

PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

ELABORAÇÃO DE ANTEPROJETO, PROJETO BÁSICO, PROJETO LEGAL E PROJETO EXECUTIVO DA CONSTRUÇÃO DO NOVO HOSPITAL GERAL DE BARREIRAS - BA

MEMORIAL DE CÁLCULO ETAPA 03 – PROJETO BÁSICO

00	21/02/2022	EMISSÃO INICIAL	CAIC	WDS	WDS
REV	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	ELAB.	VERIF.	APROV.
CLIENTE:			CONTRATADA:		
					
EMPREENDIMENTO: PROJETO PARA CONSTRUÇÃO DO HOSPITAL GERAL DE BARREIRAS - BAHIA					
ETAPA: PROJETO BÁSICO - PB					
TÍTULO: MEMORIAL DE CÁLCULO – PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO					
ELAB.:	VERIF.:	APROV.:	R. TEC.:	CREA Nº	
CAIC	WECSLEI	WECSLEI	CAIC PIEDADE	2718849630	
			Data 21/02/22	Folha: 1	de 18
Arquivo: MC_EC_PB_HEN_REV00				REVISÃO: 00	

SUMÁRIO

1. DADOS DA OBRA	3
2. OBJETIVO DO MEMORIAL	4
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
4. NORMA RELACIONADA DE PROJETO	4
Normas Essenciais	4
Normas Complementares	5
Normas Específicas	6
5. DESCRIÇÃO.....	7
6. ANEXOS	8
7. MÓDULOS PRINCIPAIS	15
CONCLUSÃO	18

 PREFEITURA BARREIRAS CAPITAL DO OESTE	 WDS ENGENHARIA	Arquivo: MC_EC_PB_HEN_REV00	Folha 2/18	Revisão 00
---	--	---------------------------------------	---------------	---------------

1. DADOS DA OBRA

Trata-se da elaboração de estudos preliminares, anteprojeto, projeto básico, projeto legal, projeto executivo e assistência à supervisão e fiscalização dos serviços de construção do hospital geral de Barreiras - Ba, contemplando área aproximada de 13.073,72 m², distribuídos em 16 (Dezesseis) blocos, localizado na Rua das Turbinas, sn, Barreirinhas – Barreiras - BA.



Figura 1: localização do terreno

O Hospital será localizado nas coordenadas 499760.79 m E/ 8658696.42 m S com área total de 30.392,97 m².



Figura 2: Levantamento Topográfico

		Arquivo: MC_EC_PB_HEN_REV00	Folha 3/18	Revisão 00
---	---	---------------------------------------	---------------	---------------



2. OBJETIVO DO MEMORIAL

O objetivo deste memorial de cálculo é registrar o cálculos das soluções de estrutura de concreto armado e protendido adotadas para o projeto referente à construção do Hospital Municipal de Barreiras -Ba.

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

PG_PA_AP_HEN_REV00 – Peça gráfica de Arquitetura

PG_EC_PB_HEN_REV00 – Peça gráfica de estrutura de concreto armado

4. NORMA RELACIONADA DE PROJETO

Normas Essenciais

Código	Título
ABNT NBR 05674	Manutenção de Edificações
ABNT NBR 06118	Projeto de estruturas de concreto - Procedimento
ABNT NBR 06120	Cargas para o cálculo de estruturas de edificações

		Arquivo: MC_EC_PB_HEN_REV00	Folha 4/18	Revisão 00
---	---	---------------------------------------	---------------	---------------

ABNT NBR 06123	Forças devidas ao vento em edificações
ABNT NBR 08681	Ações e segurança nas estruturas - Procedimento
ABNT NBR 14432	Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento
ABNT NBR 15200	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
ABNT NBR 15421	Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos - Procedimento
ABNT NBR 15575	Coletânea de Normas Técnicas - edificações Habitacionais - Desempenho
IT08	Segurança Estrutural nas edificações - Resistência ao Fogo dos Elementos de Construção, do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo

Normas Complementares

Código	Título
ABNT NBR 7680	Concreto - Extração preparo ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Parte 1 - Resistência à compressão axial
ABNT NBR 12655	Concreto de cimento Portland - Preparo controle recebimento e aceitação - Procedimento
ABNT NBR 14037	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
ABNT NBR 14931	Execução de estruturas de concreto - Procedimento
ABNT NBR 15696	Formas e escoramentos para estrutura de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
ABNT NBR 16280	Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos

