

**PONTE ESTRADA GERAL VARGEM DO CEDRO
(RANCHO DOS TEMPEROS)**

SÃO MARTINHO/SC

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO
DO PROJETO ESTRUTURAL**

Florianópolis, Maio de 2019



ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	4
2 PARÂMETROS DE PROJETO.....	4
2.1 MATERIAIS CONSTITUINTES	4
2.2 CARGAS PERMANENTES	5
2.3 CARGAS ACIDENTAIS.....	5
3 COMBINAÇÕES	6
3.1 COMBINAÇÕES ÚLTIMAS	6
3.2 COMBINAÇÕES EM SERVIÇO	6
4 MEMORIAL DE CÁLCULO SUPERESTRUTURA	7
4.1 DADOS DO PROJETO	7
4.2 DIMENSIONAMENTO DAS TRANSVERSINAS	9
4.3 DIMENSIONAMENTO DAS LONGARINAS	9
4.4 DIMENSIONAMENTO DAS ALAS	28
4.5 DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS DE REFORÇO	30
4.6 DIMENSIONAMENTO DAS LAJES	33
5 MEMORIAL DE CÁLCULO MESOESTRUTURA	36
5.1 RESUMO DAS CARGAS NA MESOESTRUTURA	36
5.2 DIMENSIONAMENTO DOS APARELHOS DE APOIO EM ELASTÔMEROS.....	38
6 MEMORIAL DE CÁLCULO INFRAESTRUTURA.....	41
7 EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	42
7.1 GENERALIDADES	42
7.2 MATERIAIS CONSTITUINTES	43
7.3 DOSAGEM DO CONCRETO ARMADO MOLDADO “IN LOCO”	45
7.4 MISTURA E ADENSAMENTO	46
7.5 TRANSPORTE, PREPARO DA SUPERFÍCIE E LANÇAMENTO DO CONCRETO	47
7.6 ADENSAMENTO	47
7.7 CURA E PROTEÇÃO DO CONCRETO.....	48
7.8 CONTROLE TECNOLÓGICO	48
7.9 FÔRMAS	49
7.10 RETIRADA DAS FÔRMAS E ESCORAMENTO.....	49
7.11 AÇOS.....	50
8 ETAPAS CONSTRUTIVAS DA ESTRUTURA	51
8.1 INSTALAÇÃO DA OBRA.....	51
8.2 MOBILIZAÇÃO.....	51
8.3 EXECUÇÃO DA INFRAESTRUTURA	52
8.4 EXECUÇÃO DA MESOESTRUTURA	53
8.5 EXECUÇÃO DA SUPERESTRUTURA.....	53
8.6 DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA.....	54
8.7 VISTORIA E MANUTENÇÃO DA OBRA	54
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXO 01 - LAUDO DE SONDAGEM	56





1 INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta o memorial descritivo e de cálculo das atividades a serem desenvolvidas na execução do projeto estrutural da Ponte situada na Estrada Geral Vargem do Cedro, município de São Martinho/SC.

2 PARÂMETROS DE PROJETO

Em função dos resultados apresentados nos laudos de sondagens, a obra foi concebida com uma estrutura em concreto armado com fundações diretas, em sapatas com dimensões em planta de 3,25m por 3,25m.

A análise estrutural da Ponte foi realizada utilizando-se *software* de elementos finitos modelando-se as lajes como elementos de casca e os pilares e vigas com elementos de viga espacial. O dimensionamento e detalhamento foram realizados a partir dos esforços obtidos na análise estrutural, através de programas desenvolvidos pelo autor do projeto.

2.1 MATERIAIS CONSTITUINTES

- **Concreto:** concreto armado com resistência característica à compressão aos 28 dias (f_{ck}) de 35 MPa, para os elementos constituintes da Infraestrutura, Mesoestrutura e Superestrutura, inclusive as Longarinas moldadas *in loco*;
- **Armadura Passiva:** Aço CA-50 ($f_{yk} = 500$ MPa) ou CA-60 ($f_{yk} = 600$ MPa). As armaduras deverão ter cobrimento nominal de 30mm para as vigas e pilares e 25mm para as lajes do tabuleiro, considerando-se controle rigoroso na execução.



2.2 CARGAS PERMANENTES

Os valores de peso próprio dos materiais utilizados são os recomendados pela NBR 6120, apresentados na Tabela (1).

Tabela (1) – Peso específico dos materiais.

Material	Peso Específico
Concreto Armado	25 kN/m ³
Concreto Magro	24 kN/m ³

2.3 CARGAS ACIDENTAIS

A Norma NBR 7188 – Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre estabelece Trem-Tipo 30, com peso total de 35ton, além das cargas distribuídas de 500 kgf/m² aplicadas em todo o passeio, na posição mais desfavorável.



3 COMBINAÇÕES

3.1 COMBINAÇÕES ÚLTIMAS

As combinações últimas foram geradas a partir do caso de carregamento permanente, majorado em 35% e também, a partir das cargas acidentais majoradas em 50%.

3.2 COMBINAÇÕES EM SERVIÇO

As combinações em serviço foram geradas a partir dos casos de carregamento normais e excepcionais com seus valores característicos. A partir destas combinações as fissuras foram verificadas conforme o Item 17.3.3 da NBR 6118:2014 – Estado Limite de Fissuração.



4 MEMORIAL DE CÁLCULO SUPERESTRUTURA

4.1 DADOS DO PROJETO

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICA DA OAE:

- Trem-Tipo Classe 30 tf;
- Vão Central do tabuleiro: 10.8 m;
- Vão em balanço do tabuleiro: 2.7 m;
- Largura do tabuleiro: 8.55 m;
- Número total de longarinas: 5, com distância transversal de 1.71 m;

LAJES DO TABULEIRO:

- Espessura das Lajes: 0.22 m;
- Altura Mísula Central: 0 m;
- Largura Mísula Central: 0 m;

LONGARINAS:

- Altura Total: 1.00 m;
- Largura da Alma: 0.25 m;

TRANSVERSINAS:

- Largura das Transversinas: 0.25 m;
- Altura das Transversinas: 0.85 m;
- No. de Transversinas no Vão Central: 1 m;



ALAS:

- Largura das Alas: 0.25 m;
- Altura Inclínada da Ala: 0.7 m;
- Largura Inclínada da Ala: 1.05 m;

CORTINAS:

- Largura das Cortinas: 0.25 m;
- Largura da Viga de Reforço: 0.3 m;
- Altura da Viga de Reforço: 0.25 m;

PISTAS DE ROLAMENTO:

- Número de Pistas de Rolamento: 1;
- Pista de Rolamento: 1: $1.750000\text{m} < x < 8.150000\text{m}$;

PASSEIOS:

- Número de Passeios: 1;
- Pista de Passeio: 1: $0.150000\text{m} < x < 1.350000\text{m}$;

CONCRETO ESTRUTURAL:

- Resistência característica do concreto (f_{ck}) das Superestrutura: 35 MPa;
- Resistência característica do concreto (f_{ck}) das Longarinas: 35 MPa;



4.2 DIMENSIONAMENTO DAS TRANSVERSINAS

CARACTERÍSTICAS:

- Largura das Transversinas: 0.25 m;
- Altura das Transversinas: 0.85 m;
- Largura da Mesa: 0.592 m;
- Espessura da Mesa: 0.22 m;
- Vão de cálculo das Transversinas: 1.71 m;
- Comprimento de Influência Longitudinal: 5.4 m;
- Área de Influência Lajes: 1.0658 m²;

CARGAS PERMANENTES:

- Peso próprio Mísula Laje: 0 kN/m²;
- Peso próprio Laje: 5.5 kN/m²;
- Peso próprio Pavimento: 1.2 kN/m²;
- Peso próprio Transversina: 5.3125 kN/m;
- Carga Total distribuída: 10.2035 kN/m;

ENVOLTÓRIA MOMENTOS FLETORES DE DIMENSIONAMENTO:

Seção*	Mg(KN.m)	Mq+(KN.m)	Mdmax(KN.m)
1	0	0	0
2	2.0719	50.812	79.015
3	3.3151	81.299	126.42
4	3.7295	91.461	142.23

* A seção 1 corresponde ao apoio e a seção 4 à seção central.



DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO E VERIFICAÇÃO À FADIGA:

Seção*	Md+(KN.m)	As+(cm ²)	Asd+(cm ²)	dS(MPa)	AsFad+(cm ²)	Nb(12.5mm)
1	0	3.485	0	0	3.485	3
2	79.015	3.485	0	129.33	3.485	3
3	126.42	3.6557	0	174.94	4.1357	4
4	142.23	4.1127	0	174.99	4.6627	4

* A seção 1 corresponde ao apoio e a seção 4 à seção central.

Seção*	Md-(KN.m)	As-(cm ²)	Asd-(cm ²)	dS(MPa)	AsFad-(cm ²)	Nb(12.5mm)
1	0	3.485	0	0	3.485	3
2	-26.338	3.485	0	43.952	3.485	3
3	-42.141	3.485	0	70.323	3.485	3
4	-47.409	3.485	0	79.114	3.485	3

* A seção 1 corresponde ao apoio e a seção 4 à seção central.

ENVOLTÓRIA ESFORÇOS CORTANTES DE DIMENSIONAMENTO

Seção*	Vg(KN)	Vq+(KN)	Vq-(KN)	Vdmax(KN)	Vdmin(KN)
1	8.724	213.95	0	332.69	8.724
2	5.816	177.22	-34.161	273.68	-45.426
3	2.908	140.92	-67.895	215.31	-98.935
4	0	105.05	-101.2	157.57	-151.8

* A seção 1 corresponde ao apoio e a seção 4 à seção central.



DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO E VERIFICAÇÃO À FADIGA:

Seção*	Vd(KN)	Asw(cm ²)	dS(MPa)	AswFad(cm ²)	esp.**(cm)
1	332.69	4.2161	195.72	9.7078	6.4222
2	273.68	3.21	197.08	7.4425	8.3769
3	215.31	3.21	199.2	7.5226	8.2877
4	157.57	3.21	202.9	7.6623	8.1366

* A seção 1 corresponde ao apoio e a seção 4 à seção central;

** Espaçamento obtido para estribos de 2 ramos constituído de barras com diâmetro de 6.3mm.



4.3 DIMENSIONAMENTO DAS LONGARINAS

PROPRIEDADES DO CONCRETO AOS 28 DIAS (FCK):

- Resistência Característica à Compressão aos 28 dias (fck): 35 MPa;
- Módulo de Elast. Secante do Concreto: 29402.9165 MPa;
- Resistência à Tração Média: 3.21 MPa;
- Resistência à Tração Inferior: 2.247 MPa;
- Tensão Resistente Concreto à Tração: 2.6964 MPa;
- Tensão Resistente Concreto à Compressão: 24.5 MPa.

RESULTADOS OBTIDOS PARA AS CARGAS PERMANENTES:

RESUMO DAS CARGAS, em KN/m:

N	Viga	Laje	Enchimento	Pavim	Total (KN/m)
1	4.875	9.405	1.5776	1.5247	17.382
2	4.875	9.405	1.9743	2.0219	18.276
3	4.875	9.405	2.371	2.519	19.17
4	4.875	9.405	2.7677	3.0162	20.064
5	4.875	9.405	3.1644	3.5134	20.958



ESFORÇOS INTERNOS ATUANTES:

Para o cálculo dos esforços internos das longarinas, no vão central, foram consideradas 11 seções igualmente espaçadas de 1.08 metros. Para o vão de Bordo foram consideradas 4 seções igualmente espaçadas de 0.9 metros.

Carga Permanente: 20.9578 KN/m

Seção Vgk(KN) Mgk(KN.m)

1	-24.14	-0.0002414
2	-43.002	-30.214
3	-61.864	-77.404
4	-80.726	-141.57
5	115.44	-141.57
6	92.809	-29.113
7	70.174	58.898
8	47.54	122.46
9	24.905	161.58
10	2.2711	176.26
11	-24.905	161.58
12	-47.54	122.46
13	-70.174	58.898
14	-92.809	-29.113
15	-115.44	-141.57
16	80.726	-141.57
17	61.864	-77.404
18	43.002	-30.214
19	24.14	-0.0002414



RESUMO DOS RESULTADOS:

Viga	g(KN/m)	Ray(KN)	Rby(KN)	Vmax(KN)	Vmin(KN)	Mmax(KN.m)	Mmin(KN.m)
1	17.382	171.75	171.75	96.135	-96.135	137.16	-128.54
2	18.276	180.13	180.13	103.23	-103.23	174.51	-116.48
3	19.17	187.37	187.37	108.06	-108.06	184.29	-119.74
4	20.064	194.61	194.61	112.89	-112.89	194.06	-123
5	20.958	200.71	200.71	115.44	-115.44	176.26	-141.57

ESTADO LIMITE DE SERVIÇO:

Viga	g(KN/m)	UyMax(m)
1	17.382	0.0024069
2	18.276	0.0025306
3	19.17	0.0026544
4	20.064	0.0027782
5	20.958	0.0029019

RESULTADOS OBTIDOS PARA AS CARGAS MÓVEIS:

CARACTERÍSTICAS DO PROJETO:

- Trem-Tipo Classe 30 tf;
- Carga por roda: 50 KN;
- Carga distribuída vão central: 5 KN/m²;
- Largura de contato de cada roda: 0.4 m;
- Comprimento de contato de cada roda: 0.20 m.



RESUMO DOS VALORES DAS LINHAS DE INFLUÊNCIA TRANSVERSAIS:

Longarina	N+	N-	APr+	APr-	APas+	APas-
1	0.63977	-0.15556	1.0488	-0.27411	0.73474	0
2	0.51988	0	1.0334	-0.0060534	0.48737	0
3	0.4	0	1.28	0	0.24	0
4	0.67778	0	1.5326	0	0.0071645	-0.014533
5	0.95556	0	1.8241	-0.038844	0	-0.25474

RESUMO DAS CARGAS:

TREM-TIPO POSITIVO

Longarina	N+	APr+	APas+	P+(KN)	qPr+(KN/m)	qPas+(KN/m)
1	0.63977	1.0488	0.73474	22.392	5.2442	2.2042
2	0.51988	1.0334	0.48737	18.196	5.1671	1.4621
3	0.4	1.28	0.24	14	6.4	0.72
4	0.67778	1.5326	0.0071645	23.722	7.6632	0.021493
5	0.95556	1.8241	0	33.444	9.1205	0

TREM-TIPO NEGATIVO

Longarina	N-	APr-	APas-	P-(KN)	qPr-(KN/m)	qPas-(KN/m)
1	-0.15556	-0.27411	0	-5.4444	-1.3705	0
2	0	-0.0060534	0	0	-0.030267	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	-0.014533	0	0	-0.043599
5	0	-0.038844	-0.25474	0	-0.19422	-0.76421

LINHAS DE INFLUÊNCIA LONGITUDINAIS:

- Coeficiente de impacto Vertical Total vão central: 1.6859;
- Coeficiente de impacto Vertical Total vão em balanço: 1.6875;
- Carga Homogeneizada (+) por roda vão central: 56.3825 KN;
- Carga Homogeneizada (+) por roda vão em balanço: 56.4375 KN;
- Carga distribuída (+) vão central: 15.3759 KN/m²;
- Carga distribuída (+) vão em balanço: 15.3909 KN/m²;
- Carga Homogeneizada (-) por roda vão central: 0 KN;
- Carga Homogeneizada (-) por roda vão em balanço: 0 KN;
- Carga distribuída (-) vão central: -1.0916 KN/m²;
- Carga distribuída (-) vão em balanço: -1.092 KN/m².

