

30 de setembro de 2015 – São Paulo, SP



17º

SEMINÁRIO
TECNOLOGIA
DE ESTRUTURAS

PROJETO E PRODUÇÃO COM FOCO
NA RACIONALIZAÇÃO E QUALIDADE

**Fundamentos de segurança e desempenho
estrutural para controle da produção de
estruturas de concreto**

Augusto G. Pedreira de Freitas
ABECE/Pedreira Engenharia

REALIZAÇÃO

SindusCon  **SP**
O Sindicato da Construção
Desde 1934



Algumas Questões

Qual
a principal
função do
engenheiro de Obra?

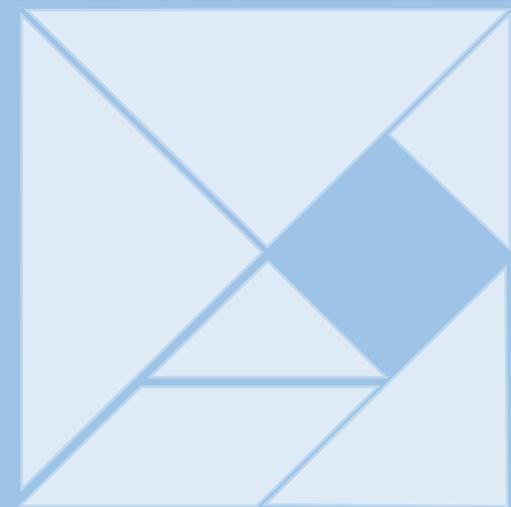
É
suficiente
para um **engenheiro
de projetos**, dominar o
software e os modelos de
dimensionamento?

Para o controle de produção das estruturas de concreto é preciso saber o por que de cada detalhe de projeto e suas consequências.

- Quem sabe o “Por quê de cada detalhe”, erra menos!

Mas também facilita o controle de produção da estrutura, se o projetista entende o processo executivo e suas dificuldades.

- Quem sabe o “Como é feito” antecipa potenciais problemas e os evita.



Projetista de Estrutura tem que GOSTAR de
Obra



Engenheiro de Obra tem que GOSTAR de
Estrutura

Projetista de Estrutura tem que GOSTAR de
Obra



Gostar de
Estrutura NÃO
significa gostar
de **CÁLCULO**

Engenheiro de Obra tem que GOSTAR de
Estrutura

Manuscritos do
prof. Vasconcelos!
Recebi uma coleção
incrível!

De quem?

Obras com racionalização e/ou pré-moldados:
Impossível o projeto dar certo sem conhecer o
processo construtivo



É preciso resolver este quebra cabeça
e colocar cada peça no seu lugar



Obra

Como alertar sobre o que pode dar problema?

Como mostrar o que não pode ser feito?

Como não deixar existir um carregamento excessivo?

Como ajudar a planejar?

Como entender mais os conceitos por trás do projeto e aplicá-los na execução

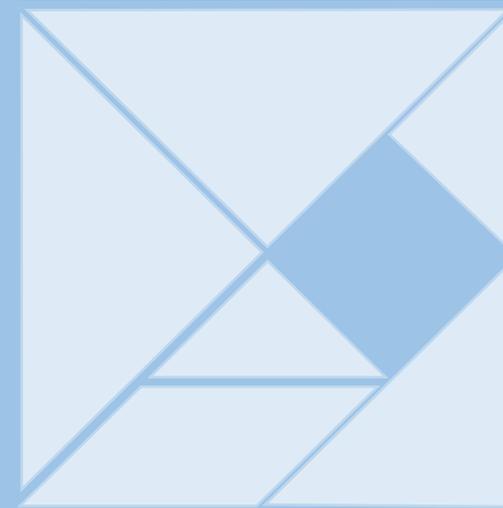


Projeto

Depois da execução de uma estrutura, o que devemos, como engenheiro responsável pelo projeto e pela execução, fazer?

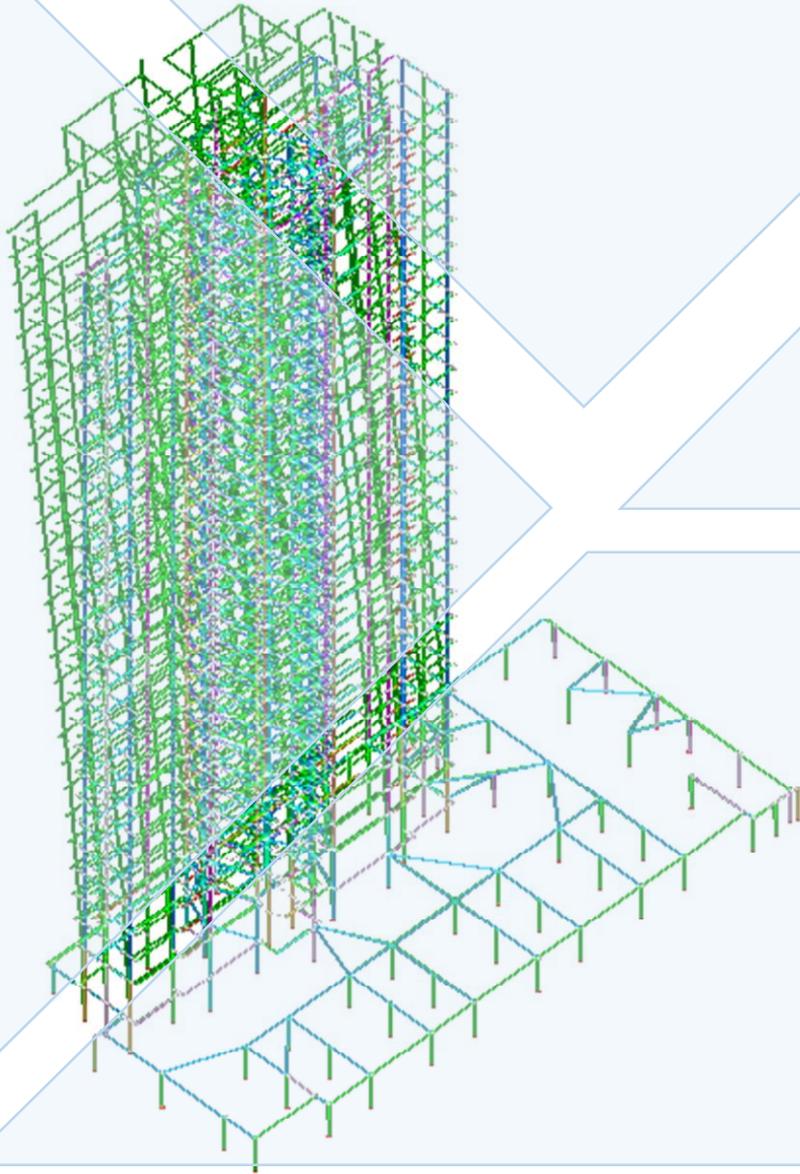
- O que funcionou?
- O que foi extremamente difícil executar?
- O que precisa ser revisto para a próxima estrutura?

“feedback”

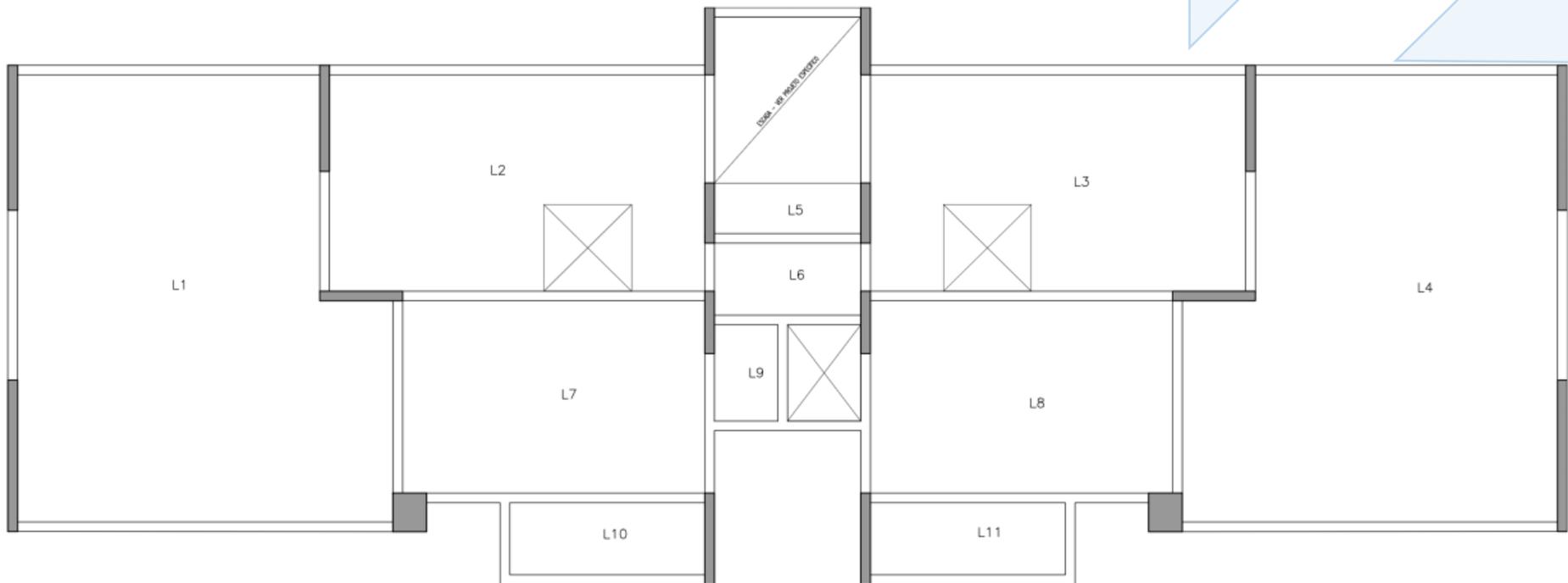


Antes de
"Locar a obra" ...
Eu consigo avaliar a
movimentação
da minha estrutura?

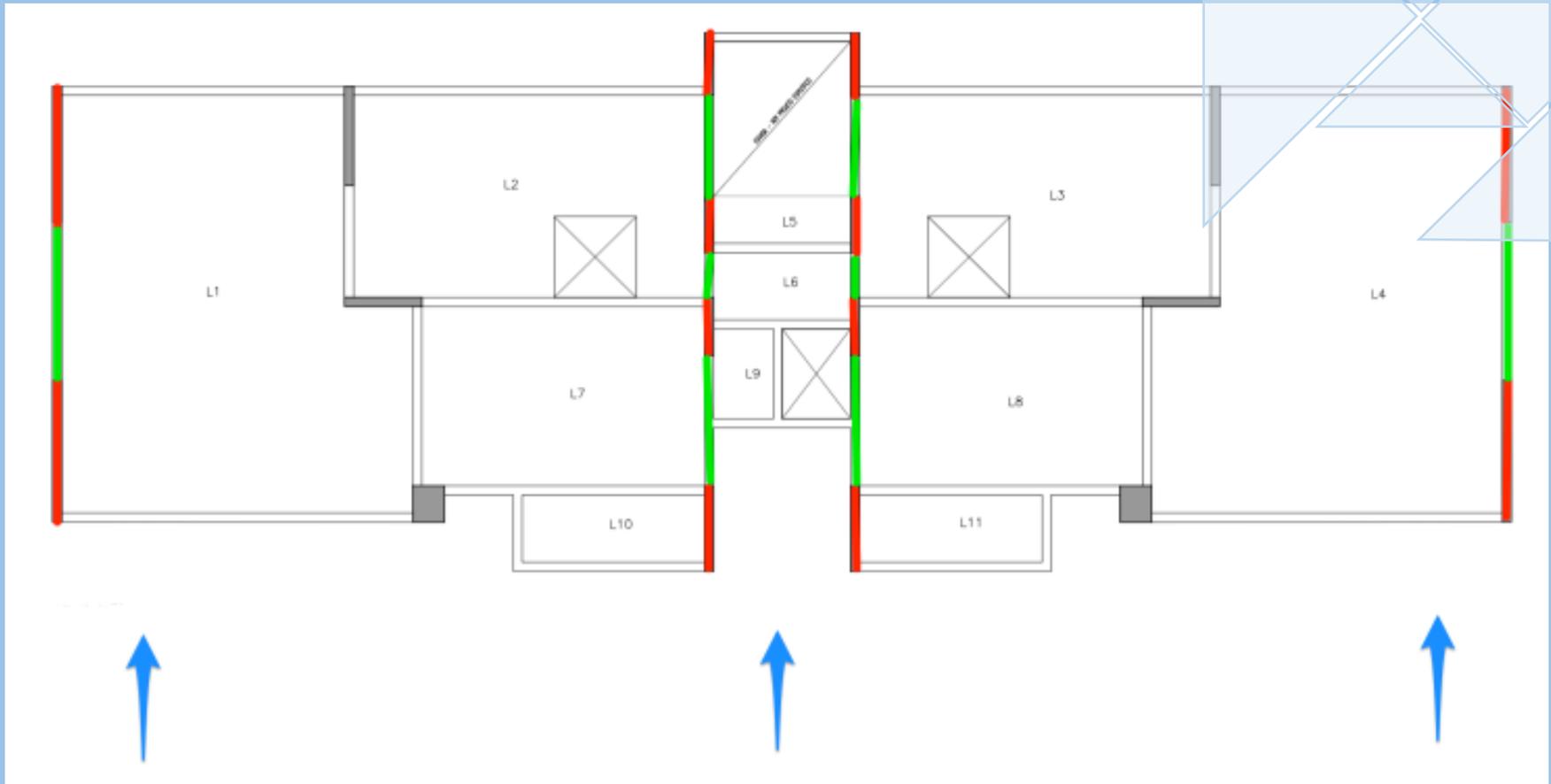
Quais são os principais
elementos que contribuem
para a estabilidade global
do meu edifício?



