









BMX-A Parque da Cidade processo construtivo de 6 sub-solos com empuxo desequilibrado

Francisco Paulo Graziano

Pasqua & Graziano

Consultoria Concepção Estrutural e Projeto











Qualificação da obra do Parque da Cidade

Área total do empreendimento: ~ 620.000 m²

Área da Gleba A: ~ 190,000,00 m²

Shopping Mall - 4 andares

Ed. Corporativo - 28 andares acima do térreo

Hotel e Residence - 30 andares acima do térreo

6 Sub-solos de garagens e utilidades











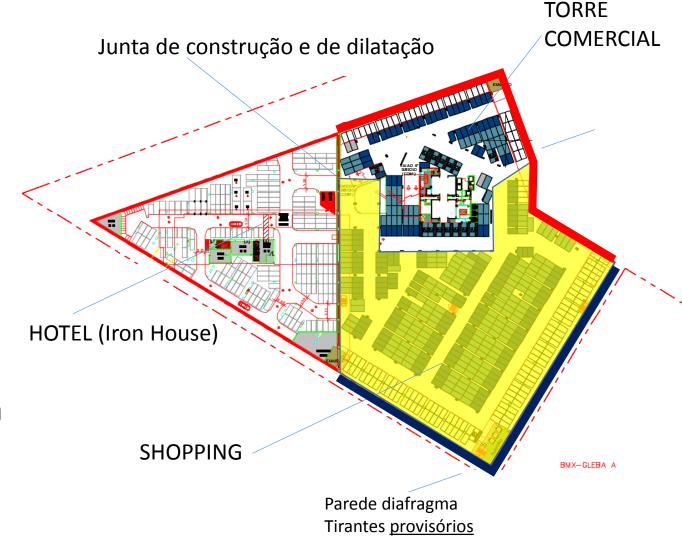






Qualificação da gleba A dentro do Parque da Cidade

- Área do terreno: 17.300m²
- Área construída: 190.000 m²
- Torre comercial:
 - Processo construtivo: estrutura moldada in loco com vigas protendidas no salão.
- Shopping: 4 andares acima térreo.
 - Processo construtivo em lajes vigas e pilares pré-moldados
- 6 sub-solos: escavação de ~20m com empuxo desequilibrado de 27000 tf





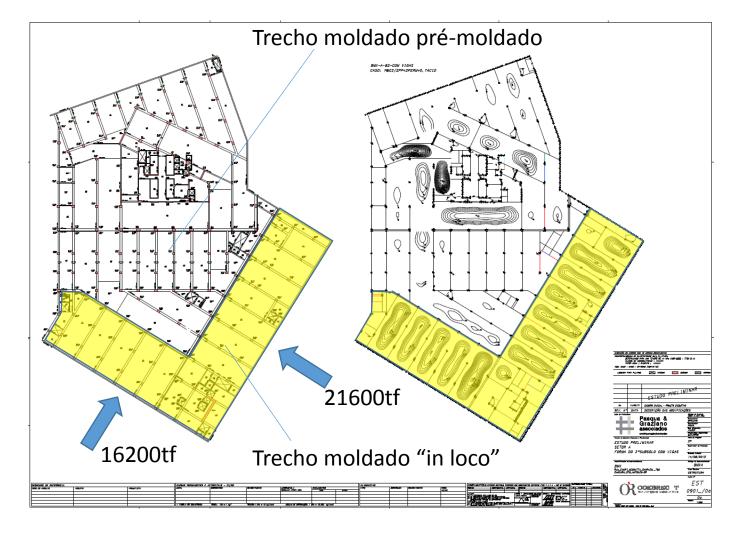












1º proposta de solução foi estrutura moldada in loco no trecho amarelo e prémoldada no restante.











Justificativas para a recusa da estrutura moldada in loco.

- prazo de execução demorado
- custo elevado das fundações devido à concentração de esforços resistentes na faixa moldada in loco.











 Opção 2: utilizar toda a estrutura do shopping como resistente, porém, mantendo a estrutura em pré-moldado.

Desafio:

Manter a premissa de estrutura em pré-moldada, apesar de esta ter o dever de absorver um empuxo de resultante horizontal de 27.000 tf.





