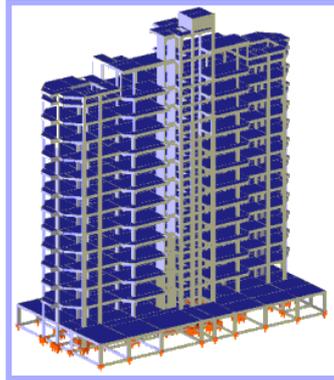


AULAS 03

ATUALIZAÇÃO EM SISTEMAS ESTRUTURAIS



Prof. Felipe Brasil Viegas
Prof. Eduardo Giugliani

<http://www.feng.pucrs.br/professores/giugliani/?SUBDIRETORIO=giugliani>

0

AULA 03

ELEMENTOS ESTRUTURAIS ESPECIAIS

Punção em Lajes
Console Curto
Dente Gerber
Viga de Equilíbrio
Viga Parede
Reservatórios

1

AULA 04

INSTABILIDADE GERAL DE EDIFÍCIOS
Fator Gama-Z e Fator Alfa

MODELAGEM DE PAVIMENTOS
Tipologias Básicas

INDICADORES GERAIS DE PROJETO
Características Gerais

2

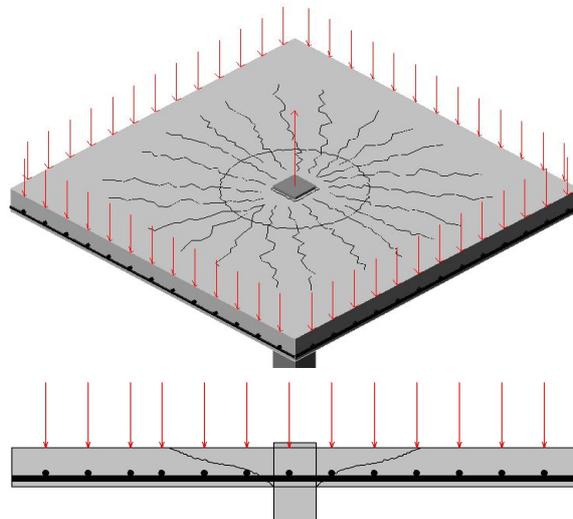
AULA 05

ESTUDO DE CASO
Recuperação Estrutural

VISITA TÉCNICA
Elementos Estruturais
Modelos Estruturais

3

PUNÇÃO EM LAJES DE CONCRETO ARMADO



Panorama da Fissuração. Perspectiva e Corte

4

De acordo com Cordovil (1997, pg. 18):

A partir de ensaios de punção realizados em lajes de concreto armado pode-se observar que o panorama da fissuração, antes da ruptura, apresenta fissuras predominantemente radiais, não indicando uma tendência à formação de um sólido parecido com um elemento axissimétrico.

O sólido que se forma com uma fissura circunferencial, não muito definido, somente o ocorre na ruptura da laje quando o concreto perde todas as suas resistências, inclusive ao cisalhamento, por pulverização do material na região solicitada.

5

Vantagens

do uso das lajes planas, em relação ao tradicional piso com lajes e vigas:

- Solução mais econômica do que a solução tradicional;
- Permite a redução do pé-direito e facilita a passagem de dutos sob a face inferior;
- As formas são mais simples e econômicas;
- Maior ventilação e iluminação, pela ausência de vigas;
- Menores prazos de execução;
- Facilidade de armação e concretagem;

6

Desvantagens:

- Em edifícios residenciais, normalmente não há uma disposição regular dos pilares e assim a laje plana pode se tornar anti-econômica;
- A ausência de vigas pode deixar a estrutura muito deformável frente às ações horizontais, o que é um sério problema em edifícios altos;
- Para edifícios altos deve-se projetar em série de elementos de contraventamento, como paredes estruturais ou pilares-parede nas caixas dos elevadores;

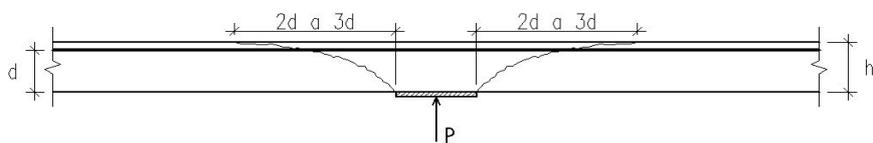
7

CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO:

Segundo Cordovil (1997, pg. 38):

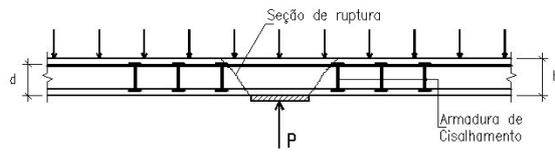
Ensaio demonstram que as deformações circunferências, inicialmente, são maiores que as deformações radiais. Por isso, as fissuras radiais surgem em primeiro lugar. Somente na ocasião da ruptura há a formação de uma fissura quase circular, que limita o contorno de um sólido deslocado ao redor do pilar.

