



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



A INFLUENCIA DA ARQUITETURA NO CUSTO DOS EDIFICIOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL

Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



O PROJETO

- ◆ O projeto de alvenaria pressupõe a integração perfeita entre todos os projetos que passam a formar um só projeto sob a coordenação preferencial do arquiteto



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.

Projeto convencional tradicional

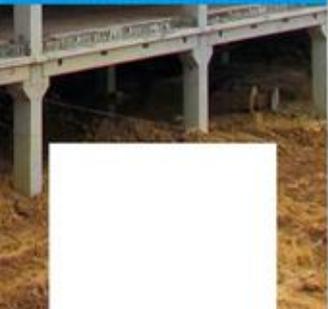
- Estudo de viabilidade
- Anteprojeto arquitetônico
- Projeto legal
- Projeto estrutural
- Projeto instalações
- Projeto arquitetônico executivo
- Construção
- Comercialização

- » Sequencial
- » Pouca coordenação de projeto
- » Quase nenhuma coordenação com a execução



Projeto convencional racionalizado

- Estudo de viabilidade
 - Anteprojeto arquitetônico
 - Projeto estrutural
 - Projeto legal
 - Projeto instalações
 - Projeto arquitetônico executivo **compatibilizado**
 - Construção
 - Comercialização
-
- » Sequencial
 - » Coordenação de projeto
 - » Pouca coordenação com a execução



Projeto racionalizado

Estudo de viabilidade
Anteprojeto arquitetônico

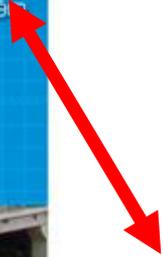
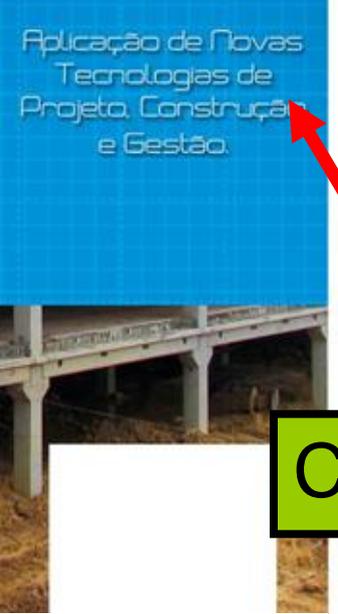
Projeto Estrutural

Projeto Executivo

Projeto Instalações

Comercialização

Construção





Sistema Construtivo

Processo Consolidado

Racionalização

Redução de custos



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



Lançamento estrutural

- **Suporte vertical**
 - Apoio para as lajes
- **Suporte horizontal**
 - Resistência ao vento
 - Estabilidade geral



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



Lançamento estrutural

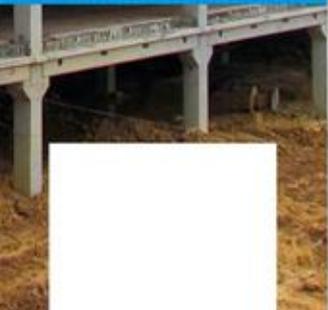
- Suporte vertical : + paredes

– Aspectos positivos:

- Menor espessura das lajes
- Maior rigidez --- menor Fbk dos blocos
- Maior facilidade para duplex

– Aspectos negativos

- Menor flexibilidade das paredes
- Mais problemas de compatibilização com instalações
- Mais problemas na transição



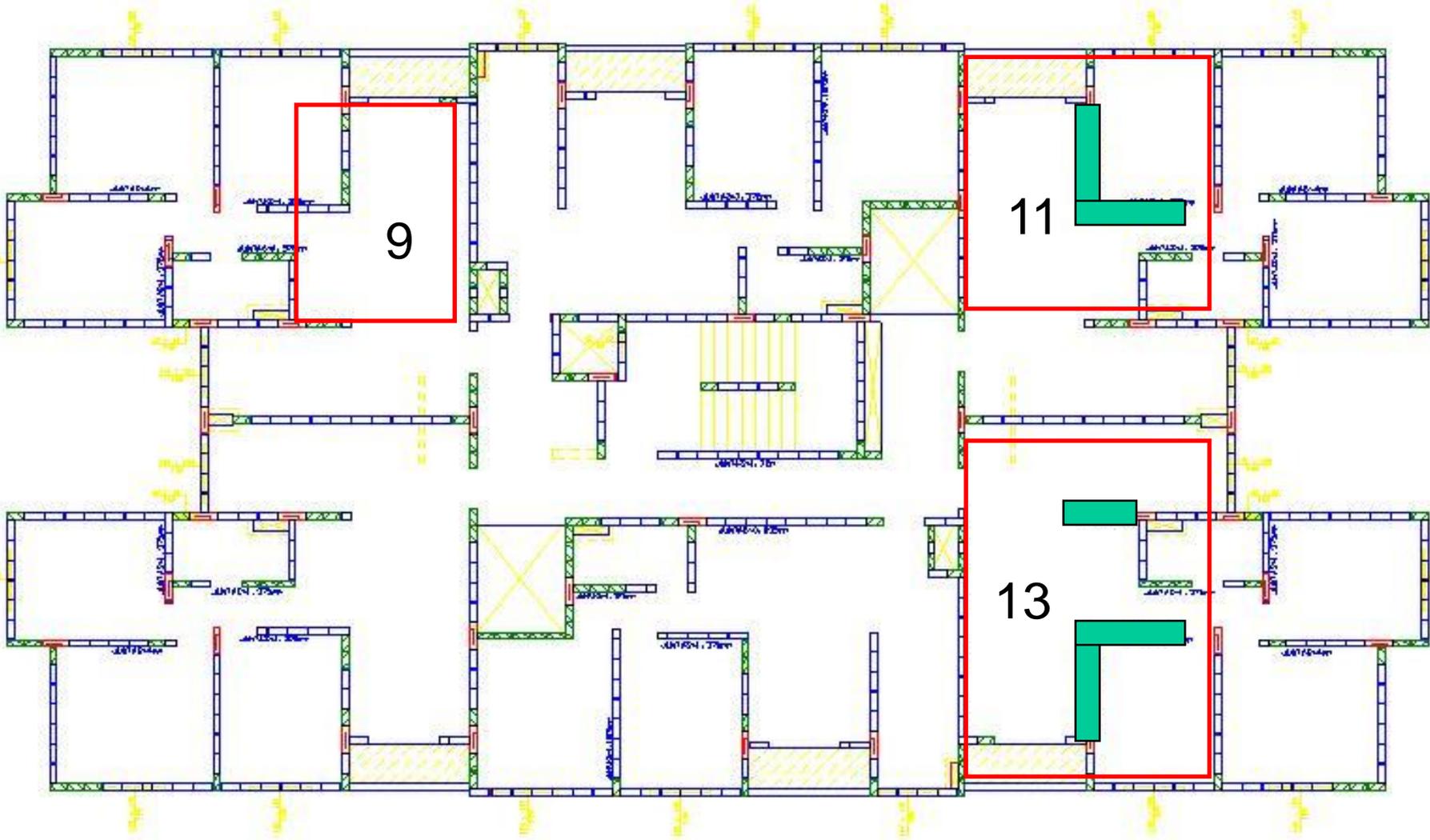


Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.