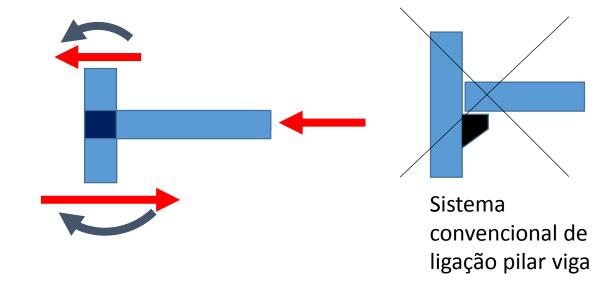


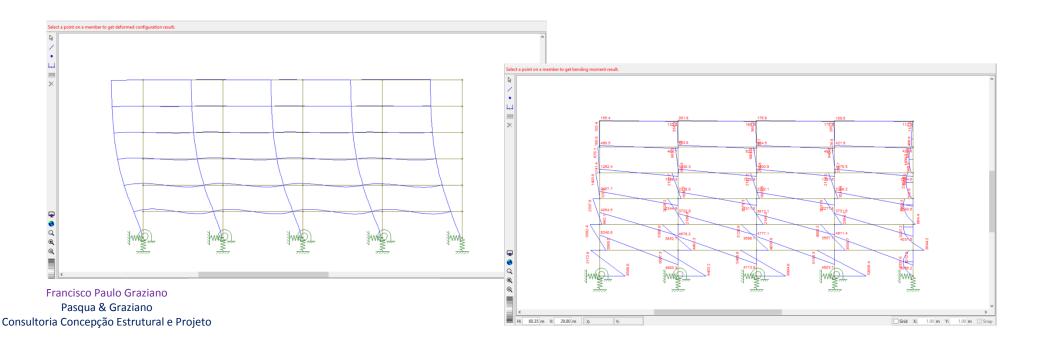




Dificuldades da opção prémoldada

 Como garantir que os nós do pórtico serão suficientemente rígidos para que os momentos fletores solicitantes nos encontros das vigas com os pilares possam ser resistidos?







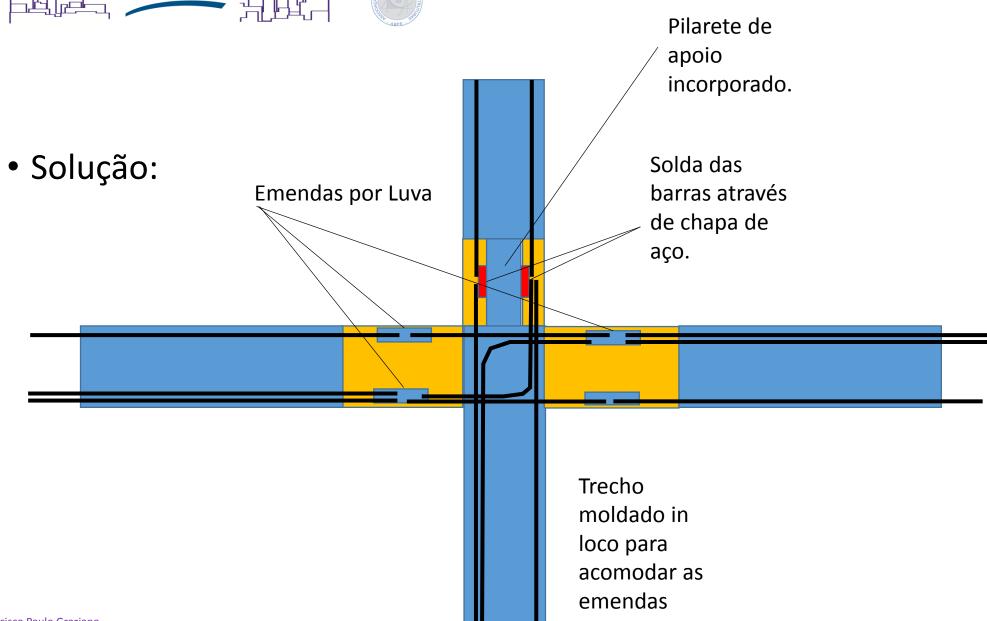












Francisco Paulo Graziano Pasqua & Graziano Consultoria Concepção Estrutural e Projeto





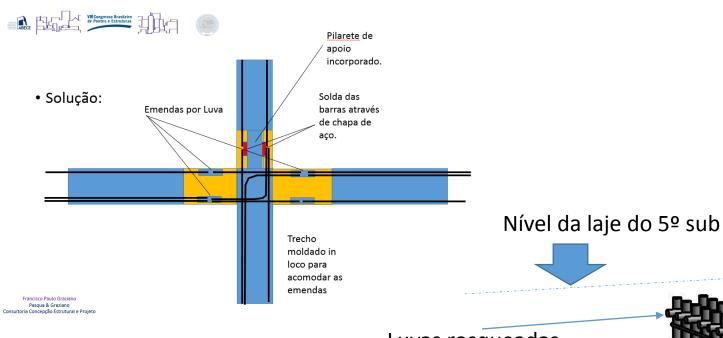






Como detalhar e montar um arranjo de armaduras que deve se organizar de forma "perfeita" para que não haja imprevisto na montagem?

