REVISÕES

TE: TIPO EMISSÃO

A - PRELIMINAR
B - PARA APROVAÇÃO
C - PARA CONHECIMENTO
D - PARA COTAÇÃO
E - PARA CONSTRUÇÃO
F - CONFORME COMPRADO
G - CONFORME CONSTRUÍDO
H - CANCELADO

Rev.	TE	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Aut.	Data
0	C	EMISSÃO INICIAL - PARA CONHECIMENTO	GFC	WJA	WJA	WJA	11/09/20
1	C	EM ATENDIMENTO AOS COMENTÁRIOS	GFC	WJA	WJA	WJA	30/09/20
2	C	EM ATENDIMENTO AOS COMENTÁRIOS	GFC	WJA	WJA	WJA	30/10/20
3	E	APROVADO	GFC	WJA	WJA	WJA	23/11/20

ÍNDICE

ITEM	DESCRIÇÃO	PÁGINA
1.0	OBJETIVO	3
2.0	BIBLIOGRAFIA/NORMAS UTILIZADAS	3
3.0	PROGRAMAS UTILIZADOS	3
4.0	MATERIAIS/PARÂMETROS DE DURABILIDADE	3
5.0	DOCUMENTOS/DESENHOS DE REFERÊNCIA	3
6.0	PROPRIEDADES DO SOLO	4
7.0	ESBOÇO DA ESTRUTURA	4
8.0	CARREGAMENTO	5
9.0	DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA	8
A.	DIMENSIONAMENTO – BAR DA PISCINA	8
B.	DIMENSIONAMENTO – CAIXA DE GORDURA	13
C.	DIMENSIONAMENTO – ESCALA MUSICAL	14

1.0 OBJETIVO

Este documento tem por objetivo apresentar os cálculos e dimensionamento dos elementos estruturais em concreto armado para a Reforma de Edificações localizadas no Parque das Águas na cidade de Caxambu, Minas Gerais.

2.0 BIBLIOGRAFIA/NORMAS UTILIZADAS

- NBR-6118/2014 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR-8681/2004 – Ações e Segurança nas Estruturas;
- NBR-6122/2019 – Projeto e Execução nas Fundações;
- NBR-6120/2019 – Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações.

3.0 PROGRAMAS UTILIZADOS

- CYPECAD 2020f;
- Planilhas e Programas Próprios.

4.0 MATERIAIS/PARÂMETROS DE DURABILIDADE

- fck ≥ 25 MPa;
- Concreto Magro fck ≥ 10 MPa;
- Ecs = 23800 MPa;
- Aço CA-50;
- Classe de Agressividade Ambiental II;
- Abertura máxima de Fissuras wk ≤ 0,3 mm;
- Cobrimento 3,0 cm;
- Peso Específico do Concreto = 2,5 tf/m³.

5.0 DOCUMENTOS/DESENHOS DE REFERÊNCIA

- CXB_PRQAG_10947_PB_EST_DES_B126 - PLANTA E CORTE.
- CXB_PRQAG_10947_PB_HID_DES_B102 – FORMA E ARMAÇÃO.
- CXB_PRQAG_10947_PB_HID_DES_B108 - ESGOTO E ÁGUA FRIA - PLANTA, ISOMÉTRICO, DETALHES.
- CXB_PRQAG_10947_PB_EST_DES_B334- PROJETO DE RECUPERAÇÃO - ESCALA MUSICAL – FORMA E ARMAÇÃO.

6.0 PROPRIEDADES DO SOLO

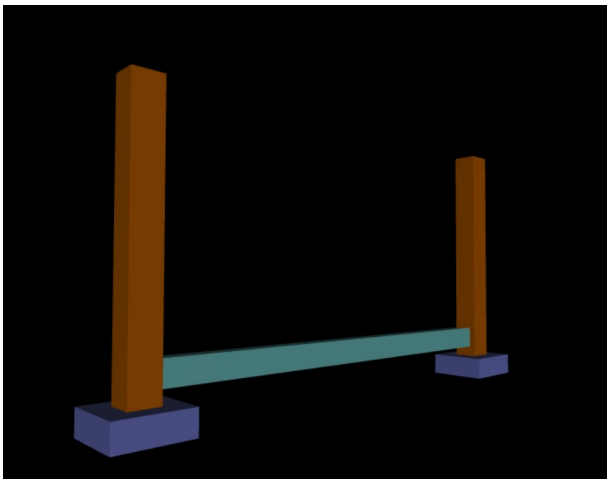
Devido à ausência de informação e pesquisas de caracterização relativas às propriedades físico-mecânicas do solo, as propriedades físico-mecânicas do solo adotadas foram os seguintes parâmetros:

$\sigma_{adm} \geq 1{,}0$ kgf/cm²

As propriedades precisam ser confirmadas em campo por profissional especializado.

