

---

# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito

## Análise Incremental



Para uma história de carregamento definida, a resposta de uma dada estrutura em regime elastoplástico perfeito pode ser encontrada por análise incremental.

---

# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito

## Algoritmo para Análise Incremental



No início do carregamento a estrutura se comporta como elástica linear (sua análise pode ser feita pelos métodos clássicos dos esforços ou dos deslocamentos) até que uma seção da estrutura se plastifique.

No caso de estrutura isostática ela se transforma em um mecanismo e a estrutura sofre o que se chama colapso plástico.

No caso de estrutura hiperestática, com grau de hiperestaticidade  $n$ , ela modifica o seu comportamento e passa a se comportar como uma estrutura hiperestática de grau  $n-1$  e considera-se novo acréscimo com o novo comportamento linear e, assim por diante, até que ocorra o colapso plástico.

---

---

# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito

## Algoritmo para Análise Incremental



Pode ocorrer que  $r$  seções se plastifiquem simultaneamente e, nesse caso, pode ocorrer que a estrutura seja levada ao colapso plástico ou que ela passe a se comportar como com uma estrutura hiperestática com grau de hiperestaticidade  $n-r$  ou, mesmo isostática.

A que se considerar também a possibilidade de formação de um mecanismo parcial da estrutura, que também é chamado de colapso plástico.

---

---

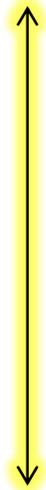
# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito

## Algoritmo para Análise Incremental



### Algoritmo incremental para carregamento proporcional

Partir de uma determinada configuração de referência ( $i$ ), caracterizada por um coeficiente de carregamento  $\gamma_i$  que define os esforços externos  $P_i = \gamma_i P$  e para os quais foram determinados ou são conhecidos os esforços solicitantes e os deslocamentos resultantes;



Processo Incremental

# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito

## Algoritmo para Análise Incremental



Processo Incremental

1. Analisar a resposta linear da estrutura para uma variação de carga com  $\Delta\gamma=1$  a partir de  $P_i$
2. Determinar o incremento  $\Delta\gamma_i$  que leva à mudança do comportamento da estrutura pela plastificação de uma seção seja por solicitação axial, seja por flexão.
  - a. Pode ocorrer que  $\Delta\gamma_i$  seja definido por outra condição relacionada ao histórico de carregamento ou a uma condição de utilização sem que uma nova seção seja plastificada
3. Analisar a resposta da estrutura para  $P_{i+1} = P_i + \Delta\gamma_i P$
4. Retornar ao item 2 ou interromper o processo no caso de colapso plástico ou no caso indicado em 3.a.

# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito

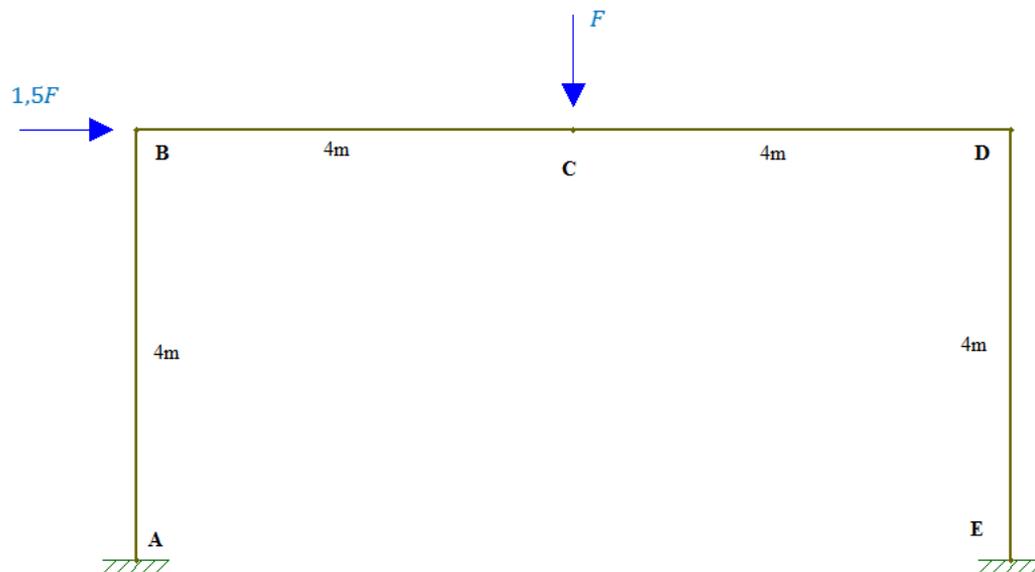
## Algoritmo para Análise Incremental



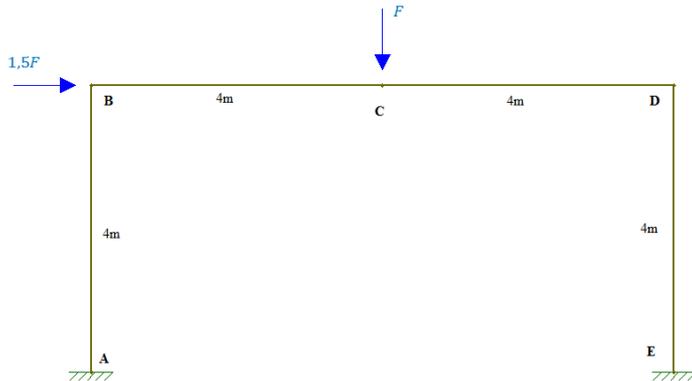
1. Partir de uma determinada configuração de referência ( $i$ ), caracterizada por um coeficiente de carregamento  $\gamma_i$  que define os esforços externos  $P_i = \gamma_i P$  e permite obter os esforços solicitantes e os deslocamentos resultantes;
2. Analisar a resposta linear da estrutura para uma variação de carga com  $\Delta\gamma=1$  a partir de  $P_i$
3. Determinar o incremento  $\Delta\gamma_i$  que leva à mudança do comportamento da estrutura pela plastificação de uma seção seja por solicitação axial, seja por flexão.
  - a. Pode ocorrer que  $\Delta\gamma_i$  seja definido por outra condição relacionada ao histórico de carregamento ou a uma condição de utilização sem que se uma nova seção seja plastificada
4. Analisar a resposta da estrutura para  $P_{i+1} = P_i + \Delta\gamma_i P$
5. Retornar ao item 2 ou interromper o processo no caso de colapso plástico ou no caso indicado em 3.a.

Processo Incremental

# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito



# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito



perfil	DIMENSÕES (mm)	A	EIXO X - X			EIXO Y - Y			rT	IT	U	P		
			Ix	Wx	rx	Z	Iy	Wy					ry	Z
300x95	300 200 22,4 12,5 255	122	19030	1269	12,5	1447	2991	299	4,96	458,0	5,46	166,0	1,38	95,4

$$A = 122 \text{ cm}^2$$

$$I_{xx} = 19.030 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 1.269 \text{ cm}^3$$

