

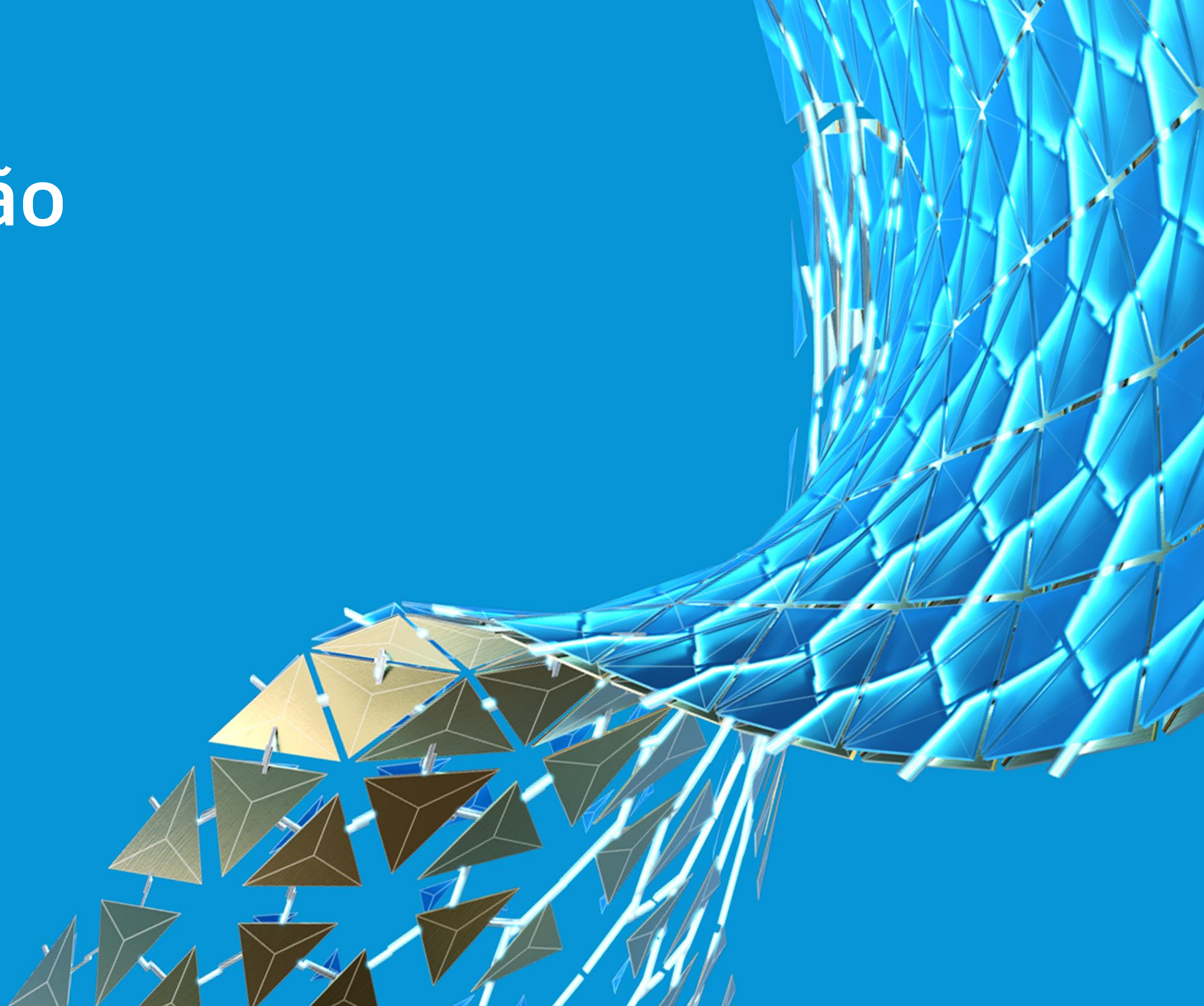
# CES472103 – Dicas e Truques do Robot Structural Analysis no uso e para as NBR's

**Li Chong Lee Bacelar de Castro**

Autodesk Expert Elite |  lichonglee  lichong\_lee



# Apresentação







## Sobre o palestrante

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.

# Dicas e Truques do Robot Structural Analysis (RSA) no uso e para as NBR's

O RSA é versátil no cálculo de estruturas de diversos portes. Como tirar vantagem das suas ferramentas internas para otimizar o processo projetual e de verificações normativas?

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.

# Objetivos

## OBJETIVO 1

Entender a aplicação do suplemento no Excel do RSA para internalizar rotinas personalizadas

## OBJETIVO 2

Descrever as melhores práticas concepção, cálculo e dimensionamento de estruturas de concreto armado

## OBJETIVO 3

Descrever as melhores práticas concepção, cálculo e dimensionamento de estruturas em aço

## OBJETIVO 4

Conceber um padrão para uso do Excel e o RSA

# Estudo de caso: Prova de conceito

Atualmente os softwares impulsionam a indústria da construção 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.