8

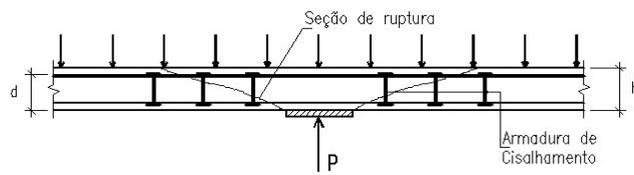


Superfície de ruptura da laje sem armadura de cisalhamento

9

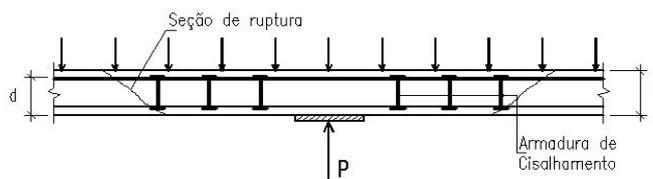


Ruptura na zona adjacente do pilar.



Ruptura da zona com armadura de cisalhamento.

10

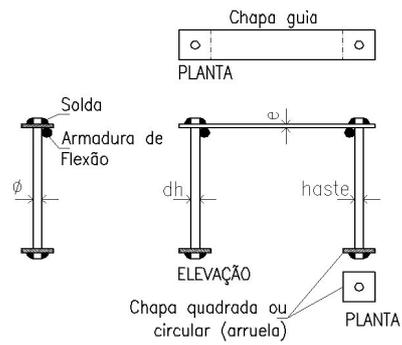


Ruptura na zona além da armadura de cisalhamento.

11

ARMADURA DE CISALHAMENTO

ARMADURA TIPO PINO



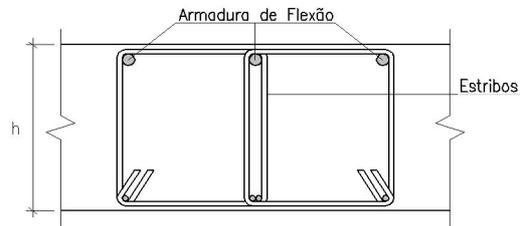
12

ILUSTRAÇÕES

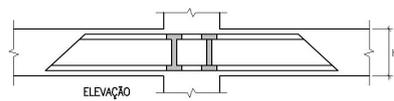
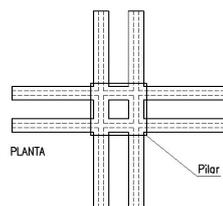


13

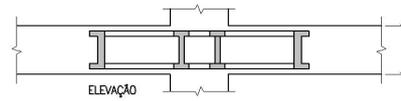
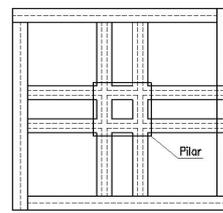
ARMADURA CONSTITUÍDA POR ESTRIBOS OU CHAPAS DOBRADAS



ARMADURA TIPO SHEARHEAD (PERFIS DE TOPO)



Perfis em cruz



Quadro fechado

DIMENSIONAMENTO DE CÁLCULO NBR 6118/2003

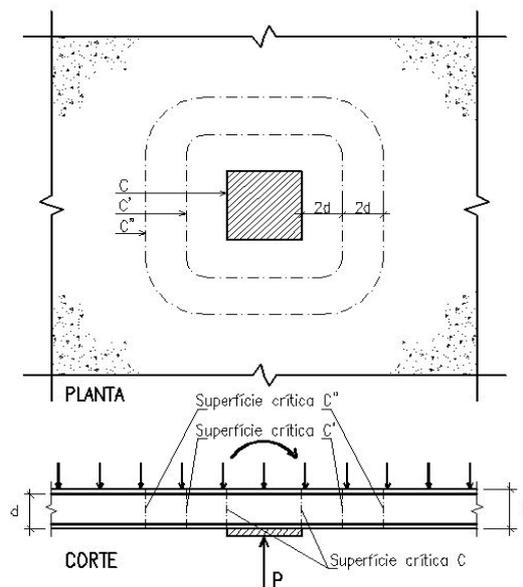
O modelo de cálculo corresponde à verificação do cisalhamento em duas ou mais superfícies críticas definidas no entorno de forças concentradas.

Primeira superfície crítica (contorno C), do pilar ou da carga concentrada, deve ser verificada indiretamente a tensão de compressão diagonal do concreto, através da tensão de cisalhamento.

