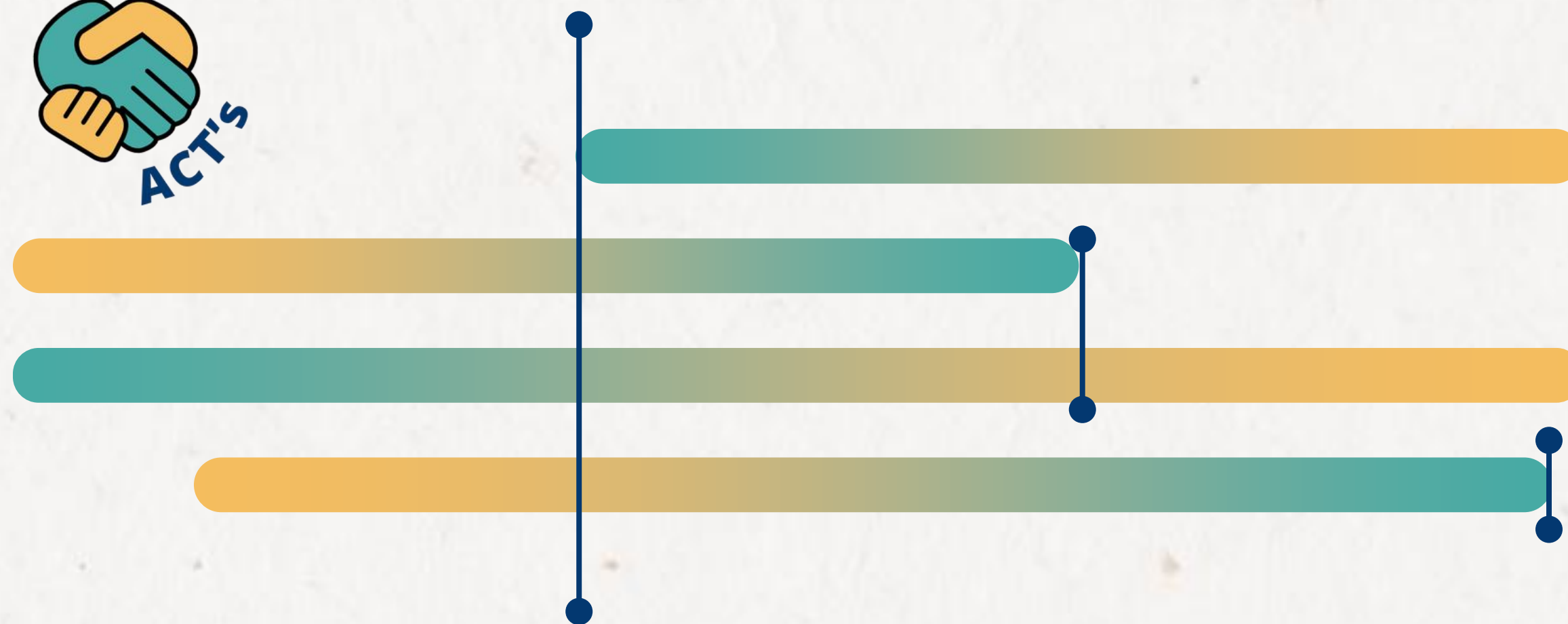
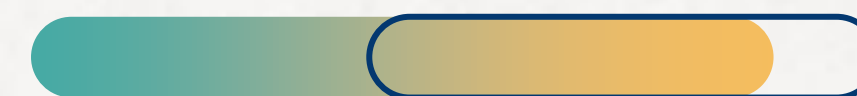


Inovação e Eficiência

com BIM



Resultado do Acordo de Cooperação Técnica



Apoio:



realização:



Oficina de cálculo com o SCIA Engineer

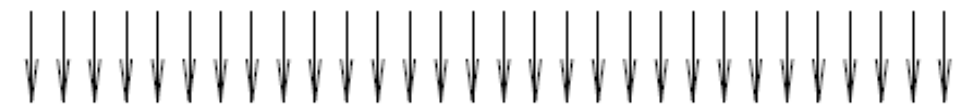
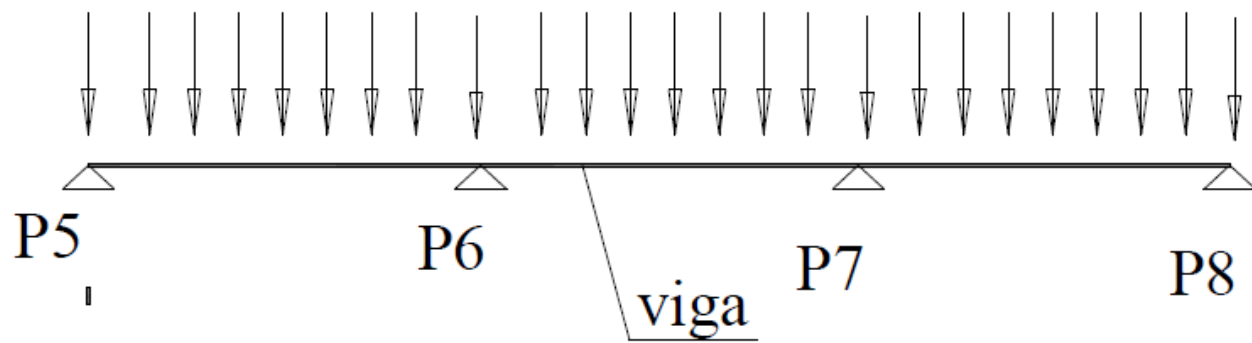
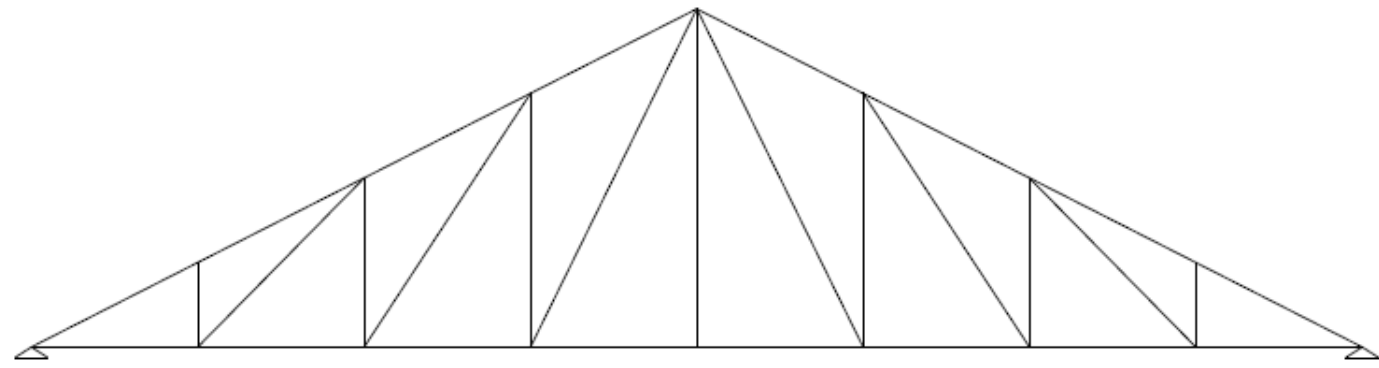
INTEGRAÇÃO DO CÁLCULO ESTRUTURAL NO BIM

Eng. MSc Rodrigo Couto da Costa

Inovação e
Eficiência

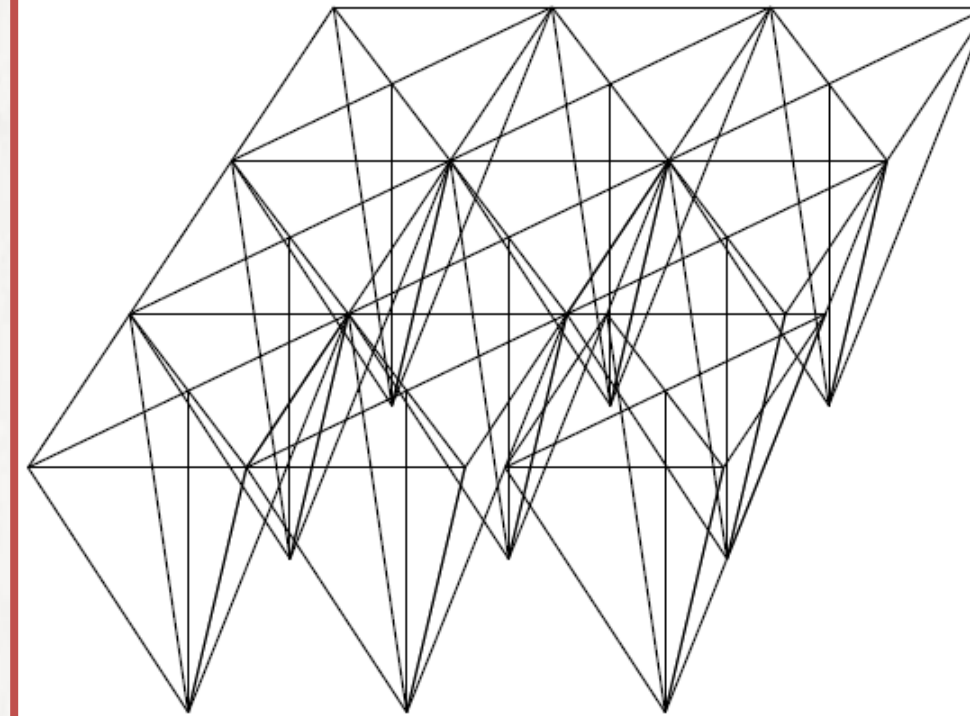
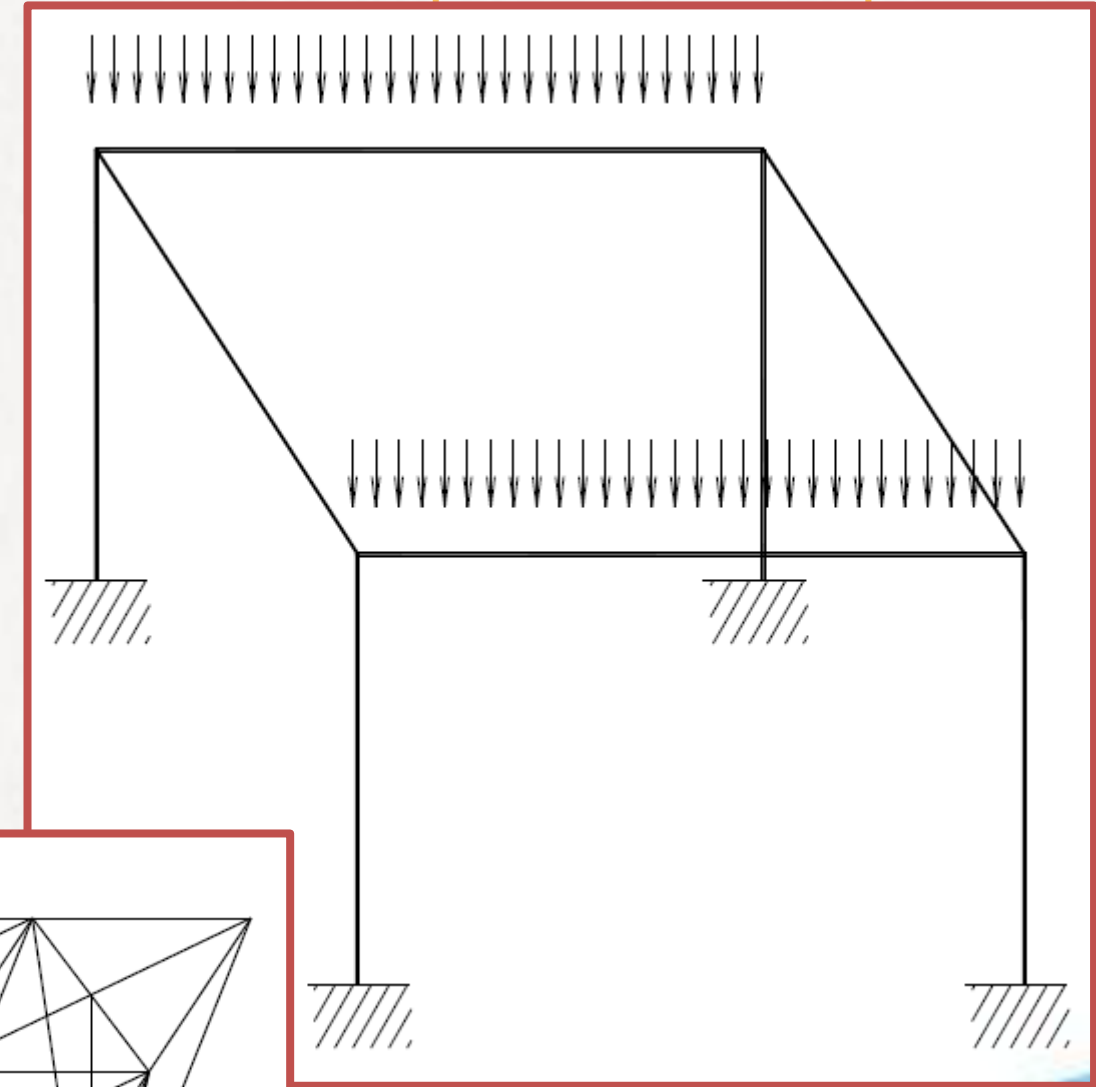


ESTRUTURAS EM GERAL



Estruturas planas (2D)

Estruturas espaciais (3D)

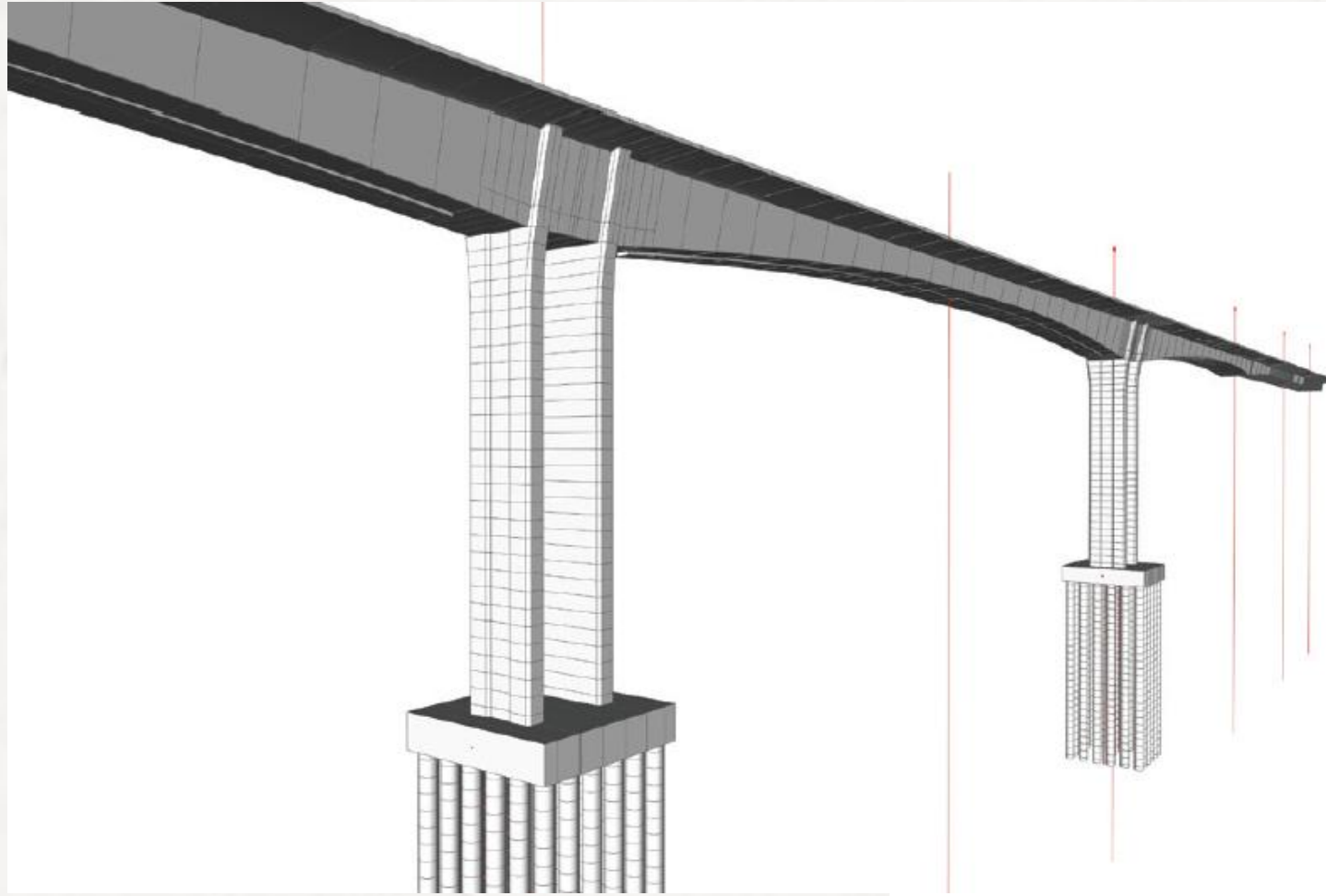


TRELIÇA ESPACIAL

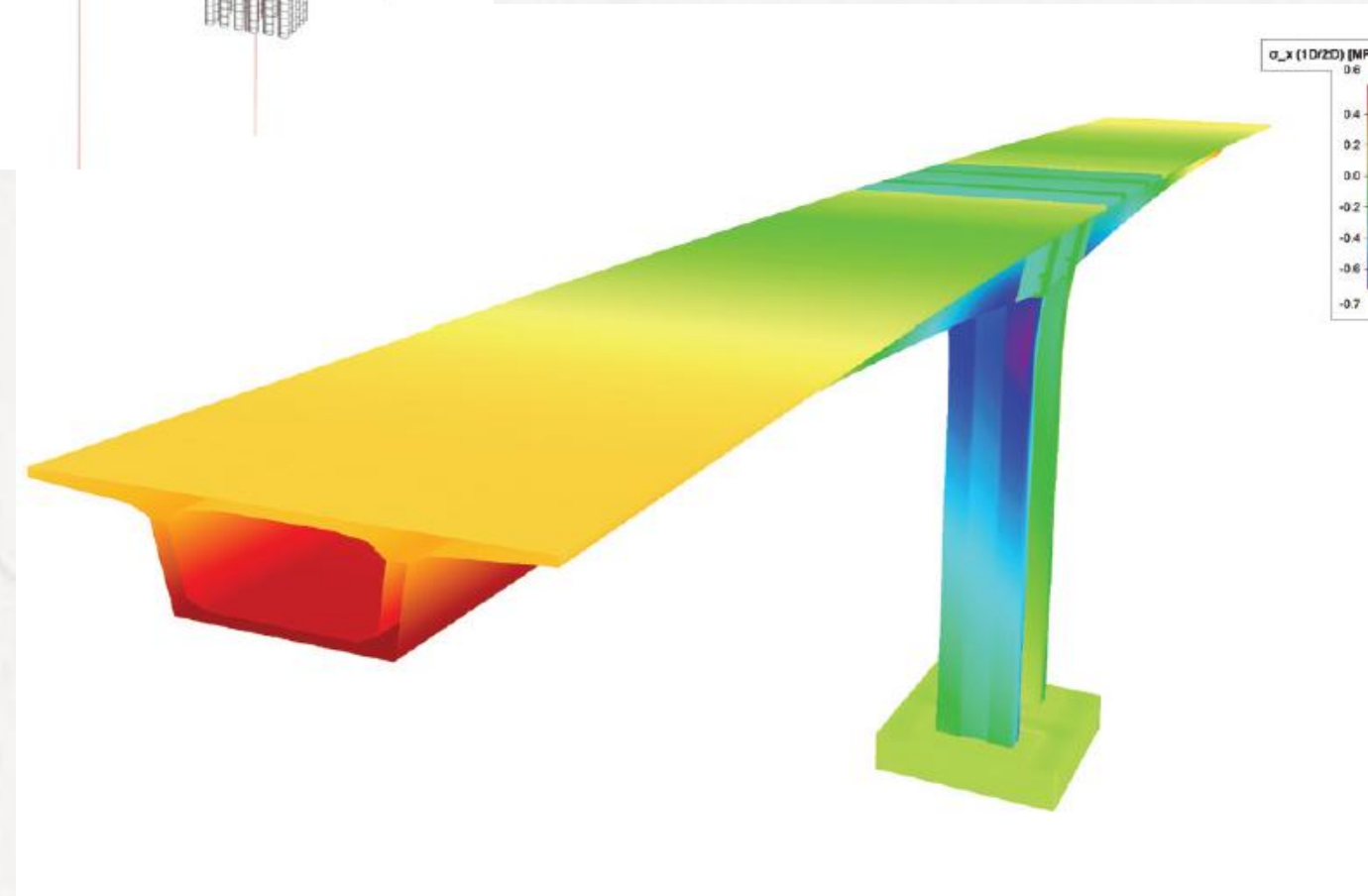
**Inovação e
Eficiência**



ESTRUTURAS DE OAEs



Sendo uma estrutura mais simples ou mais complexa, como uma OAE, os princípios fundamentais de cálculo serão os mesmos.

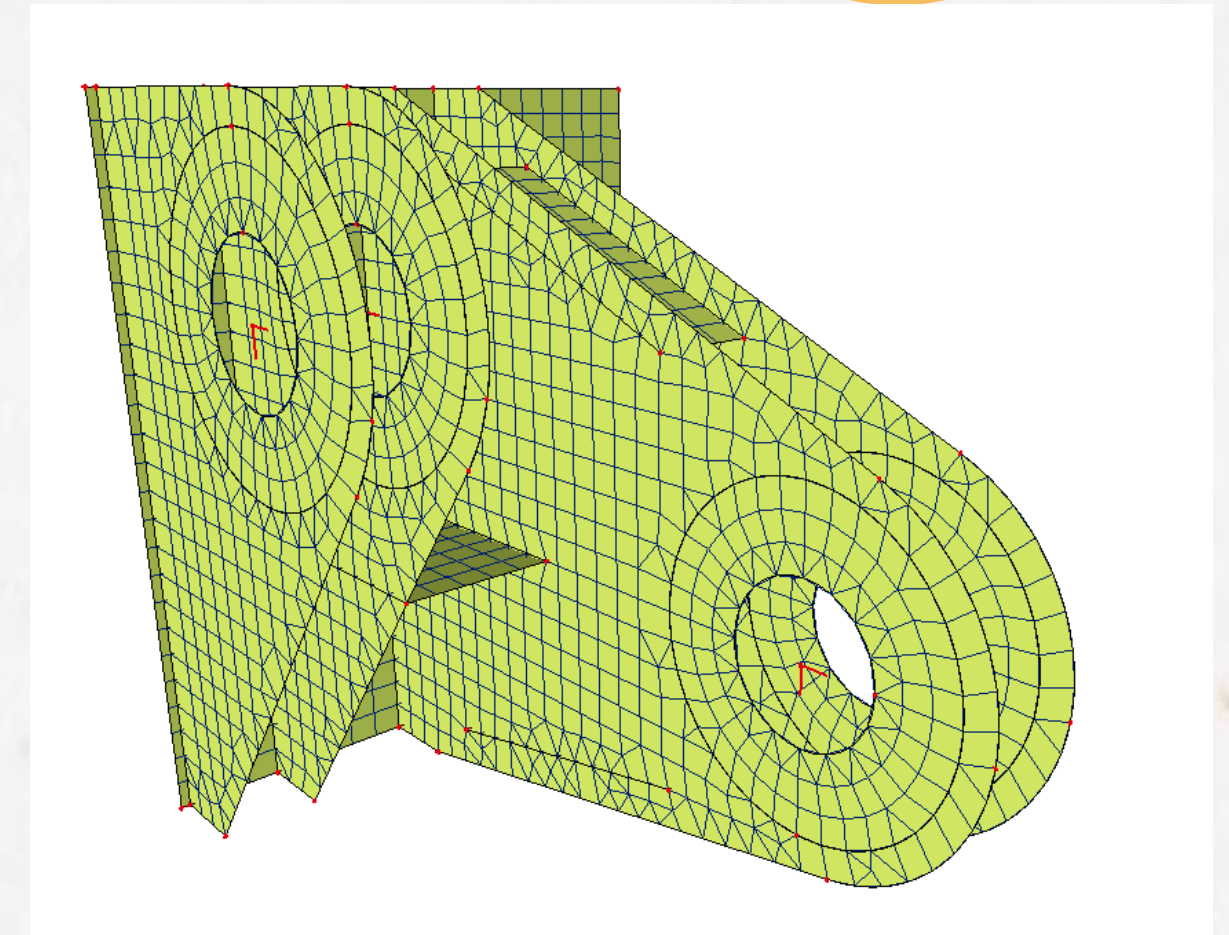
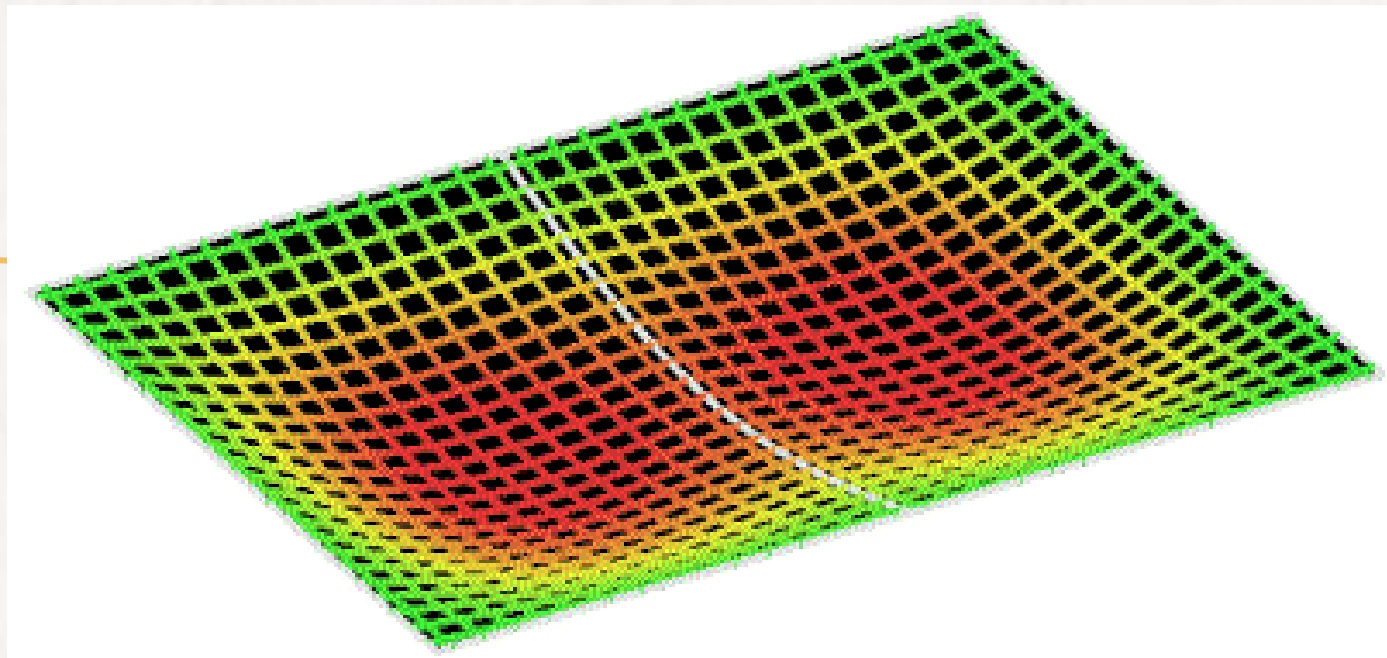


Como solucionar de forma eficiente?