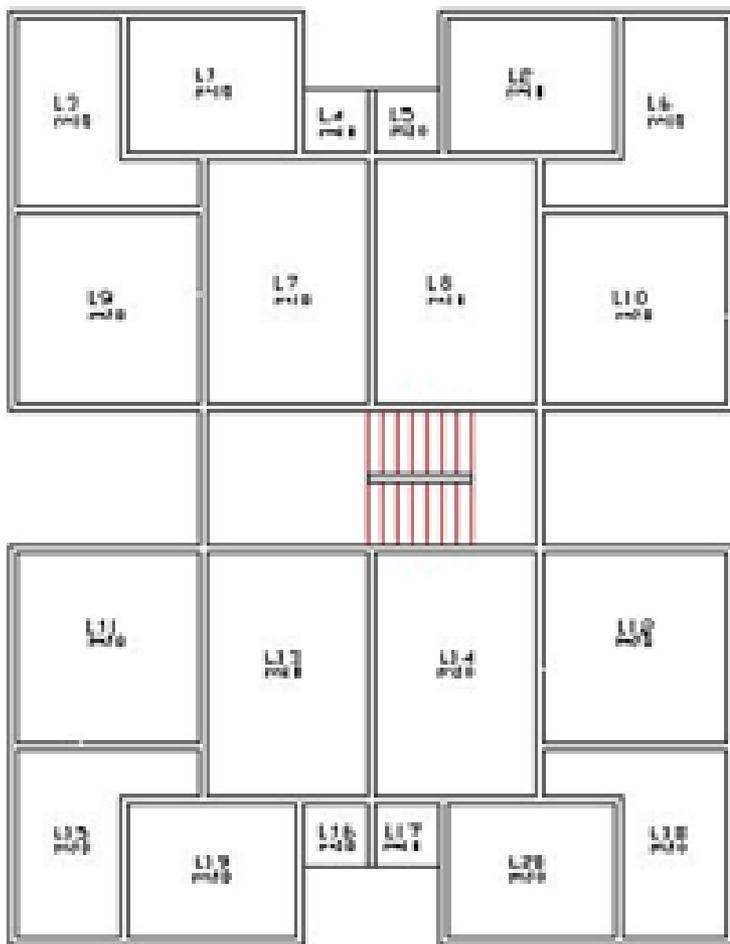


- **Suporte vertical**
 - Apoio para as lajes

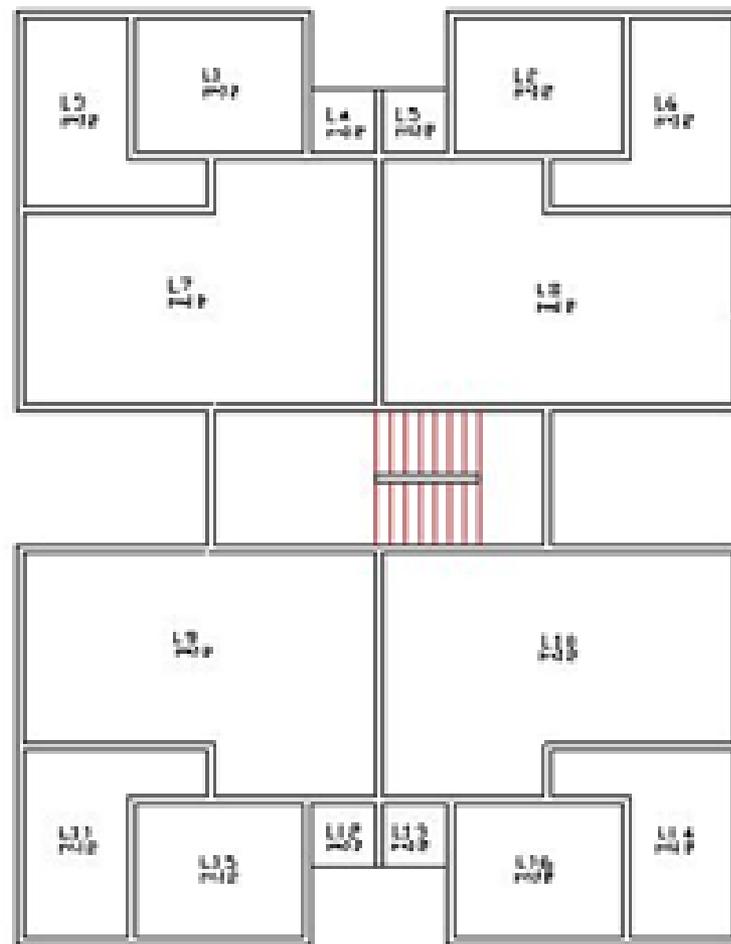
- Suporte horizontal
 - Resistência ao vento
 - Estabilidade geral



FORMA DE LAJE (COM PAREDE)



FORMA DE LAJE (SEM PAREDE)





ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



COMPARATIVO DE ÍNDICES DE LAJE

Sem Parede		Com Parede	
Volume de Concreto (m³)	23.5	Volume de Concreto (m³)	19.38
Resumo de Aço (kg)	1500	Resumo de Aço (kg)	1221
Índice (kg/m³)	63.83	Índice (kg/m³)	63.00



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



- Suporte vertical
 - Apoio para as lajes
- **Suporte horizontal**
 - Resistência ao vento
 - Estabilidade geral