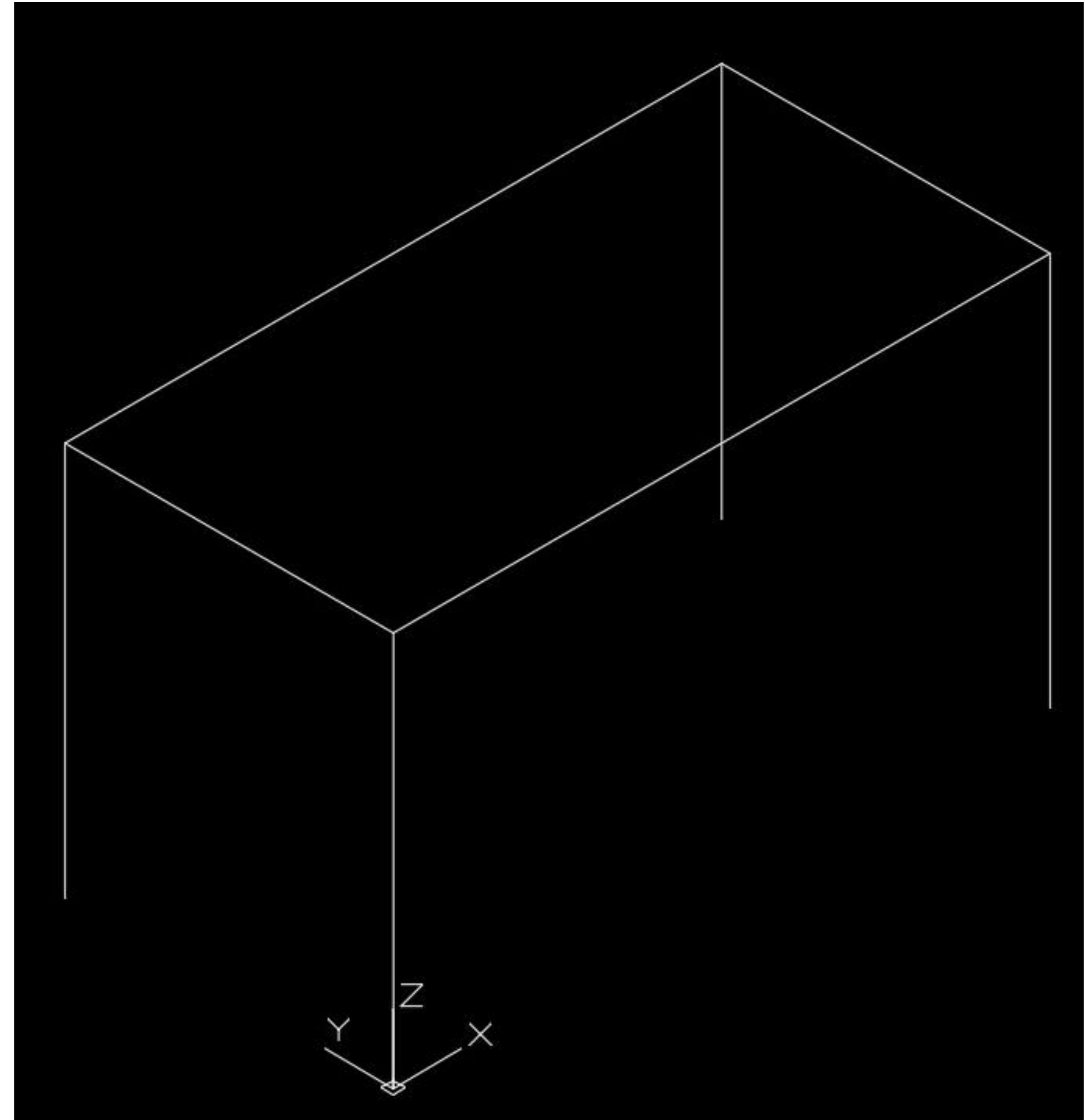
No decorrer dessa palestra você verá como funciona esse processo, suas vantagens e limitações.

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

# 0 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

## 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

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 C

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 B

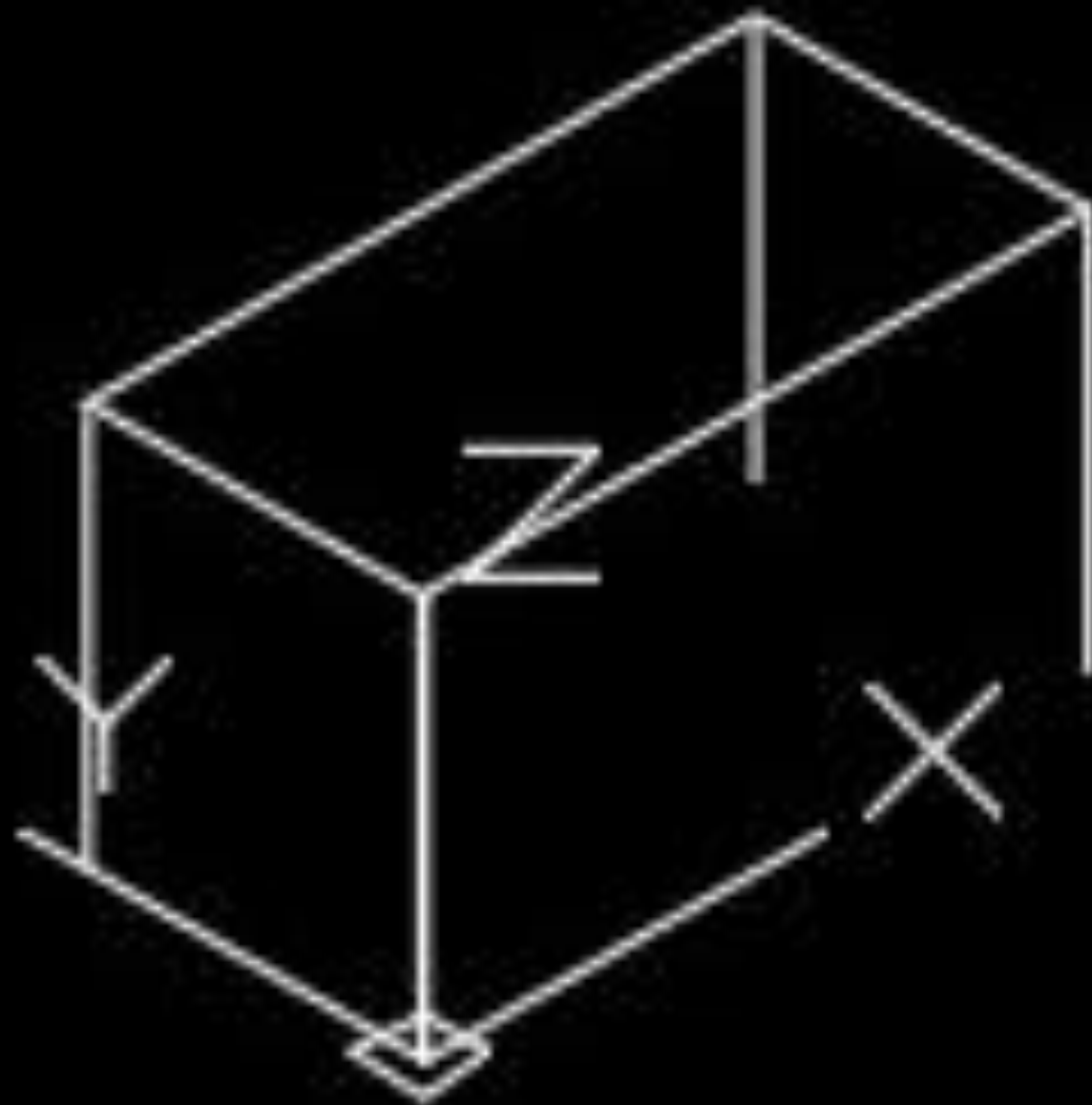
Na abertura do arquivo dwg no Robot é necessário apenas optar pela criação de linhas em barras