MOMENTOS FLETORES POSITIVOS DEVIDO ÀS CARGAS MÓVEIS

Seção	SALIMpc	SNLIMpc	MqposLc01	MqposLc02
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	5.4e-05	2.5833e-05	0.0022868	-5.8948e-05
6	5.2488	2.466	219.74	-5.7298
7	9.3312	4.284	385.02	-10.186
8	12.247	5.454	495.82	-13.369
9	13.997	6.276	569.07	-15.279
10	14.58	6.6	596.31	-15.916
11	13.997	6.276	569.07	-15.279

12	12.247	5.454	495.82	-13.369
13	9.3312	4.284	385.02	-10.186
14	5.2488	2.466	219.74	-5.7298
15	5.4e-05	2.5833e-05	0.0022868	-5.8948e-05
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0

MOMENTOS FLETORES NEGATIVOS DEVIDO ÀS CARGAS MÓVEIS

Seção	SALIMnb	SNLIMnb	MqnegLc01	MqnegLc02
1	0	0	0	0
2	-0.405	-0.9	-57.027	0.44224
3	-1.62	-2.1	-143.45	1.769
4	-3.645	-3.9	-276.2	3.9801
5	-3.645	-3.9	-276.21	3.9802
6	-3.645	-3.51	-254.2	3.9802
7	-3.645	-3.12	-232.18	3.9802
8	-3.645	-2.73	-210.17	3.9802
9	-3.645	-2.34	-188.16	3.9802
10	-3.645	-1.95	-166.15	3.9802
11	-3.645	-2.34	-188.16	3.9802
12	-3.645	-2.73	-210.17	3.9802
13	-3.645	-3.12	-232.18	3.9802
14	-3.645	-3.51	-254.2	3.9802
15	-3.645	-3.9	-276.21	3.9802



16	-3.645	-3.9	-276.2	3.9801
17	-1.62	-2.1	-143.45	1.769
18	-0.405	-0.9	-57.027	0.44224
19	-6.3109e-30	-3.5527e-15	-2.0051e-13	6.8912e-30

ESFORÇOS CORTANTES NEGATIVOS DEVIDO ÀS CARGAS MÓVEIS

Seção	AnVc	AnVb	SNLIVnc	SNLIVnb	VqnegLc01	VqnegLc02
1	0	0	0	-1	-56.438	0
2	0	-0.9	0	-1	-70.289	0.98276
3	0	-1.8	0	-2	-140.58	1.9655
4	0	-2.7	0	-2	-154.43	2.9483
5	-4.6296e-12	-0.3375	-9.2593e-07	-0.36111	-25.575	0.36853
6	-0.054	-0.3375	-0.1	-0.36111	-26.405	0.42748
7	-0.216	-0.3375	-0.26111	-0.36111	-28.896	0.60433
8	-0.486	-0.3375	-0.48333	-0.36111	-39.919	0.89907
9	-0.864	-0.3375	-0.78333	-0.36111	-62.645	1.3117
10	-1.35	-0.3375	-1.0833	-0.36111	-87.033	1.8422
11	-1.944	-0.3375	-1.3833	-0.36111	-113.08	2.4907
12	-2.646	-0.3375	-1.6833	-0.36111	-140.79	3.257
13	-3.456	-0.3375	-1.9833	-0.36111	-170.16	4.1412
14	-4.374	-0.3375	-2.2833	-0.36111	-201.19	5.1433
15	-5.4	-0.3375	-2.5833	-0.36111	-233.88	6.2633
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0

ESFORÇOS CORTANTES POSITIVOS DEVIDO ÀS CARGAS MÓVEIS

Seção	ApVc	ApVb	SNLIVpc	SNLIVpb	VqposLc01	VqposLc02
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	5.4	0.3375	2.5833	0.36111	233.88	-6.2633
6	4.374	0.3375	2.2833	0.36111	201.19	-5.1433
7	3.456	0.3375	1.9833	0.36111	170.16	-4.1412
8	2.646	0.3375	1.6833	0.36111	140.79	-3.257
9	1.944	0.3375	1.3833	0.36111	113.08	-2.4907
10	1.35	0.3375	1.0833	0.36111	87.033	-1.8422
11	0.864	0.3375	0.78333	0.36111	62.645	-1.3117
12	0.486	0.3375	0.48333	0.36111	39.919	-0.89907
13	0.216	0.3375	0.26111	0.36111	28.896	-0.60433
14	0.054	0.3375	0.1	0.36111	26.405	-0.42748
15	4.6296e-12	0.3375	9.2593e-07	0.36111	25.575	-0.36853
16	0	2.7	0	2	154.43	-2.9483
17	0	1.8	0	2	140.58	-1.9655
18	0	0.9	0	1	70.289	-0.98276
19	0	3.5527e-15	0	1	56.438	-3.8794e-15



DETERMINAÇÃO DO ESTADO LIMITE DE SERVIÇO (FADIGA)

ELS Esforços Cortantes

Seção	Vgk	VqMax	VqMin	VdMax	VdMin	VMax+	VMax-
1	-24.14	0	-56.438	-24.14	-117.25	-24.14	-52.359
2	-43.002	0.98276	-70.289	-41.528	-163.49	-42.51	-78.147
3	-61.864	1.9655	-140.58	-58.916	-294.38	-60.881	-132.15
4	-80.726	2.9483	-154.43	-76.303	-340.63	-79.252	-157.94
5	115.44	233.88	-25.575	506.67	77.081	232.38	102.66
6	92.809	201.19	-26.405	427.07	53.201	193.4	79.606
7	70.174	170.16	-28.896	349.97	26.831	155.25	55.726
8	47.54	140.79	-39.919	275.36	-12.338	117.93	27.581
9	24.905	113.08	-62.645	203.24	-69.063	81.446	-6.4173
10	2.2711	87.033	-87.033	133.62	-128.28	45.788	-41.245
11	-24.905	62.645	-113.08	69.063	-203.24	6.4173	-81.446
12	-47.54	39.919	-140.79	12.338	-275.36	-27.581	-117.93
13	-70.174	28.896	-170.16	-26.831	-349.97	-55.726	-155.25
14	-92.809	26.405	-201.19	-53.201	-427.07	-79.606	-193.4
15	-115.44	25.575	-233.88	-77.081	-506.67	-102.66	-232.38
16	80.726	154.43	-2.9483	340.63	76.303	157.94	79.252
17	61.864	140.58	-1.9655	294.38	58.916	132.15	60.881
18	43.002	70.289	-0.98276	163.49	41.528	78.147	42.51
19	24.14	56.438	-3.8794e-15	117.25	24.14	52.359	24.14



ELS Momentos Fletores

Seção	Mgk	MqMax	MqMin	MdMax	MdMin	MMax+	MMax-
1	-0.0002414	0	0	-0.0002414	-0.00032589	-0.0002414	-0.0002414
2	-30.214	0.44224	-57.027	-29.551	-126.33	-29.993	-58.728
3	-77.404	1.769	-143.45	-74.75	-319.67	-76.519	-149.13
4	-141.57	3.9801	-276.2	-135.6	-605.42	-139.58	-279.67
5	-141.57	3.9802	-276.21	-135.6	-605.43	-139.58	-279.67
6	-29.113	219.74	-254.2	300.5	-420.6	80.759	-156.21
7	58.898	385.02	-232.18	657.04	-289.38	251.41	-57.195
8	122.46	495.82	-210.17	909.06	-192.8	370.37	17.376
9	161.58	569.07	-188.16	1071.7	-120.66	446.12	67.502
10	176.26	596.31	-166.15	1132.4	-72.97	474.41	93.183
11	161.58	569.07	-188.16	1071.7	-120.66	446.12	67.502
12	122.46	495.82	-210.17	909.06	-192.8	370.37	17.376
13	58.898	385.02	-232.18	657.04	-289.38	251.41	-57.195
14	-29.113	219.74	-254.2	300.5	-420.6	80.759	-156.21
15	-141.57	3.9802	-276.21	-135.6	-605.43	-139.58	-279.67
16	-141.57	3.9801	-276.2	-135.6	-605.42	-139.58	-279.67
17	-77.404	1.769	-143.45	-74.75	-319.67	-76.519	-149.13
18	-30.214	0.44224	-57.027	-29.551	-126.33	-29.993	-58.728
19	-0.0002414	0	0	-0.0002414	-0.00032589	-0.0002414	-0.0002414



DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO

Dimensionamento Momentos Positivos

Secao	Md+(MNm)	d(cm)	As+(cm ²)	AsDupla(cm ²)	AsFEf-(cm ²)	Nb(25mm)
1	-2.414e-07	90.12	4.1	0	4.9087	1
2	-0.029551	90.12	4.1	0	4.9087	1
3	-0.07475	90.12	4.1	0	4.9087	1
4	-0.1356	90.12	4.1	0	4.9087	1
5	-0.1356	90.12	4.1	0	4.9087	1
6	0.3005	90.12	7.9065	0	9.8175	2
7	0.65704	90.12	17.287	0	19.635	4
8	0.90906	90.12	23.918	0	24.544	5
9	1.0717	90.12	28.198	0	29.452	6
10	1.1324	90.12	29.795	0	34.361	7
11	1.0717	90.12	28.198	0	29.452	6
12	0.90906	90.12	23.918	0	24.544	5
13	0.65704	90.12	17.287	0	19.635	4
14	0.3005	90.12	7.9065	0	9.8175	2
15	-0.1356	90.12	4.1	0	4.9087	1
16	-0.1356	90.12	4.1	0	4.9087	1
17	-0.07475	90.12	4.1	0	4.9087	1
18	-0.029551	90.12	4.1	0	4.9087	1
19	-2.414e-07	90.12	4.1	0	4.9087	1



Dimensionamento Momentos Negativos

Secao	Md-(MNm)	d(cm)	As-(cm ²)	AsDupla(cm ²)	AsFEf-(cm ²)	Nb(25mm)
1	-3.2589e-07	90.12	4.1	0	4.9087	1
2	-0.12633	90.12	4.1	0	4.9087	1
3	-0.31967	90.12	8.5216	0	9.8175	2
4	-0.60542	90.12	16.703	0	19.635	4
5	-0.60543	90.12	16.703	0	19.635	4
6	-0.4206	90.12	11.381	0	14.726	3
7	-0.28938	90.12	7.6804	0	9.8175	2
8	-0.1928	90.12	5.0727	0	9.8175	2
9	-0.12066	90.12	4.1	0	4.9087	1
10	-0.07297	90.12	4.1	0	4.9087	1
11	-0.12066	90.12	4.1	0	4.9087	1
12	-0.1928	90.12	5.0727	0	9.8175	2
13	-0.28938	90.12	7.6804	0	9.8175	2
14	-0.4206	90.12	11.381	0	14.726	3
15	-0.60543	90.12	16.703	0	19.635	4
16	-0.60542	90.12	16.703	0	19.635	4
17	-0.31967	90.12	8.5216	0	9.8175	2
18	-0.12633	90.12	4.1	0	4.9087	1
19	-3.2589e-07	90.12	4.1	0	4.9087	1



VERIFICAÇÃO À FADIGA

Verificação à Fadiga Momentos Positivos

Secao	As+(cm ²)	dS+[MPa]	dS-[MPa]	dS[MPa]	AsF+(cm ²)	AsFEf+(cm ²)	Nb(25mm)
1	4.1	-4.5303e-05	-4.5303e-05	0	4.1	4.9087	1
2	4.1	-5.6288	-5.6703	0.041498	4.1	4.9087	1
3	4.1	-14.36	-14.526	0.16599	4.1	4.9087	1
4	4.1	-26.195	-26.568	0.37348	4.1	4.9087	1
5	4.1	-26.195	-26.568	0.37348	4.1	4.9087	1
6	7.9065	97.993	-5.5006	103.49	7.9065	9.8175	2
7	17.287	143.85	33.7	110.15	17.287	19.635	4
8	23.918	155.56	51.436	104.12	23.918	24.544	5
9	28.198	160.29	58.057	102.23	28.198	29.452	6
10	29.795	161.8	60.115	101.69	29.795	34.361	7
11	28.198	160.29	58.057	102.23	28.198	29.452	6
12	23.918	155.56	51.436	104.12	23.918	24.544	5
13	17.287	143.85	33.7	110.15	17.287	19.635	4
14	7.9065	97.993	-5.5006	103.49	7.9065	9.8175	2
15	4.1	-26.195	-26.568	0.37348	4.1	4.9087	1
16	4.1	-26.195	-26.568	0.37348	4.1	4.9087	1
17	4.1	-14.36	-14.526	0.16599	4.1	4.9087	1
18	4.1	-5.6288	-5.6703	0.041498	4.1	4.9087	1
19	4.1	-4.5303e-05	-4.5303e-05	0	4.1	4.9087	1



Verificação à Fadiga Momentos Negativos

Secao	As-(cm ²)	dS+[MPa]	dS-[MPa]	dS[MPa]	AsF-(cm ²)	AsFEf-(cm ²)	Nb(25mm)
1	4.1	-0.00055414	-0.00055414	0	4.1	4.9087	1
2	4.1	-134.81	-69.357	65.454	4.1	4.9087	1
3	8.5216	-168.32	-87.364	80.955	8.5216	9.8175	2
4	16.703	-165.36	-83.705	81.655	16.703	19.635	4
5	16.703	-165.36	-83.704	81.656	16.703	19.635	4
6	11.381	-133.42	-24.865	108.55	11.381	14.726	3
7	7.6804	-71.374	11.157	82.531	7.6804	9.8175	2
8	5.0727	3.3281	23.455	20.127	5.0727	9.8175	2
9	4.1	12.668	30.325	17.656	4.1	4.9087	1
10	4.1	17.488	33.079	15.591	4.1	4.9087	1
11	4.1	12.668	30.325	17.656	4.1	4.9087	1
12	5.0727	3.3281	23.455	20.127	5.0727	9.8175	2
13	7.6804	-71.374	11.157	82.531	7.6804	9.8175	2
14	11.381	-133.42	-24.865	108.55	11.381	14.726	3
15	16.703	-165.36	-83.704	81.656	16.703	19.635	4
16	16.703	-165.36	-83.705	81.655	16.703	19.635	4
17	8.5216	-168.32	-87.364	80.955	8.5216	9.8175	2
18	4.1	-134.81	-69.357	65.454	4.1	4.9087	1
19	4.1	-0.00055414	-0.00055414	2.3013e-13	4.1	4.9087	1



VERIFICAÇÃO DO CONCRETO À FADIGA

TENSÕES DE COMPRESSÃO ATUANTES:

Longarina ScVão[MPa] ScApoio[MPa]

1	-0.87637	-1.873
2	-0.89596	-1.6419
3	-0.88616	-1.5736
4	-1.0764	-1.8923
5	-1.2148	-2.3554

Tensão Resistente à Compressão do Concreto à Fadiga = 11.25 MPa;

Verificação à Fadiga na Compressão do Concreto da Seção Central da Ponte atendida;

Verificação à Fadiga na Compressão do Concreto da Seção de Apoio da Ponte atendida;

TENSÕES DE TRAÇÃO ATUANTES:

Longarina StVão[MPa] StApoio[MPa]

1	-0.106	-0.22744
2	-0.1083	-0.19906
3	-0.10706	-0.19061
4	-0.13045	-0.22987
5	-0.14751	-0.28671

Tensão Resistente à Tração do Concreto à Fadiga = 0.48149 MPa;

Verificação à Fadiga na Tração do Concreto da Seção Central da Ponte atendida;

Verificação à Fadiga na Tração do Concreto da Seção de Apoio da Ponte atendida;



DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO E VERIFICAÇÃO À FADIGA

Secao	Asw[cm ² /m]	dSigma[MPa]	Alfa	AswF[cm ² /m]	S[cm](Fi 6.3mm)
1	3.21	0.10464	1	3.21	19
2	3.21	0.094772	1	3.21	19
3	3.21	0.10526	1	3.21	19
4	3.5068	0.10044	1	3.5068	17
5	8.2152	0.11132	1	8.2152	7
6	5.9582	0.11585	1	5.9582	10
7	3.7719	0.12365	1	3.7719	16
8	3.21	0.14266	1	3.21	19
9	3.21	0.1605	1	3.21	19
10	3.21	0.1416	1	3.21	19
11	3.21	0.1605	1	3.21	19
12	3.21	0.14266	1	3.21	19
13	3.7719	0.12365	1	3.7719	16
14	5.9582	0.11585	1	5.9582	10
15	8.2152	0.11132	1	8.2152	7
16	3.5068	0.10044	1	3.5068	17
17	3.21	0.10526	1	3.21	19
18	3.21	0.094772	1	3.21	19
19	3.21	0.10464	1	3.21	19