$$Z = 1.447 \text{ cm}^3$$

$$f_y = 25 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

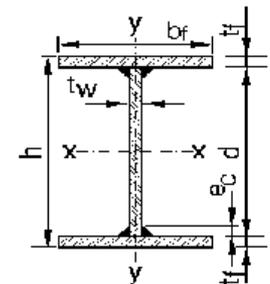
$$M_p = f_y Z = 316,75 \text{ kNm}$$

## Perfis Soldados Série CVS

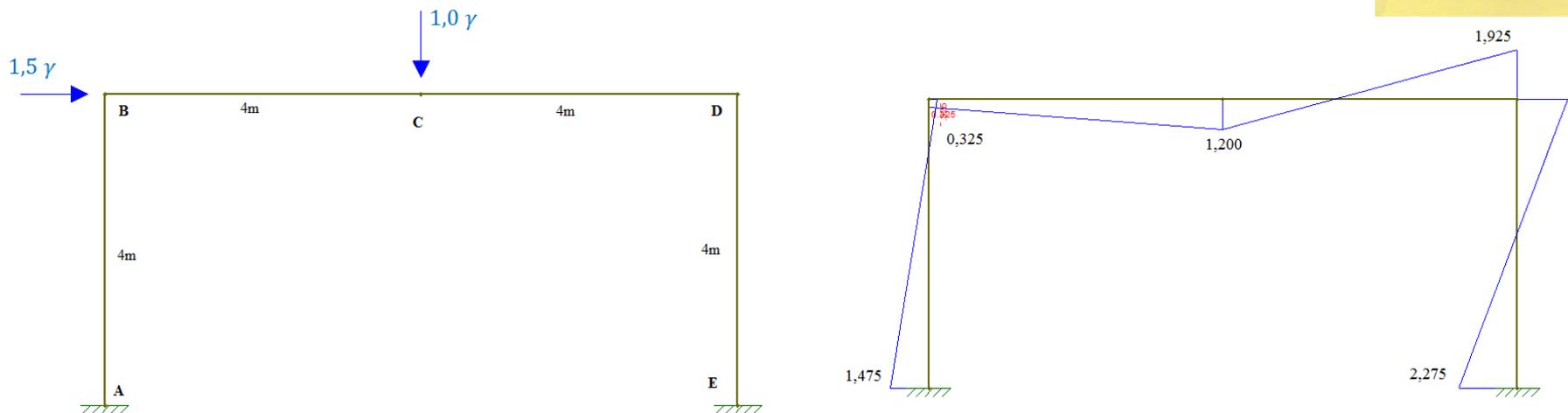
[www.metalica.com.br/perfil-soldado-serie-cvs](http://www.metalica.com.br/perfil-soldado-serie-cvs)

Dimensões e Propriedades Geométricas

- d - altura do perfil
- b f - largura da mesa
- t w - espessura da alma
- t f - espessura da mesa
- ec - espessura do cordão de solda
- A - área total
- P - PESO do perfil por metro linear
- U - área de pintura por metro linear
- I t -  $+h \times t^3 w = 1/3 (2 \times b f \times t^3 f$  - Momento de inércia à torção
- Zx - Módulo de resistência plástico, relativo ao eixo X-X
- Zy - Módulo de resistência plástico, relativo ao eixo Y-Y
- r t - raio de giração relativo a Y-Y
- I x - Momento de inércia em relação ao eixo X-X
- I y - Momento de inércia em relação ao eixo Y-Y
- Wx = 2 Ix - Módulo de resistência elástico da seção em relação ao eixo X-X
- Wy = 2 Iy - Módulo de resistência elástico da seção em relação ao eixo Y-Y
- rx - Raio de giração em relação ao eixo X-X
- ry - Raio de giração em relação ao eixo Y-Y

