

CES472103

Dicas e Truques do Robot Structural Analysis no uso e para as NBR's

Li Chong Lee Bacelar de Castro
AprendaBIM/CADKlein

Objetivos de aprendizado

- Entender a aplicação do suplemento no Excel do RSA para internalizar rotinas personalizadas
- Descrever as melhores práticas concepção, cálculo e dimensionamento de estruturas de concreto armado
- Descrever as melhores práticas concepção, cálculo e dimensionamento de estruturas em aço
- Conceber um padrão para uso do Excel e o RSA

Descrição

A total utilização deste software é limitada por não conter nativamente as NBR's necessárias para dar produtividade ao processo de cálculo, dimensionamento e detalhamento de estruturas conforme é exigido de forma regional/nacional. O simples uso de planilhas associadas ao recurso do suplemento *Results connect* que liga o RSA ao Excel possibilita personalizar verificações oriundas das NBR's.

Revisitar alguns comandos para a melhor utilização do RSAP também será abordado de forma prática e aplicada às estruturas reticuladas.

Li Chong Lee Bacelar de Castro

Doutor em Estruturas e Construção Civil, promove soluções inteligentes em projetos, implantação e operação BIM.

Autodesk Expert Elite, Autodesk Group Network Leader e especialista no Robot Structural Analysis, Revit Structure, AutoCAD e Advance Steel. Para saber mais sobre Li Chong Lee acesse https://www.aprendabim.com.br/our_team/ e também <https://www.cadklein.com.br/equipe/>

Estudo de caso: Prova de conceito

Atualmente os softwares impulsionam a industria da constução civil a avançar cada vez mais na tecnologia e assim poder realizar estruturas cada vez mais arrojadas.

Entretanto a evolução dos softwares estruturais dependem de rigorosa atualização de normativos e de suas validações e sendo assim nem sempre a versão atual do softwares contam com a versão mais atual.

No decorrer dessa palestra você verá como funciona esse processo, suas vantagens e limitações.

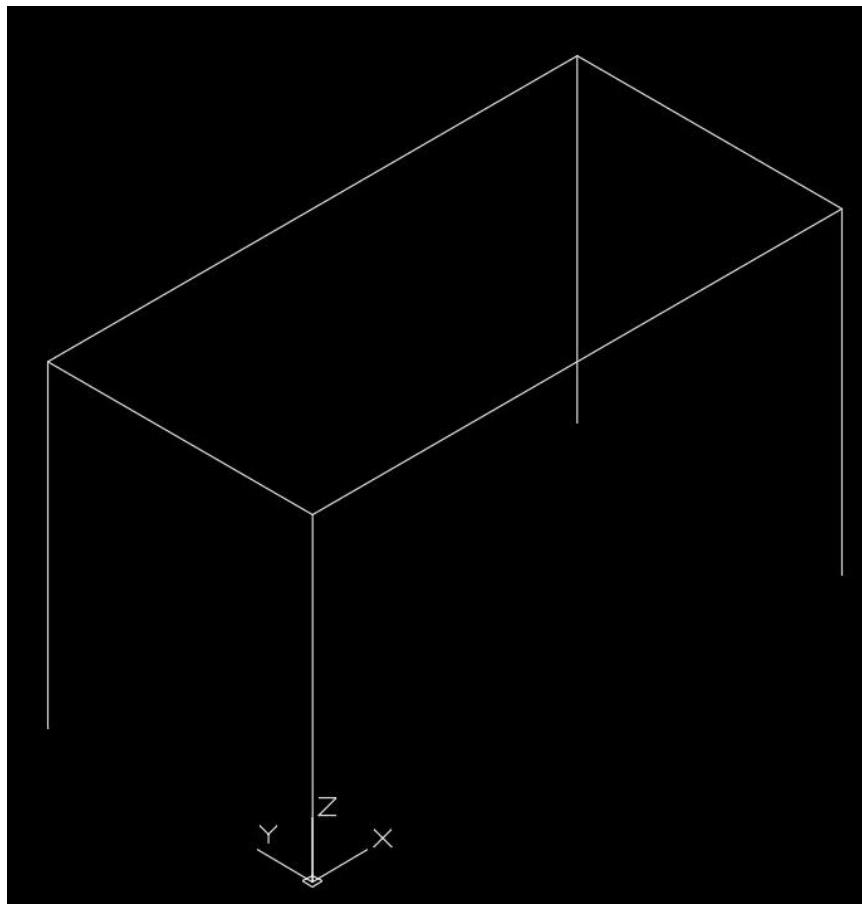
Utiliza-se comandos pouco conhecidos, porém eficazes para verificações pontuais.

O modelo

O pórtico especial contará com 4 pilares, 4 vigas e 1 laje.