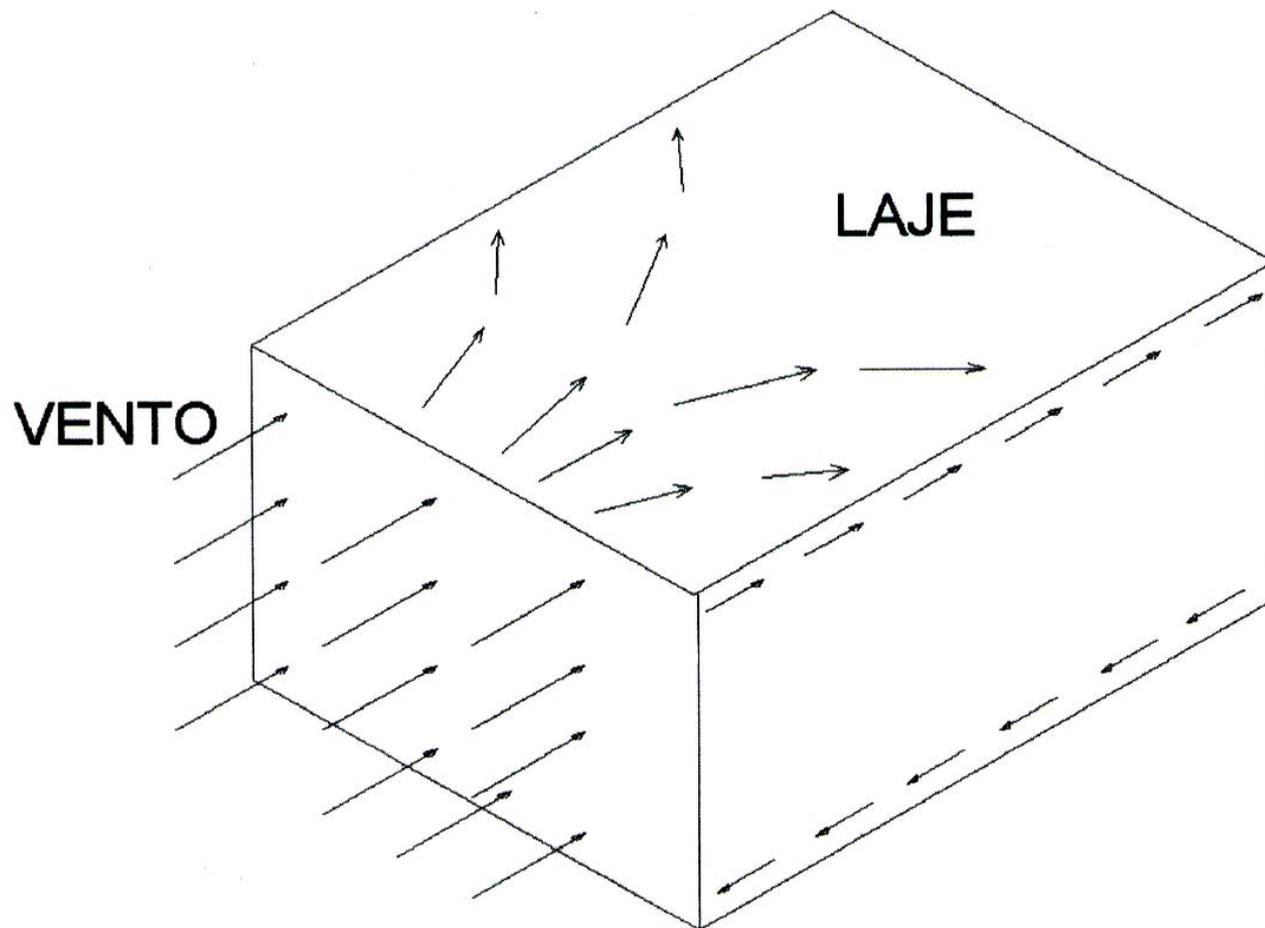


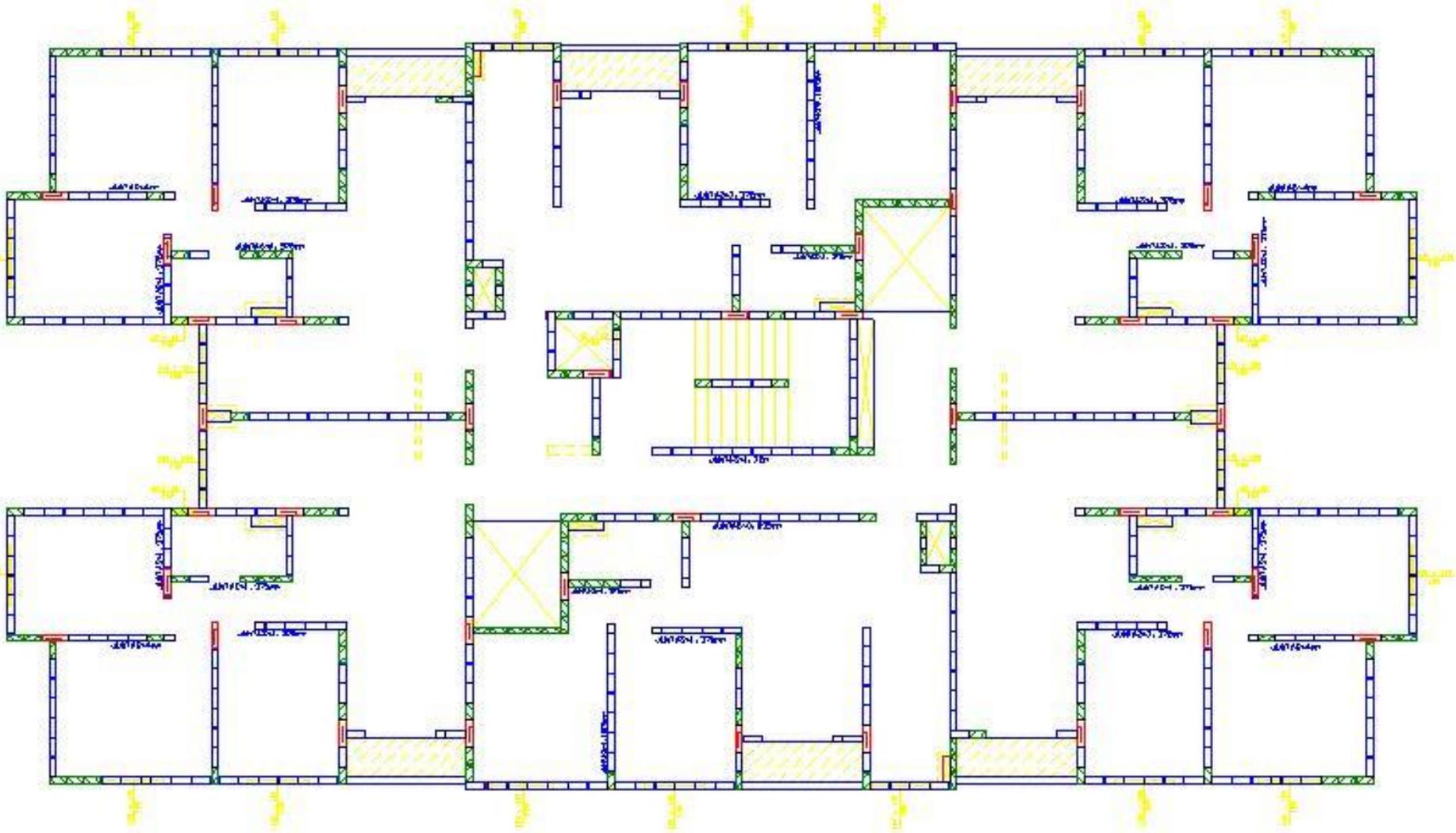
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

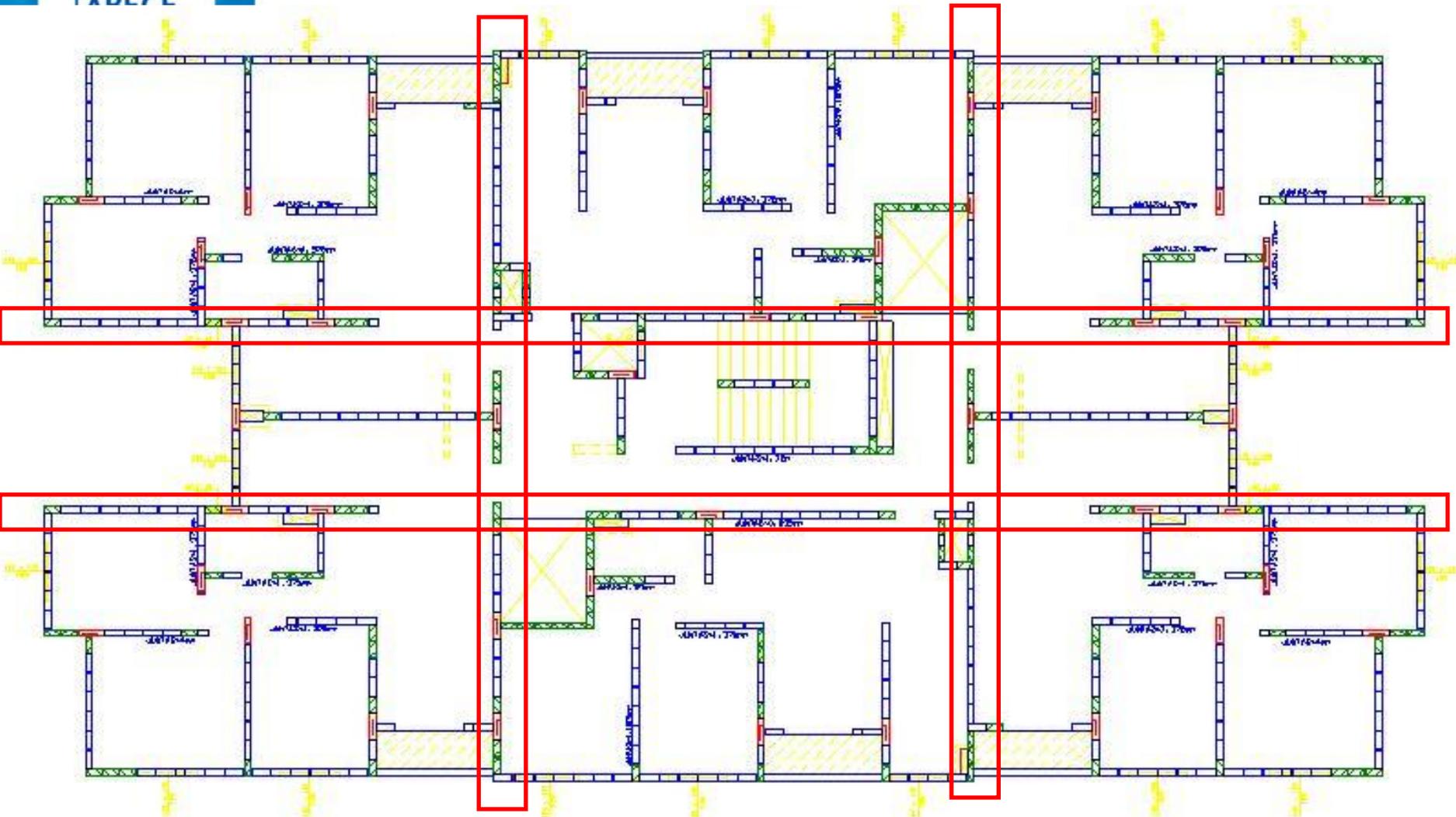


12^o ENECE

Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.