Normas Específicas

Código	Título
ABNT NBR 6136	Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos
ABNT NBR 7187	Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido - Procedimento
ABNT NBR 7188	Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas
ABNT NBR 8800	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios
ABNT NBR 9062	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
ABNT NBR 9452	Vistorias de pontes e viadutos de concreto - Procedimento
ABNT NBR 9607	Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido - Procedimento
ABNT NBR 9783	Aparelhos de apoio de elastômero fretado
ABNT NBR 14323	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio
ABNT NBR 14861	Lajes alveolares pré-moldadas de concreto protendido - Requisitos e procedimentos
ABNT NBR 15961	Alvenaria estrutural - Blocos de concreto - Parte 1 e 2
ABNT NBR 15812	Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos - Parte 1 e 2
ABNT NBR 16055	Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações
ABNT NBR 16239	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares
ABNT NBR 16280	Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos

5. DESCRIÇÃO

A obra objetivo deste documento é constituída por 6 módulos, sendo eles: administração, ambulatório/bioimagem/pat. clínicas, internações, centro cirúrgico/UTI's, emergência e apoio técnico. E demais anexos: Guarita de serviço, guarita principal, central de medição, subestações A e B, resíduos, estacionamento de ambulâncias, central de GLP, central de gases e capela.

Nas edificações anexas foram escolhidos os seguintes sistemas construtivos:

- Vigas: estrutura de concreto armado classe C25;
- Pilares: estrutura de concreto armado classe C25;
- Lajes: vigotas treliçadas conforme projeto classe C25;
- Fundações: superficiais do tipo sapata de concreto armado classe C25.

Nos módulos da estrutura principal do hospital foram escolhidos os seguintes sistemas construtivos:

- Pilares: Estrutura de concreto armado classe C30;]

Lajes e Vigas: estrutura nervurada de concreto armado (classe C35) apoiada sobre pilares com capitéis, em sua maior parte, com excessão da laje de cobertura da entrada do módulo de ADM, onde será utilizado concreto protendido em laje mista nervurada (classe C35);

- Fundações: superficiais do tipo sapata de concreto armado classe C30.

6. ANEXOS

Lajes:

Préfabricada unidirecional com vigotas treliçadas, conforme exemplo de cálculo com carga e vão representativo da estrutura em geral:

Seção (cm)						Cargas (kgf/m ²)			
Laje	Tipo	H	ee ec	enx eny	eex eey	Peso Pró- prio	Acidental Re- vestimento	Paredes Outras	Total
LC - rep- representa- tiva	Treliçada 1D	16	12.00 4.00	10.00	30.00	176.80	100.00 181.50	0.00 0.00	458.30
Nome	Es- pes- sura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Asx	Asy			
LC - repre- sentativa	16	458.30	1098		As = 0.71 cm ² /N (TR 12645 - 0.39 cm ² /N) (1ø8.0 c/N - 0.50 cm ² /N)	-			

ARMADURAS POSITIVAS (LAJE)

Laje	Di- re- ção	Momento positivo				Momento negativo				Arma- dura infer- ior	Ar- ma- dura supe- rior	Cisa- lha- mento
		Se- ção	Flexão	Veri- fica- ção axial (com- pres- são)	Veri- fica- ção axial (tra- ção)	Se- ção	Fle- xão	Veri- fica- ção axial (com- pres- são)	Veri- fica- ção axial (tra- ção)			
LC1	X	bw = 10.0 cm h = 16.0 cm bf = 40.0 cm hf = 4.0 cm	Md = 439 kgf.m/N As = 0.71 cm ² /N A's = 0.00 cm ² /N	-	-	bw = 10.0 cm h = 16.0 cm	-	-	-	As = 0.71 cm ² /N (TR 12645 - 0.39 cm ² /N) 1ø8.0 c/N (0.50 cm ² /N) fiss = 0.09 mm		vsd = 0.47 tf/N vrd1 = 0.91 tf/N Mo- delo I vrd2 = 6.08 tf/N vsw = 0.00 tf/N asw =

												0.00 cm ² /m
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------------------

Vigas: Recebem as lajes treliçadas em condição de apoio simples, portanto, as cargas de maior ação são carregamentos lineares uniformemente distribuídos, não chegando momentos negativos nos apoios da laje, e por consequência sem esforços de torção nas vigas em geral, conforme exemplo representativo:

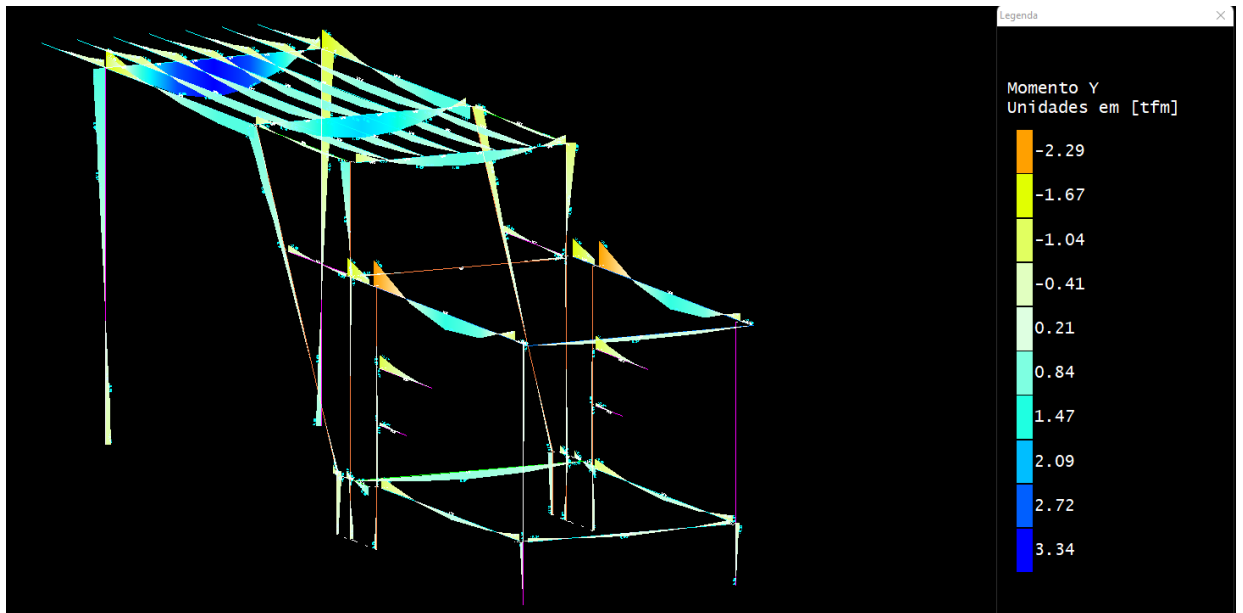


Figura 2: Pórtico ELS da guarita principal

Tomando a figura 2 como estrutura representativa, pode-se observar o dimensionamento das vigas mais solicitadas:

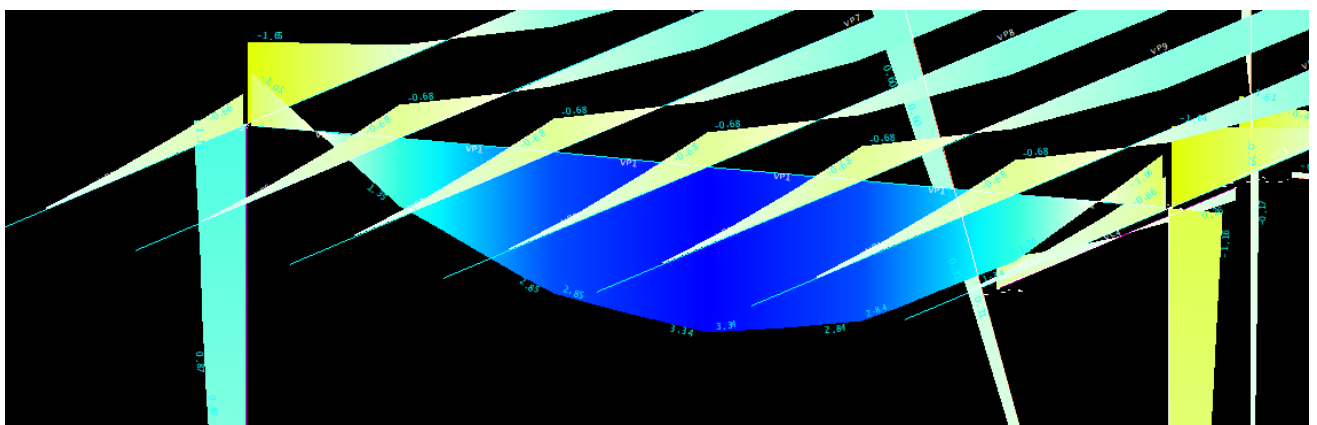
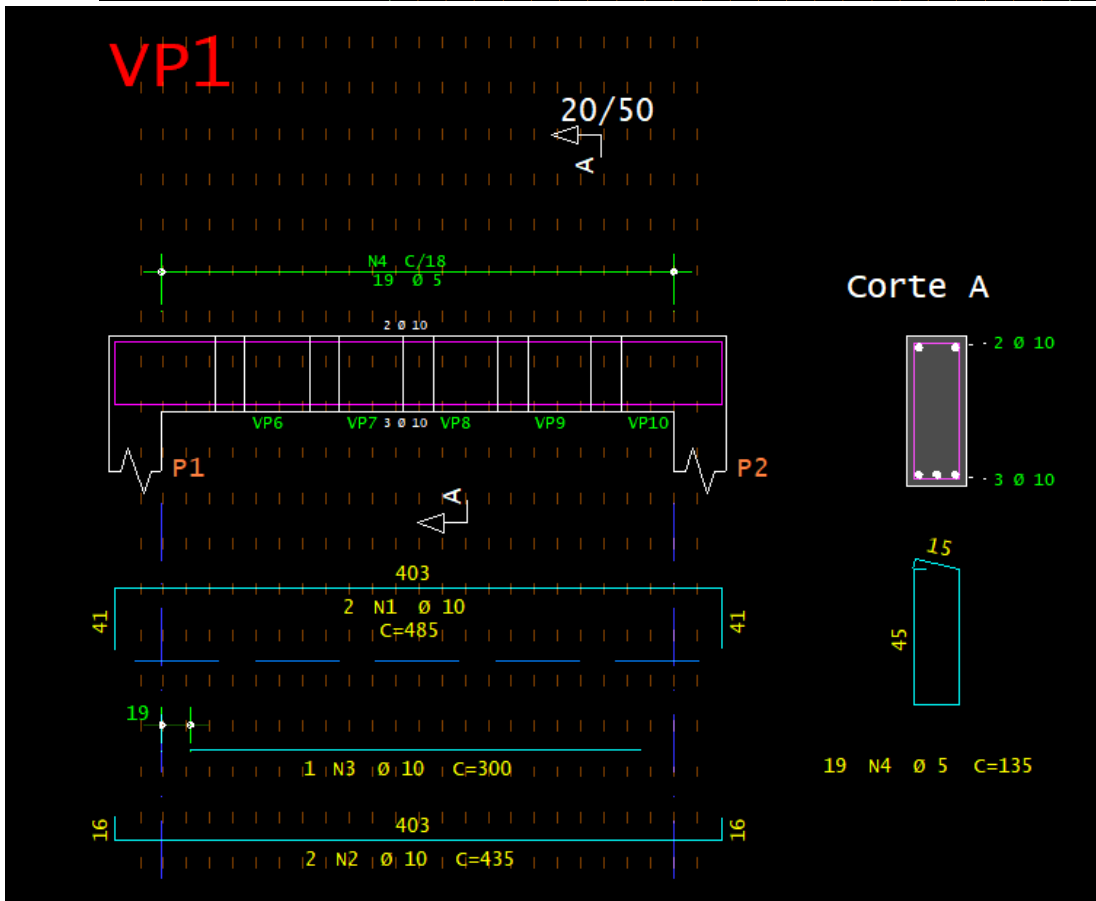
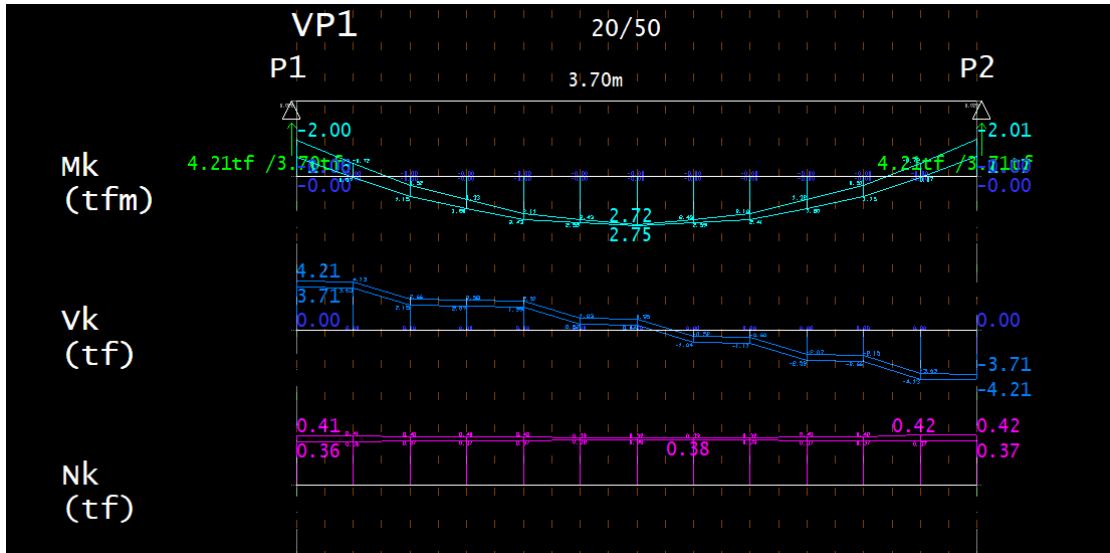