4.4 DIMENSIONAMENTO DAS ALAS

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DAS ALAS

Largura da Ala = 0.25 m;

Altura da Ala = 1 m;

Altura Trecho Inclinado = 0.7 m;

Largura Trecho Inclinado = 1.05 m;

Largura Viga de Reforço = 0.3 m;

DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS DAS ALAS DEVIDO ÀS CARGAS VERTICAIS

Peso da Ala = 6.1406 kN;

Posição do Centróide da Ala = 0.67844 m;

Carga Adicional Superior = 2 kN/m;

Esforço Cortante Característico Máximo = 8.8406 kN;

Momento Fletor Característico Máximo = 5.9885 kN.m;

DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO DEVIDO ÀS CARGAS VERTICAIS

Momento Fletor de Dimensionamento = 8.0845 kN.m;

Resistência Característica do Concreto = 35 MPa;

$A_s = 4.1 \text{ cm}^2$;

$A_{sComp} \text{ (Arm. dupla)} = 0 \text{ cm}^2$;



DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS DAS ALAS DEVIDO ÀS CARGAS HORIZONTAIS

Pressão do solo = 9 kN/m²;

Pressão de Sobrecarga = 2.5 kN/m²;

Pressão Média = 7 kN/m²;

Momento Fletor Característico = 4.6659 kN.m/m;

DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO DEVIDO ÀS CARGAS HORIZONTAIS

Momento Fletor de Dimensionamento = 6.299 kN.m/m;

Resistência Característica do Concreto = 35 MPa;

As = 4.1 cm²/m;

AsComp (Arm. dupla) = 0 cm²/m;

ARMADURA NA FACE EXTERNA DA ALA

AsMin = 4.1 cm²/m;

ARMADURA VERTICAL MÍNIMA

AswMin = 3.21 cm²/m;

ARMADURA DE PELE:

Armadura de Pele = 2.50 cm²/Face.



4.5 DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS DE REFORÇO

REAÇÃO DAS ALAS SOBRE A VIGA DE REFORÇO:

Reação Alas = 5.45 kN;

Reação Alas + Barreira = 7.83 kN;

Reação Alas + Passeio = 7.90 kN;

EMPUXO DE TERRA SOBRE AS CORTINAS:

Empuxo Horizontal na Cortina - face superior = 6.22 kN/m²;

Empuxo Horizontal na Cortina - face inferior = 10.81 kN/m²;

Altura Equivalente Cortina Bi-Apoiada = 0.77 m;

Reação Horizontal Superior = 2.96 kN/m;

Reação Horizontal Inferior = 3.55 kN/m;

INFORMAÇÕES SOBRE O MODELO NUMÉRICO:

Modelo de viga com seção transversal de 0.25m de largura por 0.55m de altura, considerando-se 4 vãos centrais de 1.71m cada um e 2 vãos em balanço de 0.730m.

Aplicar carga distribuída em toda a extensão de valor de 3.55 kN/m e cargas pontuais na extremidade, no valor de 7.8281kN

ARMADURA DE FLEXÃO DEVIDO AO EMPUXO VERTICAL:

Empuxo Vertical sobre a Viga de Reforço = 30.17 kN/m²;

Largura da Viga de Reforço = 0.30 m;

Esforço Cortante Característico = 9.05 kN/m;

Momento Fletor Característico = 2.49 kN.m/m;

Largura de Dimensionamento = 1.00 m;



Altura de Dimensionamento = 0.25 m;

Cobrimento = 0.030 m;

As = 4.100 cm²/m;

As compressão = 0.000 cm²/m;

DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO:

Altura da Viga de Reforço = 0.55 m;

Largura da Viga de Reforço = 0.25 m;

Cobrimento = 0.030 m;

Resistência Característica do Concreto à Compressão = 35 MPa;

Resistência Característica do Aço à Tração = 500 MPa;

ARMADURA POSITIVA:

Momento Fletor Máximo Característico = 1.14 kN.m;

Momento Fletor Máximo de Dimensionamento = 1.59 kN.m;

As = 2.255 cm²;

As compressão = 0.000 cm²;

ARMADURA NEGATIVA:

Momento Fletor Mínimo Característico = -6.66 kN.m;

Momento Fletor Mínimo de Dimensionamento = -9.32 kN.m;

As = 2.255 cm²;

As compressão = 0.000 cm²;



DIMENSIONAMENTO AO CISALHAMENTO:

Esforço Cortante Máximo Característico = 10.42 kN;

Esforço Cortante Máximo de Dimensionamento = 14.59 kN;

$A_{sw} = 3.210 \text{ cm}^2/\text{m}$;



4.6 DIMENSIONAMENTO DAS LAJES

CARREGAMENTOS PROVENIENTES DAS CARGAS PERMANENTES:

- Pavimento = 1.2 kN/m²;
- Laje = 5.5 kN/m²;
- Mísula = 0 kN/m²;
- Carga Permanente Total = 6.7 kN/m².

ESFORÇOS DEVIDO ÀS CARGAS PERMANENTES

- $l_y/l_x = 3.392$;
- $M_{xmg} = 0.7081$ kN.m/m;
- $M_{ymg} = 0.11717$ kN.m/m;
- $M_{xeg} = 1.4145$ kN.m/m.

ESFORÇOS DEVIDO ÀS CARGAS MÓVEIS: Tabela de Rusch Número 27 - Página 30

- $l_y/l_x = 3.392$;
- Coeficiente de Impacto Vertical = 1.35;
- Coeficiente de Número de Faixas = 1;
- Coeficiente de Impacto Adicional = 1.25;
- Parâmetros Tabela de Rusch: $l_x/a = 0.796$ e $t/a = 0.30142$;
- $M_{xmq+} = 8.4795$ kN.m/m (ML = 0.1005, $M_p = 0$ e $M_{pl} = 0$);
- $M_{ymq+} = 5.8329$ kN.m/m (ML = 0.068131, $M_p = 0$ e $M_{pl} = 0.01$);
- $M_{xeq-} = 19.953$ kN.m/m (ML = 0.21582, $M_p = 0$ e $M_{pl} = 0.20656$);



ENVOLTÓRIA ESTADO LIMITE ÚLTIMO:

Momento	Mg	Mq	Mdim
'+Mxm[kN.m/m]'	[0.7081]	[8.4795]	[13.675]
'+Mym[kN.m/m]'	[0.11717]	[5.8329]	[8.9076]
'-Mxe[kN.m/m]'	[1.4145]	[19.953]	[31.839]

DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO:

Armadura	Mdim[kN.m/m]	As[cm ² /m]	Ascomp[cm ² /m]
'+Asxm'	[13.675]	[3.608]	[0]
'+Asym'	[8.9076]	[3.608]	[0]
'-Asxe'	[31.839]	[3.8715]	[0]

VERIFICAÇÃO À FADIGA:

Armadura	As[cm ² /m]	AsFad[cm ² /m]
'+Asxm'	[3.608]	[3.608]
'+Asym'	[3.608]	[3.608]
'+Asxe'	[3.8715]	[5.0215]



VERIFICAÇÃO AO CISALHAMENTO:

- ESFORÇO CORTANTE DEVIDO ÀS CARGAS PERMANENTES:

$$Q_{xg} = 5.7285 \text{ kN/m};$$

- ESFORÇO CORTANTE DEVIDO ÀS CARGAS MÓVEIS:

$$Q_{xq} = 90.8251 \text{ kN/m};$$

- ESFORÇO CORTANTE DE DIMENSIONAMENTO:

$$Q_{xd} = 141.9711 \text{ kN/m};$$

- ARMADURA DE FLEXÃO:

$$A_{sxe} = 5.0215 \text{ cm}^2/\text{m};$$

- ESFORÇO CORTANTE RESISTENTE SEM ARMADURA TRANSVERSAL:

$$Q_{xR} = 140.6477 \text{ kN/m};$$



5 MEMORIAL DE CÁLCULO MESOESTRUTURA

Cada pórtico da mesoestrutura será constituído por dois pilares circulares, cuja fundação será em sapatas. Os pilares serão interligados por duas vigas, que fornecerão maior rigidez ao conjunto. Além disso, a viga superior será.

