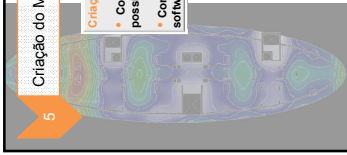


5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Criação do modelo estrutural
- Confrontar o modelo estrutural idealizado com o modelo possível reproduzir no software;
- Conhecer as capacidades e os pressupostos usados no software;

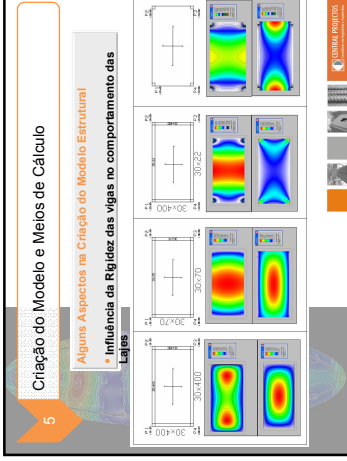


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Influência da Rigidez das Vigas no comportamento das Lajes

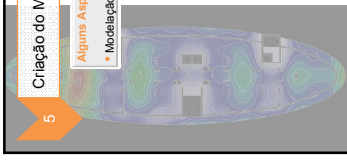


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Modelação de geometria em vez de comportamento



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Discretização com poucos ou demasiados elementos finitos;

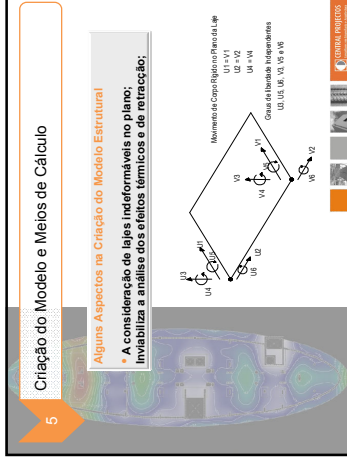


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- A consideração de lajes indeformáveis no plano; Inviabiliza a análise dos efeitos térmicos e de retração;

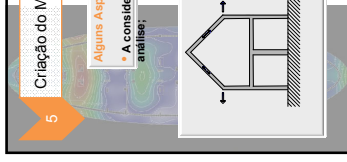


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- A consideração de lajes indeformáveis no plano limita a análise;

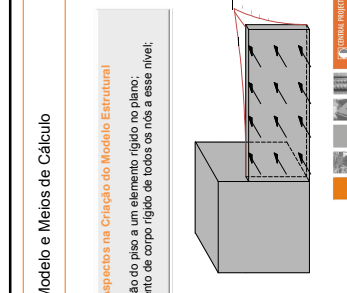


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- A redução do piso a um elemento rígido no plano;
- Movimento de corpo rígido de todos os nós a esse nível;

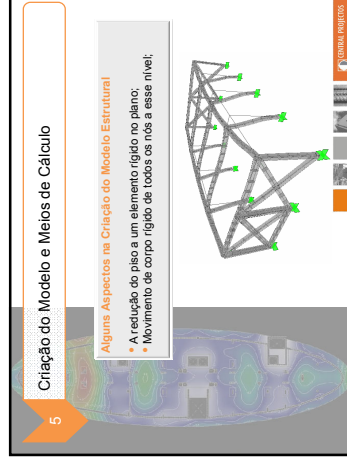


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- A redução do piso a um elemento rígido no plano;
- Movimento de corpo rígido de todos os nós a esse nível;

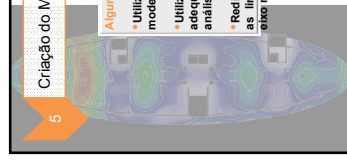


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Utilização de elementos finitos lineares ou planos na modelação de paredes e paredes;
- Utilização de um número de graus de liberdade adequado nos elementos de viga, por exemplo na análise de momentos horizontais e esforço axial;
- Redistribuição de esforços automática sem considerar as limitações impostas pela ductilidade (posição do eixo neutro);



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Rigidez torsional dos elementos lineares;

Exemplo de Torção de Equilíbrio e Torção de Compatibilidade

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Consideração da excentricidade entre os eixos de dois troços de pilar de secção diferente;
- Idem nas Vigas;

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Divisão da estrutura em partes e não consideração conjunta de uma barra, num nó de continuidade entre dois elementos, por um apoio externo é frequente;
- Divisão da estrutura em partes correspondentes aos materiais;

Parte Metálica
Parte Betão

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Introdução de rotulas ou outras libertações deve corresponder a uma parametrização adequada de ligação a construir.