Figura 3: Pórtico ELS VP1

O dimensionamento mostrado a seguir revela as metodologias utilizadas nas demais vigas dos anexos:

VP1, 20x50:



Logotipo TQS

 <p>PREFEITURA BARREIRAS CAPITAL DO OESTE</p>	 <p>WDS ENGENHARIA</p>	Arquivo: MC_EC_PB_HEN_REV00	Folha 10/18	Revisão 00
---	--	---------------------------------------	----------------	---------------

Flexão simples

Resultados

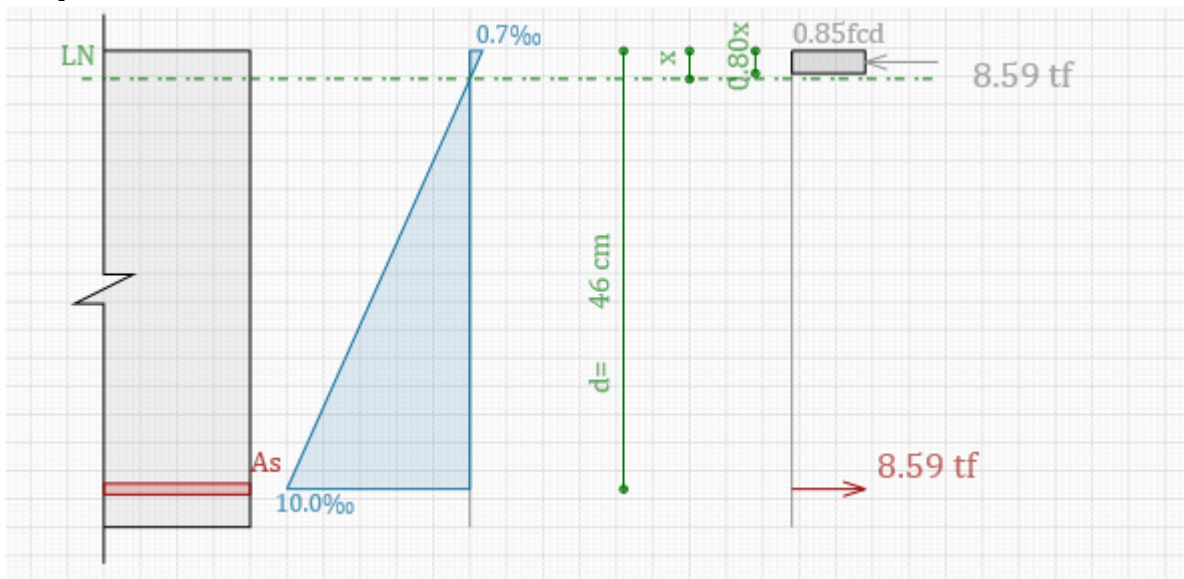
$$A_s = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$A_s' = 0.00 \text{ cm}^2$$

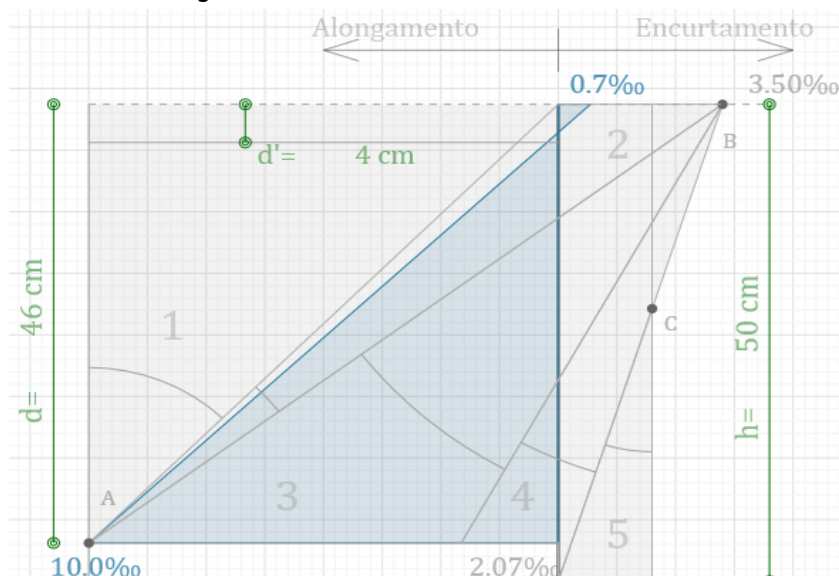
$$x = 2.9 \text{ cm}$$

$$\beta_x = x/d = 0.06$$

Equilíbrio



Deformação/Domínios



Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

$$b_w = 20 \text{ cm}$$

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$d = 46 \text{ cm}$$

$$d' = 4 \text{ cm}$$

Materiais

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1.40$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$f_{ctk} = 4 \text{ MPa}$$