Segunda superfície crítica (contorno C'), afastada $2d$ do pilar ou carga concentrada, deve ser verificada a capacidade da ligação à punção, associada à resistência à tração diagonal. Essa verificação também se faz através de uma tensão de cisalhamento, no contorno C'.

Terceira superfície crítica (contorno C''), apenas deve ser verificada quando for necessário colocar armadura transversal.

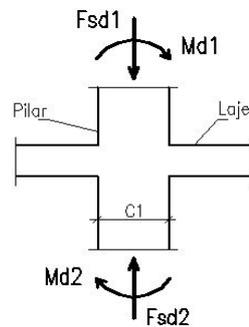
16



Superfícies críticas.

17

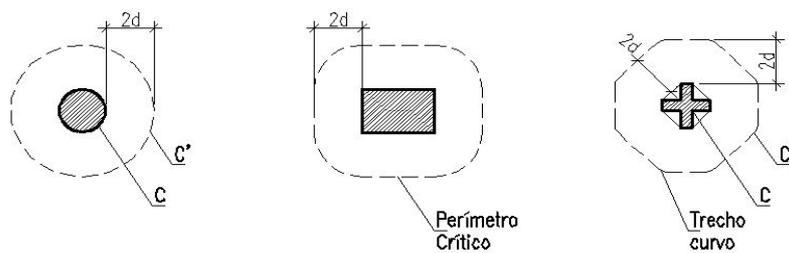
SOLICITAÇÕES EFETIVAS DE PUNÇÃO



Força concentrada Fsd que produz punção na laje é
 $Fsd = Fsd2 - Fsd1$.

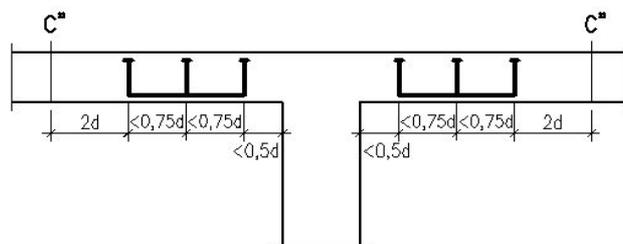
Momento Msd transferido para o pilar é
 $Msd = Msd2 - Msd1$.

18



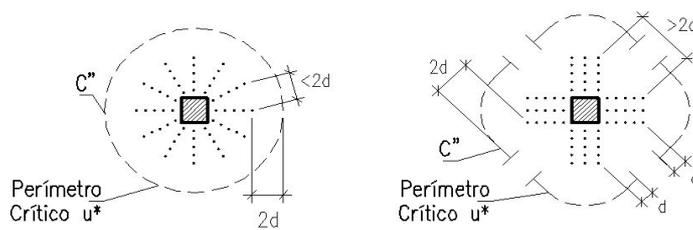
Perímetro crítico em pilares internos.

19



Disposição da armadura de punção em corte

20



Disposição da armadura de punção em planta.

21

ARMADURA DE PUNÇÃO OBRIGATÓRIA

No caso de a estabilidade global da estrutura depender da resistência da laje à punção, deve ser prevista armadura de punção, mesmo que

$$\tau_{sd}$$

seja menor que

$$\tau_{rd1}$$

Essa armadura deve equilibrar um mínimo de 50% de

$$F_{sd}$$

22

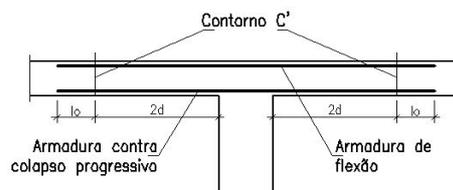
ARMADURA PARA EVITAR COLAPSO PROGRESSIVO

Para garantir a ductilidade local e a conseqüente proteção contra o colapso progressivo,

a armadura de flexão inferior que atravessa o contorno C deve estar suficientemente ancorada além do contorno C', conforme figura abaixo, e deve ser tal que:

$$A_s f_{vd} \geq F_{sd}$$

Armadura contra colapso progressivo



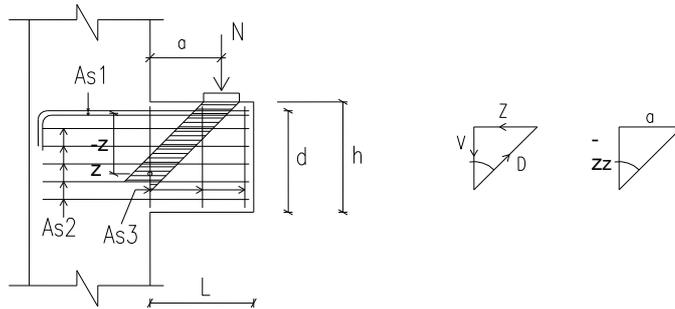
As é a somatória de todas as áreas das barras que cruzam cada uma das faces do pilar

