

2º ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO

2º ENP
Produção
Projeto
Pesquisa CPM

SÃO CARLOS - SP / BRASIL

03/04 DE NOVEMBRO DE 2009

ANÁLISE DO LIMITE DO NÚMERO DE PAVIMENTOS EM ESTRUTURAS USUAIS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO

Marcelo Cuadrado Marin ⁽¹⁾ & Mounir Khalil El Debs ⁽²⁾

(1) Mestrando em engenharia de estruturas (EESC/USP)

(2) Prof. Tit. Departamento de engenharia de estruturas (EESC/USP)

OBJETIVO

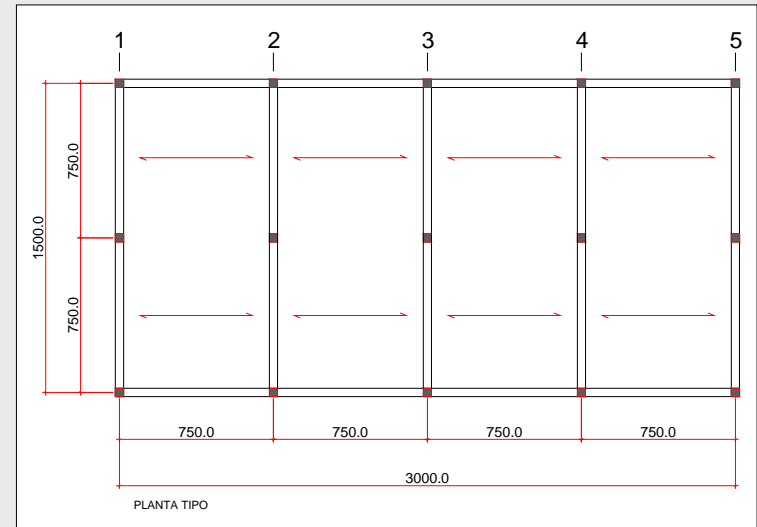
Avaliar o número de pavimentos limite para o sistema estrutural em pórticos constituídos por ligação viga-pilar semi-rígida com chumbador reto e capa de concreto moldada in loco com armadura passante através do pilar.

METODOLOGIA

ESTUDO DE CASO:

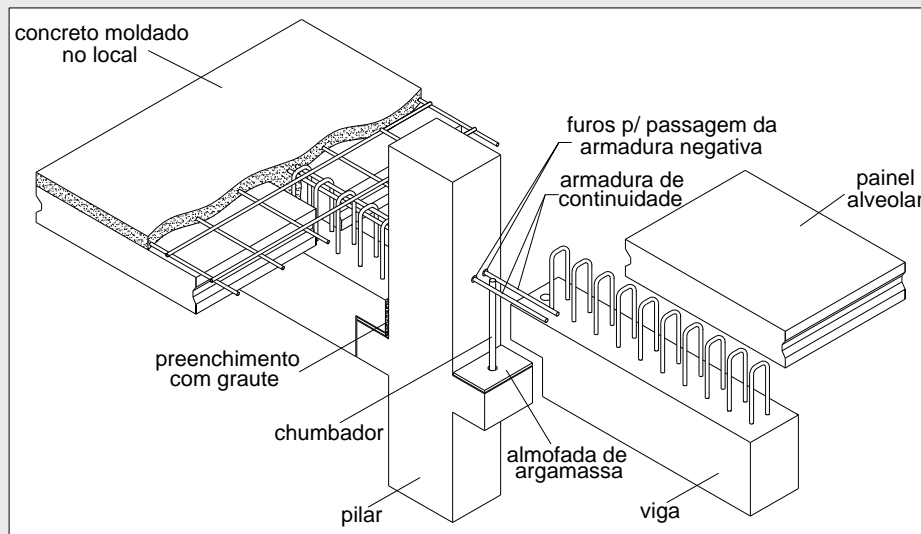
✓ Arranjo típico de estruturas em concreto pré-moldado de múltiplos pavimentos:

