

16º

ENECE

2013

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E CONSULTORIA ESTRUTURAL

UM OLHAR DE INTERAÇÃO

NOVAS
CONSIDERAÇÕES
PARA O PROJETO
ESTRUTURAL



NOVAS CONSIDERAÇÕES PARA O PROJETO ESTRUTURAL: ESTRUTURAS MISTAS E HÍBRIDAS



Alexandre L. Vasconcellos
Diretor Método Estruturas

O que fazer para:



Aumentar a produtividade

Aumentar a qualidade das obras

Otimizar os custos

Otimizar os prazos

É obrigatório buscar:



Padronização e gestão dos processos

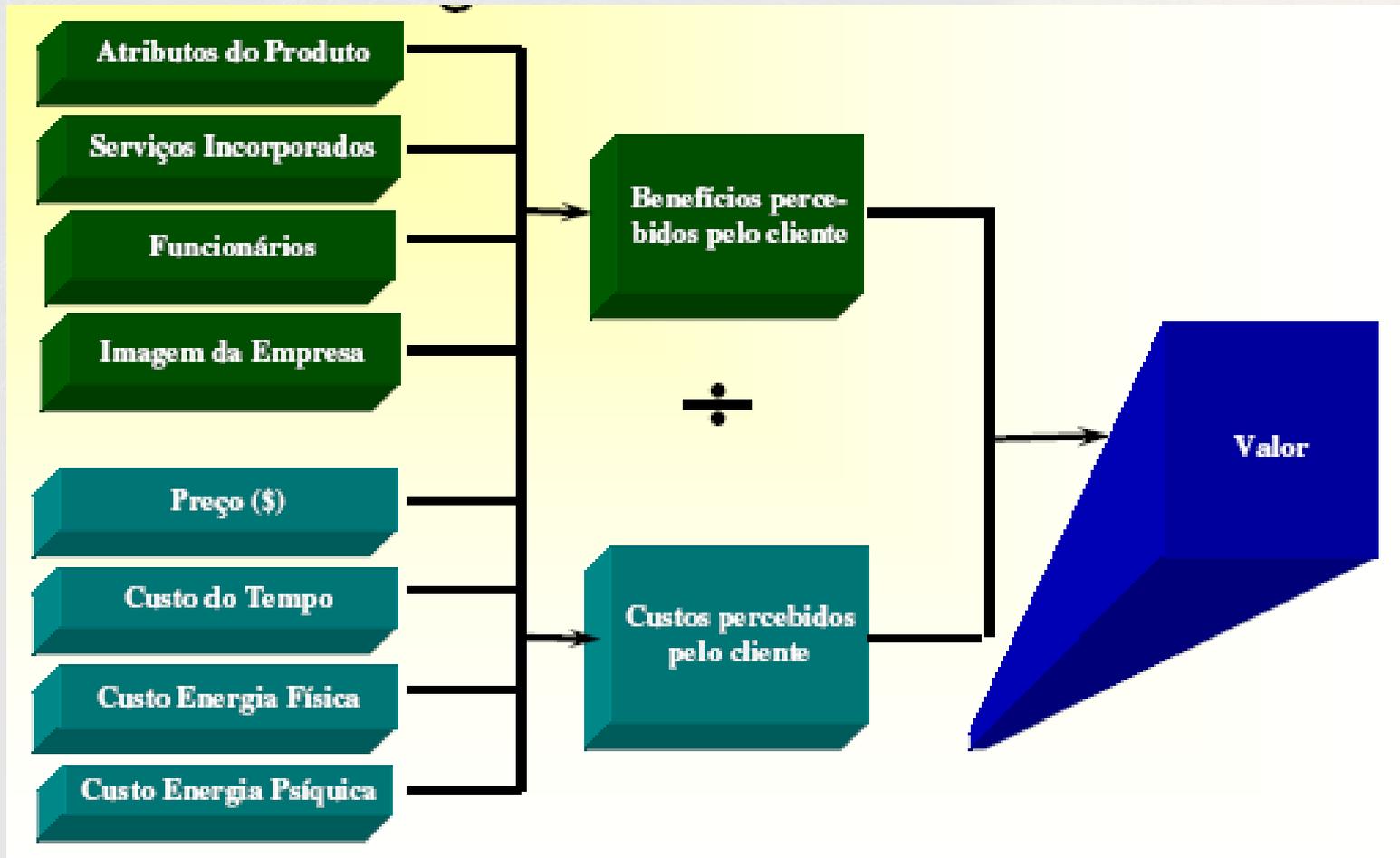
Padronização e gestão de projetos

Padronização e gestão de fornecedores

Novas tecnologias

Substituição de processos tradicionais

Estratégia e criação de valor



Estratégia e criação de valor

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Bens/Serviços produzidos}}{\text{Recursos aplicados}}$$

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Bens/Serviços produzidos}}{\text{Recursos eficazes + Perdas}}$$