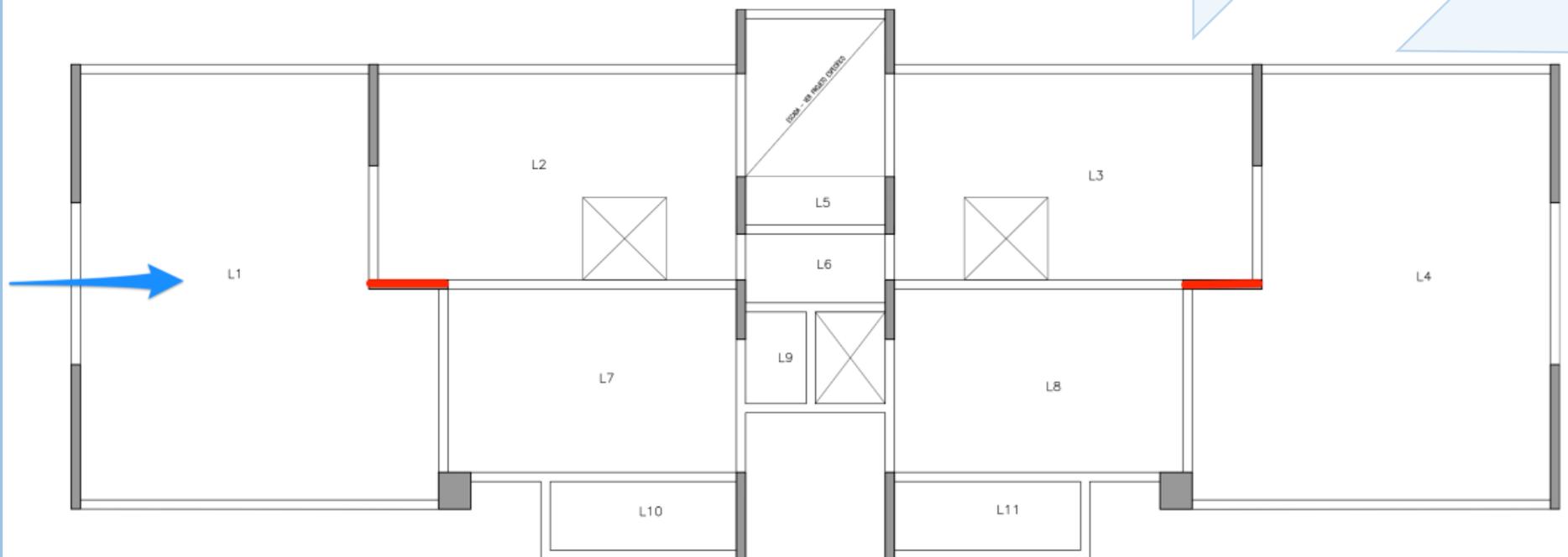
Quantos
andares tem
esse prédio?



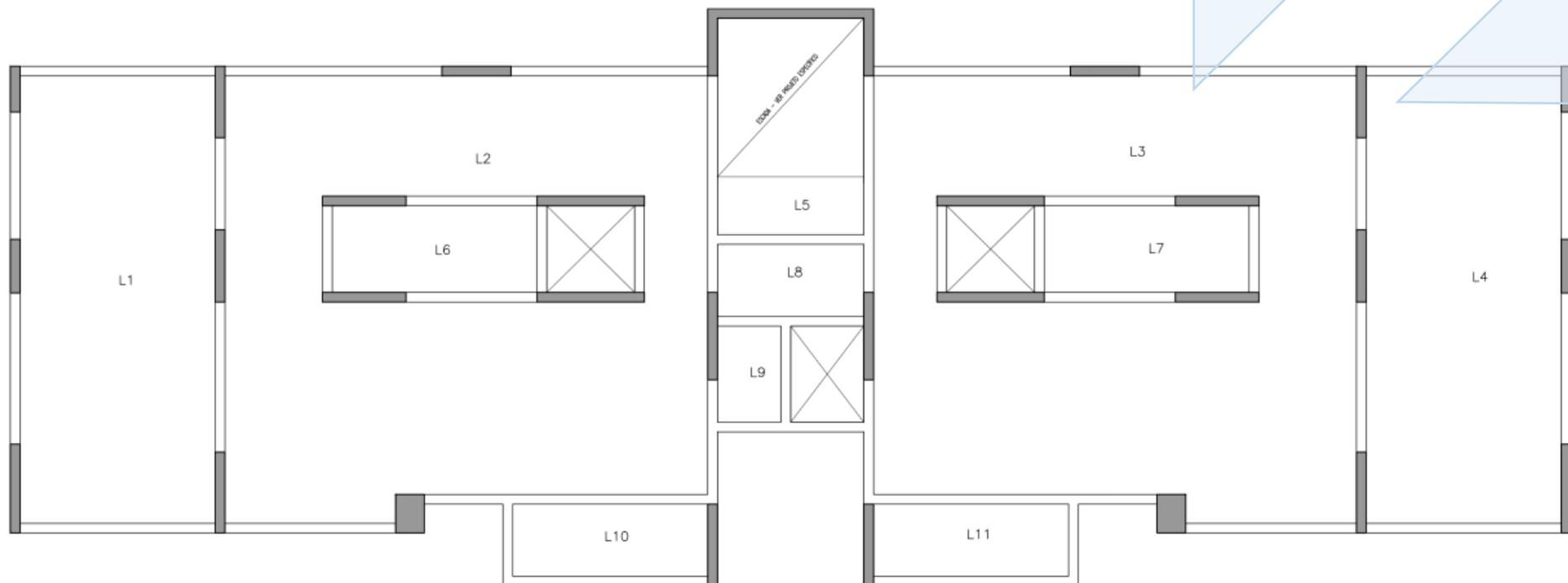
Quantos andares tem esse prédio?



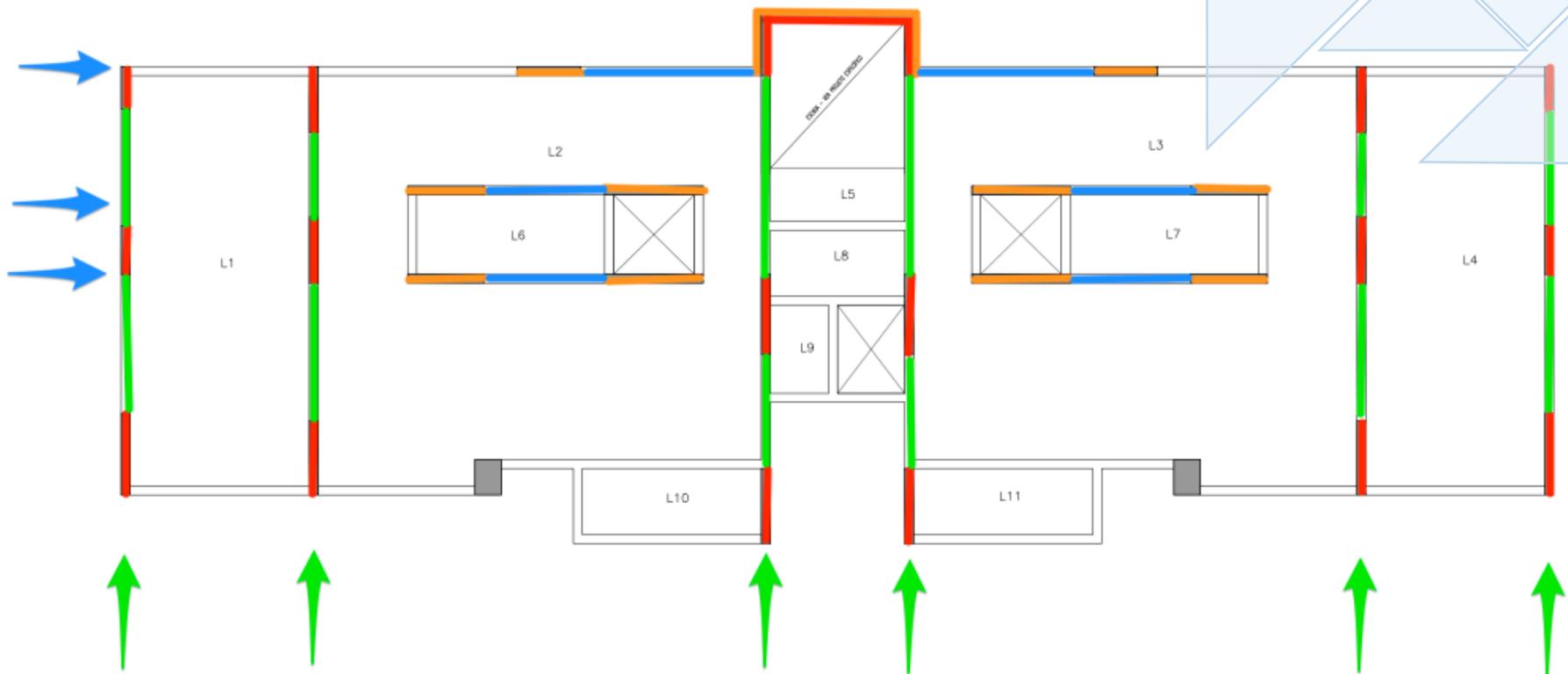
... mas e esse sentido?



E agora essa estrutura?



...muito bem equilibrada!

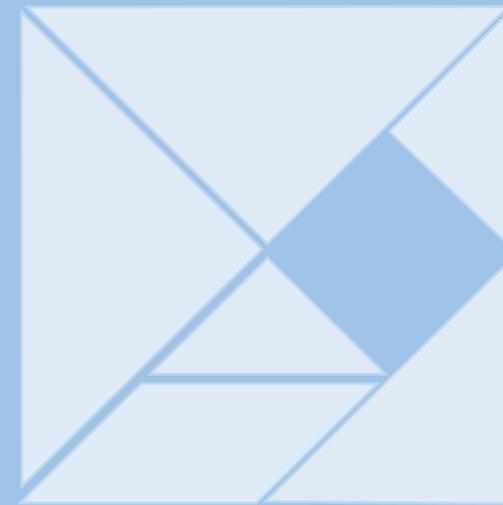


É obrigação do engenheiro da obra saber como está a estabilidade?

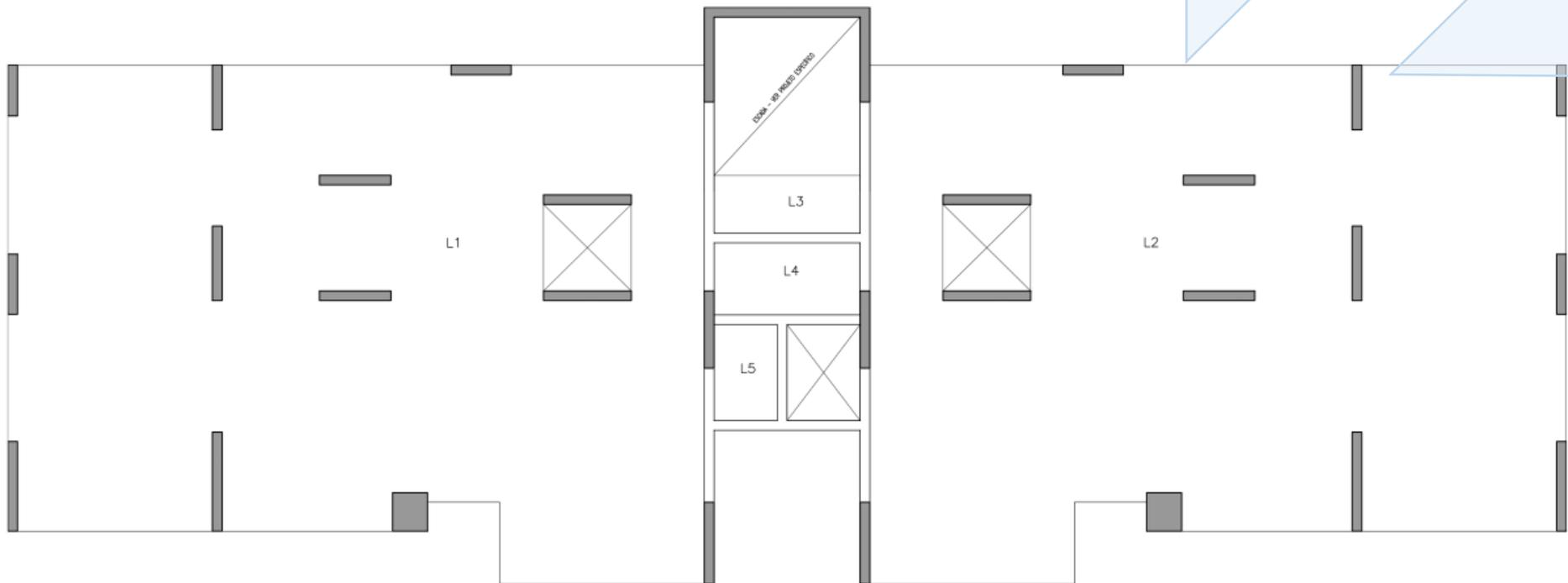
NÃO

Mas, de quem será a responsabilidade quando aparecerem as fissuras nas alvenarias?

- Do projeto?
- Da obra?
- De todos os envolvidos?

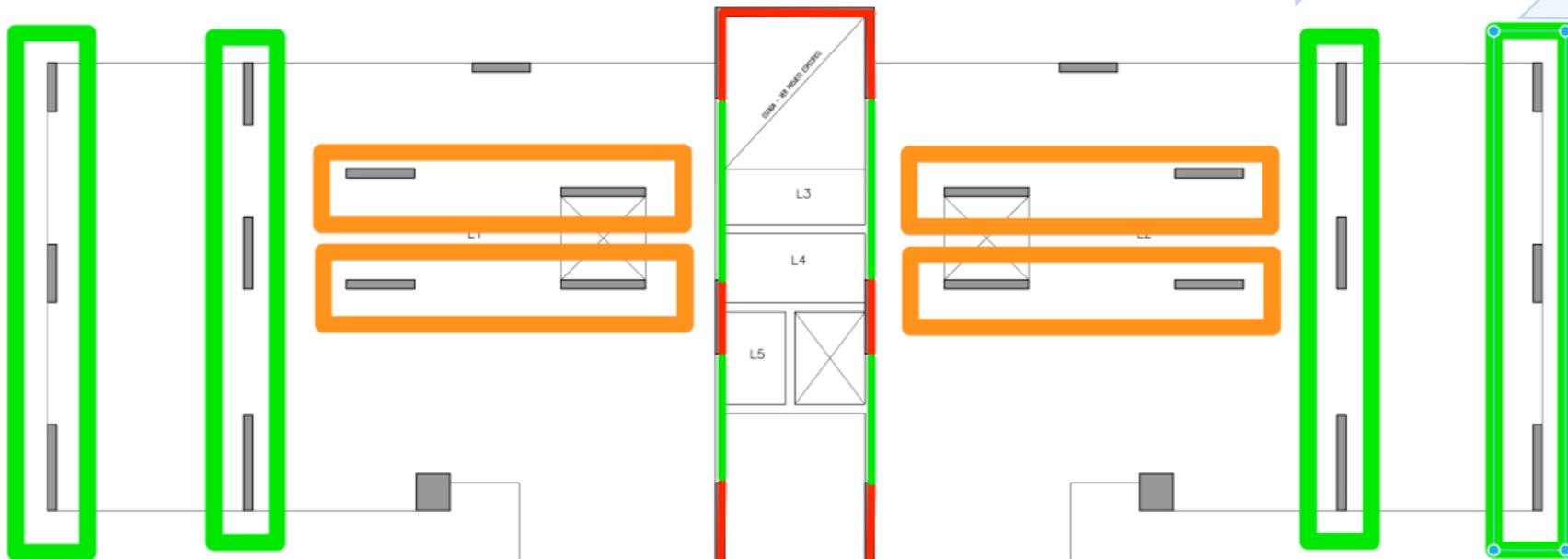


Mas e...
se não tiver vigas?