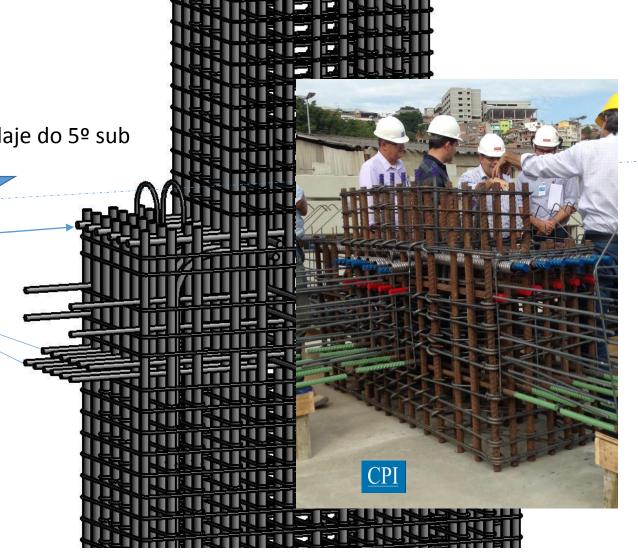
Ferramentas de simulação com capacidade de representação 3D?



Luvas rosqueadas

Luvas flauta

Trecho de pilar com 3 lances de altura para evitar a emenda por solda e ganhar velocidade de execução. (fundação ao 3º sub-solo) Peso de 32 ton — limite do pórtico 36 ton.







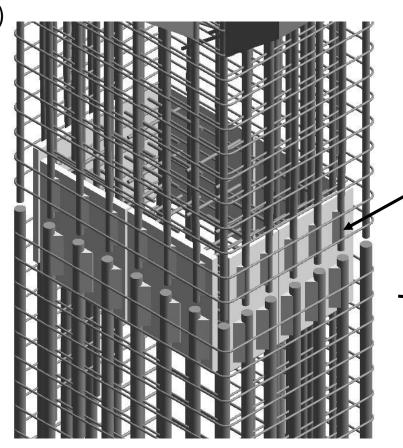


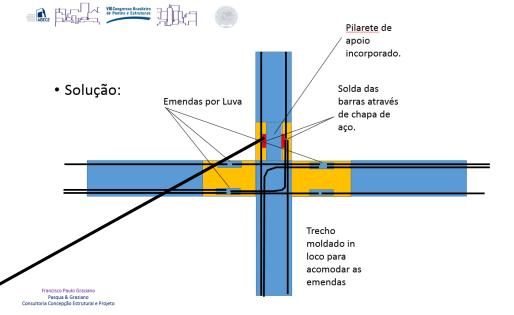




EMENDA POR CHAPA SOLDADA EM REGIÃO DE GRANDES MOMENTOS FLETORES (3º PARA 2º

SUBSOLO)









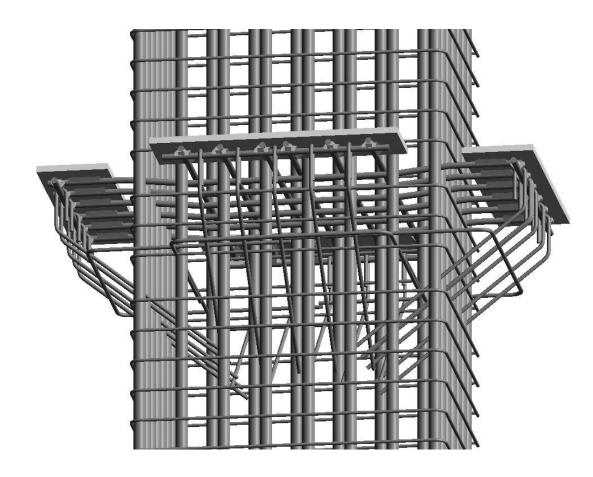


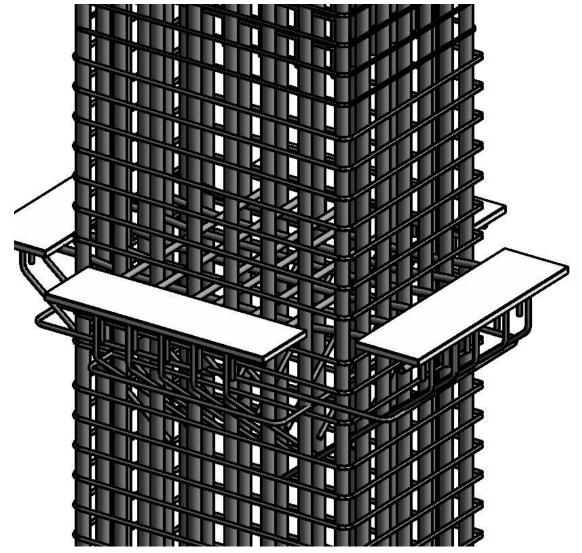






EMENDA POR CHAPA SOLDADA EM REGIÃO DE MOMENTOS FLETORES MODERADOS E POSITIVOS (Térreo, 1º, 2º e 3º Subsolos)