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Cálculo isolado às acções horizontais de elementos, nomeadamente colunas de escada, de elevador e muros de suporte.

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Consideração da deformabilidade do solo em situações onde se justifique;

Quanto maior for a deformabilidade do solo, maior o problema

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Fundações flexíveis não devem ser consideradas como encastramentos no modelo. A dificuldade de impedir a rotação ou assentamento na base é tanto maior quanto mais "brando" for o solo. A rotação diminui o grau de encastramento, altera a distribuição de esforços e aumenta o comprimento de encurvatura dos elementos verticais;

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Existe uma falta de compatibilização dos assentamentos entre zonas de fundações assentes em estratos rígidos e flexíveis;
- Assentar a estrutura sobre estratos de rigidez semelhante ou tratar o problema no modelo;

Alvaro
Escavação

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

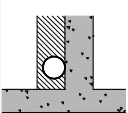
- A quantificação de acções e a sua combinação, em algum software, é feita de forma automática para situações padrão;
- Com acções variáveis fortes deve-se realizar a alternância espacial da carga. Edifícios comerciais e de distribuição alimentar podem ter, nas zonas dos armazéns, valores de sobrecarga compreendidos entre 5 e 20kN/m²;

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

5 Criação do Modelo e Meios de Cálculo

Alguns Aspectos na Criação do Modelo Estrutural

- Os revestimentos, camadas de forma e enchimentos, paredes divisorias e outras acções permanentes devem ser correctamente avaliadas;
- O desconhecimento do programa ou do processo construtivo pode levar a situações de erro;



UNIVERSIDADE DE LISBOA

6 Resolução do Modelo – “Software”

Os fabricantes do software actual usam duas abordagens distintas:

1ª Abordagem - Características :

- Supostamente mais técnica com a maioria das decisões
- Escolha manual do tipo de elemento a usar na discretização estrutural;
- Decisão sobre a densidade da discretização desses elementos;
- Quantificação de acções assistida mas com muita intervenção do projectista;
- Opções relacionadas com o comportamento estrutural dos elementos e com o comportamento global;
- Determinação e desenho e acompanhamento elemento a elemento com interferência do utilizador.

UNIVERSIDADE DE LISBOA

6 Resolução do Modelo – “Software”

Fonte de muitas críticas porque permite o acesso aparentemente facilitado ao projecto.

2ª Abordagem - Características :

- Associada a uma maior “facilidade” de utilização;
- Mais comercial;
- Seleção automática do tipo de elementos da discretização;
- Geração automática de discretização com base na geometria formada;
- Desenho automático da estrutura;
- Dimensionamento automatizado;
- Desenho automatizado.

Cabe ao Projectista:

- A concepção do modelo estrutural;
- Configuração e parametrização dos critérios usados na análise, dimensionamento e desenho automático.

UNIVERSIDADE DE LISBOA

6 Resolução do Modelo – “Software”

Características função da abordagem do fabricante de software

1ª Abordagem

- Maior interferência do utilizador com maior probabilidade de erro humano;
- Exige um maior conhecimento técnico;
- Representa em geral um maior tempo de produção (menos tempo para outras actividades);
- Exige mais tempo para rever uma solução (há se faz);
- Limita o acesso (desvantagem ou vantagem?);

2ª Abordagem

- Maior interacção e menos controlo;
- Pode levar ao desconhecimento dos pressupostos usados;
- Mensagens de controlo dos resultados pouco claras ou mal entendidas.

Permite o acesso a um público mais vasto.

UNIVERSIDADE DE LISBOA

6 Resolução do Modelo – “Software”

Problemas apontados a alguns software:

- Eventual falta de manuais em Português;
- Dificuldades ou inexistência de assistência técnica;
- Não conformidade com a regulamentação nacional;
- Dificuldade de parametrização;
- Comportamento tipo “black box”.