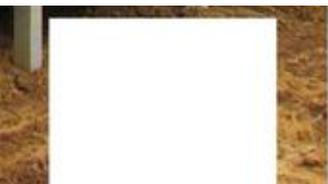
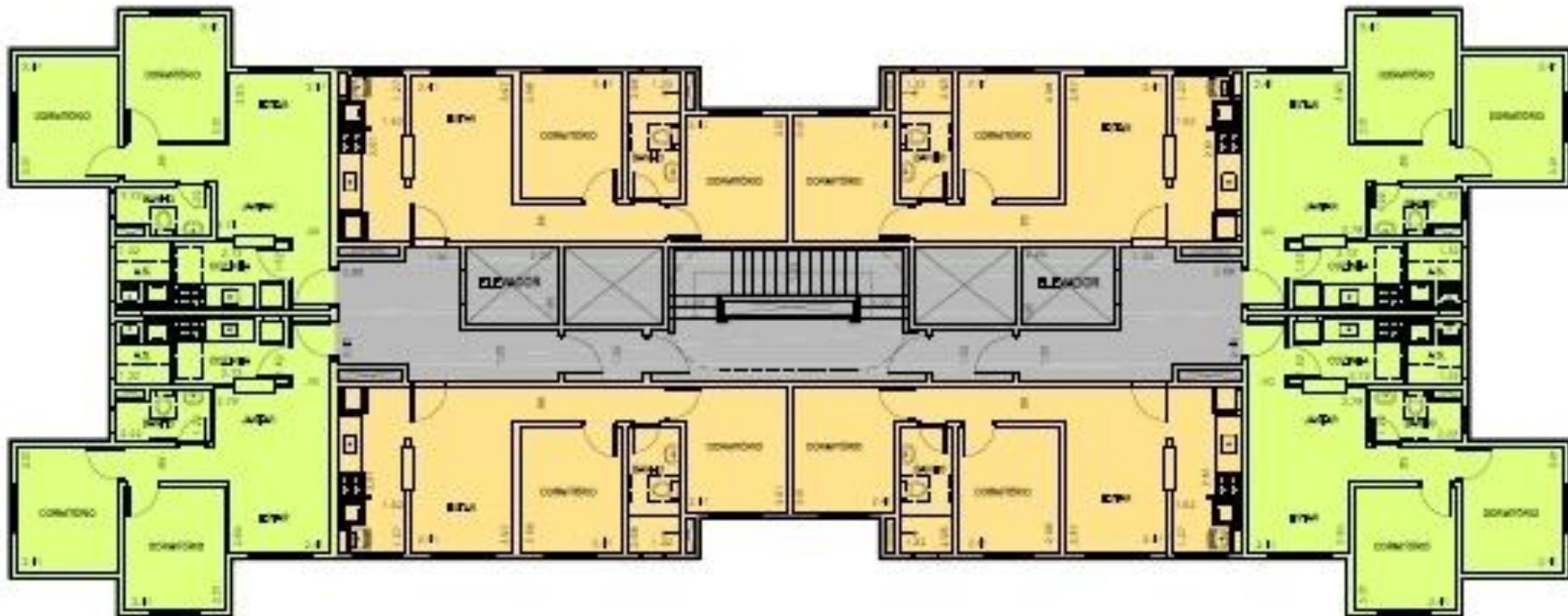






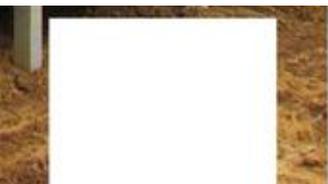
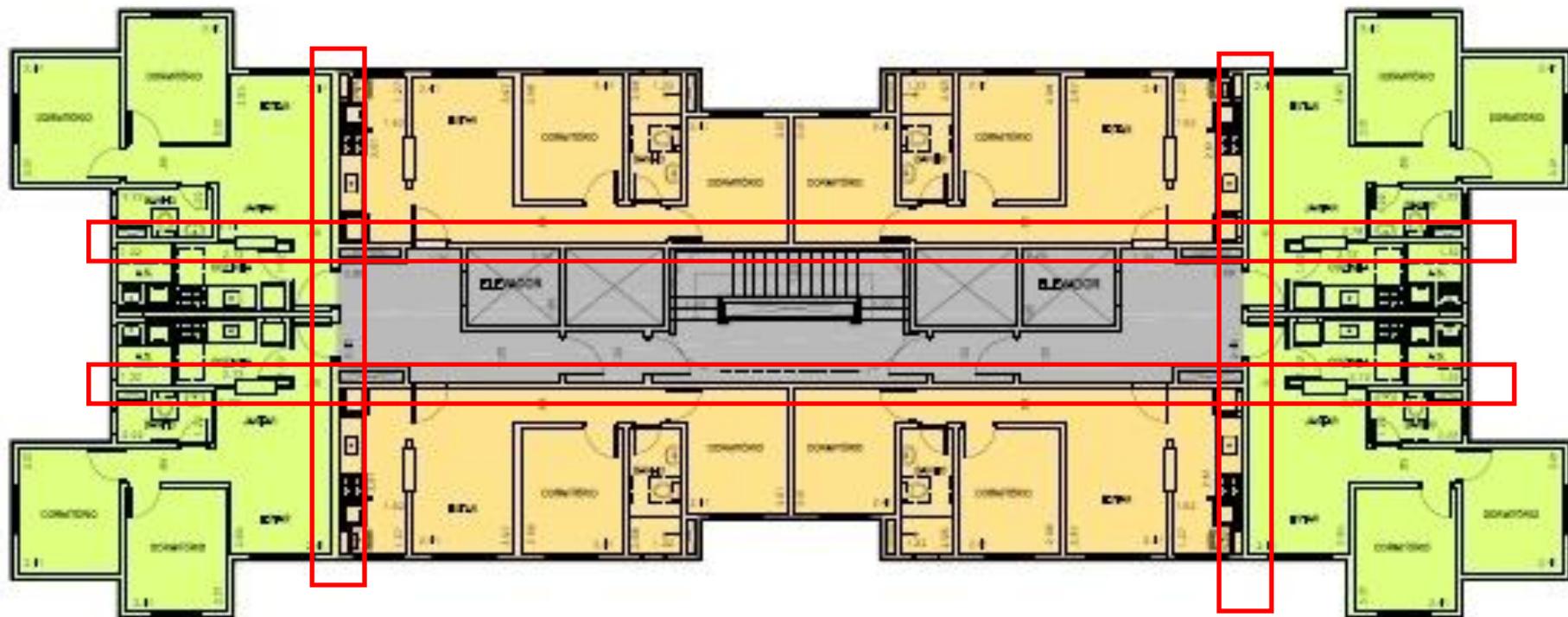


ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL





ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL





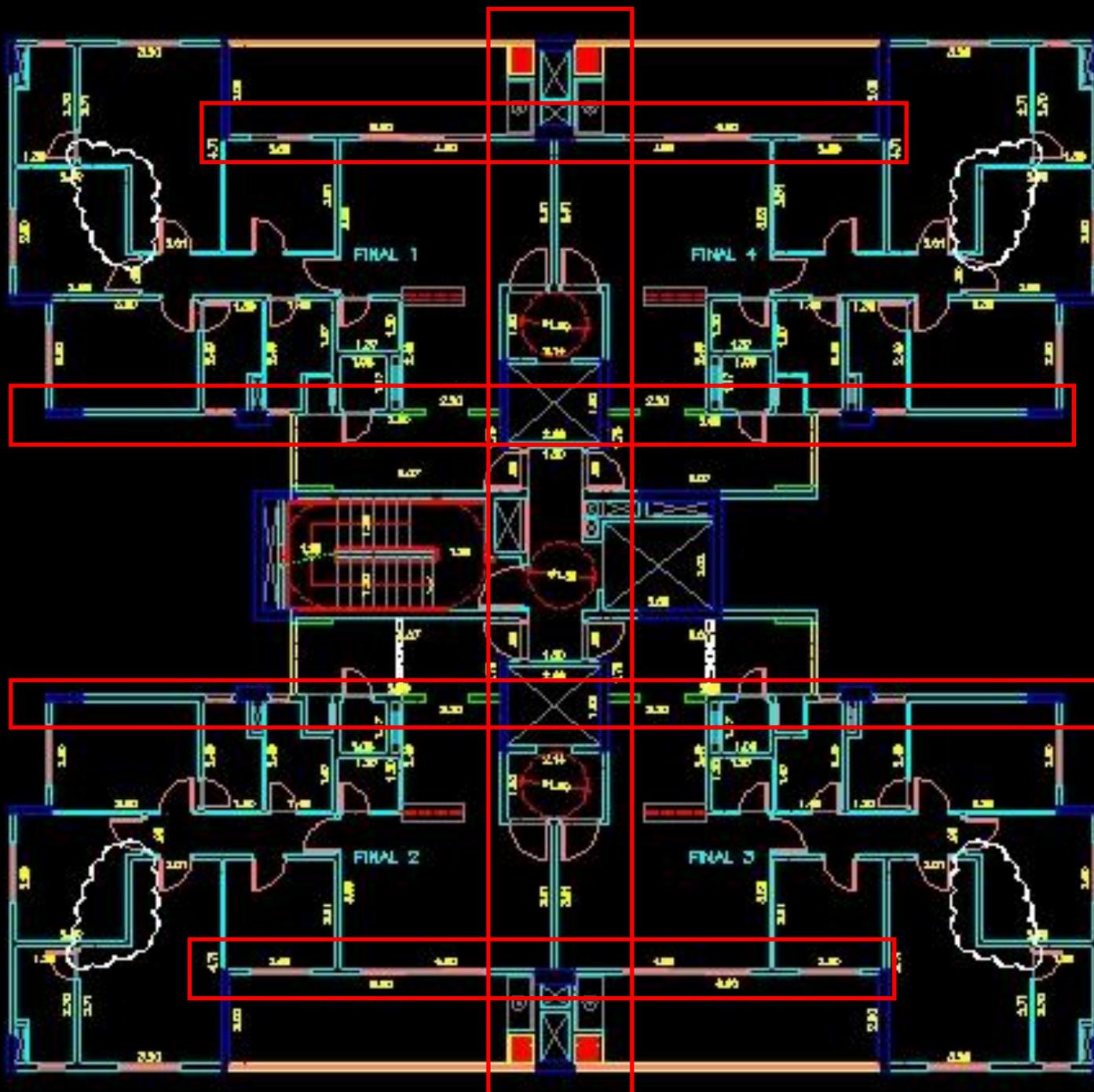


ABCEC

ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

12^o ENECEC

Aplicação de
Tecnologias
Projeto, Const
e Gestã



12 pavimentos direto do terreno



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



1º pavimento
elevado



WENDLER
PROJETOS ESTRUTURAIS

16 pavimentos tipo + duplex de cobertura



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



2 subsolos concreto

Térreo armado

Transição (vigas 20/70)

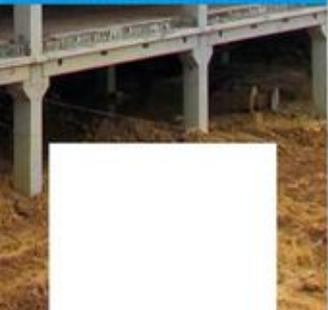




- Campos Elíseos
- F.A.Oliva
- Jundiaí
- 18 pavimentos AE



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.





ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

- Portal dos Nobres – Modelar / Bianchini
- 15 pavimentos tipo mais duplex
- Jundiaí



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.

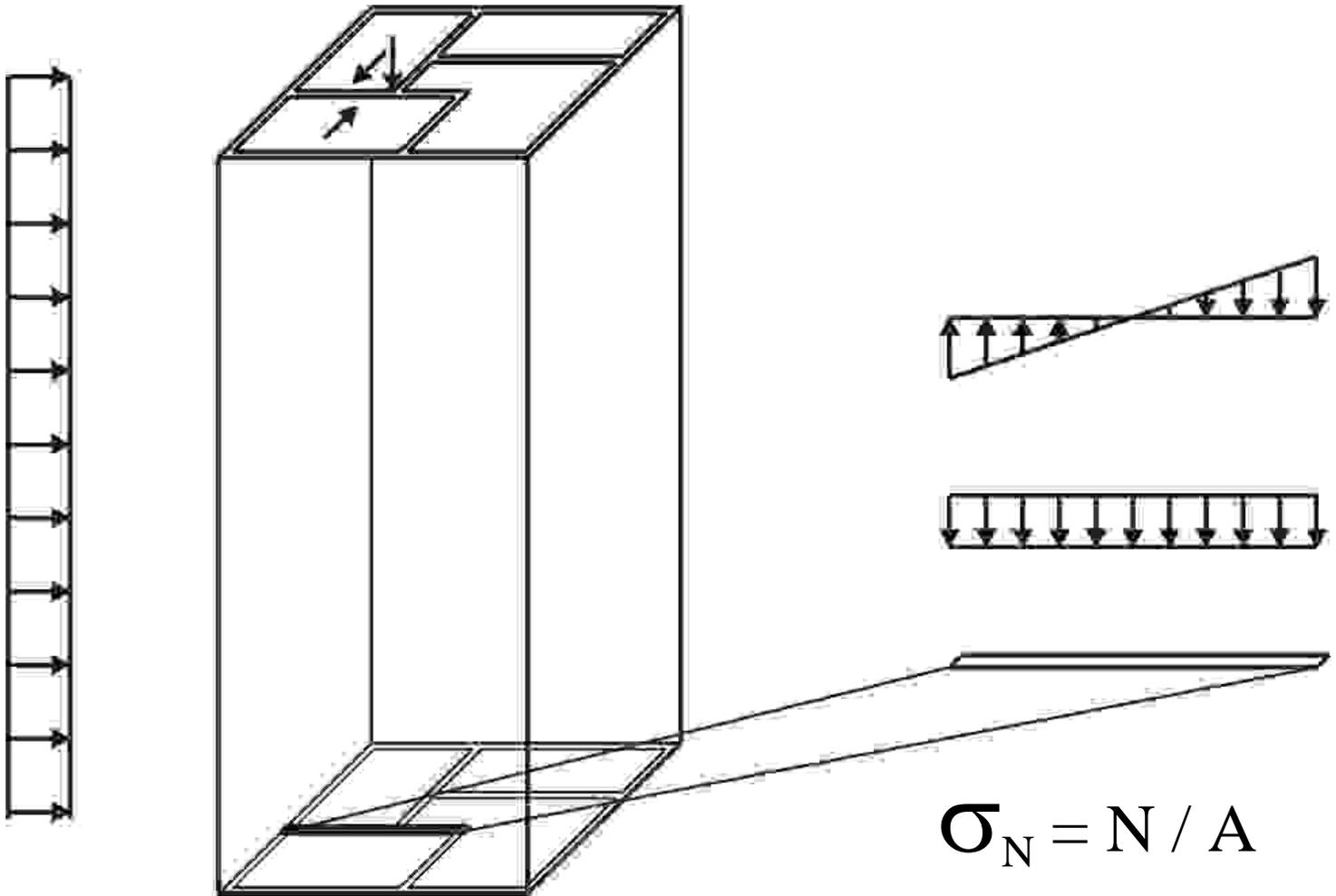




ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



$$\sigma_N = N / A$$

$$\sigma_M = M / W$$



Aplicação de Novas Tecnologias de Projeto, Construção e Gestão.



