



**MEMÓRIA DE CÁLCULO – ESTRUTURAS
METÁLICAS
CONSTRUÇÃO DA NOVA EEEFM MARCÍLIO DIAS
VILA VELHA – ES**

NOVEMBRO 2024



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
MEMÓRIA DE CÁLCULO

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

SUMÁRIO

1. OBJETO	3
2. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES.....	3
3. NORMAS APLICÁVEIS	3
4. CONSIDERAÇÕES GERAIS PARA O DIMENSIONAMENTO	3
4.1 ESQUEMA ESTRUTURAL.....	3
4.2 MATERIAIS UTILIZADOS.....	4
4.3 DEFORMAÇÕES LIMITES	5
4.4 SOFTWARE UTILIZADO.....	5
4.5 CARREGAMENTO.....	5
4.6 COMBINAÇÕES.....	6
5. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR	6
5.1 CONSIDERAÇÕES DE VÍNCULOS	6
5.2 MODELAGEM.....	7
5.3 CARGAS APLICADAS	8
5.4 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO ELETRÔNICO	9
5.5 BASES E CHUMBADORES	20
6. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – COBERTURA DA QUADRA	22
6.1 CONSIDERAÇÕES DE VÍNCULOS	22
6.2 MODELAGEM.....	22
6.3 CARGAS APLICADAS	23
6.4 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO ELETRÔNICO	25
6.5 BASES E CHUMBADORES	36



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMÓRIA DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

1. OBJETO

O presente documento tem por finalidade apresentar os critérios e conceitos a serem utilizados para o dimensionamento das estruturas metálica do projeto da nova escola EEEFM Marcilio Dias, localizada na Rua Antenor Pinto Coelho, 106, Bairro Barra do Jucu, município de Vila Velha, ES.

O empreendimento é do tipo Edifício Escolar, composto por blocos, onde se concentram as salas de aula, refeitório e administração e quadra poliesportiva com cobertura metálica. O Projeto estrutural foi idealizado levando-se em consideração os detalhes do Projeto Arquitetônico. O Projeto estrutural foi idealizado levando-se em consideração os detalhes do Projeto Arquitetônico.

2. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

3. NORMAS APLICÁVEIS

- NBR-6120:2019 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.
- NBR-6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações.
- NBR 8681:2004 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento.
- NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.
- NBR 14762 – 2010 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio.
- AISC-LFRD 93 – American Institute of Steel Construction – Load and Resistance factor Design Specification.
- ASTM – American Society for Testing and Materials
- AWS D1.1 – Structural Welding Code.

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS PARA O DIMENSIONAMENTO

4.1 Esquema Estrutural

As Estruturas Principais são caracterizadas como Coberturas Metálicas compostas de Pilares, Pilaretes, Vigas, Terças, Tirantes e Contraventamentos, com suas Bases de Apoio e suas Ligações Rotuladas e Engastadas espaçadas entre si conforme Desenhos de Projeto.



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMÓRIA DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

O Cálculo e o Dimensionamento dos elementos estruturais, foram realizados segundo as considerações das especificações do AISC-LFRD 93 – American Institute of Steel Construction – Load and Resistance factor Design e, onde cabíveis, as prescrições das Normas da ABNT.

4.2 Materiais Utilizados

Aços para chapas e perfis soldados: ASTM A36
($f_y = 25 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 40 \text{ kN/cm}^2$)

Aços para perfis laminados L / U: ASTM A36
($f_y = 25 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 40 \text{ kN/cm}^2$)

Aços para perfis laminados W: ASTM A572 Gr50
($f_y = 34,5 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 45 \text{ kN/cm}^2$)

Aço para barras redondas: ASTM A36
($f_y = 25 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 45 \text{ kN/cm}^2$)

Aço para perfis laminados a frio: ASTM A570 Gr33
($f_y = 23 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 36 \text{ kN/cm}^2$)

Parafusos das ligações principais: ASTM A325 Galvanizados – tipo 3

Parafusos das ligações secundárias: ASTM A307 Galvanizados

Aço para arruelas e porcas: ASTM A563

Chumbadores:

Pré-concretagem Tipo J aço ASTM A36 e inserts metálicos em aço CA-50.

Pós-concretagem De expansão WALSYWA CBE58115 $\varnothing 5/8"$ e CBE34145 $\varnothing 3/4"$ ou equivalente.

Eletrodos para solda (conforme AWS): E70XX

As coberturas serão em telhas termo-acústica TERMILOR, da PERFILOR ou equivalente técnico, sendo a telha superior a LR-33 e a chapa inferior nervurada (bandeja), ambas em aço galvanizado z275 (tipo B) com espessura de 0,50mm e com acabamento pré pintado, na cor branca. O miolo deverá ser com espuma de poliuretano expandido com espessura 30mm. Peso próprio 9,08 kgf/m².



OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

4.3 Deformações Limites

Conforme a NBR 8800-2008.

DEFORMAÇÕES VERTICAIS	
Vigas de cobertura	L/300 - L/200
Vigas secundárias de piso	L/300 - L/200
Vigas principais de piso	L/400 - L/350
Terças e travessas de fechamento	L/200 (Máx. 3cm)
DEFORMAÇÕES HORIZONTAIS	
Colunas ao nível da cobertura	h/400
Travessas de fechamento	L/200

4.4 Software Utilizado

- Programa SAP 2000;
- Planilhas próprias do Excel que atendem as normas vigentes.

4.5 Carregamento

4.5.1 Peso Próprio

- Valores calculados automaticamente pelo programa

4.5.2 Carga Permanente

- Espuma de poliuretano expandido com espessura 30mm, da telha termo-acústica. Peso específico 1,24 g/cm³, peso próprio 9,08 kgf/m².

4.5.3 Sobrecarga

Conforme NBR 8800 nas coberturas comuns (telhados), na ausência de especificações mais rigorosa, deve ser prevista uma sobrecarga característica mínima de 0,25 kN/m², em projeção horizontal. Admite-se que essa sobrecarga englobe as cargas decorrentes de instalações elétricas e hidráulicas, de isolamentos térmico e acústico e de pequenas peças eventualmente fixadas na cobertura, até um limite superior de 0,05 kN/m².



OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

4.5.4 Carga de Vento

Cidade de Vila Velha Velocidade característica do vento de 35 m/s

Fator topográfico: $S1 = 1,0$

Fator de rugosidade: $S2 \rightarrow S2 = bFr(z/10)^P$

Rugosidade = 4

Classe da edificação = B

4.6 Combinações

Combinação para dimensionamento conforme NBR 8800.

- COMB. 1 = $1,25PP+1,35CP$
- COMB. 2 = $1,25PP+1,35CP+1,5SC$
- COMB. 3 = $1,25PP+1,35CP+1,5SC+0,84V0^\circ$
- COMB. 4 = $1,25PP+1,35CP+1,5SC+0,84V90^\circ$
- COMB. 5 = $1,25PP+1,35CP+1,5SC+0,84V180^\circ$
- COMB. 6 = $1,25PP+1,35CP+1,5SC+0,84V270^\circ$
- COMB. 7 = ENVOLTORIA

5. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 considerando os parâmetros apresentados no item 4.5.

5.1 Considerações de Vínculos

Para a modelagem das coberturas foram considerados os seguintes tipos de ligações e considerações estruturais:

- Bases sobre as lajes/vigas serão do tipo rotuladas, com chumbadores de pós-concretagem.
- Ligações das vigas nos pilares serão do tipo rígidas soldadas. As ligações das terças nas vigas serão do tipo rígidas soldadas.



OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

5.2 Modelagem

As figuras 1 a 2 apresentam os modelos conforme modelagem no SAP2000.

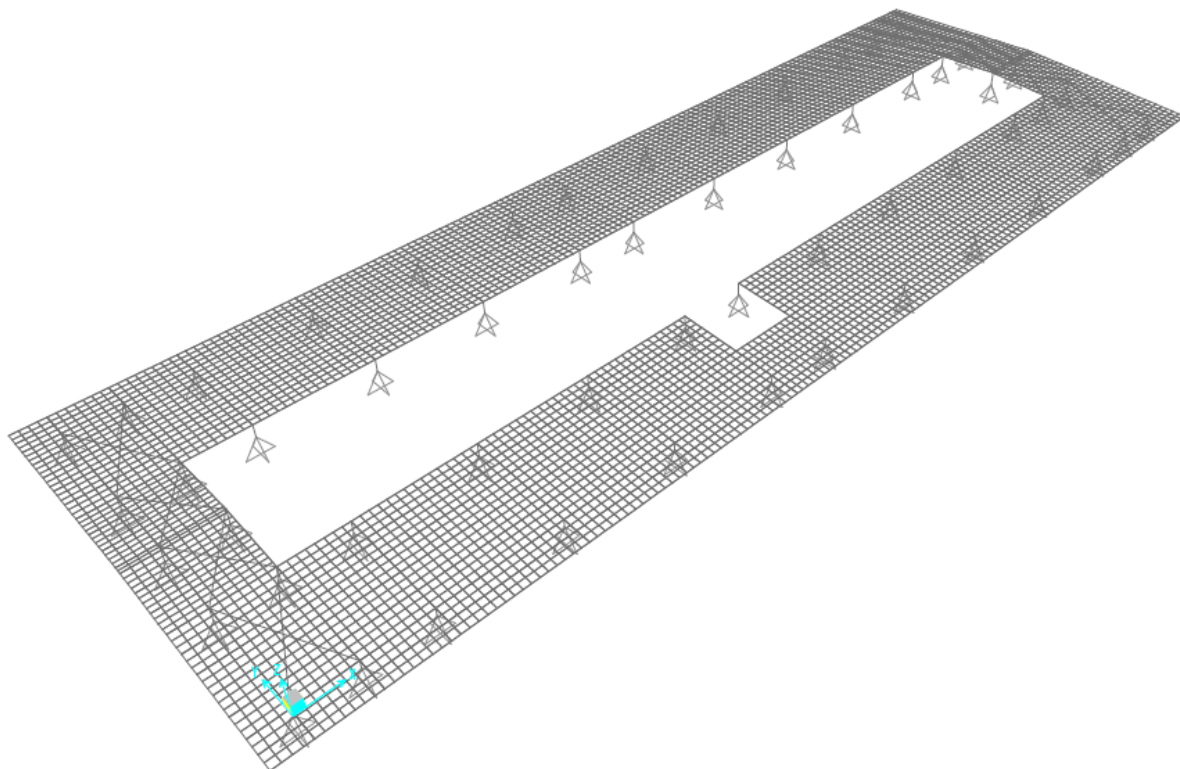


Figura 1 – Prédio escolar – Modelo estrutural 3D vista 1

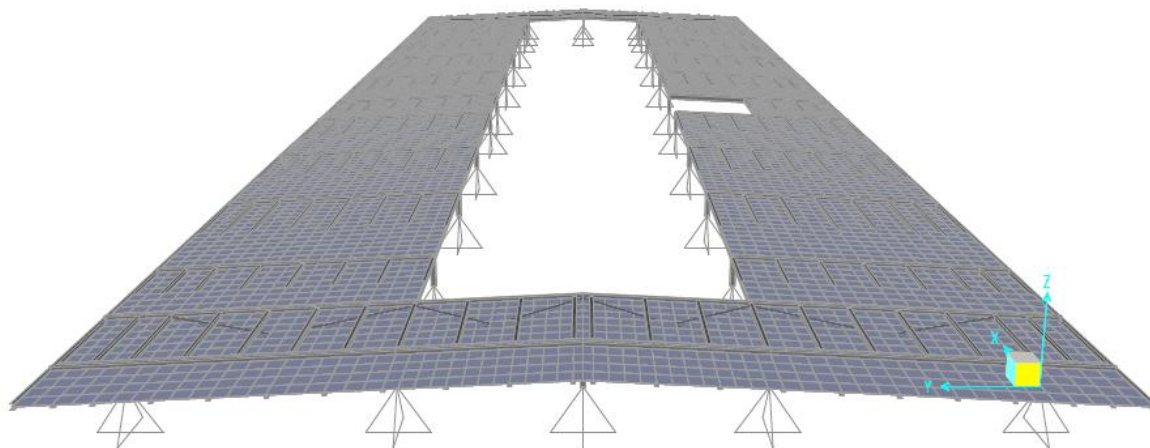


Figura 2 – Prédio escolar – Modelo estrutural 3D vista 2



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMÓRIA DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS

ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS

REVISÃO: 00

RESPONSABILIDADE TÉCNICA:

Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D

ARQUIVO:

5.3 Cargas Aplicadas

Conforme item 4.5 serão aplicadas na cobertura as seguintes cargas:

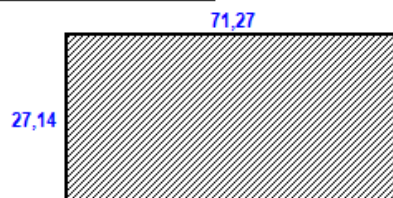
Carga permanente $\left\{ \begin{array}{l} \text{Peso próprio da estrutura} \\ \text{Peso próprio da telha } 9,08 \text{ kgf/m}^2 \end{array} \right.$

Sobrecarga de $0,25 \text{ kN/m}^2$

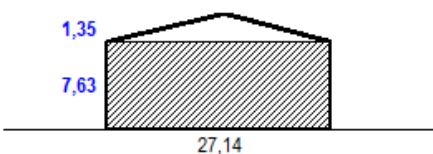
A figura a seguir apresenta os cálculos da ação do vento conforme NBR 6123.

1 - Dados da geometria:

1.1 - Dimensões em Planta



1.1 - Dimensões verticais



1.2 - Relações de forma

Inclinação: 9,95% 5,68 °
a/b: 2,63
h/b: 0,28

2 - Cálculo da pressão dinâmica

2.1 - Velocidade básica

$V_0 = 35,00 \text{ m/s}$

2.2 - Velocidade característica

$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \text{ m/s}$

$S_1 =$	1,00	Terreno plano ou fracamente acidentado	
Classe	C	A maior dimensão horizontal ou vertical está entre 30 e 50m	
4	Rugosidade IV	Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizada. Exemplos: zonas de parques e bosques com muitas árvores; cidades pequenas e seus arredores; subúrbios densamente construídos de grandes cidades; áreas industriais plena ou parcialmente desenvolvidas. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a 10m.	
$S_2 =$	0,73	Para as paredes	Hmédio= 3,82
$S_2 =$	0,78	Para a cobertura	Hmédio= 8,31
Grupo	1	Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva	
$S_3 =$	1,10		