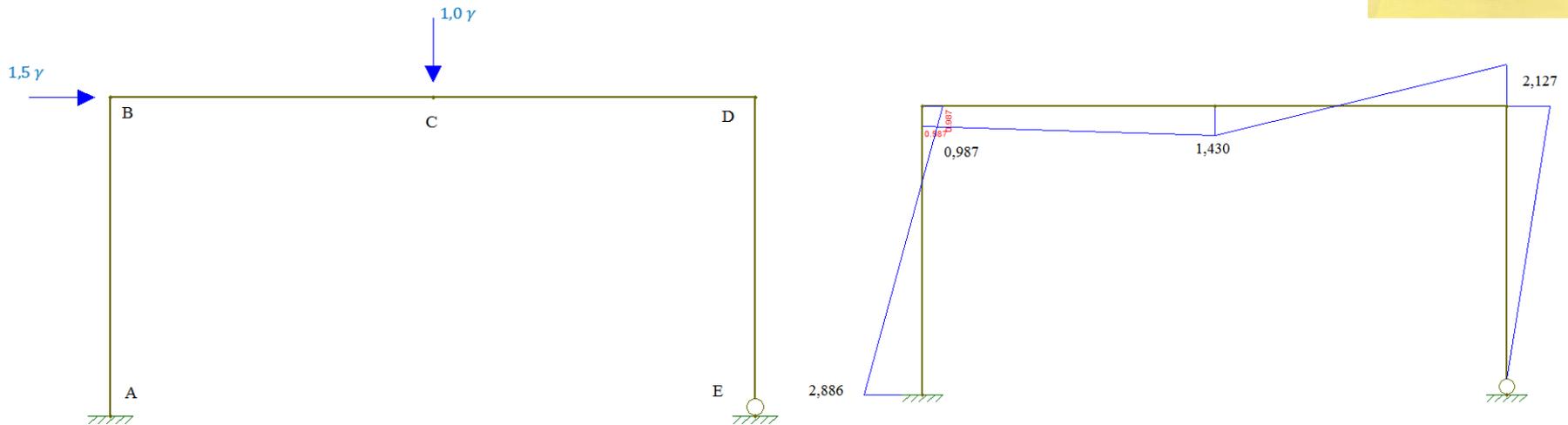


# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito – Passo 1



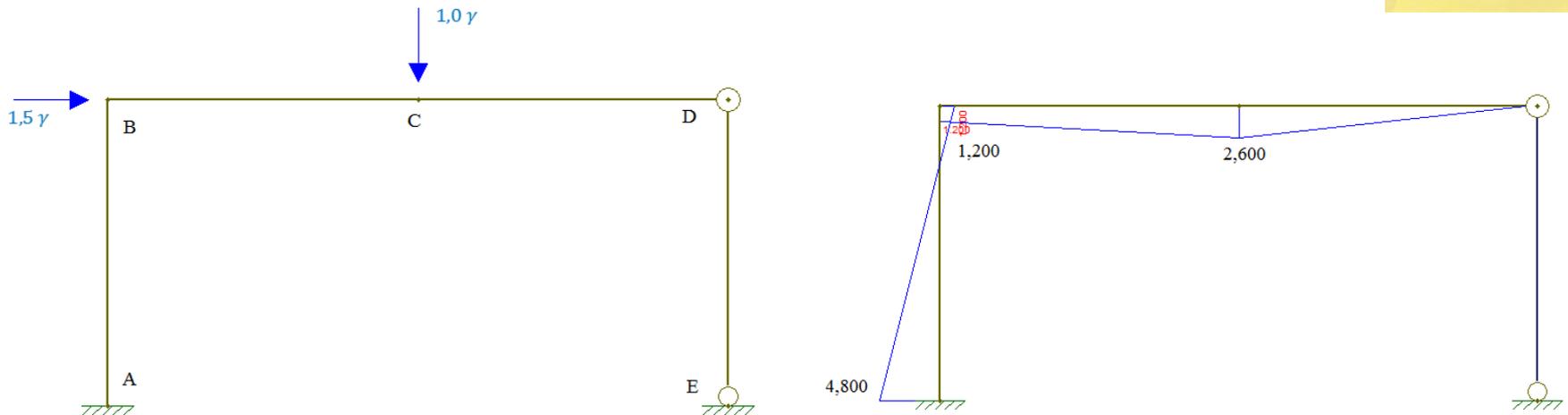
Passo 1				
	Delta M	Delta gama	M1	M1/Mp
A	-1,475	245,25	-234,54	-0,648
B	0,325	1.113,08	51,68	0,143
C	1,200	301,46	190,81	0,527
D	-1,925	187,92	-306,10	-0,846
E	2,275	159,01	361,75	1,000
EIU1	7,000		1.113,08	
EIU2	-4,267		-678,50	
F	1,000		159,01	

# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito – Passo 2



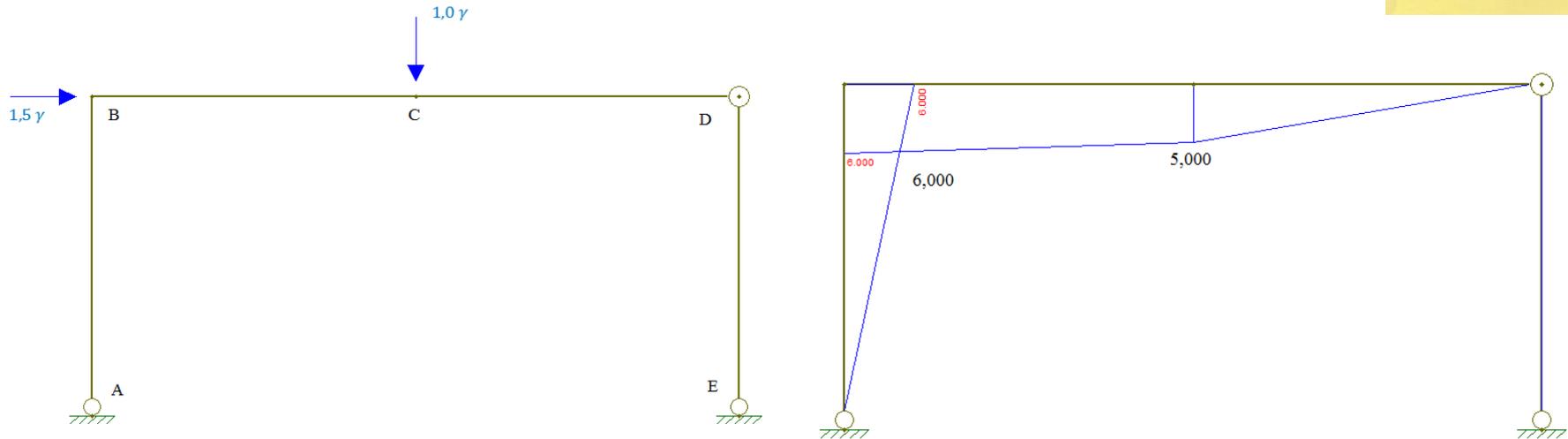
	Passo 1		Passo 2			
	M1	M1/Mp	Delta M	Delta gama	M2	M2/Mp
A	-234,54	-0,648	-2,886	44,08	-310,05	-0,857
B	51,68	0,143	0,987	314,16	77,50	0,214
C	190,81	0,527	1,430	119,54	228,23	0,631
D	-306,10	-0,846	-2,127	26,17	-361,75	-1,000
E	361,75	1,000	0,000		361,75	1,000
EIU1	1.113,08		12,760		1.446,95	
EIU2	-678,50		-6,110		-838,37	
F	159,01		1,000		185,18	

# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito – Passo 3



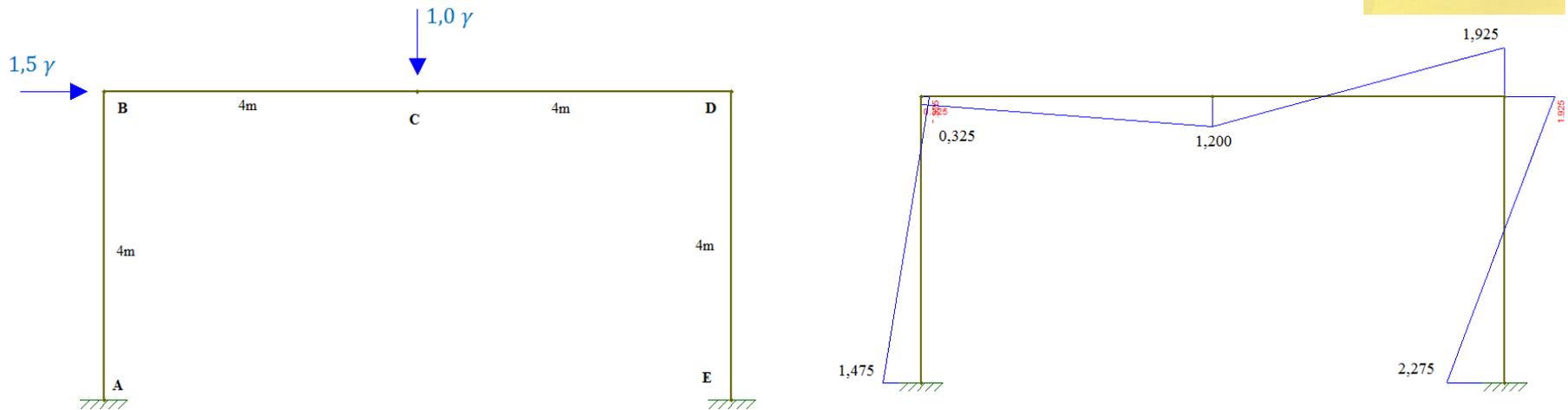
	Passo 2			Passo 3		
	M2	M2/Mp	Delta M	Delta gama	M3	M3/Mp
A	-310,05	-0,857	-4,800	10,77	-361,75	-1,000
B	77,50	0,214	1,200	236,87	90,43	0,250
C	228,23	0,631	2,600	51,35	256,23	0,708
D	-361,75	-1,000	0,000		-361,75	-1,000
E	361,75	1,000	0,000		361,75	1,000
EIU1	1.446,95		22,400		1.688,19	
EIU2	-838,37		-15,470		-1.004,98	
F	185,18		1,000		195,95	

# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito – Passo 4



	Passo 3		Passo 4			
	M3	M3/Mp	Delta M	Delta gama	M4	M4/Mp
A	-361,75	-1,000	0,000		-361,75	-1,000
B	90,43	0,250	6,000	45,220	217,05	0,600
C	256,23	0,708	5,000	21,104	361,75	1,000
D	-361,75	-1,000	0,000		-361,75	-1,000
E	361,75	1,000	0,000		361,75	1,000
EIU1	1.688,19		112,000		4.051,81	
EIU2	-1.004,98		-34,670		-1.736,65	
F	195,95		1,000		217,05	

# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito – Passo 5

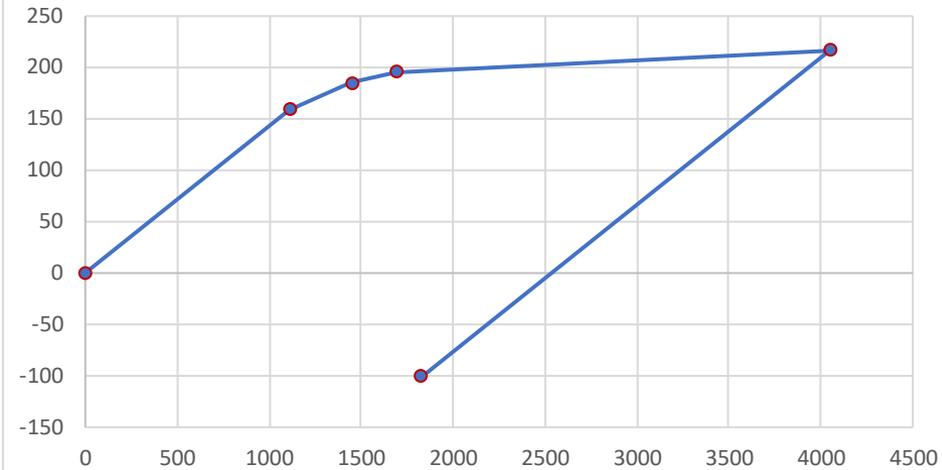


	Passo 4		Passo 5 - Descarga até a próxima rótula			
	M4	M4/Mp	Delta M	Delta gama	M5	M3/Mp
A	-361,75	-1,000	1,475	490,51	107,33	0,297
B	217,05	0,600	-0,325	1.780,92	113,69	0,314
C	361,75	1,000	-1,200	602,92	-19,88	-0,055
D	-361,75	-1,000	1,925	375,84	250,44	0,692
E	361,75	1,000	-2,275	318,02	-361,75	-1,000
EIU1	4.051,81		-7,000		1.825,66	
EIU2	-1.736,65		4,267		-379,65	
F	217,05		-1,000		-100,97	

# Análise Incremental de Estruturas Reticuladas em Regime Elastoplástico Perfeito



F x EIU1



F x EIU2