Especificações

- 4 pilares metálicos
- 3 vigas metálicas e 1 viga de concreto
- 1 laje em concreto



Fluxograma

Para uma análise estrutural preliminar não é necessário criar uma estrutura complexa, basta representá-la pela sua forma simplificada, neste caso uma linha.

Há várias maneira de se iniciar uma análise e a maioria delas costuma ser em ambiente CAD, ou seja, por meio de um arquivo dwg. Dessa forma então propõe-se o seguinte:

FASE A – AutoCAD

Criar um arquivo dwg com um arranjo estrutural formado por linhas e carregar no RSA como elementos de barra.

FASE B – Robot Structural Analysis

Atribuir as seções estruturais, suas propriedades de análise e suas condições de suporte, organizar filtro de seleção, de vistas e renumerar os elementos.

FASE C – Robot Structural Analysis

Definir as ações externas;
Executar o processamento;
Verificar as reações de apoio e os esforços nas barras.

FASE D – Results Connect / Excel

Criar uma planilha para receber os dados do RSA utilizando o suplemento Results connect;
Com os dados compartilhados no Excel criar campos de validação normativa;
Caso necessário voltar ao RSA e alterar as seções da estrutura e reprocessar o modelo.

O Processo

FASE A – AutoCAD

A criação do pórtico espacial exige que se saiba os comandos básicos do AutoCAD e alguns princípios como:

- Origem;
- Coordenadas polares;
- Copiar e colar;
- Linha;

FASE B – Robot Structural Analysis

Na abertura do arquivo dwg no Robot é necessário apenas optar pela criação de linhas em barras;

Salve o arquivo após o carregamento e posteriormente o transforme em uma estrutura.

FASE C – Robot Structural Analysis

Além do peso próprio será inserido uma carga sobre a laje;

Deve-se processar o modelo em busca de inconsistências e verificar as reações de apoios e os esforços nas barras e na laje.

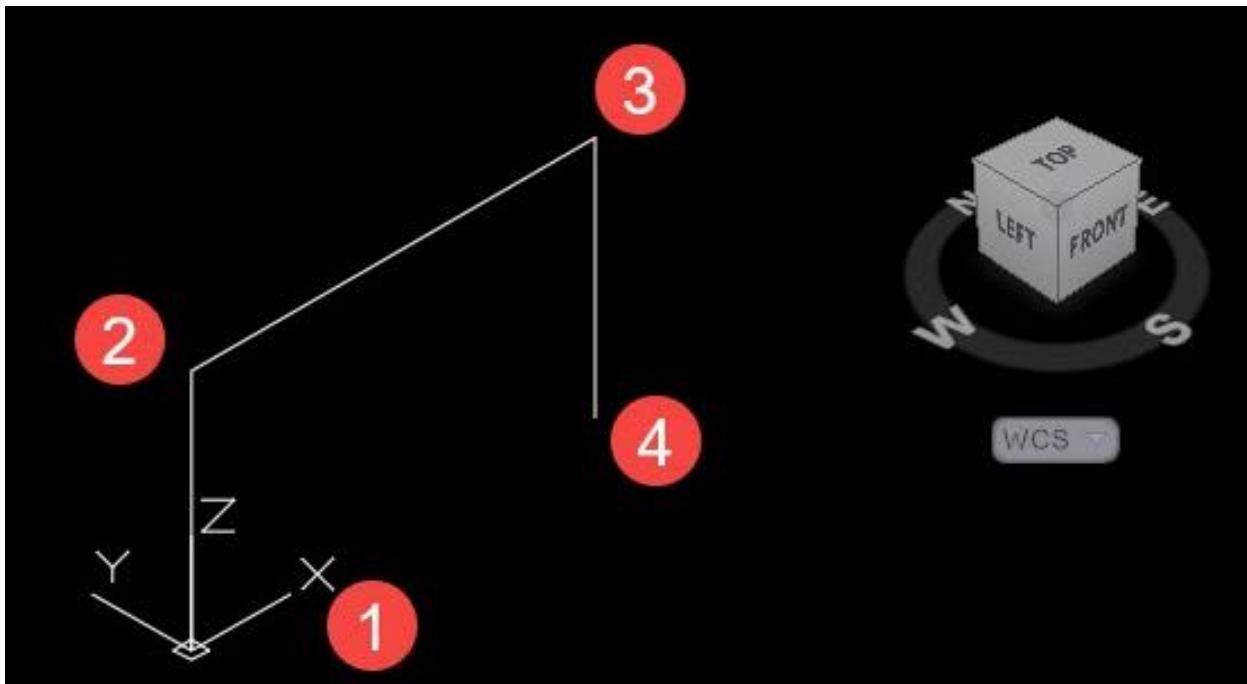
FASE D – Results Connect / Excel

Com a criação de um arquivo do excel deve-se preparar os campos de identificação da estrutura e quais células receberão as fórmulas de ligação entre o Excel e o RSA;
Utilizar-se-á uma expressão da NBR para validação.