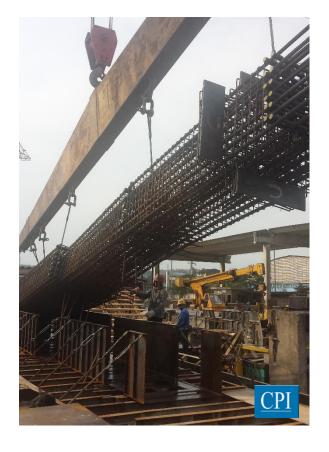


















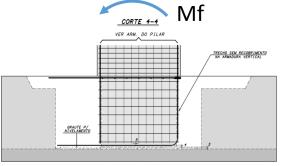


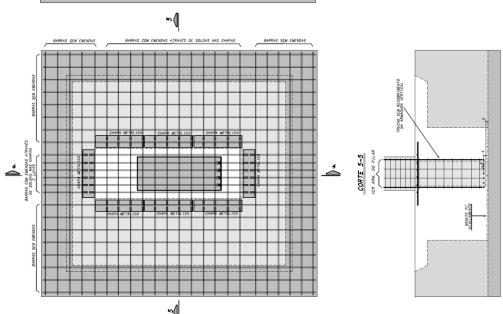




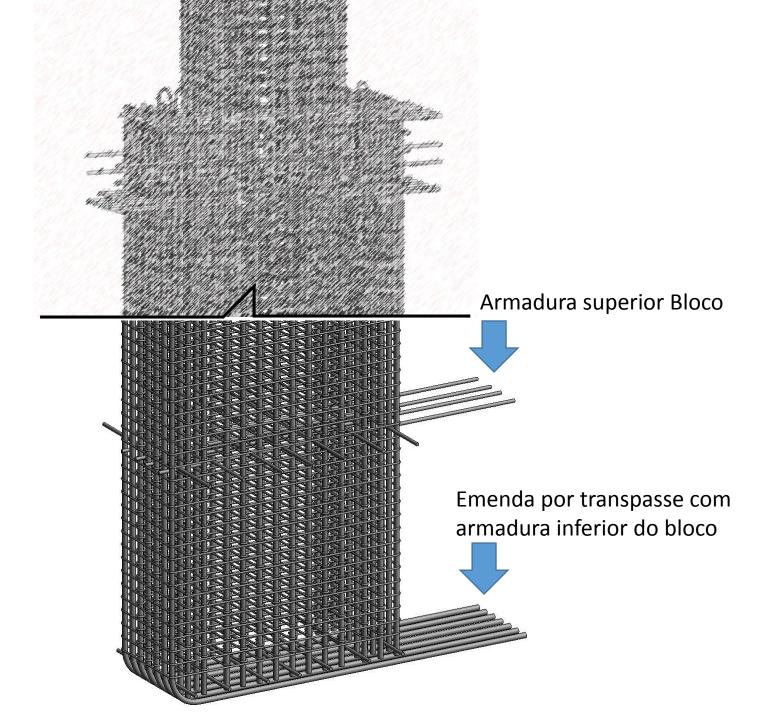


ENGASTE NO BLOCO DE FUNDAÇÕES





Francisco Paulo Graziano Pasqua & Graziano Consultoria Concepção Estrutural e Projeto









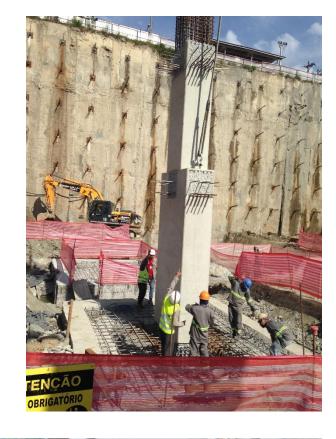












Sequência de montagem do pilar sobre o bloco e consolidação das ligações





Francisco Paulo Graziano Pasqua & Graziano Consultoria Concepção Estrutural e Projeto













Como simular o comportamento da fundação para esforços de momento e forças horizontais elevadas?

- Interação fundação- estrutura
- Ensaios de carga-recalque vertical e horizontal do solo para calibrarmos os coeficientes de recalque.
- Algoritmo para adequar o efeito dimensional entre os resultados do ensaio e as dimensões reais das sapatas.
- Considerada a a Covariança inerente a distribuição espacial destes coeficientes de recalque ao longo da área de fundação concluímos serem necessários 4 modelos estruturais com diferentes distribuição de rigidezes nas fundações.
- A dificuldade operacional de reunir todos as respostas de esforços em um único arquivo de dados de detalhamento, conduziu a construir um programa de computador que fez esta operação e analisando pontos críticos e auxiliando o detalhando as armaduras para as situações mais desfavoráveis, tanto para as fundações quanto para vigas e pilares.