$V_k = 28,11 \text{ m/s}$ Para as paredes

$V_k = 29,89 \text{ m/s}$ Para a cobertura

2.3 - Pressão dinâmica

$Q = 0,613 \cdot V_k^2 \text{ kN/m}^2$

$Q = 48,42 \text{ kgf/m}^2$ Para as paredes

$Q = 54,75 \text{ kgf/m}^2$ Para a cobertura



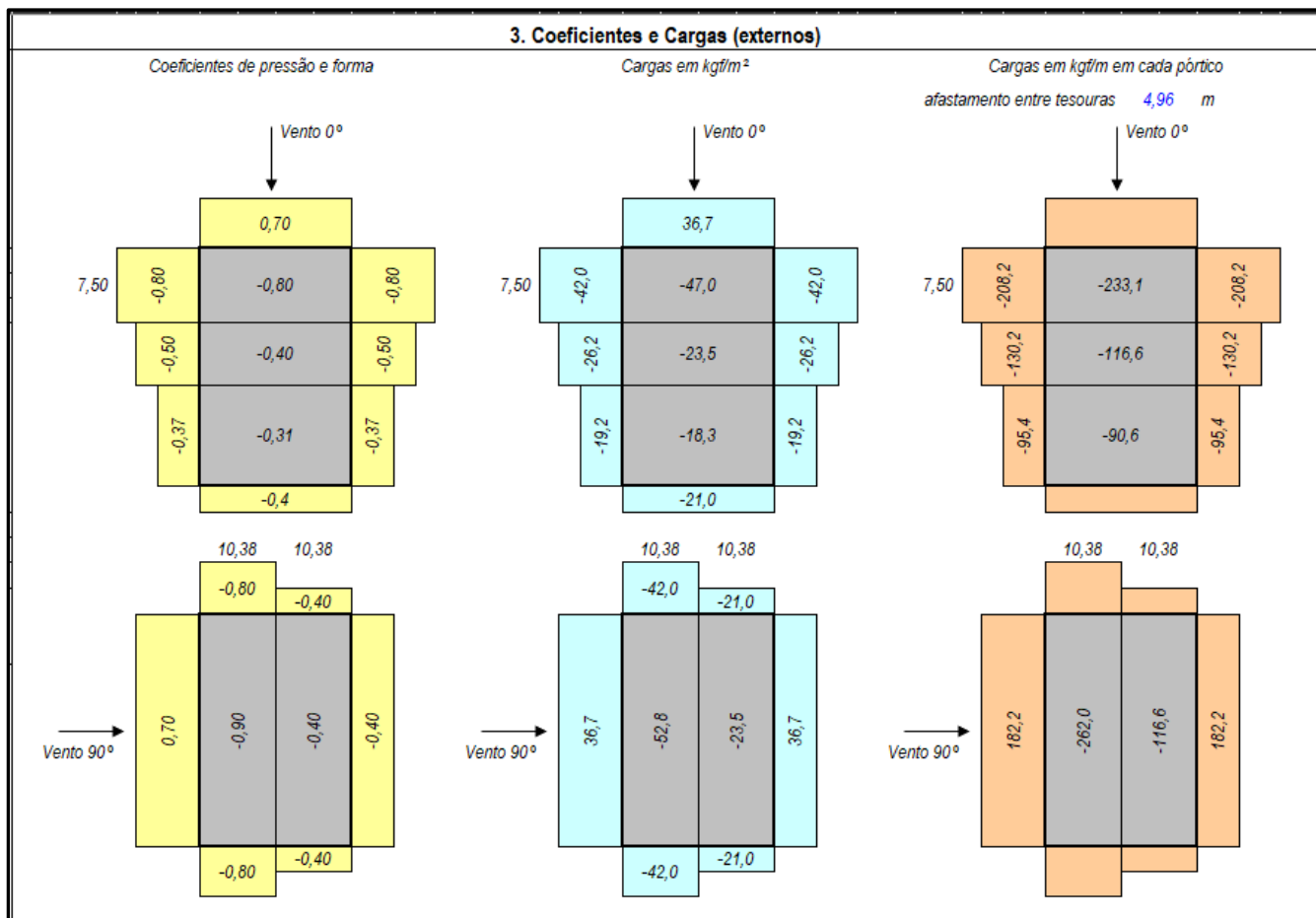
GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMÓRIA DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:



5.4 Resultados do Dimensionamento Eletrônico

5.4.1 Percentual de Utilização

As tabelas a seguir apresenta os resultados da modelagem. A tabela 1 apresenta o percentual de utilização dos perfis, bem como a situação se ele está aprovado ou não, conforme as solicitações que foram impostas.

TABELA 1: Percentual de Utilização – Prédio escolar

Barra	Nome da Barra	Tipo de barra	Status	Percentual de Utilização	Combinação	Situação
1	H - W150x22.5	Column	No Messages	25%	Envoltoria	Passa
2	H - W150x22.5	Column	No Messages	36%	Envoltoria	Passa

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
MEMÓRIA DE CÁLCULO

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS						
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00		
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:		

3	H - W150x22.5	Column	No Messages	33%	Envoltoria	Passa
4	H - W150x22.5	Column	No Messages	31%	Envoltoria	Passa
5	H - W150x22.5	Column	No Messages	3%	Envoltoria	Passa
6	H - W150x22.5	Column	No Messages	5%	Envoltoria	Passa
7	H - W150x22.5	Column	No Messages	31%	Envoltoria	Passa
8	H - W150x22.5	Column	No Messages	33%	Envoltoria	Passa
9	H - W150x22.5	Column	No Messages	30%	Envoltoria	Passa
10	H - W150x22.5	Column	No Messages	25%	Envoltoria	Passa
11	H - W150x22.5	Column	No Messages	10%	Envoltoria	Passa
12	H - W150x22.5	Column	No Messages	12%	Envoltoria	Passa
13	H - W150x22.5	Column	No Messages	20%	Envoltoria	Passa
14	H - W150x22.5	Column	No Messages	38%	Envoltoria	Passa
15	H - W150x22.5	Column	No Messages	31%	Envoltoria	Passa
16	H - W150x22.5	Column	No Messages	21%	Envoltoria	Passa
17	H - W150x22.5	Column	No Messages	3%	Envoltoria	Passa
18	H - W150x22.5	Column	No Messages	6%	Envoltoria	Passa
19	H - W150x22.5	Column	No Messages	43%	Envoltoria	Passa
20	H - W150x22.5	Column	No Messages	24%	Envoltoria	Passa
21	H - W150x22.5	Column	No Messages	41%	Envoltoria	Passa
22	H - W150x22.5	Column	No Messages	25%	Envoltoria	Passa
23	H - W150x22.5	Column	No Messages	48%	Envoltoria	Passa
24	H - W150x22.5	Column	No Messages	30%	Envoltoria	Passa
25	H - W150x22.5	Column	No Messages	32%	Envoltoria	Passa
26	H - W150x22.5	Column	No Messages	34%	Envoltoria	Passa
27	H - W150x22.5	Column	No Messages	24%	Envoltoria	Passa
28	H - W150x22.5	Column	No Messages	41%	Envoltoria	Passa
29	H - W150x22.5	Column	No Messages	32%	Envoltoria	Passa
30	H - W150x22.5	Column	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
31	H - W150x22.5	Column	No Messages	35%	Envoltoria	Passa

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
MEMÓRIA DE CÁLCULO

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS						
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00		
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:		