A estabilidade se dá por
transferência direta pela
laje, como se tivéssemos
vigas embutidas

Mas,
obviamente,
a resistência aos
esforços horizontais
será menor, além de
depender e muito da
espessura da laje e da
armação de ligação.



Vocês projetistas de estrutura são uns "cag..."

É mesmo?

"Lá na obra tem uma viga de 1,5m com 5 \varnothing 20 em cima e 5 \varnothing 20 em baixo!"

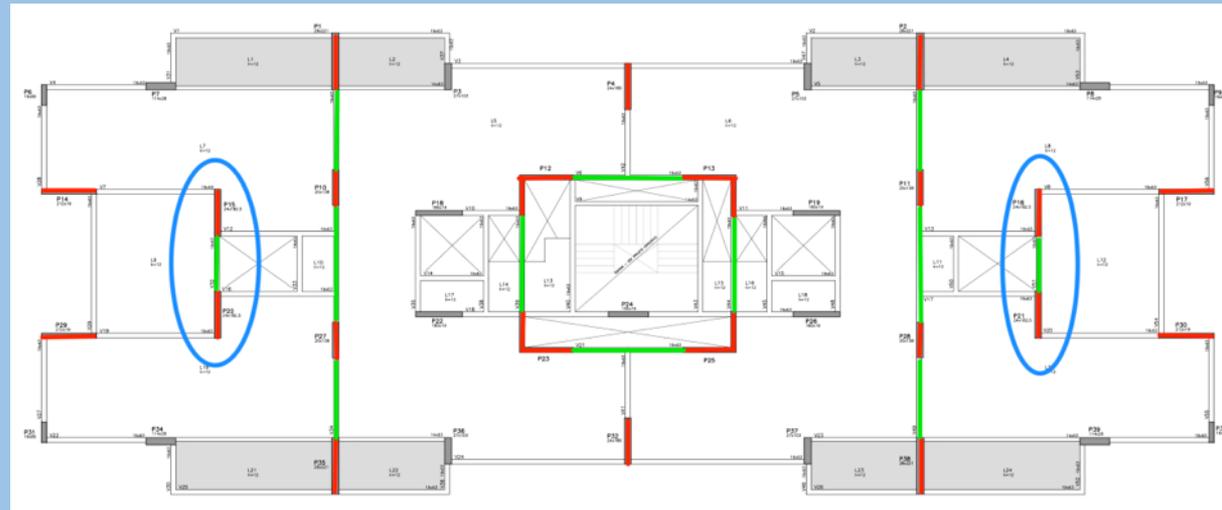
Verdade?

"Mandei trocar para 2 \varnothing 10 em cima e em baixo. Tá lá, perfeito!"

Por acaso era entre dois pilares paredes no hall do elevador?

"Era. Por que?"

Porque era melhor você falar com o projetista!



Um "causo":

Festa de Formatura!

Engenheiro Recém Formado!

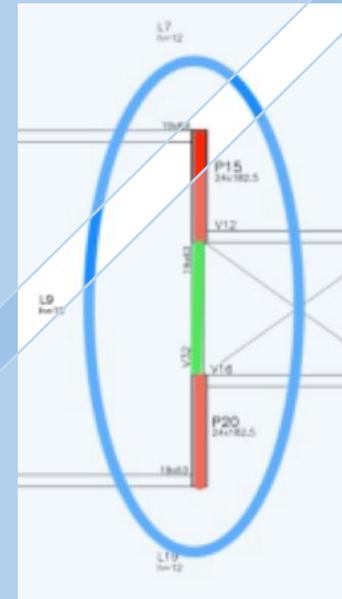
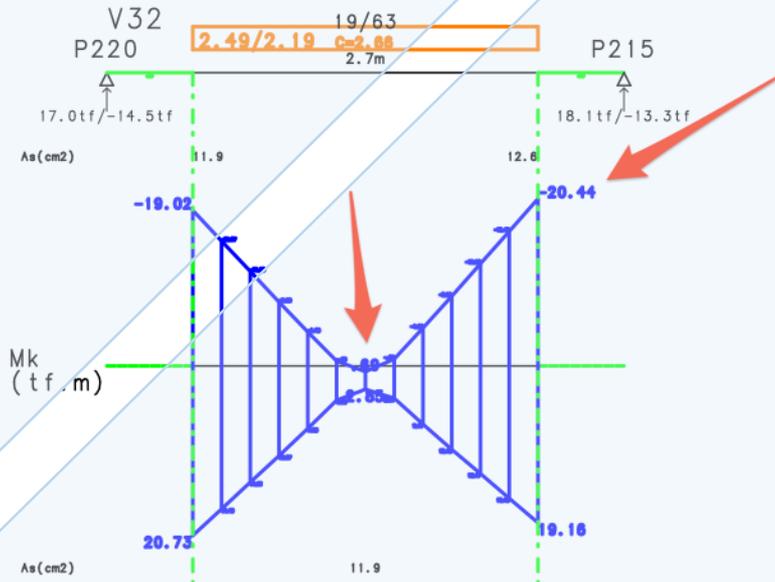
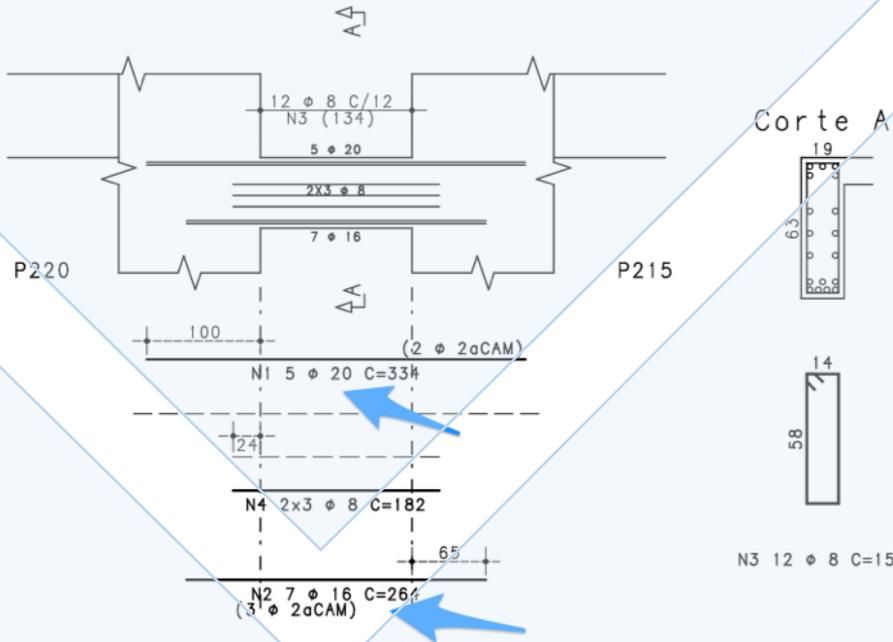
O "Google" debaixo do braço!

Querendo impressionar a formanda!

Algumas cachaças para falar o que não deve!



V32 19X63



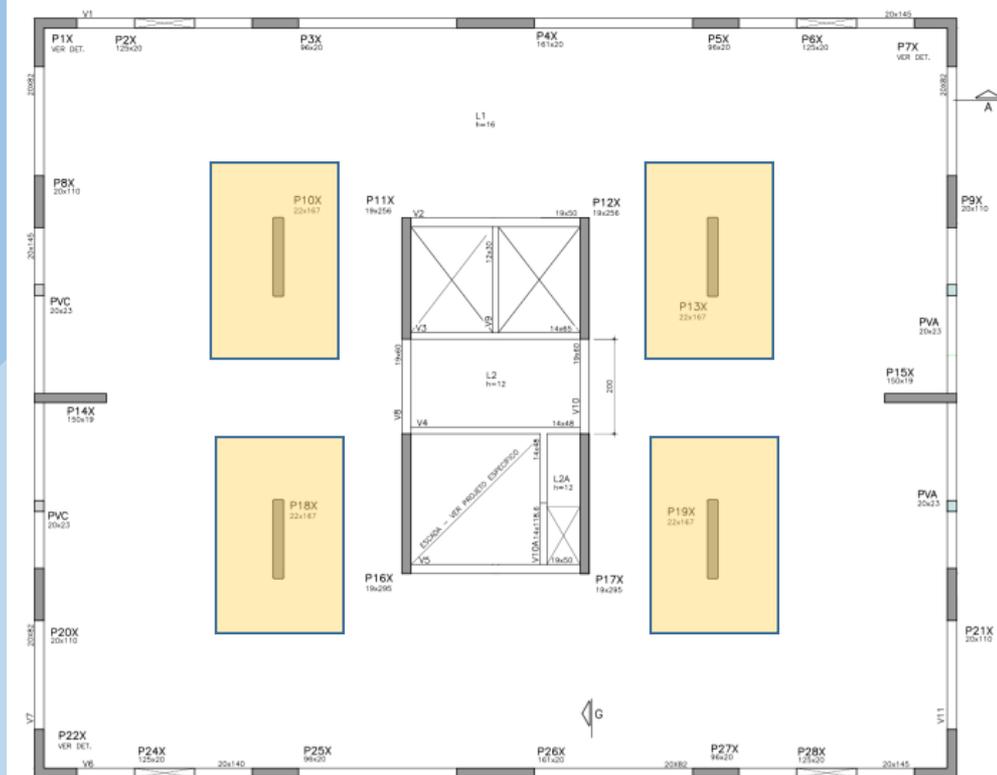
Onde poderemos ter mais problemas de execução da estrutura?

Onde tem mais chance de fissurar se fizemos errado?

Antes de sair fazendo a estrutura, preciso saber quais são as "pegadinhas"?

Onde poderemos ter uma situação de instabilidade durante a execução?

Essa tal de Punção



**SE NÃO CUIDAR,
A CASA CAI!**

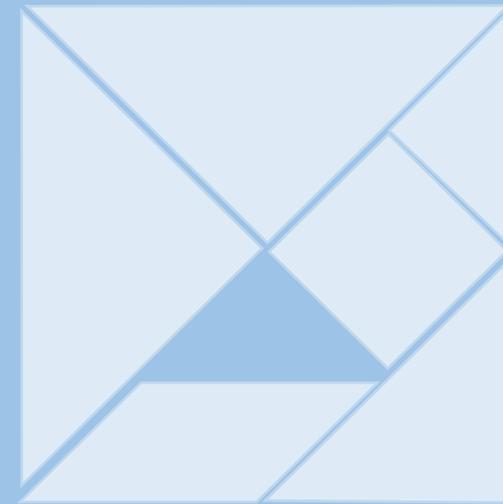
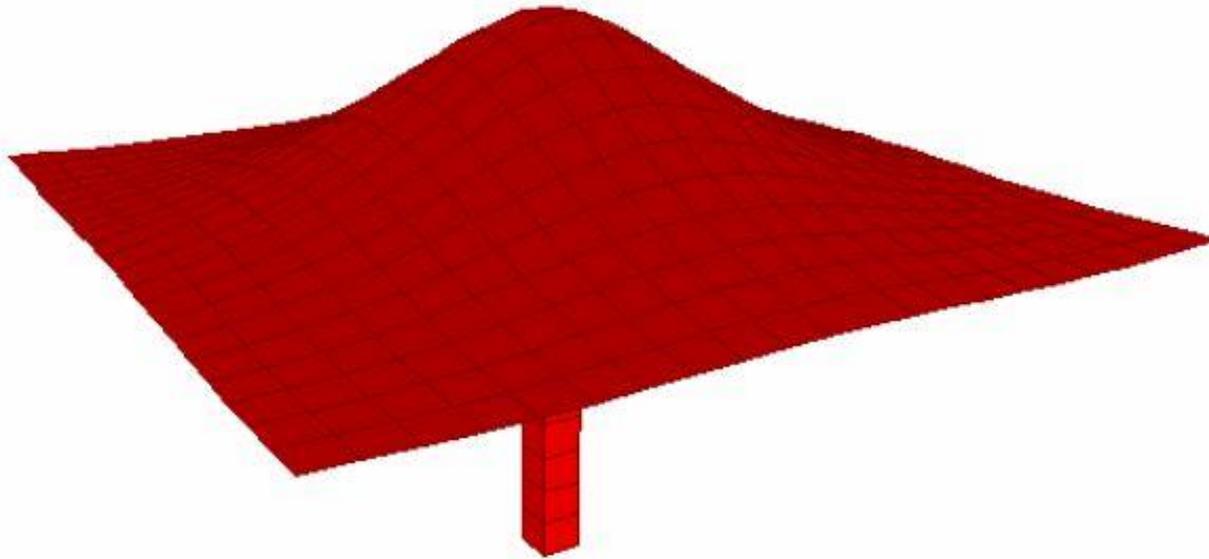
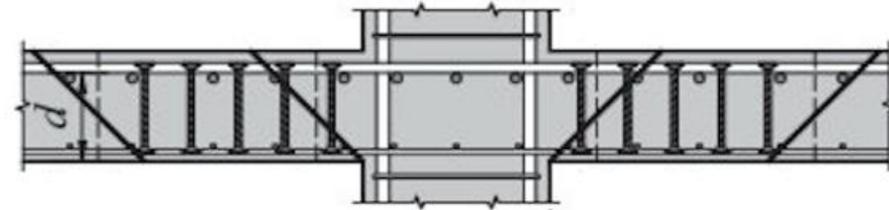
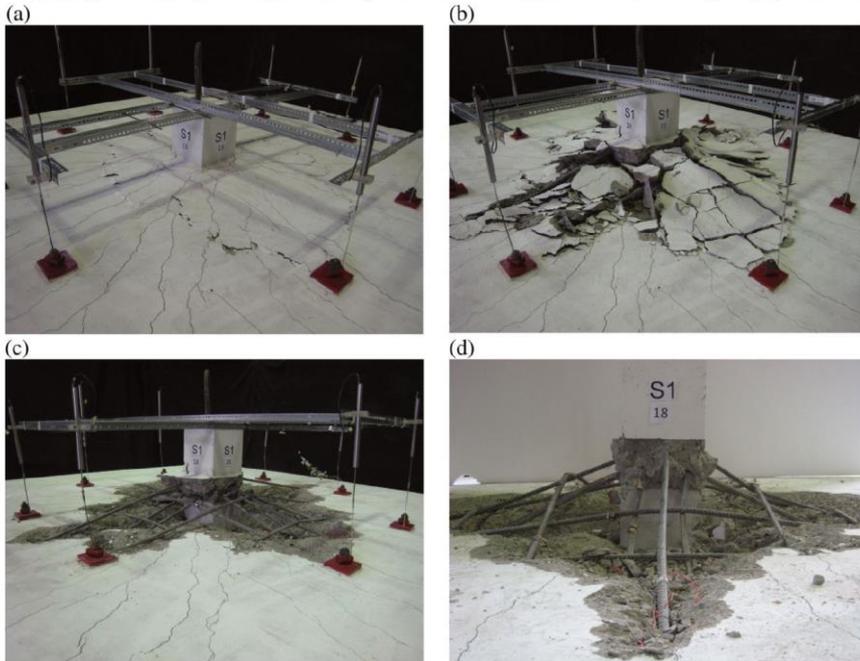
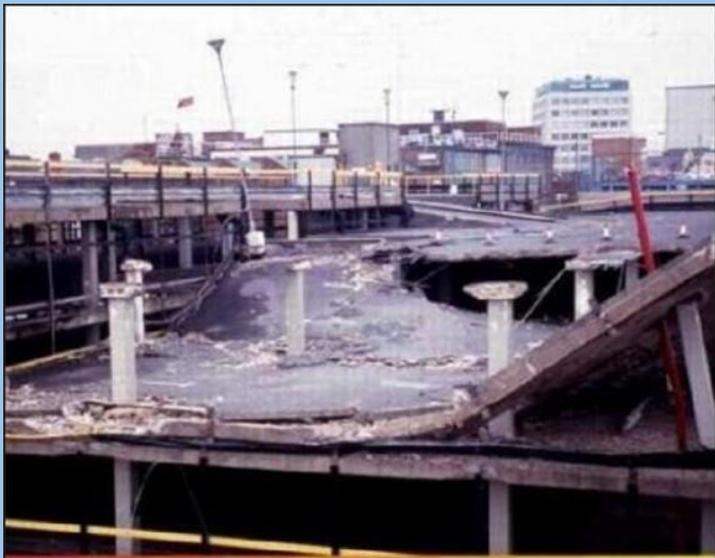


Fig. 8. Stages in the post-punching response of a two way slab (specimen S1): (a) punching shear failure; (b) ripping out of top mat of reinforcement; (c) progressive ripping out of top steel (damaged concrete removed); (d) resistance provided by integrity reinforcement.