**Forma integrada, obtendo
interação e complementação
entre diferentes sistemas
construtivos**











Lajes Mistas



Vigas Mistas



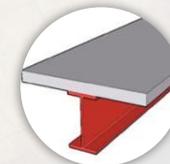
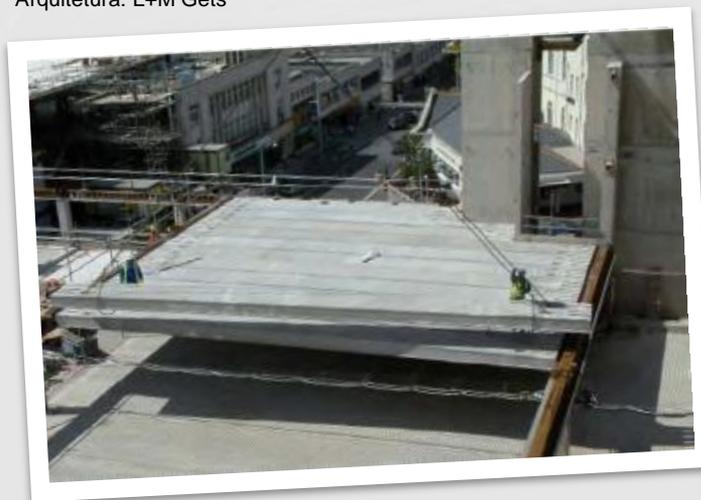
Ligações Parafusadas