32	H - W150x22.5	Column	No Messages	54%	Envoltoria	Passa
33	H - W150x22.5	Column	No Messages	28%	Envoltoria	Passa
34	H - W150x22.5	Column	No Messages	38%	Envoltoria	Passa
35	I - W250x17.9	Brace	No Messages	21%	Envoltoria	Passa
36	I - W250x17.9	Brace	No Messages	20%	Envoltoria	Passa
37	I - W250x17.9	Brace	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
38	I - W250x17.9	Brace	No Messages	49%	Envoltoria	Passa
39	I - W250x17.9	Brace	No Messages	44%	Envoltoria	Passa
40	I - W250x17.9	Brace	No Messages	24%	Envoltoria	Passa
41	I - W250x17.9	Brace	No Messages	49%	Envoltoria	Passa
42	I - W250x17.9	Brace	No Messages	48%	Envoltoria	Passa
43	I - W250x17.9	Brace	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
44	I - W250x17.9	Brace	No Messages	23%	Envoltoria	Passa
45	I - W250x17.9	Brace	No Messages	32%	Envoltoria	Passa
46	I - W250x17.9	Brace	No Messages	54%	Envoltoria	Passa
47	I - W250x17.9	Brace	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
48	I - W250x17.9	Brace	No Messages	22%	Envoltoria	Passa
49	I - W150x13.0	Beam	No Messages	57%	Envoltoria	Passa
50	I - W150x13.0	Beam	No Messages	30%	Envoltoria	Passa
51	I - W150x13.0	Beam	No Messages	34%	Envoltoria	Passa
52	I - W150x13.0	Beam	No Messages	45%	Envoltoria	Passa
53	I - W150x13.0	Beam	No Messages	52%	Envoltoria	Passa
54	I - W150x13.0	Beam	No Messages	25%	Envoltoria	Passa
55	I - W150x13.0	Beam	No Messages	43%	Envoltoria	Passa
56	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
57	I - W150x13.0	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
58	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
59	I - W150x13.0	Beam	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
60	I - W150x13.0	Beam	No Messages	40%	Envoltoria	Passa

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE**MEMÓRIA DE CÁLCULO**CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS						
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00		
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:		

61	I - W150x13.0	Beam	No Messages	34%	Envoltoria	Passa
62	I - W150x13.0	Beam	No Messages	29%	Envoltoria	Passa
63	I - W150x13.0	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa
64	I - W150x13.0	Beam	No Messages	44%	Envoltoria	Passa
65	I - W150x13.0	Beam	No Messages	35%	Envoltoria	Passa
66	I - W150x13.0	Beam	No Messages	32%	Envoltoria	Passa
67	I - W150x13.0	Beam	No Messages	32%	Envoltoria	Passa
68	I - W150x13.0	Beam	No Messages	31%	Envoltoria	Passa
69	I - W150x13.0	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
70	I - W150x13.0	Beam	No Messages	36%	Envoltoria	Passa
71	I - W150x13.0	Beam	No Messages	36%	Envoltoria	Passa
72	I - W150x13.0	Beam	No Messages	35%	Envoltoria	Passa
73	I - W150x13.0	Beam	No Messages	31%	Envoltoria	Passa
74	I - W150x13.0	Beam	No Messages	31%	Envoltoria	Passa
75	I - W150x13.0	Beam	No Messages	29%	Envoltoria	Passa
76	I - W150x13.0	Beam	No Messages	37%	Envoltoria	Passa
77	I - W150x13.0	Beam	No Messages	37%	Envoltoria	Passa
78	I - W150x13.0	Beam	No Messages	35%	Envoltoria	Passa
79	I - W150x13.0	Beam	No Messages	44%	Envoltoria	Passa
80	I - W150x13.0	Beam	No Messages	44%	Envoltoria	Passa
81	I - W150x13.0	Beam	No Messages	42%	Envoltoria	Passa
82	I - W150x13.0	Beam	No Messages	26%	Envoltoria	Passa
83	I - W150x13.0	Beam	No Messages	27%	Envoltoria	Passa
84	I - W150x13.0	Beam	No Messages	27%	Envoltoria	Passa
85	I - W150x13.0	Beam	No Messages	44%	Envoltoria	Passa
86	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
87	I - W150x13.0	Beam	No Messages	52%	Envoltoria	Passa
88	I - W150x13.0	Beam	No Messages	54%	Envoltoria	Passa
89	I - W150x13.0	Beam	No Messages	35%	Envoltoria	Passa



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
MEMÓRIA DE CÁLCULO

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS						
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00		
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:		

90	I - W150x13.0	Beam	No Messages	42%	Envoltoria	Passa
91	I - W150x13.0	Beam	No Messages	57%	Envoltoria	Passa
92	I - W150x13.0	Beam	No Messages	68%	Envoltoria	Passa
93	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
94	I - W150x13.0	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa
95	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
96	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
97	I - W150x13.0	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa
98	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
99	I - W150x13.0	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa
100	I - W150x13.0	Beam	No Messages	52%	Envoltoria	Passa
101	I - W150x13.0	Beam	No Messages	67%	Envoltoria	Passa
102	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
103	I - W150x13.0	Beam	No Messages	29%	Envoltoria	Passa
104	I - W150x13.0	Beam	No Messages	62%	Envoltoria	Passa
105	I - W150x13.0	Beam	No Messages	18%	Envoltoria	Passa
106	I - W150x13.0	Beam	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
107	I - W150x13.0	Beam	No Messages	40%	Envoltoria	Passa
108	I - W150x13.0	Beam	No Messages	78%	Envoltoria	Passa
109	I - W150x13.0	Beam	No Messages	8%	Envoltoria	Passa
110	I - W150x13.0	Beam	No Messages	31%	Envoltoria	Passa
111	I - W150x13.0	Beam	No Messages	28%	Envoltoria	Passa
112	I - W150x13.0	Beam	No Messages	35%	Envoltoria	Passa
113	I - W150x13.0	Beam	No Messages	17%	Envoltoria	Passa
114	I - W150x13.0	Beam	No Messages	44%	Envoltoria	Passa
115	I - W150x13.0	Beam	No Messages	34%	Envoltoria	Passa
116	I - W150x13.0	Beam	No Messages	70%	Envoltoria	Passa
117	I - W150x13.0	Beam	No Messages	22%	Envoltoria	Passa
118	I - W150x13.0	Beam	No Messages	55%	Envoltoria	Passa



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
MEMÓRIA DE CÁLCULO

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS						
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00		
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:		

119	I - W150x13.0	Beam	No Messages	40%	Envoltoria	Passa
120	I - W150x13.0	Beam	No Messages	54%	Envoltoria	Passa
121	I - W150x13.0	Beam	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
122	I - W150x13.0	Beam	No Messages	43%	Envoltoria	Passa
123	I - W150x13.0	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
124	I - W150x13.0	Beam	No Messages	38%	Envoltoria	Passa
125	I - W150x13.0	Beam	No Messages	30%	Envoltoria	Passa
126	I - W150x13.0	Beam	No Messages	40%	Envoltoria	Passa
127	BR 12.5	Brace	No Messages	53%	Envoltoria	Passa
128	BR 12.5	Brace	No Messages	54%	Envoltoria	Passa
129	BR 12.5	Brace	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
130	BR 12.5	Brace	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
131	BR 12.5	Brace	No Messages	57%	Envoltoria	Passa
132	BR 12.5	Brace	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
133	BR 12.5	Brace	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
134	BR 12.5	Brace	No Messages	53%	Envoltoria	Passa
135	BR 12.5	Brace	No Messages	54%	Envoltoria	Passa
136	BR 12.5	Brace	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
137	BR 12.5	Brace	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
138	BR 12.5	Brace	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
139	BR 12.5	Brace	No Messages	54%	Envoltoria	Passa
140	BR 12.5	Brace	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
141	BR 12.5	Brace	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
142	BR 12.5	Brace	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
143	BR 12.5	Brace	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
144	BR 12.5	Brace	No Messages	60%	Envoltoria	Passa
145	BR 12.5	Brace	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
146	BR 12.5	Brace	No Messages	61%	Envoltoria	Passa



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMÓRIA DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

5.4.2 Deslocamento dos Nós

A tabela 2 apresenta os deslocamentos dos nós (deformações) conforme modelagem SAP2000.