Compressão

$$\sigma N + \sigma M$$
$$\sigma N$$



Tração

$$\sigma M -$$



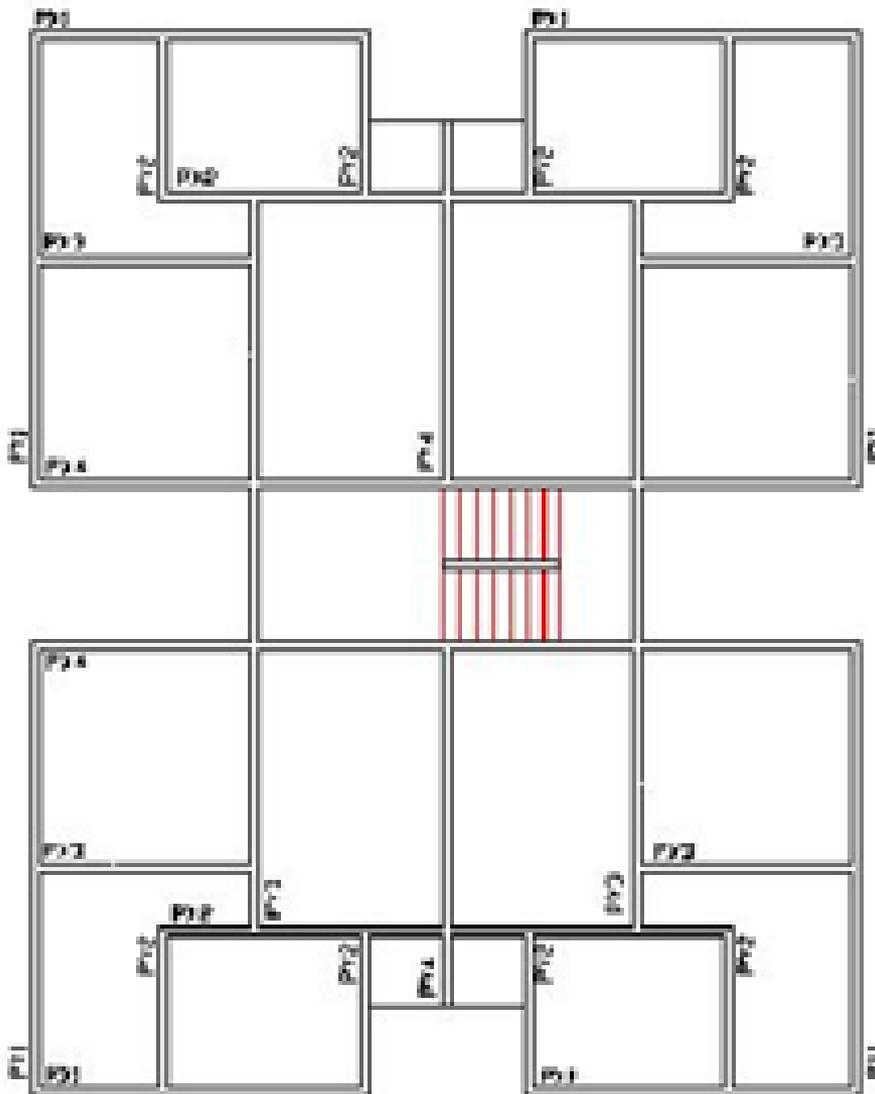
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



PAREDES ALINHADAS



Paredes Alinhadas		
Parede	Comprimento (cm)	Quantidade
PY1	750	4
PY2	270	8
PY3	1230	2
PY4	600	2
PX1	540	4
PX2	930	2
PX3	360	4
PX4	1350	2



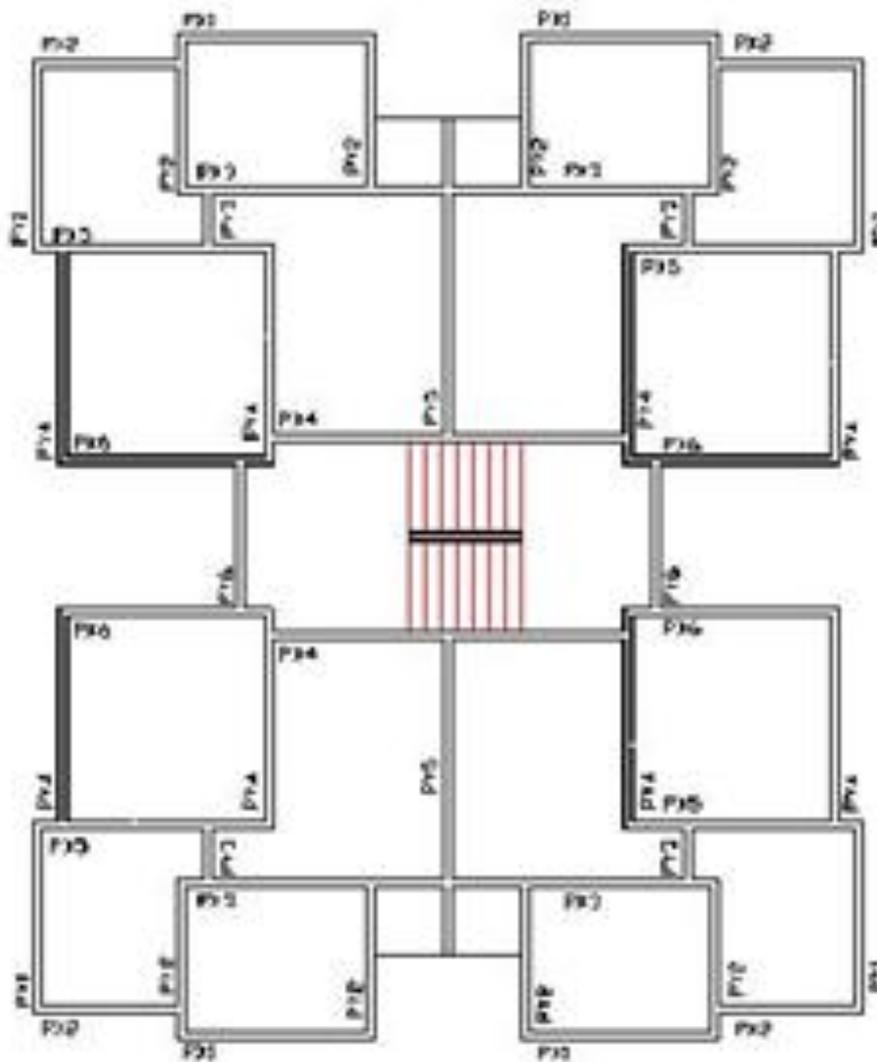
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



PAREDES NÃO ALINHADAS



Paredes Não Alinhadas

Parede	Comprimento (cm)	Quantidade
PY1	330	4
PY2	270	8
PY3	105	4
PY4	375	8
PY5	560	2
PY6	270	2
PX1	330	4
PX2	355	4
PX3	930	2
PX4	630	2
PX5	405	4
PX6	360	4



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



TABELA DE ARMAÇÃO ϕ 10mm - PAREDES ALINHADAS

PAVIMENTO	PY1	PY2	PY3	PY4	PX1	PX2	PX3	PX4
1	0	0	2	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	0	1
3	0	0	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0

RESUMO DE AÇO

COMPRIMENTO TOTAL DE PAREDES (m)	TOTAL HORIZONTAL (kg)	QUANTIDADE DE FERROS VERTICAIS	TOTAL VERTICAL (kg)	TOTAL	VERTICAL/ TOTAL
169.8	2,503	6	13.23	2,516	0.53%



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



TABELA DE ARMAÇÃO ϕ 10mm - PAREDES NÃO ALINHADAS

PAVIMENTO	PY1	PY2	PY3	PY4	PY5	PY6	PX1	PX2	PX3	PX4	PX5	PX6
1	6	3	0	8	25	2	0	0	16	0	0	0
2	5	2	0	6	20	2	0	0	12	0	0	0
3	4	2	0	5	16	1	0	0	8	0	0	0
4	3	1	0	3	12	1	0	0	6	0	0	0
5	2	1	0	2	9	1	0	0	4	0	0	0
6	1	1	0	2	6	1	0	0	2	0	0	0
7	1	1	0	1	4	0	0	0	1	0	0	0
8	1	0	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0
9	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

RESUMO DE AÇO

COMPRIMENTO TOTAL DE PAREDES (m)	TOTAL HORIZONTAL (kg)	QUANTIDADE DE FERROS VERTICAIS	TOTAL VERTICAL (kg)	TOTAL	VERTICAL/TOTAL
170.8	2,518	220	485.1	3,003	16.15%