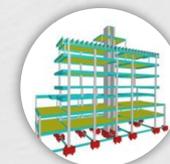
Pilares Mistos



MÉTODO ENGENHARIA/SCHAIN – HOSPITAL SÍRIO LIBANÊS
Arquitetura: L+M Gets



Vigas de Aço



Núcleo e Pilares de Concreto



Lajes Pré-moldadas

NEW CENTURY BUILDING

Localização: Faria Lima x Juscelino

Construção: Método Engenharia

Arquitetura: Aflalo & Gasperini

Área Construída: 34.000 m²



Feb/ 2001

Jun/ 2002

WWW.ABECE.COM.BR/ENECE2013

AUTOMAÇÃO



LIGAÇÕES

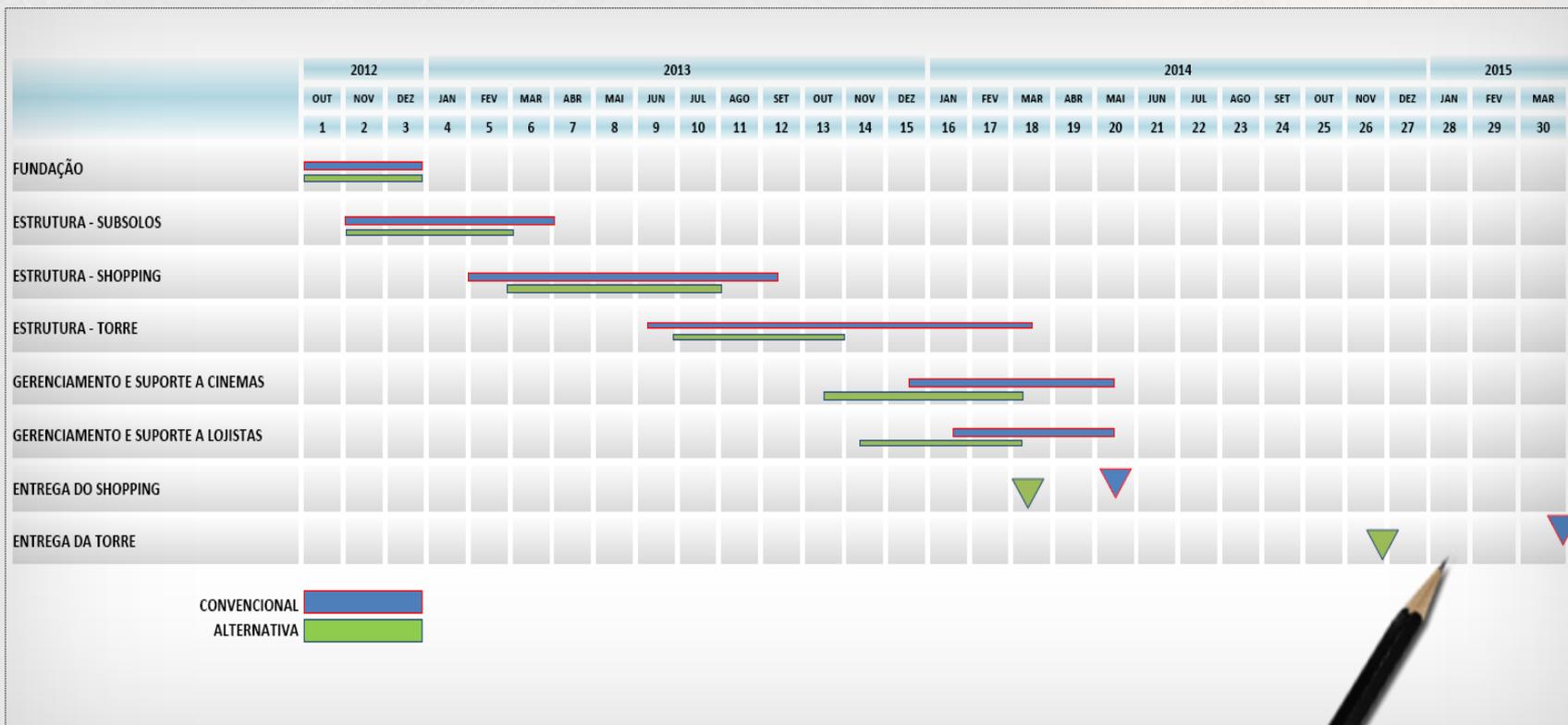


CRIAÇÃO DE VALOR E PRODUTIVIDADE

VANTAGENS DO SISTEMA MISTO

- Redução do prazo da obra;
- Eliminação de escoramentos;
- Redução do efetivo da obra: redução de despesas indiretas, de potencial risco trabalhista e de acidentes;
- Obra sustentável, com menor geração de resíduos;
- Logística otimizada;
- Maior parte dos elementos produzidos fora do canteiro.