23

CONSOLE CURTO

Os consoles ou mísulas curtas são vigas engastadas onde ocorre a seguinte relação:

$$\frac{a}{d} = \frac{M}{V \cdot d} \leq 1.0$$

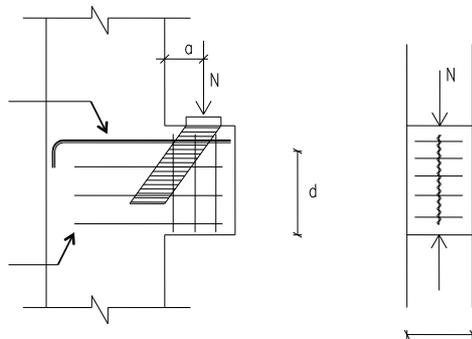


24

CONSOLES MUITO CURTOS

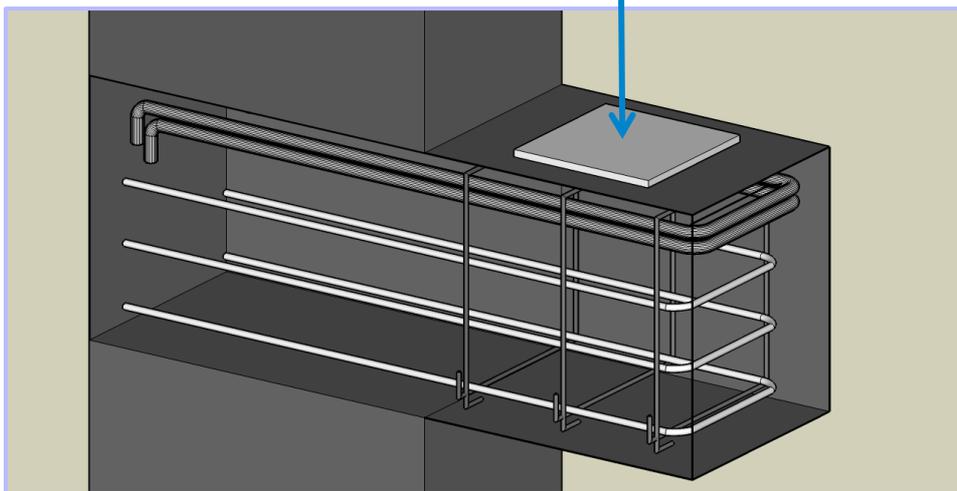
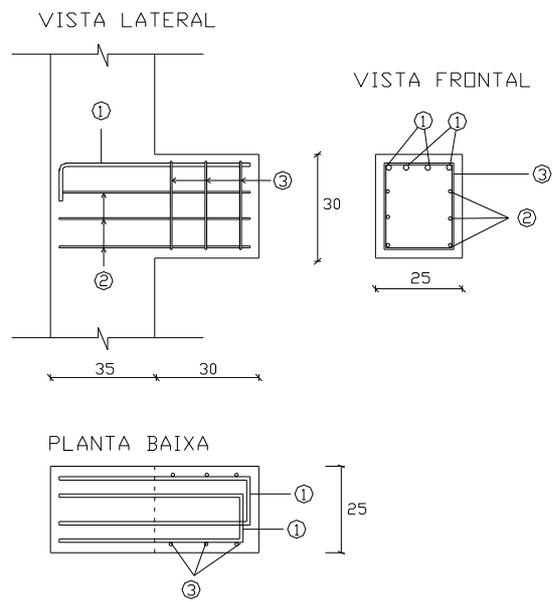
Quando a relação a/d é muito pequena, menor do que 0,5,

$$\frac{a}{d} < 0.5$$



25

DETALHAMENTO TÍPICO DE CONSOLE CURTO





30



31



32

VIGA DE EQUILÍBRIO (VIGA ALAVANCA)

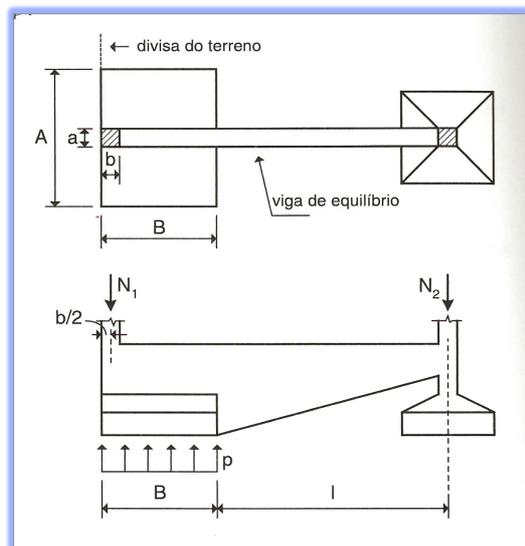
1^a

a viga de equilíbrio é infinitamente rígida, servindo para transferir a carga do pilar até o ponto do apoio no solo, sem fletir, funcionando segundo o modelo de um consolo curto ($a/d \leq 1$);

2^a

a viga de equilíbrio apresenta-se como um modelo semelhante a de uma peça fletida ($a/d > 1$).