PUNÇÃO

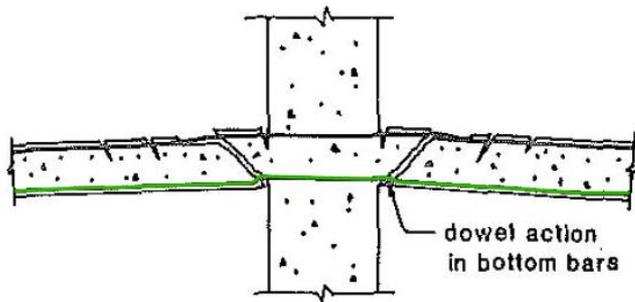


Punção é
real e perigoso



Além da armação de punção, a NBR 6118:2014 estabelece a necessidade de uma armação contra o Colapso Progressivo

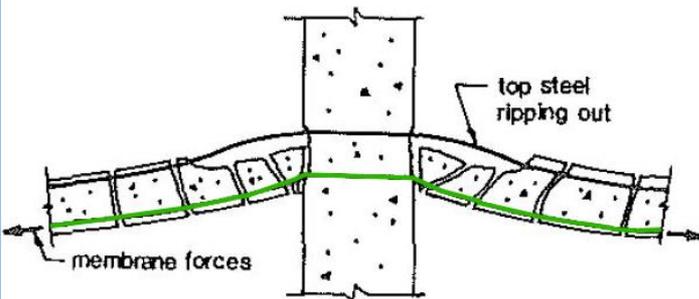
Segurança



Initial Failure - Punching Shear

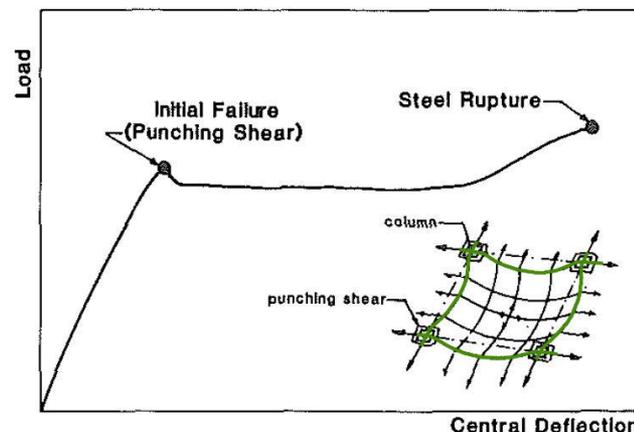


Figure 3.18
Completion of test S2. Column split.



Final State - Slab Hanging by Bottom Bars

(b) With Continuous Bottom Bars



(b) Interior Flat Plate Panel

O que pode ter
acontecido
aqui?



Colapso
Progressivo

Vocês vão concretar quando?

Agora

Não é possível. Ainda falta toda a armação de punção

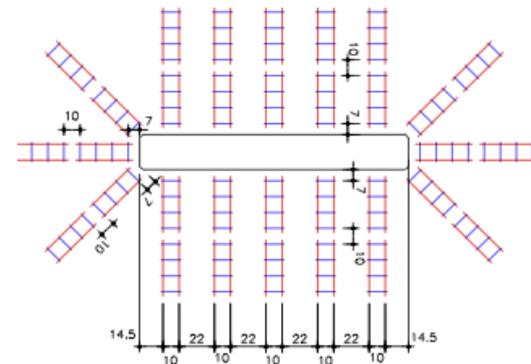
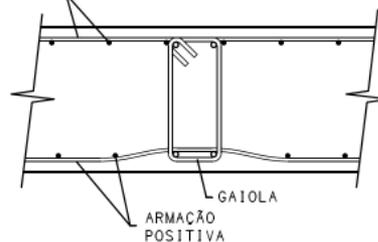
Não falta nada

Falta sim. Uma armação que tem na volta dos pilares. Tem uma folha só para isso, onde tem os pilares e um monte de armações do tipo estribos juntos aos pilares

Ahh, aquela folha que parece uma "flor" é para isso? Nunca Usamos!

DETALHE TÍPICO DAS ARMADURAS DE PUNÇÃO
S/ESC.

ARMAÇÃO NEGATIVA



Outro "causo":

Visita à obra executada com Laje Plana
Chega na laje para dar uma olhada na
armação do 6º andar...

Conversa com o Mestre...

Obra



Casos onde conhecer
os conceitos faz
toda a diferença!

Projeto

Um engenheiro que
conhece os conceitos
estruturais, os princípios do
funcionamento de uma
estrutura de concreto
armado...



Pode passar
conduites em
vigas?

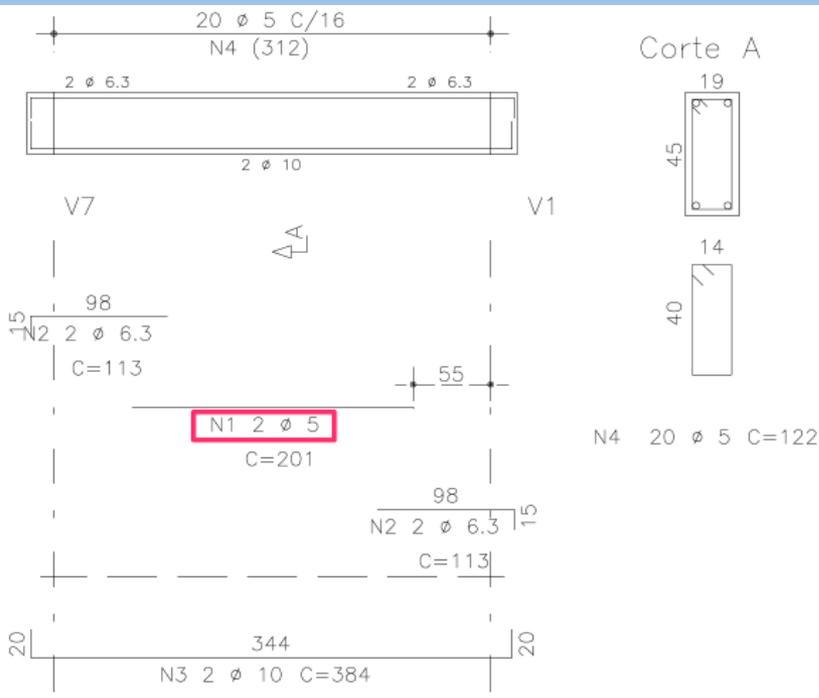
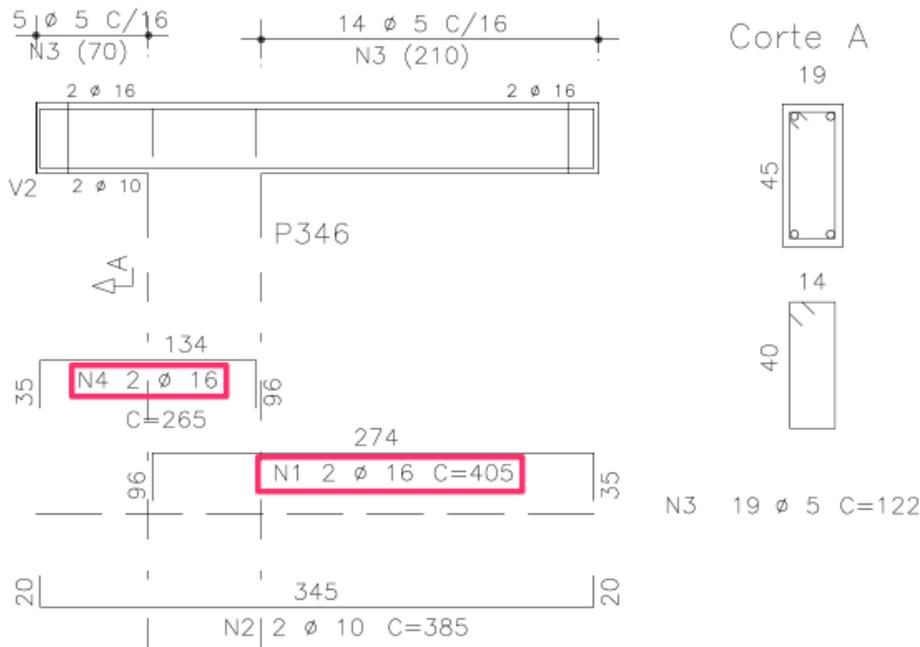
Sim

Sempre???

Um engenheiro que
conhece os conceitos
estruturais, os princípios dos
funcionamentos de uma
estrutura de concreto
armado...



Qual é a
armação mais
importante?

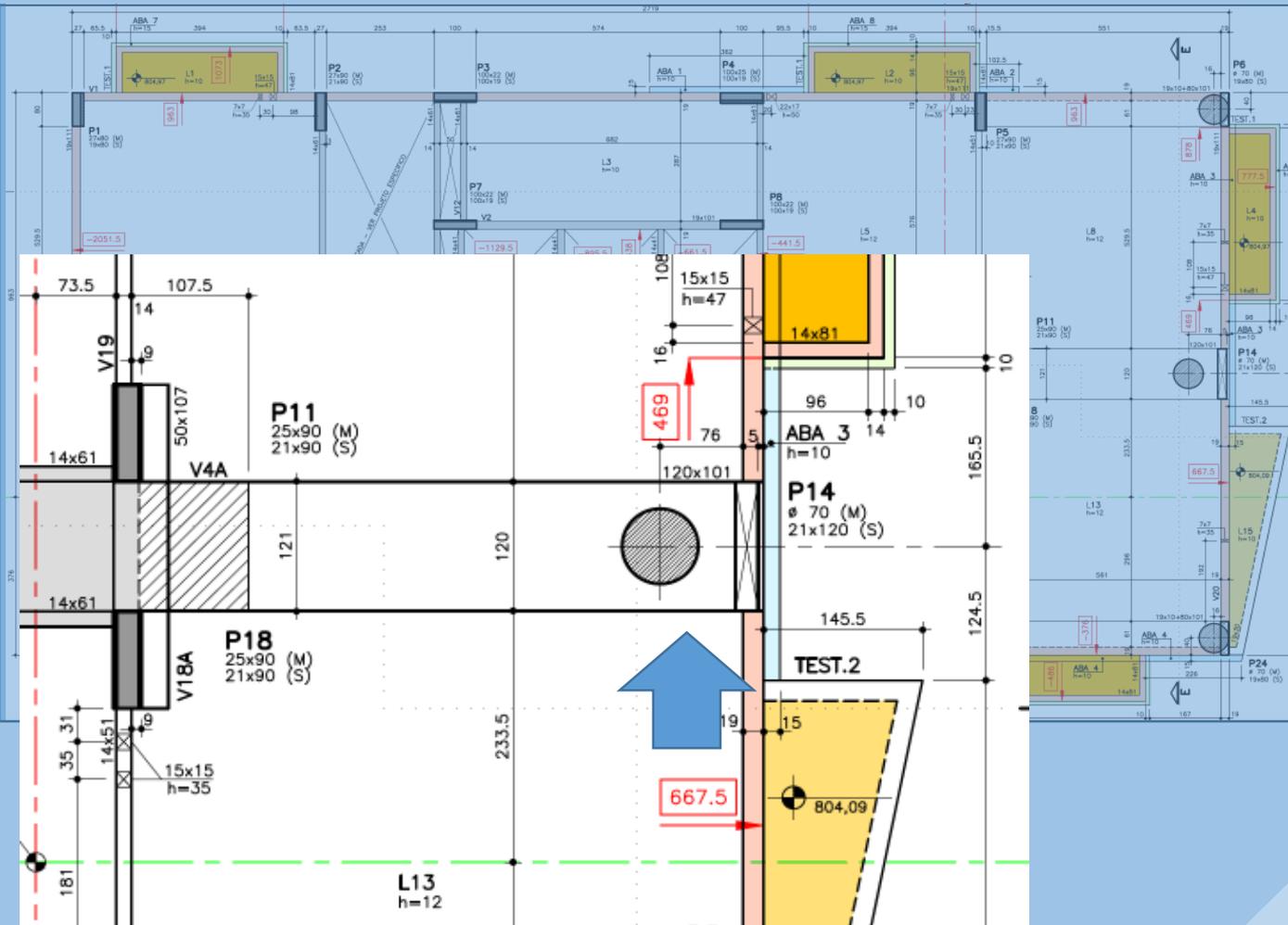


Numa viga bi-apoiada,
o positivo é que mais
trabalha.

No balanço, o negativo!



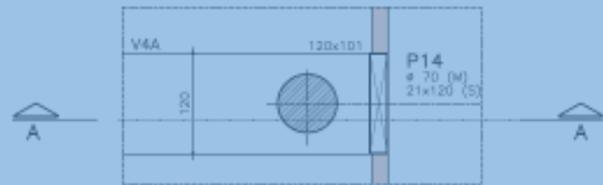
Tem alguns
"problemas" que ficam
meio escondidos...
É preciso alertar...
E é preciso estudar o
projeto!