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

## FASE D

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

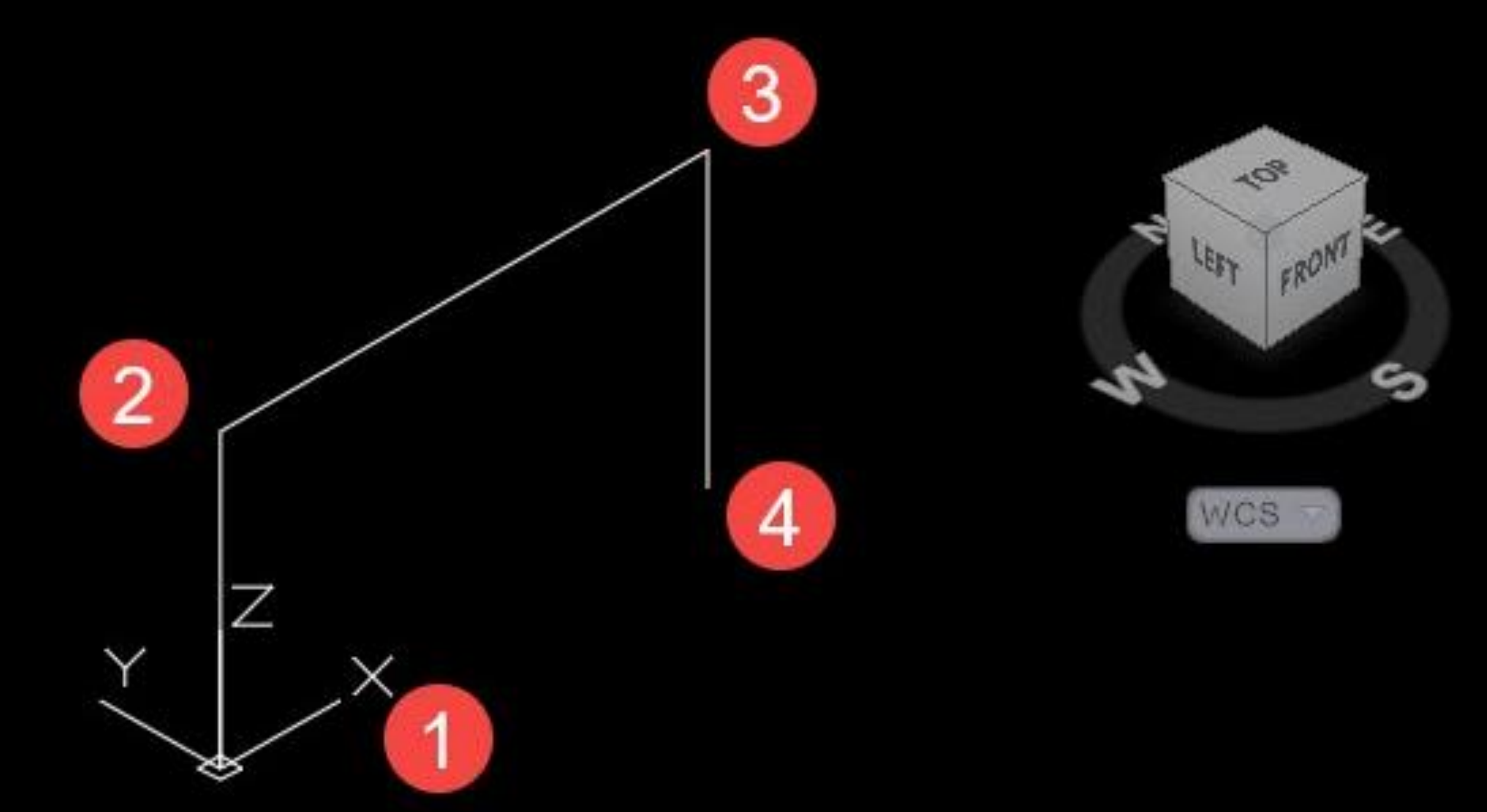


## A concepção

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