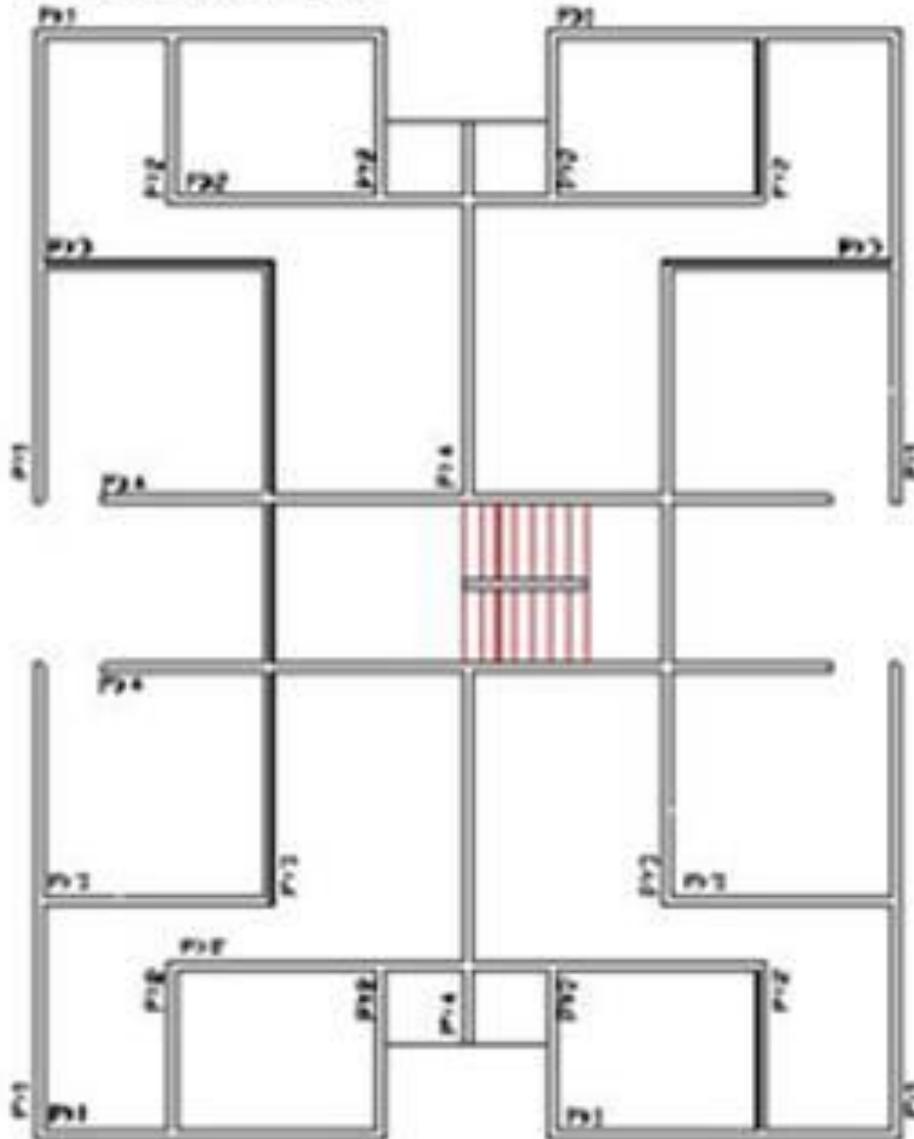
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



PAREDES ENCURTADAS



Paredes Alinhadas Encurtadas

Parede	Comprimento (cm)	Quantidade
PY1	750	4
PY2	270	8
PY3	1034	2
PY4	600	2
PX1	540	4
PX2	930	2
PX3	360	4
PX4	1150	2



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



TABELA DE ARMAÇÃO ϕ 10mm - PAREDES ALINHADAS ENCURT.

PAVIMENTO	PY1	PY2	PY3	PY4	PX1	PX2	PX3	PX4
1	1	0	4	0	0	0	0	3
2	0	0	2	0	0	0	0	1
3	0	0	1	0	0	0	0	1
4	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0

RESUMO DE AÇO

COMPRIMENTO TOTAL DE PAREDES (m)	TOTAL HORIZONTAL (kg)	QUANTIDADE DE FERROS	TOTAL VERTICAL (kg)	TOTAL	VERTICAL/TOTAL
169.8	2,503	14	30.87	2,534	1.22%



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



TABELA DE COMPARAÇÃO DE fbk (MPa)

PAVIMENTO	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 2/ CASO 1	CASO 3/ CASO 1
1	13.7	21.6	14.3	57.74%	4.15%
2	12.7	19.8	13.2	56.00%	3.97%
3	11.7	18.1	12.1	54.21%	3.78%
4	10.8	16.4	11.1	52.35%	3.58%
5	9.8	14.8	10.2	50.42%	3.38%
6	8.9	13.3	9.2	48.42%	3.32%
7	8.1	11.8	8.4	45.77%	3.08%
8	7.3	10.5	7.5	43.03%	2.84%
9	6.6	9.2	6.7	40.17%	2.60%
10	5.8	8.0	6.0	37.18%	2.35%
11	5.1	6.9	5.2	34.06%	2.09%
12	4.4	5.8	4.5	30.77%	1.84%
13	3.8	4.8	3.8	27.30%	1.58%
14	3.1	3.8	3.1	23.60%	1.32%
15	2.5	3.0	2.5	19.58%	1.07%
16	1.9	2.2	1.9	18.35%	1.04%
17	1.3	1.5	1.3	17.03%	0.72%
18	0.7	0.8	0.7	13.70%	0.33%
			Média	37.21%	2.39%

Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.





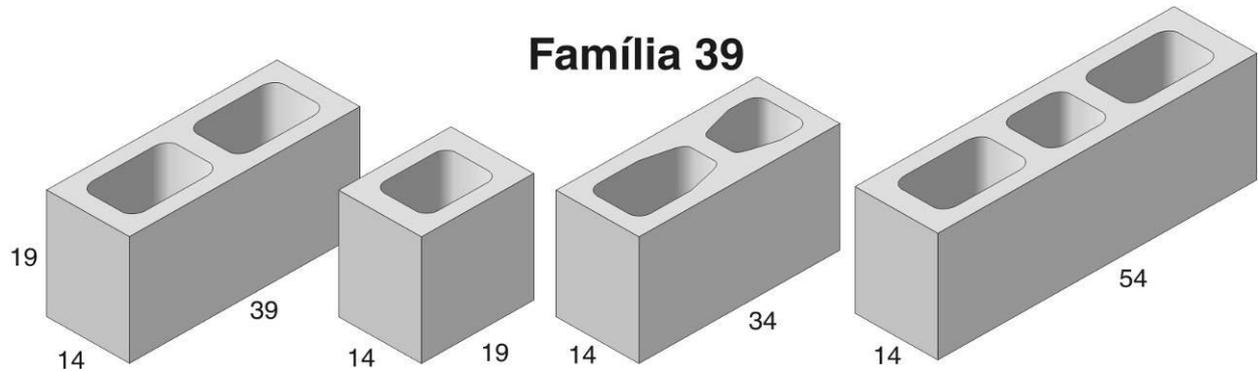
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



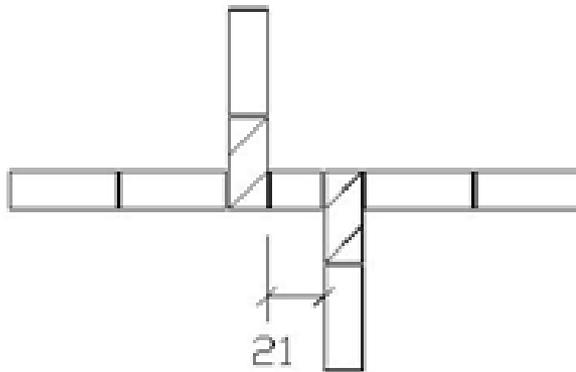
Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