MÉTODOS NUMÉRICOS

Mais comuns para Engenharia de estruturas:

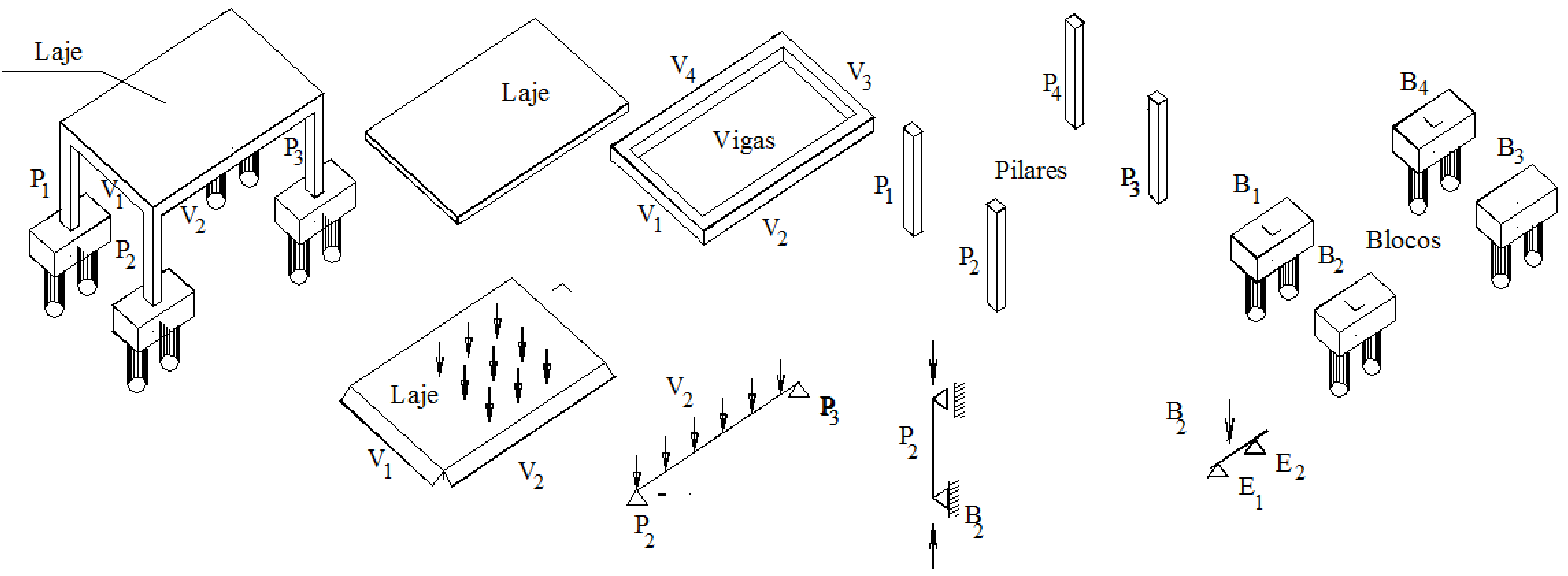
- Analogia de grelha
- Método dos Elementos Finitos (MEF ou FEM em inglês)





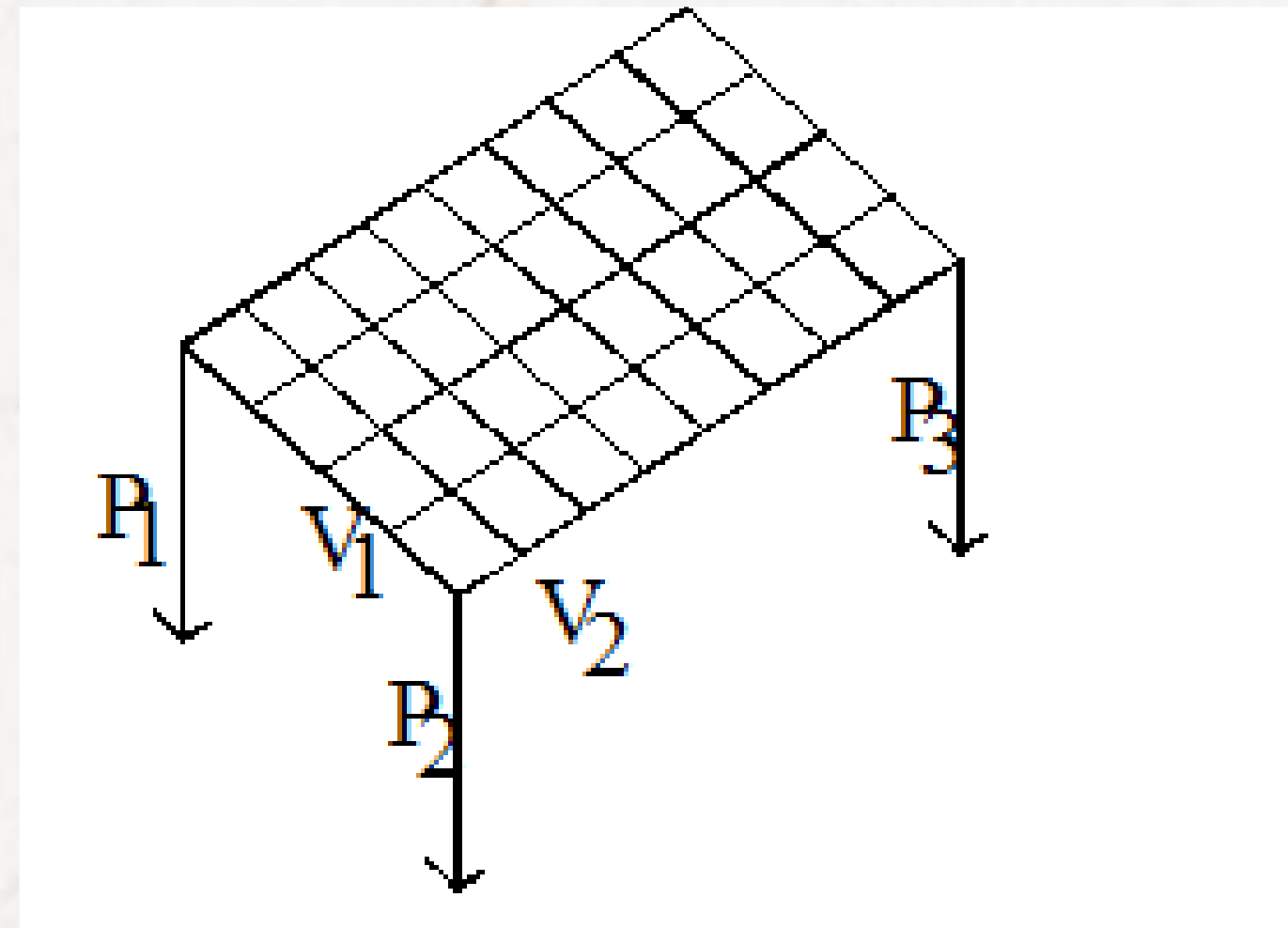
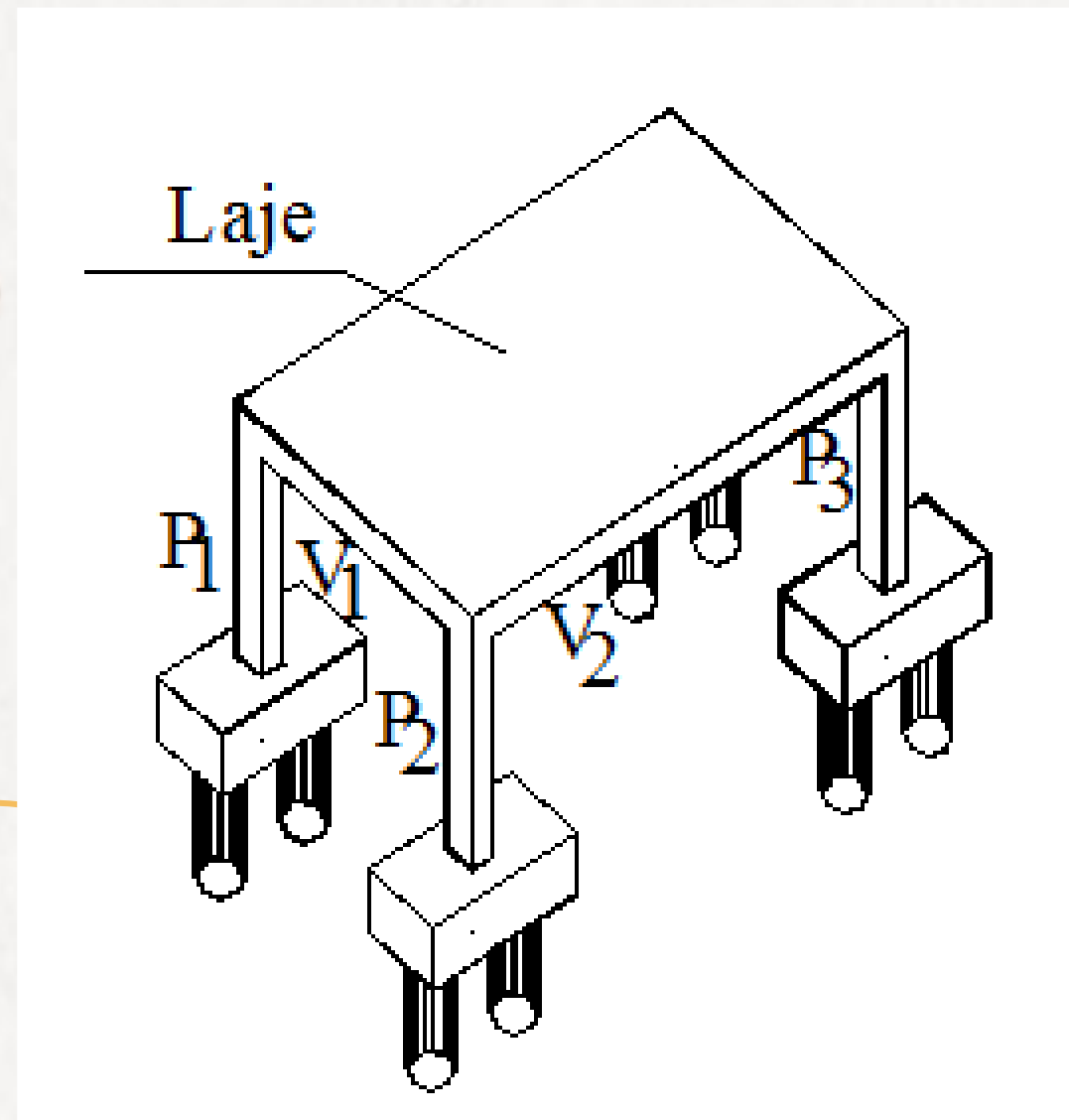
Método dos Elementos Finitos - MEF

Metodologia para elementos lineares:



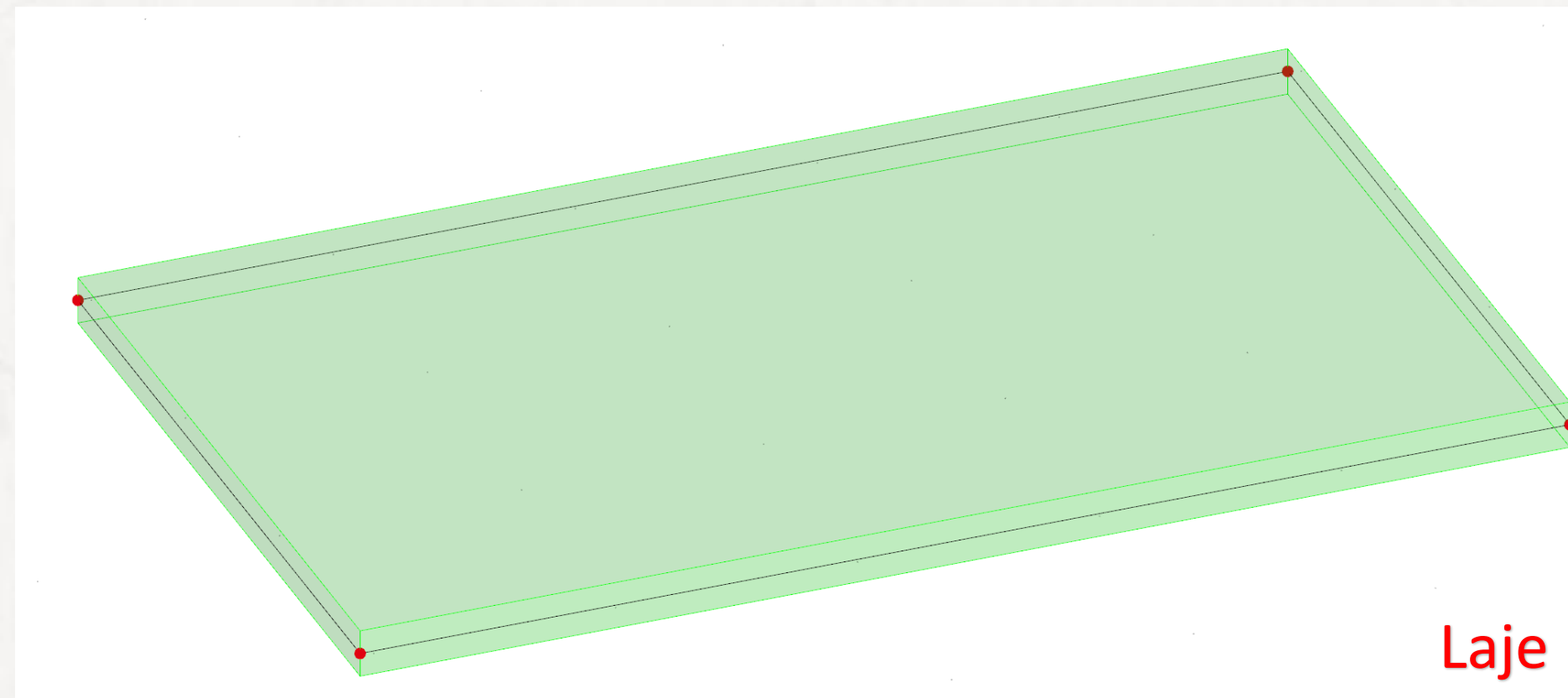
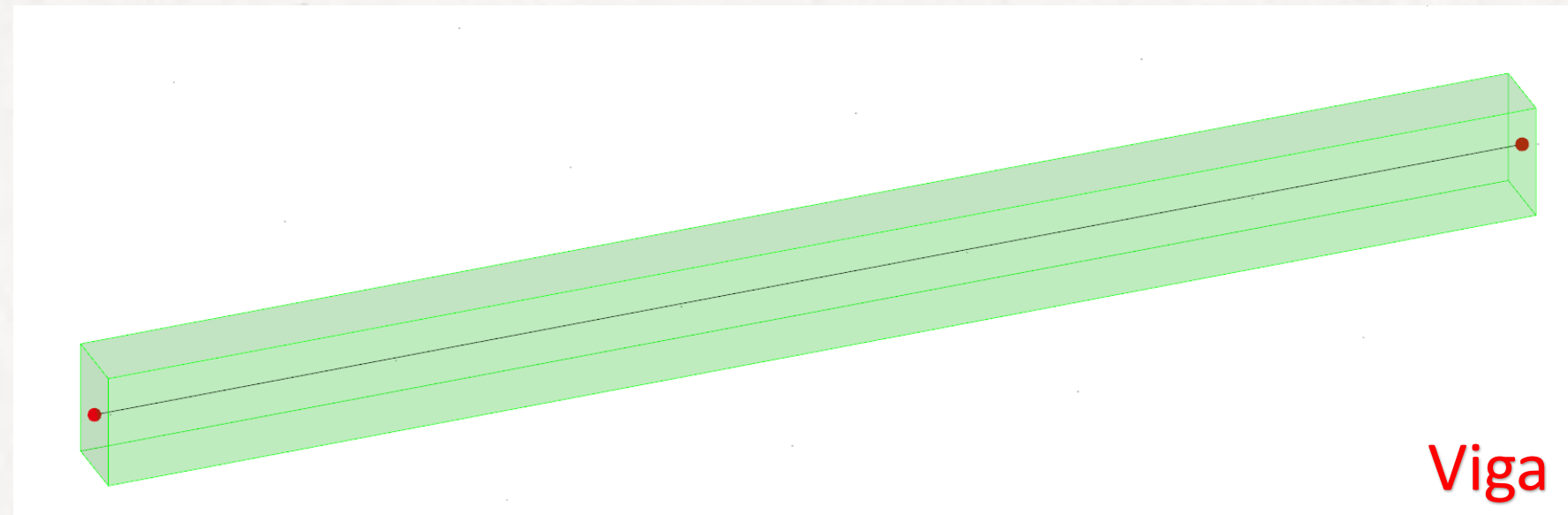
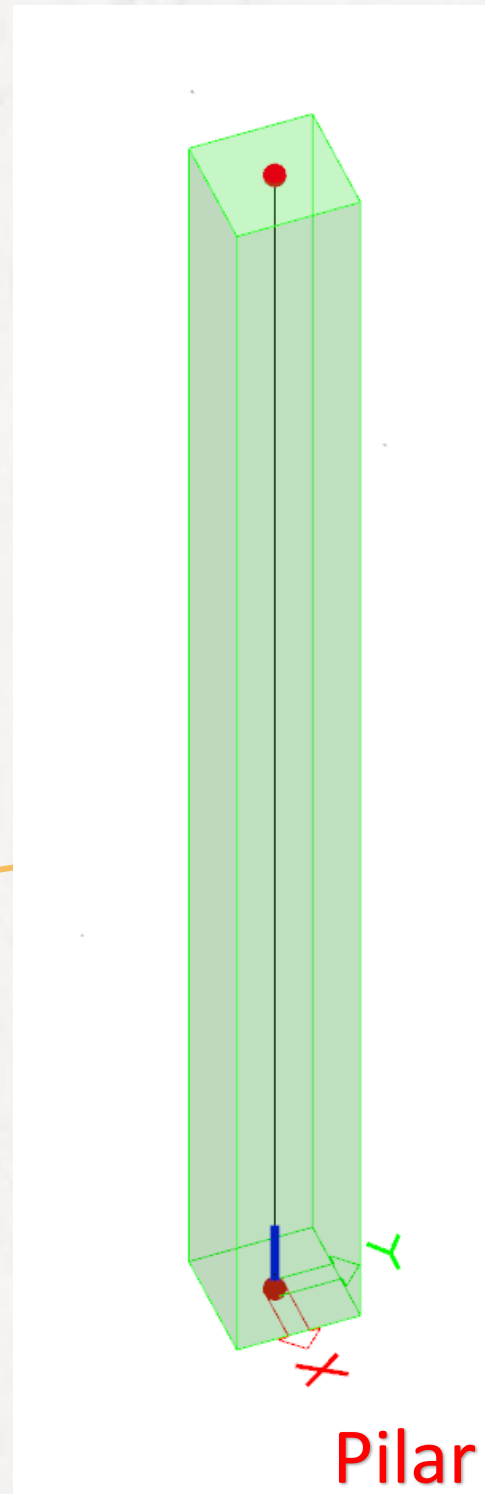
Método dos Elementos Finitos - MEF

Metodologia para elementos 2D:



Método dos Elementos Finitos - MEF

Modelagem pelos eixos

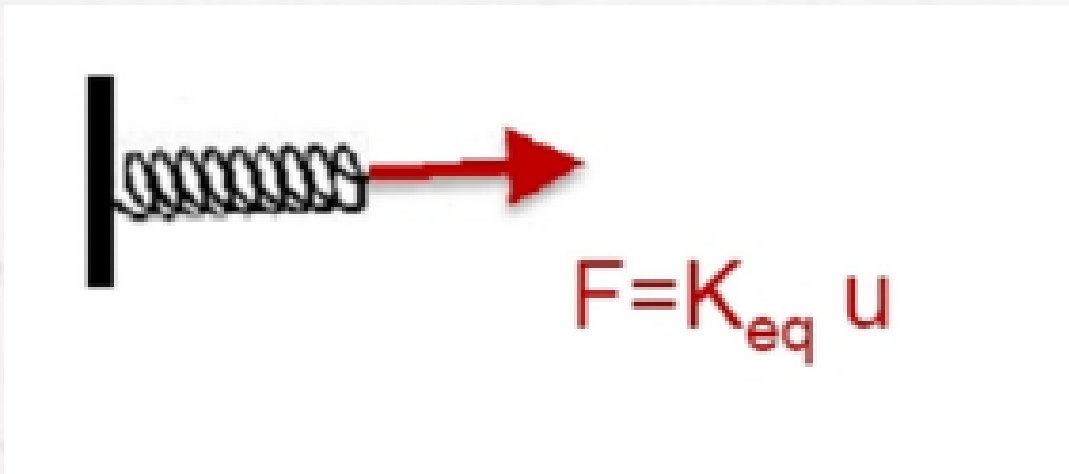




Método dos Elementos Finitos – 1D

Fórmulação:

Analogia de molas



$$K \cdot u = F$$

K = Matriz de rigidez

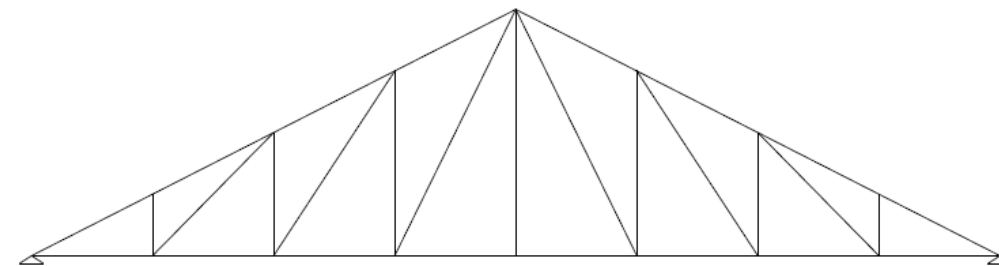
u = Vetor dos deslocamentos nodais

F = Vetor de carga nodais
(carregamentos e reações)

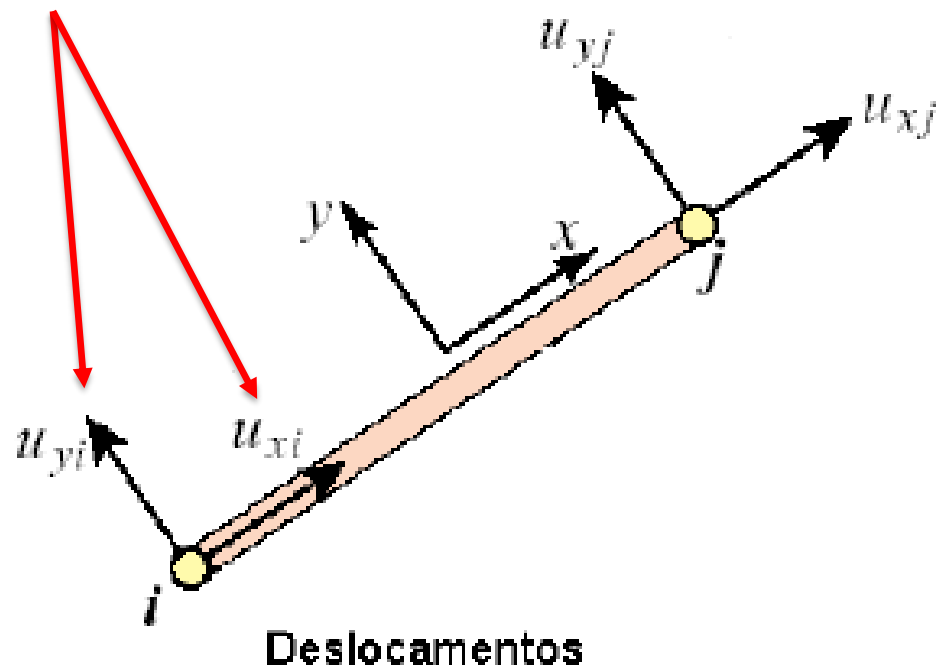
Elemento de treliça plana

$$F = K \cdot u$$

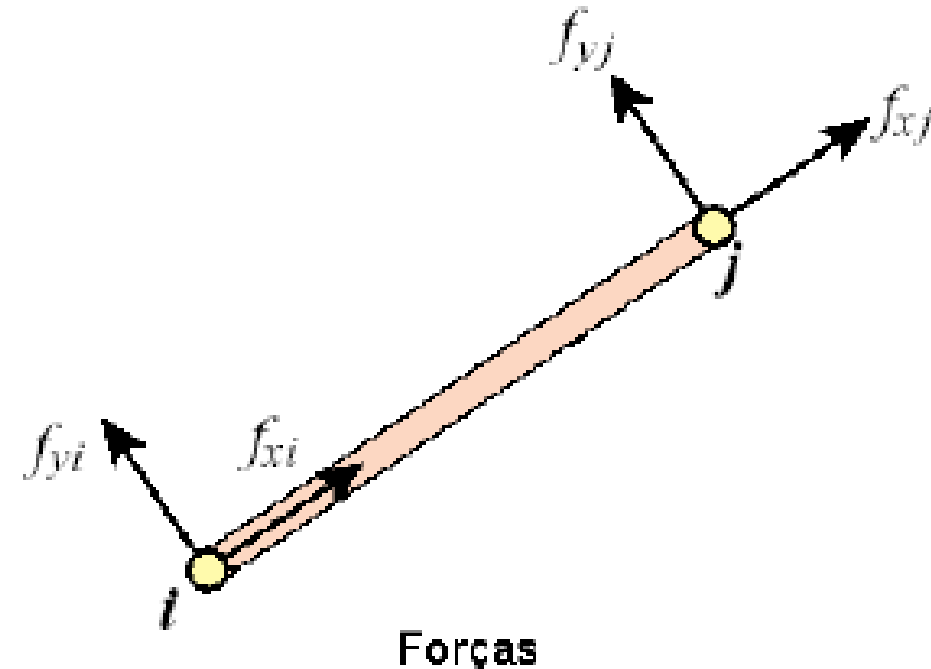
$$\begin{bmatrix} f_{ix} \\ f_{iy} \\ f_{jx} \\ f_{jy} \end{bmatrix} = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{ix} \\ u_{iy} \\ u_{jx} \\ u_{jy} \end{bmatrix}$$



Graus de Liberdade



Deslocamentos



Forças



Inovação e
Eficiência

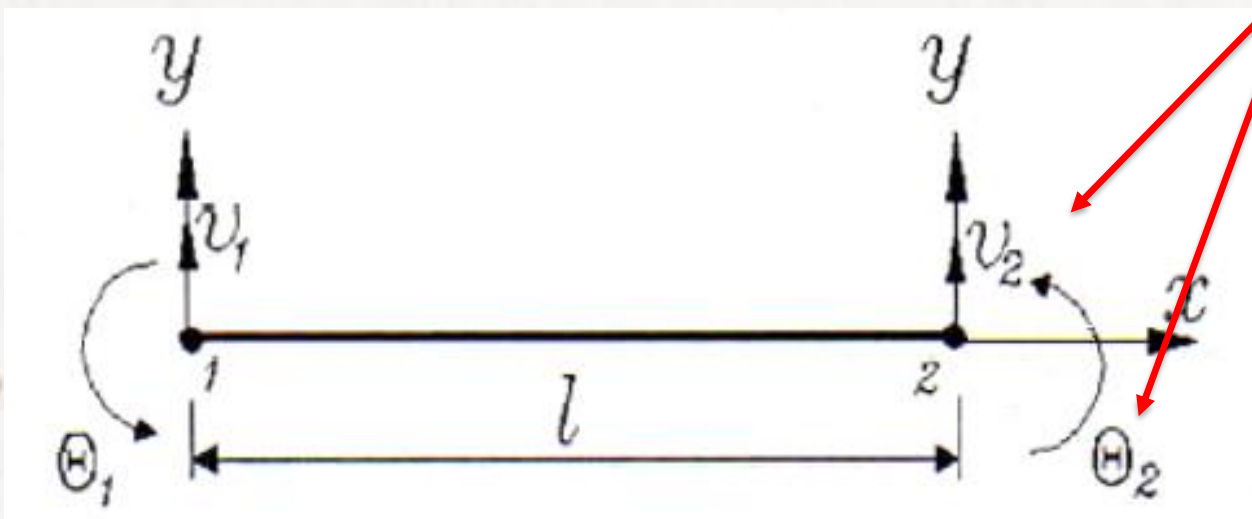




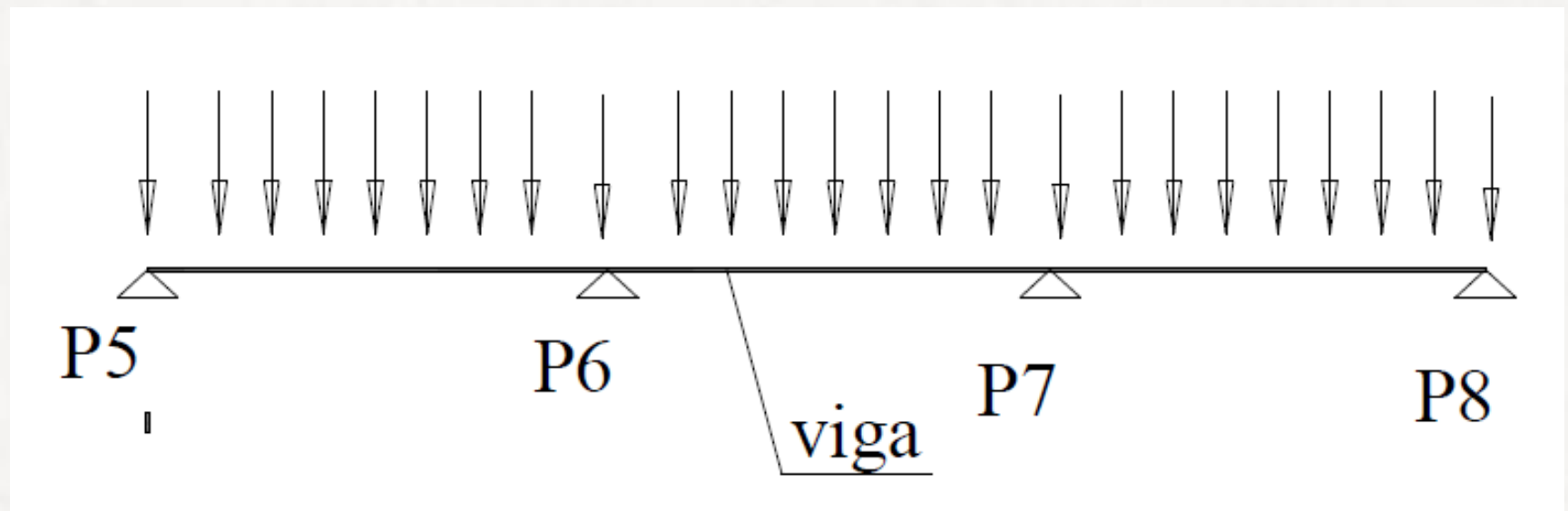
Método dos Elementos Finitos – 1D

Matriz k de viga plana

Graus de Liberdade



$$\begin{bmatrix}
 \frac{12EJ}{L^3} & \frac{6EJ}{L^2} & -\frac{12EJ}{L^3} & \frac{6EJ}{L^2} \\
 \frac{6EJ}{L^2} & 4EJ & -\frac{6EJ}{L^2} & 2EJ \\
 -\frac{12EJ}{L^3} & -\frac{6EJ}{L^2} & \frac{12EJ}{L^3} & -\frac{6EJ}{L^2} \\
 \frac{6EJ}{L^2} & 2EJ & -\frac{6EJ}{L^2} & 4EJ
 \end{bmatrix}$$