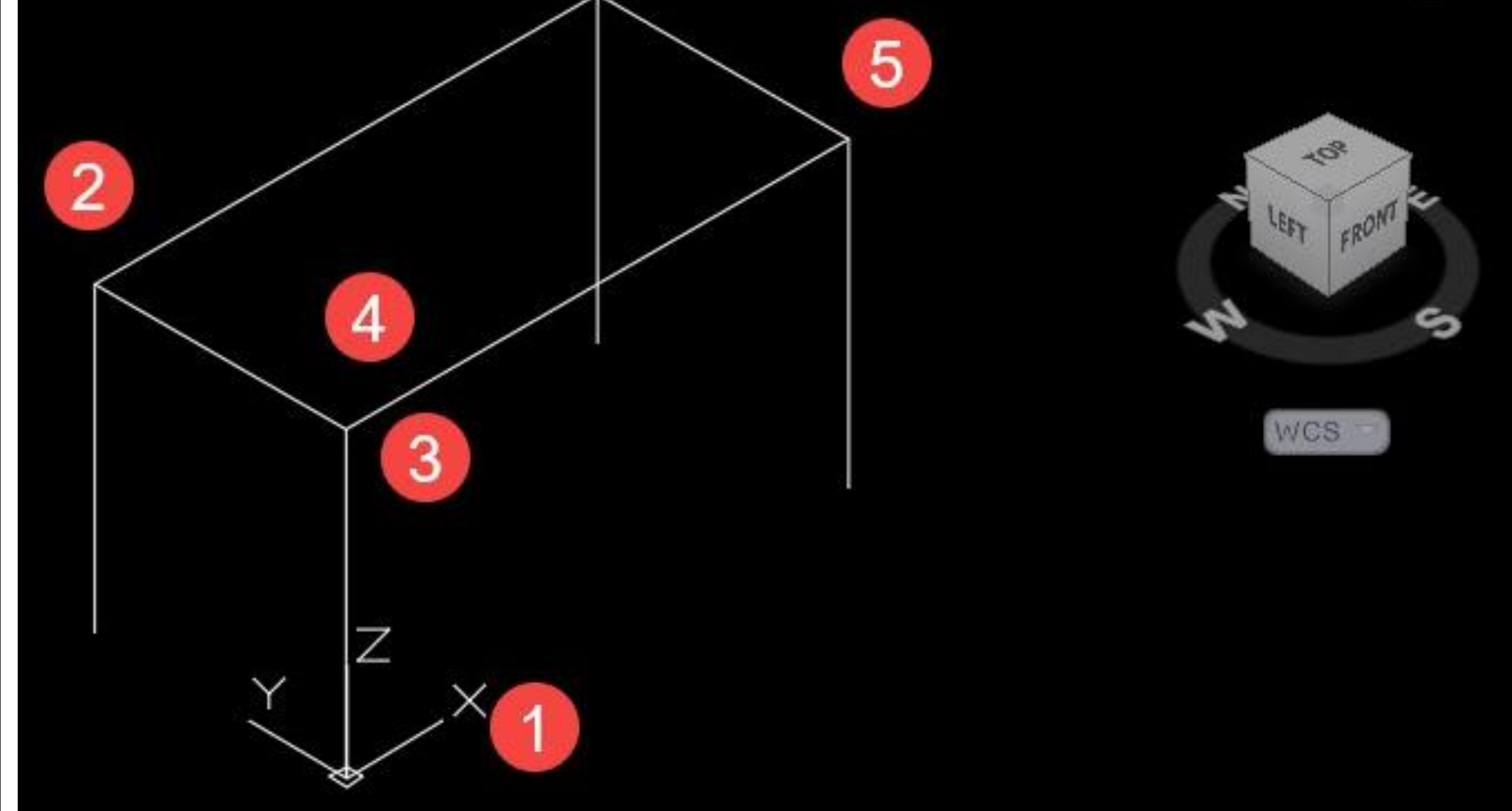
Comando *line*

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

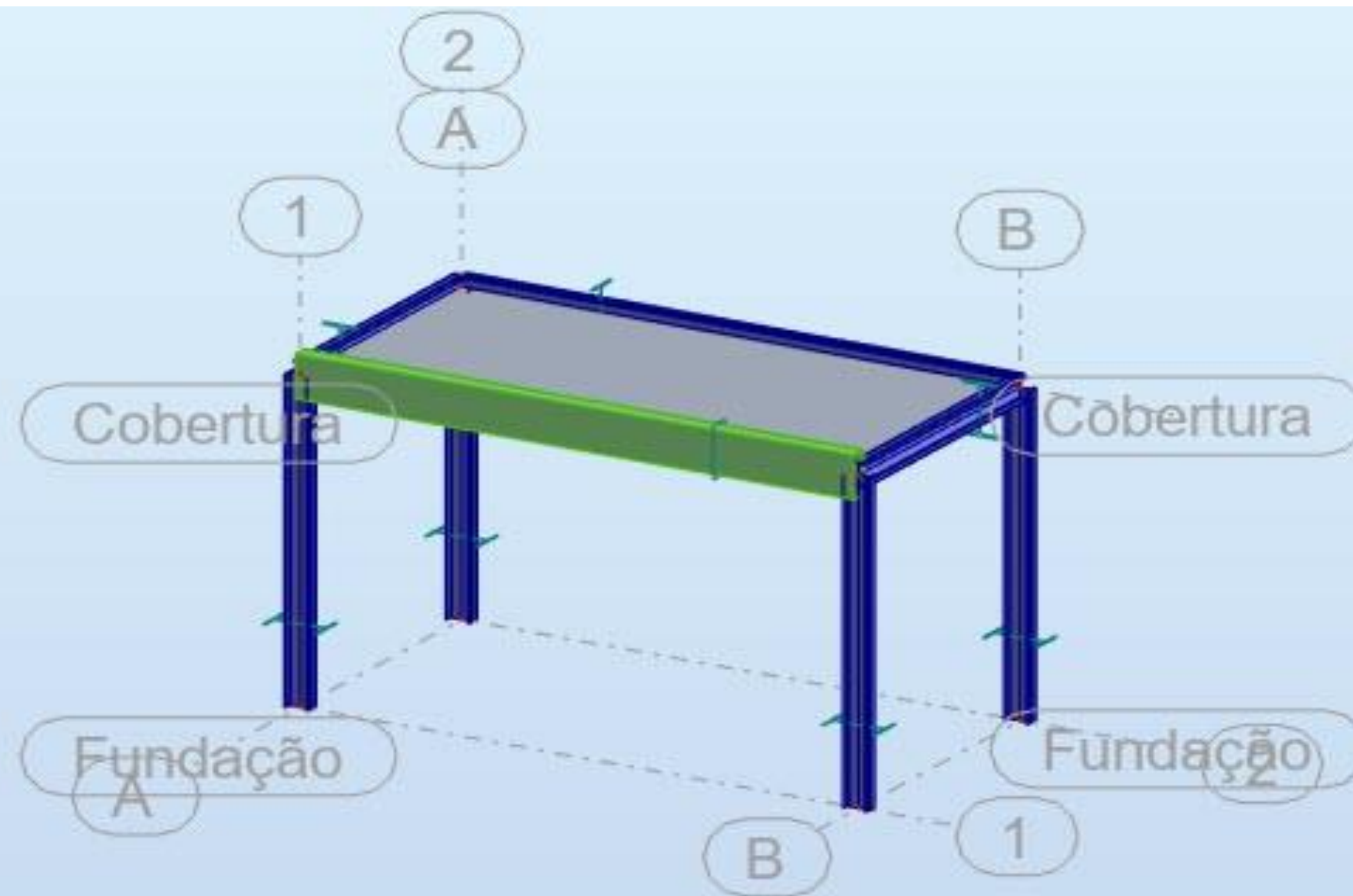
Comando *line*

Passo 3: @0,2.5,0

Comando *copy*

