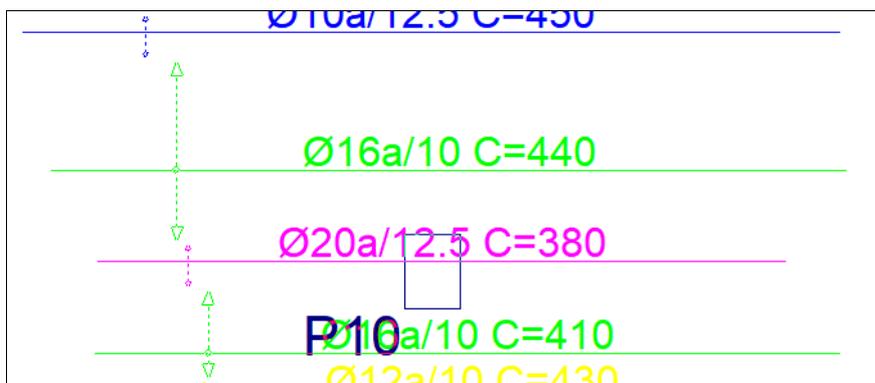


Fig. 2.232

No menu Modificar armaduras, pode utilizar o comando modificar agrupamento que permite editar o diâmetro, afastamento das armaduras e respetivo comprimento.

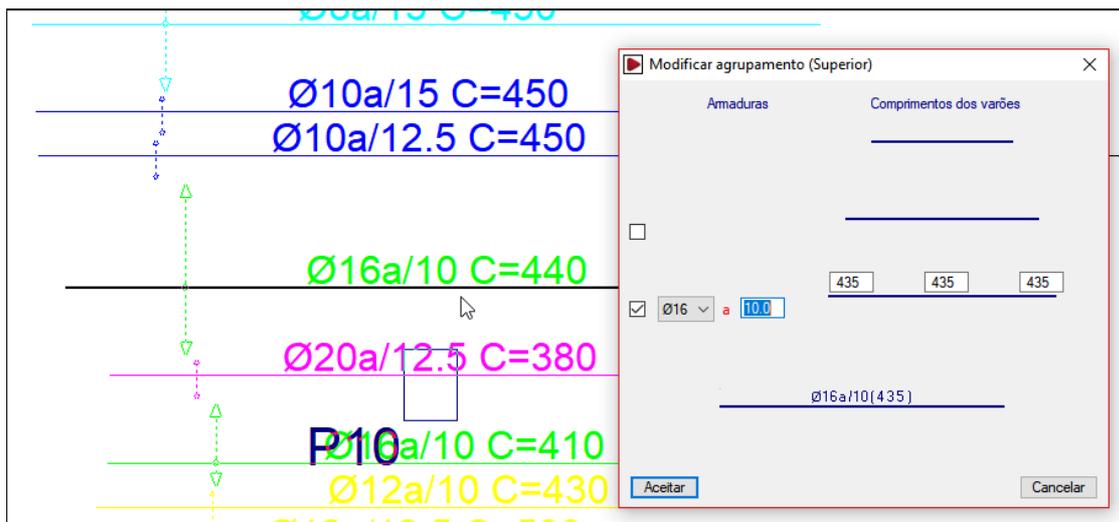


Fig. 2.233

Outro comando que também pode ser útil, é o modificar extremos, no qual o utilizador premindo sobre um dos extremos da armadura permite prolongar a mesma.

Mais uma vez salienta-se que a utilização destes comandos pertencentes ao menu Modificar armaduras, é da responsabilidade do utilizador, uma vez que o programa não efetua qualquer tipo de verificação.

Outra forma de uniformizar armaduras, está diretamente relacionada com a utilização do comando **Armadura base**. Este comando encontra-se no menu **L.maciças/Fungi.> Armadura base** ou no separador **Entrada de vigas** no menu **Lajes> Armadura base**.

O utilizador pode especificar uma determinada armadura base numa laje ou nas que pretender, 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. Piso 3** visualiza-se a seguinte armadura inferior.



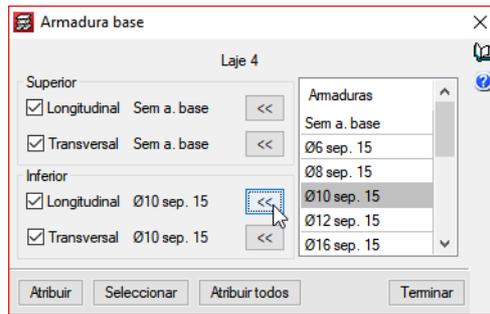


Fig. 2.236

- 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 alguma armadura de reforço, faça o seguinte:

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

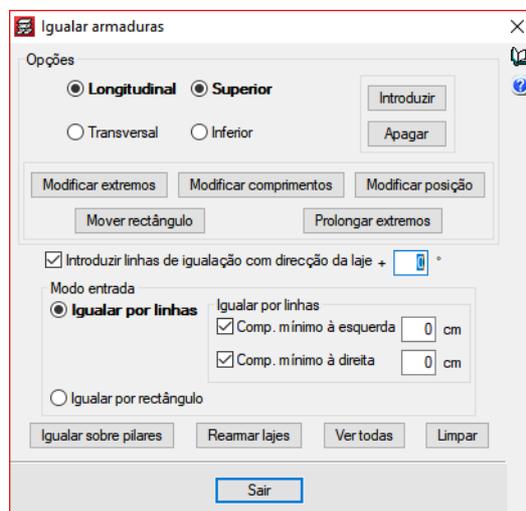


Fig. 2.237

- Surge a janela Erros de cálculo, **encerre** a respetiva janela.
- Aparece a janela Igualar armaduras, prima em **Sair**.

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

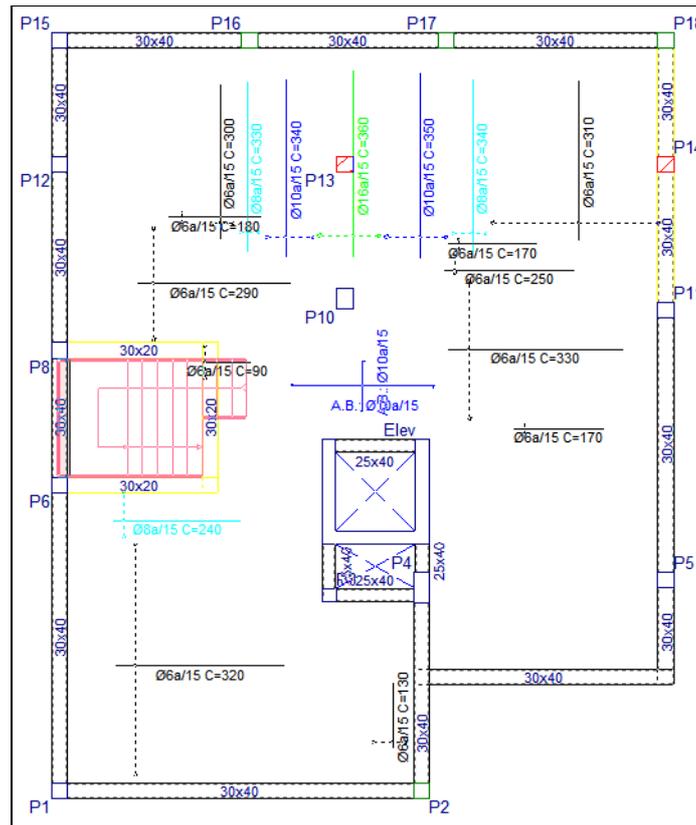


Fig. 2.238

No caso de querer voltar a ter as mesmas armaduras de reforço iniciais, basta no comando 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** situado no menu **L.maciças/Fungif.**. Com esta linha introduzida, o programa vai identificar quais as armaduras que intersecta e seguidamente uniformiza tudo pela armadura mais desfavorável.

Por exemplo, no grupo 4: **Piso 3** ao visualizar a armadura transversal inferior, têm-se as seguintes armaduras.

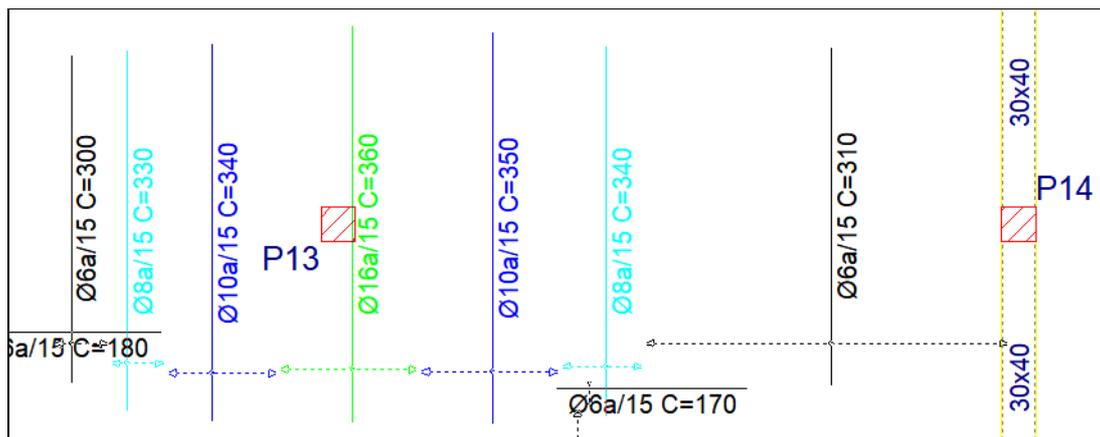


Fig. 2.239

- Prima no menu **L.maciças/Fungif.> Igualar armaduras.**
- Coloque as opções: **Transversal** e **Inferior.**
- Prima de seguida em **Introduzir.**

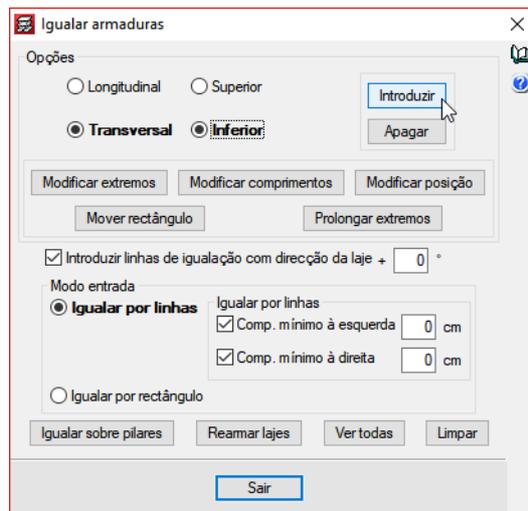


Fig. 2.240

- Prima num ponto, arraste até à outra extremidade como mostra a figura seguinte e prima outra vez com o .

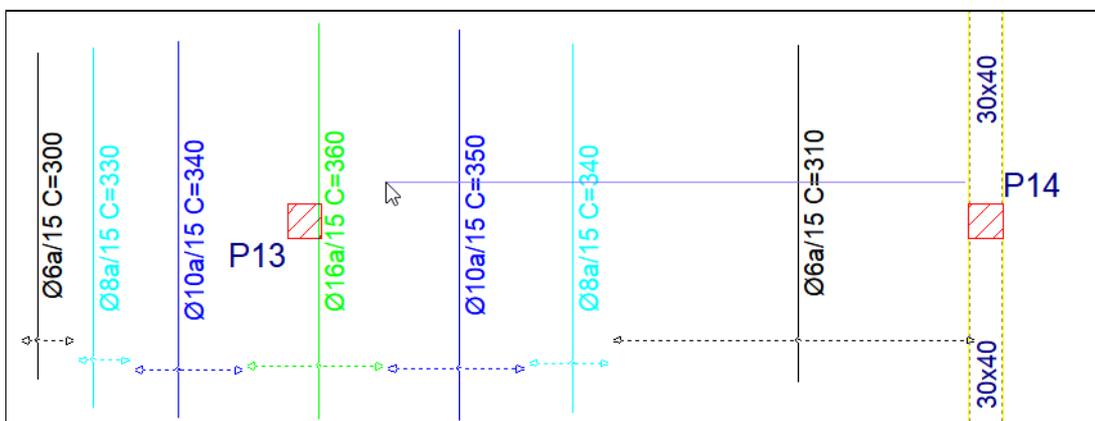


Fig. 2.241

- Prima com o  para terminar a introdução.
- Surge a janela **Igualar armaduras**, prima em **Rearmar lajes**.
- Surge a janela Erros de cálculo, **encerre** a respetiva janela.
- Aparece a janela Igualar armaduras, prima em **Sair**.

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

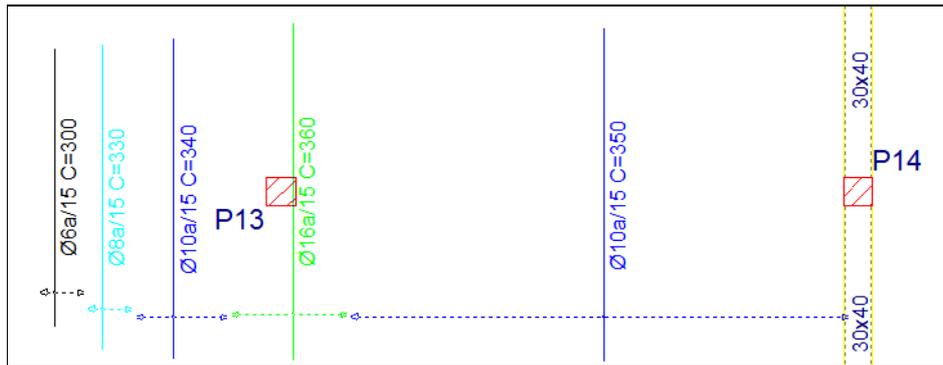


Fig. 2.242

Para voltar a ter as mesmas armaduras, utilize o comando **Apagar** da janela **Igualar armaduras**, prima sobre a linha para a apagar, e posteriormente rearme novamente as lajes.