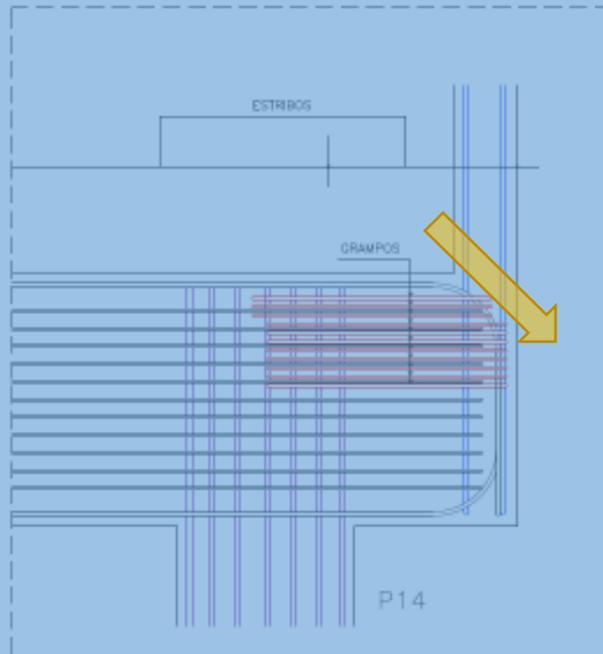
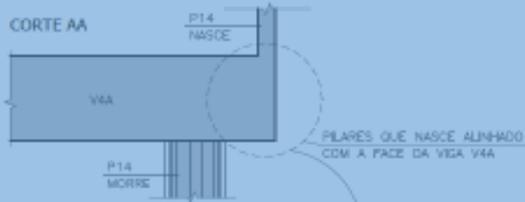
Onde está
o ponto crítico
aqui?

OPÇÃO 1

ESCALA 1:50



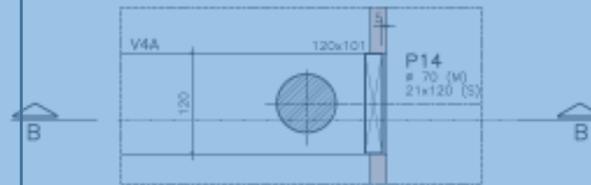
CORTE AA



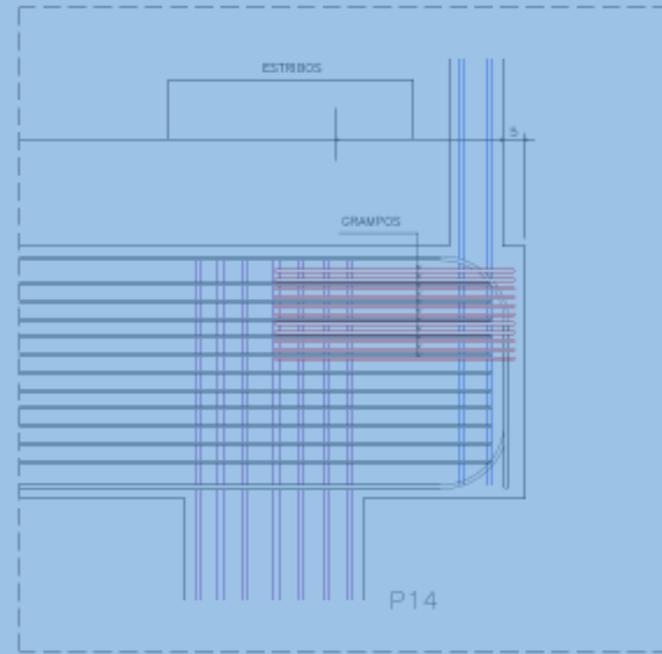
RESULTADO: CONFLITO ENTRE AS ARMAÇÕES DO PILAR E DA VIGA.

OPÇÃO 2

ESCALA 1:50



CORTE BB



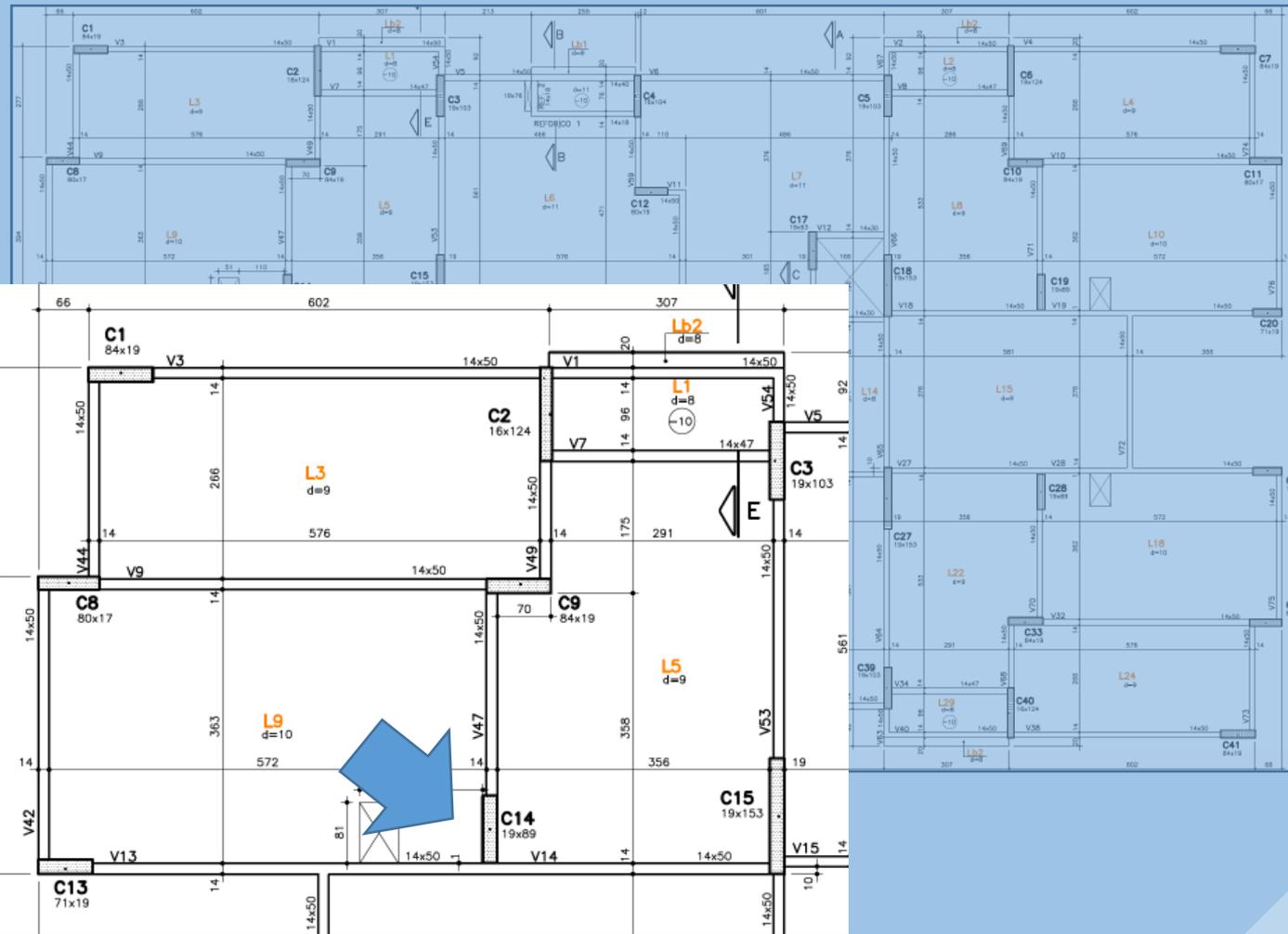
RESULTADO: MELHOR ACOMODAÇÃO ENTRE AS ARMAÇÕES DO PILAR E DA VIGA.



Arquitetura adequada
aos conceitos estruturais

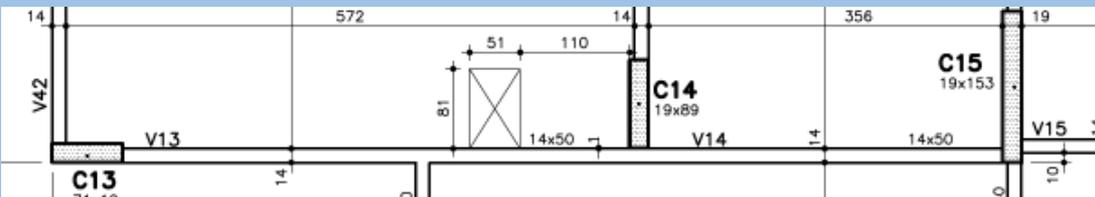
prof.
Mário Franco

Tem alguns
"problemas" que ficam
meio escondidos...
É preciso alertar...
E é preciso estudar o
projeto!

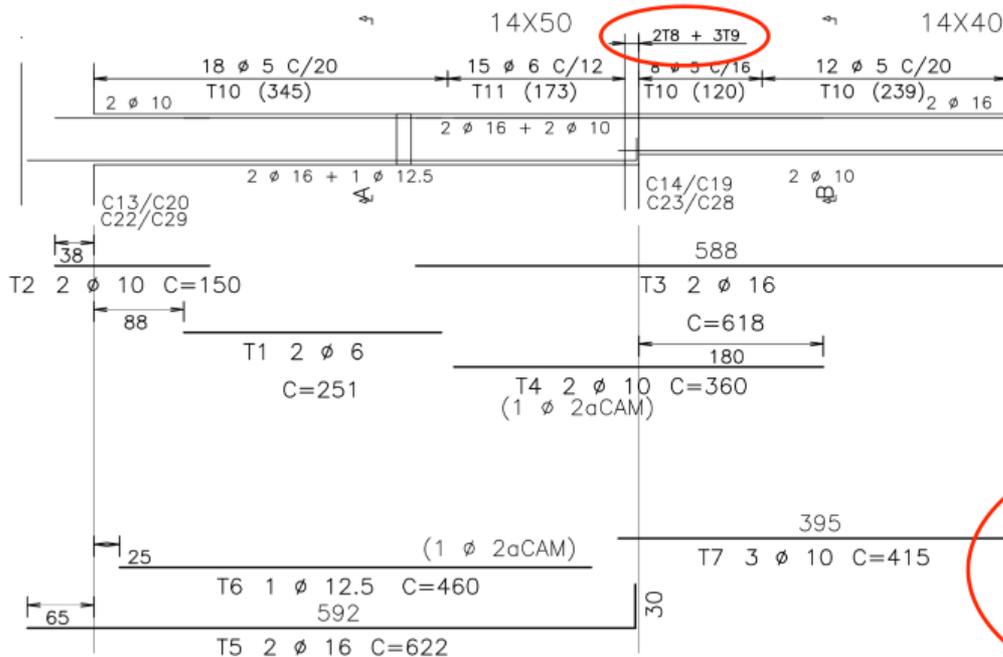


Quem apoia
em quem e
como?

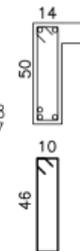
Um problema não justifica o outro... Mas o projeto podia estar chamando mais a atenção!



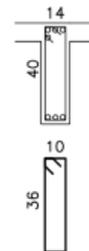
V13 e V14 = V19 e V18 = V23 e V24 = V28 e V27



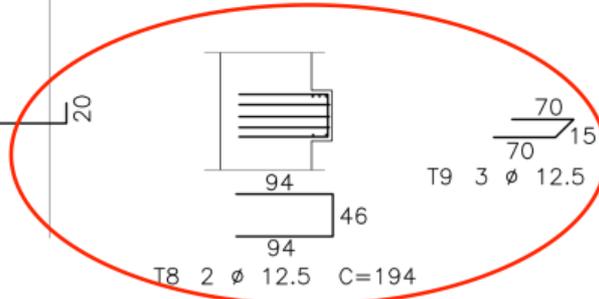
Corte A



Corte B



T10 18 ϕ 5 C=1220
T11 15 ϕ 6 C=124



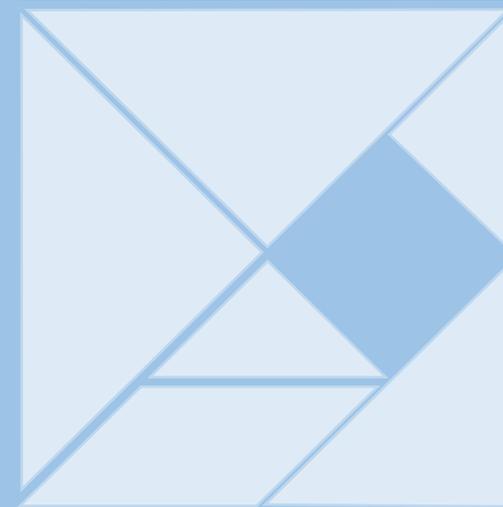
Escutamos muitas vezes na obra
uma máxima que diz:

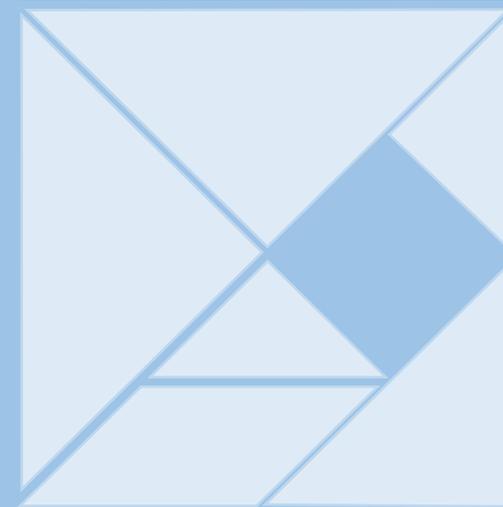
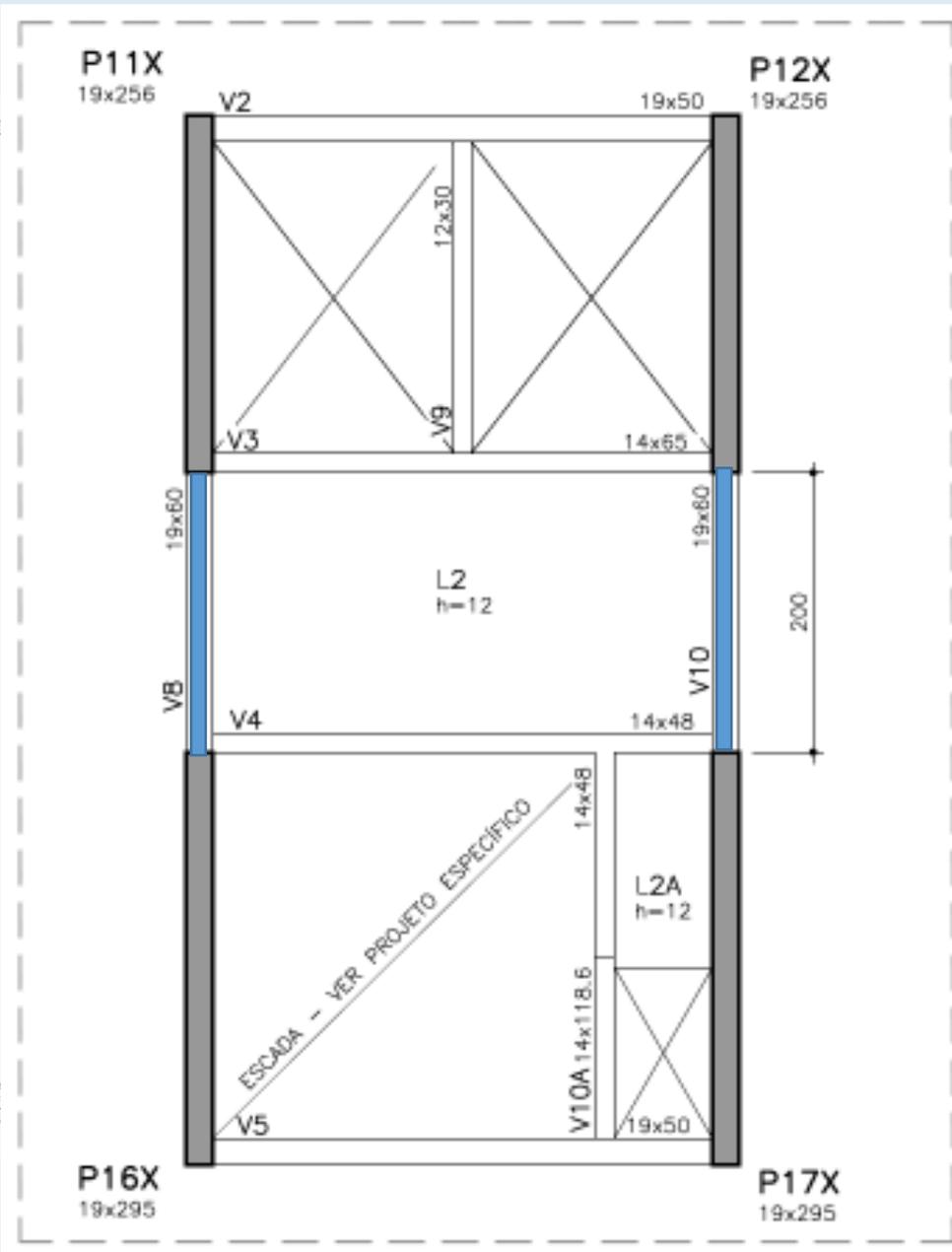
“O Papel aceita tudo!”