No topo dos pórticos serão executadas vigas, responsáveis por receber as cargas provenientes da superestrutura, nos quais serão apoiados os berços de concreto. Sobre os berços serão projetados elastômeros fretados, nos quais serão apoiadas as longarinas da passarela, parte constituinte da superestrutura.

5.1 RESUMO DAS CARGAS NA MESOESTRUTURA

FORÇAS HORIZONTAIS TRANSVERSAIS:

- Resultante da Pressão da Água = 17.68 kN/Pórtico;
- Resultante da Pressão de Vento = 44.916 kN/Pórtico;
- Resultante Transversal = 62.596 kN/Pórtico;

FORÇAS HORIZONTAIS LONGITUDINAIS:

- Frenagem/Aceleração = 54.1386 kN/Pórtico;
- Empuxo diferencial sobre as Cortinas = 36.8875 kN/Pórtico;
- Variação da Temperatura = 6.187 kN/Pórtico;
- Retração do Concreto = 2.9775 kN/Pórtico;
- Resultante Longitudinal = 100.1906 kN/Pórtico.



REAÇÕES DAS LONGARINAS SOBRE A MESOESTRUTURA (PÓRTICOS DE BORDO):

Long	Rg(KN)	RqTT(KN)	RqMult(KN)	Rd*(KN)	Rk**(KN)
1	171.75	125.92	93.22	560.57	400.41
2	180.13	102.32	85.861	525.45	375.32
3	187.37	78.728	97.143	516.76	369.11
4	194.61	133.4	109.22	626.66	447.62
5	200.71	188.07	129.78	747.74	534.1

* Valores de Dimensionamento

** Valores Característicos

REAÇÕES DAS LONGARINAS SOBRE A MESOESTRUTURA (PÓRTICOS CENTRAIS):

Long	Rg(KN)	RqTT(KN)	RqMult(KN)	Rd*(KN)	Rk**(KN)
1	171.75	131.2	93.22	708.33	505.95
2	180.13	106.62	85.861	660.69	471.92
3	187.37	82.031	97.143	667.43	476.73
4	194.61	139	109.22	798.89	570.64
5	200.71	195.96	129.78	954.24	681.6

* Valores de Dimensionamento

** Valores Característicos



5.2 DIMENSIONAMENTO DOS APARELHOS DE APOIO EM ELASTÔMEROS

PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DOS ELASTÔMEROS:

- Dimensão Longitudinal do Elastômero: 250 mm;
- Dimensão Transversal do Elastômero: 250 mm;
- Cobrimento: 3 mm;
- Espessura da Camada de Elastômero: 8 mm;
- Espessura das Chapas Metálicas: 3 mm;
- No. Total de Chapas: 3;
- Altura Total do Aparelho de Apoio: 31 mm;
- Máxima força Normal de Compressão: 390.8881 KN;
- Mínima força Normal de Compressão: 121.6317 KN;

PROPRIEDADES MATERIAIS DOS ELASTÔMEROS:

- Dureza shore A (ASTM-D-676) = 60 +- 5 pontos;
- Resistência à Ruptura Mínima = 1.75 KN/cm²;
- Alongamento à ruptura mínimo = 350 graus;
- Módulo de Elasticidade Transversal, determinado entre os ângulos de distorção 15 graus e 30 graus, no carregamento = 0.10 KN/cm² +- 0.02 KN/cm²;

VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NORMAIS DE COMPRESSÃO:

- Tensão Máxima Admissível de Compressão: 10.00 MPa;
- Tensão Atuante Máxima: 6.57 MPa;



VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES CISALHANTES DA FORÇA NORMAL:

- Tensão Admissível de Cisalhamento: 3.00 MPa;
- Tensão Atuante: 1.29 MPa;

VERIFICAÇÃO DO RECALQUE POR COMPRESSÃO:

- Recalque por Compressão: 0.57 mm;
- Recalque Admissível: 7.75 mm;

VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES DE CISALHAMENTO DAS FORÇAS HORIZONTAIS:

Sentido Longitudinal:

- Tensão de Cisalhamento T_{II} : 30.79 KPa < $T_{IIadm} = 500.00$ KPa;
- Tensão de Cisalhamento T_{Ic} : 305.78 KPa < $T_{Icadm} = 500.00$ KPa;
- Tensão de Cisalhamento $T_I = T_{II} + T_{Ic}$: 336.57 KPa < $T_{Iadm} = 700.00$ KPa;

Sentido Transversal:

- Tensão de Cisalhamento T_{tI} : 0.00 KPa < $T_{tIadm} = 500.00$ KPa;
- Tensão de Cisalhamento T_{tC} : 75.44 KPa < $T_{tCadm} = 500.00$ KPa;
- Tensão de Cisalhamento $T_t = T_{tI} + T_{tC}$: 75.44 KPa < $T_{tadm} = 700.00$ KPa;

VERIFICAÇÃO DA DISTORÇÃO:

- Hr: 20.54 KN; Dab: 0.0055; tgA : 0.178 < $tgA_{Lim} = 0.500$;

VERIFICAÇÃO DA TENSÃO DE CISALHAMENTO NA ROTAÇÃO:

- T_a : 360.10 KPa;
- T_a Limite: 1500.00 KPa;



VERIFICAÇÃO DA TENSÃO DE CISALHAMENTO TOTAL:

- T: 2063.6998 KPa;
- T Limite: 5000 KPa;

VERIFICAÇÃO DA ESBELTEZ DO APARELHO DE APOIO:

- $h = 31 \text{ mm} < a/5 = 48.8 \text{ mm}$;

VERIFICAÇÃO DA ESPESSURA MÍNIMA DO APARELHO DE APOIO:

- $h = 31 \text{ mm} > a/10 = 24.4 \text{ mm}$;

VERIFICAÇÃO DO LEVANTAMENTO DAS BORDAS DO APARELHO DE APOIO:

- $At/n = -2.3339e-09 < 0.0018205$;

VERIFICAÇÃO DO ESCORREGAMENTO:

- $Hr/N_{min} = 0.16883 < 0.39369$;

VERIFICAÇÃO DA ESPESSURA DAS CHAPAS METÁLICAS, CONSIDERANDO-SE AÇO 1020:

- $e = 3 \text{ mm} > 1.3131 \text{ mm}$;

VERIFICAÇÃO DA DEFORMABILIDADE:

- Deformabilidade = 0.26874 mm/KN.



6 MEMORIAL DE CÁLCULO INFRAESTRUTURA

Os esforços nas sapatas foram determinados a partir dos esforços atuantes nos pórticos, considerando-se as cargas provenientes do vento, empuxo de água sobre a estrutura, retração do concreto, variação de temperatura, empuxo do aterro e das cargas verticais atuantes: cargas permanentes, cargas acidentais.



7 EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

7.1 GENERALIDADES

Esta seção trata de todos os trabalhos referentes ao concreto para estruturas permanentes, de acordo com o projeto executivo, incluindo material e equipamentos para fabricação, transporte, lançamento, acabamento, cura e controle tecnológico.

As tensões características dos concretos empregados nesta obra, designados pela notação “fck”, correspondem aos valores que apresentam probabilidade de 5% de não serem atingidos.

Será empregado o valor de resistência de 35 MPa para o concreto da infraestrutura, mesoestrutura e superestrutura.

O concreto será composto de cimento, água, agregados e qualquer componente, a critério da fiscalização e por conta da Empreiteira, tal como: incorporador de ar, redutor de água, retardador de pega, impermeabilizante, plastificante ou outro que produza propriedades benéficas comprovadas em ensaios laboratoriais e aprovados pela fiscalização. Estes produtos devem assegurar:

- Trabalhabilidade compatível com as necessidades de lançamento;
- Homogeneidade em todos os pontos da massa;
- Apresentar, após o lançamento, compacidade adequada e, após a cura, durabilidade, impermeabilidade e resistência mecânica conforme projeto estrutural.