### 2.6.6.3. Punçamento

O programa CYPECAD permite realizar a verificação do estado limite de resistência ao punçamento em lajes maciças, fungiformes aligeiradas e de fundação, mediante dois métodos: Verificação de tensões tangenciais pontuais e Verificação segundo critérios normativos (Eurocódigo 2).

#### Verificação de tensões tangenciais

Realiza-se uma verificação das tensões tangenciais em superfícies concêntricas ao perímetro do suporte situadas a partir de uma distância de meia altura útil e em superfícies sucessivas cada 0.75 vezes a altura útil nas lajes maciças e maciços das lajes fungiformes aligeiradas. O valor das tensões tangenciais nos pontos de corte da malha com o perímetro de punçamento obtém-se a partir dos esforços transversos nos nós próximos mediante interpolação linear. Essa tensão compara-se com a tensão tangencial máxima resistente de punçamento (sem ter em conta a armadura transversal), calculada segundo a norma de betão selecionada. O programa dimensiona a armadura de punçamento ou esforço transversal nos casos em que seja necessário, indicando em planta (quer no ecrã como nos desenhos) a posição de cada varão vertical de reforço. Nas zonas aligeiradas das lajes fungiformes aligeiradas continua a realizar a verificação nas nervuras tendo em conta como largura de secção a largura mínima da nervura (que pode ser variável nas lajes fungiformes aligeiradas de caixotão recuperável).

Esta exposição, baseada em verificações de tensões tangenciais pontuais nos perímetros antes citados, difere da verificação de resistência ao punçamento proporcionada pelas diferentes normas de betão.

Em geral, as normas permitem utilizar, como método alternativo, procedimentos que realizem uma avaliação mais precisa das tensões tangenciais em superfícies concêntricas ao perímetro do suporte, que é o caso do método da verificação de tensões tangenciais do CYPECAD.

Na janela **Erros de cálculo**, que surge após o cálculo da obra, ou então através do separador **Entrada de vigas** no menu **Calcular > Relatório final de cálculo**, visualizam-se várias indicações de “Secções com reforço por punçamento ou transversal”, ou seja o programa indica que colocou armadura de reforço ao punçamento ou ao esforço transversal nos grupos referenciados.

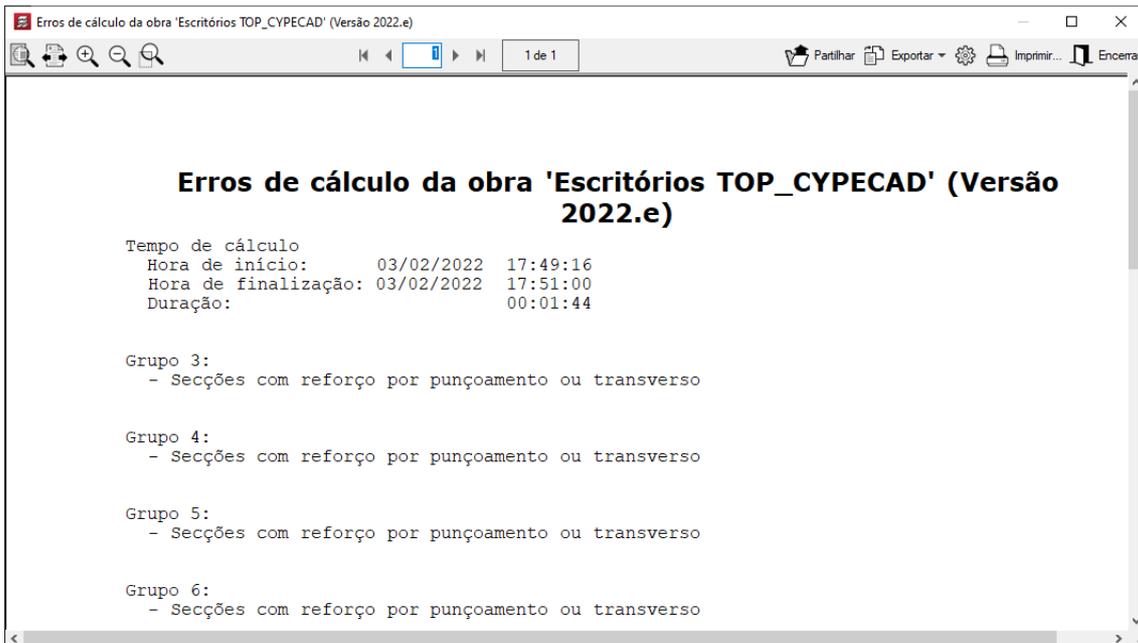


Fig. 2.243

- Posicione-se no grupo 4: **Piso 3**.
- Através do separador **Resultados**, no menu **L.maciças/Fungif > Vistas**, desative a **Armadura base e reforço**, e ative a **Armadura por tensões tangenciais**, inclusive o **Diâmetro**.

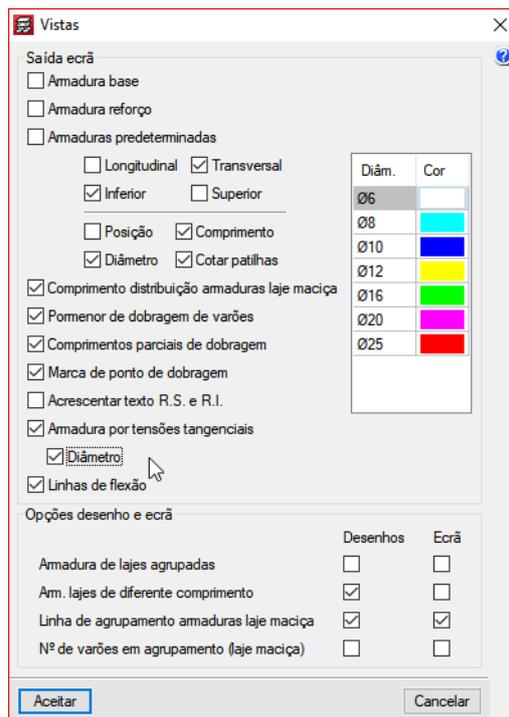


Fig. 2.244

Visualizam-se em planta uns círculos em torno de diversos pilares, cada círculo representa um varão na vertical.

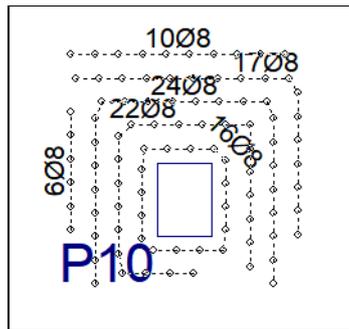


Fig. 2.245

O comando **Modificar armaduras** do menu **L.maciças/Fungif.**, possui uma ferramenta **Armadura por tensões tangenciais** que permite efetuar modificações a este tipo de armadura.

Por outro lado, caso a mensagem no relatório final dos erros de cálculo fosse “Secções insuficientes por punçoamento ou transverso”, significa que o programa em determinada zona do grupo referenciado, não conseguiu verificar ao punçoamento ou esforço transverso mesmo com armadura, ficando a cargo do utilizador alterar a solução estrutural ou materiais de forma a resolver posteriormente o erro. O programa assinala a secção insuficiente em planta, através de uma linha vermelha com a palavra “Insuf.”.

#### Verificação segundo critérios normativos (Eurocódigo 2)

Permite verificar ao punçoamento os elementos de suporte (pilar, parede, etc...) em lajes maciças, fungiformes aligeiradas e fundação, segundo critérios normativos. O utilizador pode definir uma armadura de reforço ao punçoamento (armadura inclinada a 45° ou tipo estribo) para que o programa efetue a verificação segundo critérios normativos.

- Posicione-se no grupo **4: Piso 3**.
- No separador **Resultados**, prima em **L.maciças/Fungif.> Vistas**.
- Desative a opção **Armadura por tensões tangenciais**.
- No separador **Resultados**, prima em **L.maciças/Fungif.> Punçoamento**.

Visualiza-se que existem pilares com perímetro crítico de cor azul e vermelho, ou seja a cor azul significa que se cumprem todas as verificações e a cor vermelho significa que existe um incumprimento de alguma verificação.

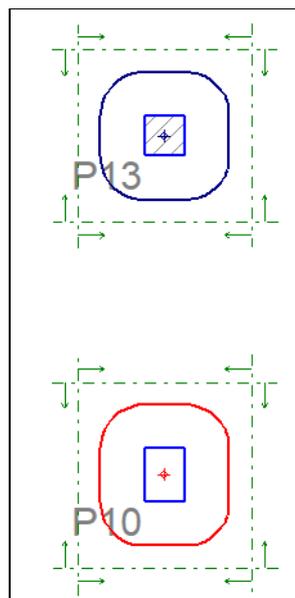


Fig. 2.246

- Na barra de ferramentas flutuante **Punçoamento**, prima em **Verificações**.

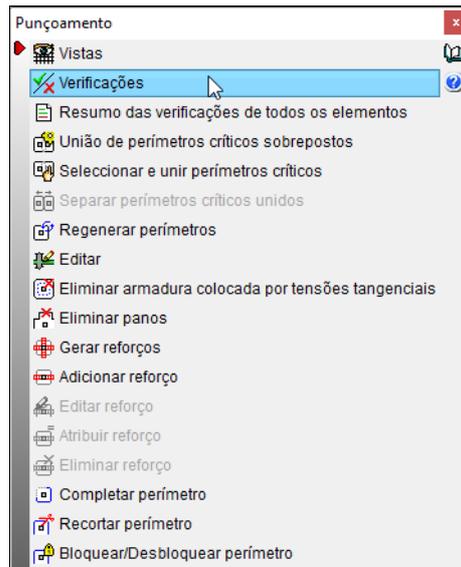


Fig. 2.247

- Posicionando o cursor sobre os pilares que possuem o perímetro crítico visível, visualiza-se de imediato um resumo das verificações. Ao premir surgem as verificações detalhadamente.

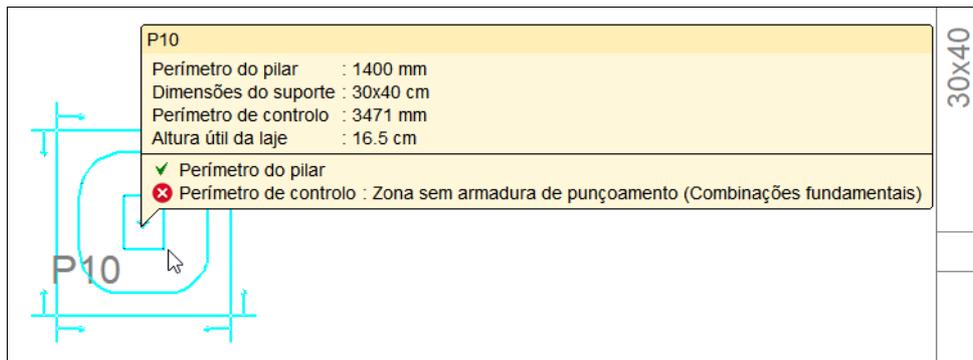


Fig. 2.248

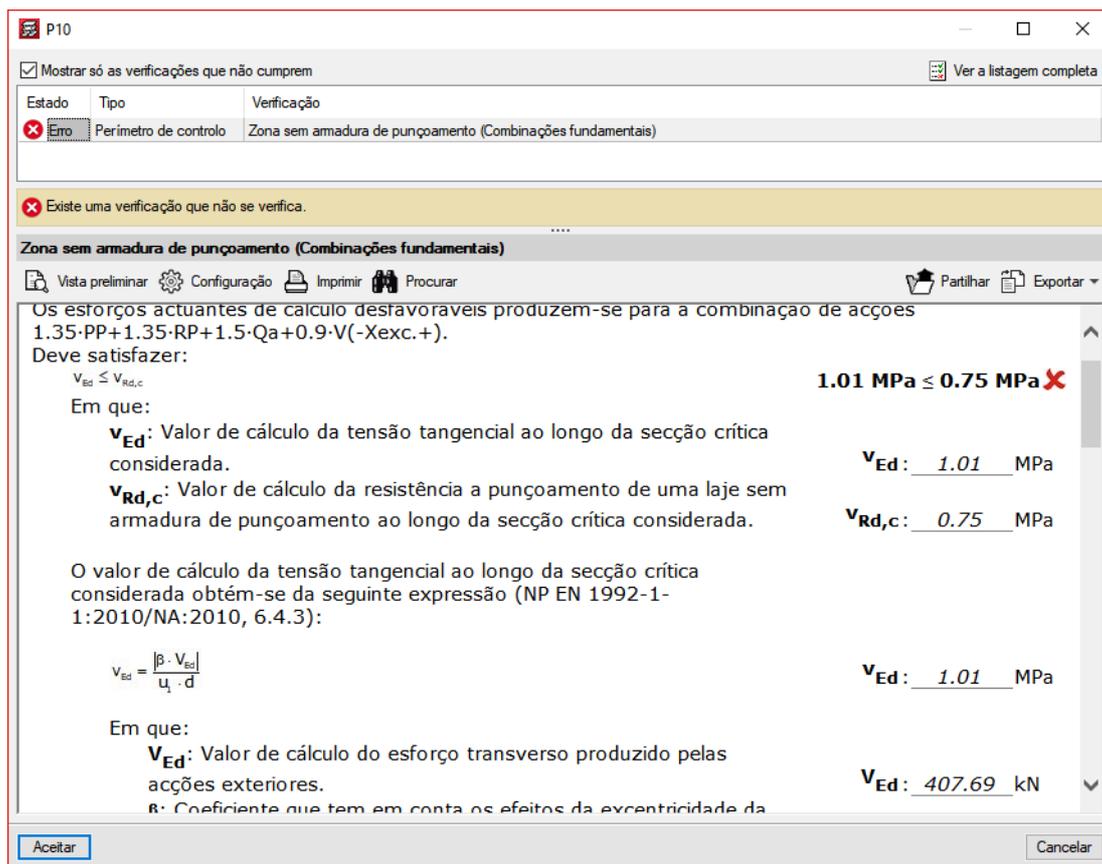


Fig. 2.249

O pilar P10 não cumpre uma determinada verificação.