Esforços

$$M_{Sk} = 2.75 \text{ tfm}$$

$$\gamma_f = 1.40$$

PILARES: Os pilares das edificações anexas estão solicitados a baixas cargas de compressão, apresentam pouco comprimento de flambagem e tem suas fundações centradas em seus eixos, sem necessidade de divisas, resultando em sua grande maioria uma baixa taxa de armadura, conforme exemplo de dimensionamento de pilar padrão com carga representativa:

Cálculo do Pilar Padrão

Pavimento TÉRREO - Lance 1

Dados da seção transversal	Dados do concreto
Seção retangular $b = 25.00 \text{ cm}$ $h =$	$f_{ck} = 250.00 \text{ kgf/cm}^2$ $E_{cs} = 241500 \text{ kgf/cm}^2$

		Arquivo: MC_EC_PB_HEN_REV00	Folha 12/18	Revisão 00
---	---	---------------------------------------	----------------	---------------

25.00 cm Cobrimento = 2.50 cm	Peso específico = 2500.00 kgf/m ³ Fi = 2.59
-------------------------------------	--

Dimensionamento da armadura longitudinal

Direção	Cálculo da esbeltez	Esforços máximos	
B	Vínculo = RR li = 100.00 cm Esbeltez = 13.84	Msdtopo = 462 kgf.m Msdbase = 0 kgf.m	Ndmax = 6.04 tf Ndmin = 3.72 tf ni = 0.05
H	Vínculo = RR li = 100.00 cm Esbeltez = 13.84	Msdtopo = 329 kgf.m Msdbase = 0 kgf.m	

Seção crítica do pilar: TOPO

Direção	Momentos (kgf.m)		Armadura longitudinal		Processo de cálculo
	Iniciais	Adicionais	Torção	Final	
B	Msdtopo = 462 Msdcentro = 277 Msdbase = 0	Madtopo = 30 Madcentro = 15 Madbase = 136 M2d = 8 Mcd = 0	Td = 0 kgf.m	2 ø 10.0 2 ø 10.0	1.3G1+1.4G2+0.98Q+1.4V3+0.84D3 Msd(x) = 492 kgf.m Msd(y) = 57 kgf.m Mrd(x) = 1950 kgf.m Mrd(y) = 224 kgf.m Mrd/Msd=3.96
H	Msdtopo = 57 Msdcentro = 34 Msdbase = 0	Madtopo = 79 Madcentro = 102 Madbase = 136 M2d = 5 Mcd = 0	Asl = 0.00 cm ²	4ø10.0 3.14 cm ² 0.5 %	

Dimensionamento da armadura transversal

		Arquivo:	Folha	Revisão
		MC_EC_PB_HEN_REV00	13/18	00

Modelo cálculo Inclinação bielas	Esforços	
	Cisalhamento	Torção
I 45	VBd topo = 0.46 tf VBd base = 0.46 tf VHd topo = 0.33 tf VHd base = 0.33 tf	Td = 0 kgf.m

Verificação de esforços limites			
Direção	Cisalhamento	Torção	Cisalhamento + Torção
B	Vd = 0.46 tf VRd2 = 23.32 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 1627 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.02
H	Vd = 0.33 tf VRd2 = 23.32 tf	Td = 0 kgf.m TRd2 = 1627 kgf.m	Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0.01

Direção	Armadura de cisalhamento		
	Dados	Armadura mínima	Armadura cisalhamento
B	d = 21.50 cm Vc0 = 4.14 tf k = 2.00 Vc = 8.27 tf	Vmin = 0.00 tf Aswmin = 0.00 cm ² /m	Vsw = 0.00 tf Asw = 0.00 cm ² /m
H	d = 21.50 cm Vc0 = 4.14 tf k = 2.00 Vc = 8.27 tf	Vmin = 0.00 tf Aswmin = 0.00 cm ² /m	Vsw = 0.00 tf Asw = 0.00 cm ² /m

Armadura de torção		Armadura de fretagem		Armadura final	
Dados	Armadura torção	Topo	Base	Topo	Centro/Base
he = 6.25 cm Ae = 324.00 cm ²	A90 = 0.00 cm ²	Zr = 0.00 tf Zs = 0.00 tf	Zr = 0.00 tf Zs = 0.00 tf	Asw = 0.00 cm ² /m ø 5.0 c/12	Asw = 0.00 cm ² /m ø 5.0 c/12

Sapatas: podem ser conferidas utilizando as plantas de locação, verificando as cargas máximas e mínimas na tabela de casos de carregamento.