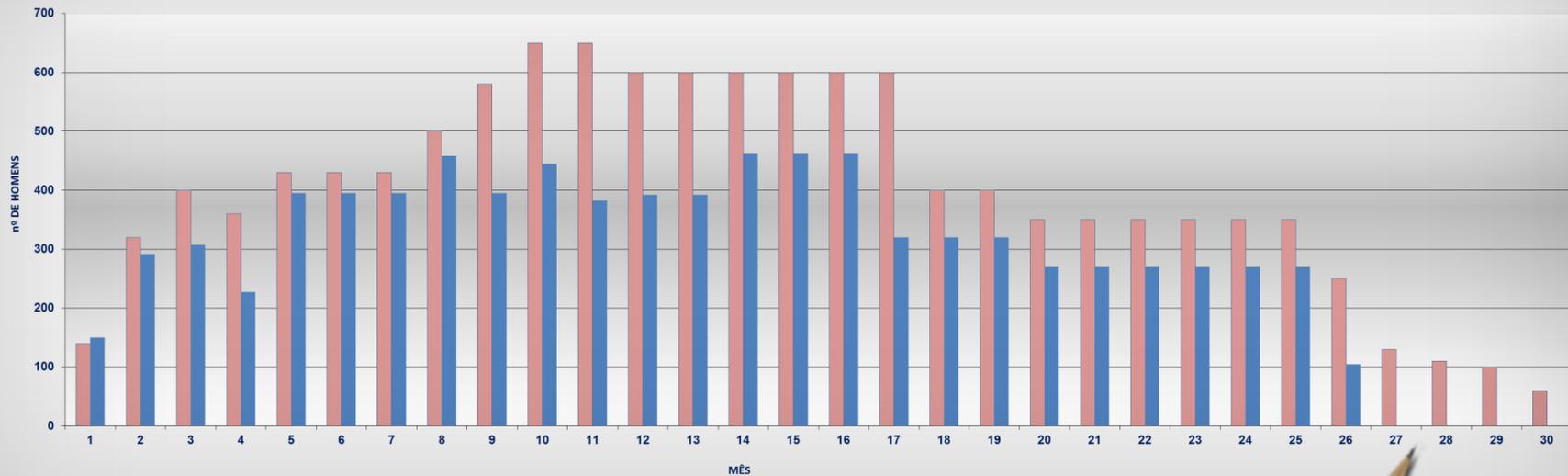
REDUÇÃO DE PRAZO



Fonte: MÉTODO ENGENHARIA

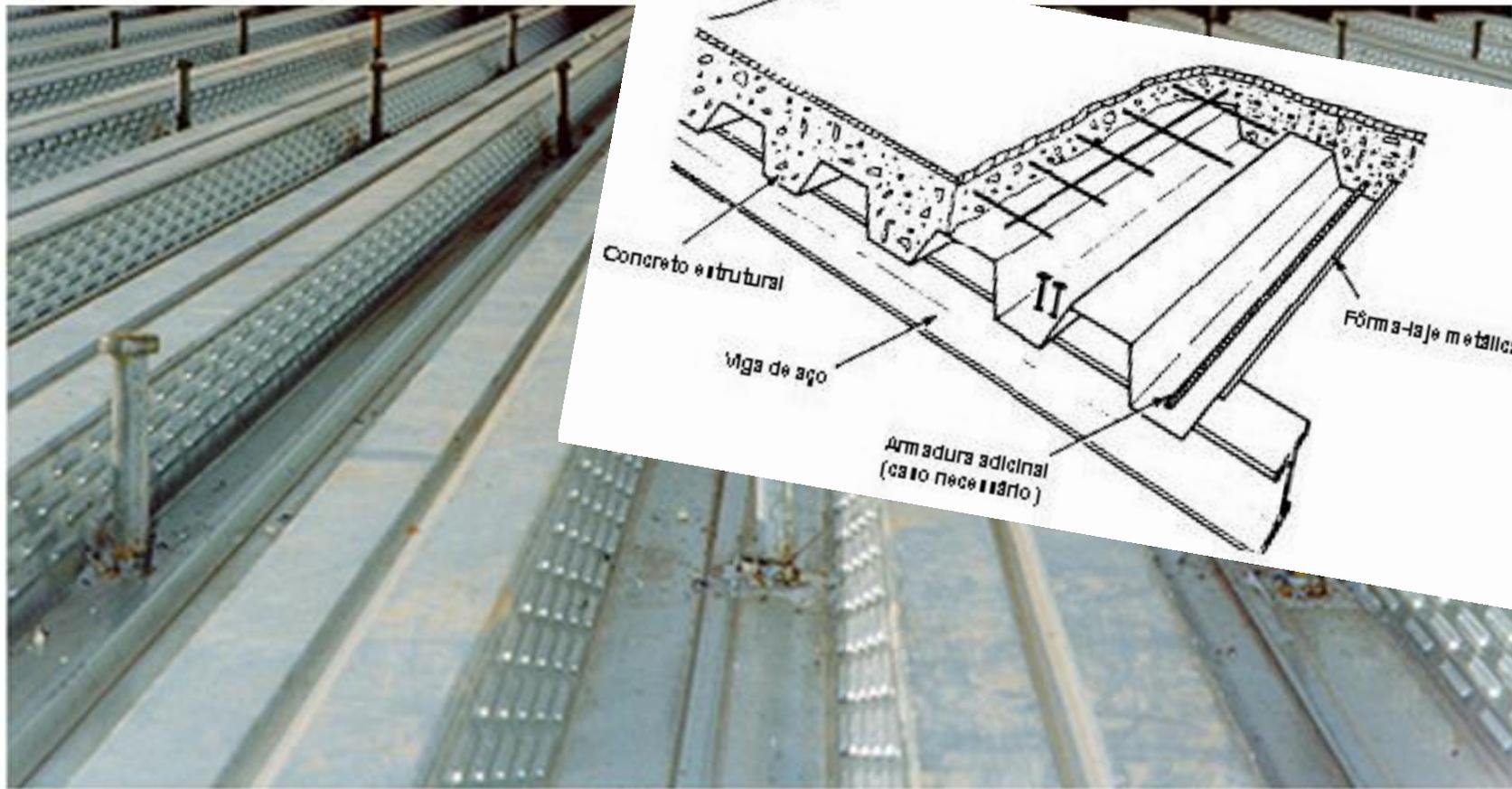
REDUÇÃO DA MDO

HISTOGRAMA DE MÃO-DE-OBRA DIRETA

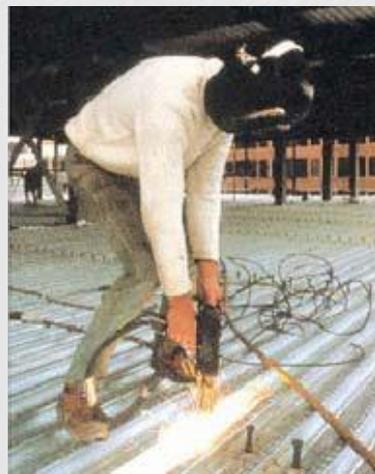


Fonte: MÉTODO ENGENHARIA

LAJES MISTAS



LAJES MISTAS



Produtividade:

- 500 a 750m² instalação/ dia
- 500 a 750m² conectores / dia

LAJES MISTAS

cisalhamento longitudinal

$$V_{I,Rd} = \phi_s b d_p \left[\left(\frac{m}{L_s} \right) + k \right]$$

m e k: aderência

b: largura da laje (1.000mm);

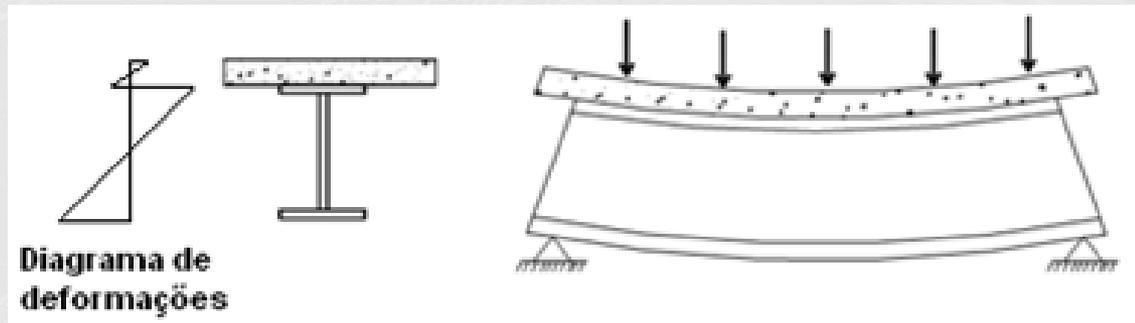
d_p: distância do centro de gravidade da forma à face superior da laje;

Φ_S: coeficiente de resistência, não superior a 0.8;

L_s: vão de cisalhamento, que deve ser:

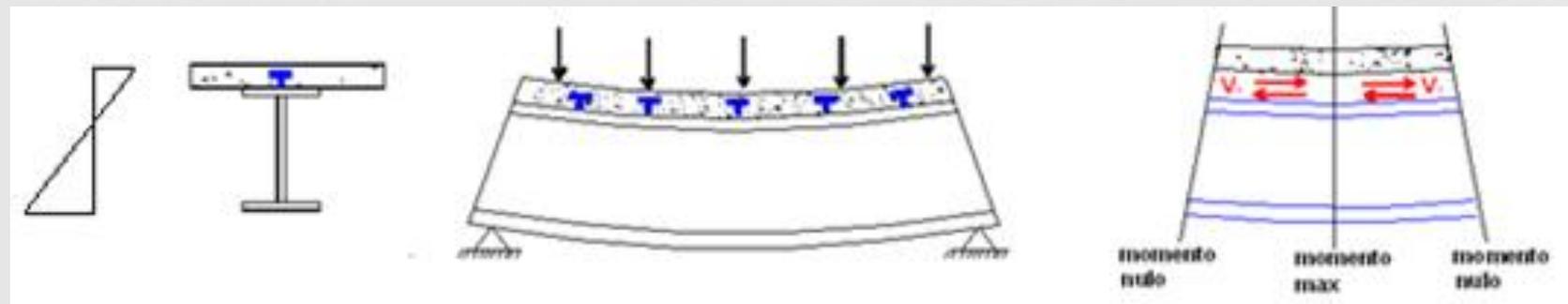
MISTAS x HÍBRIDAS

Laje simplesmente apoiada sobre a viga de aço



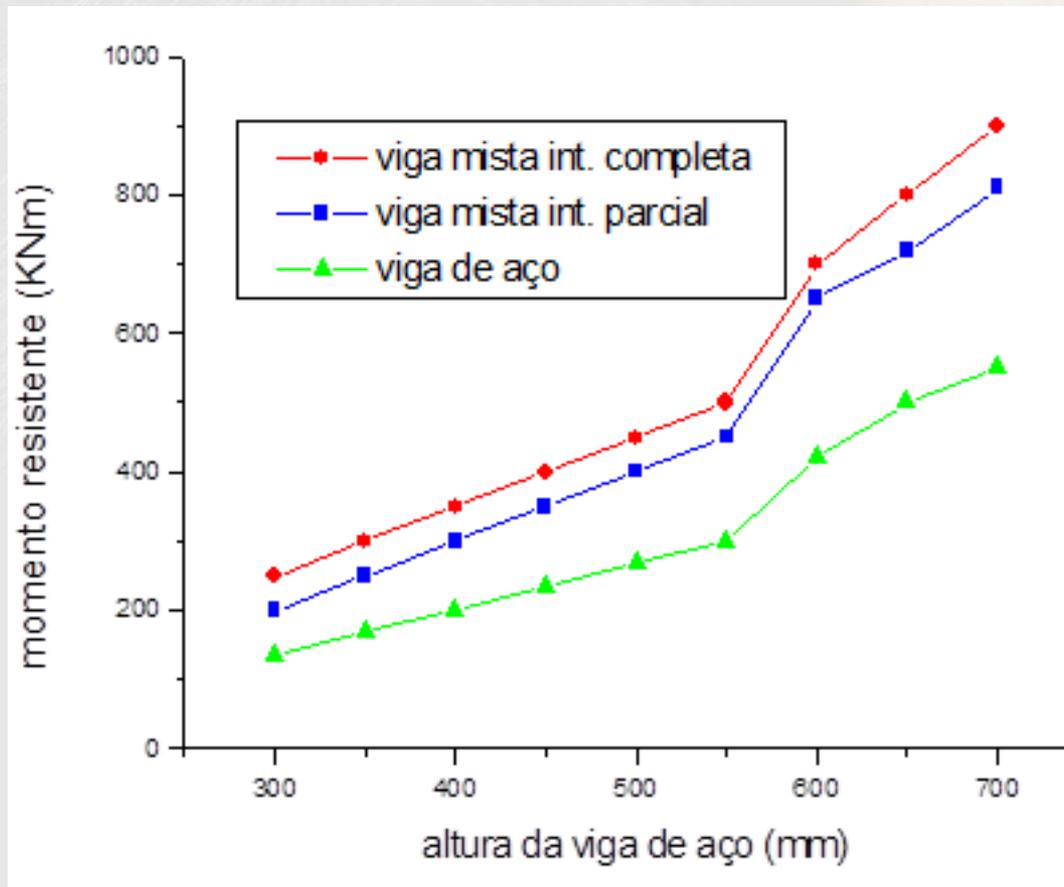
Flexão independente
escorregamento
descolamento

Laje e viga de aço ligadas mecanicamente por conectores



Tensões de cisalhamento na interface, absorvidas pelos conectores impedem o escorregamento e descolamento entre os materiais caracterizando o comportamento conjunto