- ✓ Módulos de 7,5m
- ✓ Edifícios de até 6 pavimentos
- ✓ Pé-direito de 4m
- ✓ Carga acidental de 3 e 5 kN/m²
- ✓ Concreto pré-moldado: $f_{ck} = 35$ MPa
- ✓ Concreto moldado in loco: $f_{ck} = 20$ MPa

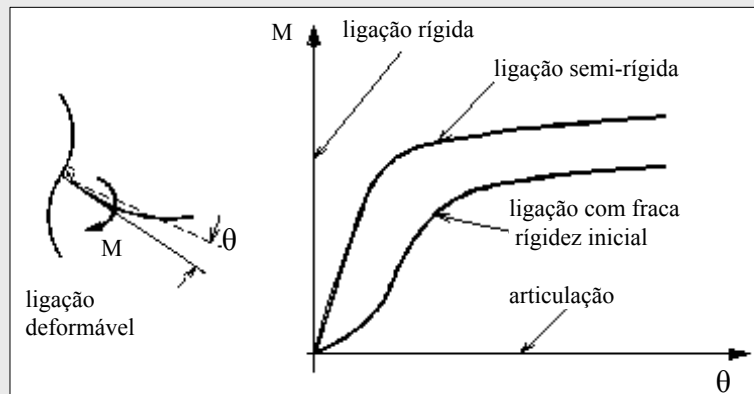
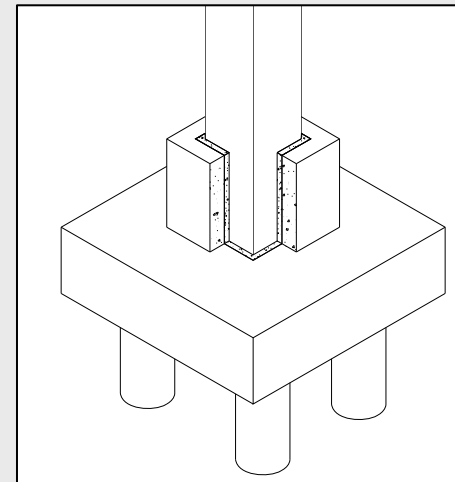


METODOLOGIA

Ligação viga-pilar

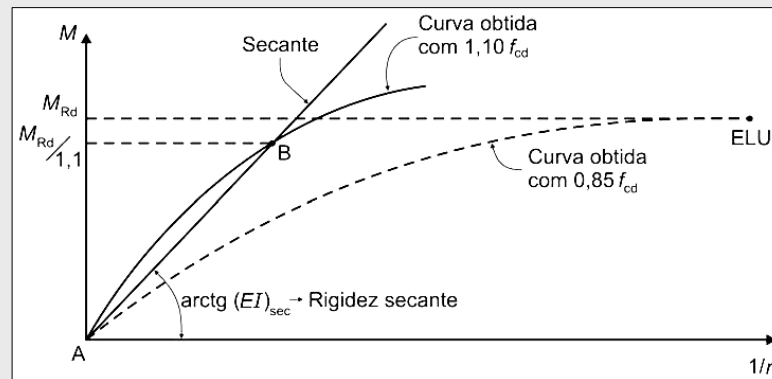


Ligação pilar-fundação



NÃO-LINEARIDADE FÍSICA (NLF):

- ✓ Diagrama momento x normal x curvatura (NBR 6118:2003)