7.0 ESBOÇO DA ESTRUTURA

Modelagem no Software - BAR



Modelagem no Software – ESCALA MUSICAL

Obs: o dimensionamento da estrutura da escala musical foi feito manualmente.

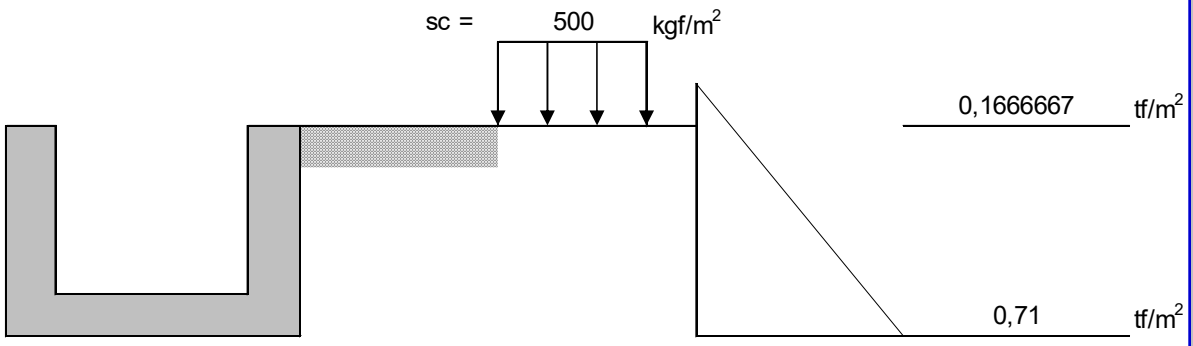
8.0 CARREGAMENTO

Cargas horizontais e no ext.sup. de pilares – BAR

Referência pilar	Hipótese	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
P1	Cargas permanentes	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P2	Cargas permanentes	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cargas – Caixa de Gordura

3 - CÁLCULOS DOS ESFORÇOS

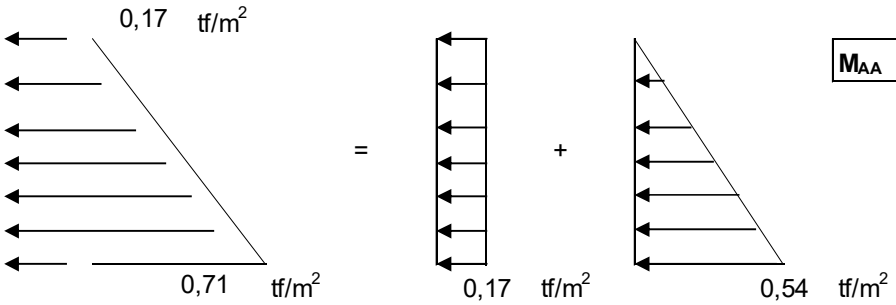


3.1 - Empuxo com sobrecarga

$$E = \frac{1}{2} k\gamma \left(H^2 - h_0^{\,2}\right)$$

E_{AA} = 0,39 tf/m

M_{AA} = 15,43 kN.cm



Cargas – Escala Musical

Piso	S.C.U (t/m²)	C. permanentes (t/m²)
Trecho em curva	0.10	0.10
Topo (entre o final retilíneo e inicio da curva)	0.10	0.10
Fundação	0.15	0.10

ESTADOS LIMITES

E.L.U. Concreto E.L.Util Fendilhação. E.L.U. Concreto em fundações	NRB 6118:2014(ELU)
Tensões sobre o terreno Deslocamentos	Ações características

SITUAÇÕES DE PROJETO

Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

- Com coeficientes de combinação

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_{Q1}\Psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

- Sem coeficientes de combinação

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$$

G_k Ação permanente;
Q_k Ação variável;
γ_G Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes;
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de segurança da ação variável principal;
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento;
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinação da ação variável principal;
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento.