Passo 4: @0,0,3

Passo 5: @5,0,0



## Atribuições estruturais

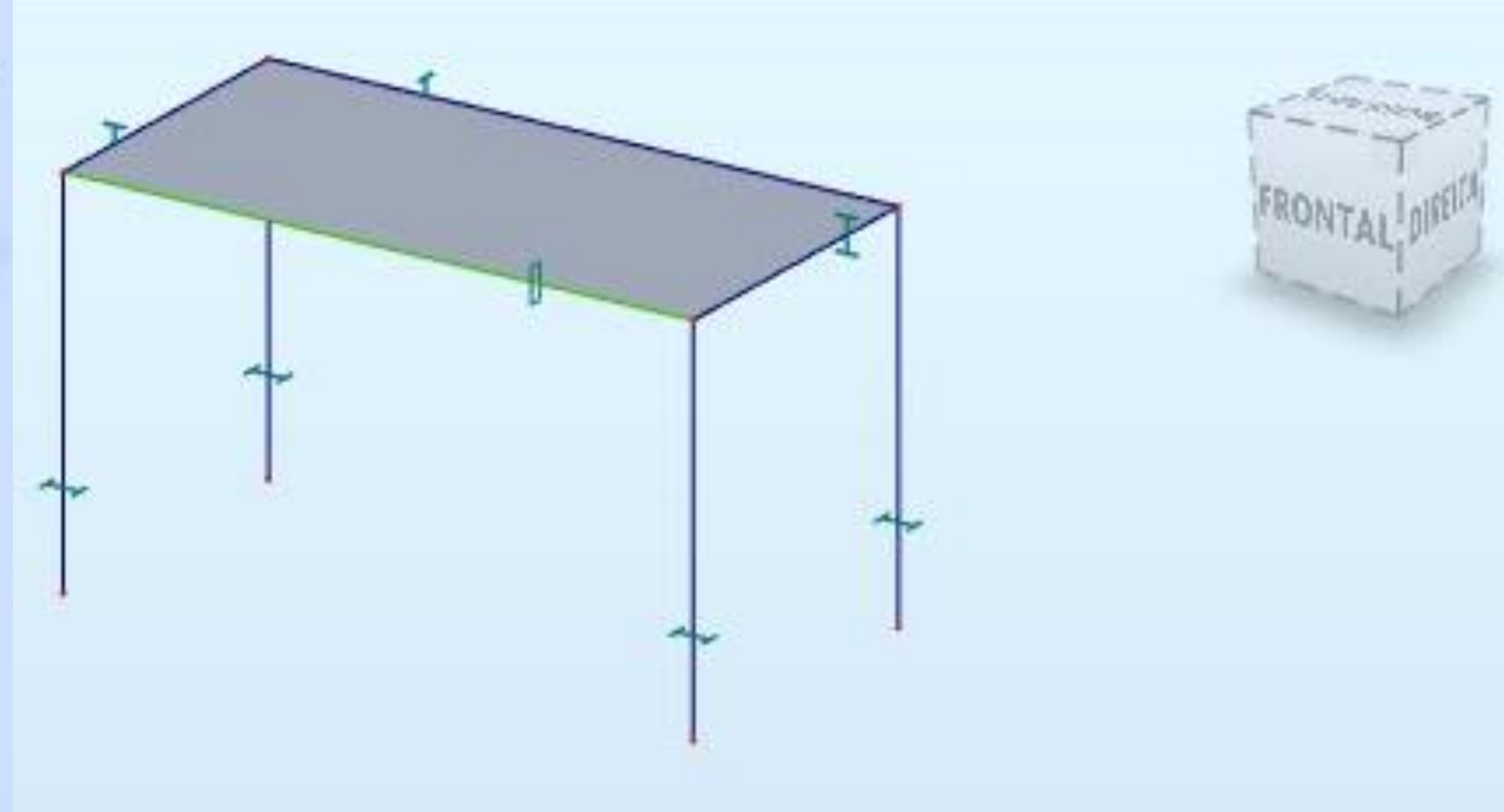
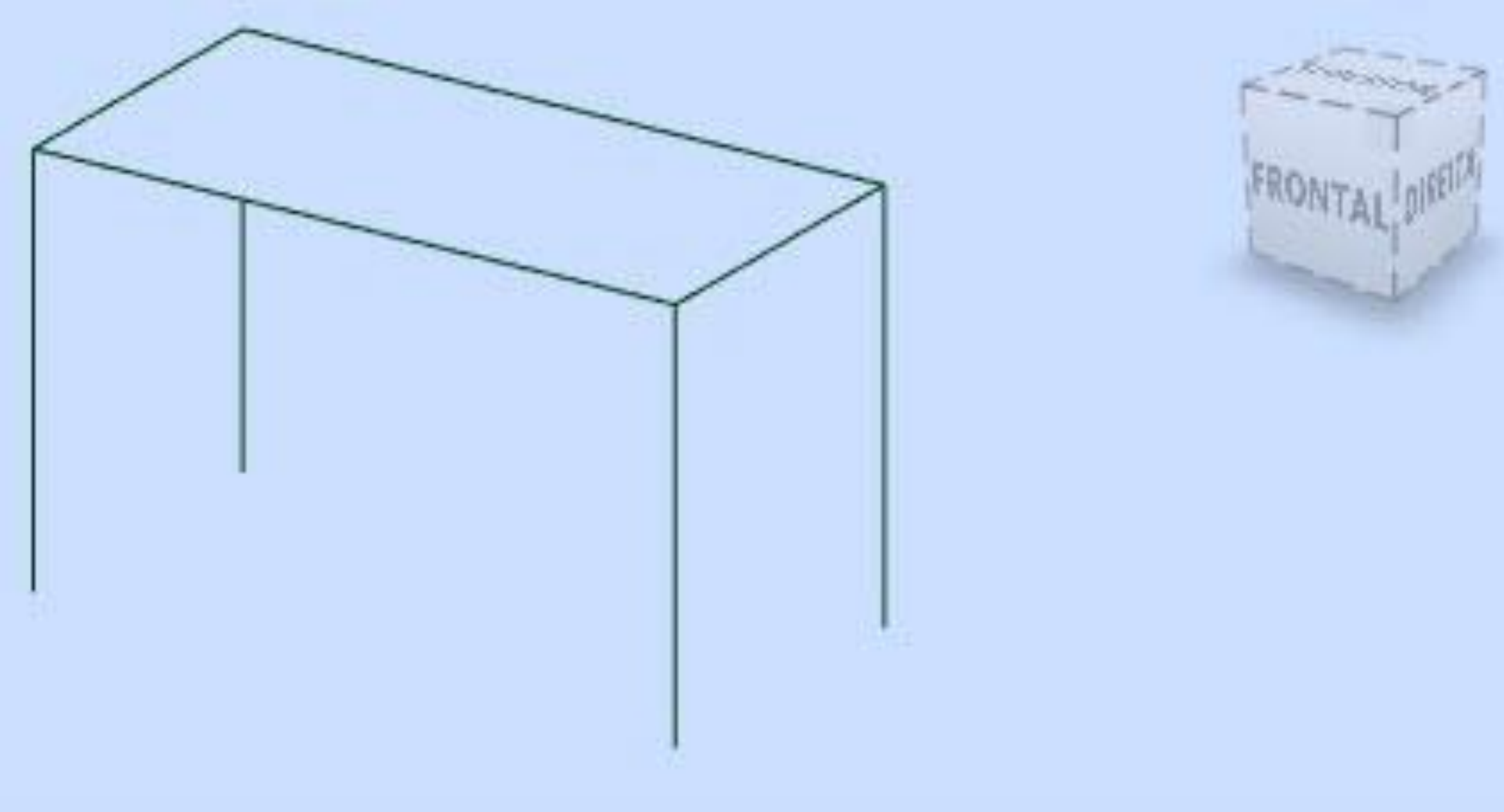
O Robot permite abrir uma grande gama de formatos, dentre eles o dwg.