É verdade?

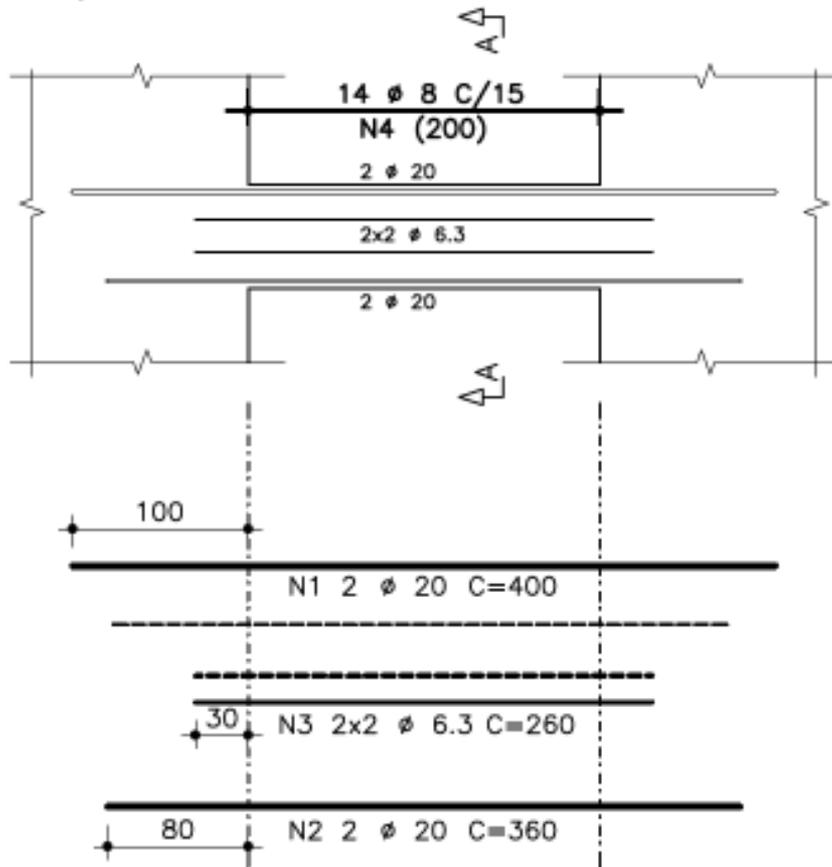
De uma certa forma sim.

Um projeto em BIM, completo, e
com a análise de todas as
interferências entre armações e
conduites iria minimizar isso

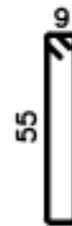
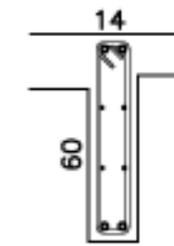




V1/V2 14x60

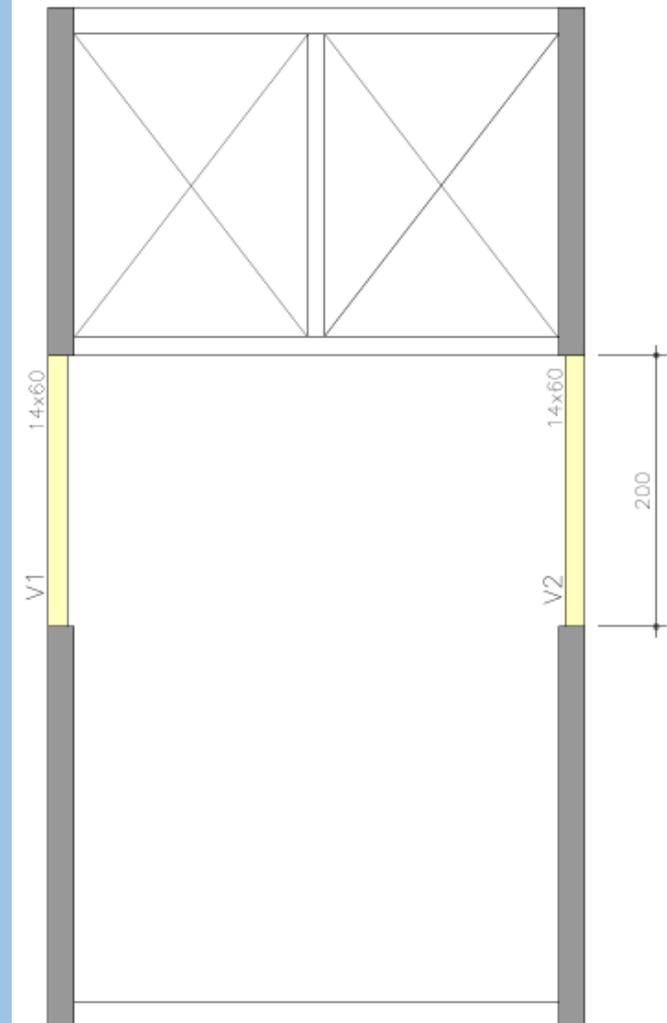
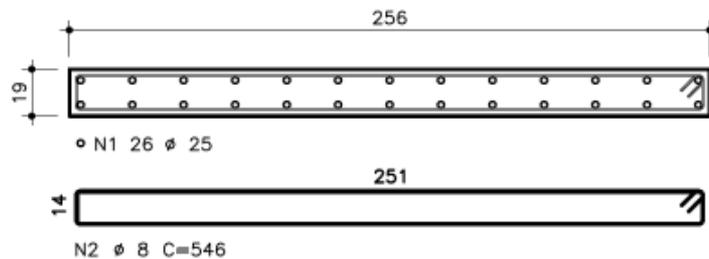


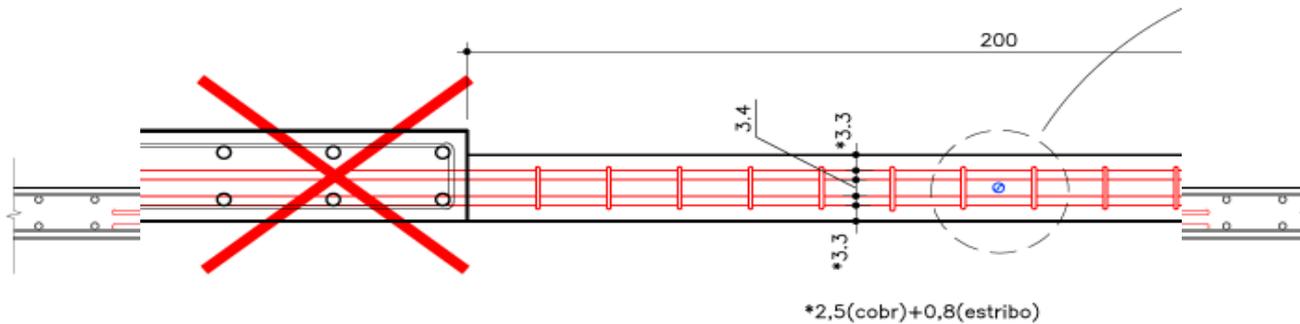
Corte A



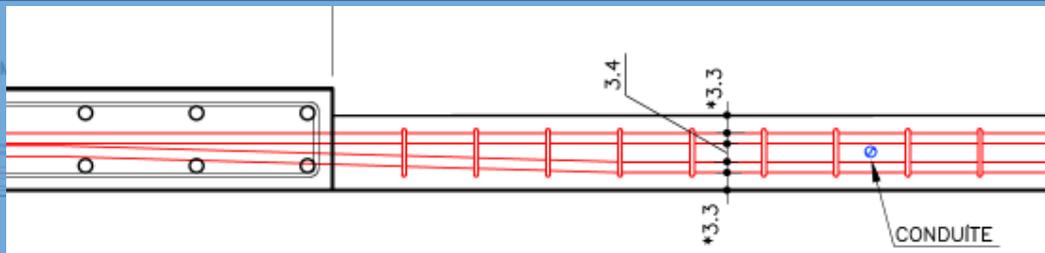
N4 14 φ 8 C=144

PILAR

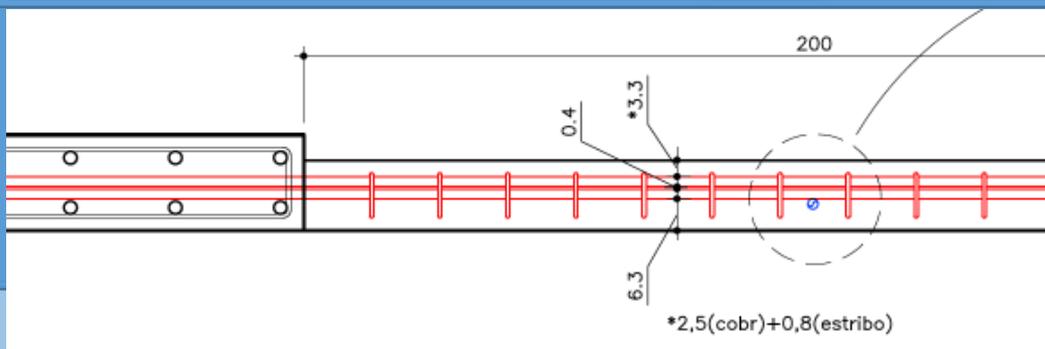
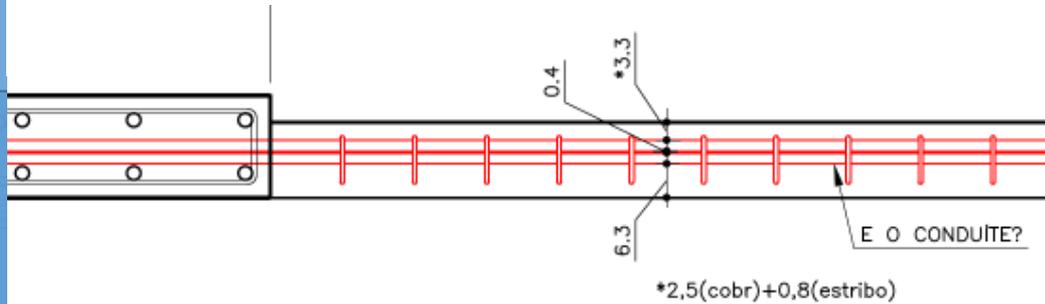




SITUAÇÃO II

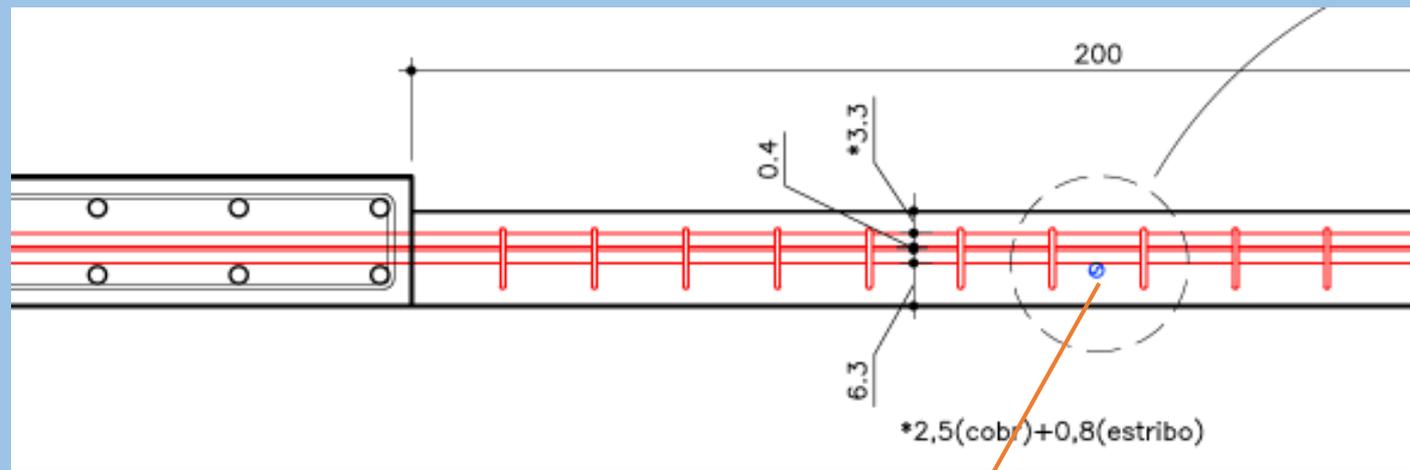


SITUAÇÃO



Se pensa nos
encontros de
armação da viga
com Pilar?

Qualquer ferro dá
para engarrafar?



Às vezes as fissuras não são de retração. Não podemos ser otimistas demais... Mágica, o armador "ainda" não faz!

A Escada está errada!

É mesmo?

Ela vence um piso a piso de 320cm e o nosso piso a piso é 380cm

Mas no nosso projeto e na arquitetura está 320?

Mas na obra está 380!

Alguém passou essa alteração para vocês?