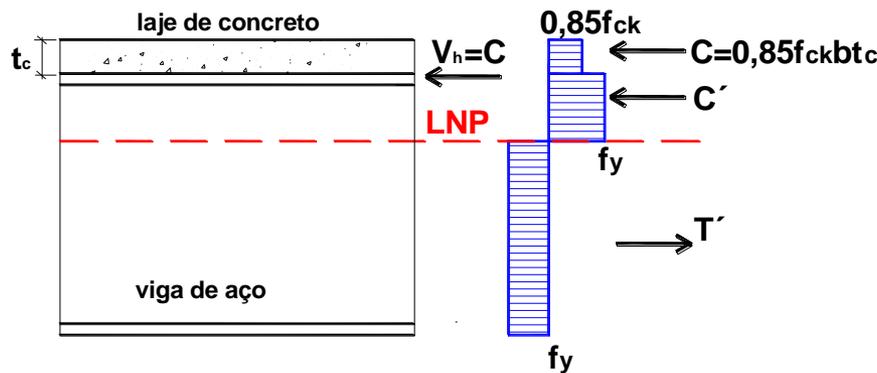
VIGAS MISTAS



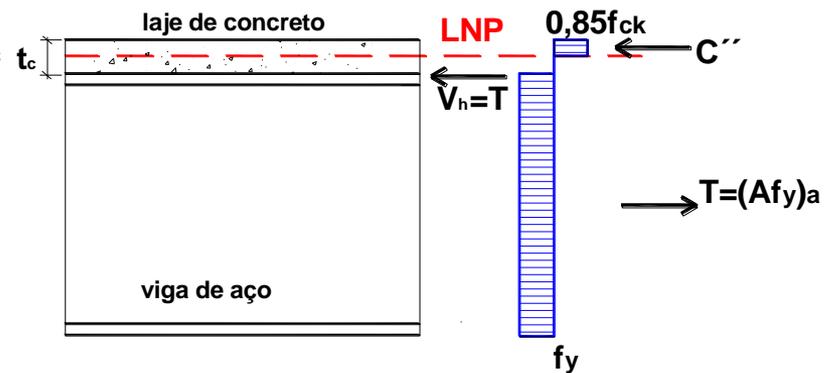
Fonte: MALITE, M – EESC - USP

VIGAS MISTAS

LNP na viga de aço



LNP laje de concreto



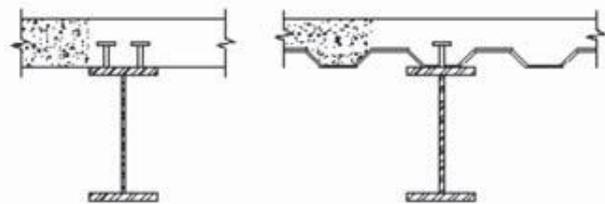
VIGAS MISTAS

Altura das vigas:

Concreto = $L/10$

Aço = $L/20$

Mista = $L/30$

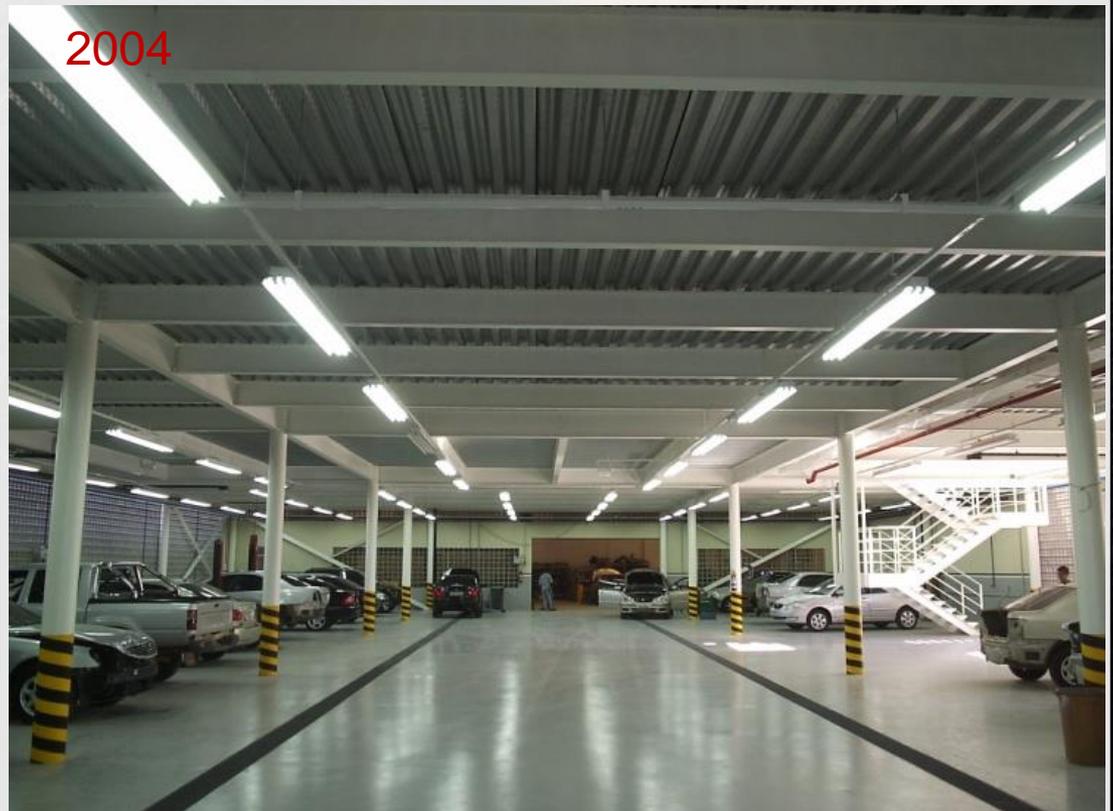


a) Laje com face inferior plana

b) Laje com fôrma de aço incorporada

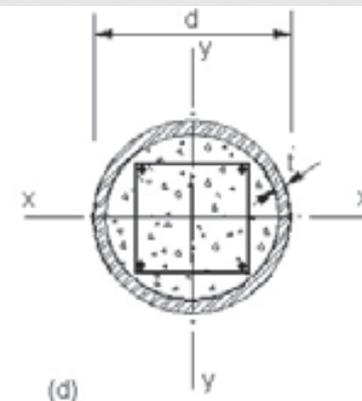
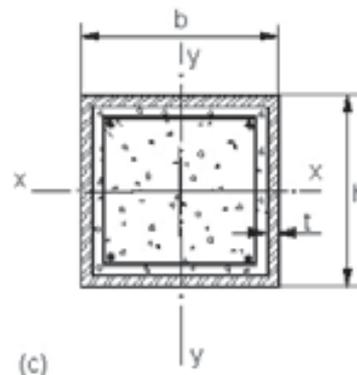
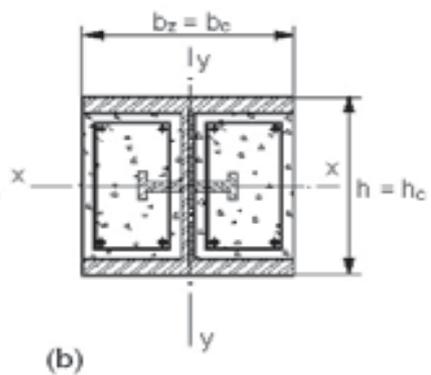
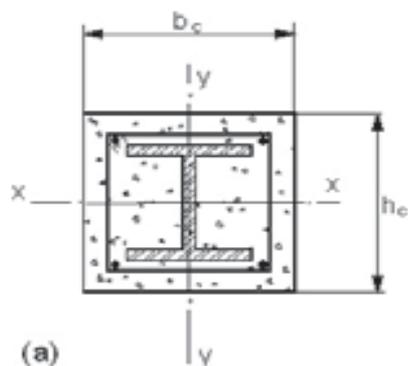
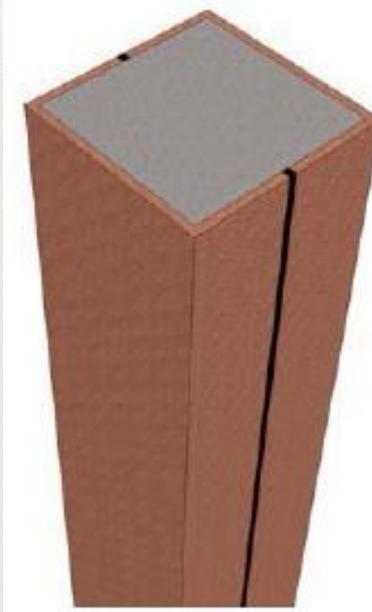
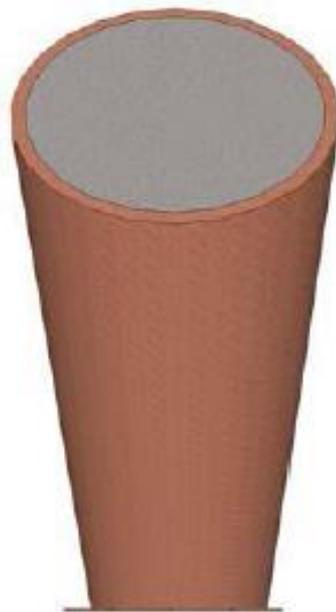
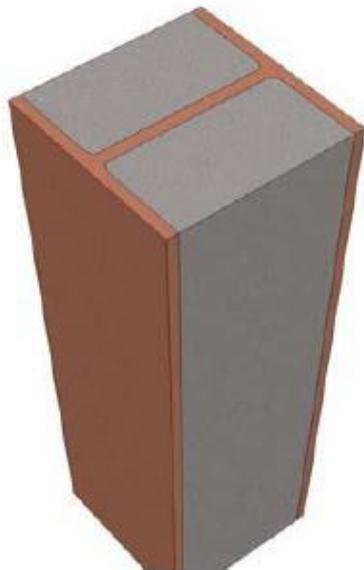
Produtividade:

- 20 a 25 vigas / dia
- 250 a 300 m² / dia



Viga vencendo vão de 20 metros.