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

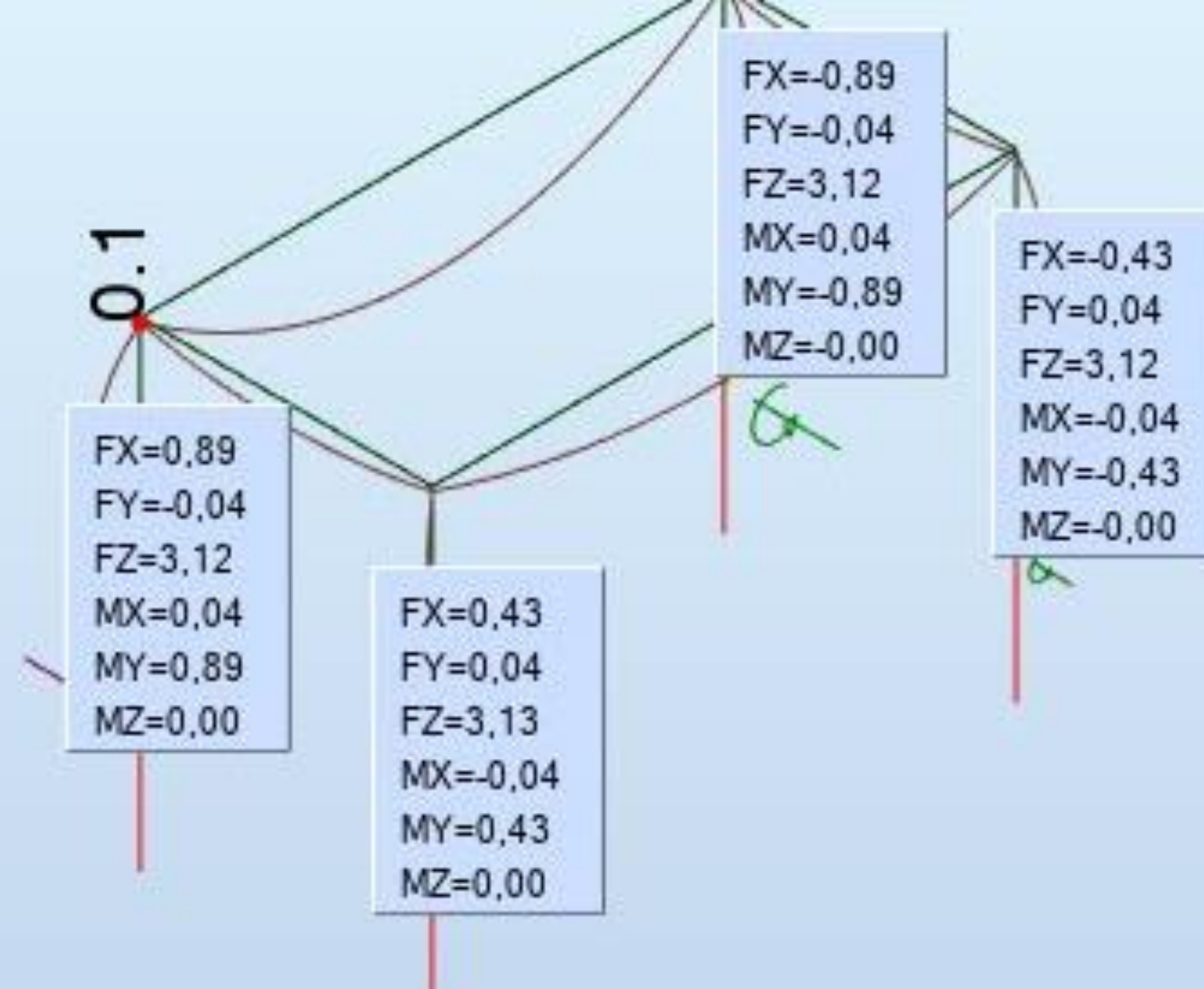
Com o entendimento do RSA que as linhas são elementos de barra é apenas uma questão de atribuição de propriedades para transformar o pórtico espacial em um modelo de análise.