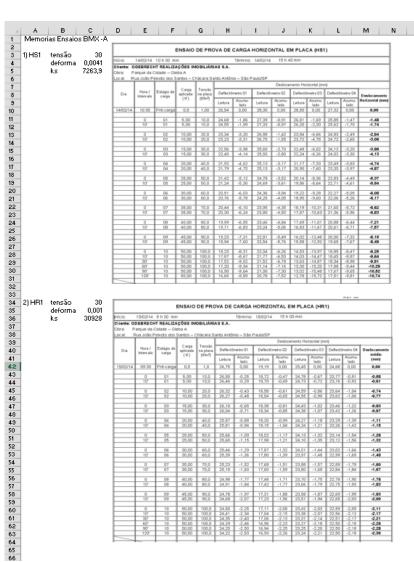


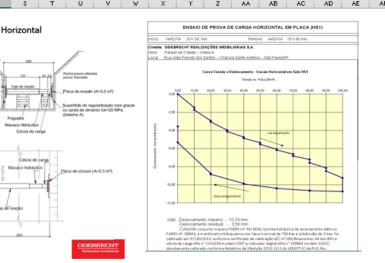


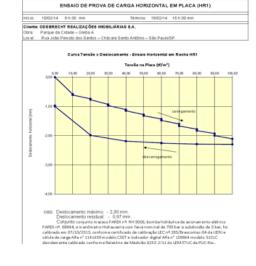




Ensaios de resposta a carga horizontal na cota de assentamento das sapatas

















Algoritmo de adequação do resultado do ensaio às reais dimensões das sapatas.

recalque imediato elástico em sapatas retangulares

| | | | | | , |
|-----|-----|-------|-----|------|---------|
| В | L | Es | ξ | Po | ٧ |
| 6,0 | 6,0 | 74,80 | 0,6 | 2880 | 0,00898 |
| m | m | MPa | | tf | m |
| | | | 4.4 | | |

| | | | 1,1 | | |
|--------------|---------|-------|---------|-----------|----------|
| profundidade | área | σs | Es | 83 | Δν |
| 0 | 36,000 | 80,00 | 250,00 | 0,00320 | 0,002616 |
| 1 | 51,531 | 55,89 | 275,00 | 0,00203 | 0,001703 |
| 2 | 69,324 | 41,54 | 302,50 | 0,00137 | 0,001171 |
| 3 | 89,379 | 32,22 | 332,75 | 0,00097 | 0,000836 |
| 4 | 111,696 | 25,78 | 366,03 | 0,00070 | 0,000615 |
| 5 | 136,274 | 21,13 | 402,63 | 0,00052 | 0,000462 |
| 6 | 163,115 | 17,66 | 442,89 | 0,00040 | 0,000353 |
| 7 | 192,218 | 14,98 | 487,18 | 0,00031 | 0,000274 |
| 8 | 223,582 | 12,88 | 535,90 | 0,00024 | 0,000215 |
| 9 | 257,209 | 11,20 | 589,49 | 0,00019 | 0,000171 |
| 10 | 293,097 | 9,83 | 648,44 | 0,00015 | 0,000137 |
| 11 | 331,248 | 8,69 | 713,28 | 0,00012 | 0,00011 |
| 12 | 371,660 | 7,75 | 784,61 | 0,00010 | 8,97E-05 |
| 13 | 414,334 | 6,95 | 863,07 | 0,00008 | 7,33E-05 |
| 14 | 459,271 | 6,27 | 949,37 | 0,00007 | 6,03E-05 |
| 15 | 506,469 | 5,69 | 1044,31 | 0,00005 | 4,98E-05 |
| 16 | 555,929 | 5,18 | 1148,74 | 0,00005 | 4,13E-05 |
| 17 | 607,651 | 4,74 | 1263,62 | 0,00004 | |
| | | | 417,25 | | |
| | | | | | |

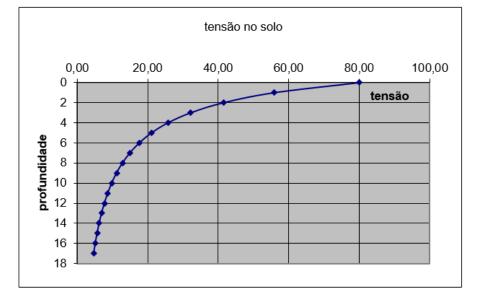
tf/m tf/m³

320820,3

8911,676

Ensaio VS2

Dimensão real da sapata



Teoria da elasticidade

com μ=0,3 V 0,009945 m

I 0,95

| | L/B | 1 | 2 | 5 | 10 |
|---|-----|------|----------|-------|-----|
| | 1 | 0,95 | 1,3 | 1,83 | 2,2 |
| 5 | | 0,95 | 1,123333 | 1,534 | |
| | | , | | | |