Pretende-se introduzir uma determinada armadura de punçoamento para que se cumpra com todas as verificações.

- Na barra de ferramentas flutuante Punçoamento, prima em **Gerar reforços**.
- Selecione a opção **Armaduras em estribo**.
- Prima em **Novo**.
- Coloque na referência **Tipo 1**, largura da viga **40 cm** e as armaduras e separação de acordo com a figura seguinte.

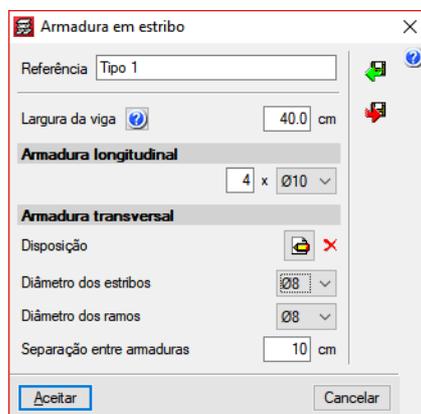


Fig. 2.250

- Prima em **Disposição** para definir a disposição da armadura transversal.

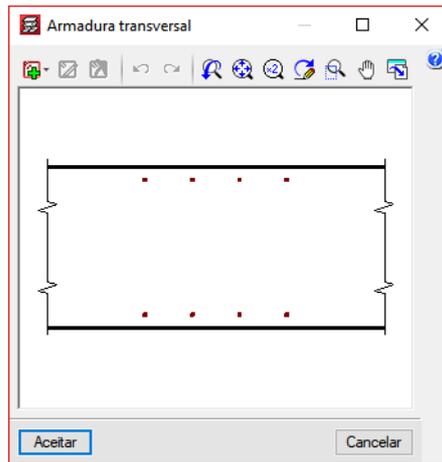


Fig. 2.251

- Prima em  **Novo**.

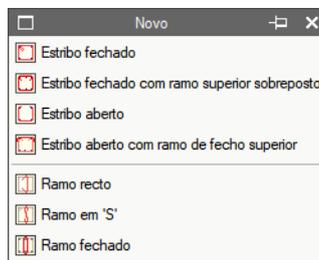


Fig. 2.252

- Prima em  **Estribo fechado**.
- Prima nos seguintes varões para introduzir os estribos, de acordo com as figuras seguintes.

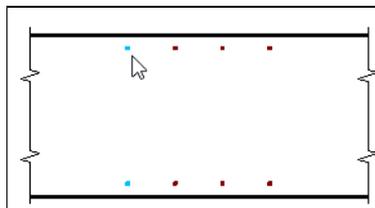


Fig. 2.253

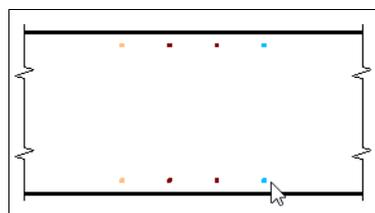


Fig. 2.254

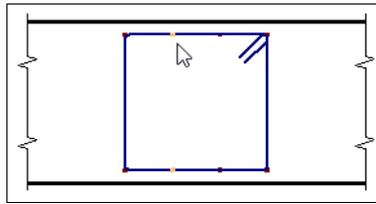


Fig. 2.255

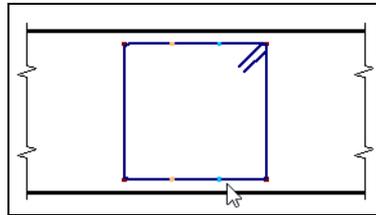


Fig. 2.256

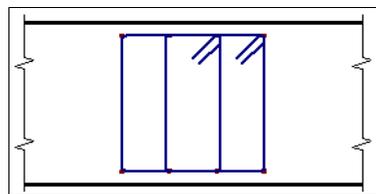


Fig. 2.257

- Prima **Aceitar** para terminar.

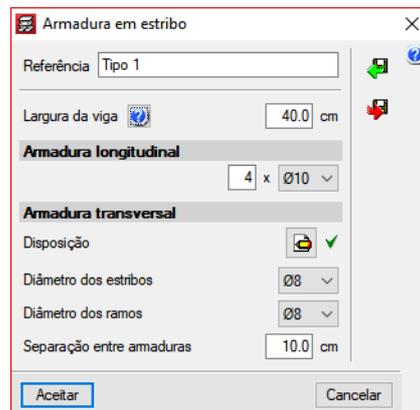


Fig. 2.258

- Prima **Aceitar**.
- Coloque no comprimento o valor **80 cm**.

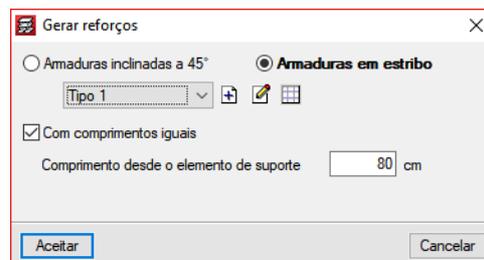
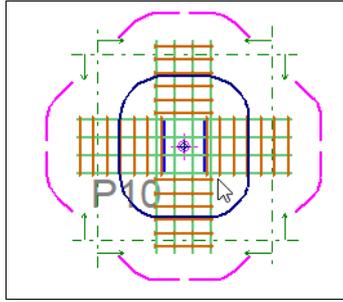
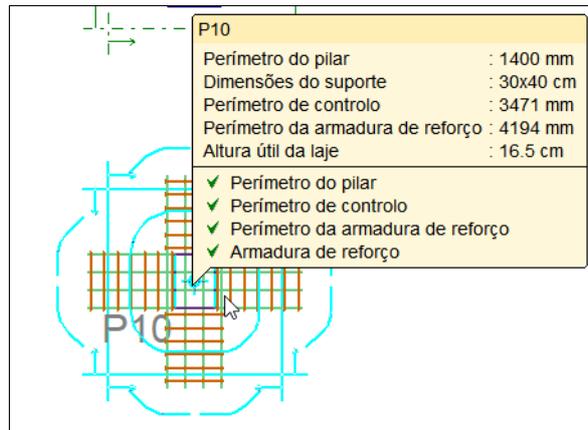


Fig. 2.259

- Prima **Aceitar**.
- Posicione o cursor sobre o pilar **P10** e prima.



- Na barra de ferramentas flutuante Punçoamento, prima em **Verificações**.
- Posicione o cursor sobre o pilar **P10**, visualizando de imediato que está a cumprir.



### 2.6.7. Escadas

- Prima em **Obra > Escadas** ou no ícone **Escadas** da barra de ferramentas.
- Prima em **Esforços e deslocamentos**, com este comando é possível visualizar e consultar os esforços, deslocamentos e deformada por ação. Prima sobre uma escada.

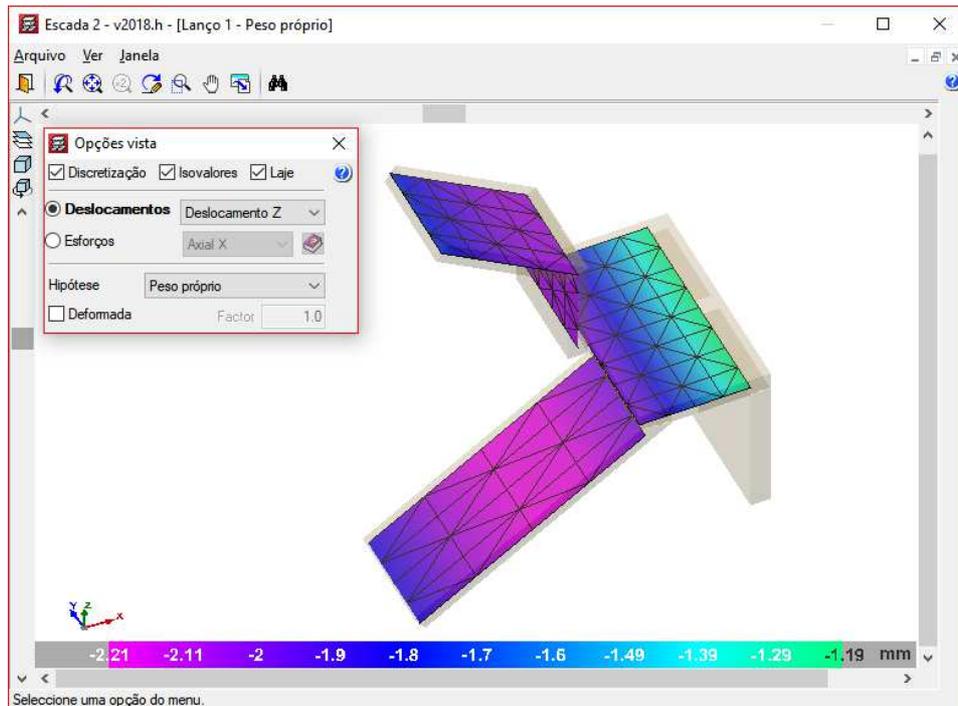


Fig. 2.262

- Feche a janela.
- Prima em  **Ver a pormenorização**, de forma a visualizar o desenho da escada com a respetiva armadura. Prima sobre uma escada.

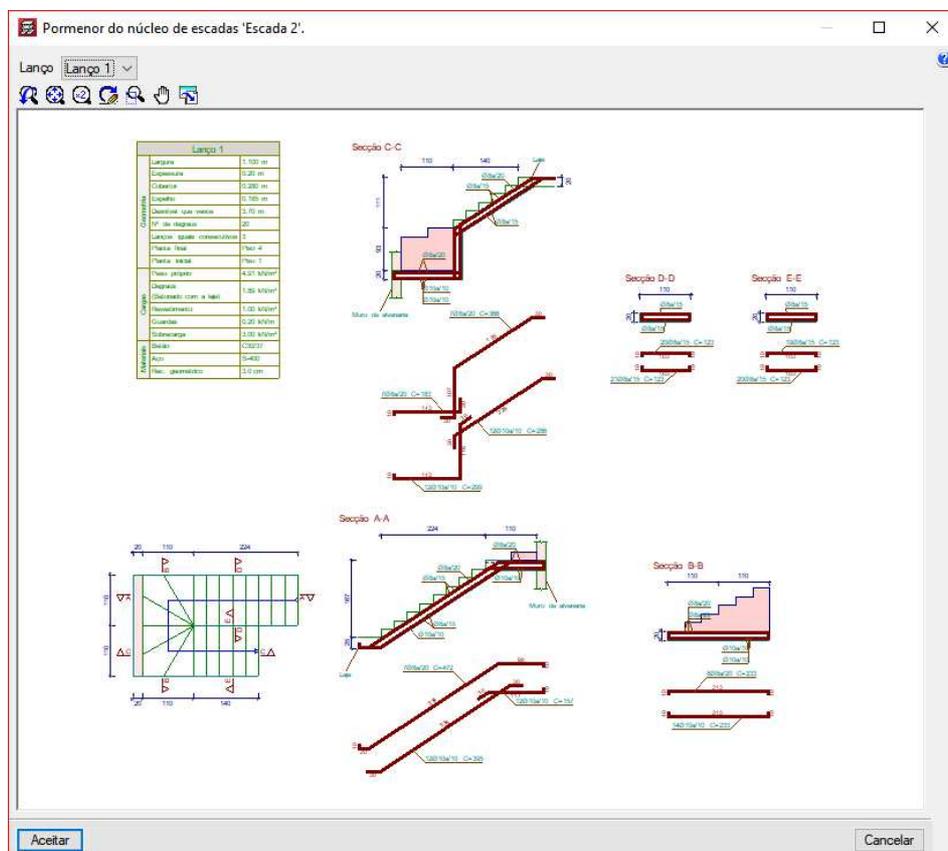


Fig. 2.263

## 2.6.8. Fundação

### 2.6.8.1. Dimensionamento

Após se ter efetuado todas as correções e cálculos necessários, chega-se à fase de se efetuar o cálculo da fundação.

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

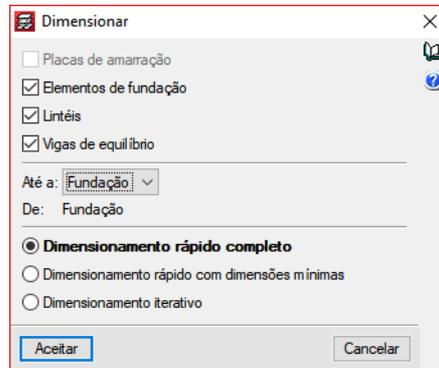


Fig. 2.264

- Prima **Aceitar**.

Após o cálculo, a planta de fundação apresenta alguns elementos a vermelho.

- Através do comando **Fundação > Erros de verificação**, é possível consultar a listagem dos erros de verificação.