TABELA 2: Deslocamento dos nós – Prédio escolar							
Nó	Combinação	U1	U2	U3	R1	R2	R3
		m	M	m	Radians	Radians	Radians
1	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	-0,0005	0,0142	0,0008	0,0004
2	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	0,0000	-0,0005	-0,0005	0,0000
3	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	-0,0004	0,0140	-0,0002	0,0000
4	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0000	0,0006	-0,0013	-0,0001
5	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0077	-0,0765	-0,3200	-0,0009	0,0001
6	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0000	-0,0004	-0,0013	0,0002
7	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0077	-0,0763	-0,3199	0,0130	0,0003
8	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	-0,0007	0,0001
9	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0001	-0,0010	0,0016	0,0054	-0,0003
10	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0000	-0,0002	-0,0001	0,0000
11	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0002	-0,0020	0,0008	0,0071	-0,0005
12	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	-0,0001	0,0000
13	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0002	-0,0017	-0,0009	0,0079	-0,0005
14	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	0,0000	-0,0010	0,0000	0,0000
15	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0002	-0,0025	0,0390	-0,0257	0,0041
16	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	-0,0001	0,0016	0,0000	0,0000
17	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0083	-0,0817	-0,3438	-0,0103	0,0018
18	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	-0,0001	-0,0010	0,0002	0,0000
19	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0005	-0,0049	0,0696	-0,0045	0,0006
20	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0001	0,0000
21	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0081	-0,0802	-0,3429	0,0497	-0,0031
22	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0000	-0,0005	0,0000	0,0000
24	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS							
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00			
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:			

26	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	0,0000	-0,0005	0,0004	0,0000
28	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0000	0,0006	0,0020	0,0002
29	ENVOLTORIA	0,0000	0,0006	-0,0013	-0,0012	0,0064	0,0006
30	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0000	-0,0008	0,0006	0,0000
31	ENVOLTORIA	0,0000	0,0008	-0,0024	-0,0004	0,0081	0,0008
32	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000
33	ENVOLTORIA	0,0000	0,0007	-0,0018	0,0016	0,0092	0,0009
34	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0000	-0,0002	0,0001	0,0000
36	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000
37	ENVOLTORIA	0,0000	0,0012	-0,0048	-0,0419	-0,0052	-0,0005
38	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0017	0,0000	0,0000
39	ENVOLTORIA	0,0000	0,0007	-0,0023	-0,0220	-0,0272	-0,0027
40	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000
41	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	-0,0001	-0,0055	-0,0001	0,0000
42	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0016	0,0001	0,0000
43	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	-0,0001	-0,0056	0,0011	0,0001
44	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0001	0,0000
45	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0001	-0,0006	0,0136	-0,0008
46	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0018	-0,0001	0,0000
47	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	-0,0005	0,0139	-0,0002	0,0000
48	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000
49	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0076	-0,0764	-0,3200	0,0001	0,0000
50	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0008	0,0012	-0,0001
51	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0076	-0,0766	-0,3203	0,0032	0,0013
52	ENVOLTORIA	0,0001	0,0000	0,0000	0,0004	0,0012	-0,0001
53	ENVOLTORIA	0,0000	0,2046	-1,2708	3,8778	-0,0647	-0,0065
54	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	0,0000	-0,0007	-0,0003	0,0000
55	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	-0,0005	-0,0045	0,0698	0,0069
56	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	0,0000	0,0013	-0,0009	-0,0001

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS							
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00			
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:			

58	ENVOLTORIA	0,0000	0,0004	0,0000	-0,0012	0,0001	0,0000
59	ENVOLTORIA	0,0000	0,0007	-0,0028	-0,0005	-0,0021	-0,0002
60	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	0,0000	0,0028	0,0003	0,0000
61	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0077	-0,0769	-0,3208	0,0012	-0,0001
62	ENVOLTORIA	0,0000	0,0004	0,0000	-0,0012	-0,0001	0,0000
63	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0082	-0,0819	-0,3443	0,0165	-0,0010
64	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	0,0000	0,0029	-0,0001	0,0000
65	ENVOLTORIA	0,0001	0,0001	-0,0003	0,0000	-0,0048	0,0008
66	ENVOLTORIA	0,0000	0,0004	0,0000	-0,0007	0,0009	0,0001
67	ENVOLTORIA	0,0001	0,0001	-0,0002	0,0029	0,0005	0,0000
68	ENVOLTORIA	0,0000	0,0004	0,0000	0,0011	0,0014	0,0001
69	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	-0,0004	-0,0004	-0,0031	0,0005
70	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	-0,0003	0,0000	-0,0016	0,0000
71	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0003	-0,0002	-0,0031	-0,0003
72	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0001	-0,0010	-0,0011	0,0012	-0,0001
73	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	-0,0011	0,0000	0,0000	0,0000
74	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0004	-0,0002	0,0008	0,0001
75	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0001	-0,0009	-0,0009	-0,0002	0,0001
76	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	-0,0003	0,0000	0,0025	0,0000
77	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	0,0002	0,0000	0,0016	0,0002
78	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0001	-0,0008	-0,0009	0,0001	0,0000
79	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0001	-0,0007	-0,0008	0,0005	0,0000
80	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0001	-0,0009	-0,0010	-0,0008	0,0001
81	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	-0,0003	-0,0003	0,0051	-0,0003
82	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	0,0002	0,0000	-0,0013	-0,0001
83	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	0,0007	-0,0004	0,0013	0,0001
84	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	0,0007	-0,0004	-0,0012	-0,0001
85	ENVOLTORIA	0,0000	0,0004	0,0005	-0,0003	0,0064	0,0006
86	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0003	-0,0014	-0,0031	0,0005

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS							
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00			
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:			

87	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	-0,0003	0,0000	0,0075	-0,0005
88	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	-0,0011	0,0002	0,0001	0,0000
89	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	-0,0003	0,0000	0,0078	0,0008
90	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	-0,0011	-0,0001	-0,0003	0,0000
91	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0000	-0,0001	0,0061	0,0006
92	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0001	-0,0004	0,0001	0,0000
93	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0001	0,0003	0,0061	-0,0004
94	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000
95	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0003	-0,0029	-0,0017	-0,0004	0,0001
96	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0003	-0,0033	-0,0019	0,0017	-0,0001
97	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0003	-0,0037	0,0013	-0,0002	0,0001
98	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0004	-0,0042	0,0015	0,0014	-0,0001
99	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0002	-0,0019	0,0031	-0,0002	0,0001
100	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0002	-0,0021	0,0036	0,0012	-0,0001
101	ENVOLTORIA	0,0000	0,0005	-0,0016	0,0016	0,0067	0,0007
102	ENVOLTORIA	0,0000	0,0008	-0,0037	0,0034	0,0001	0,0000
103	ENVOLTORIA	0,0000	0,0006	-0,0023	-0,0003	0,0026	0,0003
104	ENVOLTORIA	0,0000	0,0010	-0,0048	-0,0009	0,0010	0,0001
105	ENVOLTORIA	0,0000	0,0005	-0,0013	-0,0012	0,0017	0,0002
106	ENVOLTORIA	0,0000	0,0007	-0,0026	-0,0025	0,0009	0,0001
107	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	0,0004	-0,0014	0,0051	-0,0003
108	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0002	-0,0022	0,0036	0,0000	0,0000
109	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0002	-0,0021	0,0035	0,0005	0,0000
110	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0002	-0,0024	0,0040	-0,0007	0,0001
111	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0004	-0,0044	0,0017	0,0000	0,0000
112	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0004	-0,0043	0,0016	0,0006	0,0000
113	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0005	-0,0048	0,0019	-0,0008	0,0001
114	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0003	-0,0037	-0,0019	0,0000	0,0000
115	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0003	-0,0036	-0,0018	0,0008	0,0000