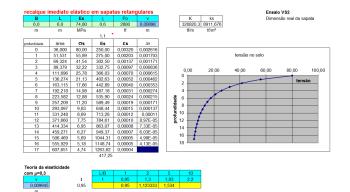


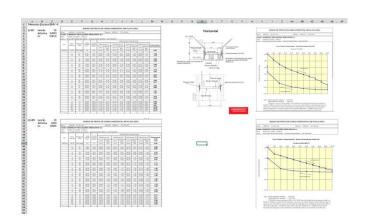


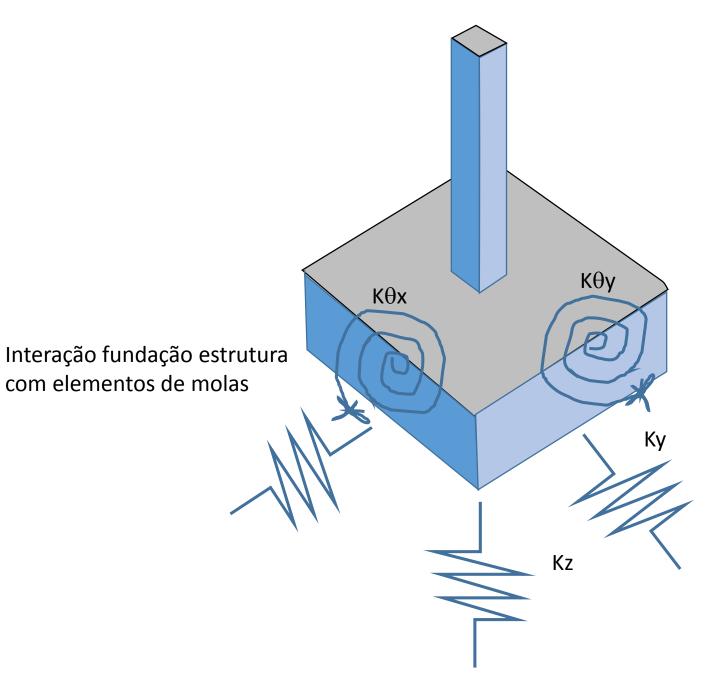


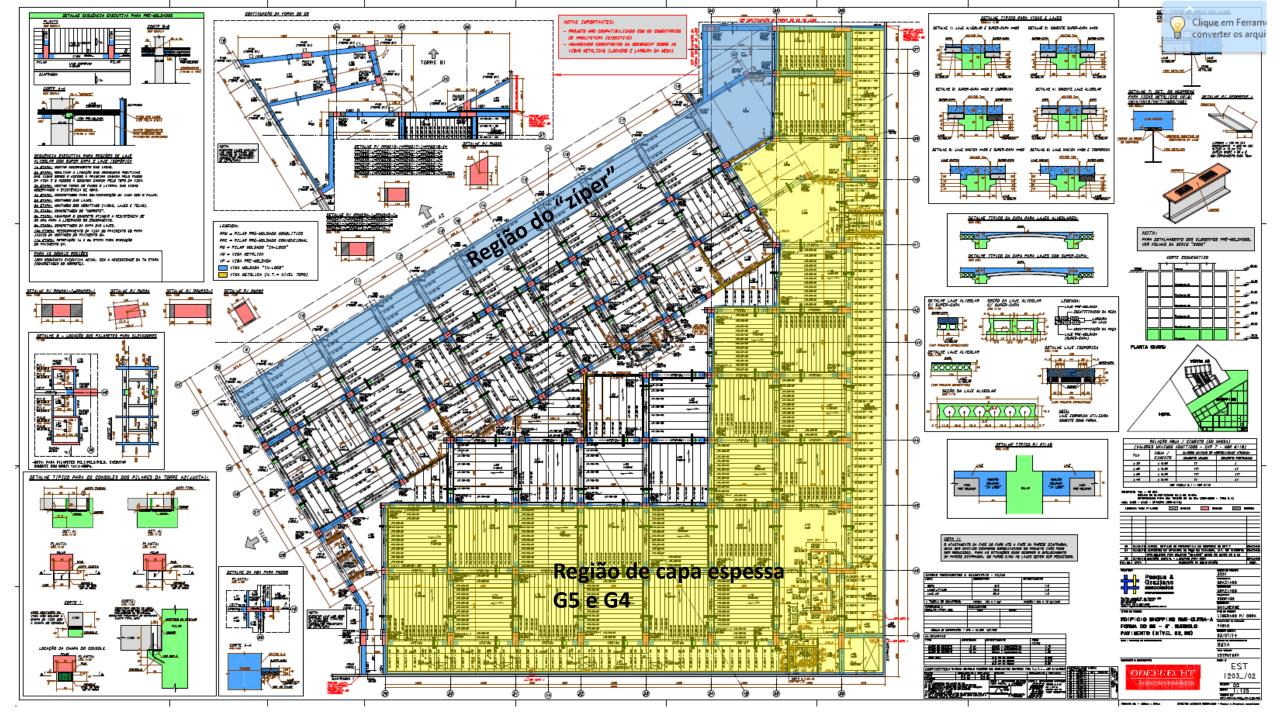


























Conecções entre vigas e pilares





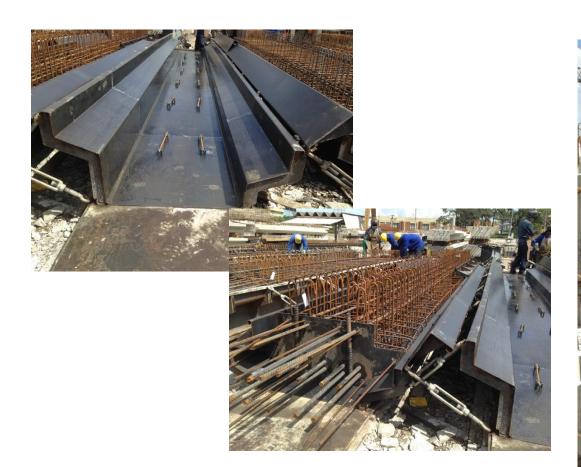












Armazenamento das pré-vigas



Posicionamento de armação das pré-vigas na forma metálica

Francisco Paulo Graziano Pasqua & Graziano Consultoria Concepção Estrutural e Projeto