A concepção

O ponto de origem é o item fundamental para que a comunicação entre diferentes softwares ocorra de forma fluida.

Observar o sentido do UCS é também um outro fator a se observar para não ser surpreendido com uma estrutura invertida ou até de “ponta cabeça”



Pórtico plano

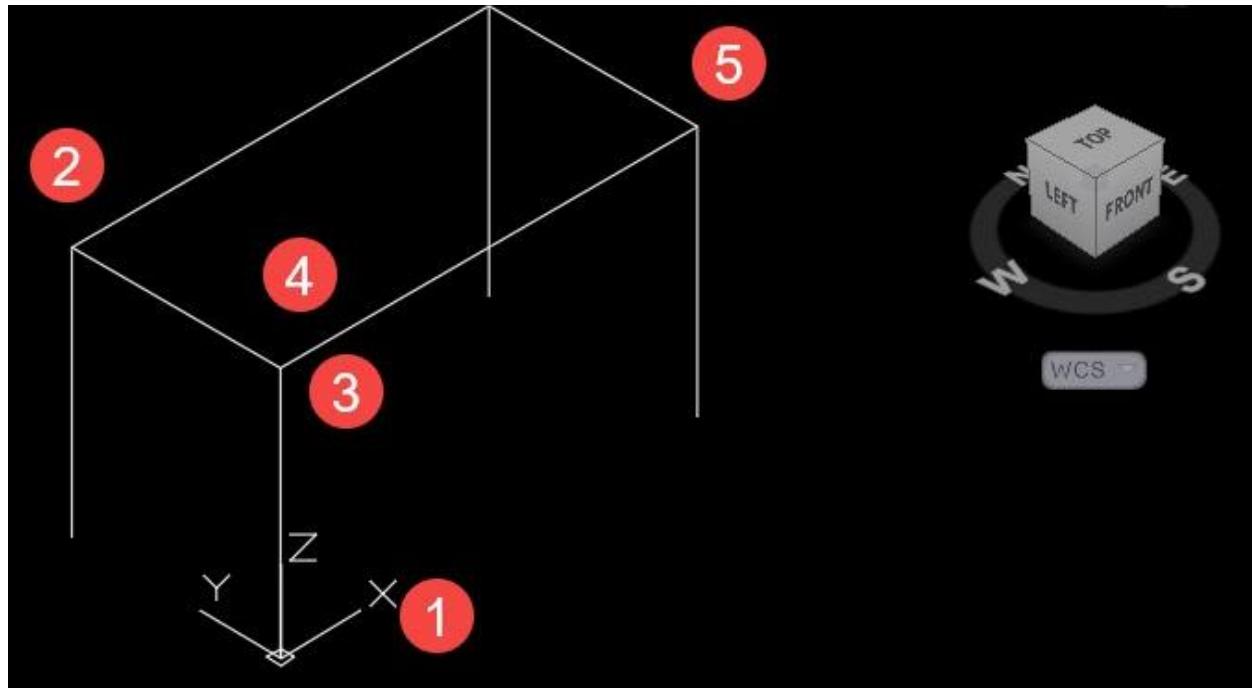
Comando line

Passo 1: 0,0,0

Passo 2: @0,0,3

Passo 3: @5,0,0

Passo 4: @0,0,-3



Pórtico espacial

Comando copy

Passo 1: 0,0,0

Passo 2: @0,2.5,0

Comando line

Passo 3: @0,2.5,0

Comando copy

Passo 4: @0,0,3

Passo 5: @5,0,0

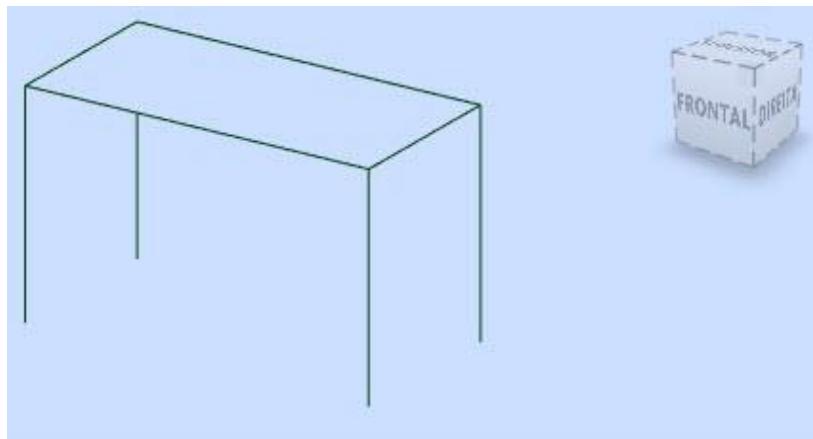
Atribuições estruturais

O Robot permite abrir uma grande gama de formatos, dentre eles o dwg.