Visualizará no ecrã em cor preta os elementos de fundação que não apresentam nenhum problema de dimensionamento e em cor vermelha os que apresentam. 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.

Embora não aconteça neste exemplo, no caso de se produzir sobreposições entre sapatas, através do comando **Fundação > Eliminar sobreposições**, o programa gera automaticamente sapatas combinadas eliminando as sobreposições.

Relativamente a este exemplo, o problema das sapatas pode ficar resolvido, efetuando novamente o cálculo para o programa ter em conta a nova matriz de rigidez da fundação.

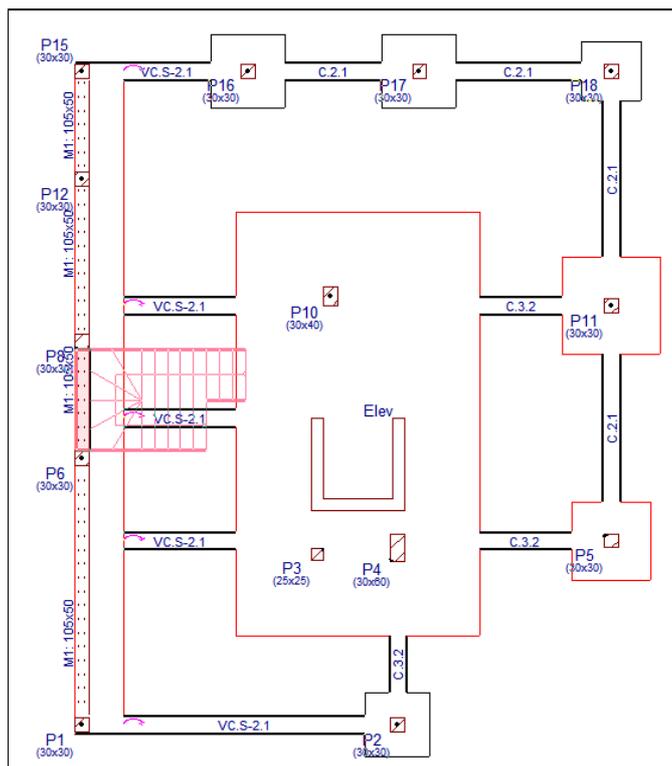


Fig. 2.265

- Prima em **Fundação > Dimensionar e Aceitar**, para efetuar novamente o dimensionamento.

O aspeto final será o da figura seguinte.

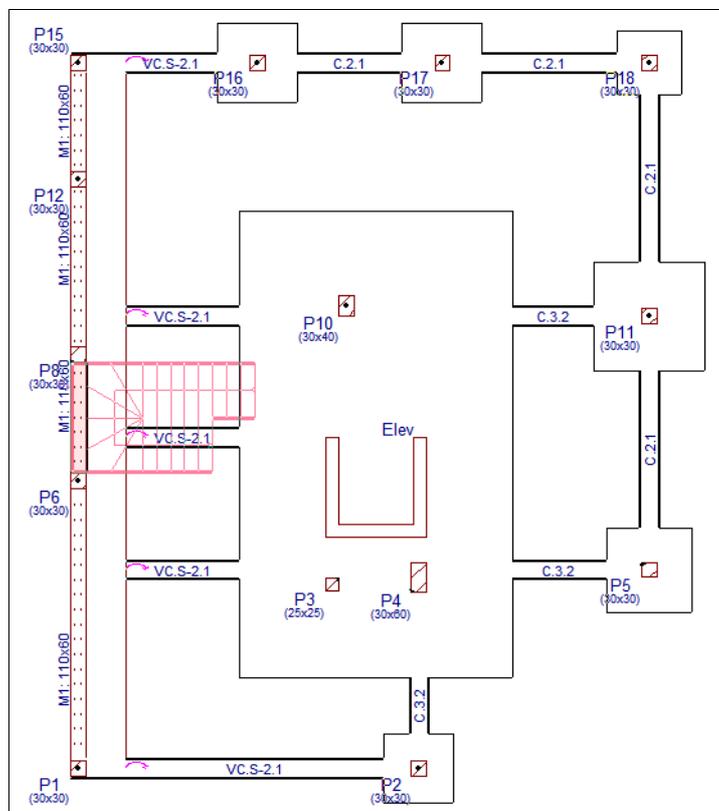


Fig. 2.266

### 2.6.8.2. Modificações de secções e armaduras

No caso de pretender alterar as dimensões de uma sapata, pode fazê-lo da seguinte forma:

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

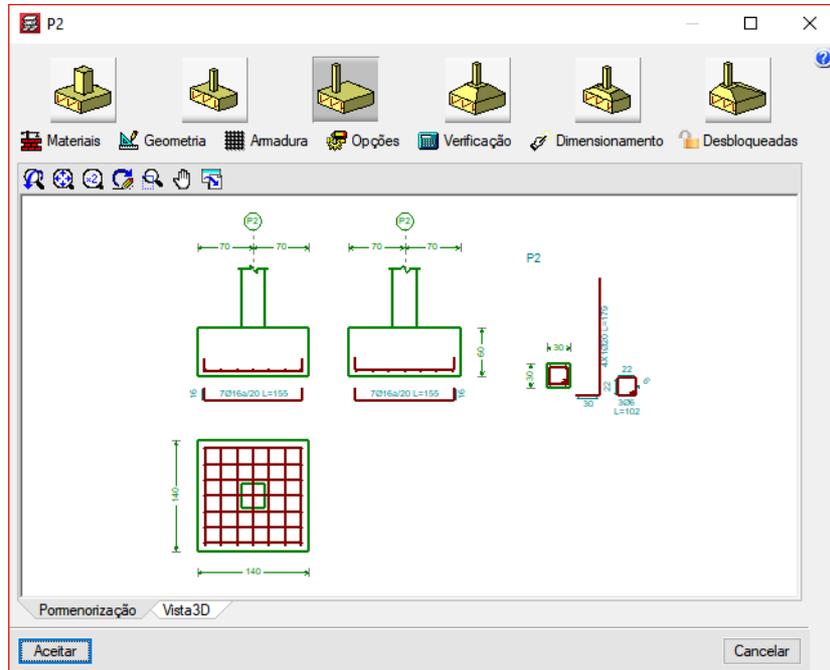


Fig. 2.267

- Prima em **Geometria**. Aparecem as dimensões da sapata podendo alterá-las.

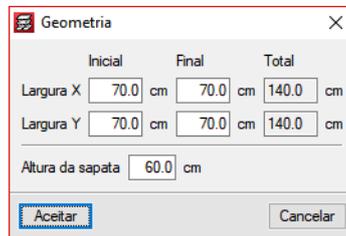


Fig. 2.268

- A seguir, para recalcular a armadura prima em **Dimensionamento > Rearmar**.

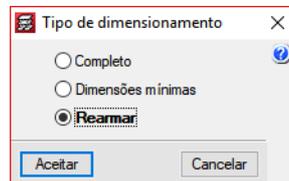


Fig. 2.269

Após o rearmar da sapata, o programa avisa sobre o cumprimento ou não das verificações.

No caso do utilizador pretender 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 de dimensões, é possível uniformizá-las, para isso prima no menu **Fundação > Elementos de fundação** e no comando **Igualar**.

Prima sobre uma sapata da qual deseja copiar as dimensões e armadura, seguidamente prima nas sapatas para as quais deseja atribuir tais propriedades. No final o programa colocará 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 da tabela de vigas de equilíbrio e de lintéis. De qualquer forma, o utilizador poderá sempre editar tais vigas, seleccionando outro tipo de viga predefinida na tabela.

- Selecione **Fundação > Vigas de equilíbrio e lintéis**, e no menu flutuante prima em  **Editar viga com cálculo**.
- Prima sobre uma viga qualquer, surge de imediato a janela **Edição viga de equilíbrio/lintel**.

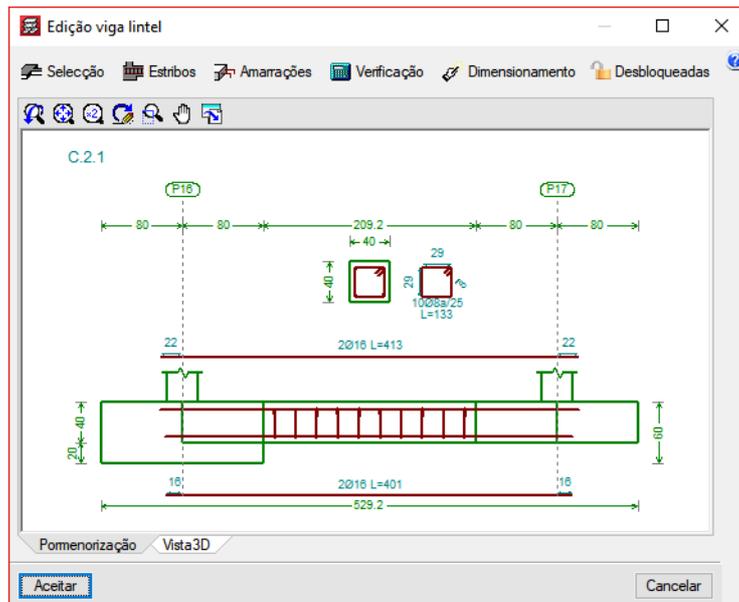


Fig. 2.270

- Prima o botão **Seleção**. Poderá seleccionar outro tipo de viga de equilíbrio/lintel das disponíveis na tabela.

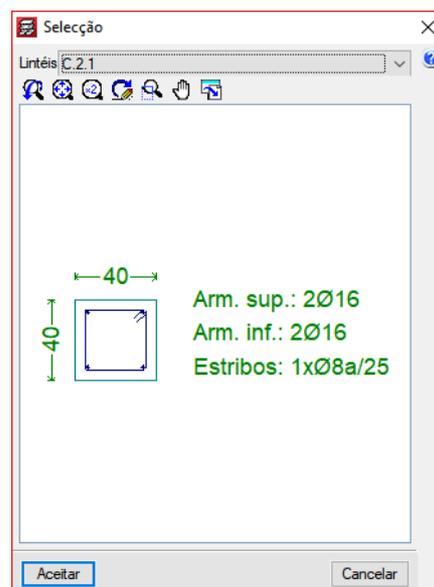


Fig. 2.271

## 2.7. Tabelas de armadura

Após o cálculo dos esforços e das áreas de aço necessárias, o programa coloca a armadura nos diversos elementos estruturais em função da informação existente nas tabelas de armadura para cada tipo de elemento estrutural.

- No menu **Obra > Dados obra**, prima em  **Opções**.

Na janela Tipos de aço em varões, encontra ícones para aceder às tabelas de armadura para cada tipo de elemento estrutural e opções para dimensionamento.

- Se premir sobre o ícone  relativo aos Pilares, paredes, muros e consolas, como mostra a figura seguinte.

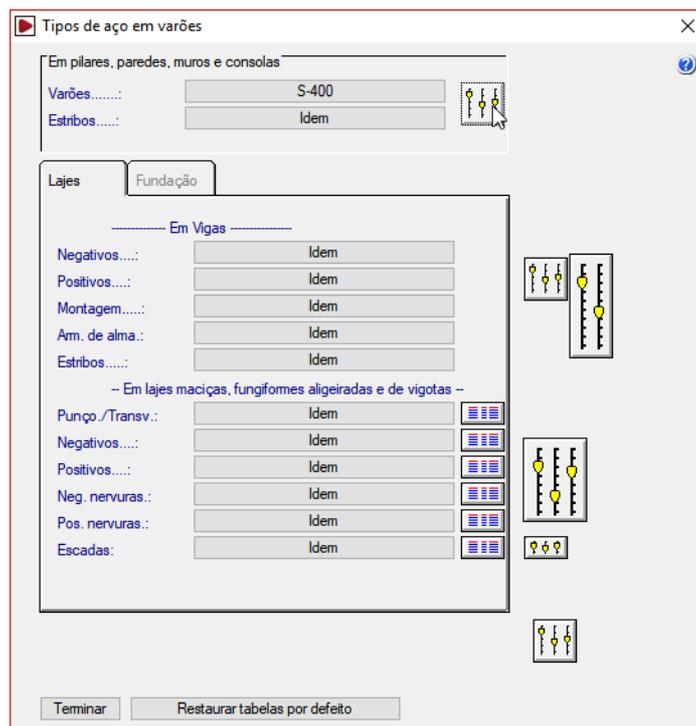


Fig. 2.272

Surge uma janela com as tabelas de armadura para pilares, paredes, muros e consolas, bem como opções de dimensionamento e verificação, de disposições de armadura, esforços e desenhos.

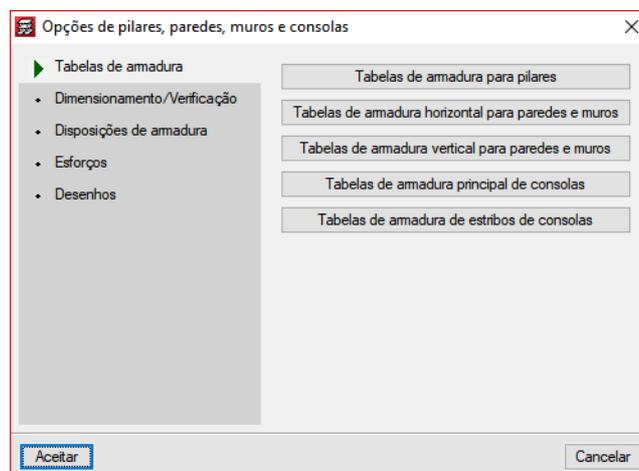


Fig. 2.273

- Prima em **Tabelas de armadura para pilares**.