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 uma carga sobre a laje são necessários.

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

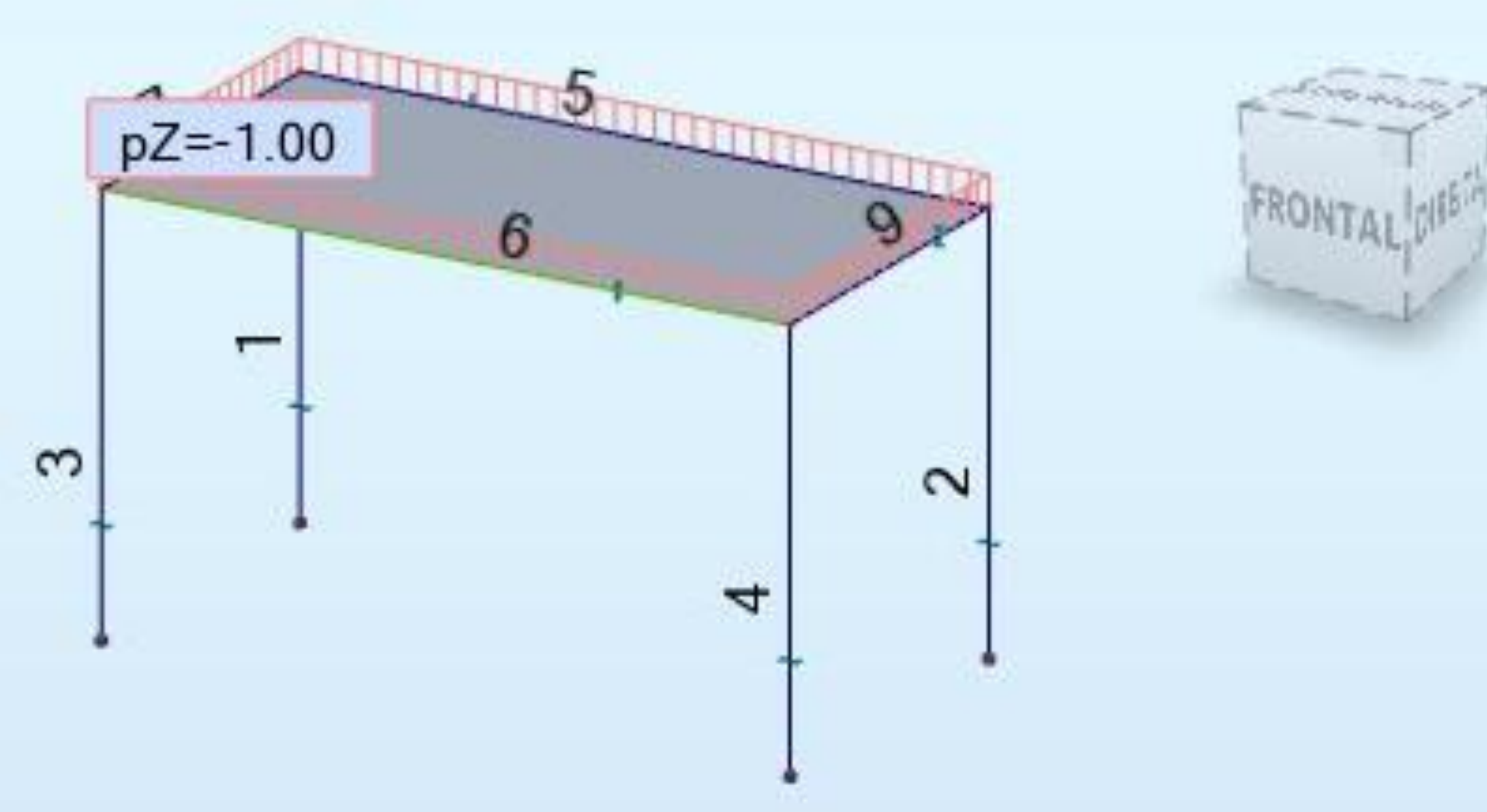


## Processamento do modelo

Todo o software de análise estrutural por meio de seu *solver* vai disponibilizar, após o seu processamentos, 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.





FASE DE ANÁLISE		
Reclassificar	<div><div></div></div>	00:00:01
Resolução	<div><div></div></div>	00:00:01
Fase de resolução	<div><div></div></div>	00:00:01
Caso	2	<div><div></div></div>
Mensagens de cálculo		
03:11:06 Início da verificação de estrutura		
Número de erros: 0		
Número de avisos: 0		
03:11:07 Fim da verificação de estrutura		
03:11:07 Início da análise		

## Cargas

A natureza dos carregamentos utilizados são:

- morto
- Ativa
  - Sendo 1,00 tf/m<sup>2</sup>

## Processamento

A análise é do tipo linear

Importação do modelo

Propriedades dos Perfis

Solicitações

Cortante

Compressão

FLT

FLM

FLA

Tração

Flexão + Força Axial

Calcular Planilha

Apagar Resultados

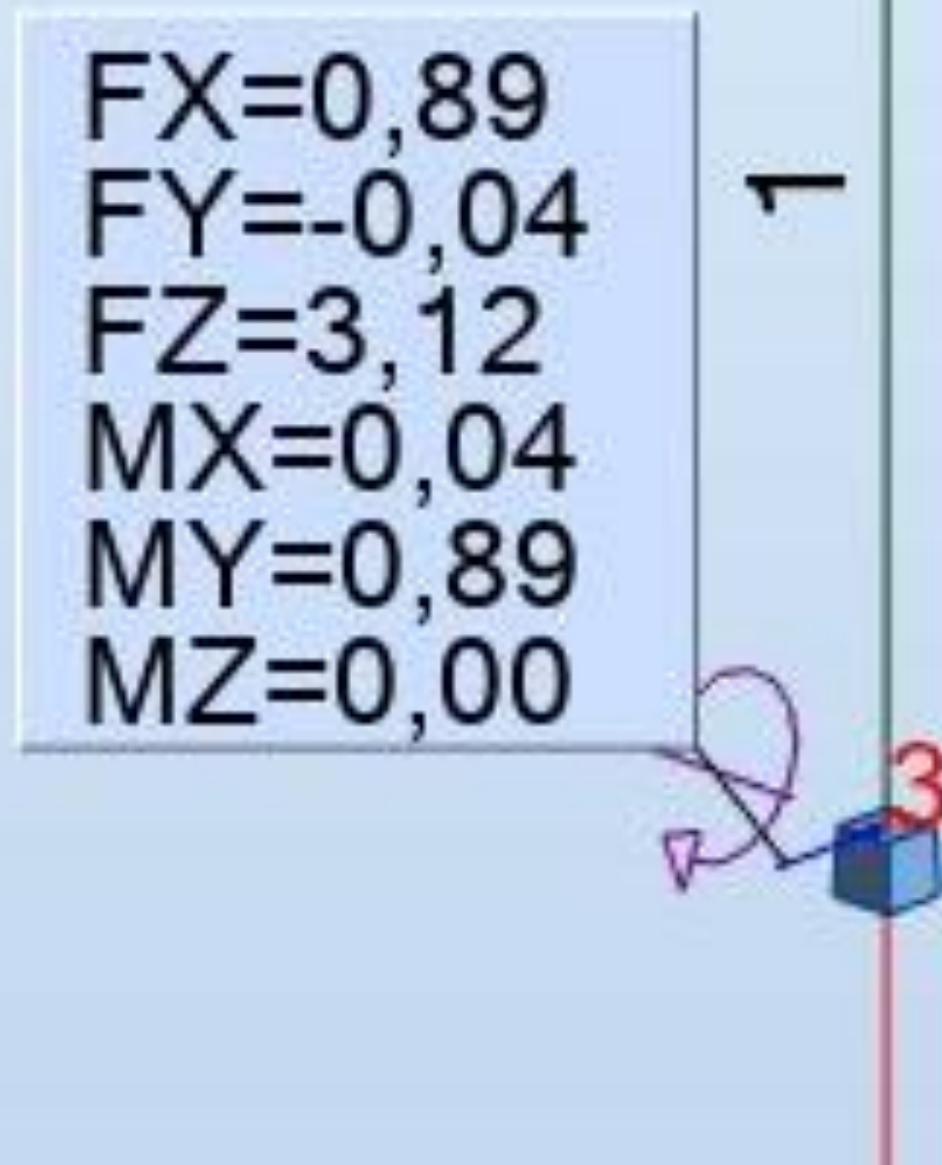
Imprimir Memória

Barra	Perfil	C <sub>max</sub>	M <sub>y max</sub> (tfm)	λ	λ <sub>p</sub>	β <sub>1</sub>	λ <sub>r</sub>	Status	M <sub>A</sub> (tf)	M <sub>B</sub> (tf)	M <sub>C</sub> (tf)	C <sub>b</sub>	M <sub>cr</sub> (tfm)	M <sub>r</sub> (tfm)	M <sub>Rd</sub> (tfm)	Status2	Aproveitamento
1	W 8x18	2	-1,8	96	51	0,0296	171	λ <sub>p</sub> <λ<=λ <sub>r</sub>	0,22	0,45	1,11	2,17	22	5	7	OK	<div></div> 27%
2	W 8x18	2	1,8	96	51	0,0296	171	λ <sub>p</sub> <λ<=λ <sub>r</sub>	0,22	0,45	1,11	2,17	22	5	7	OK	<div></div> 27%
3	W 8x18	2	-0,9	96	51	0,0296	171	λ <sub>p</sub> <λ<=λ <sub>r</sub>	0,11	0,22	0,54	2,17	22	5	7	OK	<div></div> 13%
4	W 8x18	2	0,9	96	51	0,0296	171	λ <sub>p</sub> <λ<=λ <sub>r</sub>	0,11	0,22	0,54	2,17	22	5	7	OK	<div></div> 13%
5	W 8x18	2	-1,8	160	51	0,0296	171	λ <sub>p</sub> <λ<=λ <sub>r</sub>	0,82	1,80	0,82	1,35	7	5	6	OK	<div></div> 31%
6	V 15x40																CONCRETO
7	W 8x18	2	0,6	80	51	0,0296	171	λ <sub>p</sub> <λ<=λ <sub>r</sub>	0,38	0,58	0,38	1,20	17	5	7	OK	<div></div> 9%
8	W 8x18	2	0,6	80	51	0,0296	171	λ <sub>p</sub> <λ<=λ <sub>r</sub>	0,38	0,58	0,38	1,20	17	5	7	OK	<div></div> 9%

# 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.





Robot Structural Analysis

Estrutura / Barras

Dados do corte

Inserir a fórmula selecionada

Definição da fórmula

F4

$f_x$

$=@RSA\_SUPPORT\_REACTION("MY$

	A	B	C	D	E	F	G
	NÓ	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1							
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

## RSA

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

Reações no nó 3.

## 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.

**“Insanidade é continuar  
fazendo sempre a mesma  
coisa e esperar resultados  
diferentes”**

Dito popular





Autodesk and the Autodesk logo are registered trademarks or trademarks of Autodesk, Inc., and/or its subsidiaries and/or affiliates in the USA and/or other countries. All other brand names, product names, or trademarks belong to their respective holders. Autodesk reserves the right to alter product and services offerings, and specifications and pricing at any time without notice, and is not responsible for typographical or graphical errors that may appear in this document.

© 2020 Autodesk. All rights reserved.