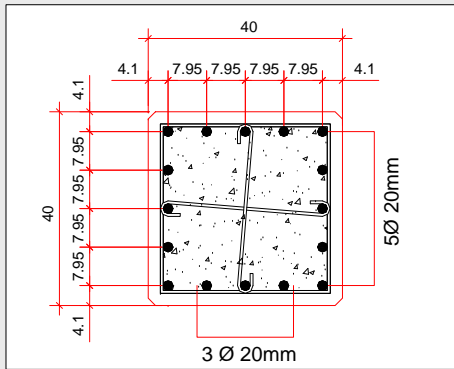


- ✓ Força Normal
- ✓ Arranjo de armadura
- ✓ f_{ck}
- ✓ Cobrimento
- ✓ Fluência

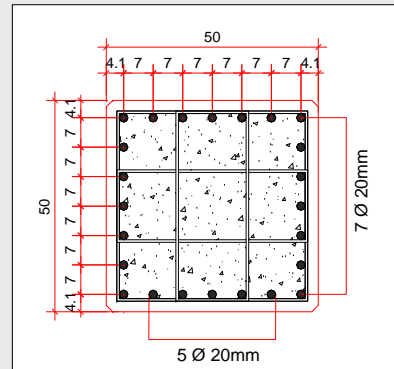
METODOLOGIA

Seção dos pilares

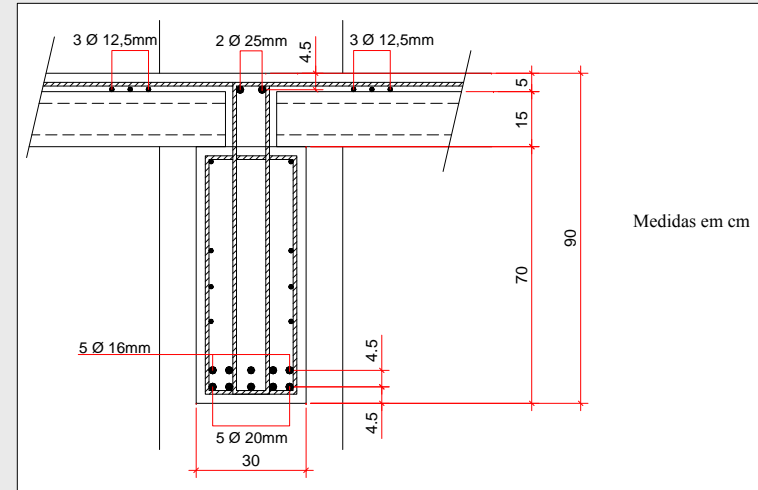
4 Pav.



5/6 Pav.



Seção composta da viga



Medidas em cm

Diagrama M x N x 1/r (1ª Combinação - ELU)

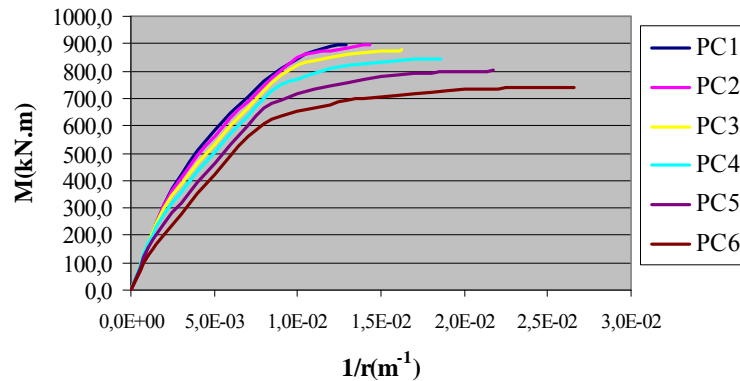
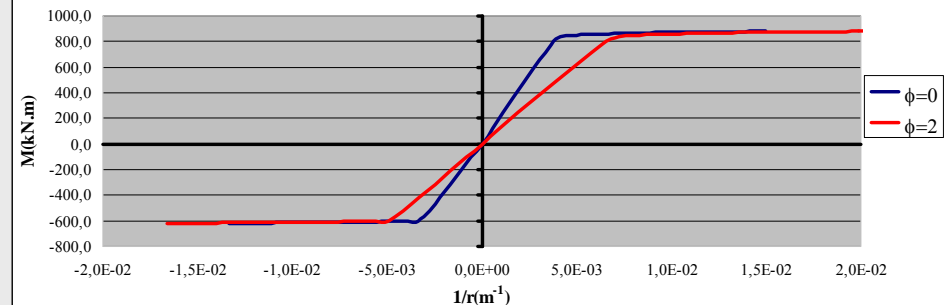