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS							
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00			
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:			

116	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0004	-0,0040	-0,0021	-0,0010	0,0002
117	ENVOLTORIA	0,0001	0,0000	0,0002	0,0005	0,0012	-0,0001
118	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	-0,0004	0,0016	0,0054	-0,0003
119	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0001	-0,0012	0,0007	0,0071	-0,0004
120	ENVOLTORIA	0,0000	-0,0001	-0,0008	-0,0009	0,0079	-0,0005
121	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0002	-0,0006	0,0012	-0,0001
122	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0002	0,0004	-0,0007	0,0001
123	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	-0,0003	0,0014	-0,0034	0,0005
124	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	-0,0010	0,0006	-0,0044	0,0007
125	ENVOLTORIA	0,0000	0,0000	-0,0006	-0,0008	-0,0048	0,0007
126	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0003	-0,0004	-0,0013	0,0002
127	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0011	0,0002	-0,0038	0,0006
128	ENVOLTORIA	0,0001	0,0003	0,0009	0,0003	-0,0048	0,0008
129	ENVOLTORIA	0,0001	0,0000	0,0008	-0,0002	-0,0042	-0,0004
130	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0011	-0,0001	-0,0039	-0,0004
131	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0003	0,0006	-0,0013	-0,0001
132	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	-0,0007	0,0013	-0,0044	-0,0004
133	ENVOLTORIA	0,0000	0,0004	-0,0012	-0,0003	-0,0044	-0,0004
134	ENVOLTORIA	0,0000	0,0003	-0,0005	-0,0010	-0,0035	-0,0004
135	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0001	-0,0005	-0,0005	-0,0001
136	ENVOLTORIA	0,0000	0,0001	0,0012	0,0071	-0,0031	-0,0003
137	ENVOLTORIA	0,0000	0,0002	0,0016	0,0068	0,0064	0,0006
138	ENVOLTORIA	0,0000	0,0004	0,0001	-0,0007	0,0009	0,0001
139	ENVOLTORIA	0,0000	0,0005	-0,0016	-0,0015	-0,0014	-0,0001
140	ENVOLTORIA	0,0000	0,0008	-0,0027	-0,0027	0,0009	0,0001
141	ENVOLTORIA	0,0000	0,0008	-0,0029	-0,0028	-0,0009	-0,0001
142	ENVOLTORIA	0,0000	0,0005	-0,0006	-0,0012	0,0064	0,0006
143	ENVOLTORIA	0,0000	0,0007	-0,0028	-0,0005	-0,0021	-0,0002
144	ENVOLTORIA	0,0000	0,0011	-0,0051	-0,0011	0,0011	0,0001



OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

145 ENVOLTORIA 0,0000 0,0012 -0,0054 -0,0011 -0,0010 -0,0001

Conforme tabela todos os valores estão dentro das deformações máximas admissíveis.

5.5 Bases e Chumbadores

Os chumbadores das bases serão de pós-concretagem do tipo de expansão. Como referência, para verificação, serão utilizados as especificações dos chumbadores da Walsywa modelo $\varnothing 5/8'$ CBE58118. Para verificação dos chumbadores serão consideradas as cargas nas lajes, no pior cenário, conforme tabela a seguir (figura 5).

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
BM19	ENVOLTORIA	Combination	6,03	-3,79	20,91	0,00	0,00	0,00
BM47	ENVOLTORIA	Combination	-0,27	17,44	47,93	0,00	0,00	0,00

Figura 5 – Reações máximas nas chapas de bases

Conforme recomendações do fabricante a distância mínima de instalação entre dois chumbadores deve ser de 3 vezes a profundidade de embutimento e a distância entre um chumbador instalado e a borda do concreto deve ser de 1,5 vezes a profundidade de embutimento, para que não haja intersecção entre os cones ou entre um cone e a borda, conforme mostra a figura 6.

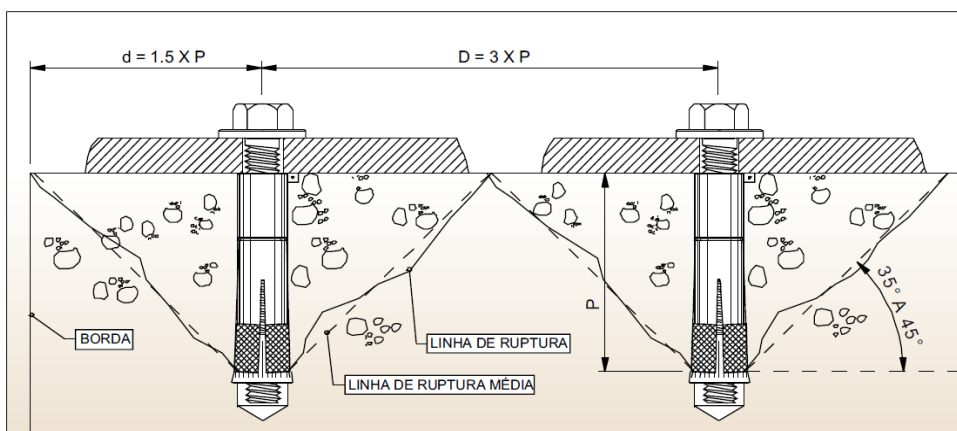


Figura 6 – Espaçamento recomendados para chumbadores de expansão



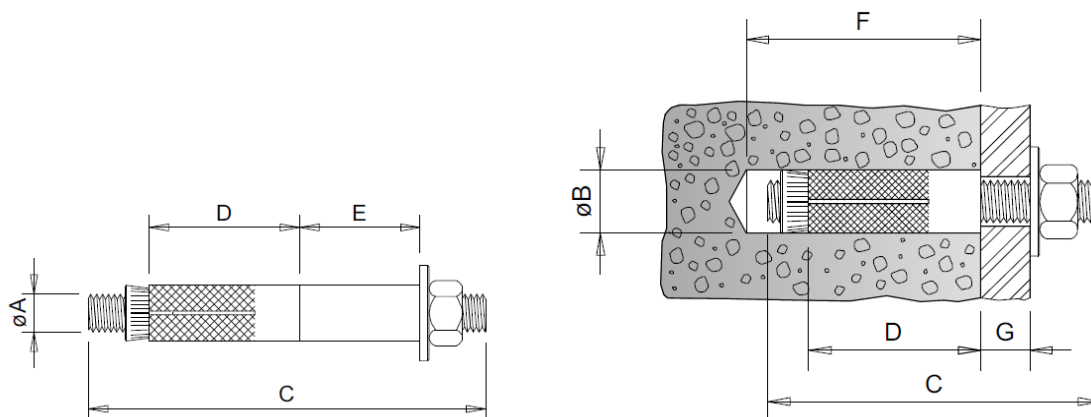
GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
MEMÓRIA DE CÁLCULO

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

A figura 7 apresenta as especificações dos chumbadores conforme fabricante. O chumbador a ser utilizado neste projeto é o de $\varnothing 5/8"$ CBE58115.