..... (passa-se um tempo.....)

Na verdade, a forma do pilar veio para 380cm e resolvemos executar com 380cm

Desculpa, mas vai ter que arrumar aí!

Não vai dar! Já estamos com 3 pavimentos acima! Custa arrumar a escada!

Ok mas e os pilares?

O Que tem os pilares?

Como fica a esbeltez e o comprimento de traspasse???????

Arranque com 40cm



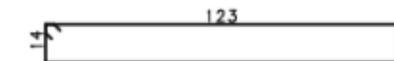
P4=P7=P27=P30 (4X)

1o Pav

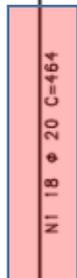


N1 18 x 20

N3 7x19 x 5
C/20 C=26



N2 19 x 5 C/20 C=284



N1 18 x 20 C=464

1:20

Fundacao

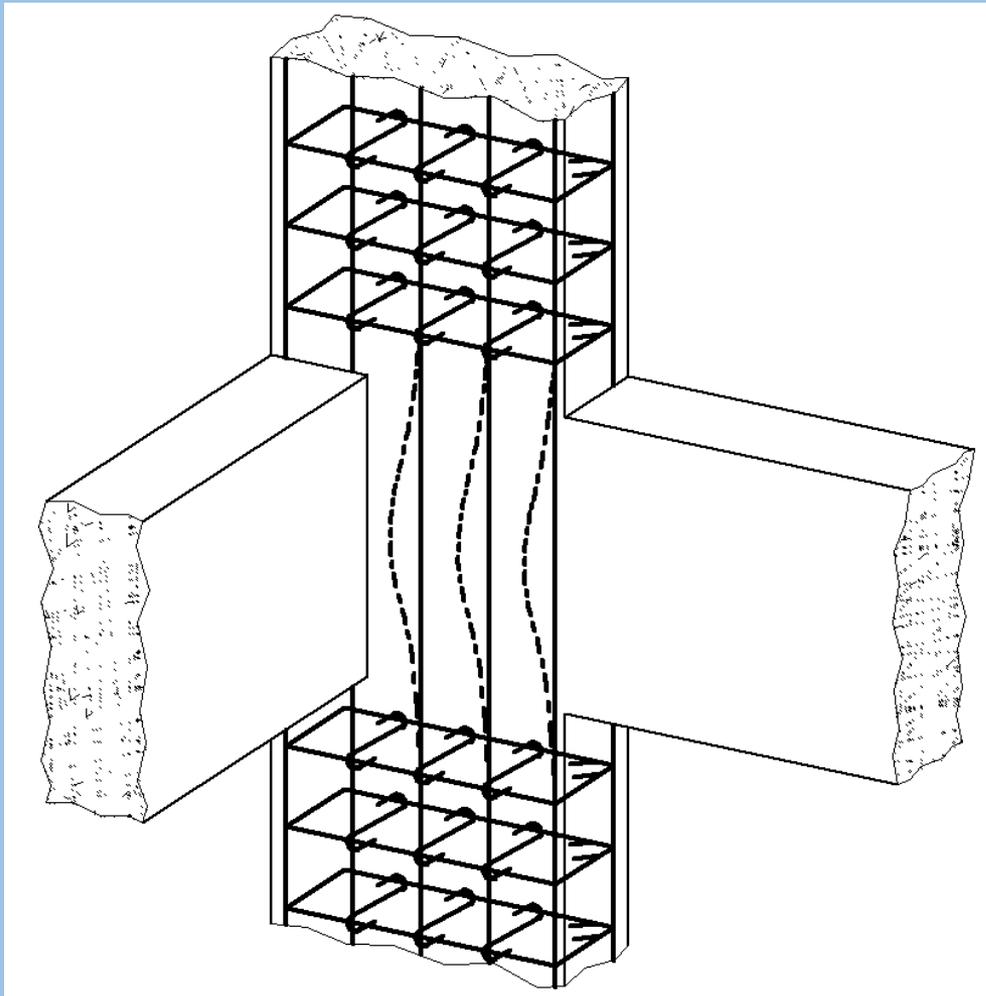
Modificações de Projeto na Obra:

As modificações e suas consequências...

Ligação da obra, sexta feira às 17:45hs...



Por falar em pilar...



Precisa de
estribo no nó
das vigas?????

O "nunca
acontece"...



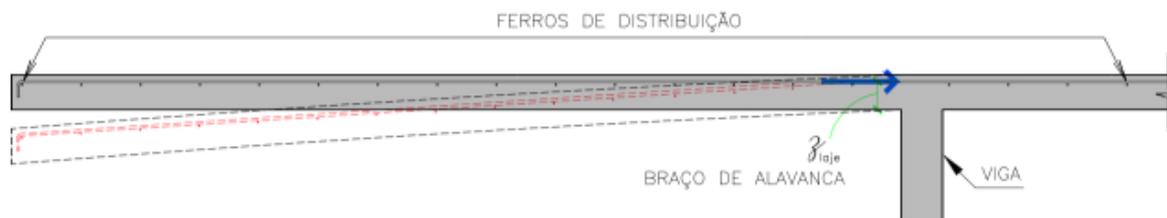
acontece
mais do que
se imagina!



Balanços e rigidez!

ARMAÇÃO NEGATIVA

SITUAÇÃO 1 – BALANÇO SEM VIGA



SITUAÇÃO 2 – BALANÇO COM VIGA

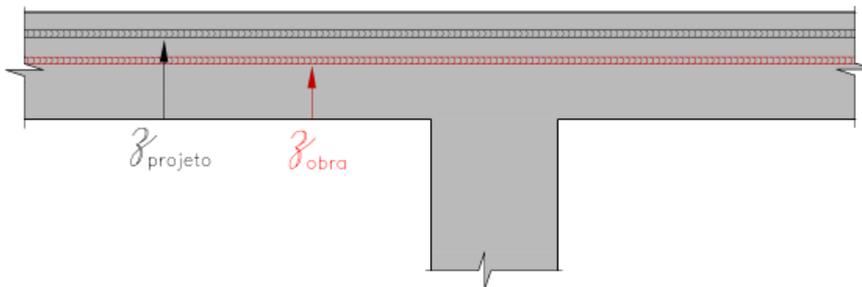
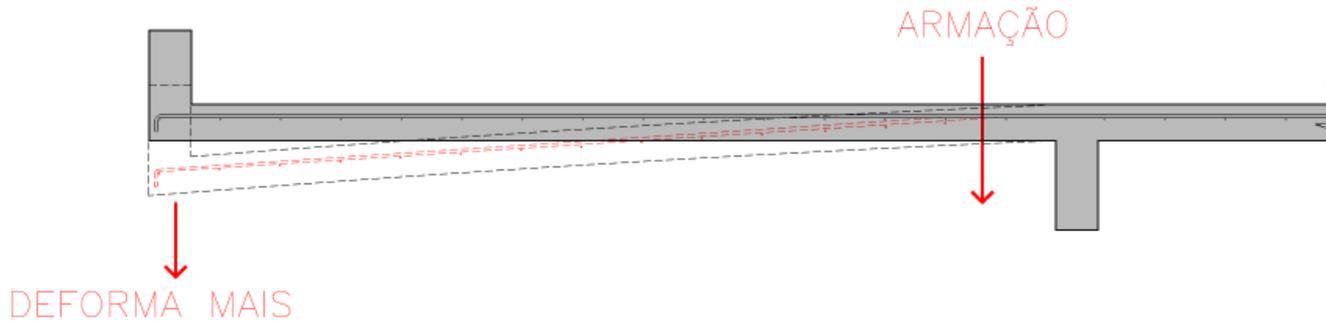


$Z_{laje} \lll Z_{viga} \Rightarrow$ COM VIGA TENDE A DEFORMAR MENOS, EXIGIR MENOS AÇO, ...



Armação Negativa tem
que ficar próximo a face
superior.

Se não fica, deforma muito!



$$Z_{obra} < Z_{projeto} \Rightarrow \text{DEFORMAÇÃO MAIOR}$$

Mesmo onde
não é balanço
aumenta a
deformação

Dá bastante trabalho
arrumar...



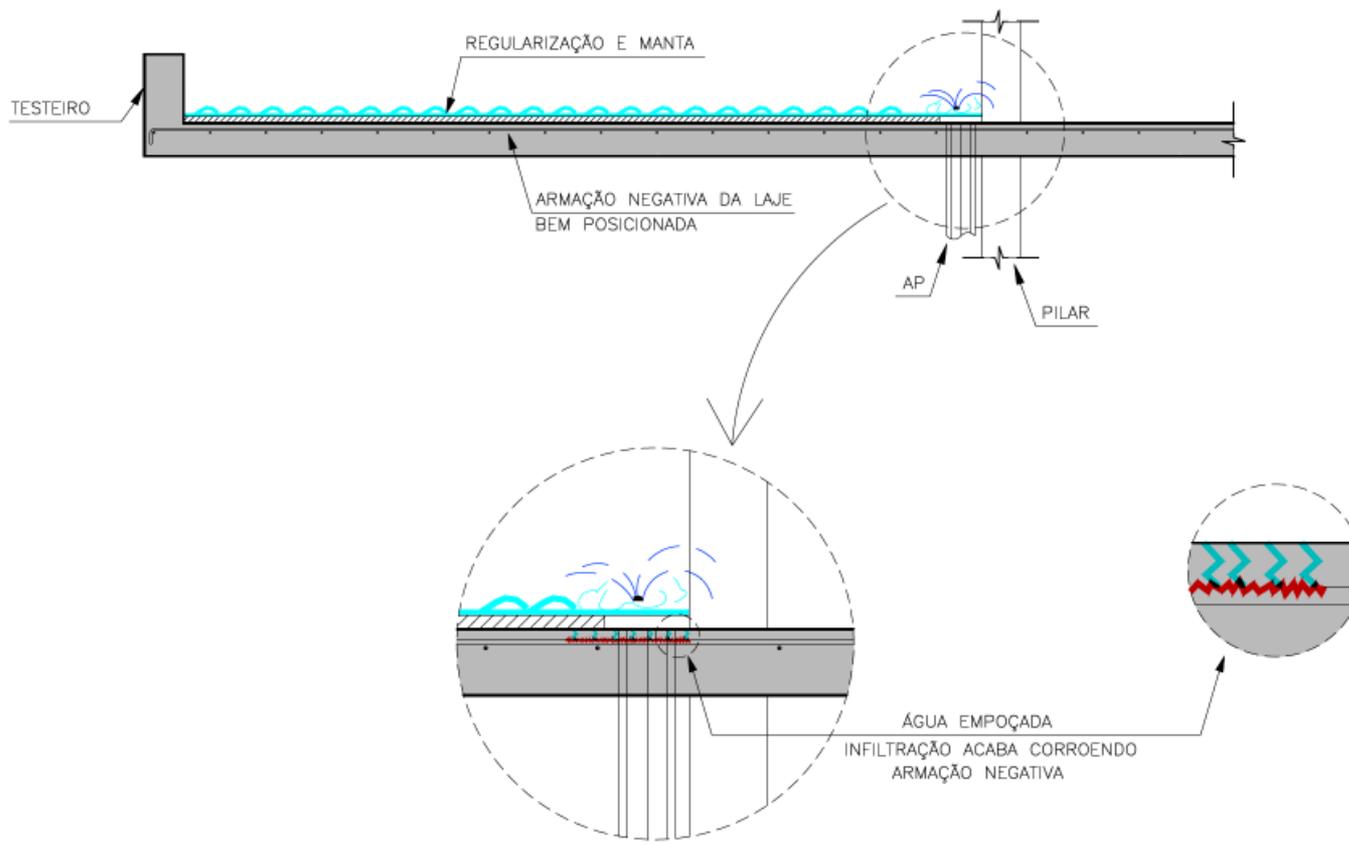
E pode
comprometer a
vida útil.

O elemento estrutural que
mais gera acidentes
e que mais mata!

As marquises!

POR QUÊ?

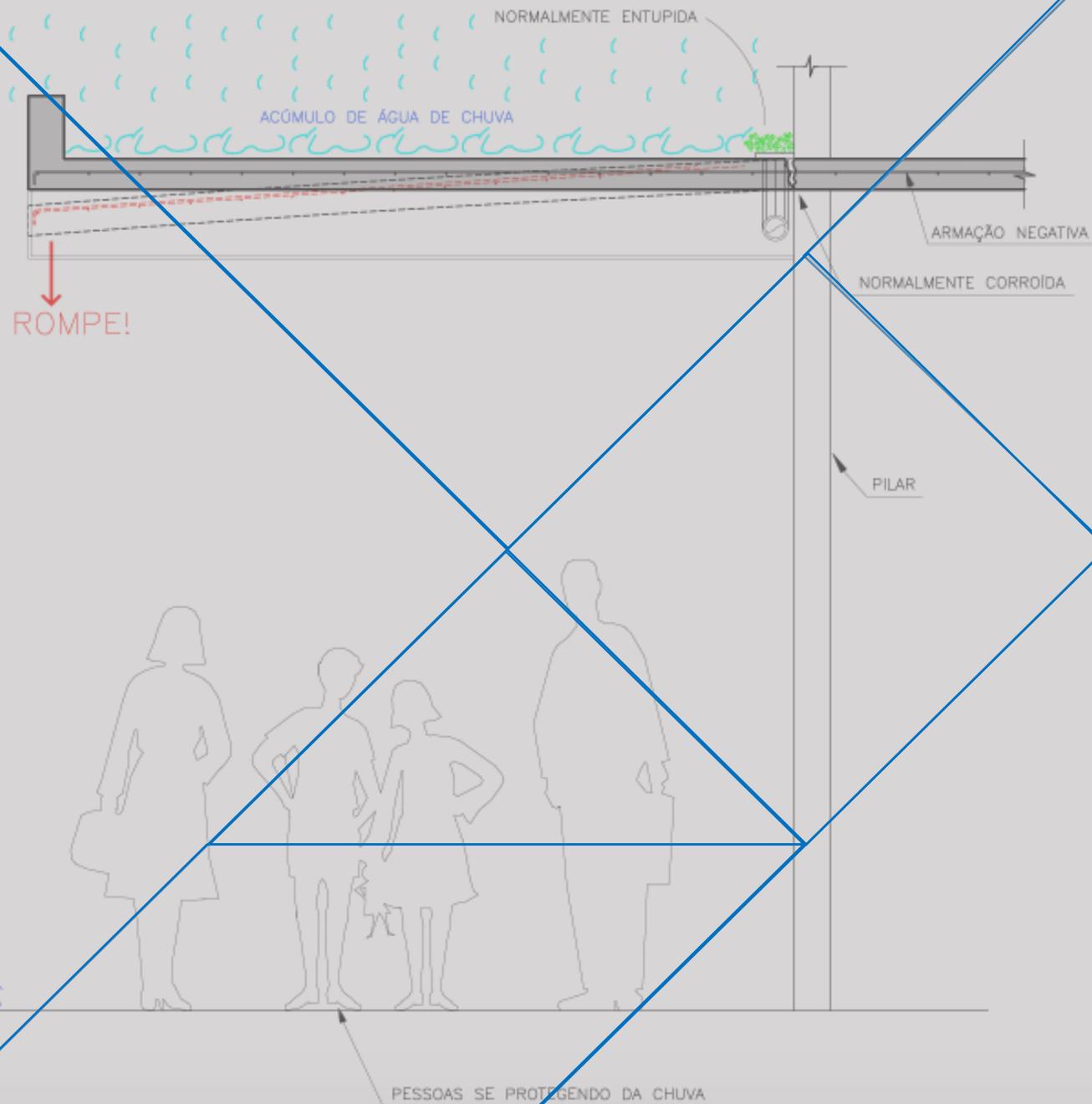




Normalmente as marquises
não tem acesso.