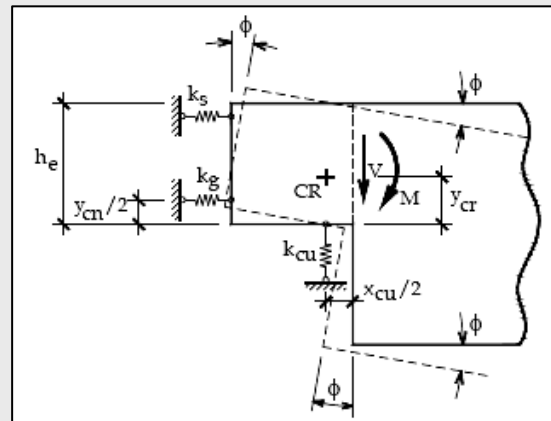
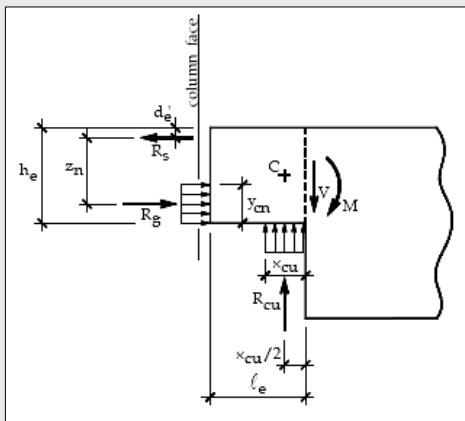
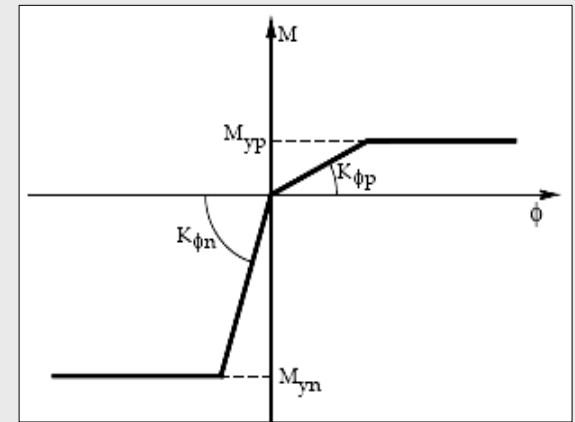
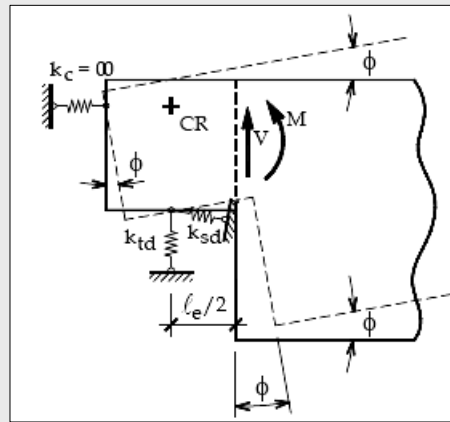
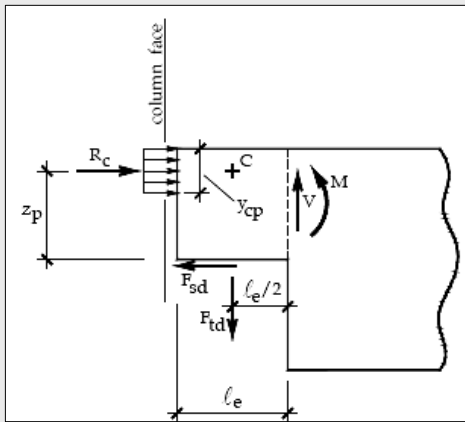
Diagrama M x N x 1/r (Viga central armada - seção composta)



METODOLOGIA

LIGAÇÕES:

✓ Método dos componentes:



LIGAÇÕES:

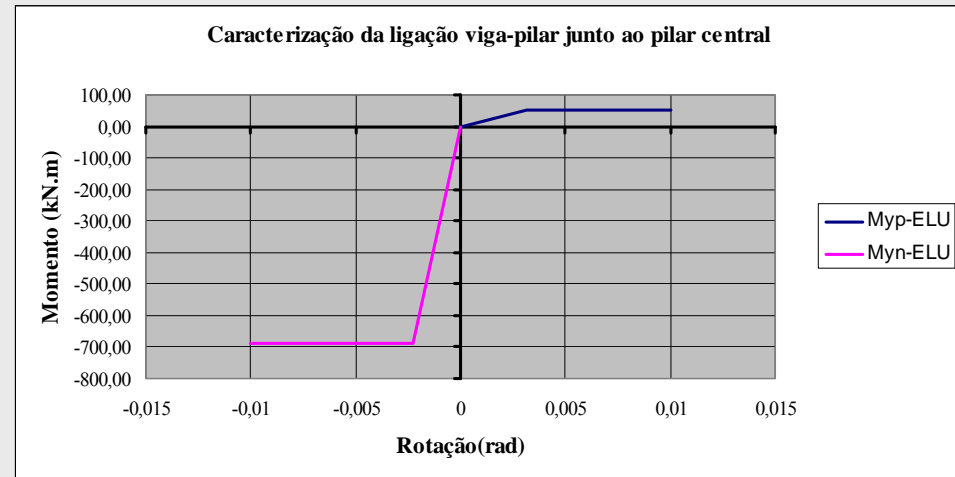
✓ Método dos componentes:

✓ Resistência

✓ Rigidez

✓ Modelo Linear

✓ Modelo Bi-linear



	PC		PL		PC/PL		
	$M_{neg(1)}$	$M_{neg(2)}$	$M_{neg(1)}$	$M_{neg(2)}$	$M_{pos(3)}$	$M_{pos(4)}$	$M_{pos(5)}$
K (MN.m/rad)	121,34	430,96	65,13	213,45	10,41	14,96	41,76
M_y (kN.m)	309,21	583,26	193,25	349,85	38,71	55,74	93,14

PC (Pilar central); PL (Pilar lateral);

(1) Viga com extremidade em dente gerber;

(2) Viga com extremidade sem recorte;

(3) Viga com extremidade em dente gerber e chumbador com $f_{yd} = 209$ MPa;

(4) Viga com extremidade em dente gerber e chumbador com $f_{yd} = 435$ MPa;

(5) Viga com extremidade sem recorte, chumbador com $f_{yd} = 435$ MPa;

MODELAGEM NUMÉRICA

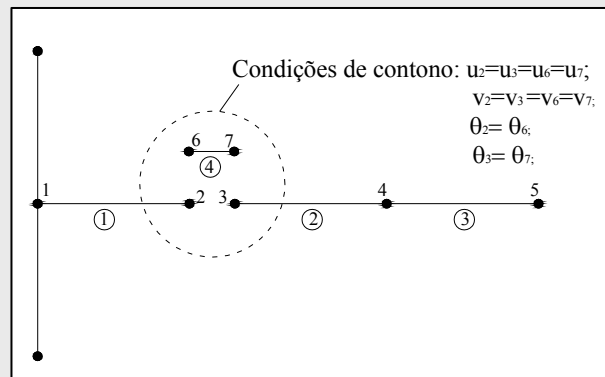
ANSYS:

BEAM 188: Vigas e pilares

- ✓ Relação constitutiva segundo o diagrama $M \times N \times 1/r$
- ✓ Discretização por trecho de pilar em 8 elementos finitos
- ✓ Discretização das vigas em 16 elementos finitos