PILARES MISTOS



PILARES MISTOS

Resistência de barra comprimidas (sem instabilidade)

1 - Seções revestidas e seções tubulares retangulares preenchidas com concreto

$$N_{pl,Rd} = \phi_a f_y A_a + \alpha \phi_c f_{ck} A_c + \phi_s f_{sy} A_s$$

ϕ_a é o coeficiente de resistência do aço do perfil, igual a 0,9;

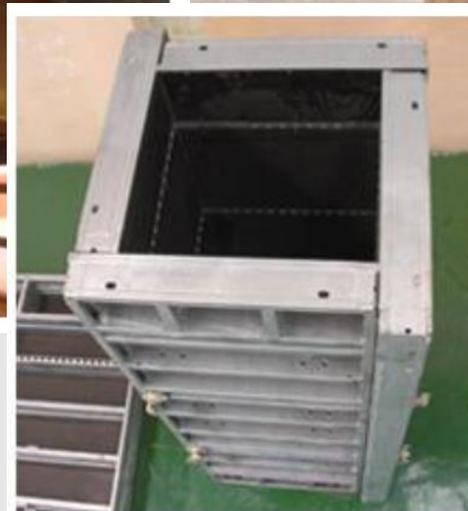
ϕ_s é o coeficiente de resistência do aço da armadura, igual a 0,85

ϕ_c é o coeficiente de resistência do concreto, igual a 0,7;

$\alpha = 1$ para seções tubulares retangulares preenchidas com concreto;

$\alpha = 0,85$ para seções revestidas com concreto.

PILARES MISTOS



WWW.ABECE.COM.BR/ENECE2013

PROTEÇÃO PASSIVA



Produtividade:

- 500 m²/ dia



ANÁLISE DE CUSTOS

Custo de DI para Estrutura Convencional:

Varia de 10% @ 20%

Redução do Custo de DI para Estrutura Mista:

-15% @ -25%

Custo de Super- Estrutura para Estrutura Conv.:

Varia de 20% @ 25%

Acréscimo do Custo para Estrutura Mista:

20% @ 50%

Custo de Fundação para Estrutura Convencional:

Varia de 3% @ 5%

Redução do Custo de Fundação para Estrutura Mista:

-15% @ -25%

Custo Total da Obra em Estrutura Convencional:

100%

Custo Total da Obra em Estrutura Mista:

100,6% @ 109%

ANÁLISE DE RISCOS

Não basta comparar custos!



ANÁLISE DE RISCOS

Análise de Risco de aumento de custos durante a obra

CENÁRIOS	ATUAL	INTERMEDIÁRIO	TENDÊNCIA
ESTRUTURA CONVENCIONAL	100%	101,5%	103%
ESTRUTURA MISTA	100,6% @ 109%	101,1% @ 109,6%	101,7% @ 110,2%
DIFERENÇA	0,6% @ 9%	0,4% @ 8,1%	-1,3% @ 7,2%

Fonte: MÉTODO ESTRUTURAS

ANÁLISE DE RISCOS

IDENTIFICAÇÃO DE RISCO	Estrutura de Concreto			Estrutura Mista		
	MENOR	MÉDIO	MAIOR	MENOR	MÉDIO	MAIOR
Falta de mão de obra qualificada no mercado aumentando o custo			X		X	
Aumento dos custos dos insumos(concreto, aço, forma e cimbramento)			X	X		
Antecipação do desembolso e prazo de entrega dos materiais	X					X
Garantia do cronograma do serviço pelo empreiteiro			X	X		
Atraso do cronograma devido às intempéries		X		X		
Potencial passivo trabalhista (diretamente proporcional ao histograma de mdo)			X	X		
Aumento de acidentes de trabalho (diretamente proporcional ao histograma de mdo)			X	X		
Aumento de custo devido a perda de insumo e locação de equipamento		X		X		
Assertividade do custo orçado		X		X		
Aumento na geração de resíduos			X	X		
Aumento de ruídos e poeira e conseqüente incômodo à vizinhança			X	X		
Imprecisão geométrica da estrutura			X	X		

ANÁLISE DE RISCOS

Análise de Risco geral

CENÁRIOS	ATUAL	INTERMEDIÁRIO	TENDÊNCIA
ESTRUTURA CONVENCIONAL	100%	103,2%	104,7%
ESTRUTURA MISTA	100,6% @ 109%	101,7% @ 110,2%	102,3% @ 110,8%
DIFERENÇA	0,6% @ 9%	-1,5% @ 7,0%	-2,4% @ 6,1%

ANTECIPAÇÃO DO ROI

Qual é o ganho considerando a antecipação do retorno sobre o investimento?

CENÁRIOS

-2,4% @ 6,1%



Considerando $VG\dot{V} = 2 \times$ Custo da obra
Taxa de 1% a.m.

Conclusão:

4 meses antecipação ROI= $4 \times 2\% = 8\%$

ANTECIPAÇÃO DO ROI

Qual é o ganho considerando a antecipação do retorno sobre o investimento?

CENÁRIOS

-2,4% @ 6,1%



GANHO

10,4% @ 1,9%



Fonte: Método Estruturas



Construção: Método / Schain
Arquitetura: L+M Gets
Hospital Sírio Libanês

GRATO,



**MÉTODO
ESTRUTURAS**

Alexandre L. Vasconcellos

Diretor

alexandre.vasconcellos@metodo.com.br

c +55 11 9542 1214

t +55 11 3031 7621

Rua Dr. Fernandes Coelho, 64 - 4° andar

São Paulo - SP

Cep 05423-040

www.metodoestruturas.com.br