CÓDIGO	Ø da rosca	Ø do furo		comprimento do parafuso		comprimento da jaqueta	comprimento do prolongador	profundidade mínima do furo		esp. máx a ser fixada	Cargas médias* tração (arrancamento)	Cargas médias* cisalhamento
	Ø A	Ø B		pol.	mm	mm	mm	pol.	mm	mm	kgf	
CBE 14065	1/4"	3/8"	10	2 9/16"	65	32		1 5/8"	41	16	1253	800
CBEPL 14090				3 9/16"	90		22	2 5/8"	66	20	1839	
CBE 56075	5/16"	1/2"	13	3"	75	38		1 3/4"	44	22	1600	1190
CBEPL 56100				4"	100		25	2 7/8"	73	25	2073	
CBE 38080	3/8"	9/16"	14	3 3/16"	80	40		1 7/8"	47	24	2107	1617
CBEPL 38110				4 5/16"	110		25	3"	76	30	2958	
CBE 12095	1/2"	3/4"	19	3 1/4"	95	50		2 3/8"	60	26	2523	2897
CBEPL 12135				5 9/16"	135		33	3 1/8"	93	30	4824	
CBE 58115	5/8"	7/8"	22	4 1/2"	115	60		2 3/4"	70	34	3333	4967
CBEPL 58165				6 1/2"	165		45	4 1/4"	120	32	5841	
CBE 34145	3/4"	1"	26	5 3/4"	145	80		3 5/8"	92	32	4320	6573
CBEPL 34220				9"	220		63	6 3/8"	162	50	6657	
CBE 10175	1"	1 1/4"	32	6 7/8"	175	100		4 5/8"	118	35	7790	12080
CBEPL 10270				11"	270		79	5"	204	50	11676	

Figura 7 – Especificações dos chumbadores de expansão

Como as chapas de bases estão sobre a laje, afastadas da borda, não há necessidade de verificar a distância mínima a borda. Quanto a resistência ao cisalhamento a carga máxima de cisalhamento é 17,44 kN conforme tabela da figura 5. Conforme a figura 7 a carga de cisalhamento para um chumbador é de 49,67 kN. Como serão dois a carga admissível é de 99,34 kN >> 17,44 kN.



OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

6. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – COBERTURA DA QUADRA

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 considerando os parâmetros apresentados no item 4.5. A cobertura da quadra é em duas águas e está anexa ao novo bloco de ampliação.

6.1 Considerações de Vínculos

Para a modelagem das coberturas foram considerados os seguintes tipos de ligações e considerações estruturais:

- Bases sobre pilares do tipo engastadas, com chumbadores de pré-concretagem.
- Ligações das vigas nos pilares serão do tipo rígidas soldadas. As ligações das terças nas vigas serão do tipo rígidas soldadas.

6.2 Modelagem

As figuras 3 e 4 apresentam os modelos conforme modelagem no SAP2000.

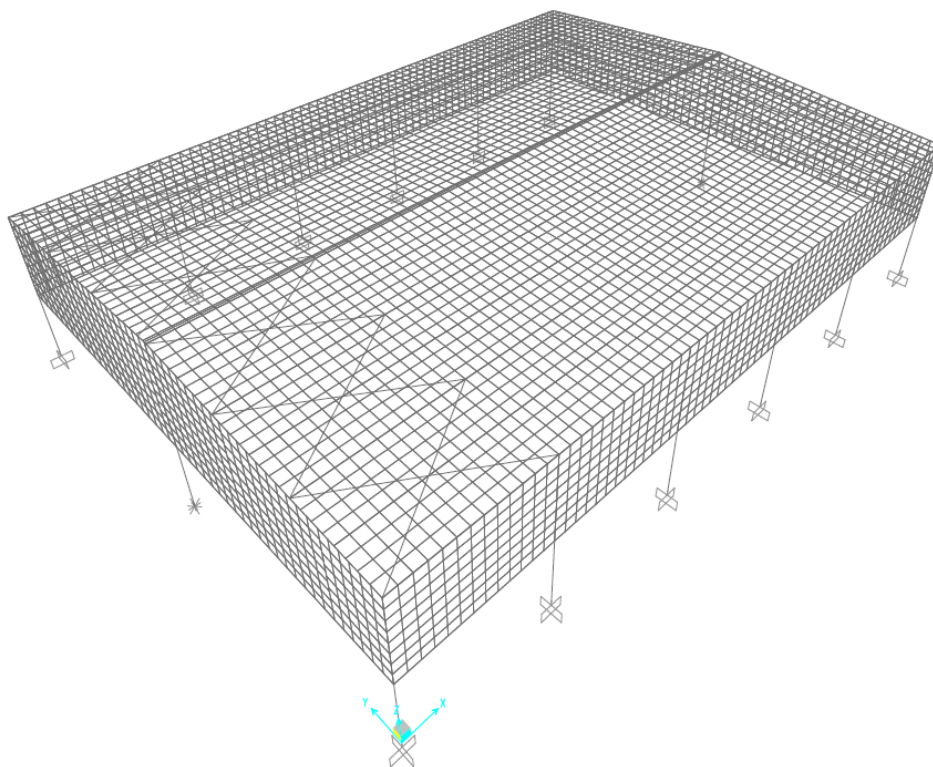


Figura 3 – Cobertura da Quadra – Modelo estrutural 3D vista 1



OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

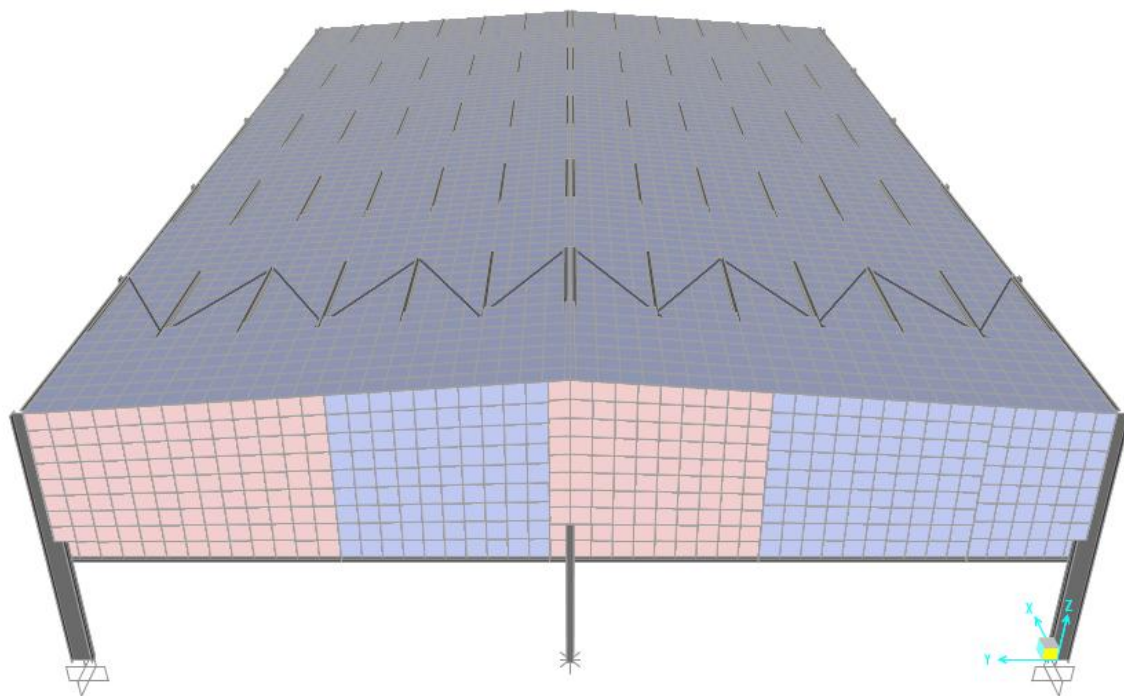


Figura 4 – Cobertura da Quadra – Modelo estrutural 3D vista 2

6.3 Cargas Aplicadas

Conforme item 4.5 serão aplicadas na cobertura as seguintes cargas:

Carga permanente $\begin{cases} \text{Peso próprio da estrutura} \\ \text{Peso próprio da telha } 9,08 \text{ kgf/m}^2 \end{cases}$

Sobrecarga de $0,25 \text{ kN/m}^2$

A figura a seguir apresenta os cálculos da ação do vento conforme NBR 6123.