COMBIN 39: Ligações

- ✓ Relação $M \times \theta$ com comportamento não-linear assimétrico

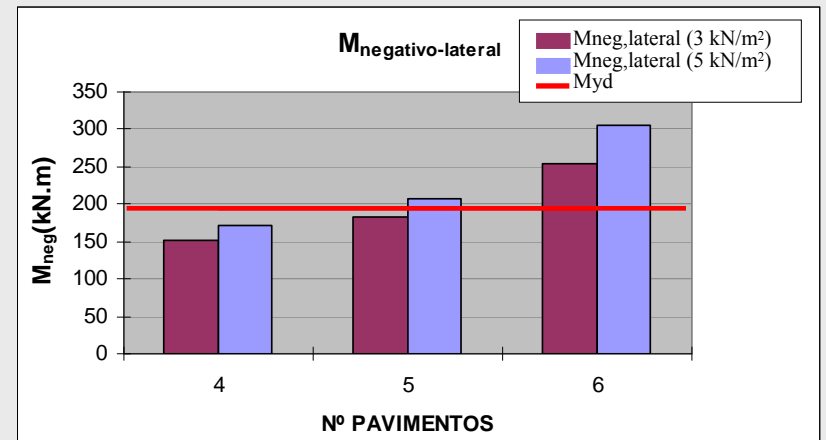
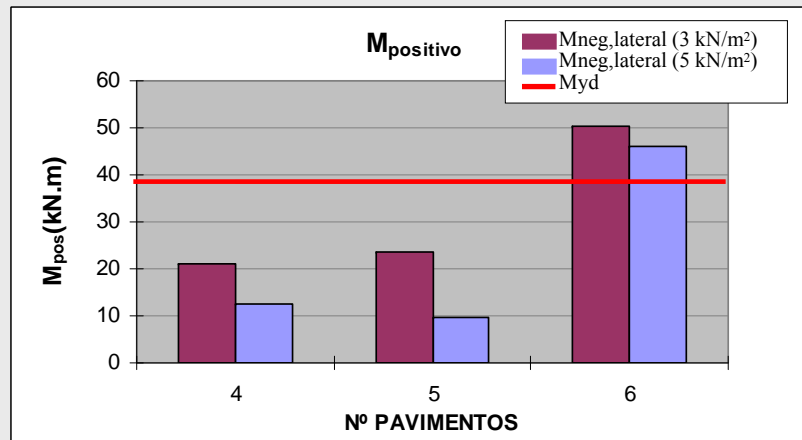
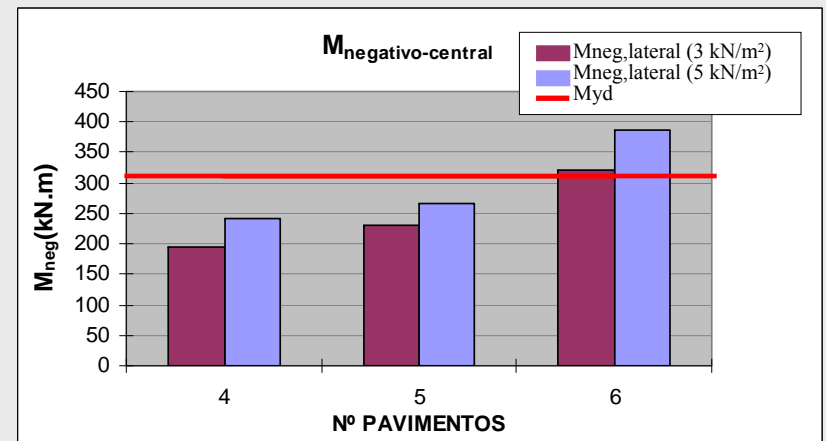


NLG → Newton Raphson → critério de parada → 0,5% (deslocamentos)