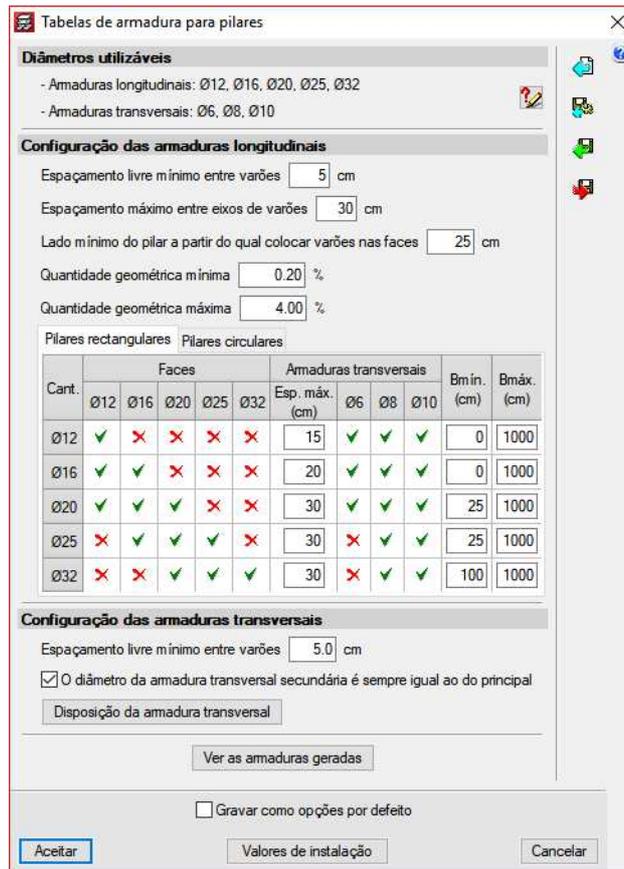


Fig. 2.274

- Esta tabela vem predefinida pelo programa, na qual utiliza os diâmetros indicados no botão **Diâmetros utilizáveis**.

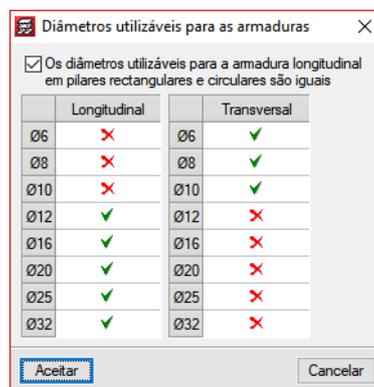


Fig. 2.275

- O utilizador pode seleccionar os diâmetros que pretender utilizar, premindo sobre o símbolo ou .
- Existem outro tipo de tabelas, por exemplo premindo no separador **Fundação**, prima no ícone relativo às tabelas das **Sapatas** e por fim em **Tabela de sapatas isoladas**.

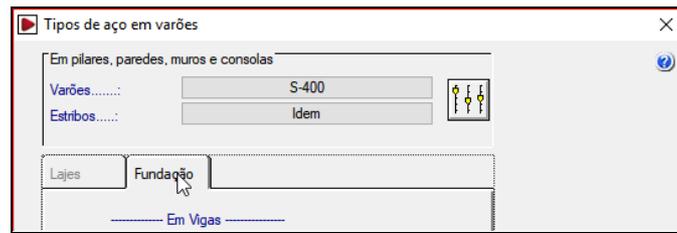


Fig. 2.276

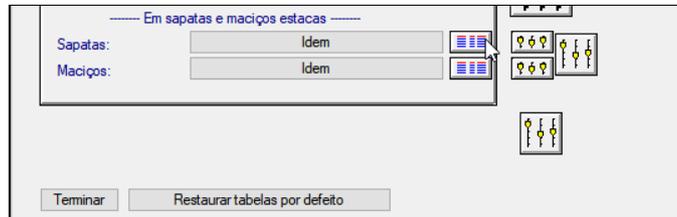


Fig. 2.277

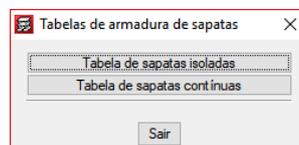


Fig. 2.278

Por defeito neste tipo de tabela, vem seleccionada a tabela predefinida pertencente ao programa.

- Na eventualidade de se pretender personalizar a tabela das sapatas, prima em **Tabela especial**.

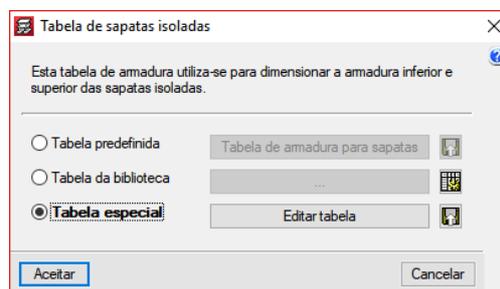


Fig. 2.279

- Prima posteriormente em **Editar tabela**, assim poderá adicionar ou eliminar diâmetros ou espaçamentos entre armaduras. Prima **Aceitar**.

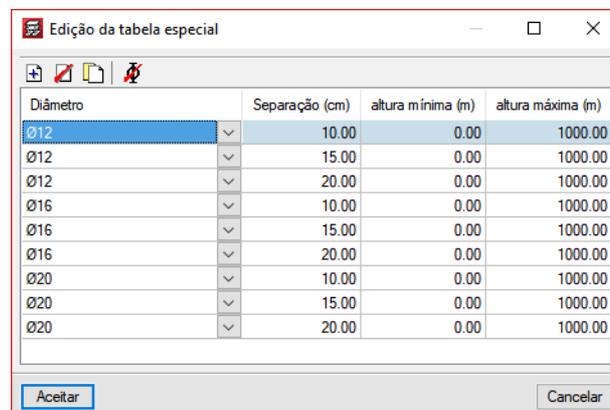


Fig. 2.280

- Prima em  **Exportar a tabela especial para a biblioteca**, indique um nome para a tabela, de forma a ficar guardada na biblioteca para utilização em futuras obras.

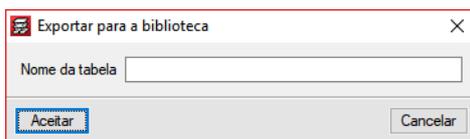


Fig. 2.281

## 2.8. Alteração do modelo arquitetónico e sincronização com o modelo estrutural

O nosso modelo estrutural está vinculado ao modelo arquitetónico BIM.

Supondo que existe alguma alteração ao modelo arquitetónico, por exemplo na figura seguinte, visualiza-se a inserção de um novo pilar e alteração do contorno exterior da planta Piso 2.

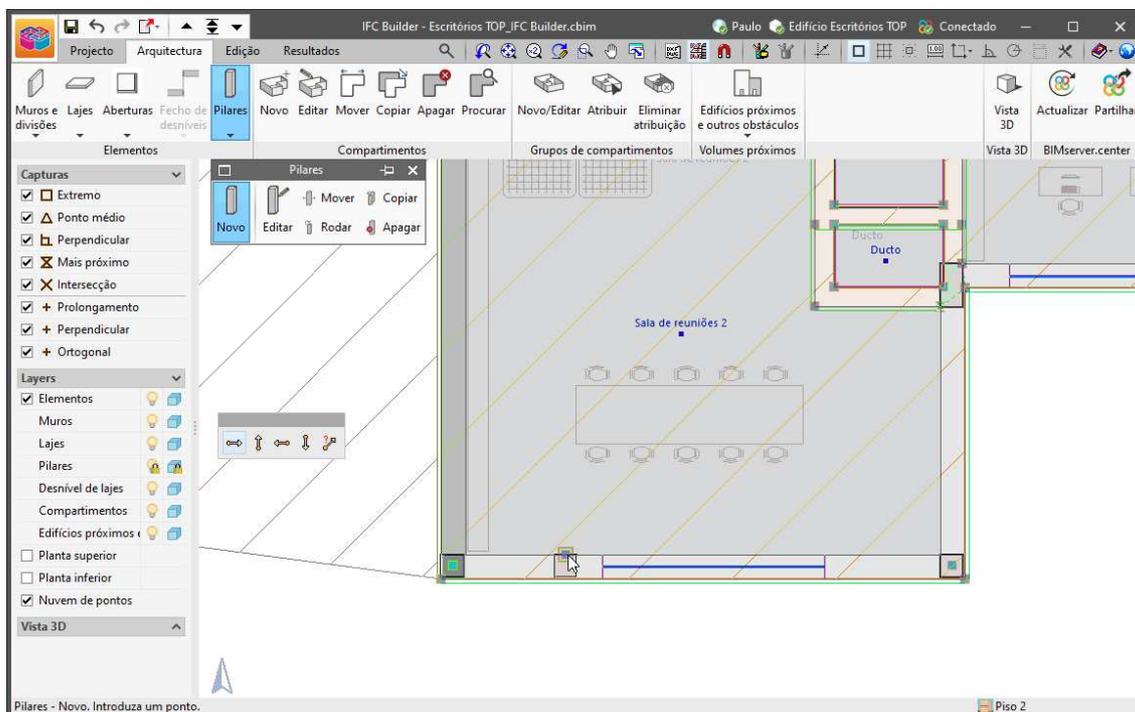


Fig. 2.282

Por fim, partilha-se o modelo arquitetónico alterado, substituindo o modelo já existente no projeto BIM localizado na plataforma BIMserver.center.

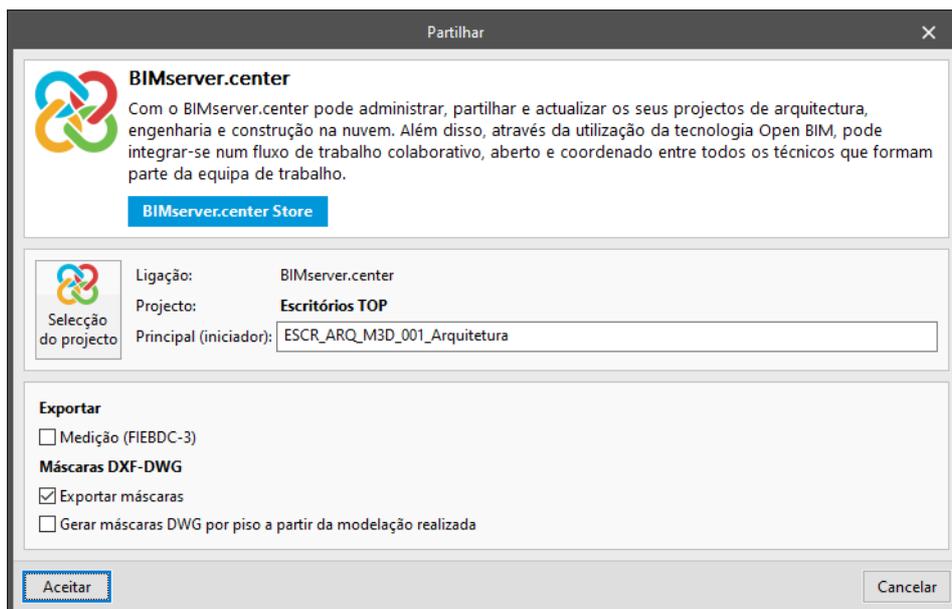


Fig. 2.283

No programa **CYPECAD**, procede-se à sincronização do novo modelo arquitetónico com o modelo estrutural já existente.

- Para isso, na barra de ferramentas prima no ícone  **BIMserver.center** e em  **Actualizar**. Isto no caso de ter vinculado a obra ao modelo BIM no momento da criação da obra.



Fig. 2.284

Surge a janela Importação de modelos BIM, o programa indica a localização do modelo BIM ao qual o modelo estrutural está vinculado.

Ao avançar-se com a sincronização, o programa irá ler o modelo arquitetónico e em função das opções seleccionadas irá atualizar, recuperar ou excluir elementos do modelo de cálculo em função do modelo BIM.

Segue uma pequena descrição dos comandos presentes:

#### Vincular

Esta ferramenta permite vincular uma obra com um projeto novo ou existente. Quando uma obra se encontra vinculada a um projeto é possível exportar os resultados, assim como importar os modelos 3D das restantes especialidades que se mostrarão na vista 3D do modelo BIM.

#### Desvincular

Esta ferramenta permite desvincular uma obra de um projeto do BIMserver.center.

#### Importar

Trata-se de um comando que possui as mesmas características do comando “Vincular”, mas só está disponível se a obra não possuir plantas novas criadas.

#### Consultar

Esta ferramenta permite consultar o estado dos IFC presentes no projeto Open BIM vinculado e da possibilidade de atualizá-los. O modelo de cálculo no CYPECAD não sofre nenhuma alteração durante a

atualização. "Consultar" está disponível quando a obra foi vinculada a um projeto Open BIM depois da sua criação.

### Atualizar

O funcionamento desta ferramenta é diferente se a obra do CYPECAD foi conectada a um projeto BIM a partir da sua criação ou se foi vinculada posteriormente.

Se a obra do CYPECAD foi vinculada a um projeto BIM desde o seu início, esta ferramenta permite atualizar o modelo de cálculo e os modelos BIM de outras especialidades do projeto que se representam no CYPECAD na vista 3D do modelo BIM.

Se a obra do CYPECAD foi vinculada a um projeto BIM depois da sua criação, esta ferramenta atualiza só os modelos BIM das outras especialidades do projeto que se representam no CYPECAD na vista 3D do modelo BIM.

### Partilhar

Partilha a informação gerada pelo CYPECAD para o projeto vinculado da plataforma BIMserver.center.