Coeficientes parciais de segurança (γ) e coeficientes de combinação (ψ)
Para cada situação de projeto e estado limite, os coeficientes a utilizar serão:

E.L.U. Concreto: NBR 6118:2014

E.L.U. Concreto em fundações: NBR 6118:2014

Situação 1				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.400	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.400	1.000	0.500
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

E.L.Util Fendilhação: NBR 6118:2014

Situação 1				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.400	0.300
Vento (Q)	0.000	1.000	0.300	0.000

- Tensões sobre o terreno

Ações variáveis		
	Coeficientes parciais de segurança (γ)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000

- Deslocamentos

Ações variáveis		
	Coeficientes parciais de segurança (γ)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000

9.0 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA

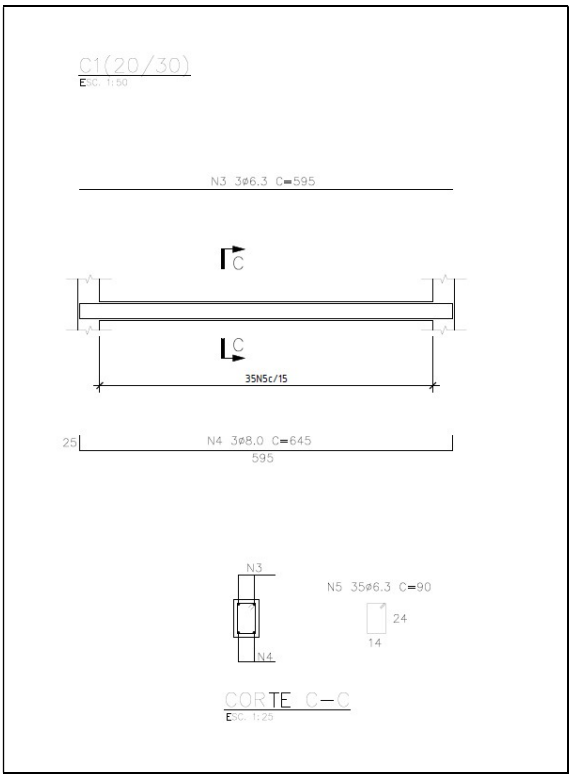
a. DIMENSIONAMENTO – BAR DA PISCINA

PILARES:

Armadura de pilares									
Concreto: C30, em geral									
Pilar	Geometria			Armaduras				Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensões (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Cantos	Taxa (%)	Descrição[1]	Espaçamento (cm)		
P1	Topo	35x35	0.00/2.77		0.40	1eØ6.3	15	1.3	Passa
	Cintamento	35x35	-0.45/-0.30	4Ø12.5	0.40	1eØ6.3	15	13.3	Passa
	Fundação	-	-	4Ø12.5	0.40	1eØ6.3	-	2.3	Passa
P2	Topo	35x35	0.00/2.77		0.40	1eØ6.3	15	1.3	Passa
	Cintamento	35x35	-0.45/-0.30	4Ø12.5	0.40	1eØ6.3	15	13.3	Passa
	Fundação	-	-	4Ø12.5	0.40	1eØ6.3	-	2.3	Passa
Notas: [1] *e = estribo, r = ramo*									

1.1.- CINTA

1.1.- C 1



SAPATAS:

Referências	Geometria	Armadura
P1, P2	Sapata quadrada Largura: 85.0 cm Altura: 30.0 cm	X: 3Ø10c/26 Y: 3Ø10c/26