- pressão adm do solo: 1,02 kgf/cm²

		Arquivo:	Folha	Revisão
		MC_EC_PB_HEN_REV00	14/18	00

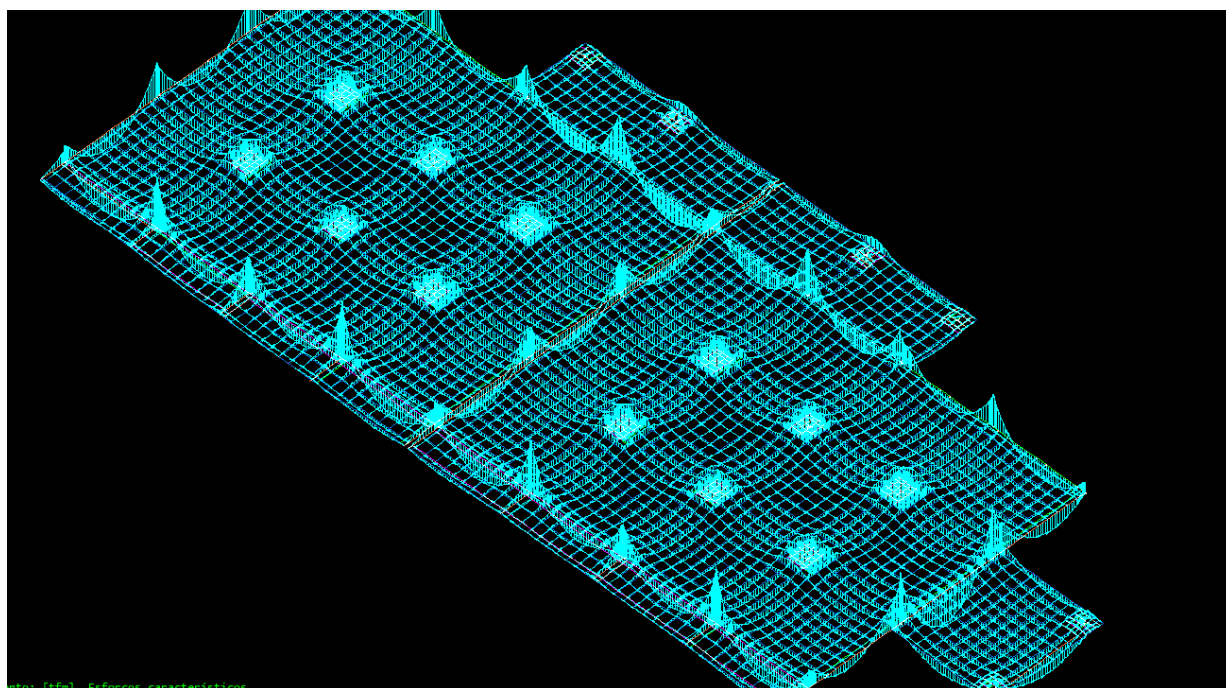
7. MÓDULOS PRINCIPAIS

Lajes de piso:

As lajes de piso foram calculadas com uma grelha de 35x35 cm, onde em cada nó foram aplicadas molas de 245 tf/m, simulando a reação vertical do solo. Foram considerados carregamentos de 0,1 tf/m² (revestimento e piso) permanente e 0,4 tf/m² (carga variável de hospital, somado a carga variável de parede e divisórias sem local fixo).

Lajes de cobertura:

Lajes nervuradas calculadas em modelo de pórtico + Grelha (modelo VI do TQS) para representar bem a distribuição de esforços entre as lajes e os pilares, tendo vigas faixas para fechamentos de bordo com divisor de inércia a torção igual a 6, simulando o comportamento desse sistema viga/laje. A laje foi articulada em seus bordos, sendo adotada uma armadura mínima para evitar fissurações por rotação nos mesmos.



A laje praticamente foi projetada para lidar com momentos positivos, deixando para as regiões de capitéis e para as vigas o trabalho de lidar com momentos negativos e esforços cortantes de grande ordem.

Tendo como exemplo uma nervura como momento positivo representativo em torno de 6,20 tf/m:

Flexão simples

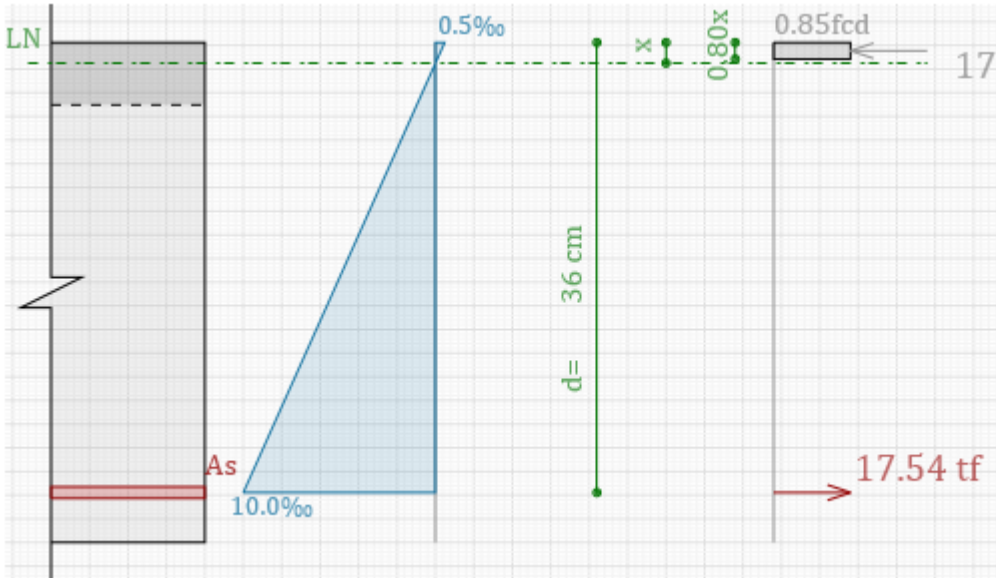
 PREFEITURA BARREIRAS CAPITAL DO OESTE	 WDS ENGENHARIA	Arquivo: MC_EC_PB_HEN_REV00	Folha 15/18	Revisão 00
---	--	---------------------------------------	----------------	---------------

Resultados

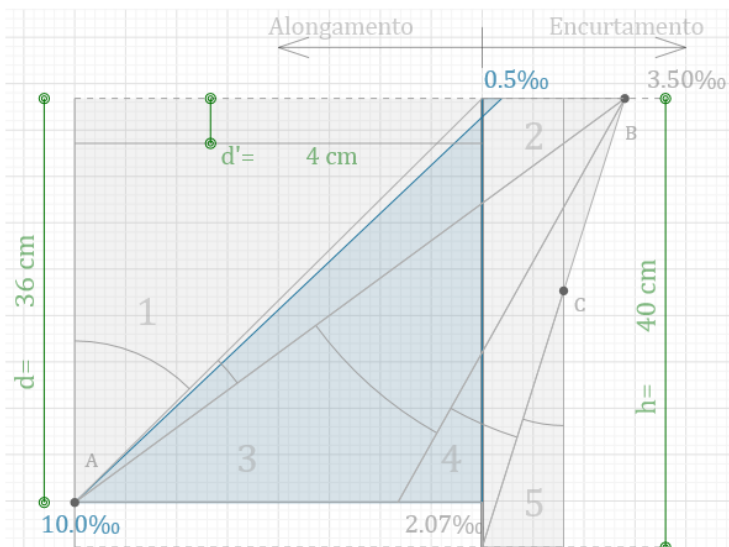
$A_s = 4.04 \text{ cm}^2$
 $A_s' = 0.00 \text{ cm}^2$
 $x = 1.7 \text{ cm}$
 $\beta_x = x/d = 0.05$

: 3 barras de 16 mm

Equilíbrio



Deformação/Domínios



Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

$$b_w = 20 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$d = 36 \text{ cm}$$

$$d' = 4 \text{ cm}$$

$$b_{flaje} = 62.5 \text{ cm}$$

$$h_{flaje} = 5 \text{ cm}$$

Materiais

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1.40$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$f_{ctk} = 4 \text{ MPa}$$

Esforços

$$M_{Sk} = 4.43 \text{ tfm}$$

$$\gamma_f = 1.40$$

Os capitéis foram verificados com uma discretização maior das grelhas em suas regiões, em alguns casos a espessura do capitél dispensava armação de conectores, sendo armados apenas com armadura contra colapso progressivo, apoiadas diretamente sobre o pilar, atendendo os valores normativos em seu dimensionamento.

As sapatas podem ser verificadas a partir da conferencia dos carregamentos na planta de locação.

Pressão adm do solo: 1,02 kgf/cm²

		Arquivo: MC_EC_PB_HEN_REV00	Folha 17/18	Revisão 00
---	---	---------------------------------------	----------------	---------------

CONCLUSÃO

Foram apresentados exemplos representativos das situações e solicitações gerais de projeto com os sistemas estruturais adotados, servindo de indicativo dos métodos e condições adotadas para concepção do projeto nesta etapa.

 <p>PREFEITURA BARREIRAS CAPITAL DO OESTE</p>	 <p>WDS ENGENHARIA</p>	Arquivo: MC_EC_PB_HEN_REV00	Folha 18/18	Revisão 00
---	--	---------------------------------------	----------------	---------------