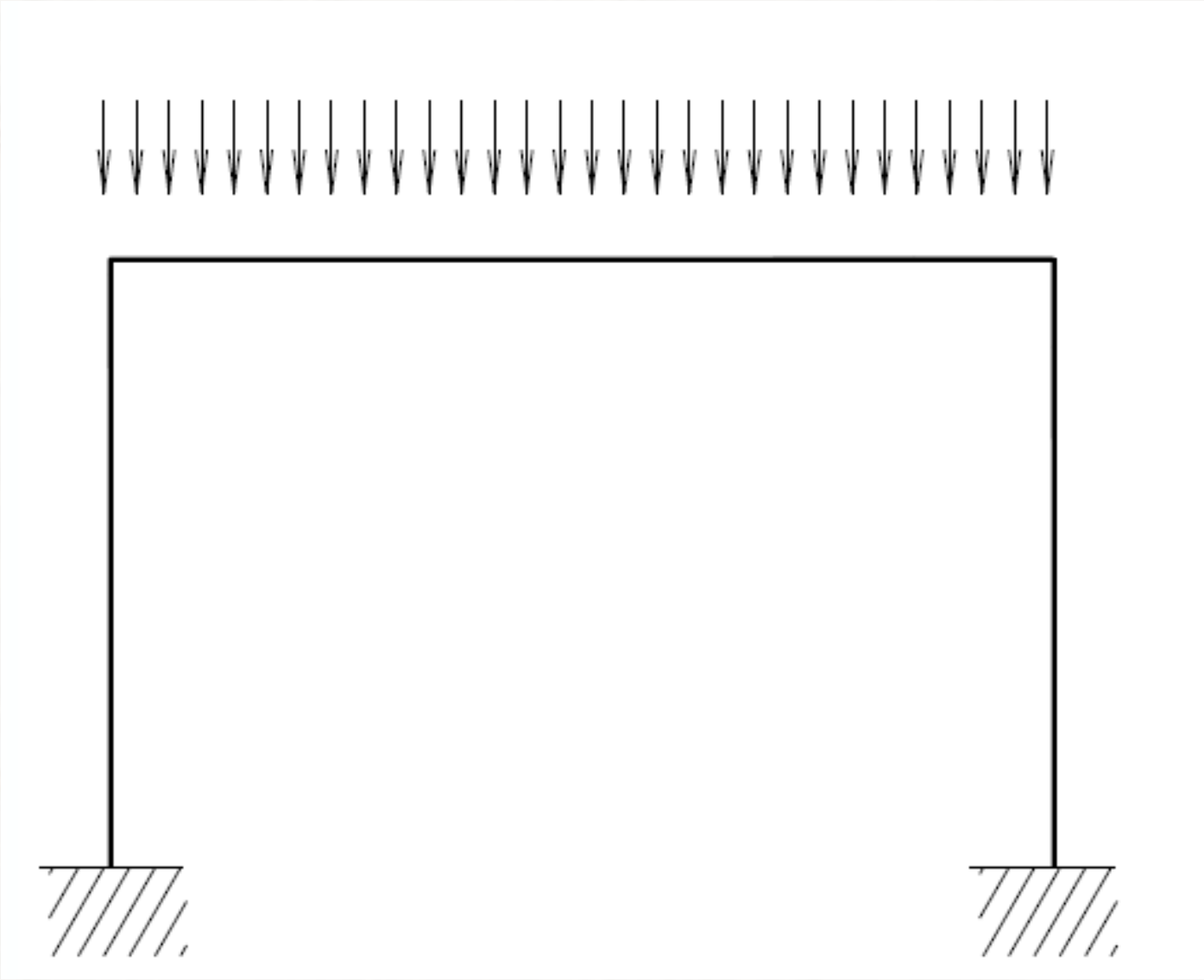




Método dos Elementos Finitos – 1D

Matriz k de pórtico plano

Graus de Liberdade

$$\begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 & -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EJ}{L^3} & \frac{6EJ}{L^2} & 0 & -\frac{12EJ}{L^3} & \frac{6EJ}{L^2} \\ 0 & \frac{6EJ}{L^2} & \frac{4EJ}{L} & 0 & -\frac{6EJ}{L^2} & \frac{2EJ}{L} \\ -\frac{EA}{L} & 0 & 0 & \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EJ}{L^3} & -\frac{6EJ}{L^2} & 0 & \frac{12EJ}{L^3} & -\frac{6EJ}{L^2} \\ 0 & \frac{6EJ}{L^2} & \frac{2EJ}{L} & 0 & -\frac{6EJ}{L^2} & \frac{4EJ}{L} \end{bmatrix}$$


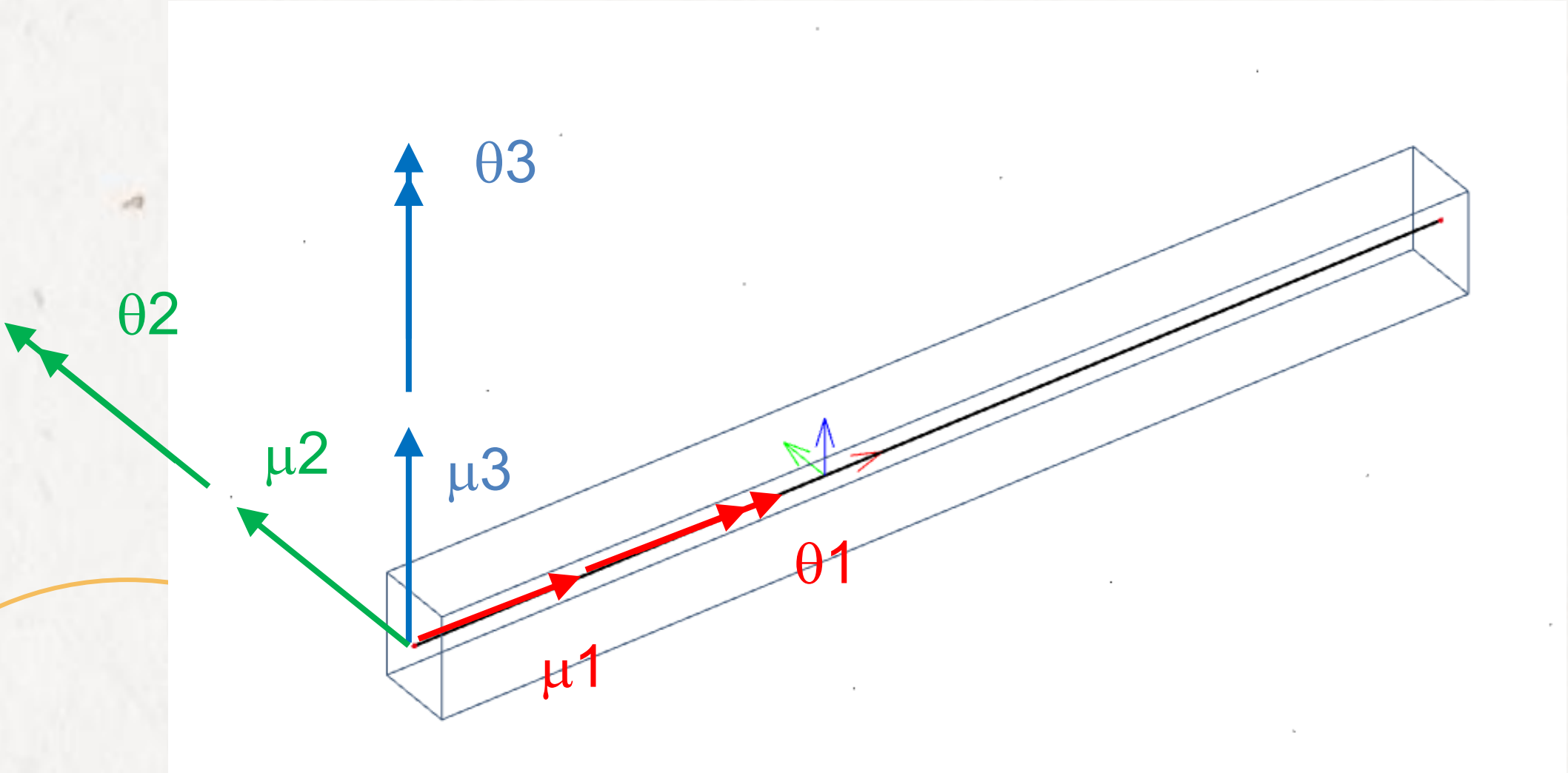
Inovação e
Eficiência



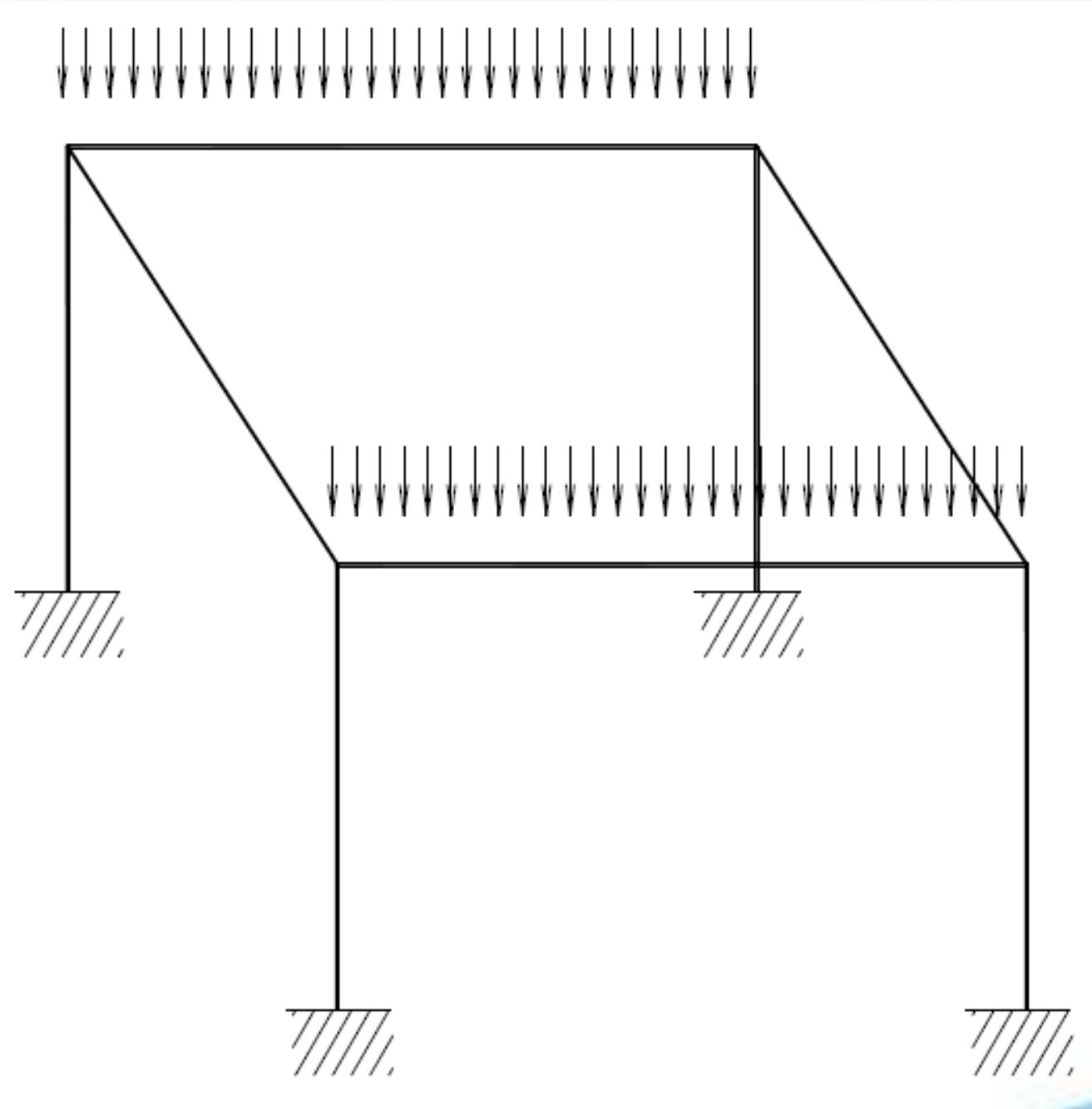


Método dos Elementos Finitos – 1D

Elemento de pórtico espacial



6 graus de liberdade por nó



Inovação e Eficiência





Método dos Elementos Finitos – 1D

O que é necessário??

Material: Modulo de elasticidade

Nome	A36
Independente da norma	
Tipo de material	Aço
Expansão térmica [m/mK]	0,00
Massa unitária [kg/m ³]	7850,0
Módulo E [MPa]	200000,0000
Coefficiente de Poisson	0,3
Módulo G independente	<input checked="" type="checkbox"/>
Módulo G [MPa]	76923,0769
Decréscimo Log. (amortecim...)	0,15
Cor	
Dilatação térmica (para resistê...)	0,00
Calor específico [J/gK]	0,0000e+00
Condutividade térmica [W/mK]	0,0000e+00

$$k = \begin{bmatrix} \frac{EA}{l} & 0 & 0 & -\frac{EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} & 0 & -\frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} & 0 & -\frac{6EI}{l^2} & \frac{2EI}{l} \\ -\frac{EA}{l} & 0 & 0 & \frac{EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{l^3} & -\frac{6EI}{l^2} & 0 & \frac{12EI}{l^3} & -\frac{6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{2EI}{l} & 0 & -\frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} \end{bmatrix}$$

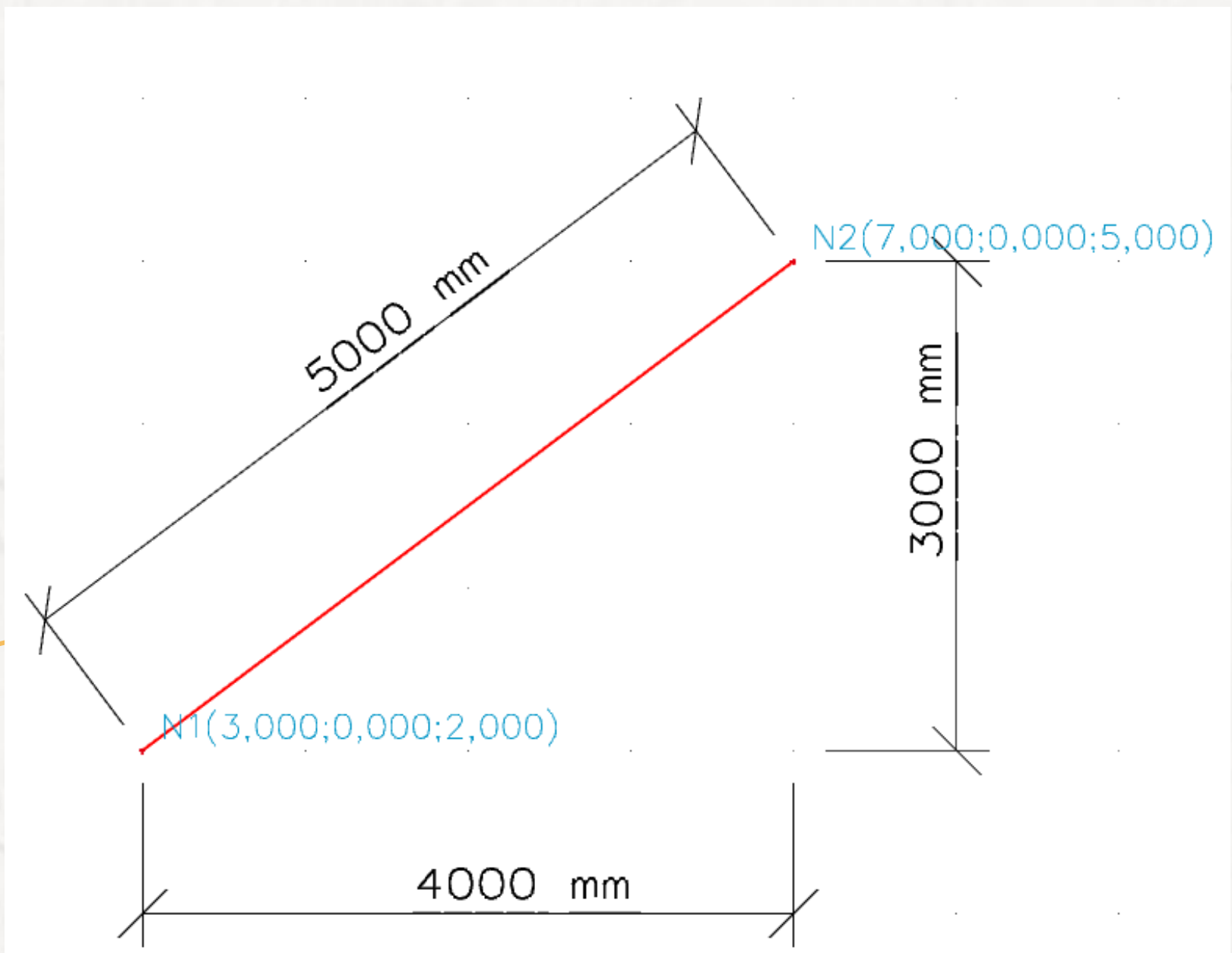




Método dos Elementos Finitos – 1D

O que é necessário??

Geometria: Comprimento



$$k = \begin{bmatrix} \frac{EA}{l} & 0 & 0 & \frac{-EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} & 0 & \frac{-12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} & 0 & \frac{-6EI}{l^2} & \frac{2EI}{l} \\ \frac{-EA}{l} & 0 & 0 & \frac{EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-12EI}{l^3} & \frac{-6EI}{l^2} & 0 & \frac{12EI}{l^3} & \frac{-6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{2EI}{l} & 0 & \frac{-6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} \end{bmatrix}$$

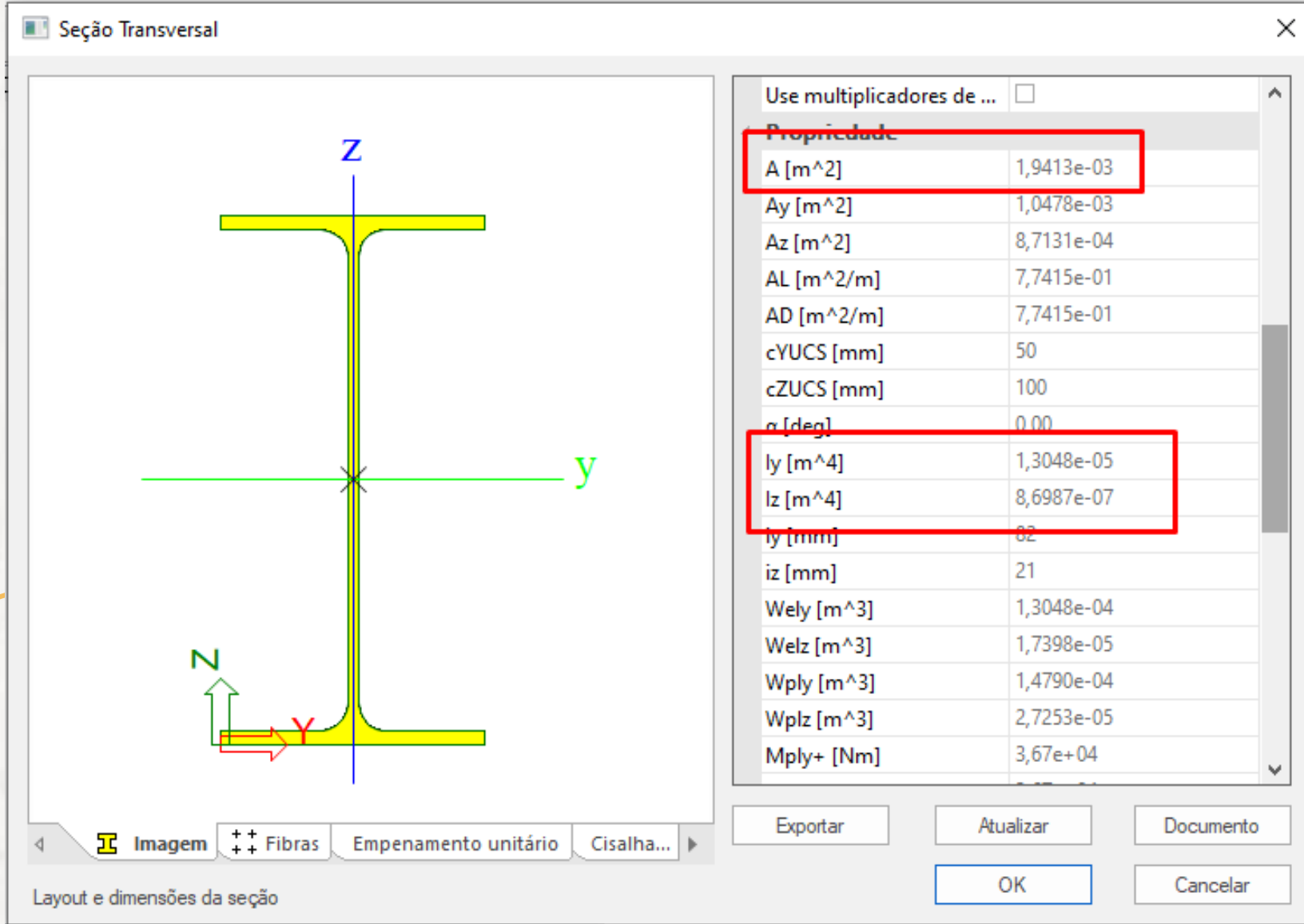




Método dos Elementos Finitos – 1D

O que é necessário??

Seção: Área
Inércia

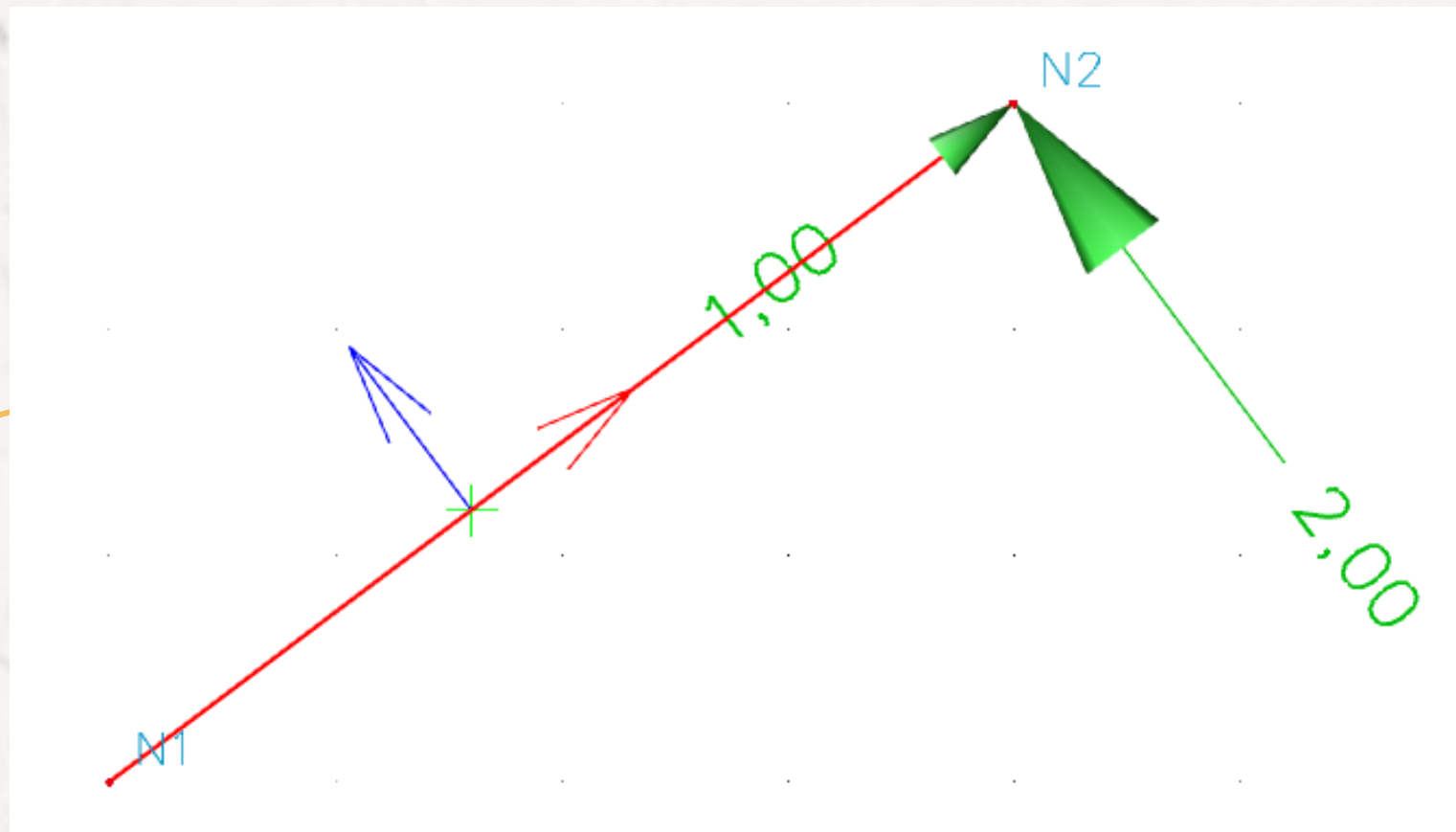


$$k = \begin{bmatrix} \frac{EA}{l} & 0 & 0 & -\frac{EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} & 0 & -\frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} & 0 & -\frac{6EI}{l^2} & \frac{2EI}{l} \\ -\frac{EA}{l} & 0 & 0 & \frac{EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{l^3} & -\frac{6EI}{l^2} & 0 & \frac{12EI}{l^3} & -\frac{6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{2EI}{l} & 0 & -\frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} \end{bmatrix}$$

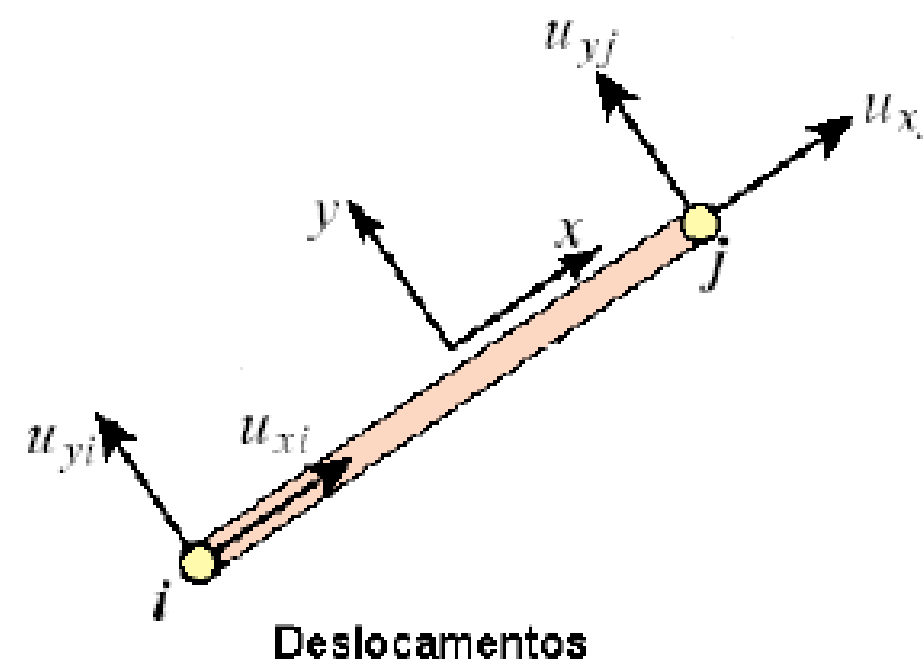
Método dos Elementos Finitos – 1D

O que é necessário??