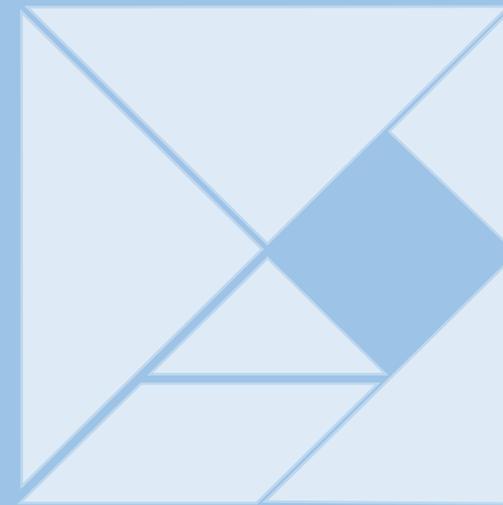
Tem difícil inspeção...

Se não for obrigatório, ninguém vai
inspecionar



Planejamento da Execução:

Antes de sair fazendo
preciso planejar como
minimizar os possíveis
problemas.



Planejamento da Execução... As cargas:

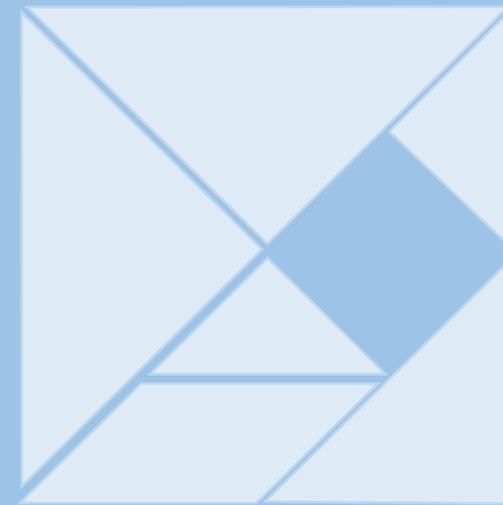
Carregamento durante a obra

X

Sobrecargas previstas

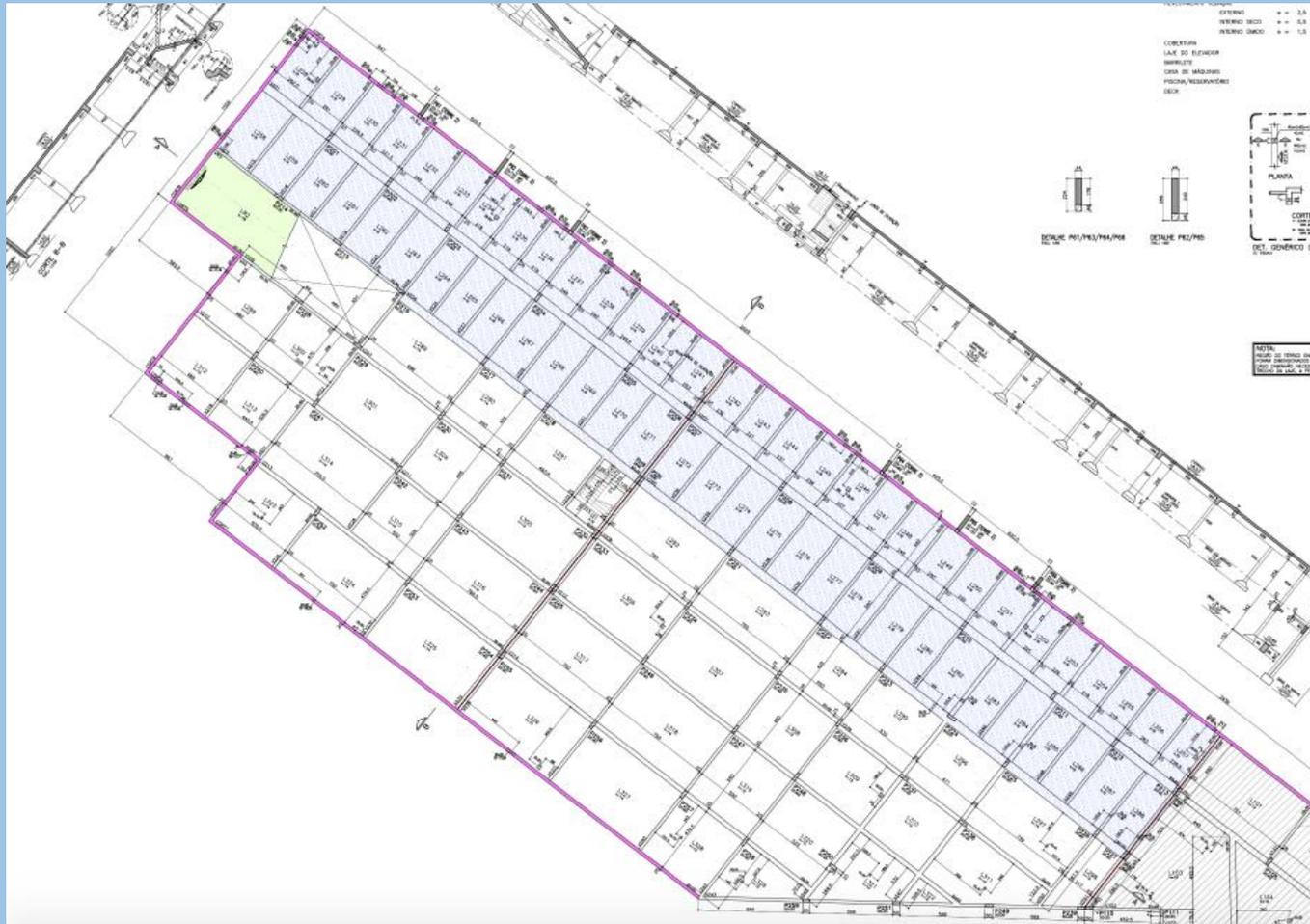
Como fazer com um carregamento de obra maior que o de Projeto?

- Posso criar uma estrutura temporária que sobrecarregue somente os elementos estruturais principais (vigas ou pilares)?
- Preciso dimensionar um trecho especial?
 - Preciso considerar os mesmos coeficientes de segurança de uma estrutura permanente?
 - Posso criar limites de uso da sobrecarga especial?





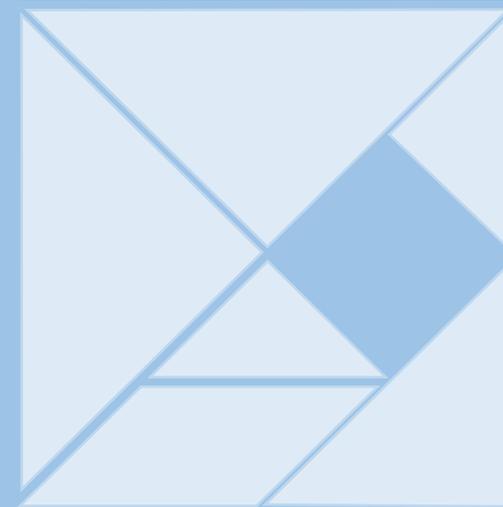
Quando existe a
interação
fica fácil!



PLANEJANDO A EXECUÇÃO...Os furos!

O que precisa ser pensado antes de furar...

- Como serão feitos os furos?
- Estão compatibilizados?
(apesar de não ser obrigação da obra, não custa questionar).
- Quanto custa recuperar um furo errado?
- Conceitos básicos "do que pode e do que não pode", podem fazer muita diferença



Se eu tenho bem formado o conceito de cisalhamento e de onde estão as principais armações das vigas e lajes...

... Eu faria estes furos?



Então... (se começa com "então"... lá vem!)

Pois não...

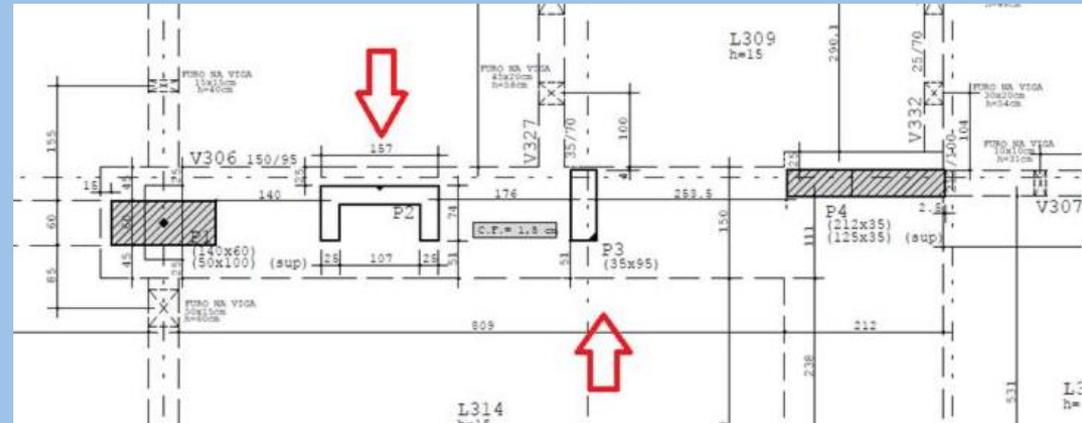
Estávamos furando a laje para um furo de ralo...

Ahammm...

Furamos uns 30cm e nada de vazar. Como a laje só tinha 15cm, fomos olhar no andar de baixo...

E????

Não era uma laje! Acho que furamos uma viga... De transição!!!



Começando a semana:

Se não é fechando a semana... é abrindo com chave de ouro!!!



Precisamos furar a viga
Qual o tamanho?
90 x20
É loucura.

Não tem jeito, não tem solução. A obra NÃO consegue
fazer de outra forma... Seu concorrente deixa...

Mas vai gerar um bruta reforço...

Por onde você acha que vai passar a calha? Pode fazer.

Histórias de furos...:

Dava para escrever um livro

"Histórias" de coordenação...:

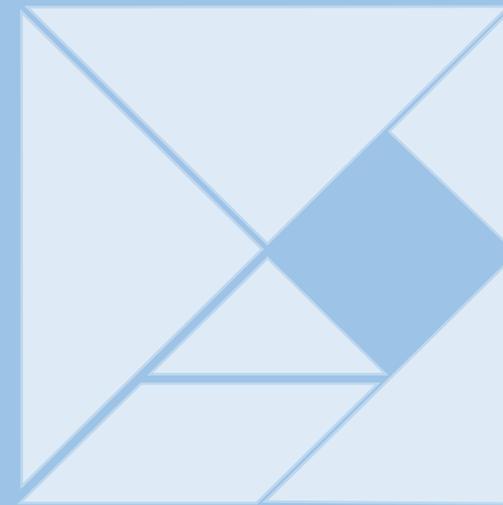
Dava para escrever uma série...



Conclusões:

Antes de executar, saber “**o que e o por quê**” de cada detalhe, além de planejar como controlar!

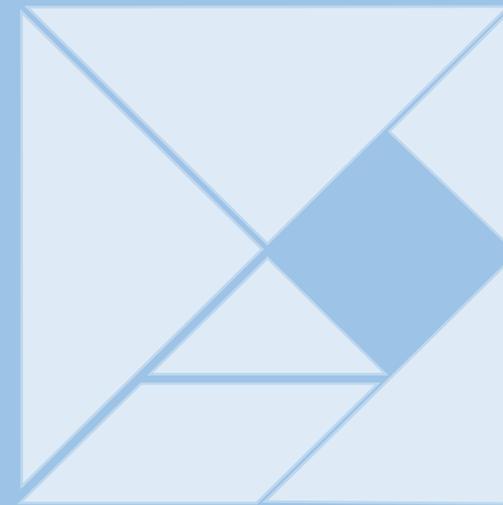
- Estudar o projeto para conhecer o comportamento global e local da estrutura.
- Com base nesse entendimento definir as importâncias de cada elemento estrutural



Conclusões:

Antes de executar, saber “**o que e o por quê**” de cada detalhe, além de planejar como controlar!

- Planejar a execução levando-se em conta condições de estabilidade e desempenho da estrutura para a situação de obra
 - Situações que exijam contribuição da estrutura, como por exemplo, contenções
 - Situações onde possam existir sobrecargas maiores que a situação final
 - Situações de cimbramento provisório ou definitivo *(fica para uma próxima..)*



Conclusões:

Antes de executar, saber “**o que e o por quê**” de cada detalhe, além de planejar como controlar!

ANALISAR SE NÃO TEM
NENHUMA OUTRA SITUAÇÃO
QUE CONDUZA A UMA
INTERAÇÃO

PROJETISTA X OBRA



Mais importante que uma reunião
de apresentação de Projeto é

UMA REUNIÃO DE TRABALHO/PLANEJAMENTO

na obra com a equipe do projeto
estrutural

O Que significa isso? Como esta armação ficou na face superior da Laje?

É que não pisaram direito

Como assim não pisaram direito?

No nosso processo de execução da pré-laje, aplicamos desmoldante, lançamos o concreto, colocamos a armação sobre o concreto e pisamos para a armação descer e ficar imersa no concreto.

(O que fazer? Sentar e chorar?!?)

Hors concours:

É preciso conhecer o material Concreto Armado, onde o aço, **aderido** ao concreto, trabalham juntos como um material composto...



Obrigado

Agradecimento
especial pelas contribuições
para a palestra aos colegas
Ênio Barbosa,
Ricardo França e
Thomas Carmona



Com projetistas e construtores **interagindo mais**, de forma que o projeto saia mais adequado à execução e a execução esteja mais alinhada com os conceitos estruturais, fica mais fácil o **desenvolvimento da engenharia** e avanço tecnológico

augusto@pedreira.eng.br



30 de setembro de 2015 – São Paulo, SP



17º

SEMINÁRIO
TECNOLOGIA
DE ESTRUTURAS

PROJETO E PRODUÇÃO COM FOCO
NA RACIONALIZAÇÃO E QUALIDADE

**Fundamentos de segurança e desempenho
estrutural para controle da produção de
estruturas de concreto**

Augusto G. Pedreira de Freitas
ABECE/Pedreira Engenharia

REALIZAÇÃO

SindusCon  **SP**
O Sindicato da Construção
Desde 1934