Para uma estrutura formada por barras basta selecionar a opção de alteração de objetos de desenho em barras.

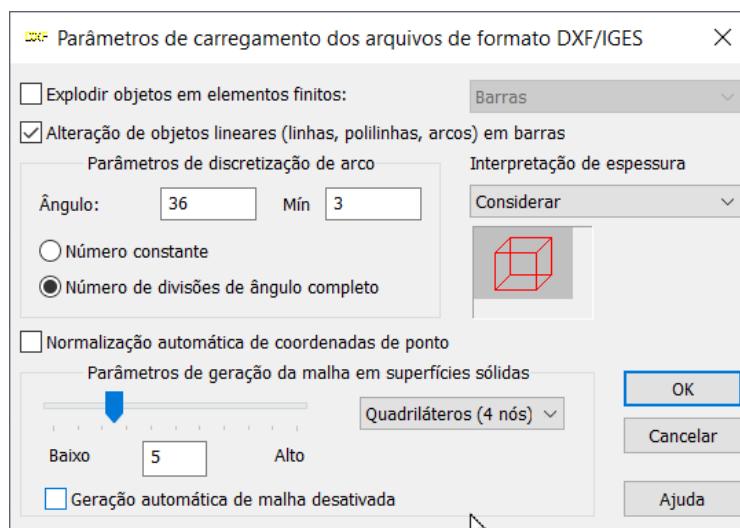
Neste ponto já se pode conferir uma racionalização do tempo por não ter que refazer o lançamento.

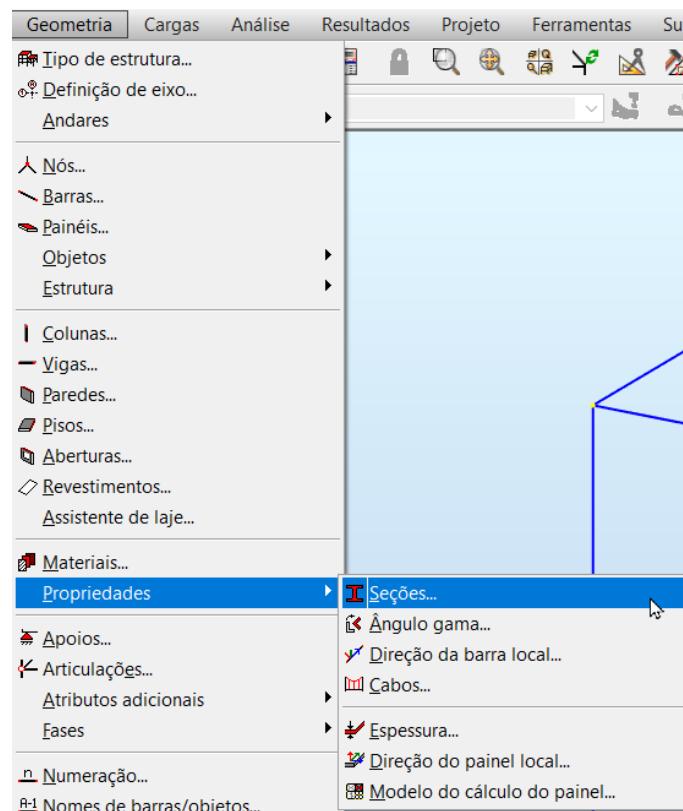
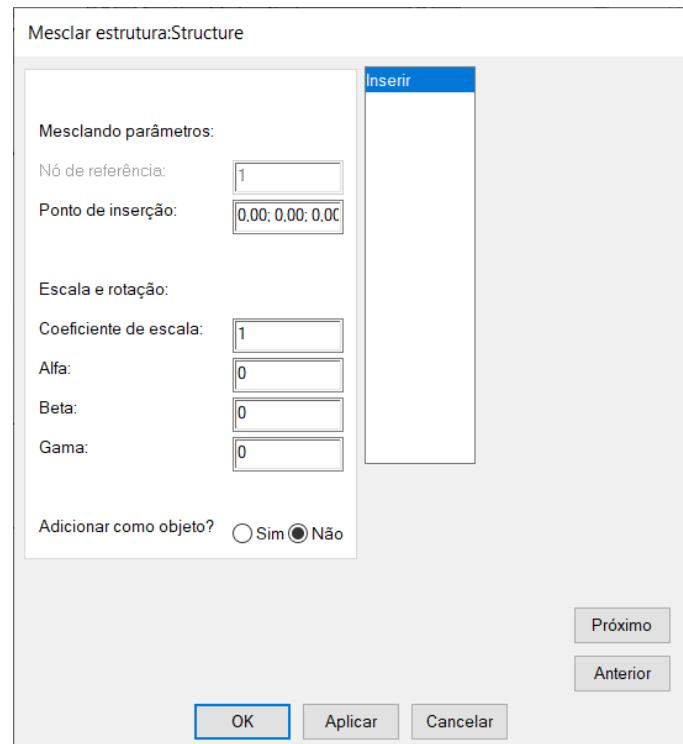
E conforme estabelecido no UCS a estrutura vai ser aberta conforme o AutoCAD.