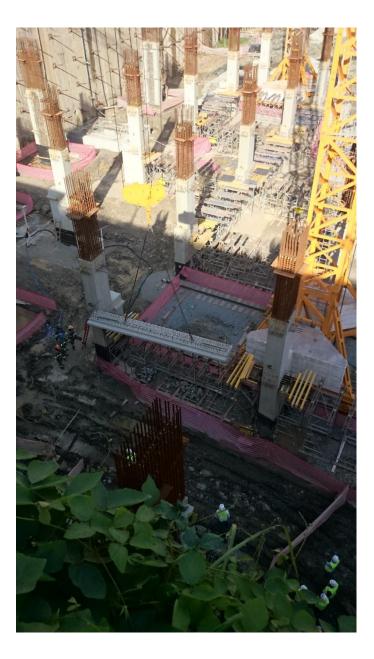






Montagem das pré-vigas 4min

























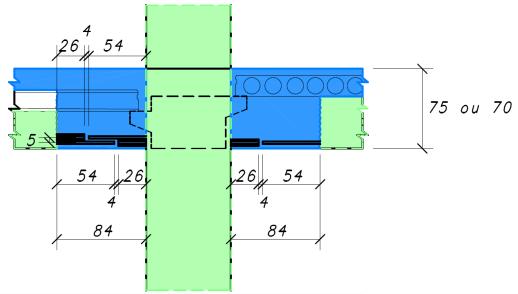




Esquema da funcionamento das luvas

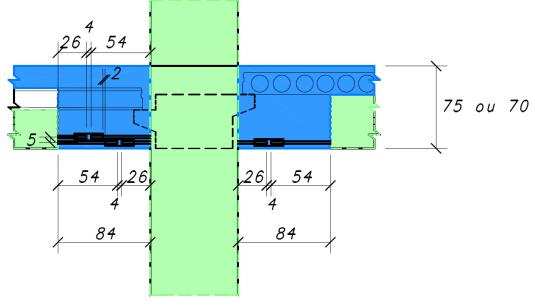
ETAPA DE MONTAGEM

- COLOCA AS LUVAS DA 1ª CAMADA NO PILAR PRÉ-MOLDADO.
- COLOCA AS LUVAS DA 2a CAMADA NA PRÉ-VIGA.



ETAPA DE CONSOLIDARIZAÇÃO

- CORRER AS LUVAS PARA POSIÇÃO DA EMENDA.















Preparo das armações complementares das vigas













Armação da capa da laje e término das armação das vigas













Negativo das lajes sobre as vigas





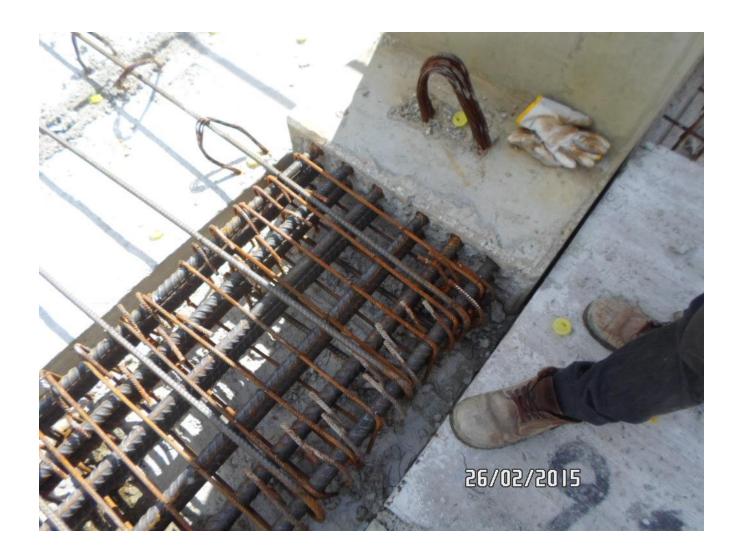








Detalhe das uníão entre vigas e pilar













Armação pronta para capeamento





Trecho de pre-laje "isopórica"











Início da concretegem da capa

Detalhes dos Pilares em I a serem preenchidos no local de maneira a não exceder o peso do pórtico