Referência: P1 Dimensões: 85 x 85 x 30 Soldados: Xi:Ø10c/26 Yi:Ø10c/26		
Verificação	Valores	Estado
Tensões sobre o terreno: *Critério da CYPE*		
-Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 1 kgf/cm² Calculado: 0.418 kgf/cm²	Passa
-Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 1.25 kgf/cm² Calculado: 0.68 kgf/cm²	Passa
Tombamento da sapata:		
-Na direção X *(1)*		Não aplicável
-Na direção Y: *Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.* *(1) Sem momento de tombamento*	Reserva segurança: 380.7 %	Passa
Flexão na sapata:		
-Na direção X:	Momento: 0.19 t·m	Passa
-Na direção Y:	Momento: 0.30 t·m	Passa
Cortante na sapata:		
-Na direção X:	Cortante: 0.00 t	Passa
-Na direção Y:	Cortante: 0.00 t	Passa
Compressão oblíqua na sapata:		
-Combinações fundamentais: *Critério da CYPE*	Máximo: 655.3 t/m² Calculado: 11.42 t/m²	Passa
Altura mínima: *Critério da CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação:		
-P1:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: *Critério da CYPE*	Mínimo: 0.001	
-Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa

Referência: P1
Dimensões: 85 x 85 x 30
Soldados: Xi:Ø10c/26 Yi:Ø10c/26

Verificação	Valores	Estado
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão: *Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2*	Calculado: 0.0011	
- Armadura inferior direção X:	Mínimo: 0.0001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.0002	Passa
Diâmetro mínimo das barras: - Malha inferior: *Critério da CYPE*	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: *Critério da CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 20 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: *Critério da CYPE, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 20cm	Passa
Comprimento de ancoragem: *Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 12 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 13 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 13 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 13 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 13 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 11 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		

Referência: P2
Dimensões: 85 x 85 x 30
Soldados: Xi:Ø10c/26 Yi:Ø10c/26

Verificação	Valores	Estado
Tensões sobre o terreno: *Critério da CYPE*		

Referência: P2
Dimensões: 85 x 85 x 30
Soldados: Xi:Ø10c/26 Yi:Ø10c/26

Verificação	Valores	Estado
-Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 1 kgf/cm² Calculado: 0.418 kgf/cm²	Passa
-Tensão máxima em combinações fundamentais:	Máximo: 1.25 kgf/cm² Calculado: 0.68 kgf/cm²	Passa
Tombamento da sapata: -Na direção X *(1)* -Na direção Y: *Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.* *(1) Sem momento de tombamento*	Reserva segurança: 380.7 %	Não aplicável Passa
Flexão na sapata: -Na direção X: -Na direção Y:	Momento: 0.19 t·m Momento: 0.30 t·m	Passa Passa
Cortante na sapata: -Na direção X: -Na direção Y:	Cortante: 0.00 t Cortante: 0.00 t	Passa Passa
Compressão oblíqua na sapata: -Combinações fundamentais: *Critério da CYPE*	Máximo: 655.3 t/m² Calculado: 11.42 t/m²	Passa
Altura mínima: *Critério da CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação: -P2:	Mínimo: 12 cm Calculado: 24 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: *Critério da CYPE* -Armadura inferior direção X: -Armadura inferior direção Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Passa Passa
Quantia mínima necessária por flexão: *Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2* -Armadura inferior direção X: -Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	Passa Passa
Diâmetro mínimo das barras: -Malha inferior: *Critério da CYPE*	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa

Referência: P2
Dimensões: 85 x 85 x 30
Soldados: Xi:Ø10c/26 Yi:Ø10c/26

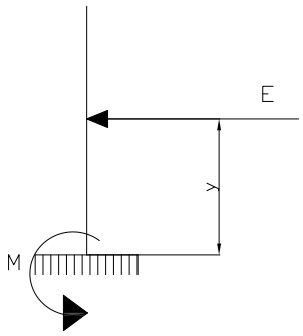
Verificação	Valores	Estado
Espaçamento máximo entre barras: *Critério da CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 20cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: *Critério da CYPE, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 20 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: *Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 12 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 13 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 13 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 13 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 13 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 11 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		

b. DIMENSIONAMENTO – CAIXA DE GORDURA

4 - CÁLCULO ESTRUTURAL

4.1 - Armadura de cálculo

Modelo Estrutural Empregado



$M_{d,mín}$	=	15,4	kN.cm		
k	=	0,0030	<	0,320	P/ fck ≤ 35 MPa
As	=	0,25	cm^2		

4.2 - Armadura Mínima principal

As,min	=	3,46	cm^2	ϕ	8,0	c/	15	cm	(Paredes Laterais)

4.3 - Armadura Secundária

As	=	0,69	cm^2	ϕ	8,0	c/	20	cm	(Paredes na seção)

c. DIMENSIONAMENTO – ESCALA MUSICAL

RADIER:

Lajes fundação	Altura (cm)	Coef. de recalque (t/m³)	Tensão admissível em combinações fundamentais (kgf/cm²)	Tensão admissível em combinações acidentais (kgf/cm²)
Todas	30	2200.00	1.00	1.00

- Espessura = 30 cm
- Seção = 4,40m x 2,15m
- Carregamentos = PP = 0,30 m x 2500 kgf/m² = 750 kgf/m²

  Reação dos Pilares = 250 kgf/m²

PARA LAJE QUALQUER				
CONCRETO=	25	MPa		
Fc=	1,51785714			
Mmax SERVIÇO=	600	Kgf.m		
Espessura=	30	cm		
K=	0,00731784	K'=	0,007318	
As=	0,71	cm²/m		

PÓRTICO:

Armadura de pilares									
Concreto: C30, em geral									
Pilar	Geometria			Armaduras				Aprov. (%)	Estado
				Barras		Estribos			
	Planta	Dimensões (cm)	Tramo (m)	Cantos	Taxa (%)	Descrição(1)	Espaçamento (cm)		
P1	2.16	20x20	0.00/2.16	4Ø12.5	1.23	1eØ6.3	15	0.3	Passa
	Fundação	-	-	4Ø12.5	1.23	1eØ6.3	-	0.3	Passa
P2	2.16	20x20	0.00/2.16	4Ø12.5	1.23	1eØ6.3	15	0.3	Passa

Armadura de pilares									
Concreto: C30, em geral									
Pilar	Geometria			Armaduras				Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensões (cm)	Tramo (m)	Barras		Estribos			
				Cantos	Taxa (%)	Descrição(1)	Espaçamento (cm)		
	Fundação	-	-	4Ø12.5	1.23	1eØ6.3	-	0.3	Passa
Notas: *(1) e = estribo, r = ramo*									

PARTE CURVA:

- Carregamento considerado:

  Cargas concentradas = 100 Kgf x 3 = 300 Kgf

  Carregamento linear = 100 Kgf/m

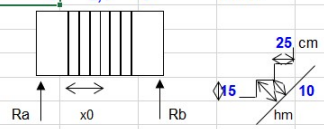
- Seção: 20 cm x 20 cm

PARA VIGA - FLEXÃO NORMAL		
CONCRETO=	25	Mpa
B=	20	cm
Altura H=	20	cm
Mmax serv.=	345	Kgf.m
Fc=	1,518	
K=	0,052	
K'=	0,052	
As1=	0,652	cm²
As2=	0,000	cm²
As total=	0,652	cm²
x (linha neutra) =	1,134	cm

PARA VIGA - CORTANTE		
V_s =	500,00	Kgf
b_w =	20	cm
d =	17	cm
f_{ck}=	25	Mpa
$\sigma_{aço}$=	5000	kgf/cm²
τ_{wd} =	2,06	kgf/cm²
τ_{wd2} =	43,39	kgf/cm²
τ_{c0} =	7,69	kgf/cm²
τ_{c1} =	7,69	kgf/cm²
ρ_w=	-0,14	
$\rho_{w.min}$=	0,10	
A_{sw}=	2,05	cm²/m
$A_{sw}/2$=	1,03	cm²/m
ESPAÇAMENTO MÁXIMO=		10,2

ESCADA:

0	2,4	0	metros



tgα=	0,60	α=	0,54
h1=	11,66	hm=	19,16

	Cargas kgf/m²		
	Patamar 1	Degrau	Patamar 2
PP	250	479,05	250
SC	0	0	0
Revest.	100	100	100
Corrim.	0	0	0
TOTAL	350	579,05	350

K=	0,07	
K'=	0,07	
As=	1,86	cm²/m
As/5=	1,01	cm²/m

Reações								
			I=	8333,333	cm^4	Concreto=	25	Mpa
Ra=	694,86	Kgf	Ec=	23800	Kgf/cm²	qm=	579	Kgf/m
Rb=	694,86	Kgf	E=	119000	Kgf/cm²	Δ=	0,5	
x0=	1,20	m	flecha admissível=		0,96	cm		
Mmáx=	416,91	Kgf.m		flecha (f)=	0,252	PASSOU!		