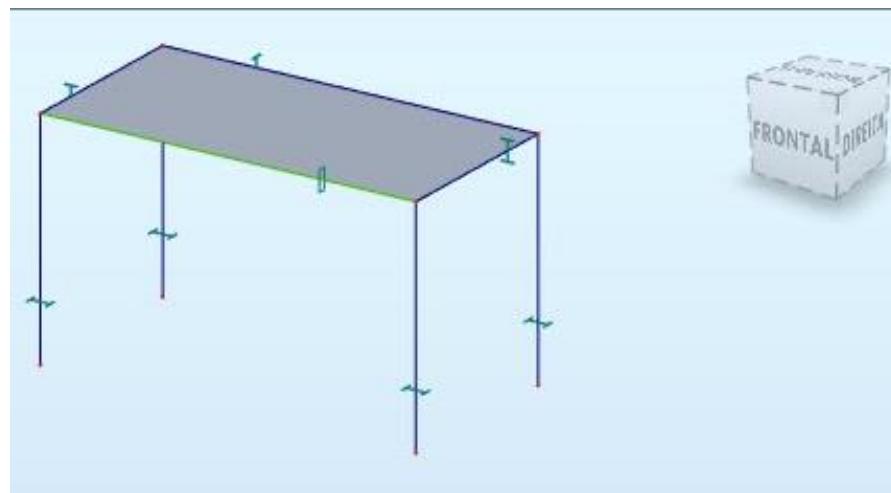
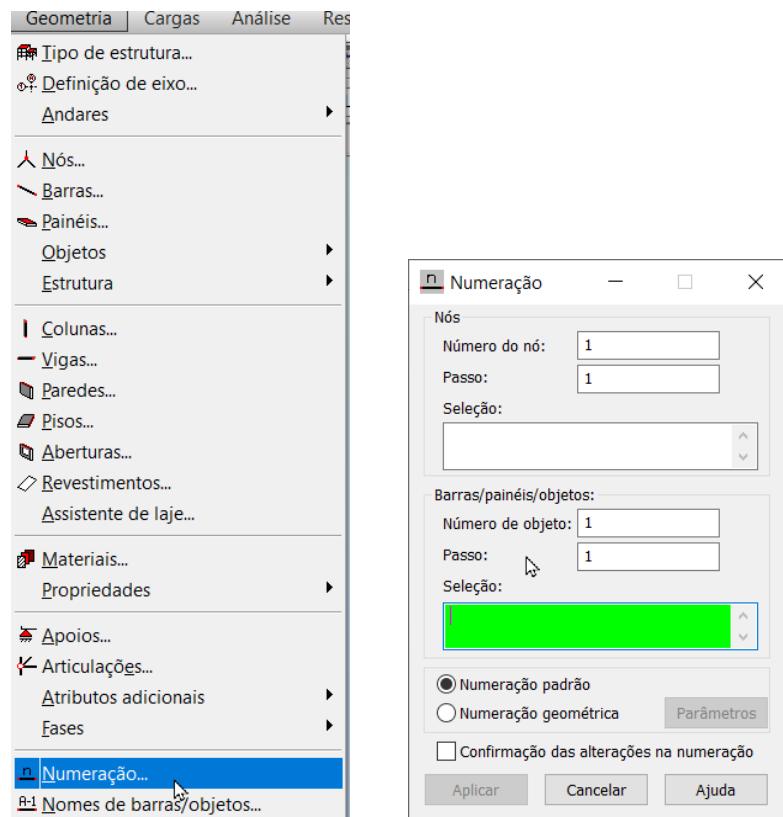
Elementos de barras

Com o entendimento do RSA que as linhas são elementos de barra é apenas uma questão de atribuição de propriedades para transformar o pórtico espacial em um modelo de análise.