As causas mais importantes para os problemas:

- O excesso de confiança no software;
- Falta de formação ou treino insuficiente na utilização do software;
- Falta de “Coaching” e de trabalho em equipa;
- Utilização em situações fora do âmbito para o qual o software foi desenvolvido;
- Falta de conhecimento dos pressupostos de cálculo;
- Pouco tempo dedicado ao projecto;
- Pouco cuidado na escolha do software função das situações onde vai ser usado.

UNIVERSIDADE DE LISBOA

6 Resolução do Modelo – “Software”

Na escolha do software deve-se ter em atenção:

- O tipo de trabalho a desenvolver;
- Os conhecimentos necessários para o utilizar;
- O suporte técnico disponibilizado;
- Os manuais;
- A língua em que foi desenvolvido;
- Os requisitos de suporte de hardware e de aprendizagem;
- O Software mais complexo tem curvas de aprendizagem mais longas.

UNIVERSIDADE DE LISBOA

6 Resolução do Modelo – “Software”

Na ausência de certificação do software:

Deve-se validar os resultados em situações simples e de fácil verificação manual:

- Estruturas de poucos elementos estruturais;
- Estruturas simétricas;
- Estruturas com discretizações diferentes;
- Escolha de Elementos finitos diferentes;
- Vão e altura crescente;
- Comparação entre marcas diferentes de software;

UNIVERSIDADE DE LISBOA

7 Verificação de Resultados

Dedicar o tempo ganho com a utilização de software na verificação de resultados, na sua interpretação física e na optimização do custo.

- Verificar os estados limites de utilização, nomeadamente os limites de deformação e largura de fendas em lajes e vigas;
- Evitar a confusão entre deformação global de um nó numa estrutura com a deformação relativa entre dois nós adjacentes.
- Verificar o valor limite de resistência ao esforço
- Nem tudo se resolve com armadura. Se necessário aumentar secções e se a alteração do rigidez da estrutura for significativa, voltar a calcular.

Considerar os efeitos não-lineares geométricos e do material. A informação do valor de deformação

UNIVERSIDADE DE LISBOA

7 Verificação de Resultados

Mais Verificações:

- Verificar se existe deformabilidade horizontal excessiva nos elementos da geometria, nomeadamente nas próprias de viração, função da altura pela deformação horizontal ou pela deformação relativa entre dois pisos;
- Verificar as percentagens máximas e mínimas de armaduras nos elementos estruturais. Após o cálculo pode significar um aumento da dimensão do elemento, da respectiva rigidez e a um novo cálculo;
- Atentar e interpretação das mensagens de erros.

O Risco a exemplos simples ajudam a clarificar a situação.

- Converência dos resultados. Um other experiente dum colega ou até a comparação de indicadores, como as densidades de aço de outros projectos, pode revelar a existência de erros.

UNIVERSIDADE DE LISBOA

7

• Verificação de Resultados


Mais Verificações:

- Verificação de peças esbeltas. Os parâmetros associados aos fenómenos de instabilidade podem ser calculados automaticamente, dependendo da classificação das estruturas como sendo de nós fixos ou nós móveis;
- Elementos dimensionados como pilares quando têm comportamento de viga ou vice-versa. Embora os estados limite últimos a verificar possam ser os mesmos, se a rotina de cálculo automático for completa, as disposições construtivas são diferentes;
- Verificação de esmagamento como pilar. No primeiro caso, a esmagamento horizontal deve ser considerado pelo interior e no segundo pelo exterior;
- Utilização numa classe de betão adequada para a classe de exposição ambiental;

Desenho e Compilação técnica

• Adoptam-se desenhos automáticos para projecto de execução;

Especificações complementa o projecto;



UNIVERSIDADE DE LISBOA

7

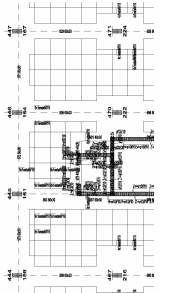
• Verificação de Resultados

Mais Verificações:

- Recobrimento adequado face à classe de exposição ambiental ou protecção ao fogo. O posicionamento das armaduras deve ser considerado, especialmente a sua relevância em peças de pequeno braco alatural;
- Devem ser considerados todos os esforços ou tensões no dimensionamento. Dentro desta categoria cabe a torção em lajes e as tensões de corte em paredes.