33



34

VIGA PAREDE

CARACTERISTICAS GERAIS

$L/H > 2$ a 3

(para vigas normais $\rightarrow L/H \approx 10$)

Não são mais válidas as hipóteses da Resistência dos Materiais

Atua no Estádio I, não fissurado

Muito bom desempenho para controle de deformações

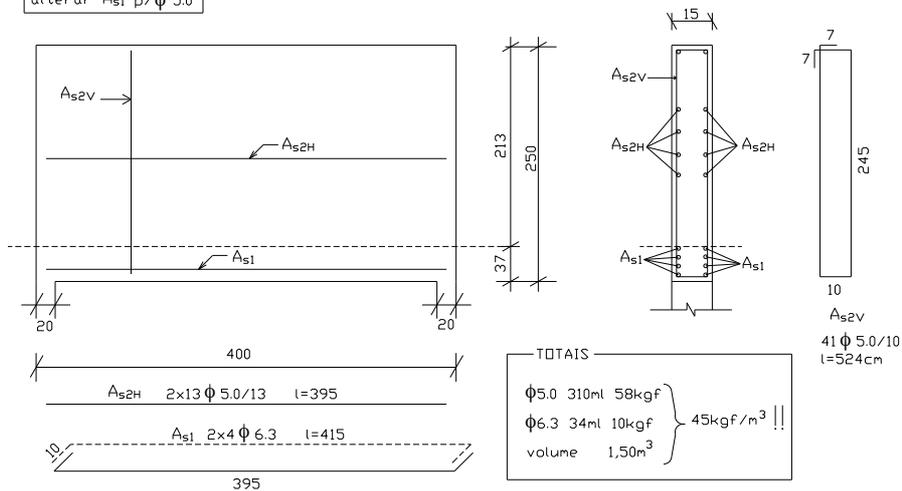
Conceito válido para vigas de um ou mais vãos

35

VIGA PAREDE DETALHE TÍPICO DE REFORÇO

Sugestão
alterar A_{s1} p/ ϕ 5.0

DETALHAMENTO



36

RESERVATÓRIOS

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Elemento tridimensional.

Cálculo simplificado → LT e LF → Lajes

→ PL → Cargas Horizontais → Lajes

→ Cargas Verticais → vigas ... VPs

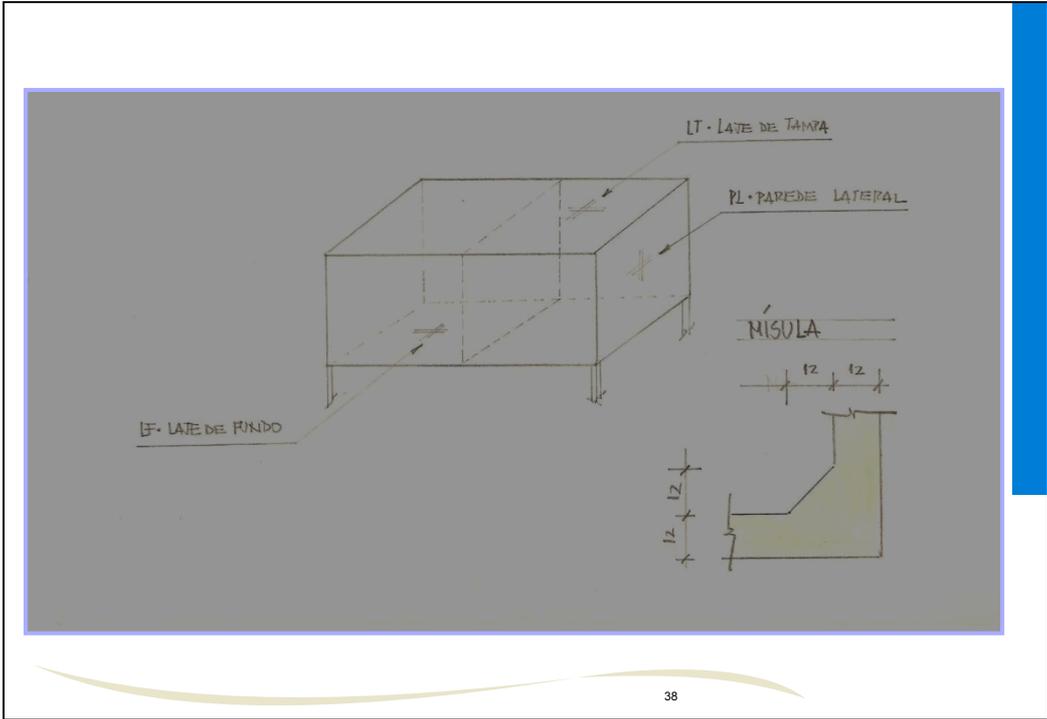
Conceitos similares:

→ reservatórios enterrados

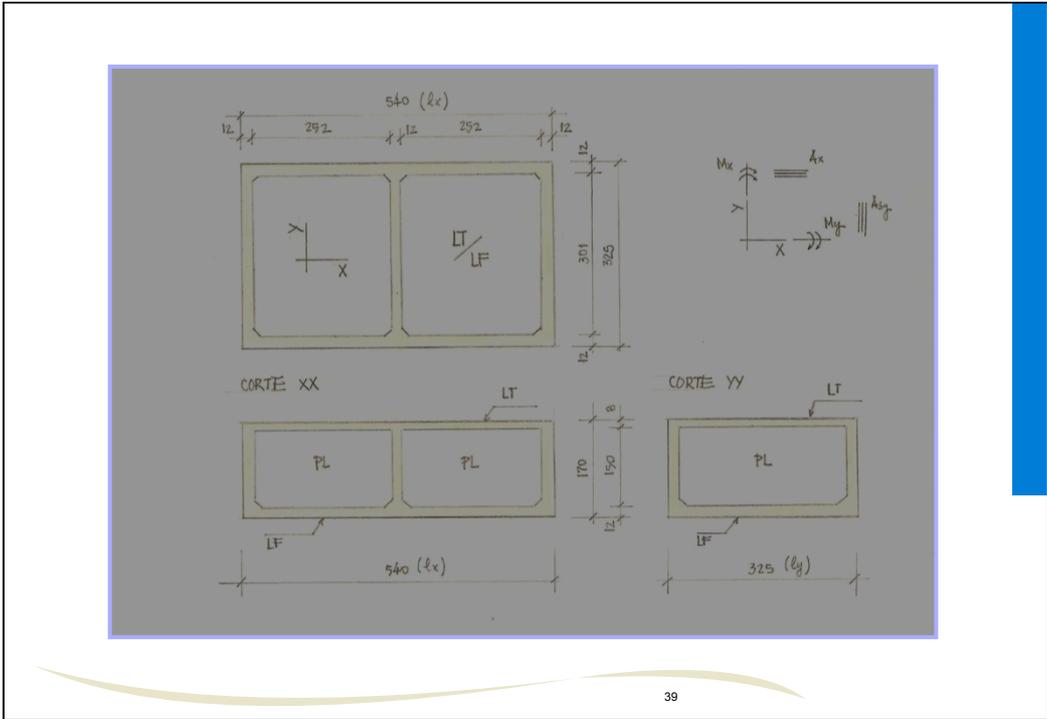
→ piscinas

→ muros de contenção ...

37

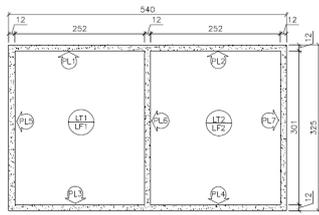


38

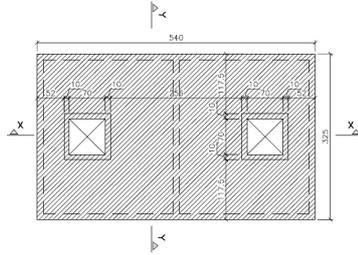


39

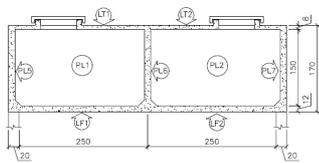
RESERVATÓRIO - FORMAS
ESC.:1/50



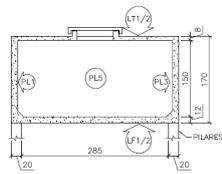
VISTA SUPERIOR
ESC.:1/50



CORTE XX
ESC.:1/50



CORTE YY
ESC.:1/50



NOTAS GERAIS:

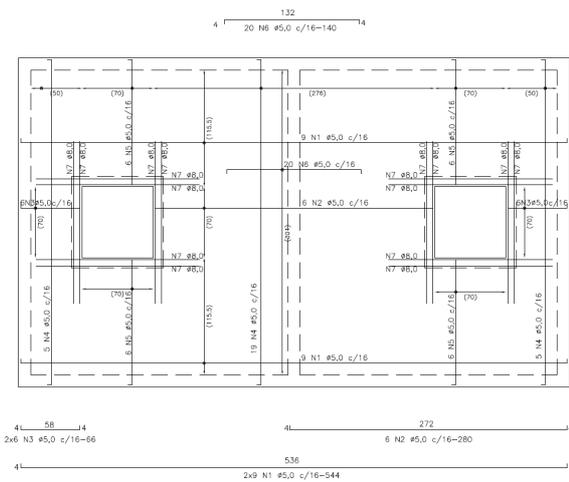
- 1) DIMENSÕES EM 'cm' (CENTIMETROS);
- 2) C.A.: I
- 3) CONCRETO: C20 ($f_{ck}=20MPa$)
 $E_{cs}=20,044 MPa$
 $E_{cs}=21,288 MPa$
- 4) COBRIMENTO: 2cm
- 5) FORMAS: 115,56m²
- 6) CONCRETO: 8,46m³

PUCRS - CONCRETO ARMADO III

RESERVATÓRIO - DETALHAMENTO

PROFESSOR: Eduardo Gugliani	ESCALA: IND	DATA: MAR/10	PRANCHA: 01
COLABORAÇÃO: Eng. Fernanda Tutkian			

LAJE TAMPA
ESC.:1/25



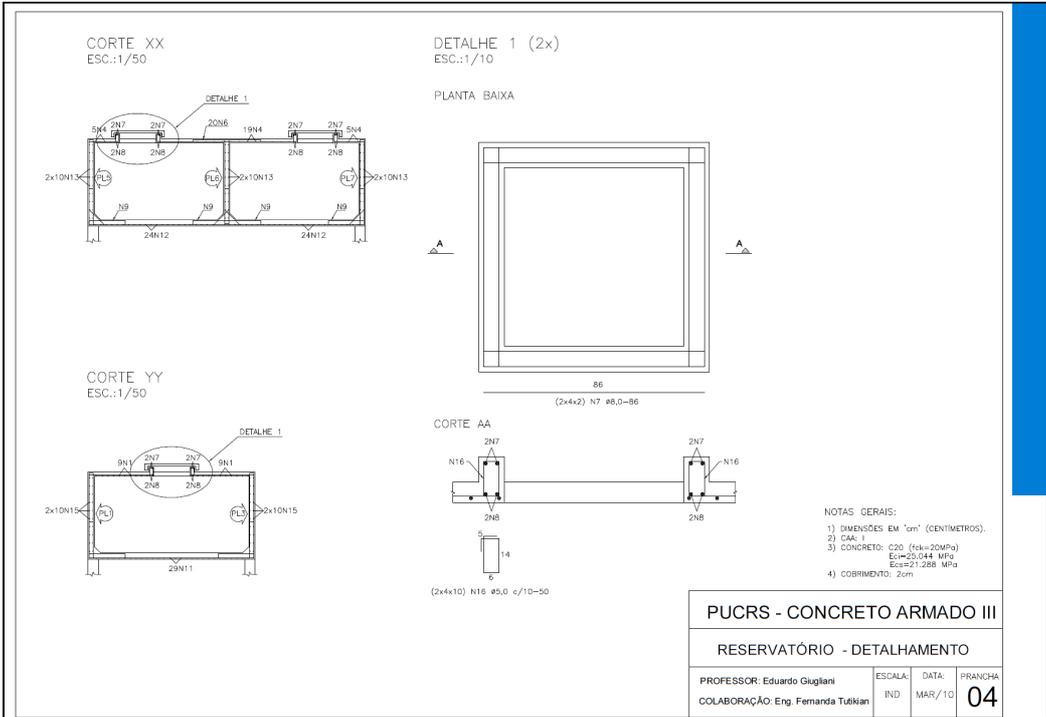
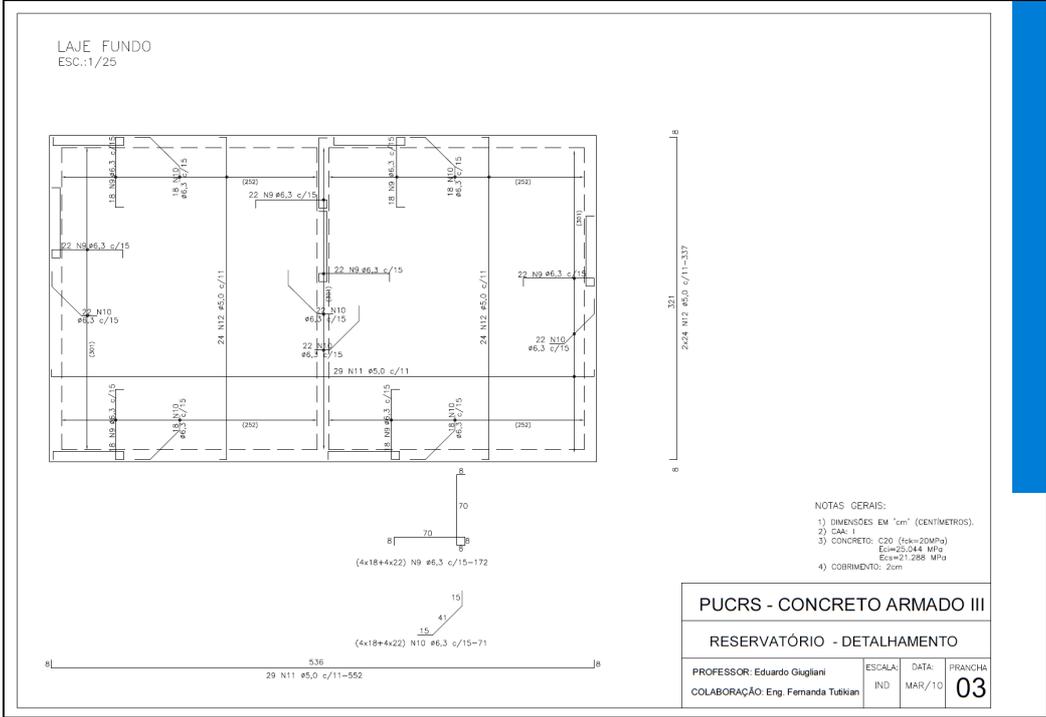
NOTAS GERAIS:

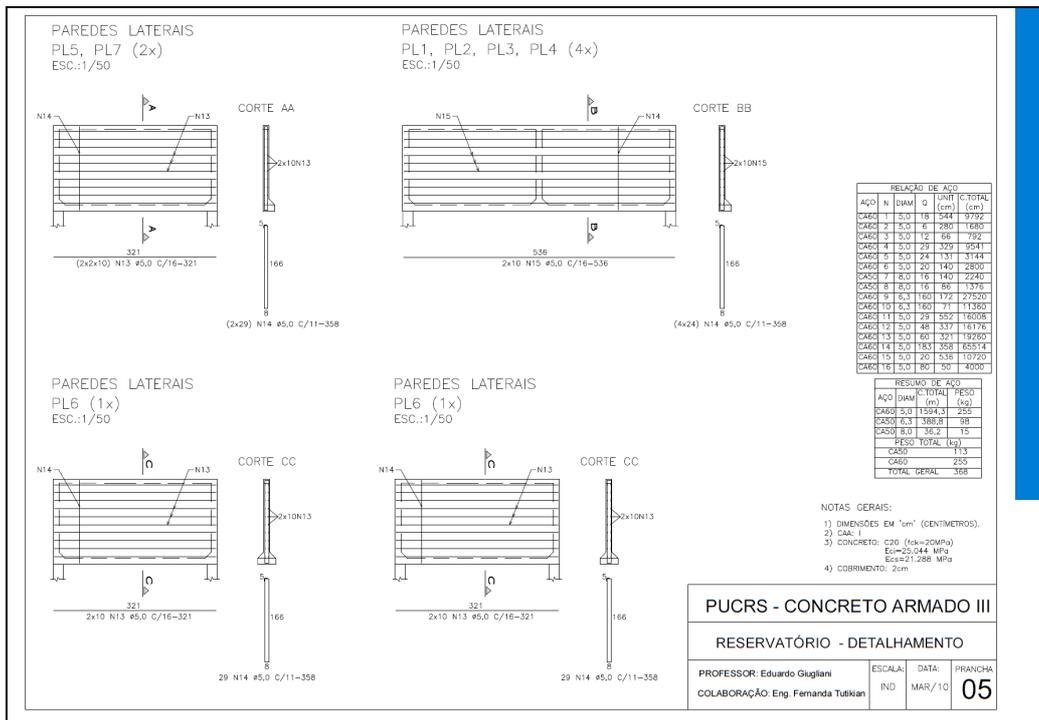
- 1) DIMENSÕES EM 'cm' (CENTIMETROS);
- 2) C.A.: I
- 3) CONCRETO: C20 ($f_{ck}=20MPa$)
 $E_{cs}=20,044 MPa$
 $E_{cs}=21,288 MPa$
- 4) COBRIMENTO: 2cm

PUCRS - CONCRETO ARMADO III

RESERVATÓRIO - DETALHAMENTO

PROFESSOR: Eduardo Gugliani	ESCALA: IND	DATA: MAR/10	PRANCHA: 02
COLABORAÇÃO: Eng. Fernanda Tutkian			





FENGPUCRS

Eduardo Giugliani
giugliani@pucrs.br

Felipe Brasil Viegas
fbviegas@pucrs.br

45