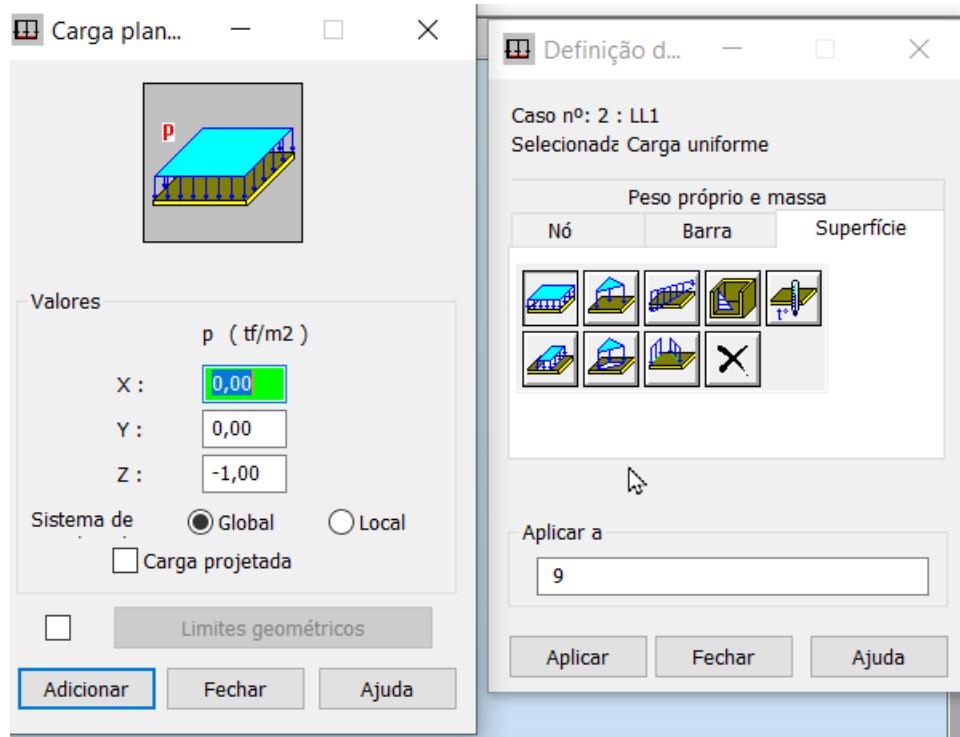


A inserção de eixos e numeração são para facilitar a visualização em plano

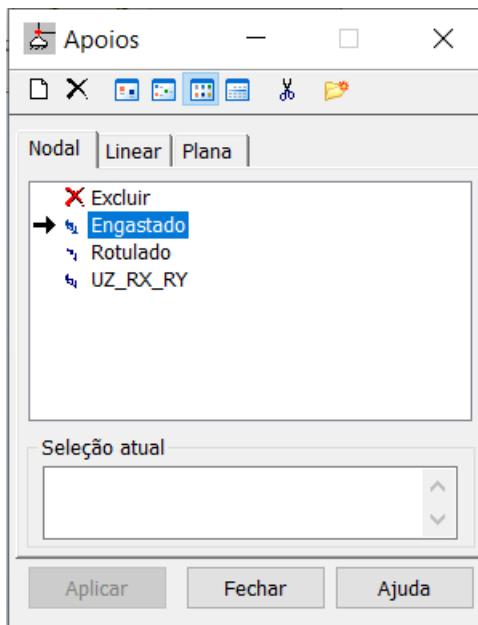


Elementos estruturais

Com as atribuições feitas, a inserção da laje, a inclusão dos carregamentos externos, neste caso um carga sobre a laje são necessários.



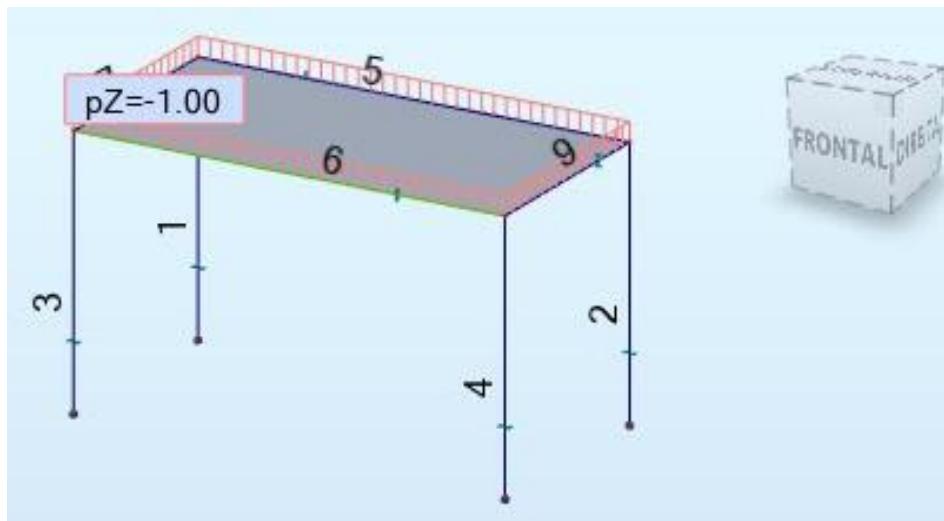
As considerações de apoio do pórtico especial a ser adotado aqui será do tipo engastado.