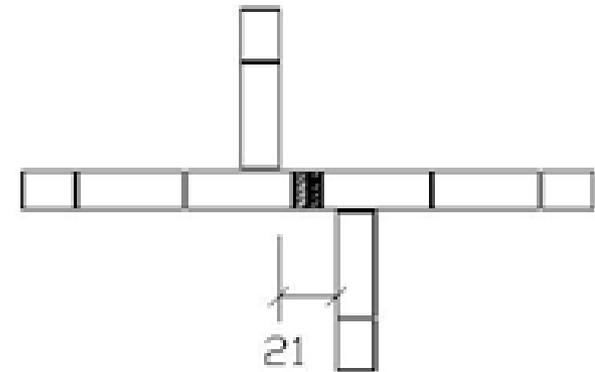
Família 39



1. FIADA



2. FIADA





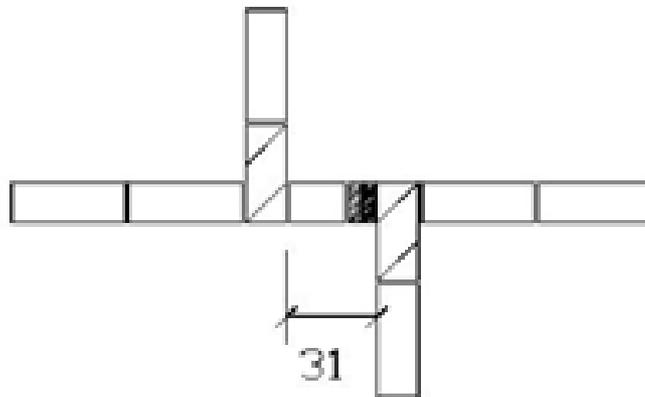
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



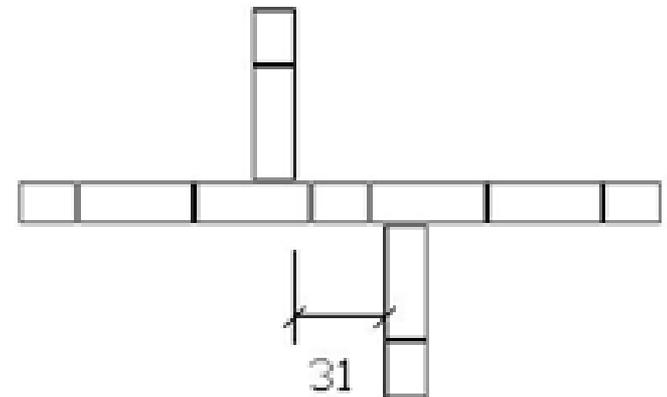
Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



1. FIADA



2. FIADA





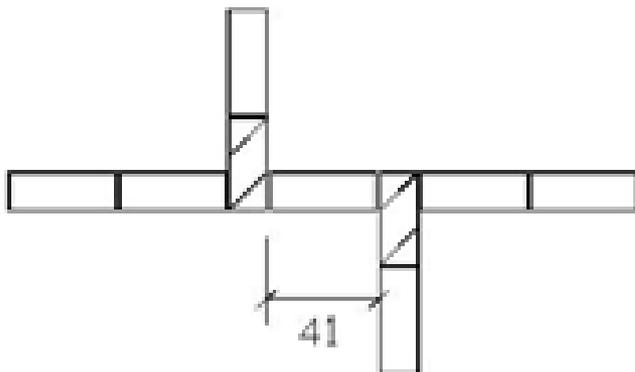
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



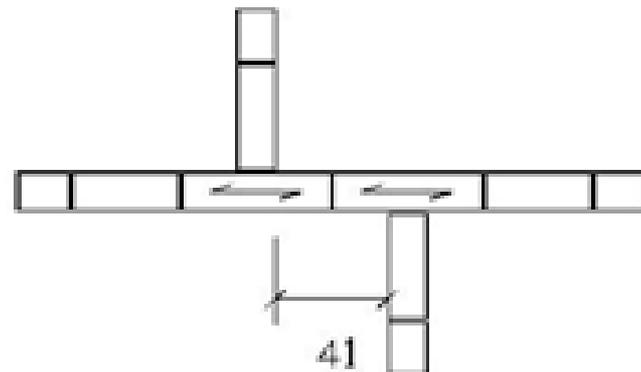
Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



1. FIADA



2. FIADA



Planilha – Índice de Qualidade de Projetos

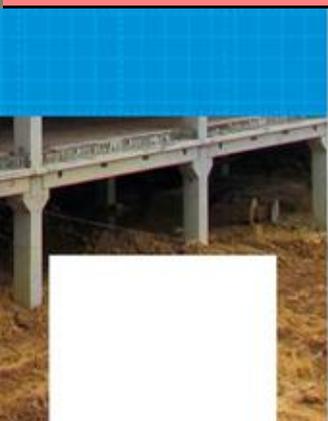
Arquitetura			
Área da laje			
Pé-direito			
Comprimento total de paredes		Área de paredes estruturais	
Comprimento de paredes estruturais		Índice de paredes estruturais	
Perímetro		% paredes estruturais	
Maior dimensão externa em X		P/A	
Maior dimensão externa em Y			
Comp parede médio em X		Índice médio em X	
Comp parede médio em Y		Índice médio em Y	
Maior comprimento de parede em X		Índice rigidez em X	
Maior comprimento de parede em Y		Índice rigidez em Y	





ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

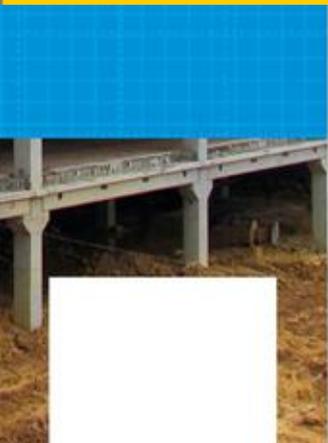
Alvenaria			
Número de blocos padrão/m ² (12,5 p/ Fam40 ; 16,7 p/ Fam30)			
Número de blocos diferentes			
Quantidade de blocos por pav tipo		Índice de blocos totais	
Quant de blocos especiais por pav tipo		% blocos especiais	
Quant de pastilhas por pav tipo		% pastilhas	





ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

Consumos							
Número de pavimentos de AE		N	Fbk	N	Fbk	N	Fbk
Nº pavimentos / Fbk							
Peso de aço por pavimento							
Peso de aço por m ² de parede							
Peso de aço por m ² de laje							
Volume de graute por pavimento							
Volume de graute por m ² de parede							
Volume de graute por m ² de laje							



REDUÇÃO DE CUSTOS

- Materiais

- Redução de armaduras ($A_{\text{tipo}} = 320 \text{ m}^2$)
 - » CA : 5.933 Kg
 - » AE : 1.432 Kg
- Grande redução de formas
 - » Convencional – só painel de laje
 - » Laje içada – quase 100 %
- Revestimentos mais econômicos
 - » 5 a 6 mm de gesso interno
 - » 2 a 2,5 cm de massa externa
- Utilização de pré-moldados



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.





REDUÇÃO DE CUSTOS

- **Processo**

- Rapidez na execução da obra
- Limpeza e racionalização de canteiro
- Grande redução de desperdício e resíduos
(23% para 6%)

- **Manutenção**

- Redução do resserviço e manutenção pós-obra
(redução do custo pós-obra em 50 %)
- Eliminação das patologias sistemáticas
(não há interface de sistemas)

Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.





ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



Características da Obra	Economia
04 Pavimentos	25 a 30 %
07 Pavimentos sem Pilotis, com Alvenaria não Armada	20 a 25 %
07 Pavimentos sem Pilotis, com Alvenaria Armada	15 a 20 %
07 Pavimentos com Pilotis	12 a 20 %
12 Pavimentos sem Pilotis	10 a 15 %
12 Pavimentos com Pilotis Térreo e sub-solo em Concreto Armado	08 a 12 %
18 Pavimentos com Pilotis Térreo e sub-solo em Concreto Armado	04 a 06 %



CONCLUSÃO

- Qualquer tipo de empreendimento
- Integração de projetos
- Processo racionalizado
- Controle de execução
- Redução do desperdício
- Baixo índice de patologias
- Processo consolidado
- Economia de 10 a 25 %





Aplicação de Novas
Tecnologias de
Projeto, Construção
e Gestão.



OBRIGADO

Arnoldo Wendler
franca@wendlerprojetos.com.br
16-8137-2636