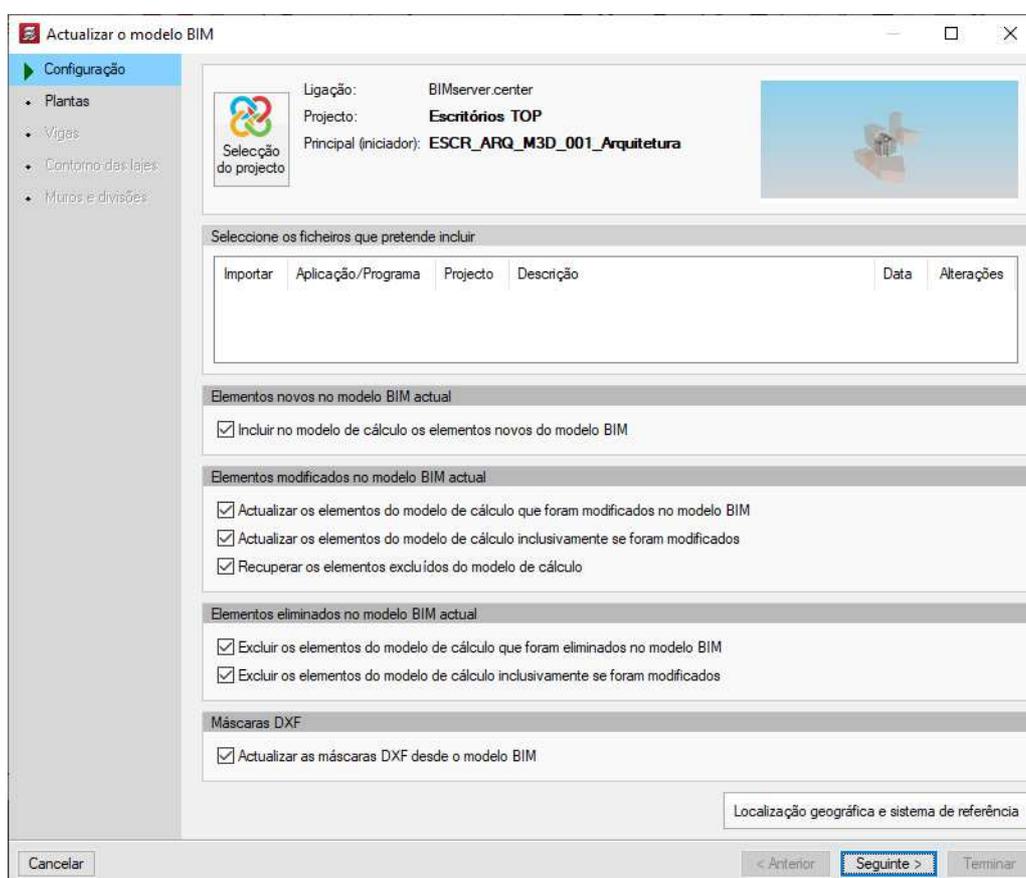


Fig. 2.285

- Mantenha as opções por defeito e prima em **Seguinte**.
- Em **Plantas**, mantenha os dados e prima em **Seguinte**.
- Em **Contorno das lajes**, selecione **Não importar o contorno das lajes** e prima em **Seguinte**.
- Em **Muros**, prima em **Terminar**.
- Surge a janela Resultados da atualização, prima **Aceitar**.
- No menu **Grupos > Vista 3D do edifício, incluindo o modelo BIM** é possível visualizar o modelo estrutural inserido no modelo BIM.

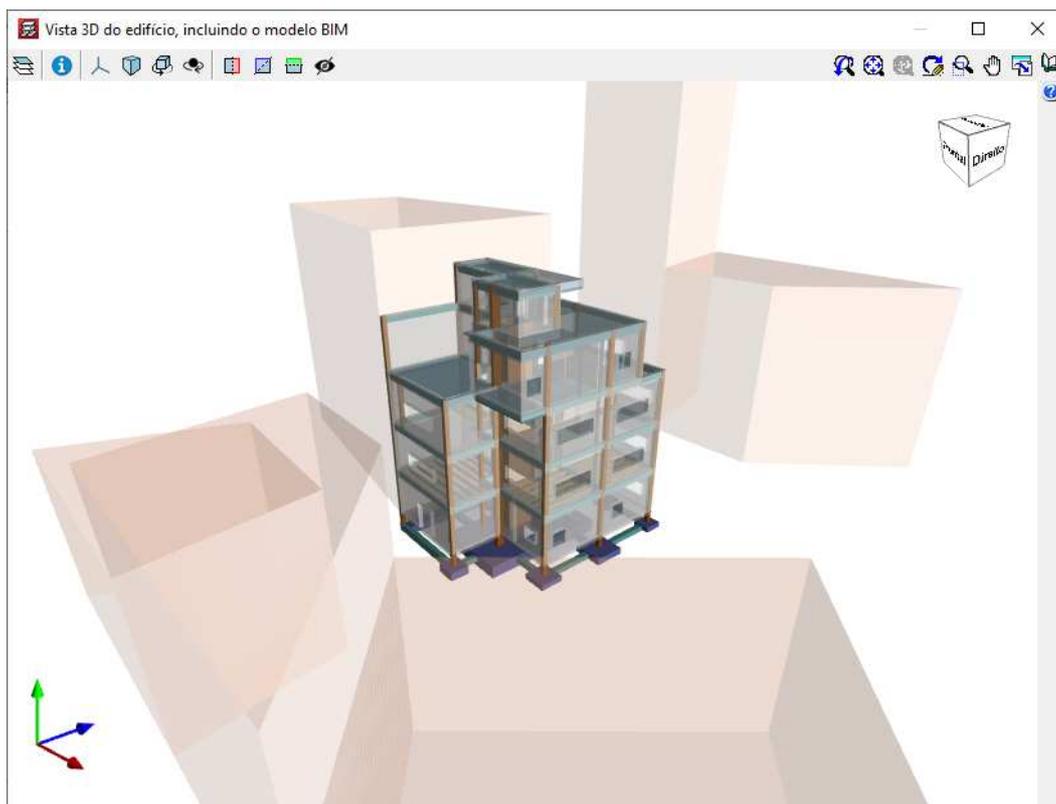


Fig. 2.286

- Prima agora no separador **Entrada de pilares**.
- Prima em **Introdução> Pilares, paredes e arranques> Novo pilar (BIM)**.

Visualizam-se os pilares já existentes com a respetiva referência e a marcação do novo pilar que se introduziu no modelo arquitetónico.

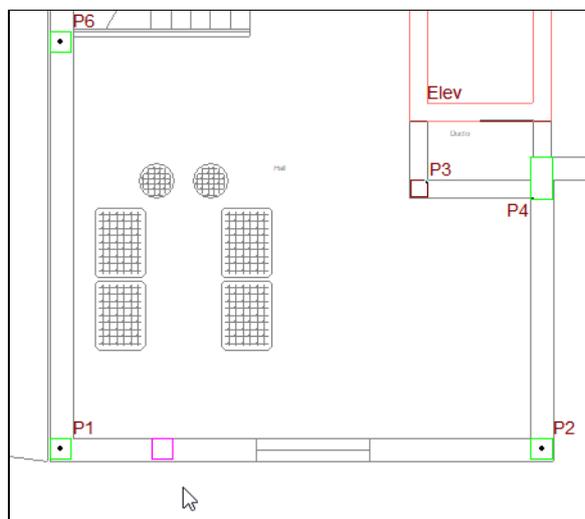


Fig. 2.287

Fica a cargo do utilizador introduzir esse pilar no modelo estrutural, o programa CYPECAD só gera automaticamente os pilares aquando da primeira importação do modelo arquitetónico, nas posteriores atualizações, o programa não modifica, elimina ou introduz nenhum pilar.

No caso do utilizador pretender introduzir o novo pilar, deve utilizar o comando **Novo pilar (BIM)**.

- Prima sobre o novo pilar proveniente do modelo arquitetónico.

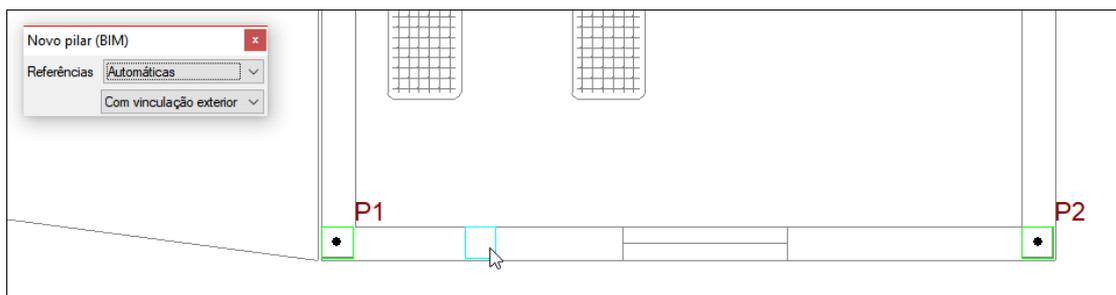


Fig. 2.288

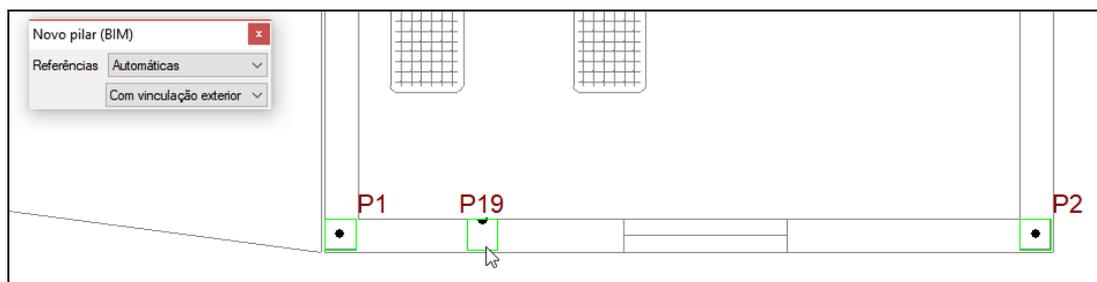


Fig. 2.289

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

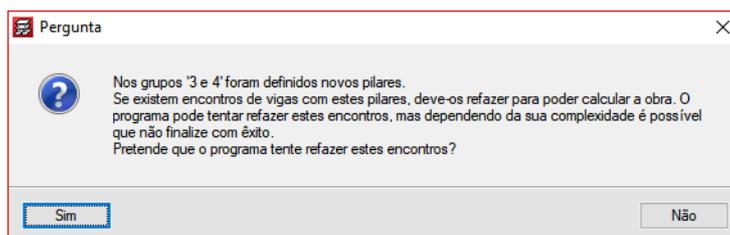


Fig. 2.290

- Surge uma pergunta sobre se o utilizador pretende refazer automaticamente os encontros entre as vigas já existentes e os novos pilares, prima **Sim**.
- Posicionando-se no grupo 3: Piso 2, visualiza-se o novo pilar e as vigas que conectam ao mesmo, não sendo necessário efetuar nenhum ajuste às vigas, uma vez que se encontram ajustadas ao pilar.

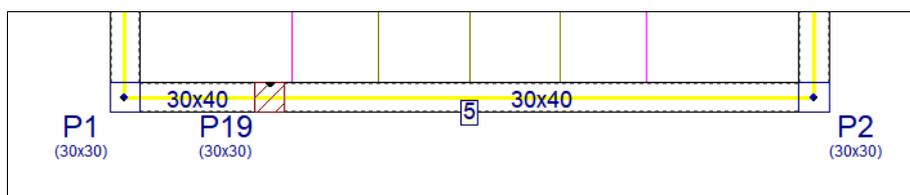


Fig. 2.291

- Por outro lado, visualiza-se o novo contorno da laje, uma vez que quando se exportou o modelo arquitetónico ativou-se a geração das máscaras por piso. Prima em  **Editar planos**.

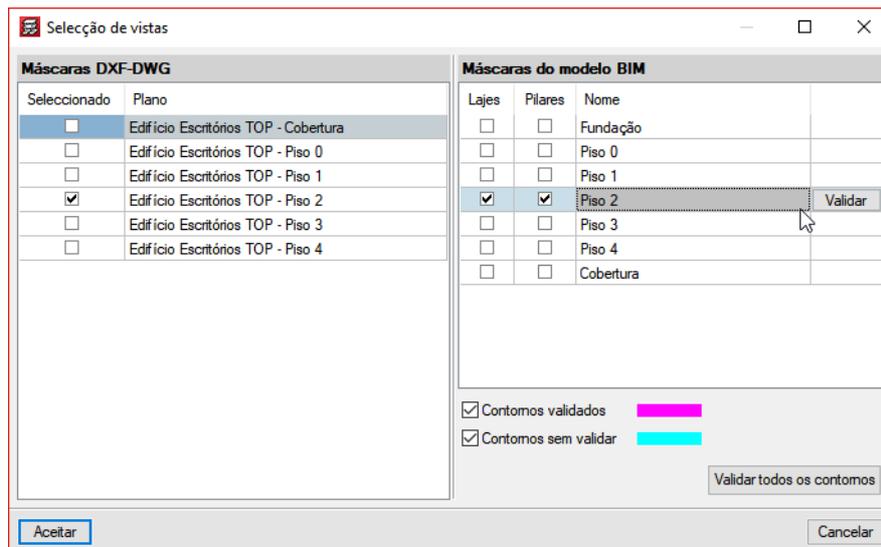


Fig. 2.292

Visualiza-se na tabela Máscaras do modelo BIM, que existe um botão **Validar** para a máscara Piso 2. Isto acontece, porque esta máscara gerada pelo programa IFC Builder é diferente da anterior, sendo assim, o programa CYPECAD identifica todas as máscaras que possuem contornos diferentes das anteriores como máscaras com contornos por validar, permitindo que o utilizador valide esses mesmos contornos caso o deseje.