Processamento do modelo

Todo o software de análise estrutural por meio de seu solver vai disponibilizar, após o seu processamento, as informações necessárias ao projetista estrutural para o seu dimensionamento e detalhamento.

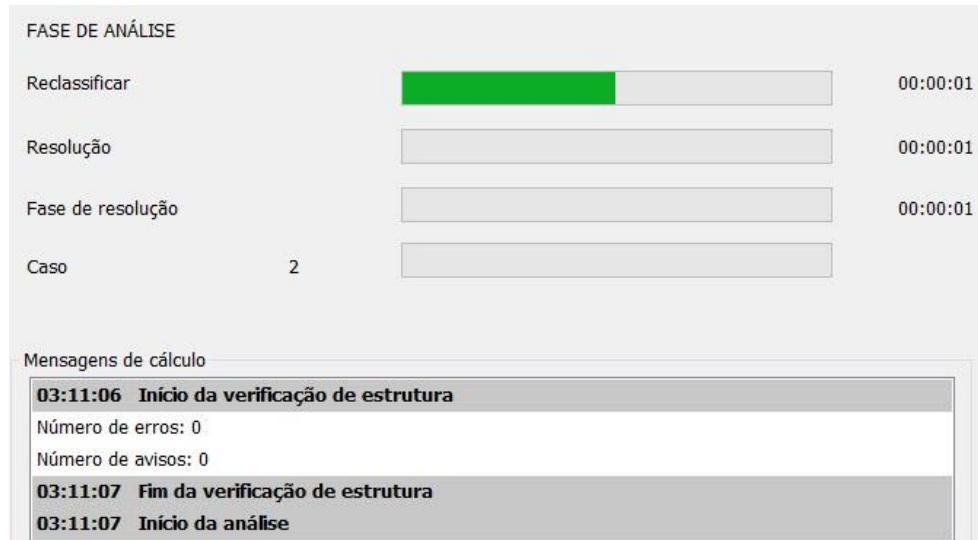
Na fase de dimensionamento é que o normativo é imprescindível, pois é nele que estão as restrições de comportamento conforme é o esforço interno obtido, sejam os seccionais ou os de superfície.



Cargas

A natureza dos carregamentos utilizados são:

- morto
- Ativa
 - Sendo 1,00 tf/m²



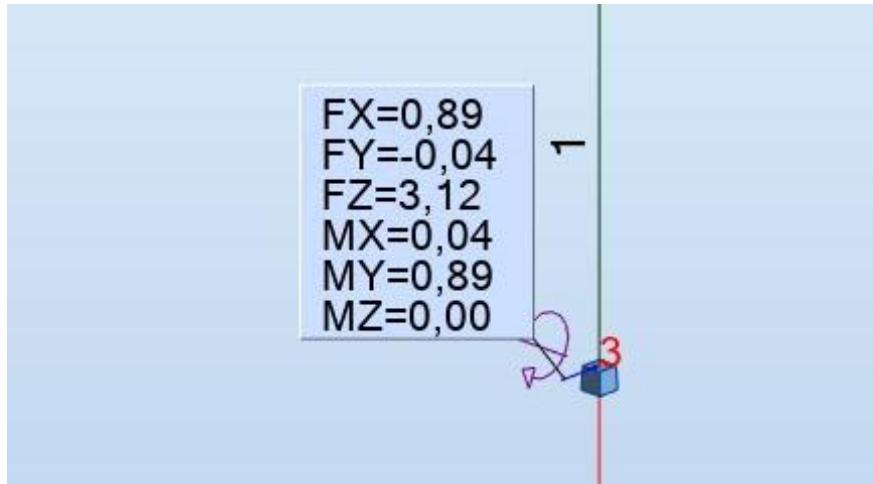
Processamento

A análise é do tipo linear.

Montagem do ambiente de dados

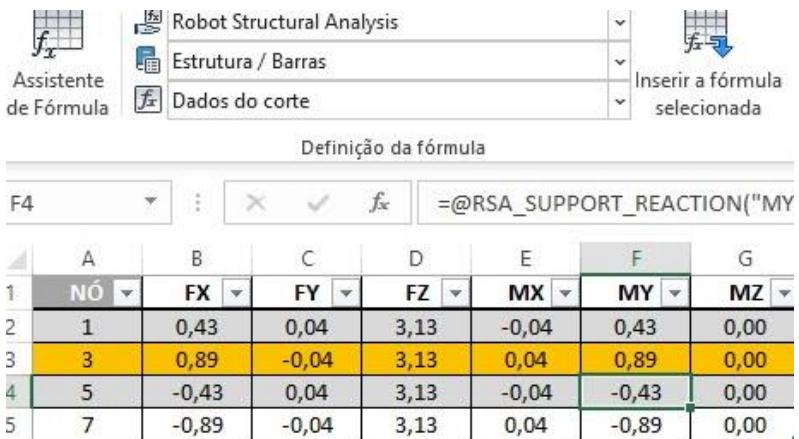
A validação estrutural nada mais é do que atribuir uma situação de capacidade resistente com a de solicitação.