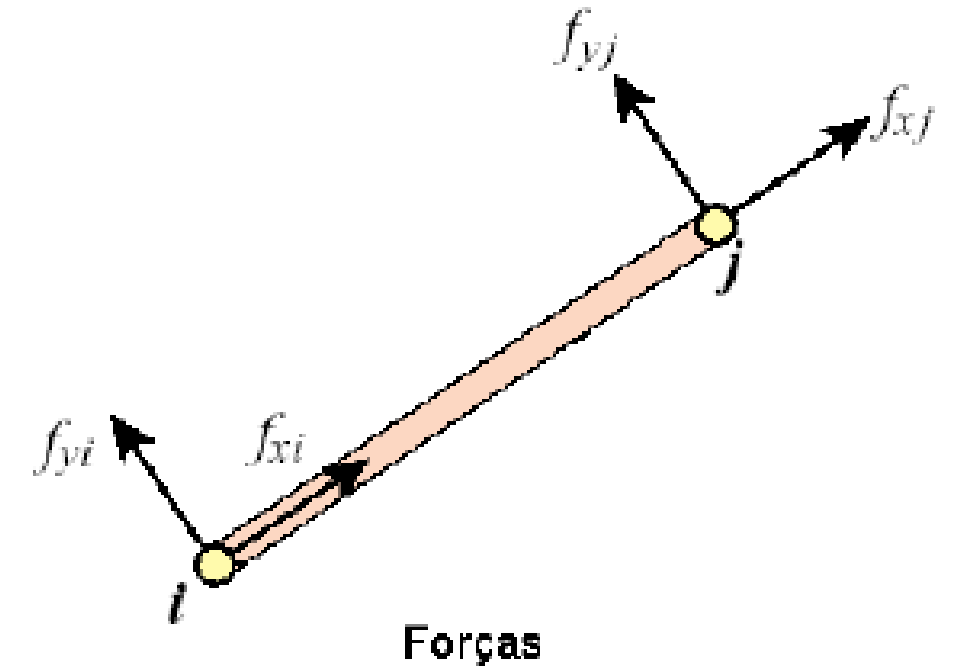
CARGAS



$$\begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix} \begin{bmatrix} f_{ix} \\ f_{iy} \\ f_{jx} \\ f_{jy} \end{bmatrix} = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{ix} \\ u_{iy} \\ u_{jx} \\ u_{jy} \end{bmatrix}$$



Deslocamentos

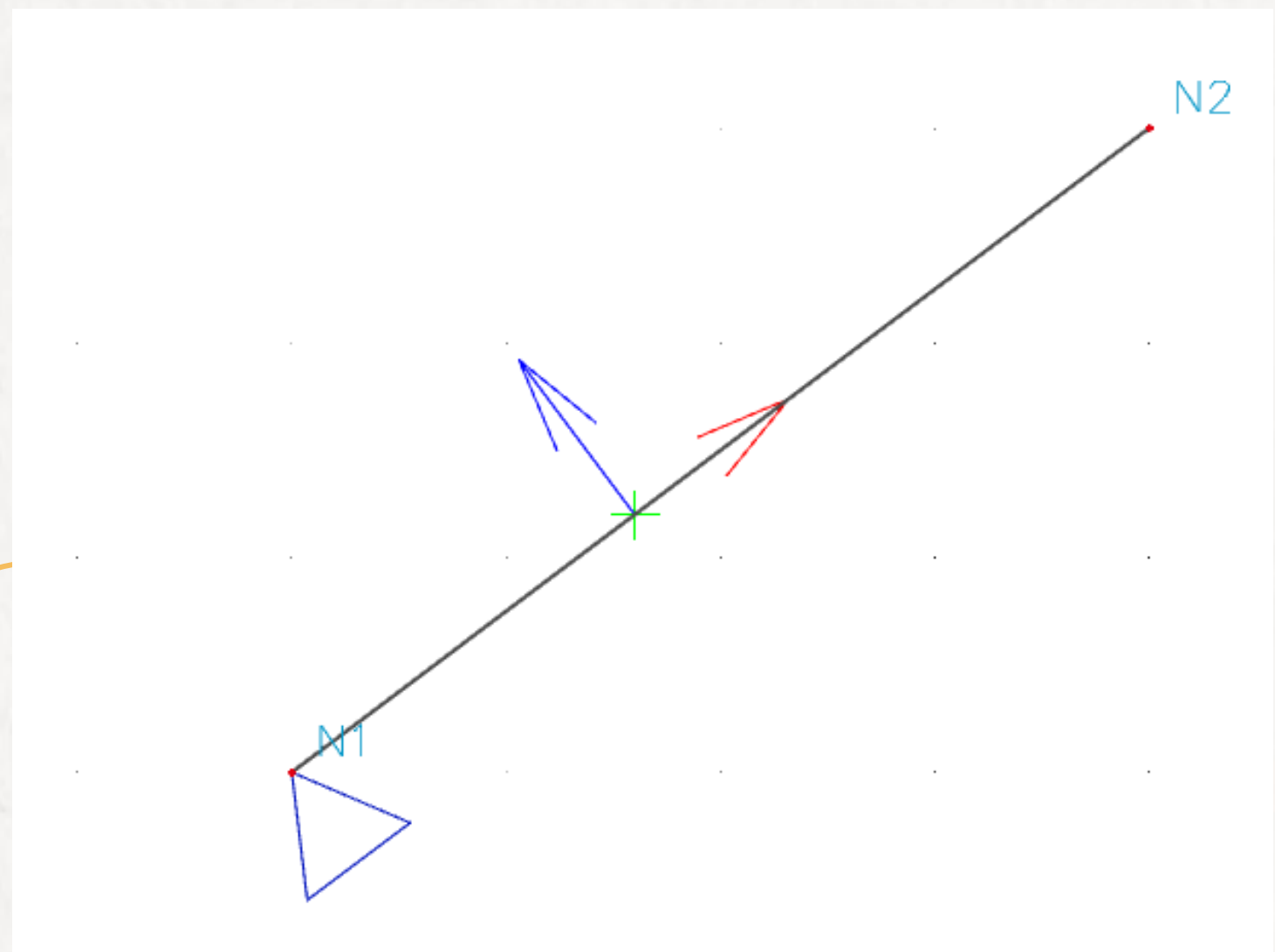


Forças

Método dos Elementos Finitos – 1D

O que é necessário??

CONDIÇÕES DE CONTORNO -
APOIOS

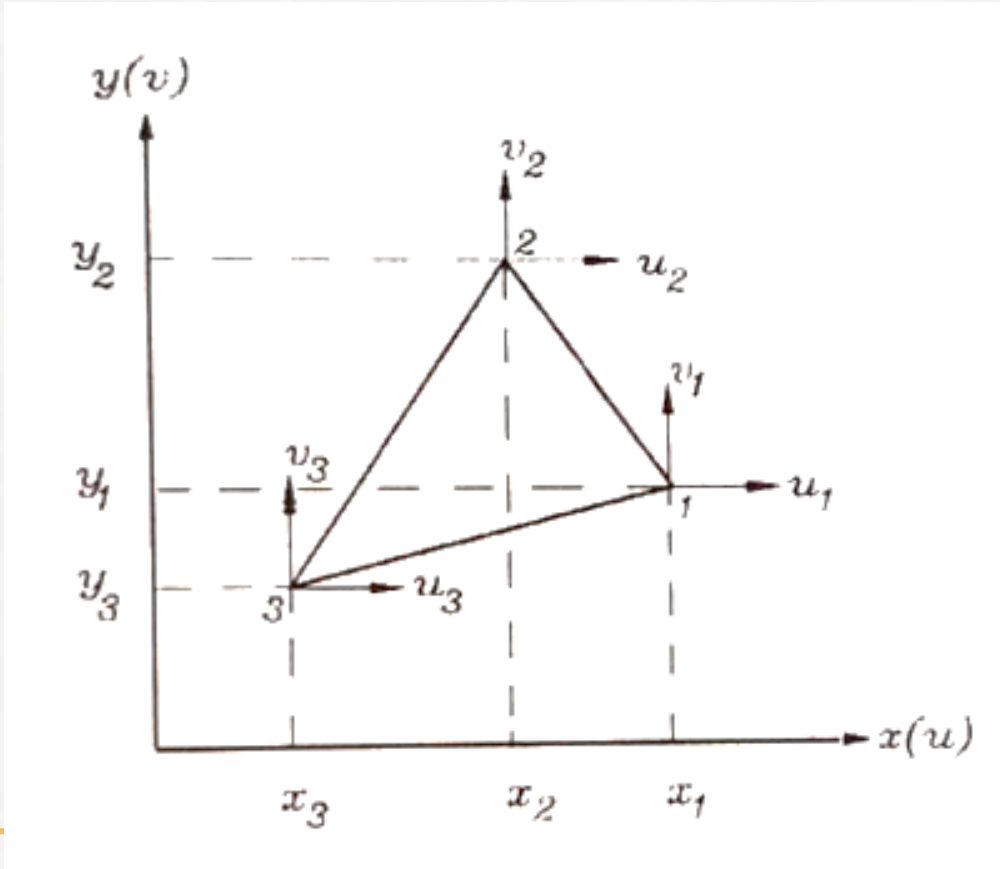

$$\begin{bmatrix} f_{ix} \\ f_{iy} \\ f_{jx} \\ f_{jy} \end{bmatrix} = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{xi} \\ u_{yi} \\ u_{jx} \\ u_{jy} \end{bmatrix}$$

Two diagrams of a 1D element. The left diagram, labeled "Deslocamentos", shows displacement vectors u_{xi} , u_{yi} at node i and u_{xj} , u_{yj} at node j . The right diagram, labeled "Forças", shows force vectors f_{xi} , f_{yi} at node i and f_{xj} , f_{yj} at node j . A coordinate system (x, y) is shown along the element. Red arrows point to the top-right elements of the stiffness matrix, which are zero.

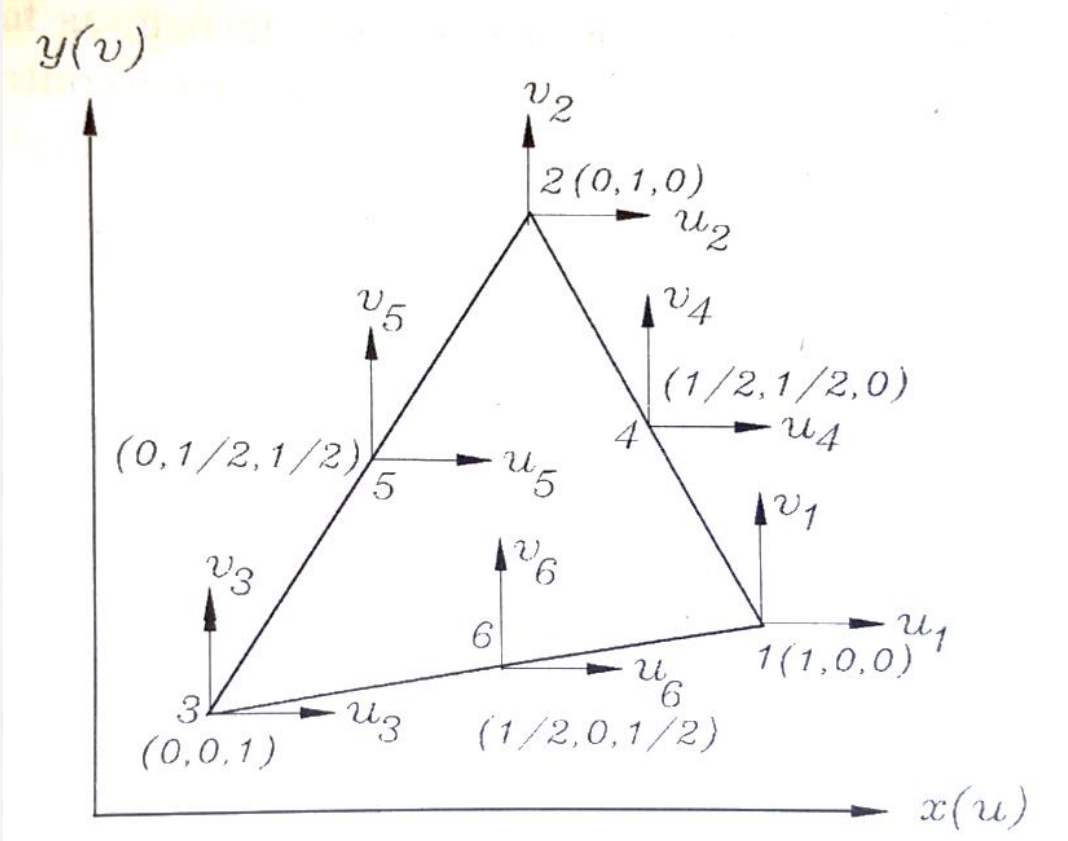


Método dos Elementos Finitos – 2D

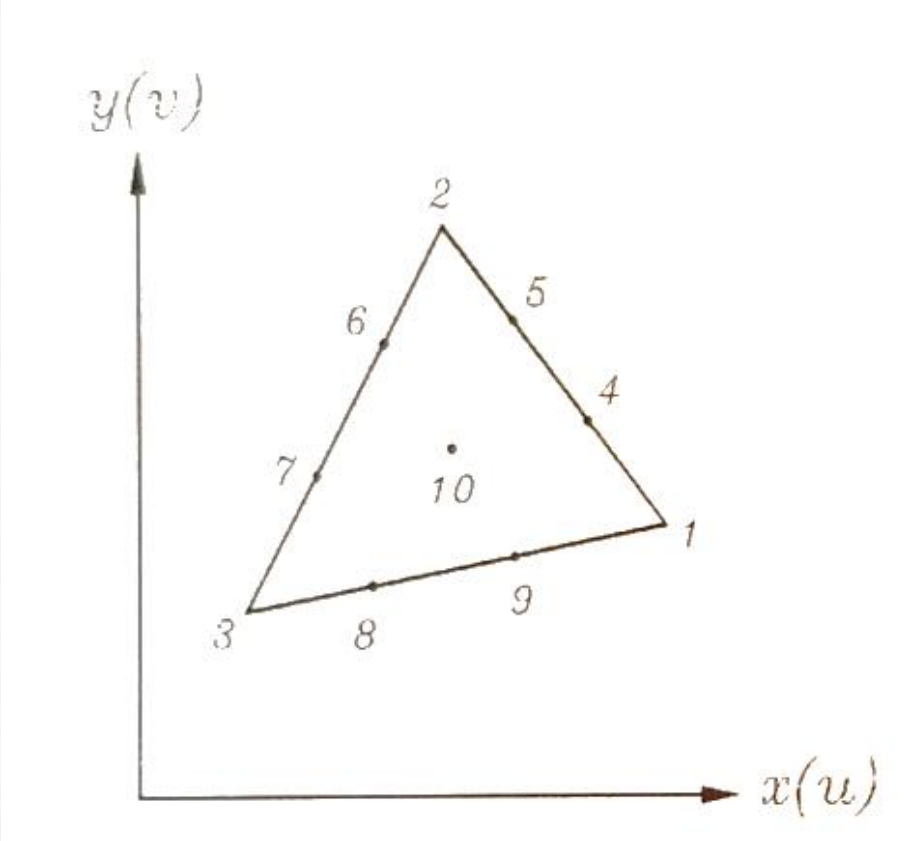
Existem vários tipos de elementos diferentes:



CST – Chapa – 3 nós e 2 graus de liberdade



LST – Chapa – 6 nós e 2 graus de liberdade



QST – Chapa – 10 nós e 2 graus de liberdade





Método dos Elementos Finitos – 2D

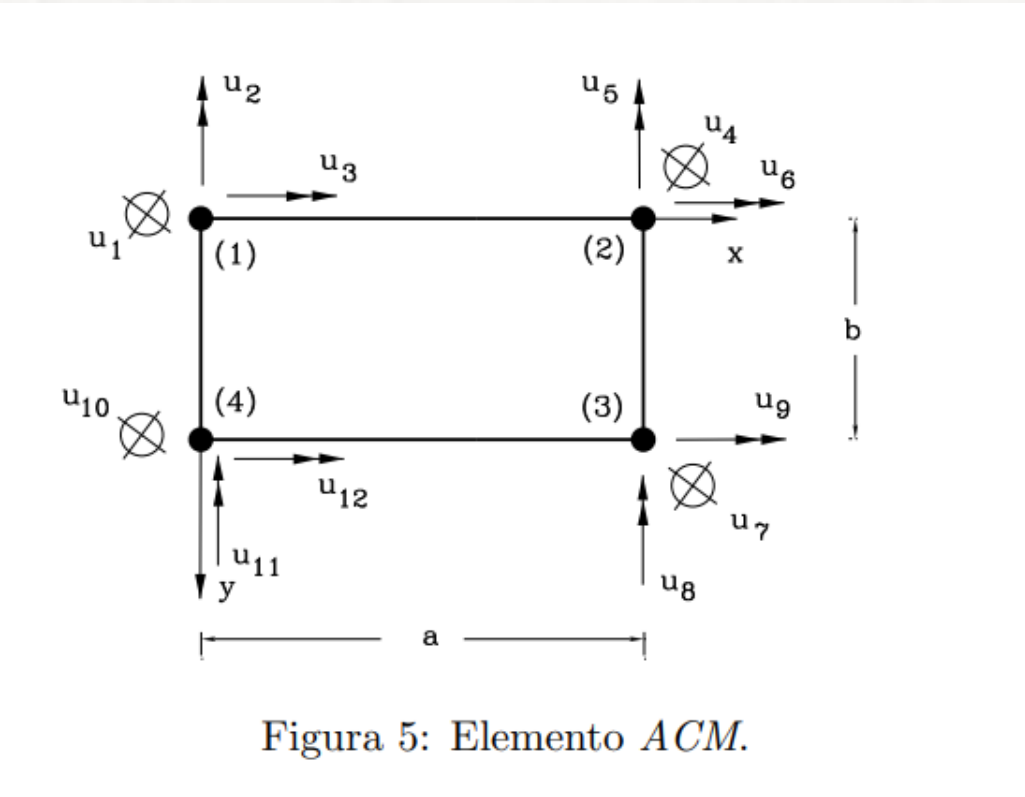
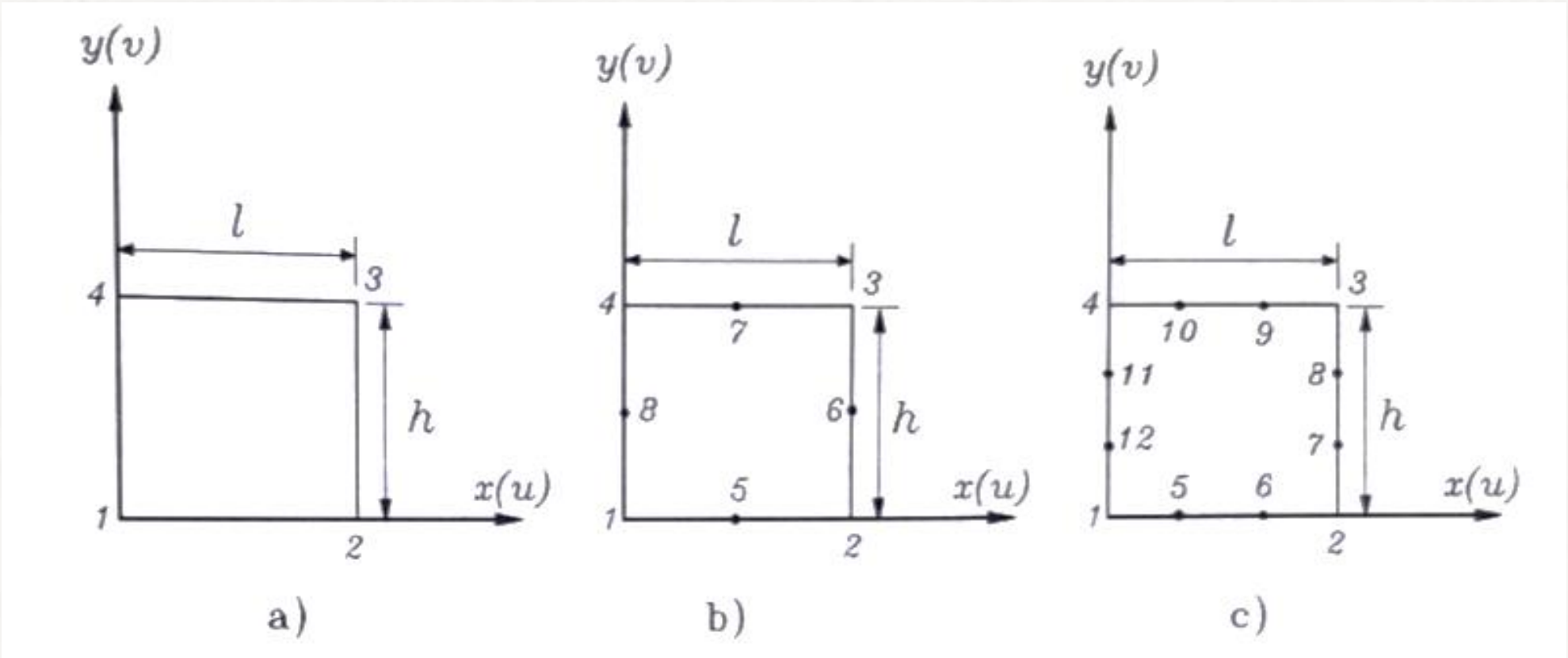


Figura 5: Elemento ACM.

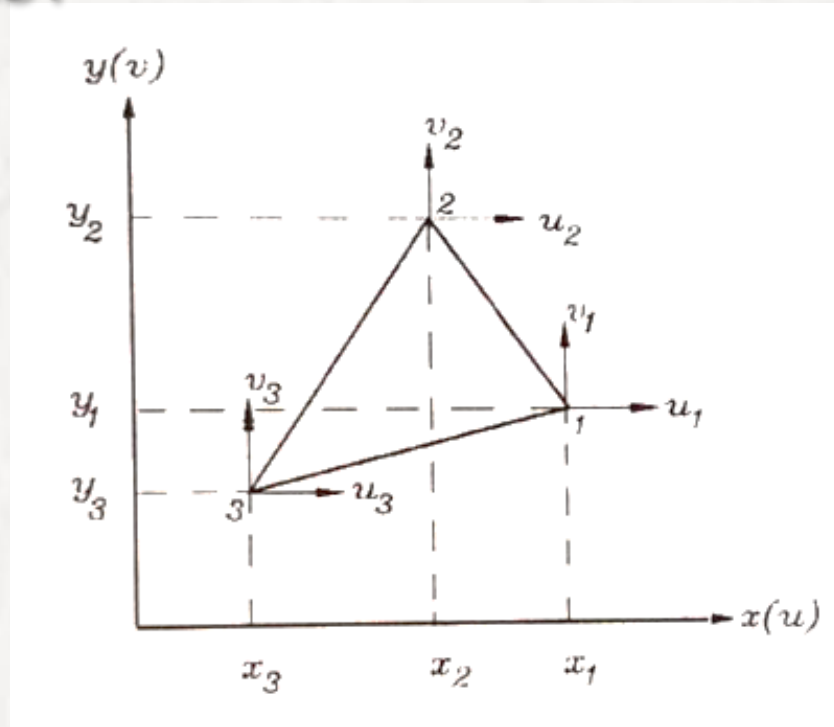
CSR – Chapa – 4 nós ou mais e 2 graus de liberdade

ACM – Placa – 4 nós ou mais e 3 graus de liberdade



Método dos Elementos Finitos – 2D

CST



- O que é necessário:
- E - módulo de elasticidade
- A - área
- I - inércia

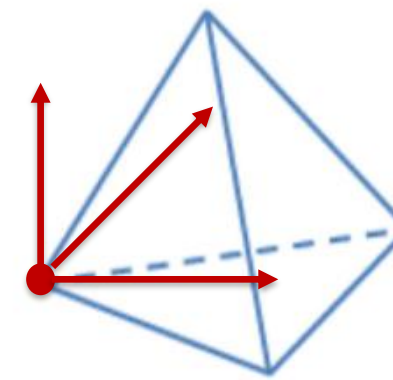
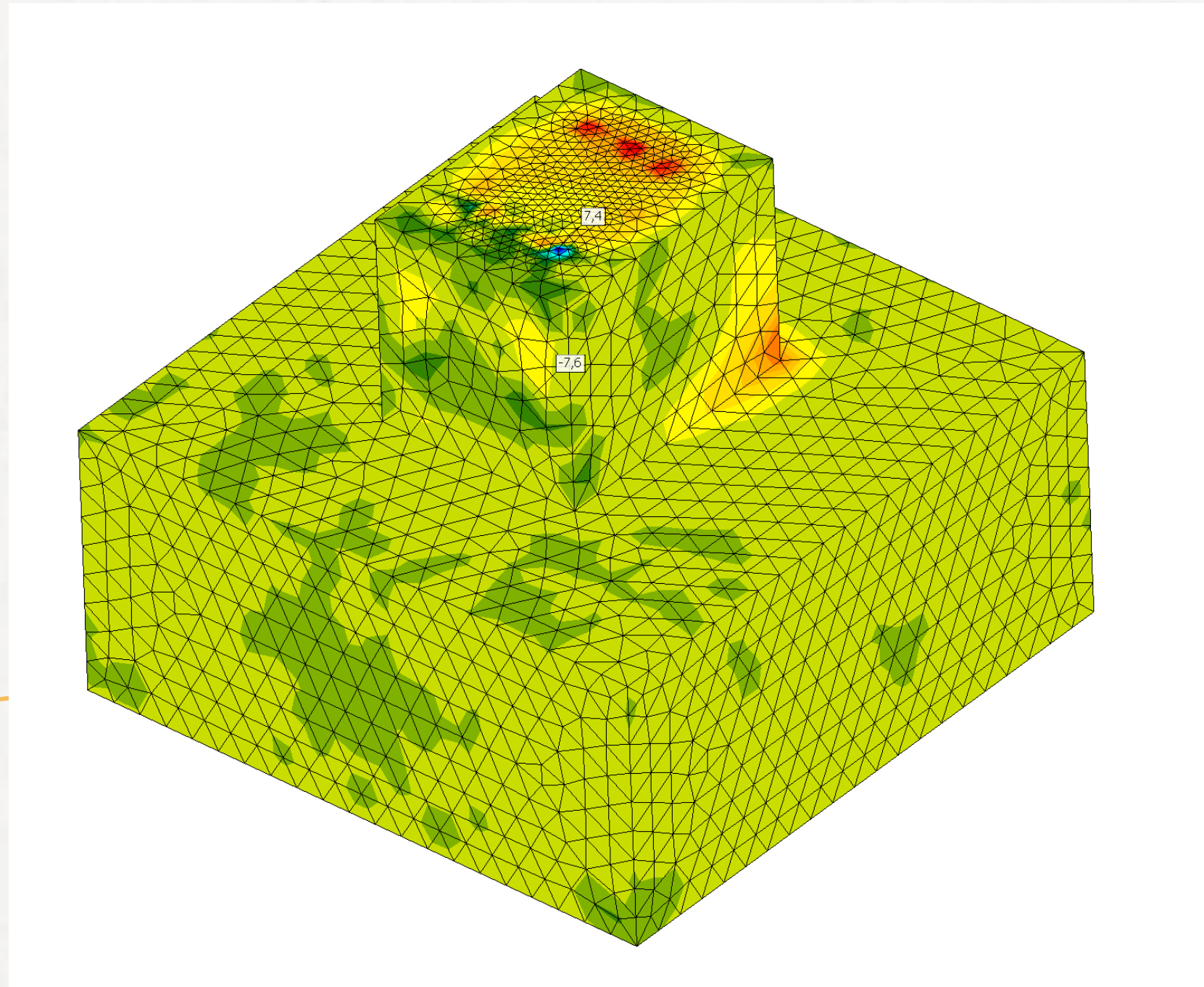
$$\mathbf{k} = \frac{E'e}{4A(1-\nu'^2)} \tilde{\mathbf{k}} \quad (6.27)$$

$$\tilde{\mathbf{k}} =$$

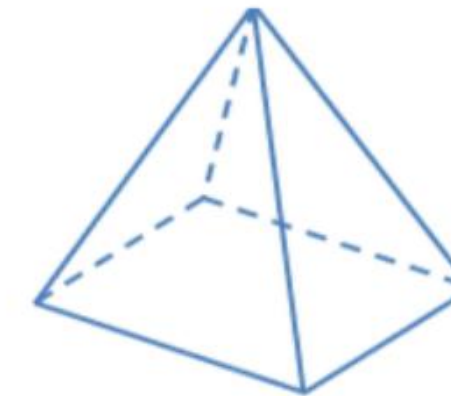
$b_1^2 + a_1^2\beta$	$a_1b_1(\nu' + \beta)$	$b_1b_2 + a_1a_2\beta$	$\nu'a_2b_1 + a_1b_2\beta$	$b_1b_3 + a_1a_3\beta$	$\nu'a_3b_1 + a_1b_3\beta$
	$a_1^2 + b_1^2\beta$	$\nu'a_1b_2 + a_2b_1\beta$	$a_1a_2 + b_1b_2\beta$	$\nu'a_1b_3 + a_3b_1\beta$	$a_1a_3 + b_1b_3\beta$
		$b_2^2 + a_2^2\beta$	$a_2b_2(\nu' + \beta)$	$b_2b_3 + a_2a_3\beta$	$\nu'a_3b_2 + a_2b_3\beta$
			$a_2^2 + b_2^2\beta$	$\nu'a_2b_3 + a_3b_2\beta$	$a_2a_3 + b_2b_3\beta$
		simétrica		$b_3^2 + a_3^2\beta$	$a_3b_3(\nu' + \beta)$
					$a_3^2 + b_3^2\beta$