Desenho e Compilação técnica

• Adoptam-se desenhos automáticos para projecto de execução;



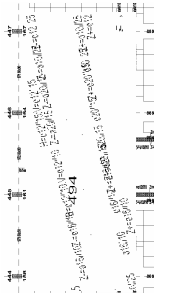
UNIVERSIDADE DE LISBOA

8

Organização Documental do Projecto

Desenho e Compilação técnica

- Num número significativo de projectos analisados não houve um necessário tratamento de armaduras. Adoptam-se desenhos automáticos para projecto de execução;



UNIVERSIDADE DE LISBOA


8

Organização Documental do Projecto

Desenho e Compilação técnica

- Adoptam-se desenhos automáticos para projecto de execução;

Especificações complementa o projecto;



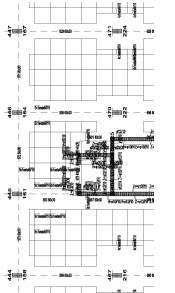
UNIVERSIDADE DE LISBOA

8

Organização Documental do Projecto

Desenho e Compilação técnica

- Adoptam-se desenhos automáticos para projecto de execução;



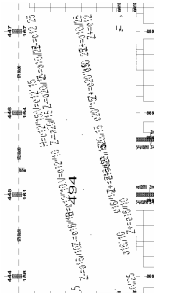
UNIVERSIDADE DE LISBOA

8

Organização Documental do Projecto

Desenho e Compilação técnica

- Adoptam-se desenhos automáticos para projecto de execução;



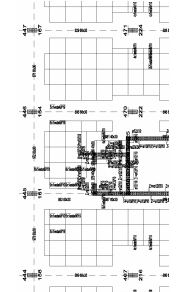
UNIVERSIDADE DE LISBOA

8

Organização Documental do Projecto

Desenho e Compilação técnica

- Adoptam-se desenhos automáticos para projecto de execução;



UNIVERSIDADE DE LISBOA

8

Organização Documental do Projecto

Desenho e Compilação técnica

- Evitar o excesso de desenhos com pormenorização de todos os elementos estruturais ao invés recorrer a alguns quadros, por exemplo de pilares ou sapatas;
- Evitar o excesso de visualização dos diâmetros e comprimentos de barras, nomeadamente em vigas e lajes tomando o desenho complexo;
- Não efectuar a sobreposição de elementos gráficos e textos com a consequente falta de clareza na leitura;
- Verificar o comprimento de amarração e emenda das armaduras. Verificam-se por vezes armaduras muito curtas que não cumprem sequer os complementos referidos;
- Evitar densidades excessivas com espaçamentos muito pequenos, ou o contrário.

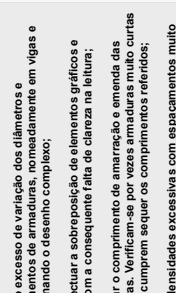
Desenho e Compilação técnica

• Evitar o excesso de desenhos com pormenorização de todos os elementos estruturais ao invés recorrer a alguns quadros, por exemplo de pilares ou sapatas;

• Evitar o excesso de visualização dos diâmetros e comprimentos de barras, nomeadamente em vigas e lajes tomando o desenho complexo;

• Não efectuar a sobreposição de elementos gráficos e textos com a consequente falta de clareza na leitura;

• Verificar o comprimento de amarração e emenda das armaduras. Verificam-se por vezes armaduras muito curtas que não cumprem sequer os complementos referidos;

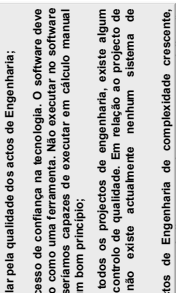
• Evitar densidades excessivas com espaçamentos muito pequenos, ou o contrário.


UNIVERSIDADE DE LISBOA

4

• Conclusão

- Devemos apostar na qualidade do ensino base da Engenharia e promover a formação ao longo da vida;
- Devemos zelar pela qualidade dos actos de Engenharia;
- Evitar o excesso de confiança na tecnologia. O software deve ser encarado como uma ferramenta. Não executar no software o que não seríamos capazes de executar em cálculo manual parece ser um bom princípio;
- Em quase todos os projectos de engenharia, existe algum sistema de controlo de qualidade. Em relação ao projecto de estruturas não existe actualmente nenhum sistema de controlo;
- Em Projectos de Engenharia de complexidade crescente, recomenda-se o trabalho em equipa e uma especialização adequada.



UNIVERSIDADE DE LISBOA