Assim para cada esforço obtido no RSA é possível fazer uma avaliação de dimensionamento, ou seja, existem verificações para elementos fletido, elementos comprimidos/tracionados, elementos em torção ou ainda a associação de todos eles.



Cargas

Estes são os valores obtidos pela análise estática linear no RSA.
Reações no nó 3.



Definição da fórmula

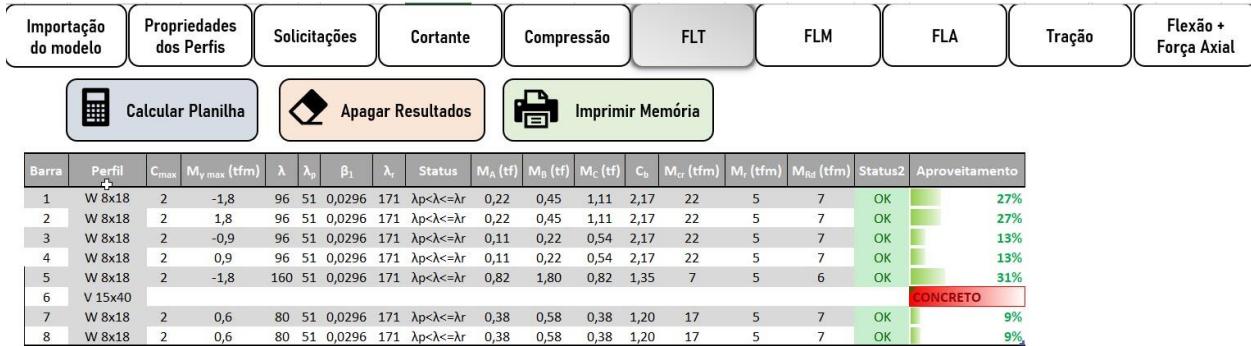
	A	B	C	D	E	F	G
1	NÓ	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	1	0,43	0,04	3,13	-0,04	0,43	0,00
3	3	0,89	-0,04	3,13	0,04	0,89	0,00
4	5	-0,43	0,04	3,13	-0,04	-0,43	0,00
5	7	-0,89	-0,04	3,13	0,04	-0,89	0,00

Results connect

Os resultados são lidos de forma automática (por inserção dos dados de barra ou nó) ou de forma manual selecionando em tempo real o nó ou a barra com o Excel e o RSA aberto.

Como qualquer planilha eletrônica é possível montar expressões de testes.

Nesta palestra mostramos a funcionalidade em um planilha montada para a NBR 6118 e NBR 8800.



Barra	Perfil	C _{max}	M _y max (tfm)	λ	λ _p	β ₁	λ _r	Status	M _A (tf)	M _B (tf)	M _C (tf)	C _b	M _{cr} (tfm)	M _r (tfm)	M _{BD} (tfm)	Status2	Aproveitamento
1	W 8x18	2	-1,8	96	51	0,0296	171	λ _p <λ<=λ _r	0,22	0,45	1,11	2,17	22	5	7	OK	27%
2	W 8x18	2	1,8	96	51	0,0296	171	λ _p <λ<=λ _r	0,22	0,45	1,11	2,17	22	5	7	OK	27%
3	W 8x18	2	-0,9	96	51	0,0296	171	λ _p <λ<=λ _r	0,11	0,22	0,54	2,17	22	5	7	OK	13%
4	W 8x18	2	0,9	96	51	0,0296	171	λ _p <λ<=λ _r	0,11	0,22	0,54	2,17	22	5	7	OK	13%
5	W 8x18	2	-1,8	160	51	0,0296	171	λ _p <λ<=λ _r	0,82	1,80	0,82	1,35	7	5	6	OK	31%
6	V 15x40															CONCRETO	
7	W 8x18	2	0,6	80	51	0,0296	171	λ _p <λ<=λ _r	0,38	0,58	0,38	1,20	17	5	7	OK	9%
8	W 8x18	2	0,6	80	51	0,0296	171	λ _p <λ<=λ _r	0,38	0,58	0,38	1,20	17	5	7	OK	9%

Veja mais detalhes nesta *playlist*:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLguci9xktG2EnD7BFT-AhDfgcnXyZnSeb>

Agradecimentos

Quero externar minha gratidão a cada um de vocês que me acompanhou nesta Palestra, à Luciana Klein por ter sido minha mentora e à Autodesk por ter nos dado essa oportunidade.

Um agradecimento especial ao Eng. Matheus Henrique Sabadin
em nossos estudos sobre Visual Basic e inserção das NBR's no Robot Structural Analysis.

Obrigado!

Li Chong Lee.