Método dos Elementos Finitos – 3D

Elementos Finitos 3D



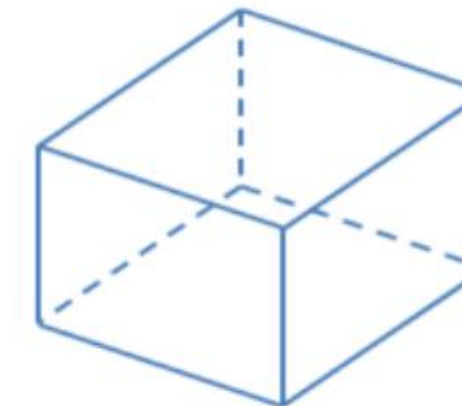
Tetraédrico



Pirâmide



Prisma triangular

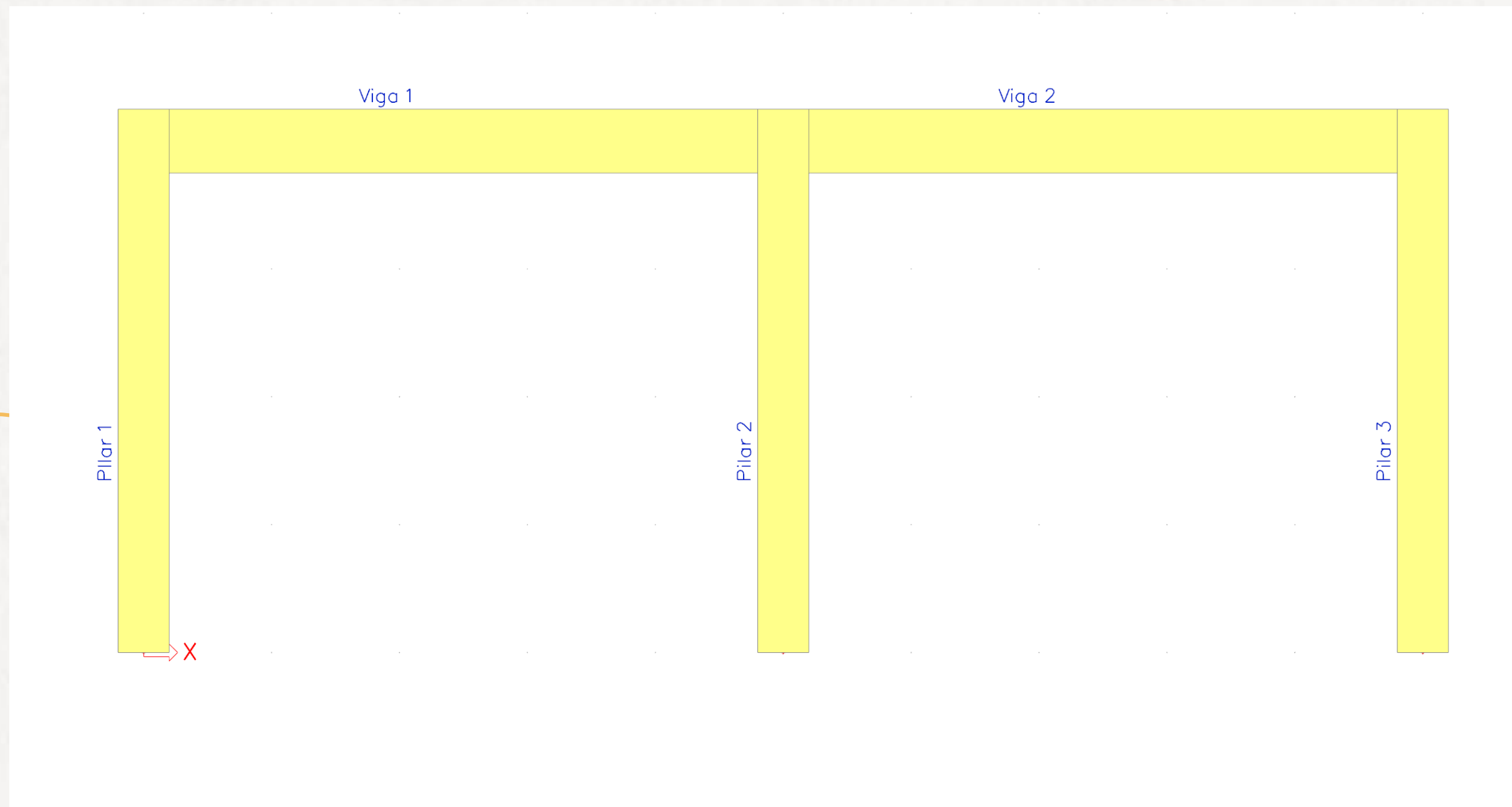


Hexaédrico

Possuem apenas os 3 graus de liberdade de deslocamento por serem 3D.

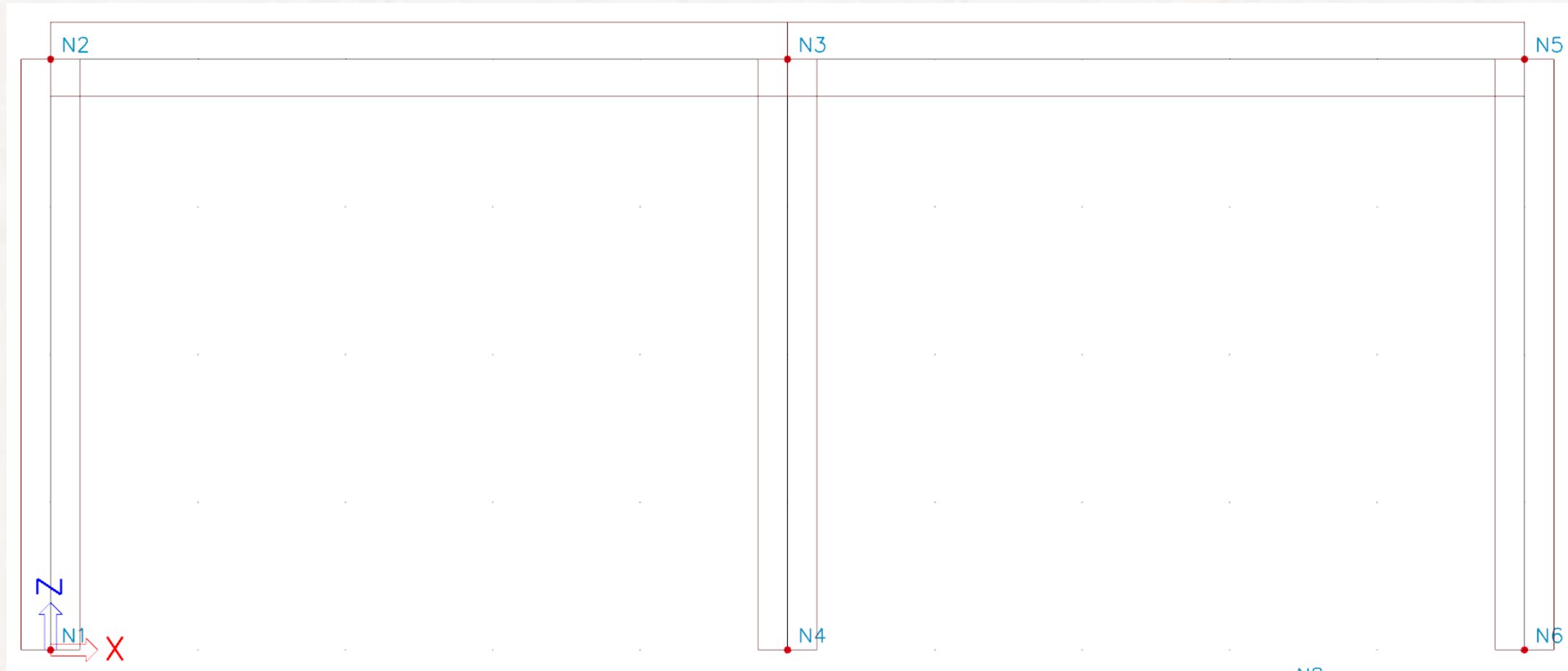
Método dos Elementos Finitos - MEF

Tendo essa geometria CAD, qual seria a melhor representação para em Elementos Finitos?

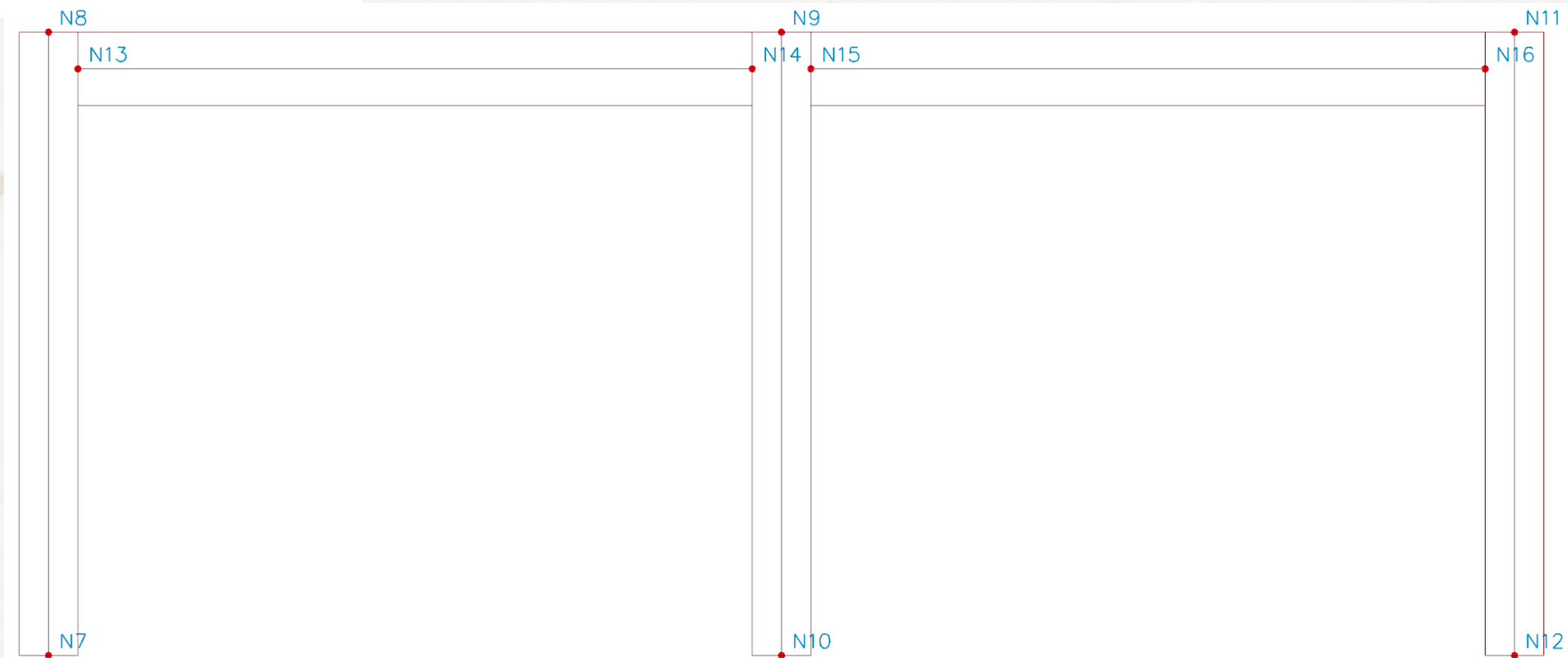


Método dos Elementos Finitos - MEF

Veja as opções abaixo:



Opção 1



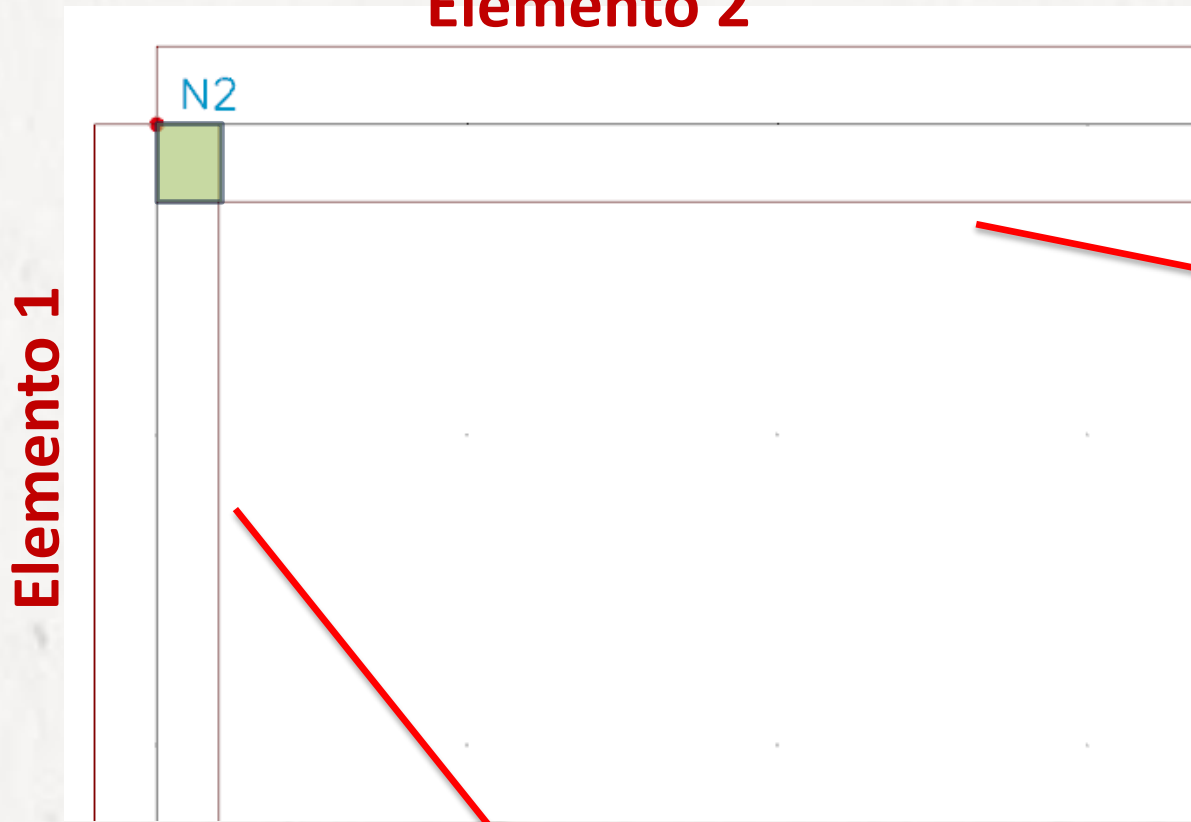
Opção 2



Método dos Elementos Finitos - MEF

Como funciona?

Elemento 2



Elemento 1

$$\begin{bmatrix} \frac{E_2 A_2}{L_2} & 0 & 0 & -\frac{E_2 A_2}{L_2} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12 E_2 I_2}{L_2^3} & \frac{6 E_2 I_2}{L_2^2} & 0 & -\frac{12 E_2 I_2}{L_2^3} & \frac{6 E_2 I_2}{L_2^2} \\ 0 & \frac{6 E_2 I_2}{L_2^2} & \frac{4 E_2 I_2}{L_2} & 0 & -\frac{6 E_2 I_2}{L_2^2} & \frac{2 E_2 I_2}{L_2} \\ -\frac{E_2 A_2}{L_2} & 0 & 0 & \frac{E_2 A_2}{L_2} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12 E_2 I_2}{L_2^3} & -\frac{6 E_2 I_2}{L_2^2} & 0 & \frac{12 E_2 I_2}{L_2^3} & -\frac{6 E_2 I_2}{L_2^2} \\ 0 & \frac{6 E_2 I_2}{L_2^2} & \frac{2 E_2 I_2}{L_2} & 0 & -\frac{6 E_2 I_2}{L_2^2} & \frac{4 E_2 I_2}{L_2} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{E_1 A_1}{L_1} & 0 & 0 & -\frac{E_1 A_1}{L_1} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12 E_1 I_1}{L_1^3} & \frac{6 E_1 I_1}{L_1^2} & 0 & -\frac{12 E_1 I_1}{L_1^3} & \frac{6 E_1 I_1}{L_1^2} \\ 0 & \frac{6 E_1 I_1}{L_1^2} & \frac{4 E_1 I_1}{L_1} & 0 & -\frac{6 E_1 I_1}{L_1^2} & \frac{2 E_1 I_1}{L_1} \\ -\frac{E_1 A_1}{L_1} & 0 & 0 & \frac{E_1 A_1}{L_1} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12 E_1 I_1}{L_1^3} & -\frac{6 E_1 I_1}{L_1^2} & 0 & \frac{12 E_1 I_1}{L_1^3} & -\frac{6 E_1 I_1}{L_1^2} \\ 0 & \frac{6 E_1 I_1}{L_1^2} & \frac{2 E_1 I_1}{L_1} & 0 & -\frac{6 E_1 I_1}{L_1^2} & \frac{4 E_1 I_1}{L_1} \end{bmatrix}$$





Método dos Elementos Finitos - MEF

Como funciona?

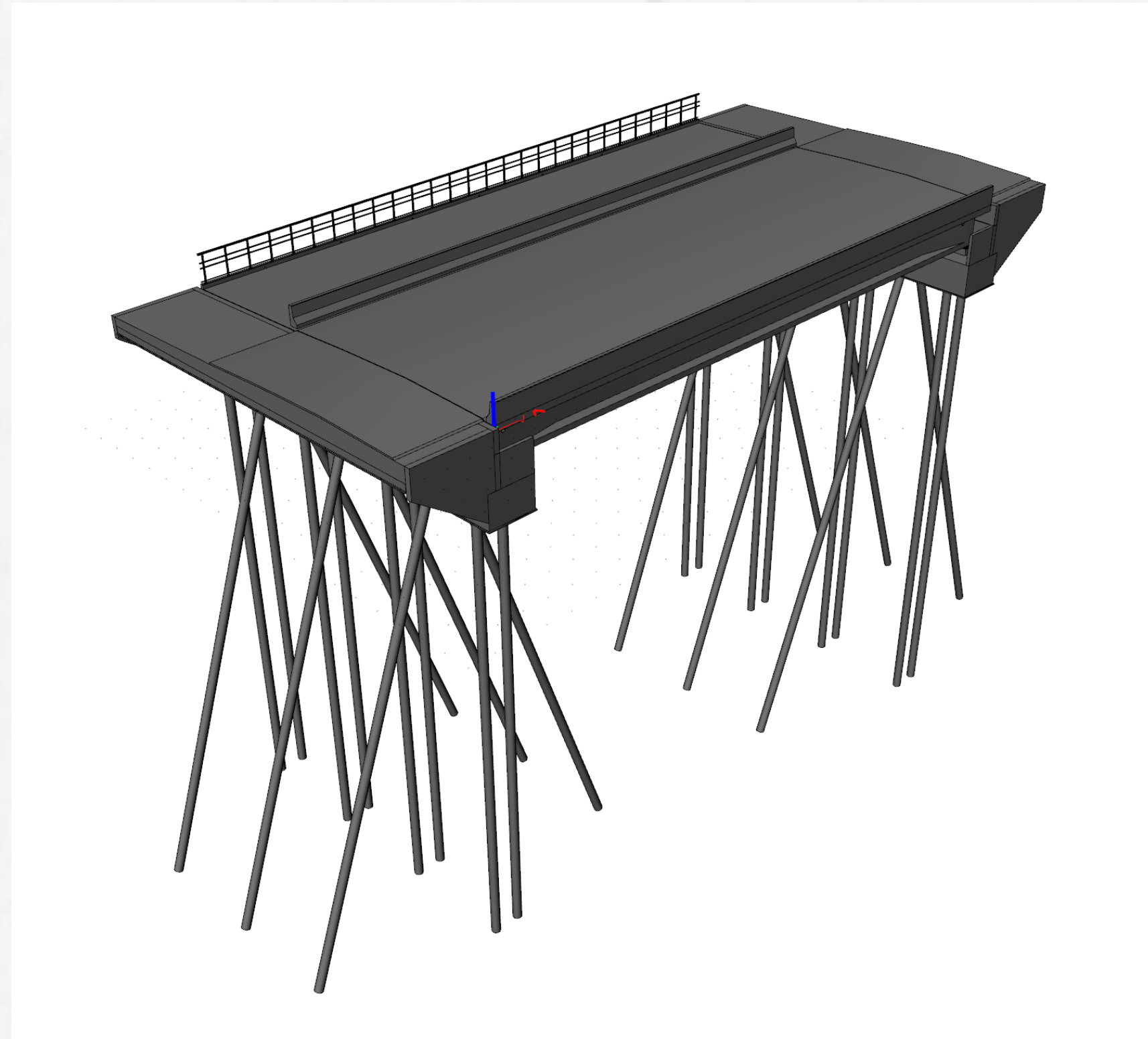
$\frac{E_1 A_1}{L_1}$	0	0	$-\frac{E_1 A_1}{L_1}$	0	0	0	0	0
0	$\frac{12E_1 I_1}{L_1^3}$	$\frac{6E_1 I_1}{L_1^2}$	0	$-\frac{12E_1 I_1}{L_1^3}$	$\frac{6E_1 I_1}{L_1^2}$	0	0	0
0	$\frac{6E_1 I_1}{L_1^2}$	$\frac{4E_1 I_1}{L_1}$	0	$-\frac{6E_1 I_1}{L_1^2}$	$\frac{2E_1 I_1}{L_1}$	0	0	0
$-\frac{E_1 A_1}{L_1}$	0	0	$\frac{E_1 A_1}{L_1} + \frac{E_2 A_2}{L_2}$	0	0	$-\frac{E_2 A_2}{L_2}$	0	0
0	$-\frac{12E_1 I_1}{L_1^3}$	$-\frac{6E_1 I_1}{L_1^2}$	0	$\frac{12E_1 I_1}{L_1^3} + \frac{12E_2 I_2}{L_2^3}$	$-\frac{6E_1 I_1}{L_1^2} + \frac{6E_2 I_2}{L_2^2}$	0	$-\frac{12E_2 I_2}{L_2^3}$	$\frac{6E_2 I_2}{L_2^2}$
0	$\frac{6E_1 I_1}{L_1^2}$	$\frac{2E_1 I_1}{L_1}$	0	$-\frac{6E_1 I_1}{L_1^2} + \frac{6E_2 I_2}{L_2^2}$	$\frac{4E_1 I_1}{L_1} + \frac{4E_2 I_2}{L_2}$	0	$-\frac{6E_2 I_2}{L_2^2}$	$\frac{2E_2 I_2}{L_2}$
0	0	0	$-\frac{E_2 A_2}{L_2}$	0	0	$\frac{E_2 A_2}{L_2}$	0	0
0	0	0	0	$-\frac{12E_2 I_2}{L_2^3}$	$-\frac{6E_2 I_2}{L_2^2}$	0	$\frac{12E_2 I_2}{L_2^3}$	$-\frac{6E_2 I_2}{L_2^2}$
0	0	0	0	$\frac{6E_2 I_2}{L_2^2}$	$\frac{2E_2 I_2}{L_2}$	0	$-\frac{6E_2 I_2}{L_2^2}$	$\frac{4E_2 I_2}{L_2}$



Interoperabilidade para o Cálculo Estrutural

O que é necessário para o modelo **CAD**?

Superfícies, volumes, precisão geométrica, informações de outras disciplinas, etc...



Interoperabilidade para o Cálculo Estrutural

O que é necessário para o modelo **CAD**?