O concreto e materiais componentes deverão possuir características que atendam às Normas e especificações ABNT. Em casos de omissão ou não aplicabilidade, prevalecem as exigências de outras normas e especificações de acordo com a fiscalização.

A Empreiteira deverá, obrigatoriamente, dispor para consulta em canteiro de obras de um conjunto completo das normas da ABNT relativas ao concreto armado, em



A empreiteira deverá adotar **controle rigoroso na execução** desta obra e deverá atender os aspectos legais relacionados à segurança dos trabalhadores.

7.2 MATERIAIS CONSTITUINTES

Cimento

Será empregado cimento tipo Portland comum ou pozolânico classe 32 de acordo com as prescrições da NBR 5732 (comum) e NBR 5736 (pozolânico) da ABNT.

O armazenamento no canteiro de obra, em sacos de 50kg, será realizado em local de fácil acesso, isento de infiltração de água, ventilado e sem contato com o terreno. Em condições normais, as pilhas serão compostas de no máximo 10 sacos e somente serão abertos no momento de seu uso.

Não serão aceitos nos casos em que sua embalagem estiver danificada ou quando apresentar sinais de início de hidratação (empedramento).

Agregado Miúdo

Areia quartzo com dimensão igual ou inferior a 4,8mm, atendendo aos requisitos de granulometria, porcentagem máxima de argila, materiais orgânicos, mal pulverulentos e ensaios de qualidade constantes na NBR 7211: Agregado para Concreto, da ABNT.



Agregado Graúdo

Os agregados a serem usados não deverão conter materiais deletérios e não serem reativos. Serão dispensados destes ensaios os materiais que já tiverem uso consagrado.

Seus grãos deverão ser resistentes, duros e estáveis e poderão ser de pedra britada, seixos rolados, não britados, de dimensão superior a 4,8mm, atendendo à NBR 7211: Agregado para Concreto, da ABNT.

A estocagem será feita evitando a contaminação do material por agregados de diferentes tipos e procedência, de maneira a preservar sua composição granulométrica original.

Água

Deverá ser doce, isenta de substâncias estranhas e nocivas como silte, óleo, sais ou matéria orgânica em proporções que comprometam a qualidade do concreto e deverá ser submetida à análise laboratorial, conforme especificação da NBR 6118.

Aditivo

Seu uso será restrito a casos especialmente necessários sob autorização e orientação da fiscalização. Nestes casos, devem-se observar rigorosamente as prescrições do fabricante e realizar ensaios de laboratório para determinar seu teor e eficiência.



Aços

Para as armaduras, serão empregadas barras de aço passivas de seção circular, de diversas bitolas do tipo CA-50/CA-60 conforme indicação do projeto estrutural.

7.3 DOSAGEM DO CONCRETO ARMADO MOLDADO “IN LOCO”

O traço será determinado por método racional, realizado em laboratório idôneo aceito pela fiscalização, às expensas da Empreiteira. Antes do início da concretagem deverão ser realizados estudos de dosagem compatíveis com a natureza da obra, condições de trabalho, durabilidade, condições de transporte e lançamento. O fator água/materiais secos deverá considerar, em casos extremos, a temperatura e umidade relativa do ar. A dosagem, aprovada pela fiscalização, deverá resultar em produto final homogêneo com argamassa trabalhável e compatível com dimensões, finalidade, disposição e densidade de armadura dos elementos estruturais. Deve-se ainda atentar às formas de transporte e adensamento.

O controle tecnológico a ser adotado para o cálculo do traço de concreto será do tipo rigoroso.



7.4 MISTURA E ADENSAMENTO

Somente será admitido o processo mecânico. O tempo de mistura, contado o lançamento, será de dois minutos e meio. Pode-se aumentar o tempo de mistura visando a homogeneização do concreto.

O concreto descarregado da betoneira terá composição e consistência uniforme em todos os elementos estruturais e nas diversas descargas.

Não será permitida a mistura de concreto com indícios de início de pega.

A correção de água de amassamento em concretagens com temperatura ambiente alta será realizada em conformidade com a NBR 7212.

A tolerância de erros nas dosagens dos materiais deverá atender aos níveis limites de controle tecnológico adotado neste memorial.

A fiscalização fornecerá esclarecimentos nos casos de dúvida.



7.5 TRANSPORTE, PREPARO DA SUPERFÍCIE E LANÇAMENTO DO CONCRETO

A concretagem das peças moldadas no local somente será realizada após a liberação por parte da fiscalização.

O concreto para toda obra deverá ser misturado de maneira mecânica (betoneira), adensado por vibração (vibradores mecânicos) e ter consistência adequada. O traço será determinado em função dos agregados locais.

O concreto deverá manter as características originais do traço liberado para uso, sob pena de rejeição da carga.

Devem-se adotar medidas e/ou equipamentos, com a finalidade de evitar a segregação no transporte e lançamento.

No caso de lançamento com distâncias verticais superiores a 2m, poderão ser utilizados trombas, funis ou calhas previamente aprovadas pela fiscalização. A diminuição da altura poderá ser obtida através de abertura de janelas laterais nas formas. A altura das camadas de concretagem será fixada em função das dimensões das peças e de acordo com a NBR 6118.

7.6 ADENSAMENTO

O concreto moldado no local será vibrado mecanicamente por meio de vibradores de imersão com diâmetro compatível para obtenção de máxima compacidade.

O vibrador de imersão deverá operar verticalmente e a penetração será feita com seu peso próprio. Deve-se evitar contato direto com a armadura ou as formas e sua retirada deverá ser lenta para não ocasionar a formação de vazios. A agulha deverá penetrar não mais do que $\frac{3}{4}$ de seu comprimento, e deve alcançar a camada recém lançada e também a anterior, enquanto esta não tiver iniciado processo de pega. Isto assegura boa homogeneidade e união entre as duas camadas e previne a formação de juntas frias.



A quantidade de vibradores e respectivas potências serão determinadas de acordo com o volume de concreto a ser adensado. As aplicações sucessivas serão realizadas à distância máxima equivalente ao raio de ação de vibração.

Serão tomadas todas as precauções para evitar a formação de ninhos, alteração na disposição das armaduras, e a formação excessiva de nata na superfície ou segregação do concreto.

7.7 CURA E PROTEÇÃO DO CONCRETO

A cura do concreto deverá ser cuidadosa, devendo ser molhado de forma abundante, depois de endurecido.

Enquanto não for atingido endurecimento satisfatório, o concreto será protegido de chuva torrencial, agentes químicos, choque e vibração com intensidade tal que produza fissura na massa ou não aderência da armadura ao concreto.

A proteção contra a secagem prematura visa evitar ou reduzir os efeitos da retração por secagem e fluência, ao menos durante os primeiros sete dias após o lançamento. Esta será realizada mantendo-se umedecida a superfície, através da utilização de película impermeável, ou ainda o emprego de mantas hidrófilas.

O tempo de cura poderá ser aumentado, de acordo com a natureza do cimento da obra.

Compostos químicos somente poderão ser empregados com aprovação da fiscalização.

7.8 CONTROLE TECNOLÓGICO

O controle da qualidade do concreto fresco e endurecido será realizado de acordo com as especificações técnicas constantes das Normas Brasileiras NBR 6118 e NBR 14931, sendo este processo supervisionado pela fiscalização.



7.9 FÔRMAS

Serão executadas rigorosamente conforme dimensões indicadas em projeto, com material de boa qualidade e adequado ao tipo de acabamento da superfície do concreto por ele envolvido.

Antes do início da concretagem, as formas serão molhadas até saturação e o excesso de água será escoado até furos nas formas, que serão vedados em seguida.

As juntas serão vedadas e a superfície em contato com o concreto deverá estar isenta de impurezas prejudiciais à qualidade do acabamento.

O emprego de aditivos especiais, aplicados nas paredes internas das formas para facilitar a desforma, somente poderá ser utilizado, mediante aprovação prévia da fiscalização e de forma a não produzir manchas ou alterações no aspecto externo das peças.