ANÁLISE NUMÉRICA

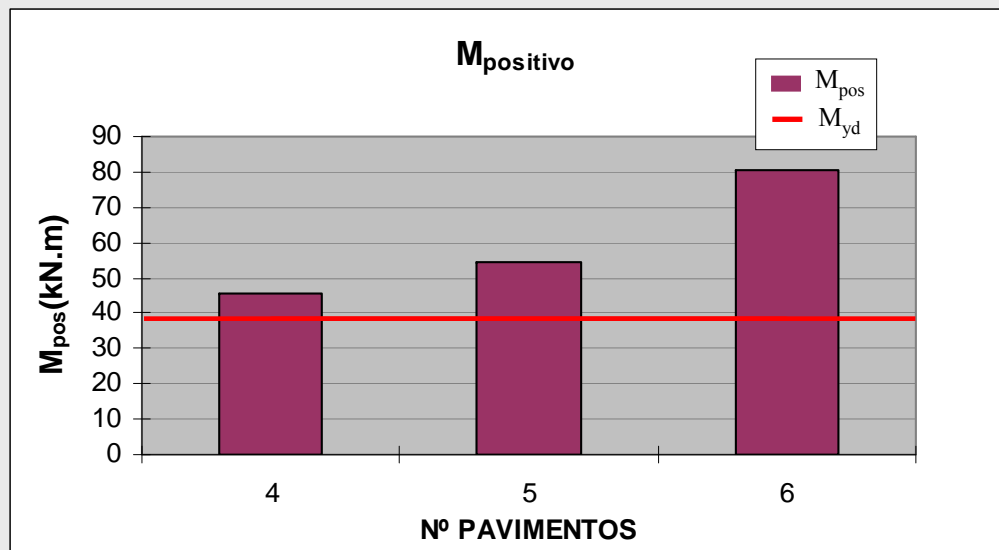
1ª Combinação de ações

$$F_{d,1} = 1,3.G + 1,4.(W + 0,7.Q)$$



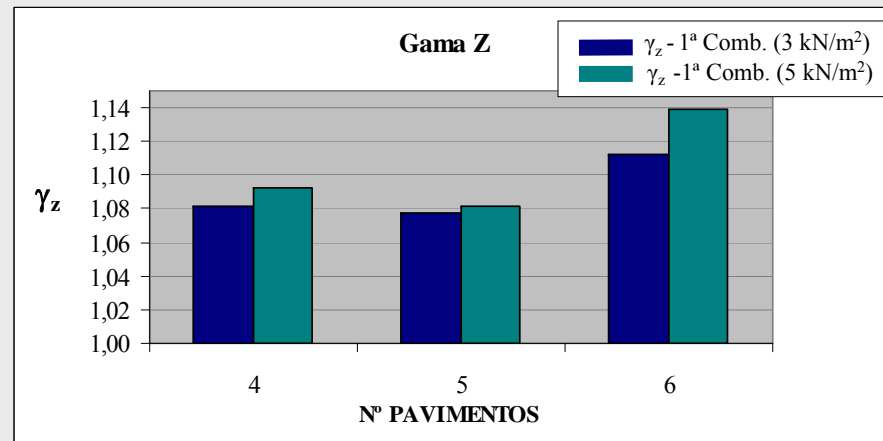
2ª Combinação de ações

$$F_{d,2} = 1,3.G + 1,4.W$$

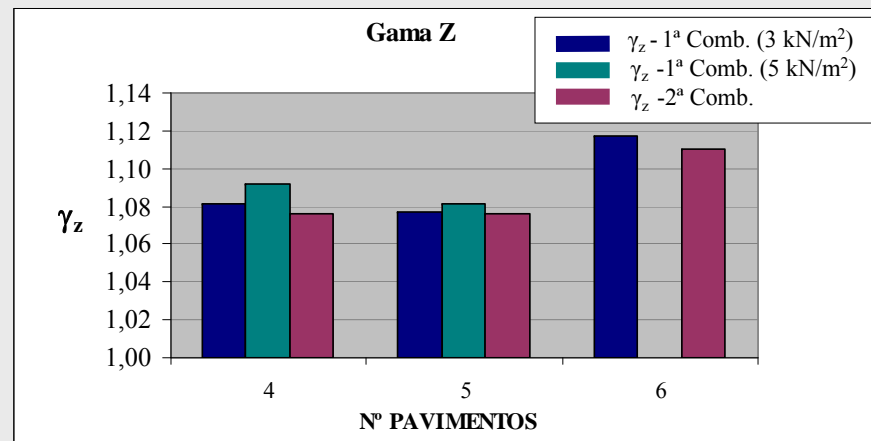


ANÁLISE NUMÉRICA

Parâmetro de estabilidade γ_z : Ligação com modelo de comportamento linear

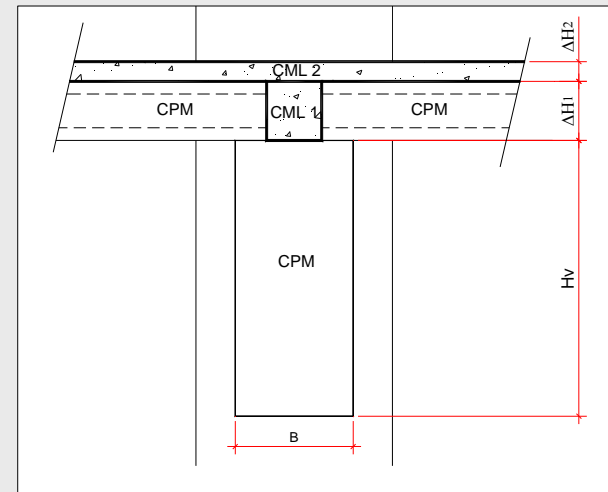
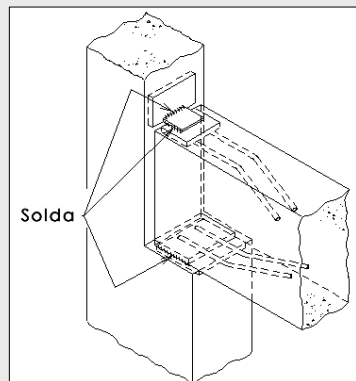
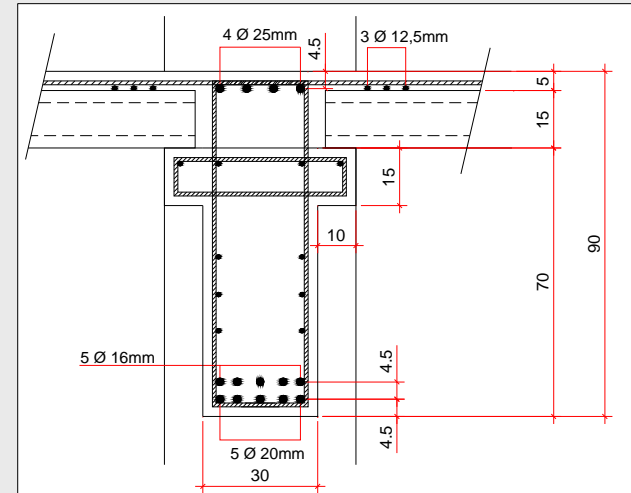
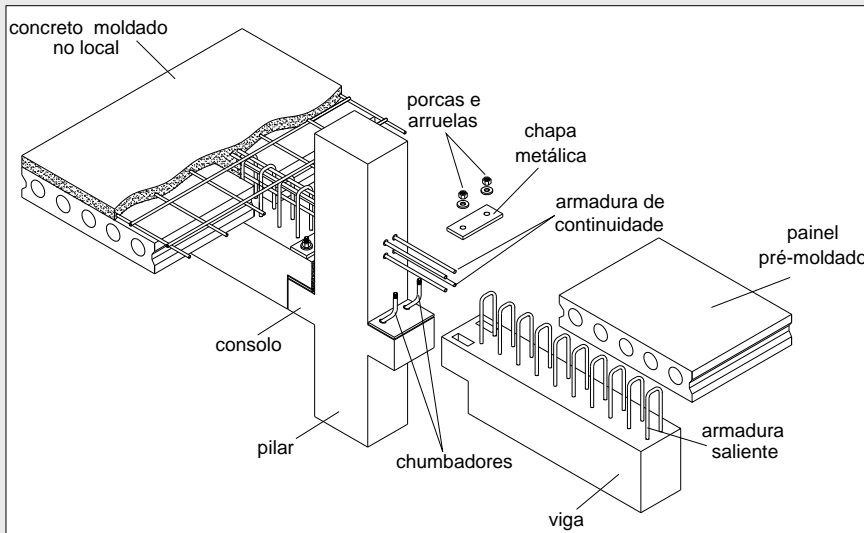


Parâmetro de estabilidade γ_z : Ligação com modelo de comportamento bi-linear



ANÁLISE NUMÉRICA

Alternativas de execução no combate a momento fletor atuante nas ligações viga-pilar



CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

- ✓ Importância da avaliação das combinações de ações envolvendo situações críticas de dimensionamento;
- ✓ As ligações viga-pilar sofreram plastificação;
- ✓ Em todos os modelos a ligação viga-pilar sofre plastificação sob ação de momento positivo;
- ✓ A magnitude dos valores de γ_z apresentados para os modelos analisados não sofreu grandes variações;
- ✓ Necessidade de adequação das ligações frente aos esforços solicitantes;
- ✓ Viabilidade de projeto de estruturas com até 6 pavimentos em concreto pré-moldado.

AGRADECIMENTOS



Obrigado