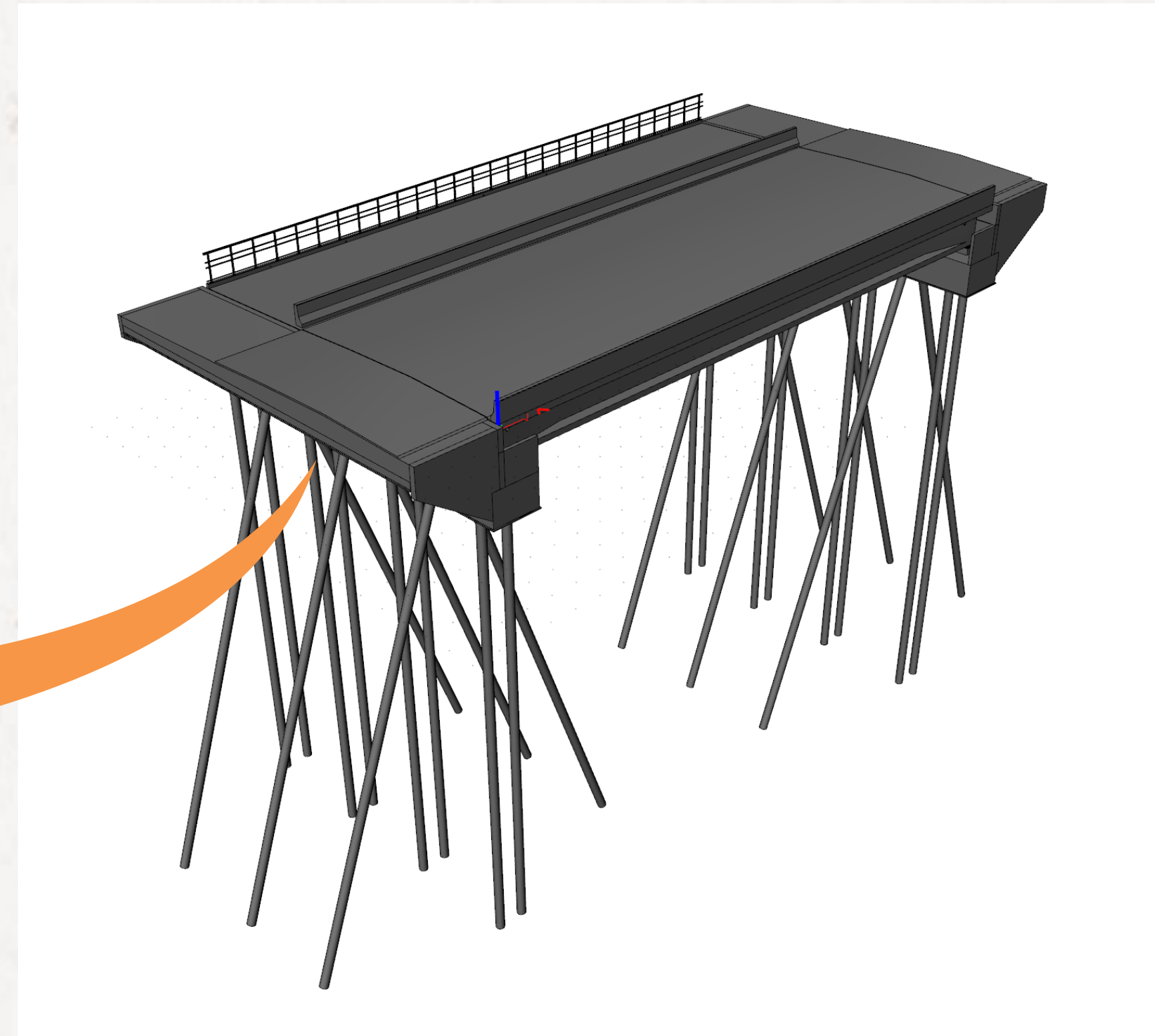
Atributos para cada elemento

Column.b.10

Property	Value
Model	Modelo concreto
Discipline	Structural
Name	B3
Type	C30
Description	
Material	C30
Layer	Pilares
System	
Profile Type	Rectangle

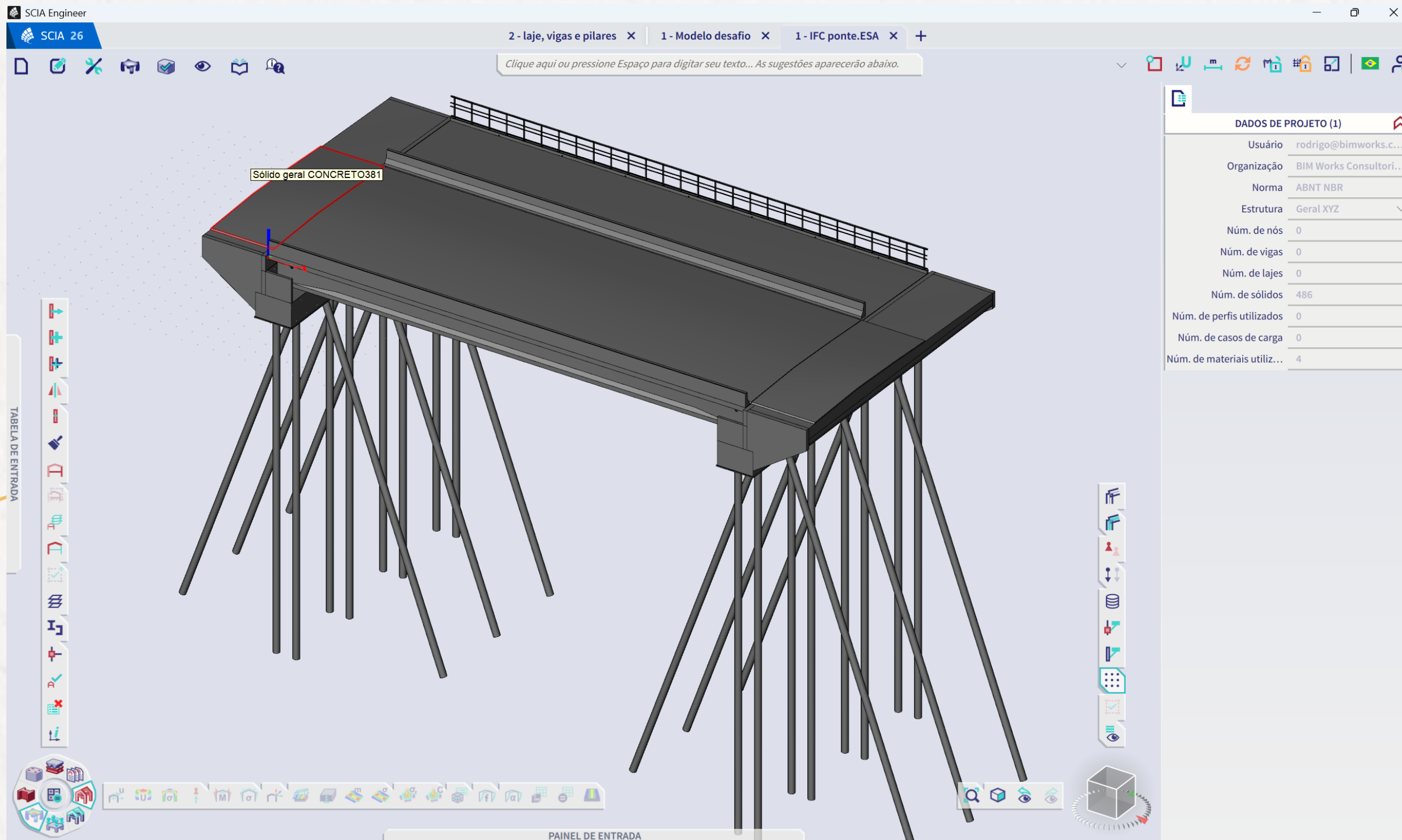
Column.b.10

Property	Value
Type	Rectangle Profile
Name	Retângulo (30,00; 30,00)
X Dim	300 mm
Y Dim	300 mm



Interoperabilidade para o Cálculo Estrutural

O que acontece ao importar um arquivo IF em um software de cálculo estrutural?



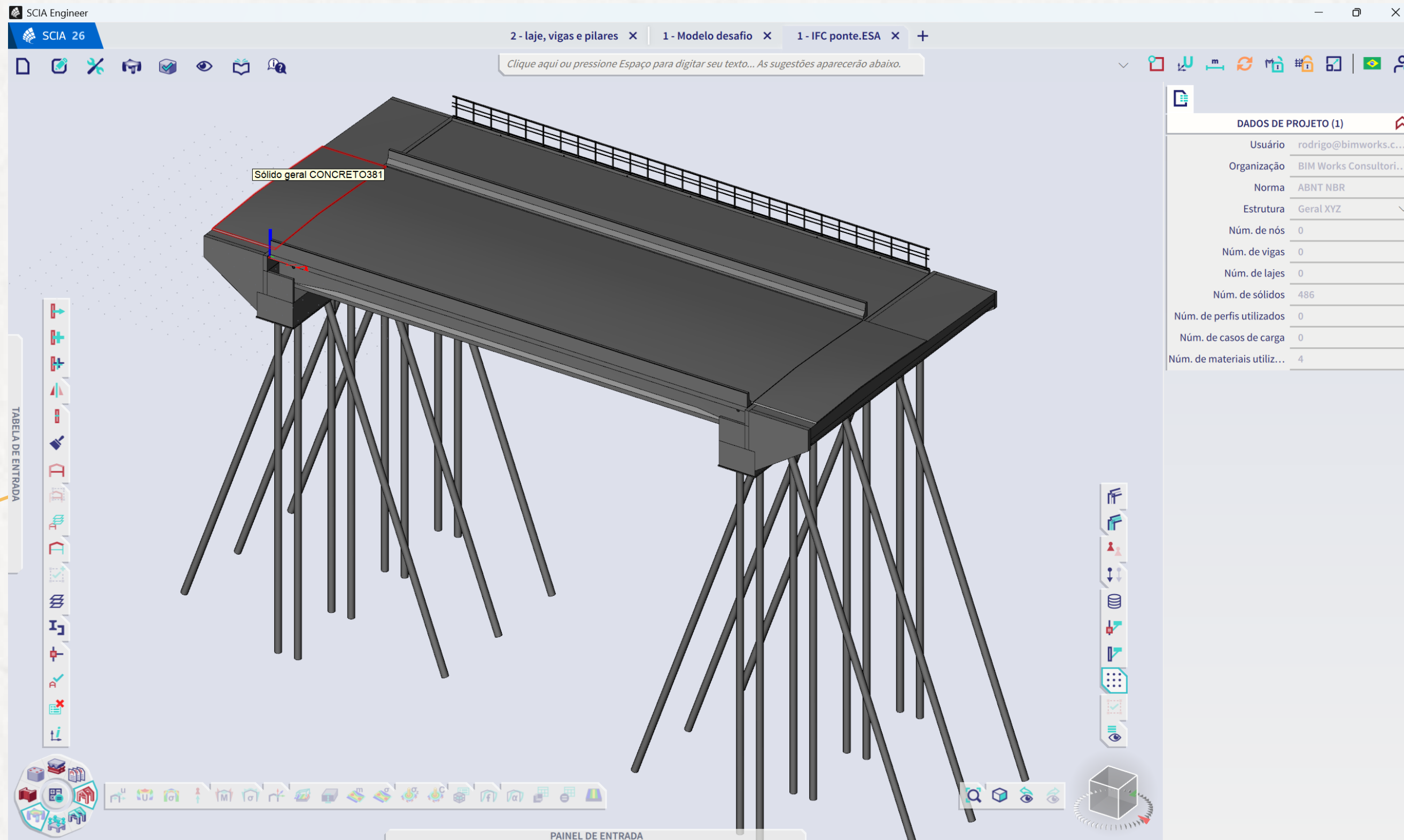
As informações continuam sendo CAD, ou seja, são importados sólidos!

Inovação e
Eficiência



Interoperabilidade para o Cálculo Estrutural

Quais as informações o software de cálculo precisa desse modelo IFC?



Voltando ao que falamos:

- Material (módulo E)
- Geometria dos elementos (Área e Inércia dos elementos 1D e 2D)
- Posições no espaço (comprimento dos elementos)

Qualquer outra informação é complementar !

Inovação e
Eficiência



Interoperabilidade para o Cálculo Estrutural

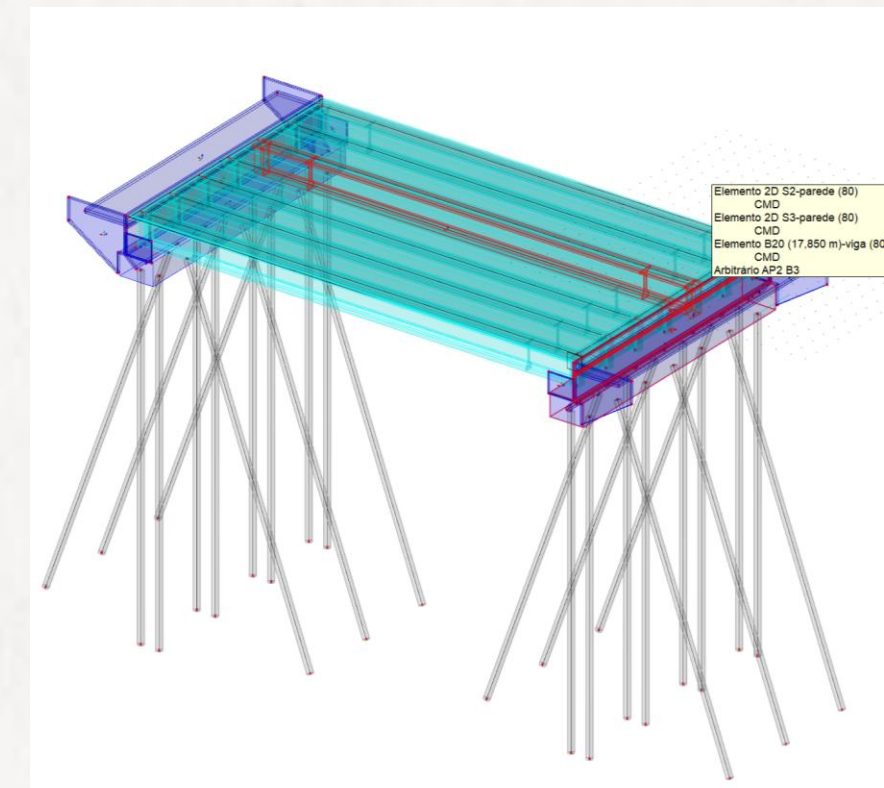
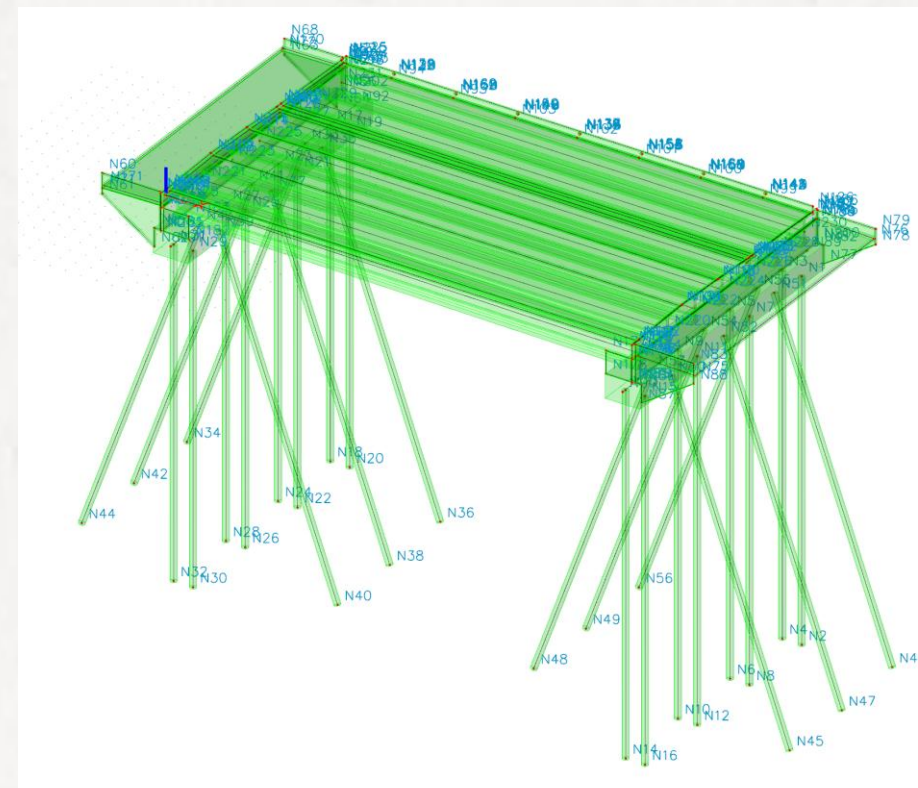
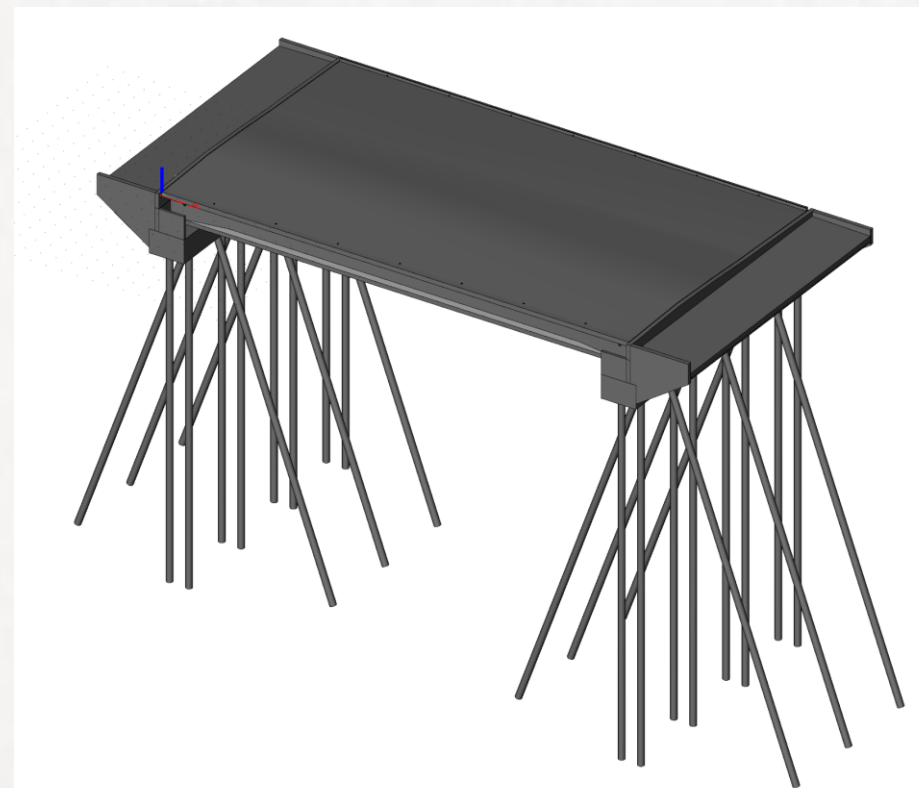
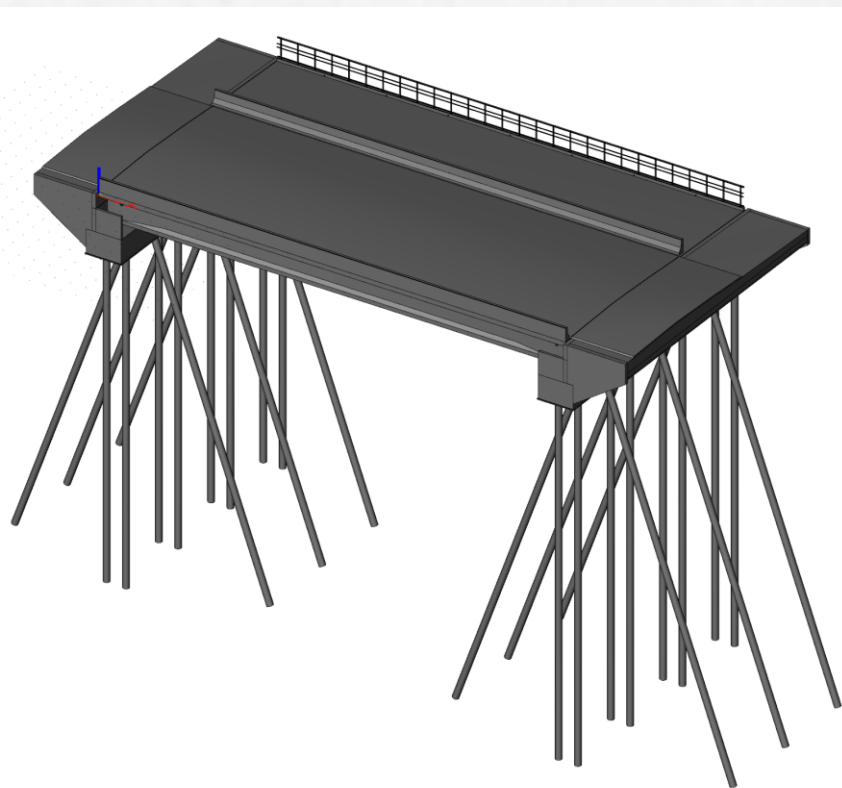
Qual o fluxo de trabalho para converter um modelo CAD em de Cálculo?

MODELO CAD - IFC

LIMPEZA / CORREÇÕES

RECONHECIMENTO

ALINHAMENTO

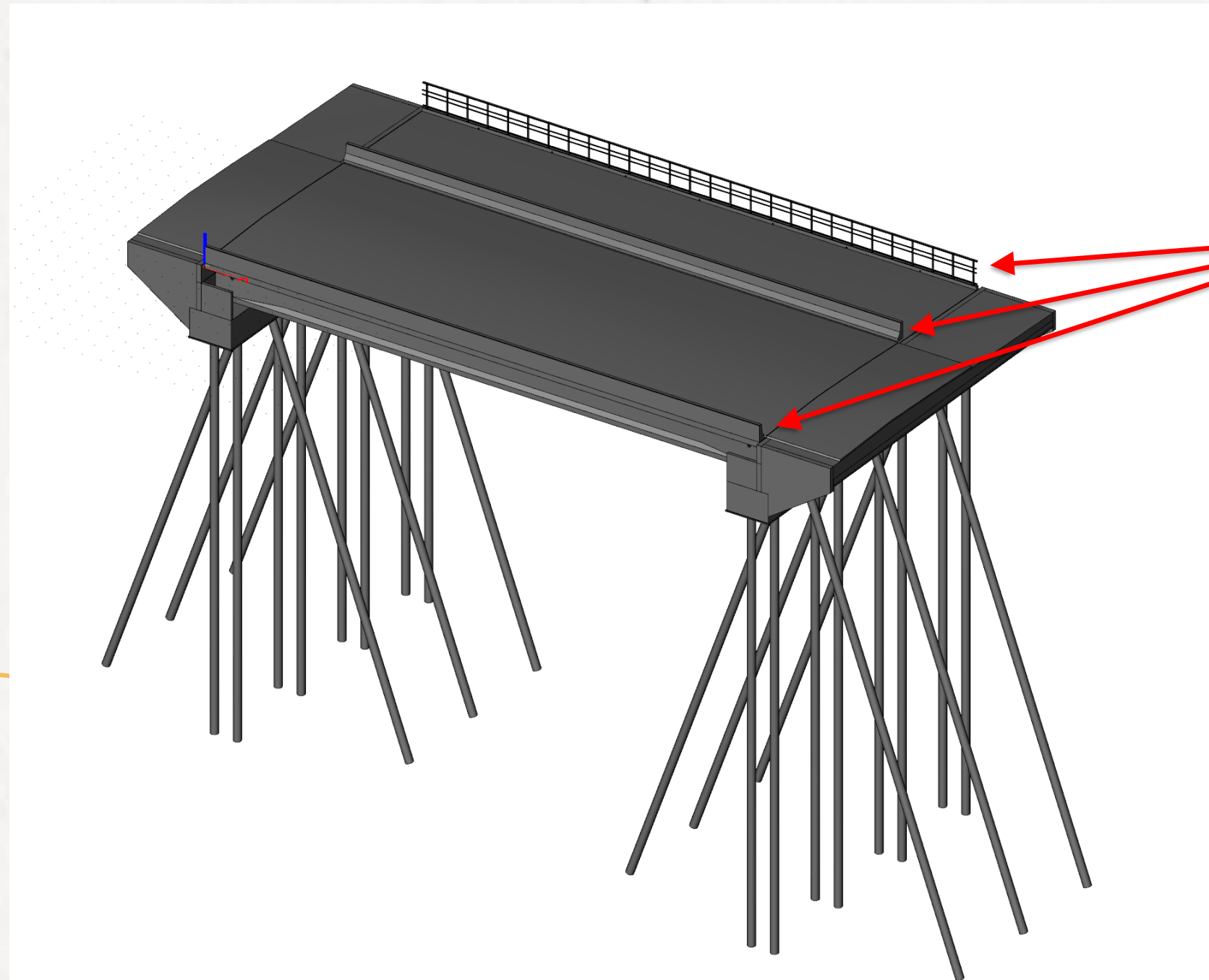


Inovação e
Eficiência



Interoperabilidade para o Cálculo Estrutural

Limpeza e Correção

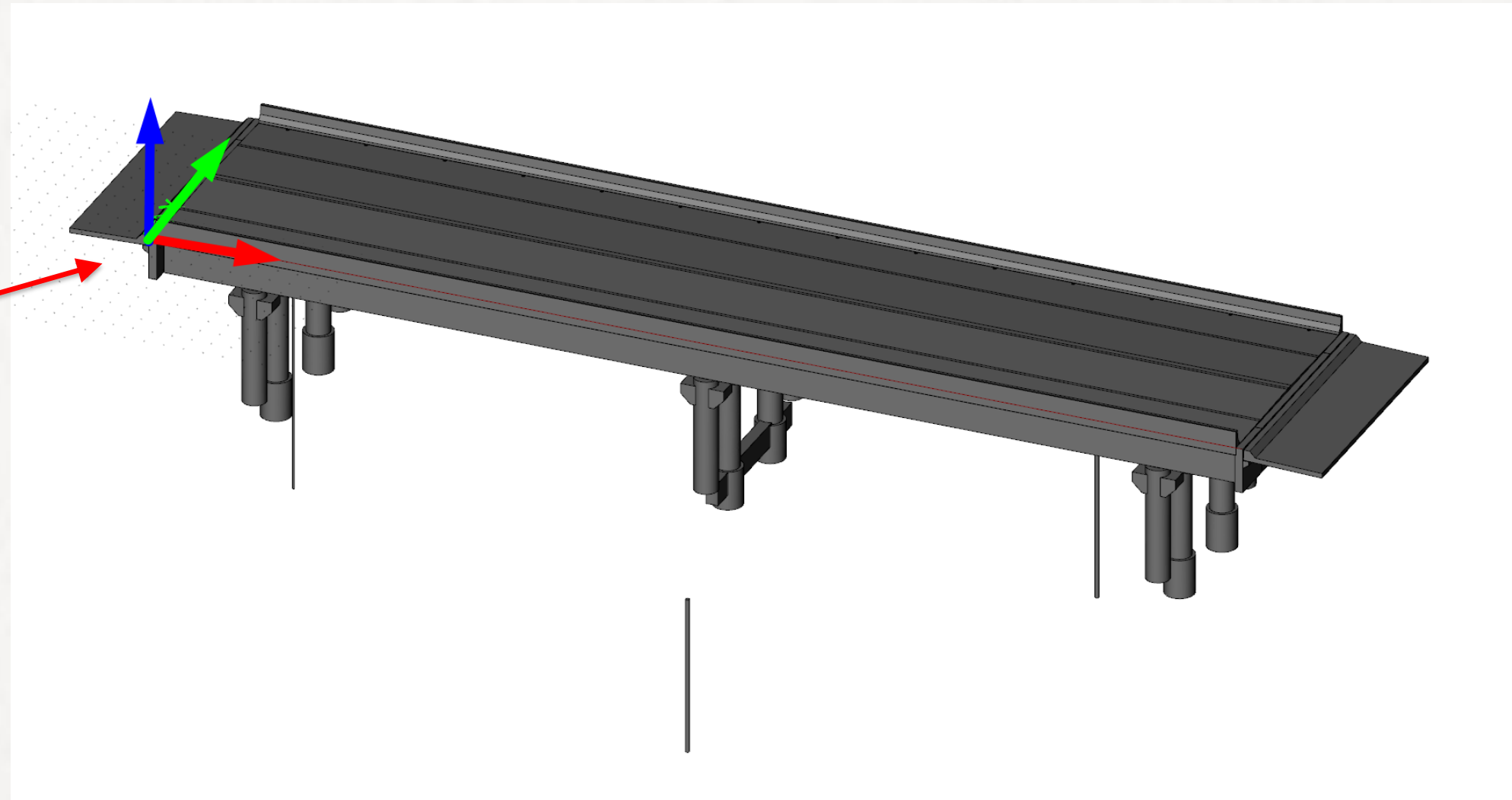


Retirada de elementos que não fazem parte da estrutura global, como guarda-corpo, barreiras, camada asfáltica, enchimentos, solo.