## 2.9. Listagens e Desenhos

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

Surge uma janela, onde poderá selecionar uma listagem.

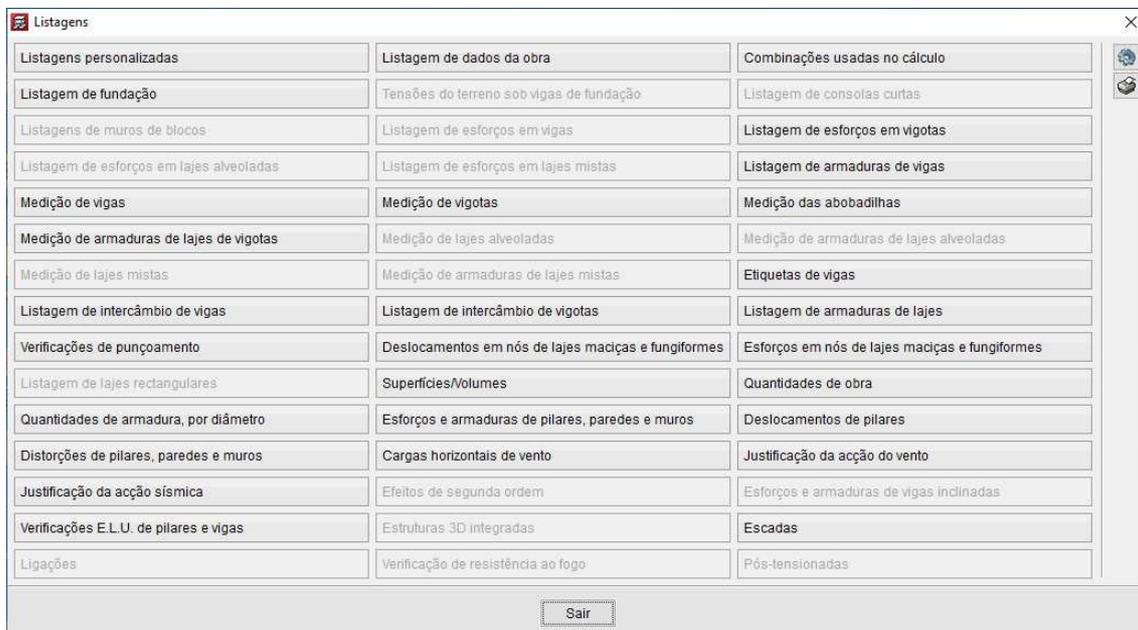


Fig. 2.293

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

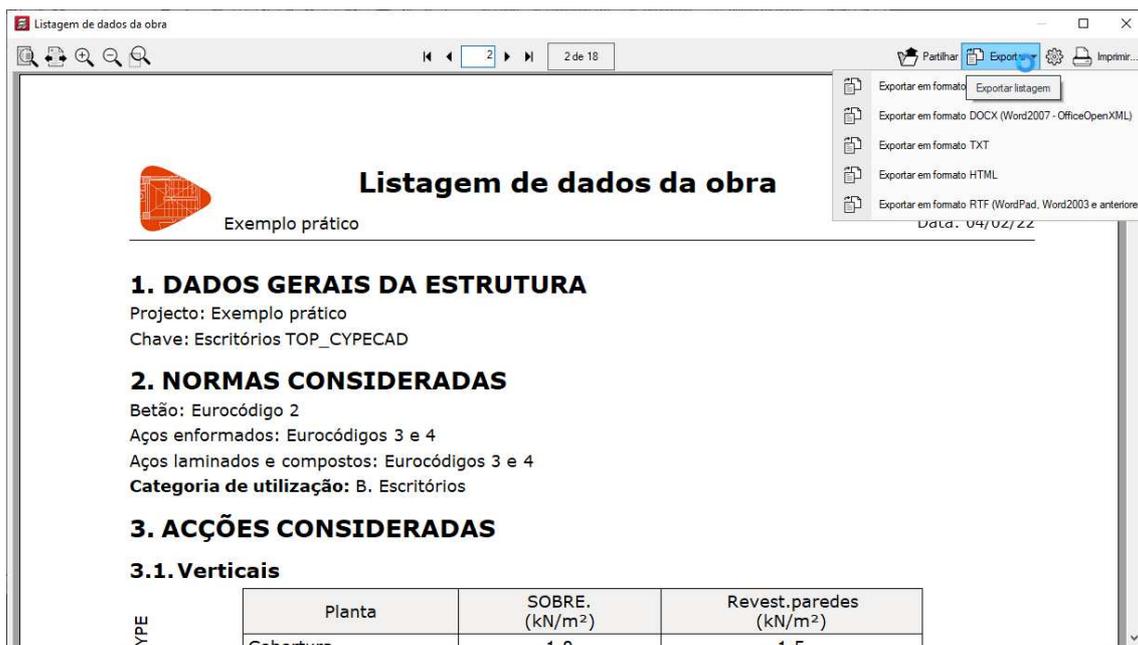


Fig. 2.294

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

- Prima **Arquivo > Imprimir > Desenhos da obra**, ou no ícone  **Desenhos da obra**.
- Na janela Seleção de desenhos, prima em  **Adicionar novo elemento à lista** e acrescente um elemento à lista.
- Na janela Edição do desenho, em **Tipo do desenho** selecione por exemplo, **Plantas**.
- Em **Tipo desenho**, está predefinida uma série de desenhos tipo. Mantenha **Planta elementos estruturais** como selecionado.
- Coloque a escala a **1/100**.
- No botão **Configurar** tem a possibilidade de especificar o que quer desenharmos.
- Prima **Aceitar**.
- Voltou à janela Seleção de desenhos. É o momento de escolher o periférico da saída. Selecione **DWG** no menu **Periférico**.
- Prima **Aceitar**.

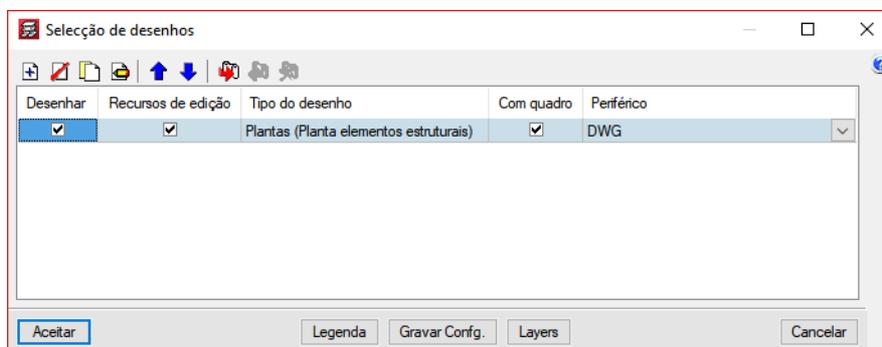


Fig. 2.295

O programa gera os desenhos de cada planta.

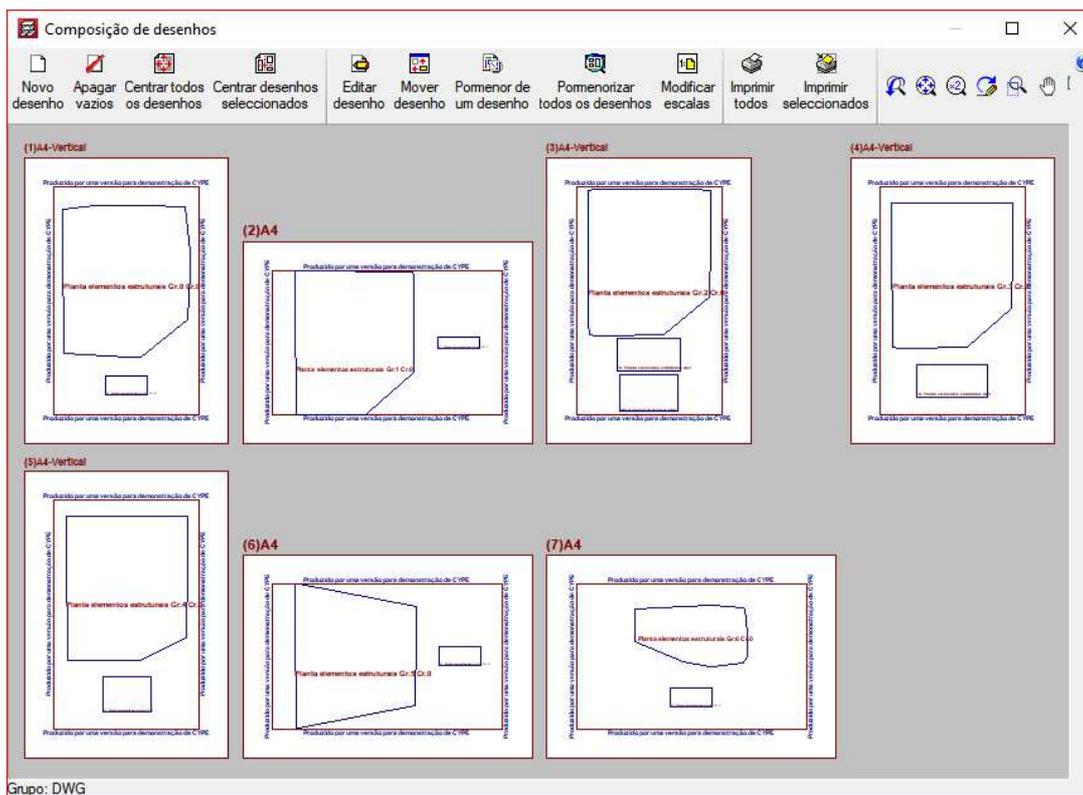
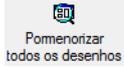


Fig. 2.296

- Para os visualizar prima no ícone  **Pomenorizar todos os desenhos**.

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 comando **Desenhos> Mover desenho** pode mover um desenho para dentro dessa nova folha.

Poderá imprimir todos os desenhos ou seleccionar aqueles que pretender imprimir.

- Prima no ícone  **Imprimir todos** e indique o nome do prefixo do ficheiro, bem como a diretoria para onde se gerarão os ficheiros.

A quantidade de ficheiros a gerar depende da opção seleccionada, **Cada desenho num ficheiro** ou **Todos os desenhos num único ficheiro**.

- **Encerre** a janela Composição de desenhos.

## 2.10. Publicação do modelo estrutural na plataforma BIMserver.center

Após finalizado o modelo estrutural, pretende-se exportar esse mesmo modelo para a plataforma BIMserver.center, onde se localiza o nosso modelo BIM.

- Na barra de ferramentas superior, prima no ícone  e em  **Partilhar** ou a partir do menu **Arquivo> BIMserver.center> Partilhar**.
- Surge a janela Ficheiro para exportação em formato IFC, coloque o seguinte nome do ficheiro **ESCR\_EST\_M3D\_001\_Estruturas.ifc** e descrição. Prima **Aceitar**.

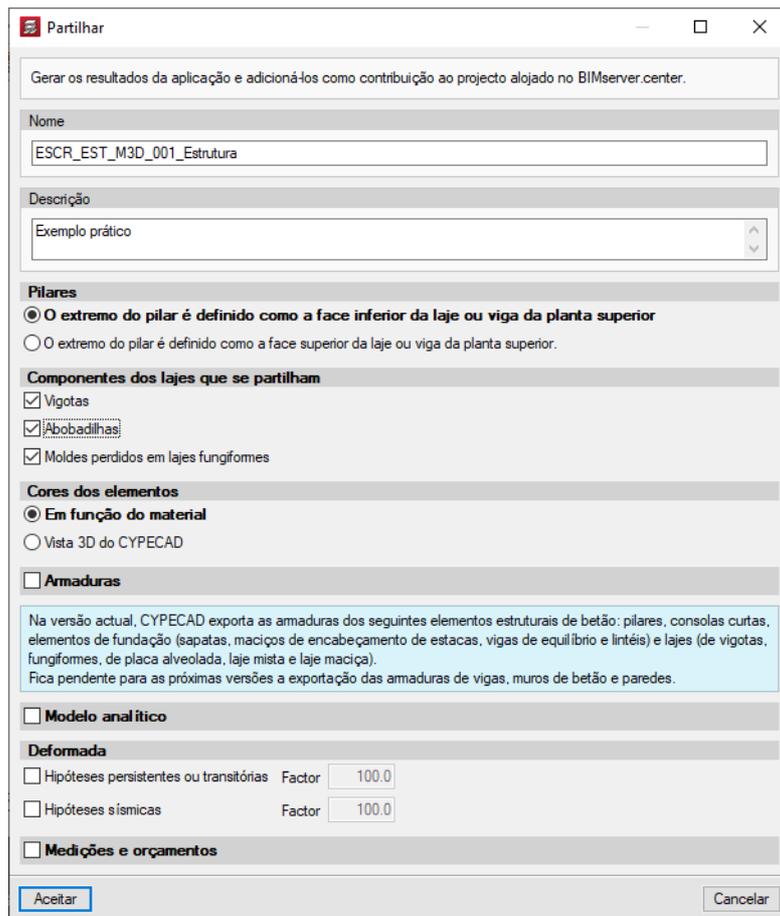


Fig. 2.297

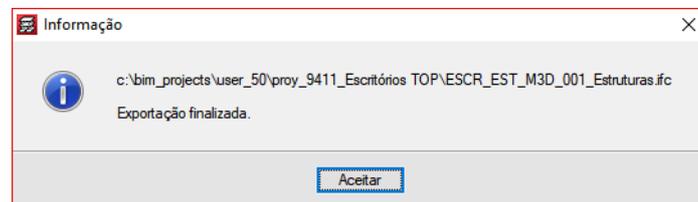


Fig. 2.298

O programa gera o ficheiro do modelo estrutural em formato IFC, e exporta-o para o projeto do modelo BIM localizado na plataforma BIMserver.center, de forma a partilhar informação com os restantes elementos da equipa de trabalho.