Vigas e consolidação do nó rígido

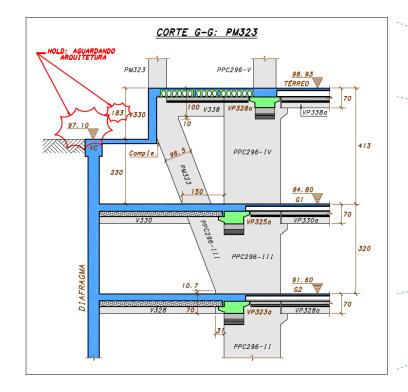


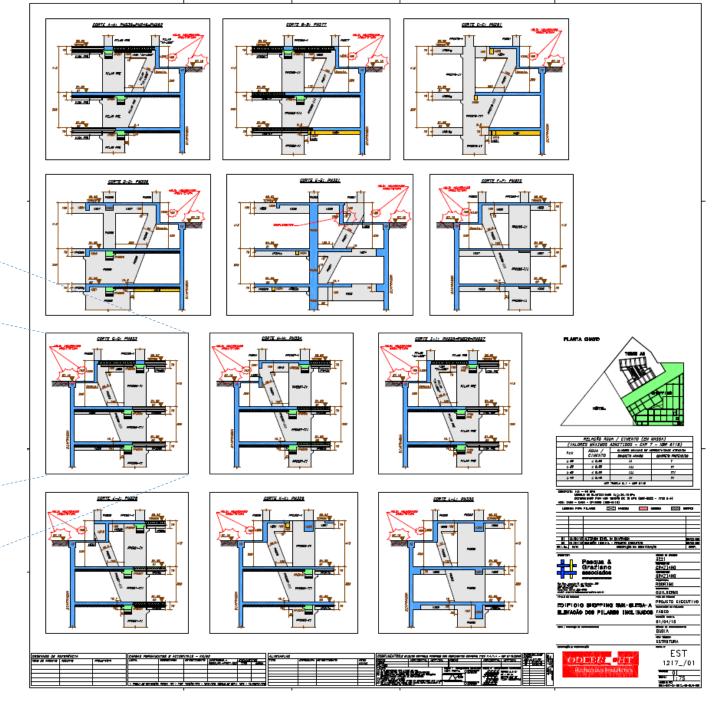


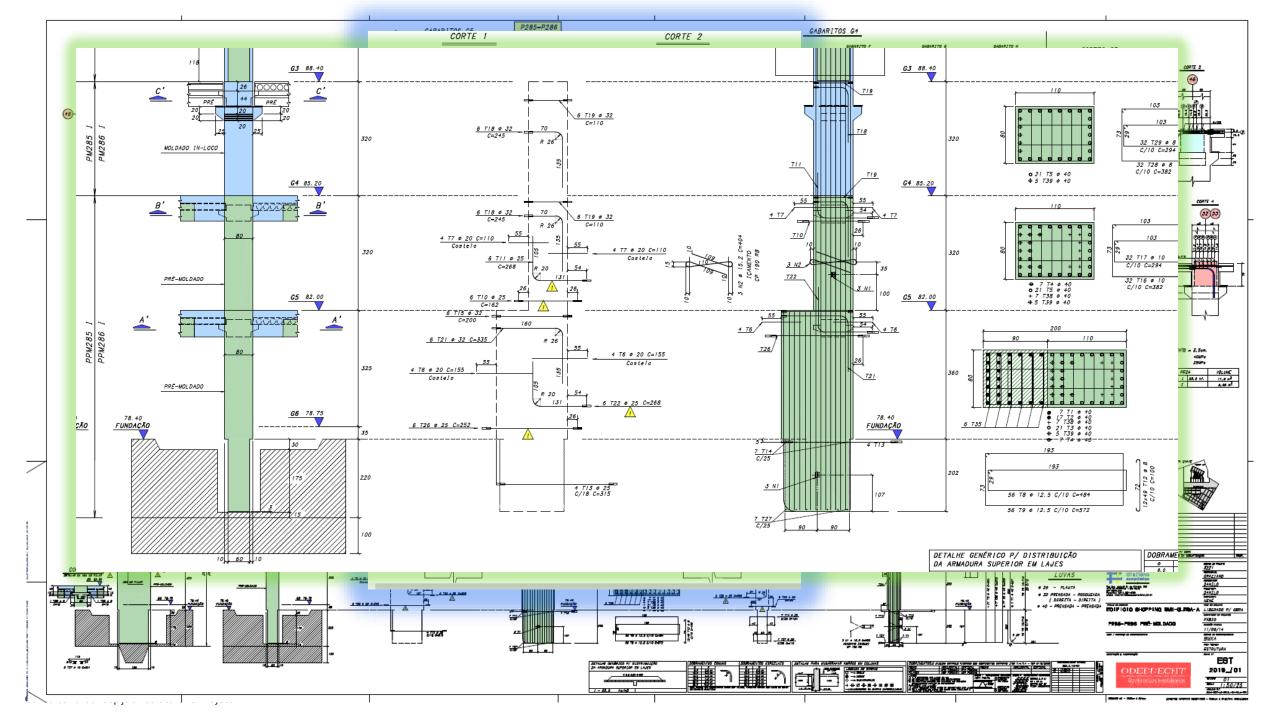




Detalhe das mãos francesas para atendimente de exigência de comuniquese de recuo.

















Estágio "atual" da obra filme











Obrigado!