Interoperabilidade para o Cálculo Estrutural

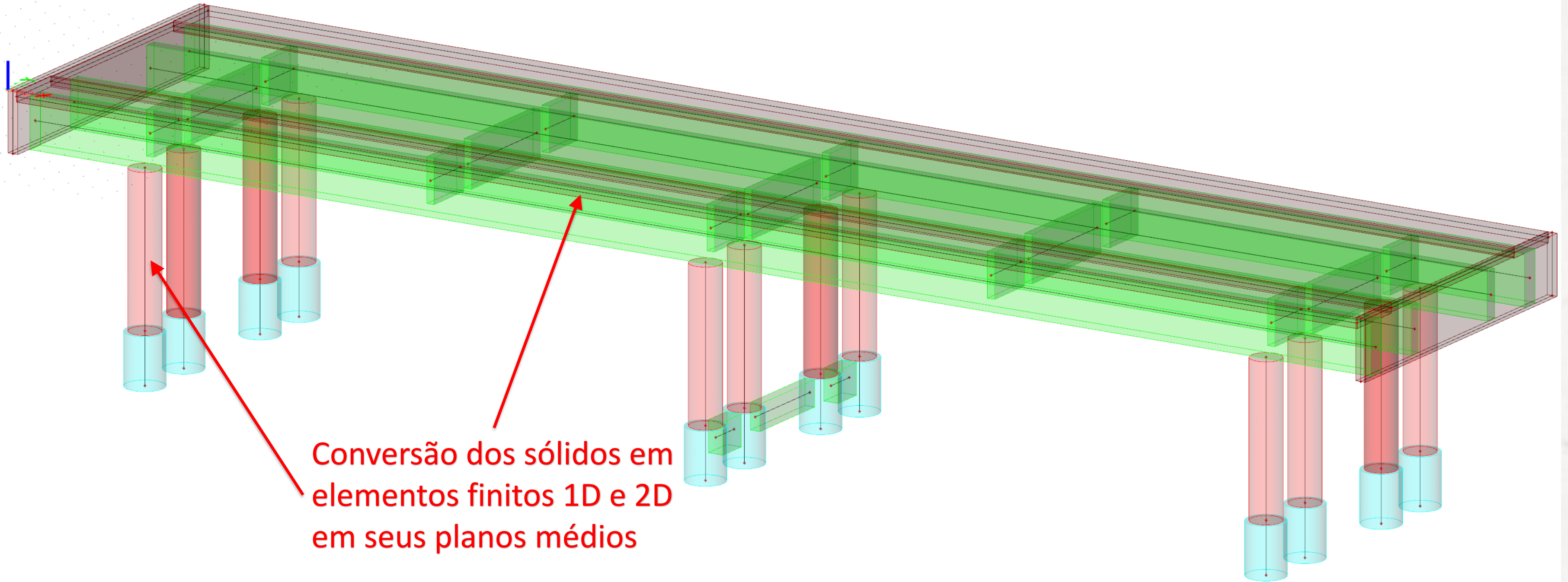
Limpeza e Correção

Posicionamento na origem de coordenadas e rotação segundo esses eixos



Interoperabilidade para o Cálculo Estrutural

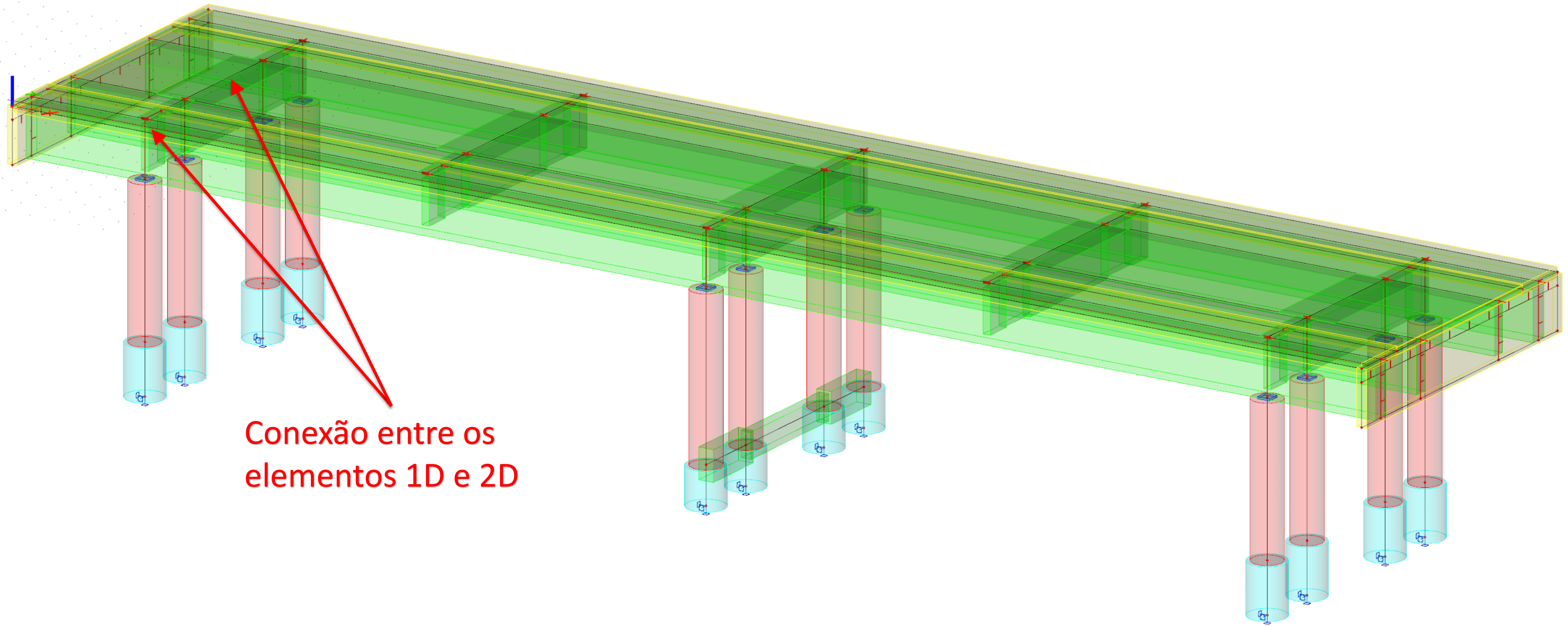
Reconhecimento



Conversão dos sólidos em elementos finitos 1D e 2D em seus planos médios

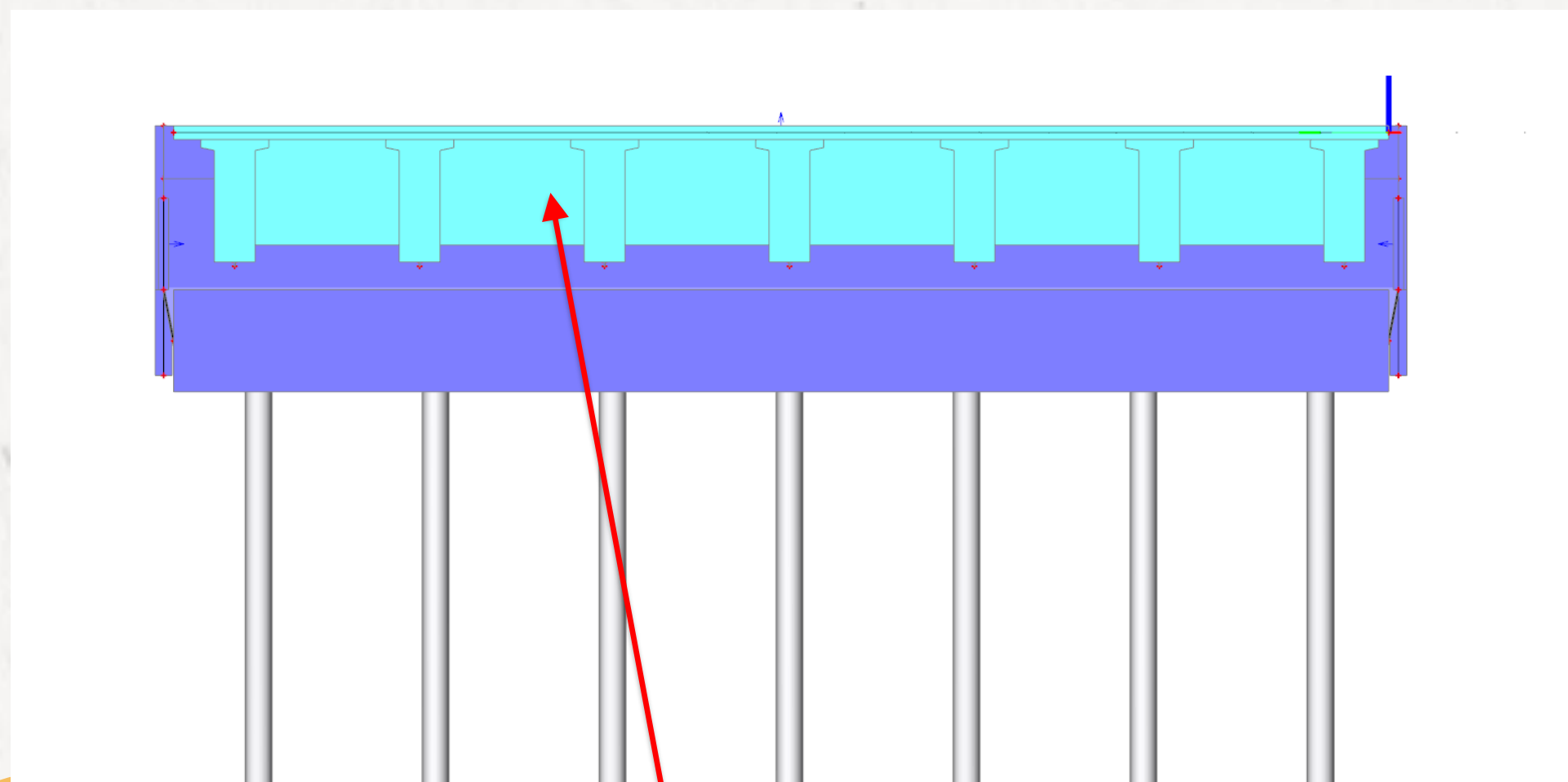
Interoperabilidade para o Cálculo Estrutural

Alinhamento



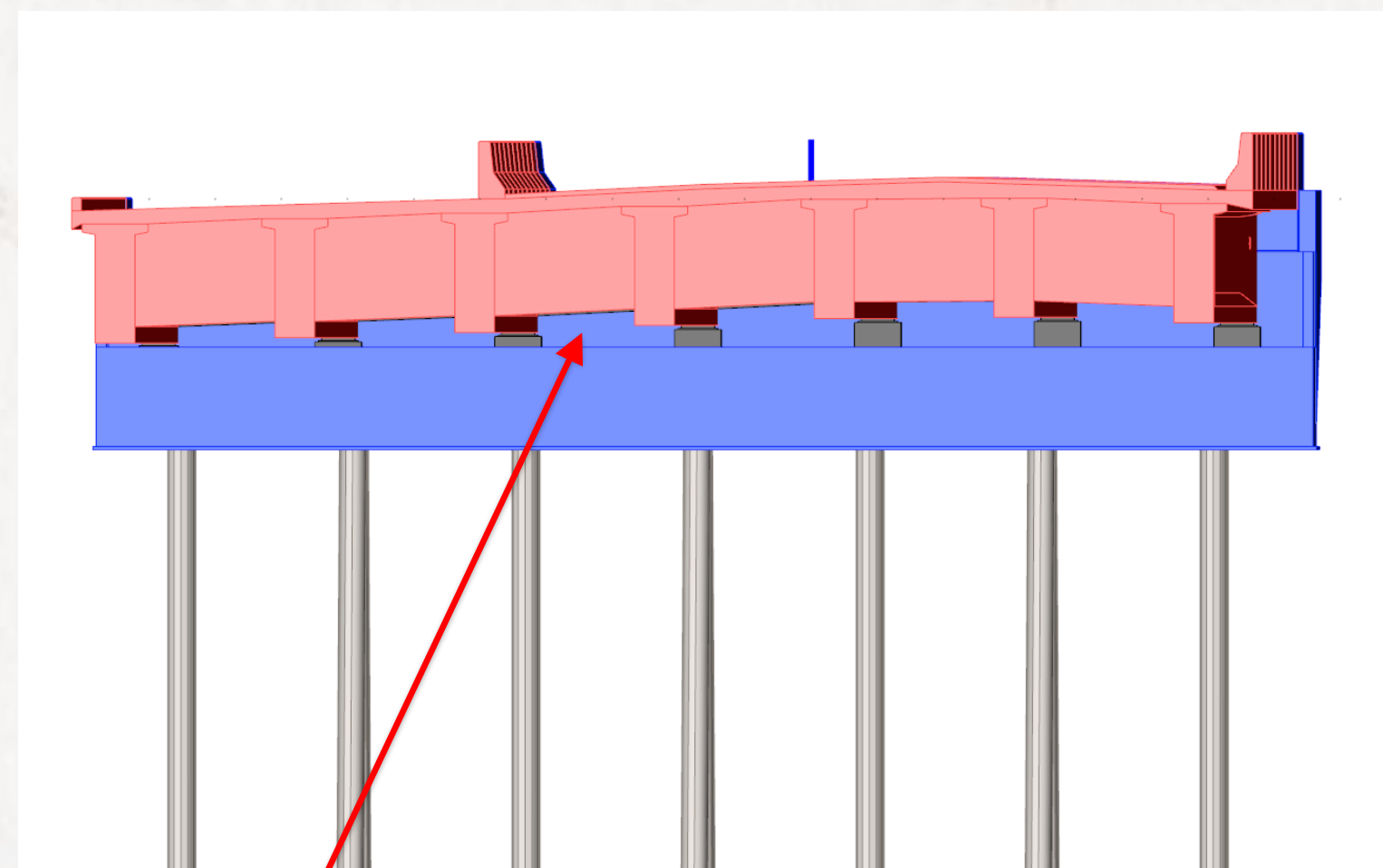
Conexão entre os
elementos 1D e 2D

Simplificações comuns do cálculo



Modelo MEF

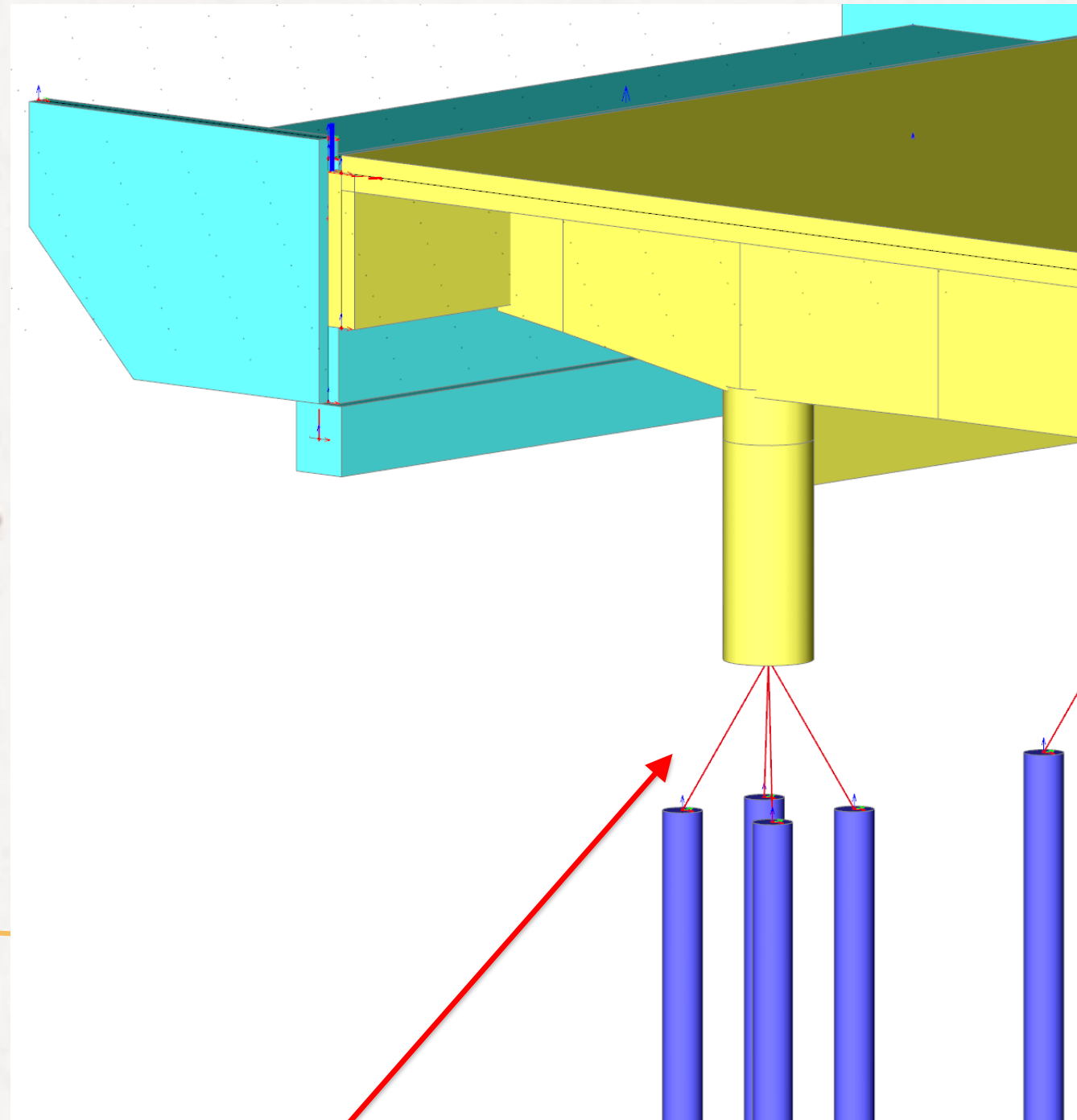
Tabuleiro reto



Modelo IFC

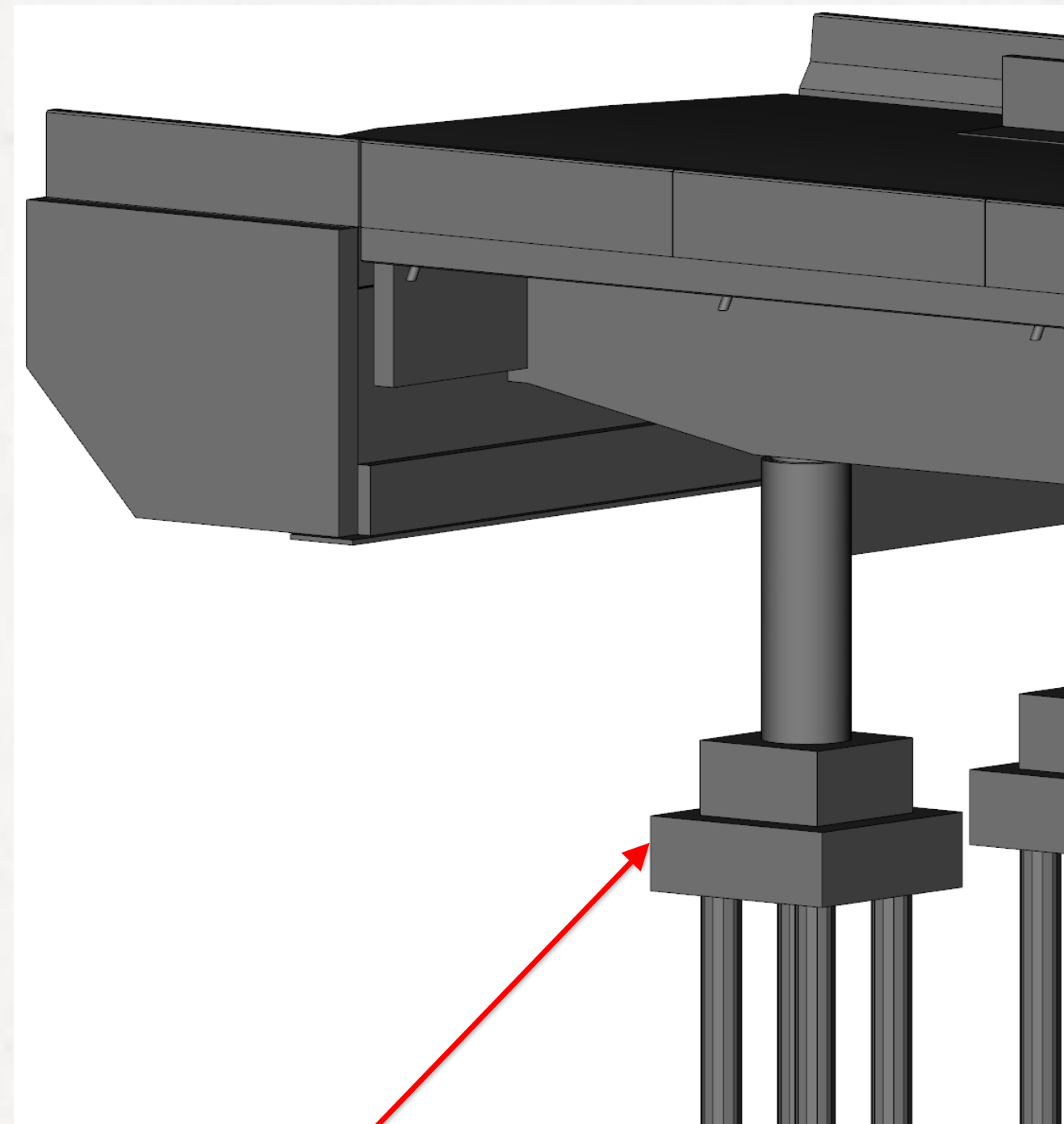
Tabuleiro com elevações

Simplificações comuns do cálculo



Modelo MEF

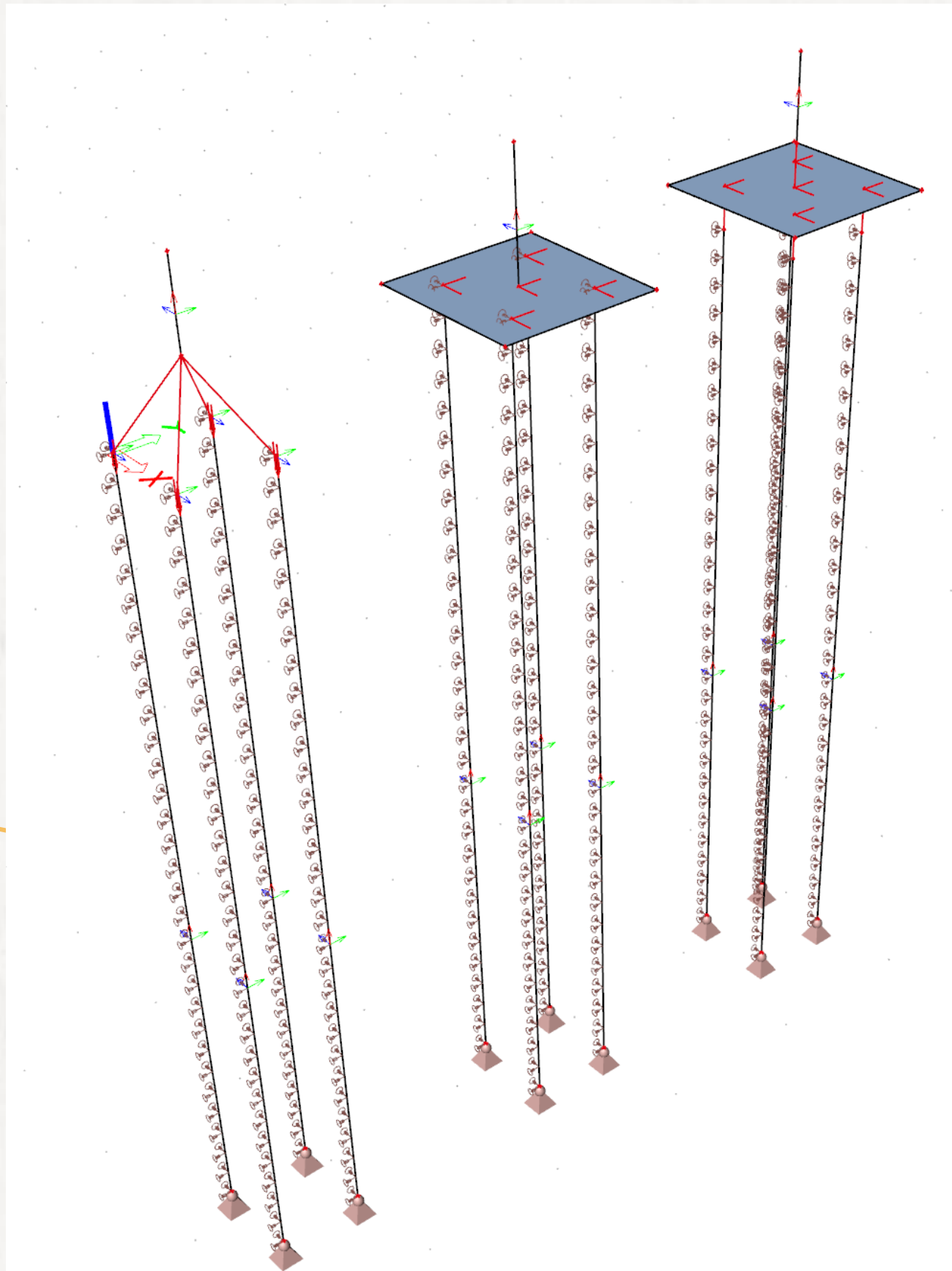
Elementos especiais para simular a existência do bloco de concreto



Modelo IFC

Bloco de concreto no modelo IFC

Simplificações comuns do cálculo



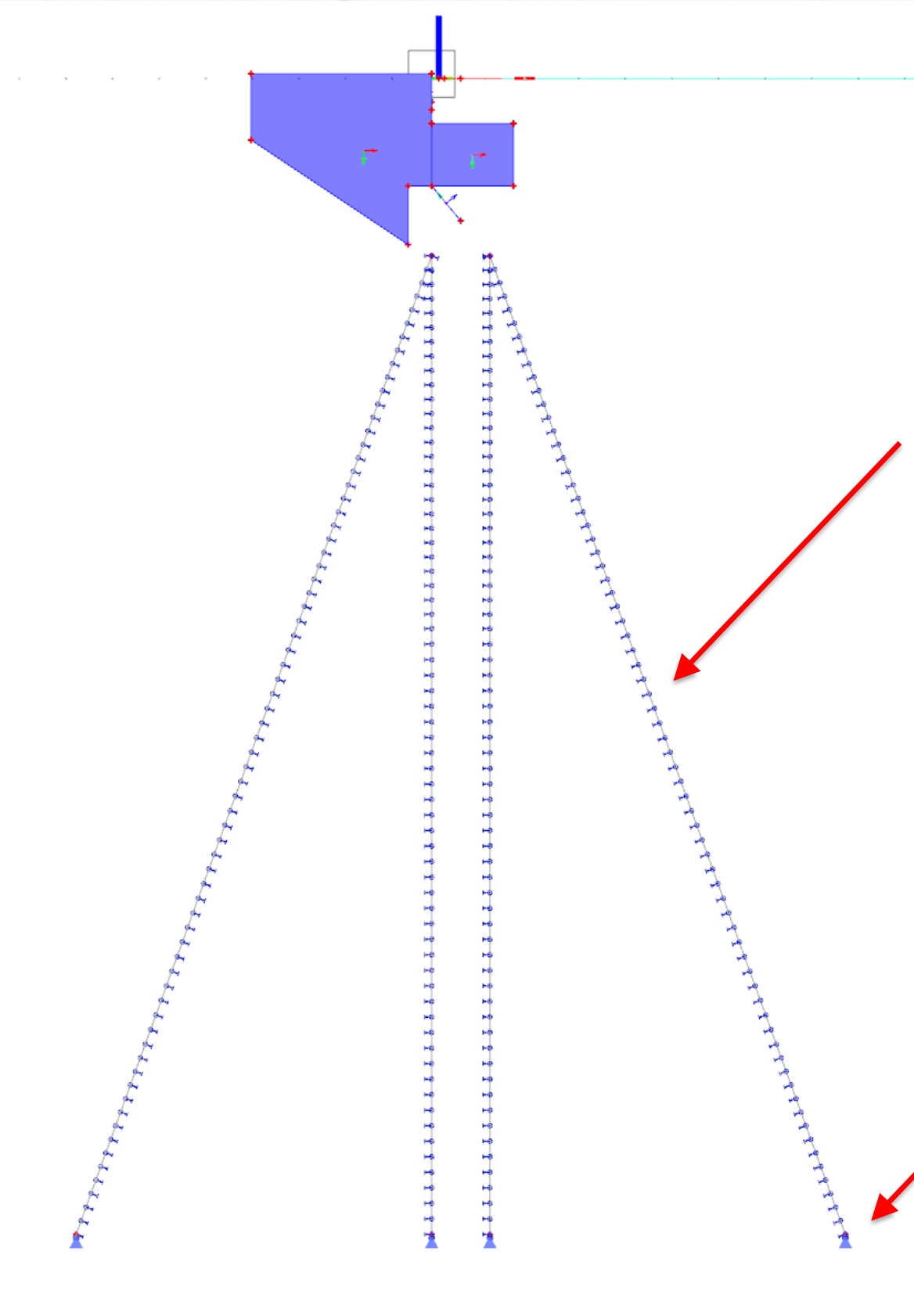
Existem diversas opções para essa simulação:

- Links rígidos
- Placas espessas
- Placas espessas + links rígidos



Modelo de cálculo estrutural

Condições de contorno



Molas ao longo da barra para simular o solo

Apoio articulado para o nó final da estaca



SPT	K_h (kgf/cm ²)	K_h (kN/m ²)
<6	8	800
6<SPT<10	50	5000
10<SPT<30	100	10000
>30	200	20000