7.10 RETIRADA DAS FÔRMAS E ESCORAMENTO

As fôrmas não deverão ser retiradas, antes de decorridos os seguintes prazos:

- 3 dias, para as faces laterais;
- 14 dias, para a face inferior com pontalete bem encunhado;
- 21 dias para face inferior com pontalete.

O pontalete que permanecer após a desforma, não deverá produzir esforço de sinal contrário ao do carregamento ao qual a estrutura foi projetada para evitar o aparecimento de trincas ou rompimento.

Somente será permitido o uso da estrutura como elemento estrutural auxiliar da construção, ou como depósito provisório de material, após a verificação das condições de estabilidade e aprovação da fiscalização.



7.11 AÇOS

Para as armaduras, serão empregadas barras de aço de seção circular, de diversas bitolas do tipo CA-50/CA-60 conforme indicação do projeto estrutural.

Serão observados os números de camadas, diâmetros de dobramento, espaçamento e bitola dos diversos tipos de barras. Estas serão amarradas com arame preto no. 16 ou 18. Deverão ser cortadas e dobradas de acordo com os detalhes do projeto.

Antes e depois da colocação em posição, a armadura deverá estar perfeitamente limpa, sem ferrugem, pintura, graxa, terra, cimento ou qualquer outro elemento que possa prejudicar sua aderência ao concreto ou sua conservação.

A impureza deverá ser retirada com escova de aço ou qualquer tratamento equivalente.



8 ETAPAS CONSTRUTIVAS DA ESTRUTURA

8.1 INSTALAÇÃO DA OBRA

Inicialmente serão construídas as instalações provisórias tais como barraco de obra, ligações de água e energia, respeitando neste caso os padrões das concessionárias. O acesso à obra deverá ser cercado de maneira a garantir que somente pessoas autorizadas o façam.

Efetuada a mobilização do canteiro de obras, será executada a locação da obra de acordo com o projeto e de cotas e coordenadas fornecidas pela fiscalização.

8.2 MOBILIZAÇÃO

A empreiteira deverá tomar todas as providências relativas à mobilização de pessoal e equipamentos de construção imediatamente após a assinatura do contrato, de forma a permitir início efetivo às obras e possibilitar o cumprimento do cronograma de execução.

Além de toda legislação trabalhista, a empreiteira deverá garantir atendimento à legislação relacionada à segurança dos trabalhadores.



8.3 EXECUÇÃO DA INFRAESTRUTURA

Adotou-se no projeto fundações em sapatas, assentadas em solo com capacidade mínima superior a 2,50 kg/cm². O solo deverá ser escavado até atingir camada com resistência superior à especificada.

As sapatas deverão ser executadas através do uso de enscadeiras. O posicionamento dos pórticos foi determinado de maneira a não interferir nos pórticos existentes, visando dar maior agilidade ao processo. No caso da presença de afloramento de rocha junto à face inferior da sapata, um conjunto de armaduras deverá ser engastado nesta, com comprimento de 50cm em rocha, visando fornecer estabilidade aos pórticos.

O projeto é composto por 3 pórticos de apoio, compostos por 2 sapatas cada um, que deverão ser executados integralmente antes da execução da superestrutura. Na concretagem das sapatas já deverão constar as esperas das armaduras longitudinais dos pilares, com concreto de resistência à compressão, aos 28 dias (fck), de 35 MPa.

Em caso de necessidade e visando manter o fluxo de veículos através da ponte existente, a superestrutura poderá ser executada parcialmente, desde que o transpasse das armaduras das lajes do tabuleiro respeitem aos aspectos normativos. Todos os aspectos relativos à SEGURANÇA DOS USUÁRIOS da rodovia deverão ser verificados, quais sejam, veículos ou pedestres. Um vez atendido os aspectos de segurança dos usuários, pode-se liberar o tráfego sobre a ponte nova, parcialmente executada, para que a ponte antiga seja demolida (superestrutura, pilares e blocos existentes), liberando a execução do restante da superestrutura. Em caso de dúvidas deve-se comunicar o projetista por e-mail.

Os pilares e blocos da estrutura existente da ponte deverão ser demolidos visando manter a seção de vazão do rio. Um trecho da cortina existente, de comprimento 3,86m (vide prancha 1, 3 e 4 do projeto estrutural) deverá ser demolido para permitir a execução de contensão em gabião caixa. Os trechos restantes das cortinas deverão ser preservados.



8.4 EXECUÇÃO DA MESOESTRUTURA

Os pilares, viga inferior e superior dos pórticos deverão ser executados com concreto de resistência à compressão, aos 28 dias (fck), de 35 MPa.

Sobre as vigas superiores deverão ser executados os berços de concreto, nos quais serão posicionados os elastômeros fretados.

8.5 EXECUÇÃO DA SUPERESTRUTURA

As vigas principais (longarinas) deverão ser executadas em concreto armado com resistência característica à compressão aos 28 dias de 35 MPa, conforme especificado em projeto, devendo estas serem executadas *in loco*. A empresa executora deverá seguir um rigoroso controle de todo o processo executivo, de maneira a garantir as seções apresentadas em projeto, cobertura das armaduras, posicionamento das barras conforme projeto, qualidade das soldas de topo das armaduras principais, enfim, todos os serviços necessários para a perfeita execução das Longarinas. Durante a concretagem deverá ser empregado vibrador para garantir homogeneidade da seção e evitar a presença de nichos de concretagem.

Todos os elementos da superestrutura serão executadas com concreto de resistência à compressão, aos 28 dias (fck) de 35 MPa.

Após a concretagem do tabuleiro, deve-se executar a concretagem do guarda-corpo com concreto de resistência à compressão, aos 28 dias (fck), de 35 MPa e pode-se executar os aterros das cabeceiras, que deverão ser compactados.

Finalmente, deve-se: executar os acessos à ponte.



8.6 DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA

Ao final da obra deverão ser removidas todas as instalações do canteiro de obra, equipamentos, edificações temporárias, sobras de material, formas, sucatas, etc. A escolha do local de destino do material será de inteira responsabilidade da empresa construtora.

A empreiteira deverá deixar todo o canteiro em condições seguras de utilização, antes da liberação da obra para o uso.

8.7 VISTORIA E MANUTENÇÃO DA OBRA

A passarela deverá sofrer vistorias periódicas para avaliar a estrutura durante a execução. Nestas vistorias deverão ser avaliadas possíveis alterações que aconteçam no decorrer da obra, que uma vez constatadas **devem ser comunicadas por escrito ao projetista** para a devida análise.

Deverão ser realizadas limpezas periódicas do leito do rio, nas proximidades da ponte, para a retirada de entulhos que possam eventualmente prejudicar a passagem de água pelos vãos da passarela.

Florianópolis, Maio de 2019.

Eng. André Labanowski Jr, M.Sc.

LABANOWSKI SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA

Fone: (048) 99968-0668

e-mail: andre@labanowski.com.br



9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Este projeto foi elaborado de acordo com as Normas Brasileiras vigentes, em particular:

- ABNT NBR 7187:2003 - Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido – Procedimento;
- ABNT NBR 7188:2013 - Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre – Procedimento;
- ABNT NBR 6118:2014 – Projeto e Execução de Obras em Concreto Armado;
- ABNT NBR 6120:1980 – Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações;
- ABNT NBR 6122:1996 – Projeto e Execução de Fundação;
- ABNT NBR 7480:1996 – Barras e Fios de Aço destinados a Armaduras para Concreto Armado;
- ABNT NBR 8953:1992 – Concreto para Fins estruturais: Classificação por Grupos de Resistência;
- ABNT NBR 10839:1989 - Execução de obras de arte especiais em concreto armado e concreto protendido – Procedimento;
- IS-214 e IS-223, das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos Básicos/Instruções de Serviço, 3ª Ed., 2006, DNIT;
- Manual de Projetos de Obras-de-Arte Especiais, Ed. 1996, DNER;
- Manual de Construção de Obras-de-Arte Especiais, Ed. 1995, DNER.



ANEXO 01 - LAUDO DE SONDAGEM



ANEXO 02 – ORÇAMENTO



ANEXO 03 - PROJETO ESTRUTURAL