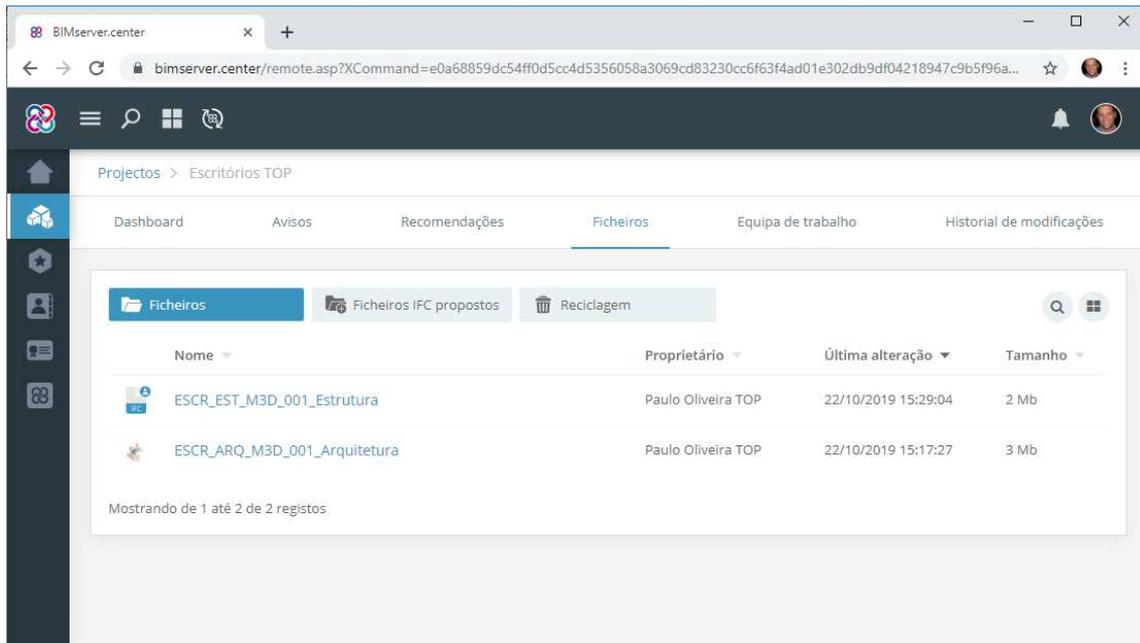


Fig. 2.299

### 3. Anexos

#### ESTUDO DO VENTO

##### Determinação dos coeficientes de pressão externa

→ Dimensões do edifício:

$h = 17.50 \text{ m};$

Largura Fachada Edifício vento dir. XX = 14.50 m;

Largura Fachada Edifício vento dir. YY = 11.70 m.

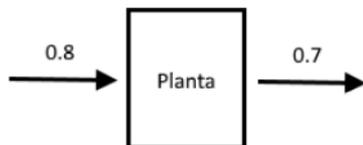
→ Segundo o quadro 7.1 do ponto 7.2.2 do EC1-4 (2010)

*Quadro 7.1 – Valores recomendados dos coeficientes de pressão exterior para paredes verticais de edifícios de planta rectangular*

Zona	A		B		C		D		E	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$								
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	+0,8	+1,0	-0,7	-0,7
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	+0,8	+1,0	-0,5	-0,5
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	+0,7	+1,0	-0,3	-0,3

→ Direção XX

$$h/d = 17.5/14.5 = 1.21$$



$$\text{Coeficiente de pressão exterior na direção XX} = 0.8 + 0.7 = 1.5$$

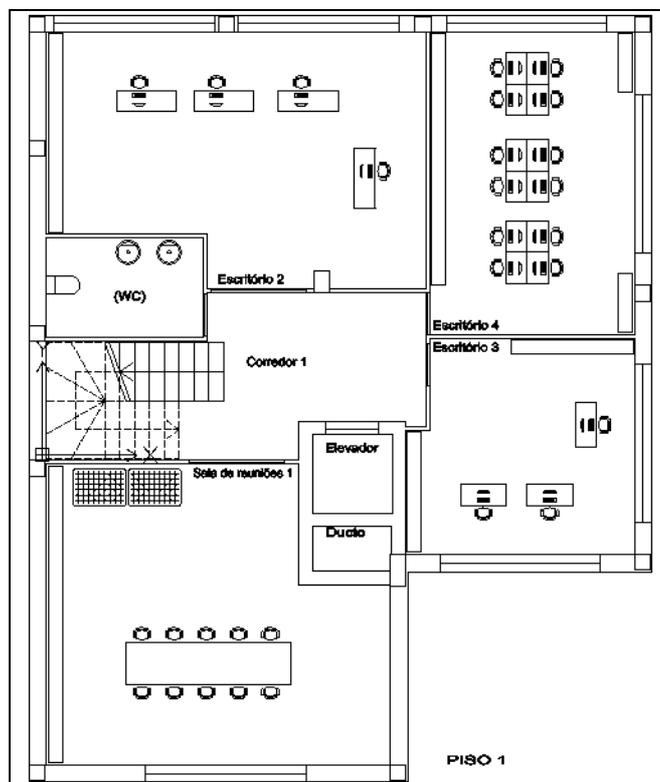
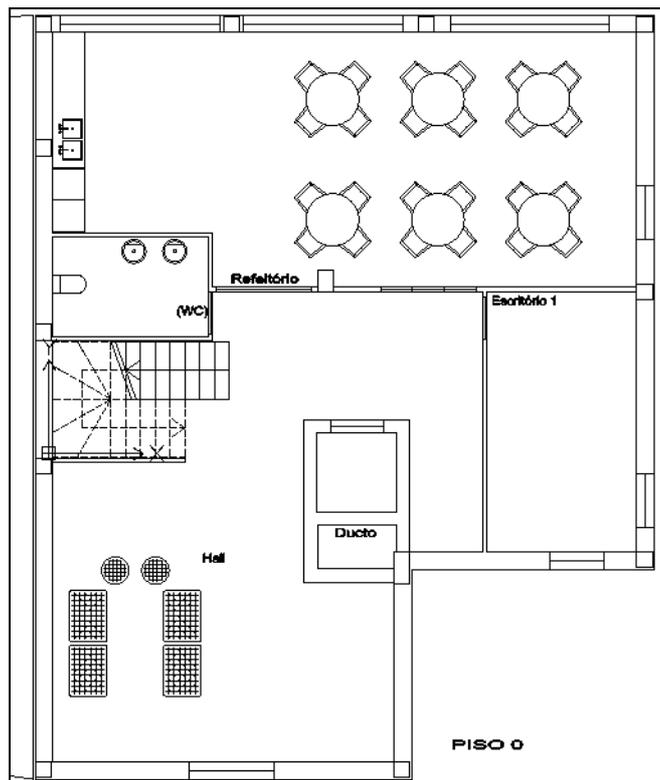
→ Direção YY

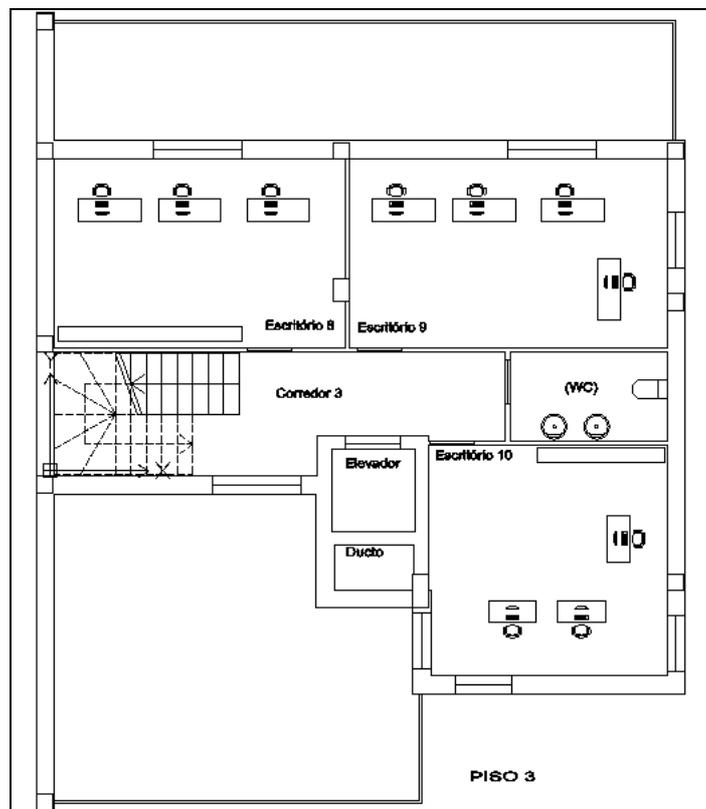
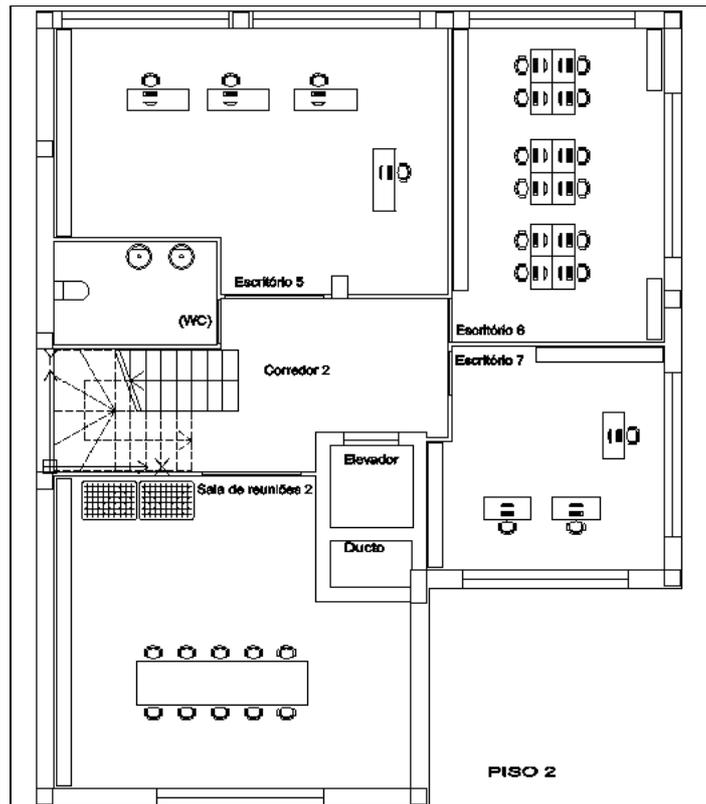
$$h/d = 17.5/11.7 = 1.50$$

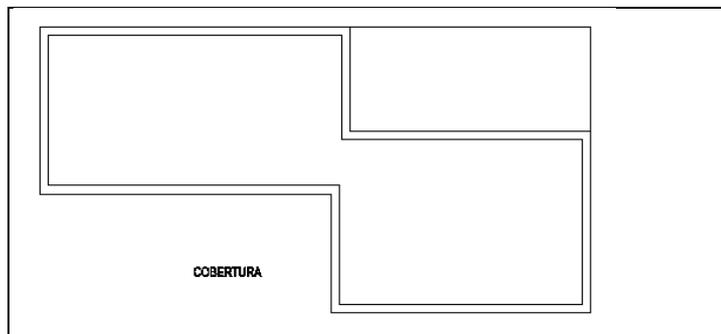
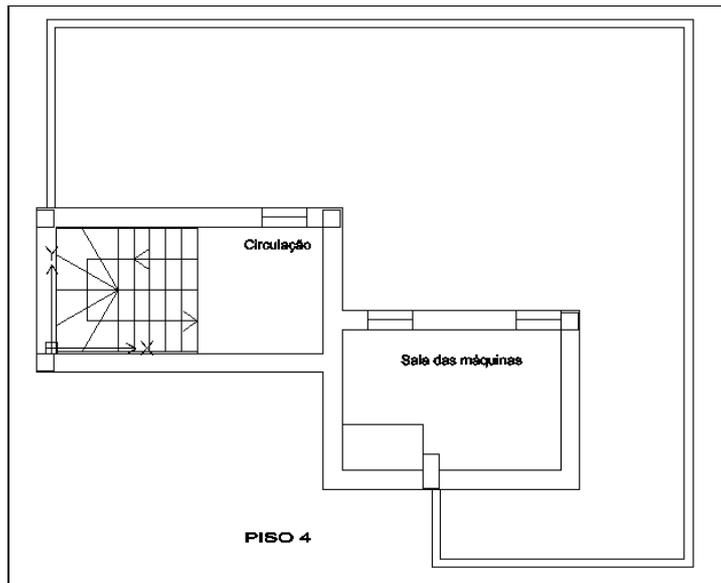


$$\text{Coeficiente de pressão exterior na direção YY} = 0.8 + 0.7 = 1.5$$

PLANTAS DE ARQUITETURA







PLANTAS ESTRUTURAIS