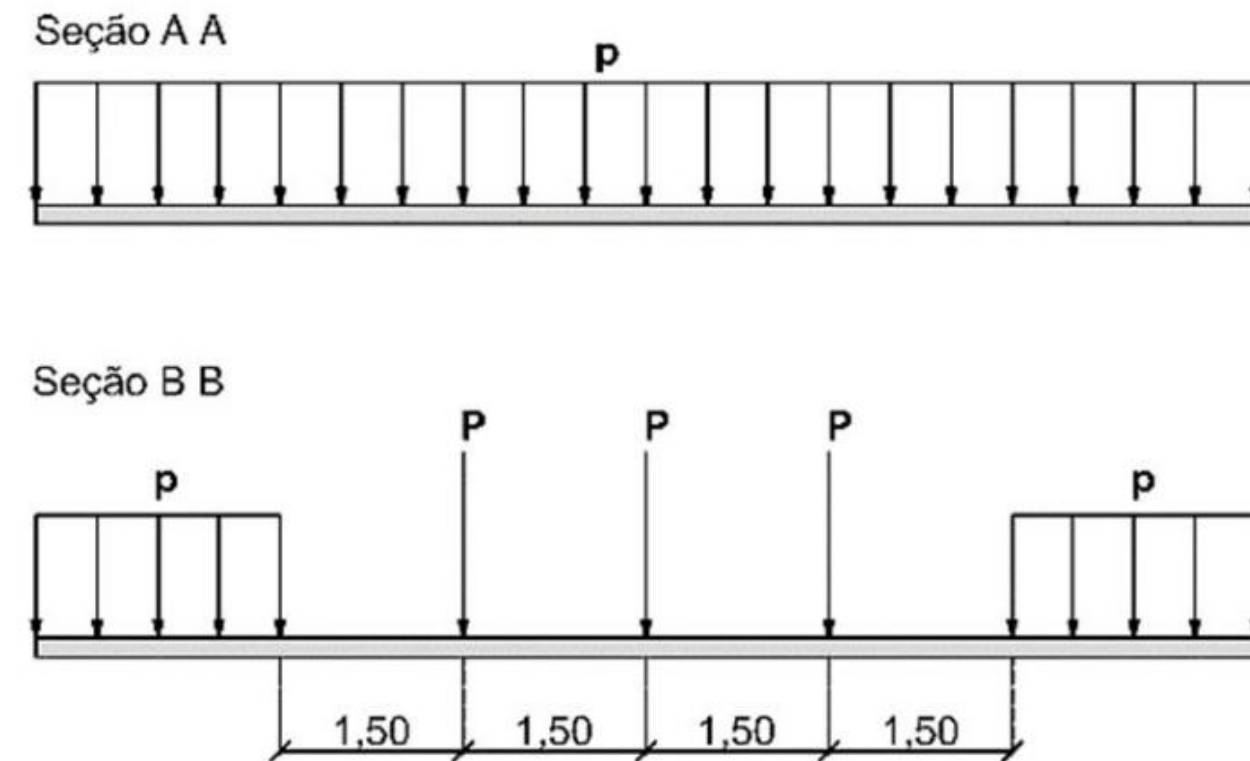
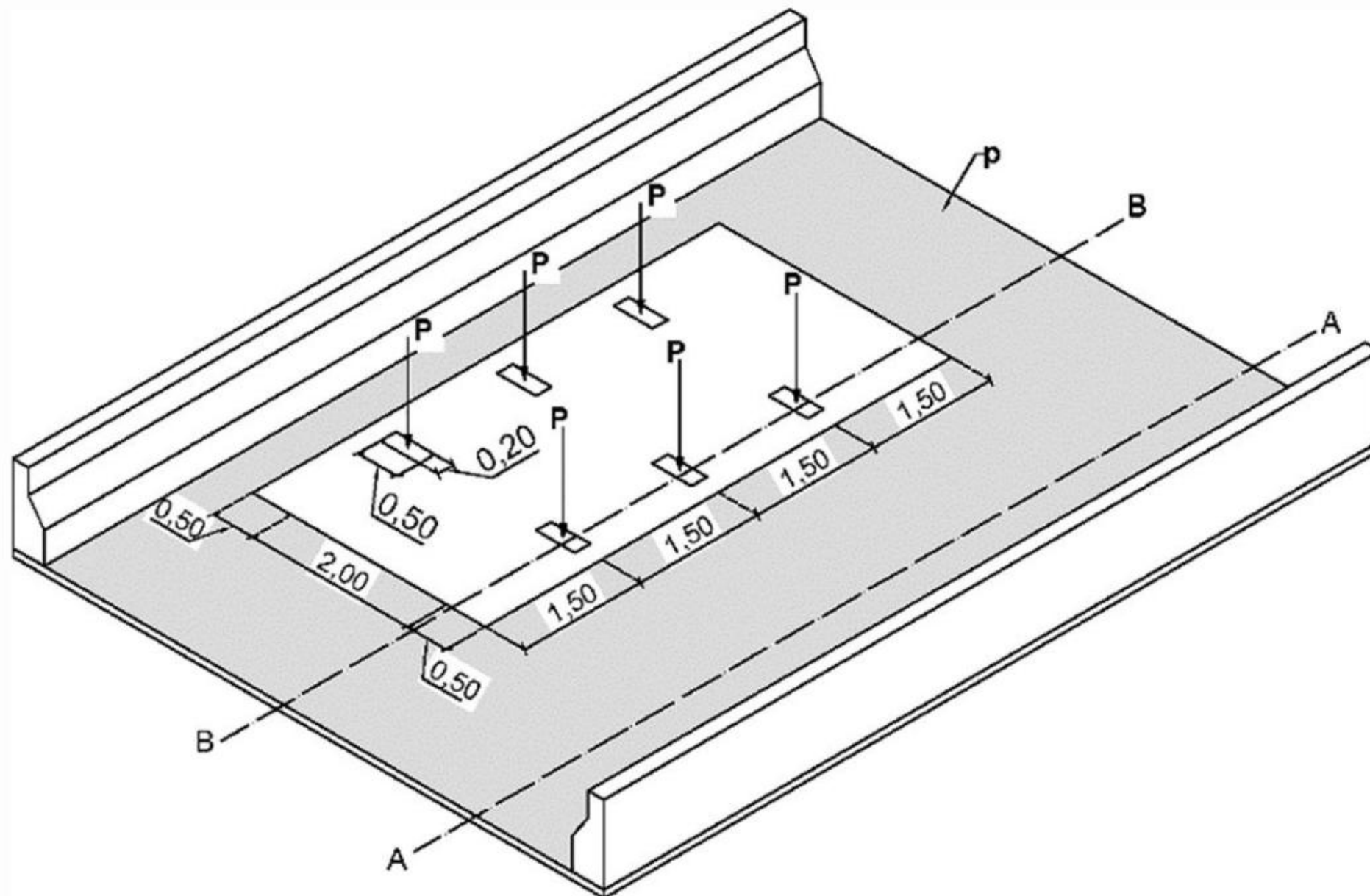
OBS: Essa tabela não é uma regra fixa, pode variar de acordo com os estudos do engenheiro



Modelo de cálculo estrutural

Carregamentos – pavimentação, retração, empuxo, vento, cargas móveis, etc..

Carga móvel TB -450 – NBR 7188



OBS: Normalmente, quem define quantos e quais os carregamentos mais adequados para a estrutura é o Engenheiro Calculista e não uma parametrização do software de cálculo.

Modelo de cálculo estrutural

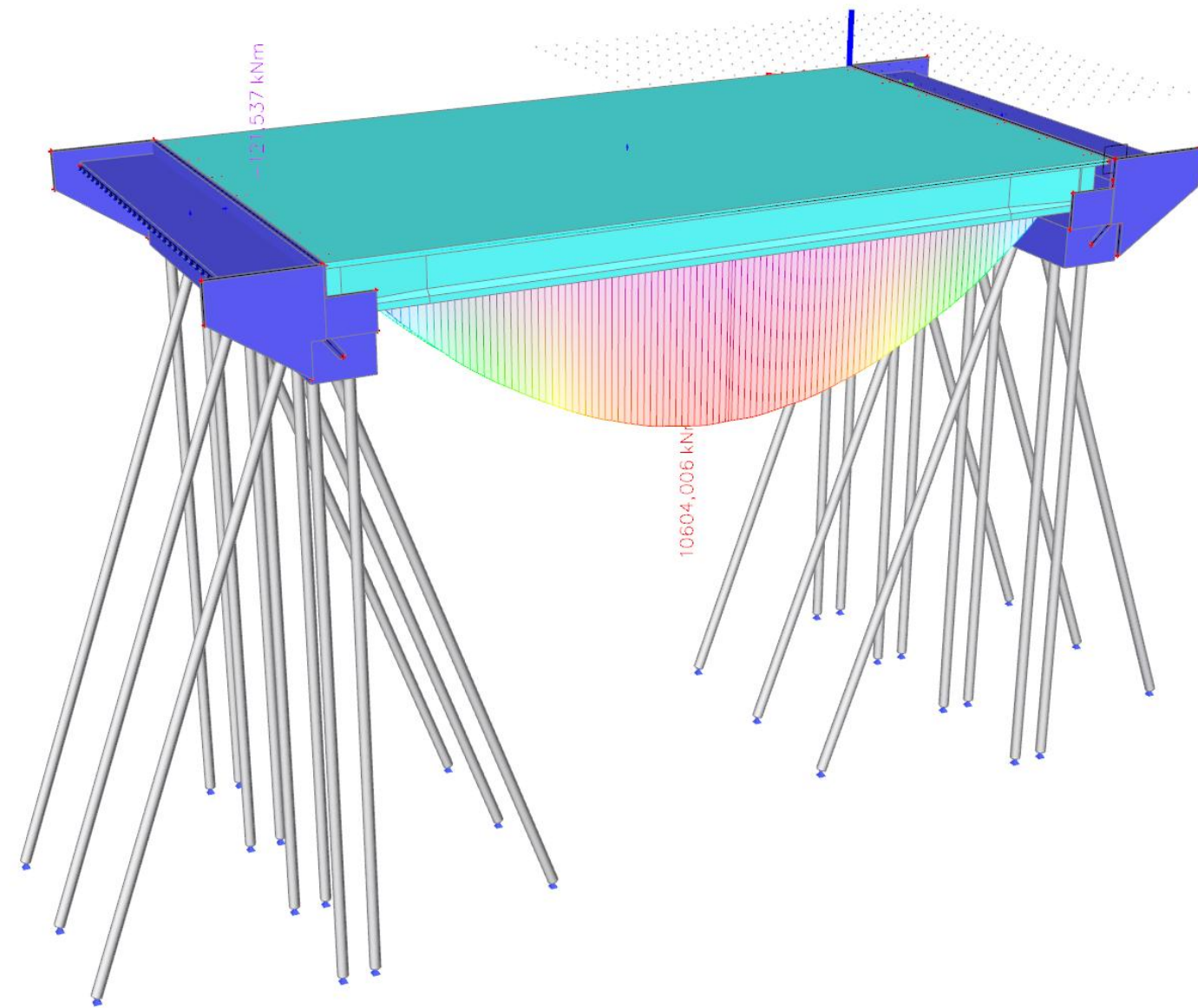
Combinações – NBR 8681

Cargas	Combinações Últimas							
	ELU 1	ELU 2	ELU 3	ELU 4	ELU 5	ELU 6	ELU 7	ELU 8
Permanente	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00
Permanente (retração)	1,20	1,20	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Frenagem	1,50	1,05	1,05	1,05	1,50	1,05	1,05	1,05
Temperatura	0,72	0,72	0,72	1,20	0,72	0,72	0,72	1,20
Vento	0,84	1,40	0,84	0,84	0,84	1,40	0,84	0,84
Multidão	1,05	1,05	1,50	1,05	1,05	1,05	1,50	1,05
Trem	1,05	1,05	1,50	1,05	1,05	1,05	1,50	1,05

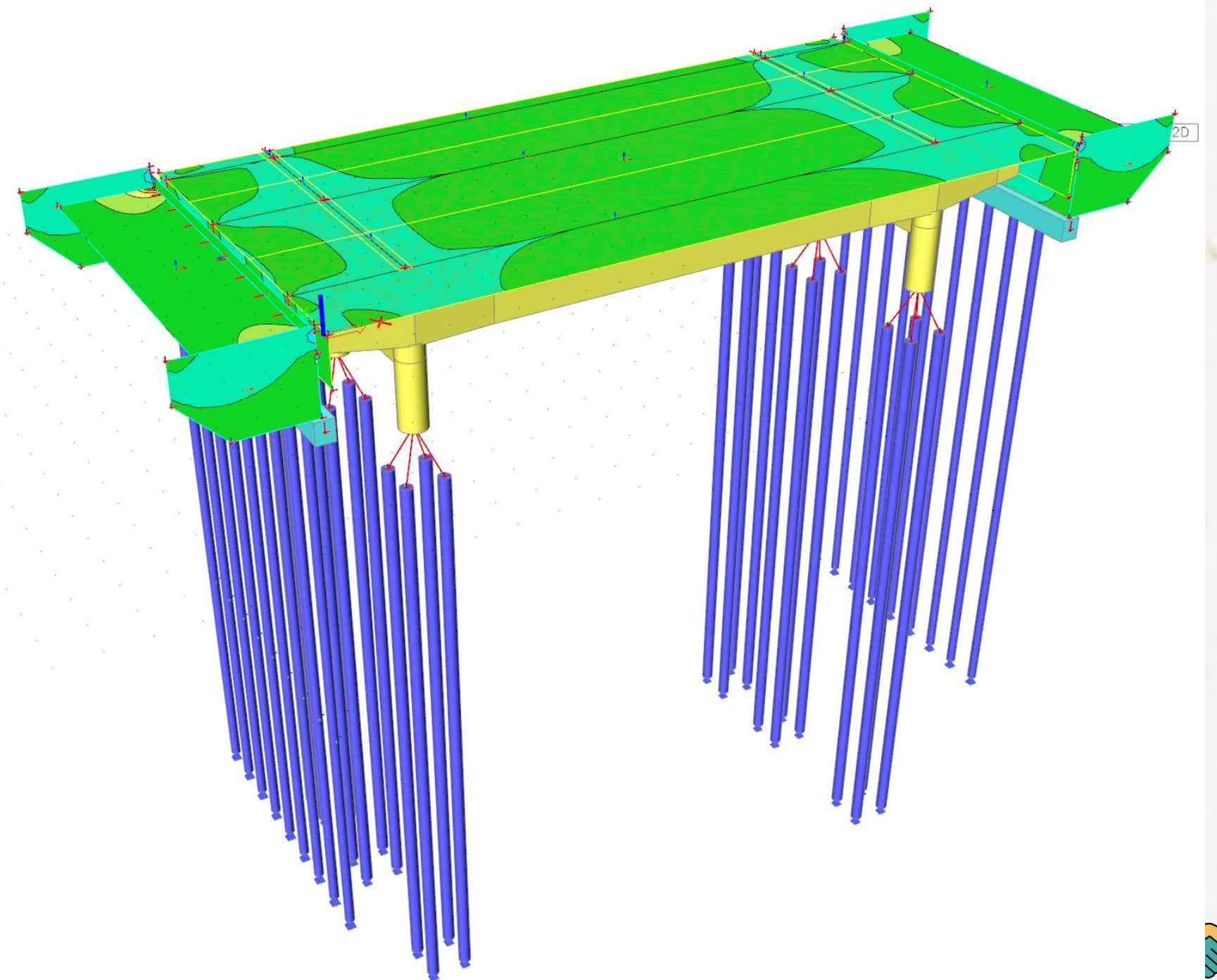
Cargas	Combinações de Serviço				
	ELS - QP	ELS-FREQ 1	ELS-FREQ 2	ELS-FREQ 3	ELS-FREQ 4
Permanente (todas)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Frenagem	0,30	0,50	0,30	0,30	0,30
Temperatura	0,30	0,30	0,30	0,30	0,50
Vento	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00
Multidão	0,30	0,30	0,30	0,50	0,30
Trem	0,30	0,30	0,30	0,50	0,30

Modelo de cálculo estrutural

Análise dos resultados



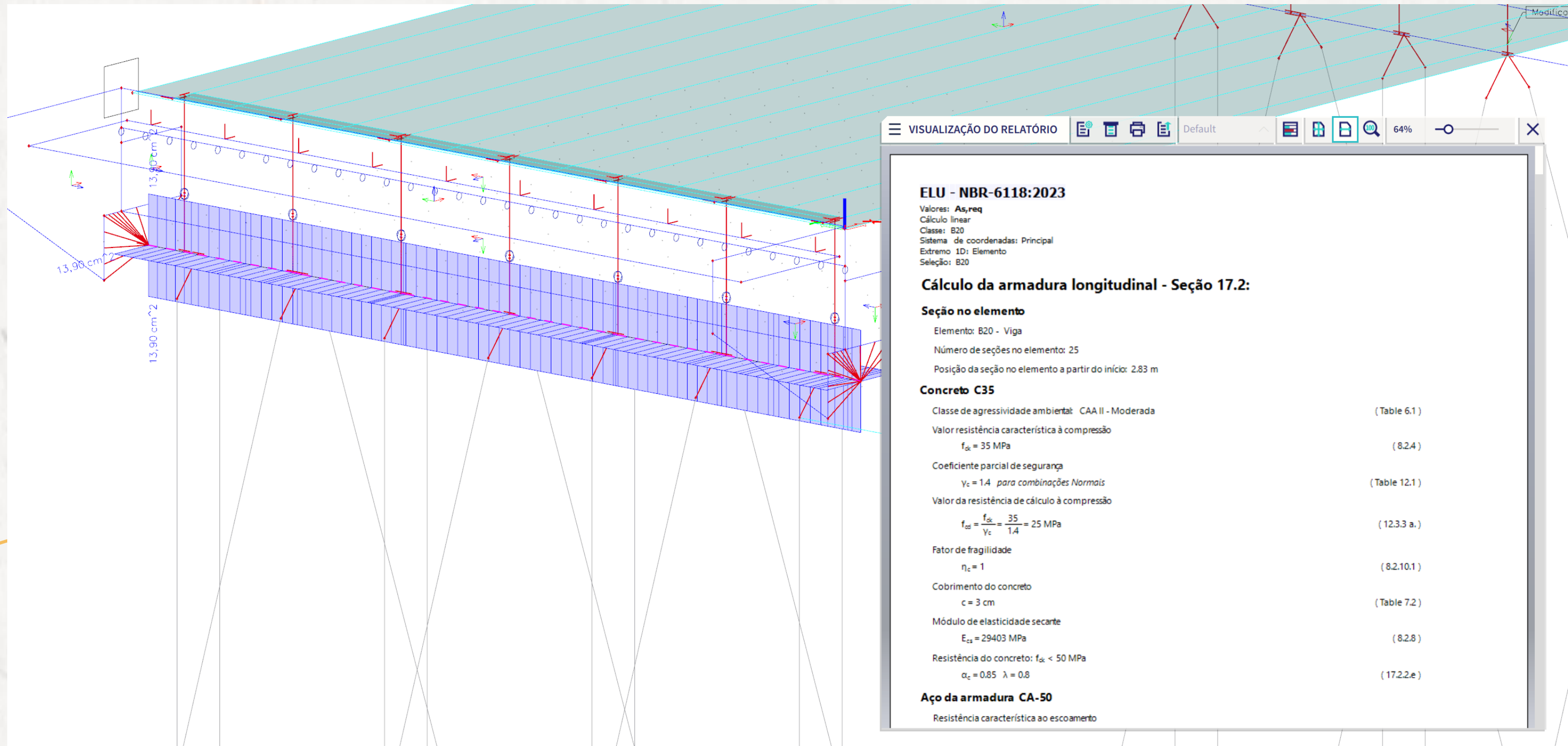
Momento M_y
nas longarinas



Momento M_x
no tabuleiro

Modelo de cálculo estrutural

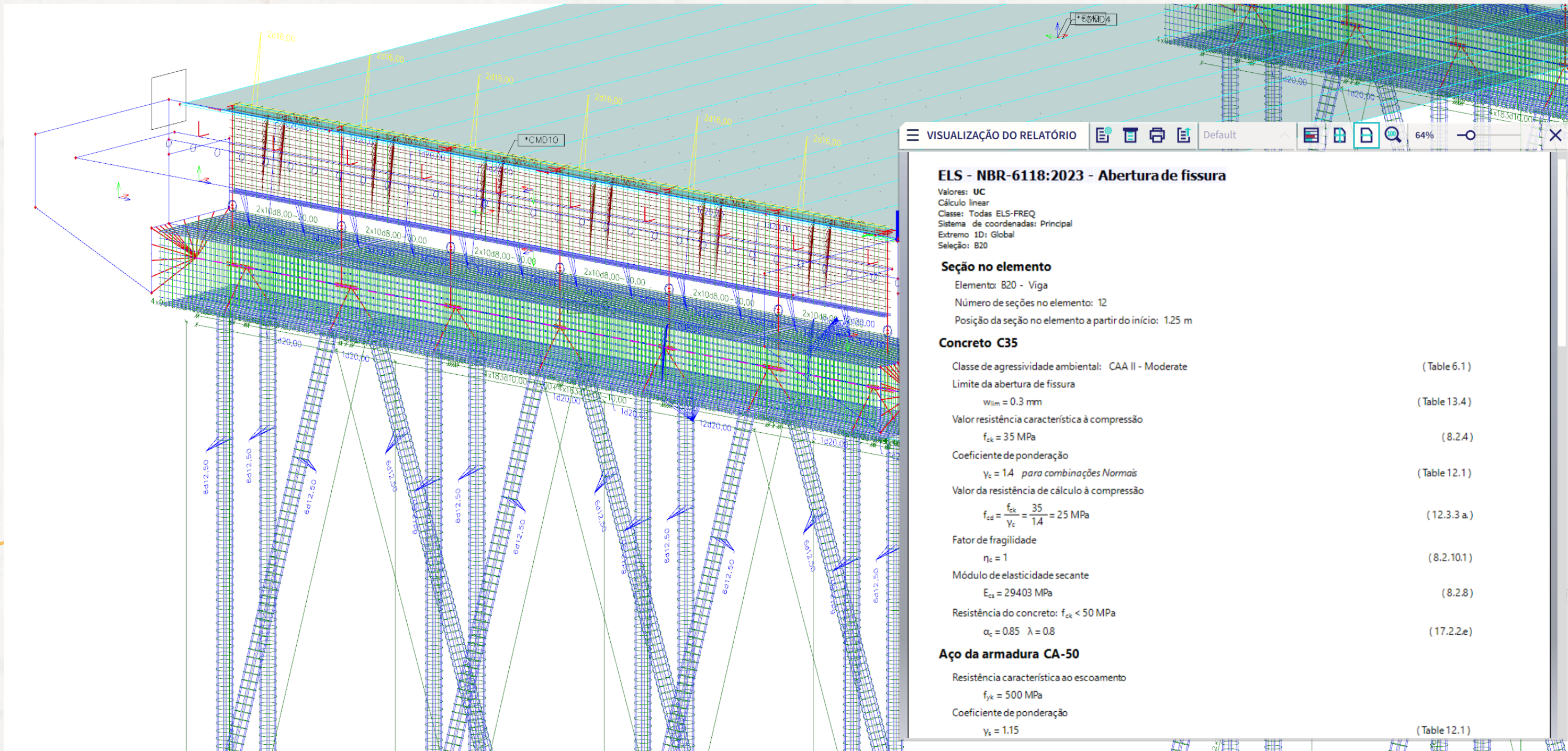
Dimensionamento - ELU



Armadura necessária para a travessa

Modelo de cálculo estrutural

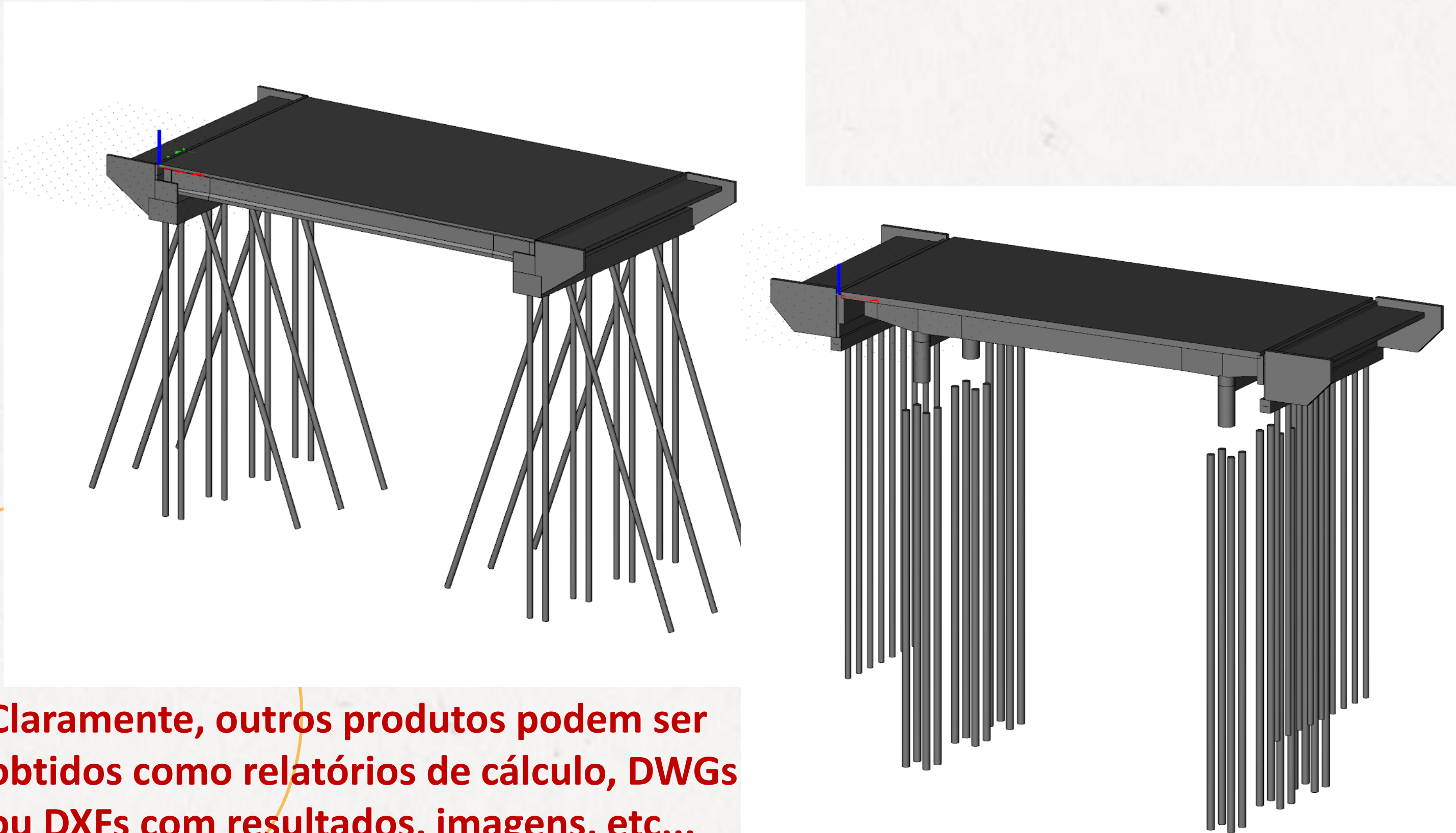
Dimensionamento - ELS



Abertura de fissuras para a travessa

Produtos do cálculo estrutural para o BIM

Arquivo IFC de referência para a equipe de detalhamento



- As simplificações de cálculo estarão presentes no modelo
- Armaduras mais esquemáticas

Claramente, outros produtos podem ser obtidos como relatórios de cálculo, DWGs ou DXFs com resultados, imagens, etc...

Inovação e
Eficiência




Conclusões

- O software de cálculo precisa estar adaptado nativamente ou ter configurações suficientes para se adaptar às normas brasileiras como a NBR 6118, NBR 7188, NBR 6123 entre outras;
- O software cálculo deve ser homologado pela buildingSMART para ter a garantia que fará a leitura e a escrita dos arquivos IFCs de acordo com os padrões internacionais;
- O software de cálculo precisa ter ferramentas que ajudem a lidar com as informações BIM (processo de conversão do IFC em Elementos Finitos);
- O modelo de cálculo estrutural não precisa necessariamente de um template com várias definições previamente estabelecidas;

O cálculo estrutural pode ser realizado por diversos softwares, mas a diferença é o quanto ele te ajuda a ser eficiente no projeto e na interoperabilidade!

O software **SCIA Engineer** atende a todos esses requisitos!



Inovação e
Eficiência 

rodrigo@bimworks.com.br

<https://www.linkedin.com/in/rodrigo-couto-da-costa>

OBRIGADO !

Inovação e
Eficiência