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMÓRIA DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS

ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS

REVISÃO: 00

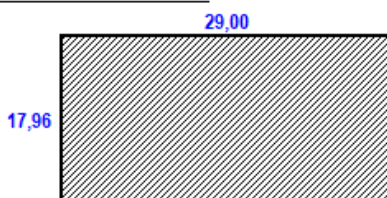
RESPONSABILIDADE TÉCNICA:

Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D

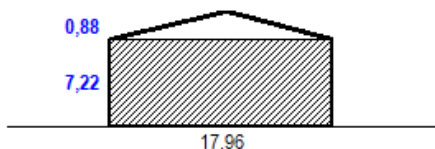
ARQUIVO:

1 - Dados da geometria:

1.1 - Dimensões em Planta



1.1 - Dimensões verticais



1.2 - Relações de forma

Inclinação: 9,80% 5,60 °
a/b: 1,61
h/b: 0,40

2 - Cálculo da pressão dinâmica

2.1 - Velocidade básica

$V_0 = 35,00$ m/s

2.2 - Velocidade característica

$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$ m/s

S1=	1,00	Terreno plano ou fracamente acidentado
-----	------	--

Classe	B	A maior dimensão horizontal ou vertical está entre 30 e 50m
4	Rugosidade	IV Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizada. Exemplos: zonas de parques e bosques com muitas árvores; cidades pequenas e seus arredores; subúrbios densamente construídos de grandes cidades; áreas industriais plena ou parcialmente desenvolvidas. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a 10m.
S2=	0,76	Para as paredes
S2=	0,80	Para a cobertura

Grupo	1	Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva
S3=	1,10	

$V_k = 29,26$ m/s Para as paredes
 $V_k = 30,69$ m/s Para a cobertura

2.3 - Pressão dinâmica

$Q = 0,613 \cdot V_k^2$ kN/m²

$Q = 52,48$ kgf/m² Para as paredes
 $Q = 57,75$ kgf/m² Para a cobertura



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMÓRIA DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS

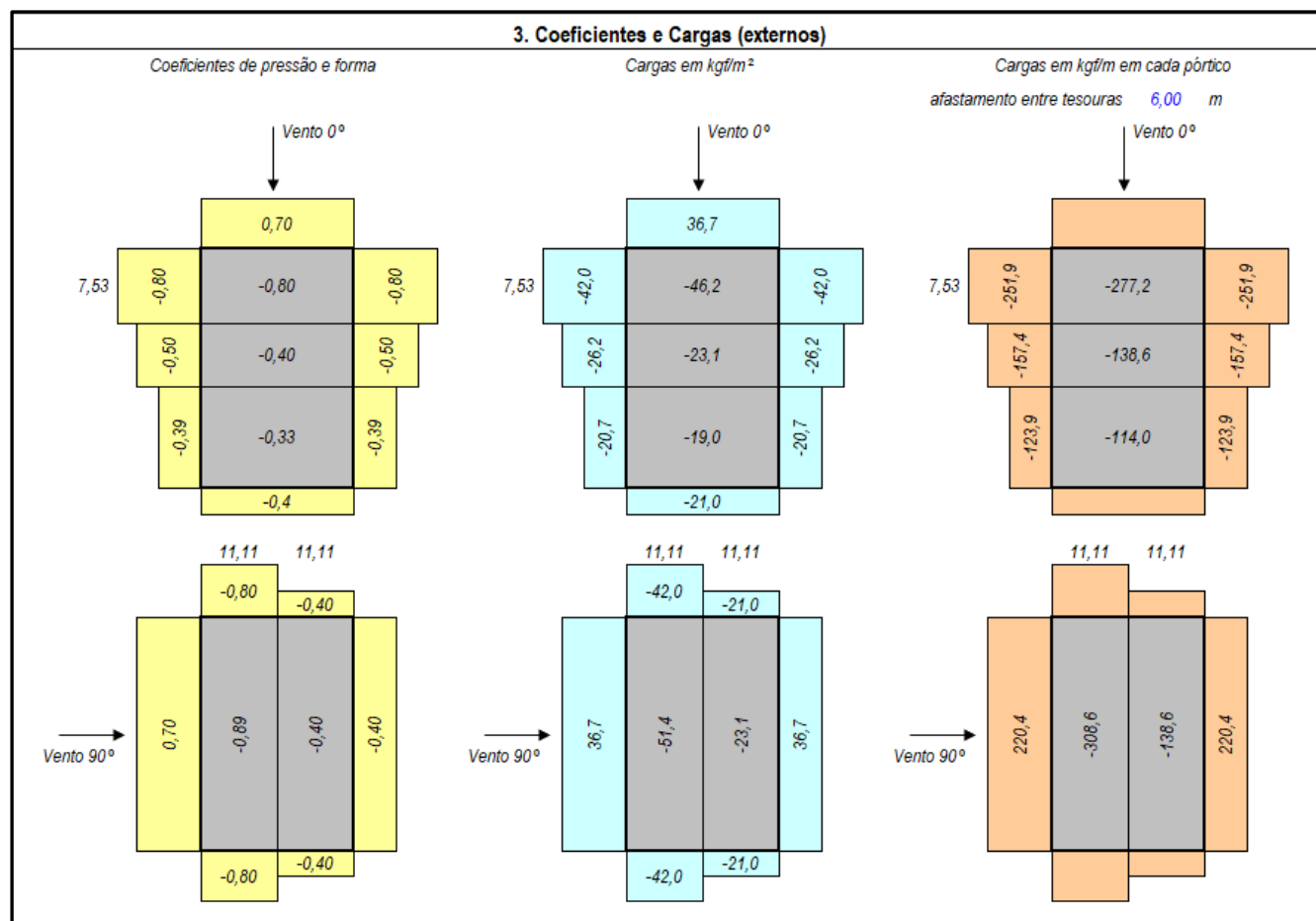
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS

REVISÃO: 00

RESPONSABILIDADE TÉCNICA:

Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D

ARQUIVO:



6.4 Resultados do Dimensionamento Eletrônico

7.4.1 Percentual de Utilização

A tabela a seguir apresenta os resultados da modelagem. A tabela 3 apresenta o percentual de utilização dos perfis, bem como a situação se ele está aprovado ou não, conforme as solicitações que foram impostas.

TABELA 3: Percentual de Utilização – Cobertura da Quadra

Barra	Nome da Barra	Tipo de barra	Status	Percentual de Utilização	Combinação	Situação
1	I - W460x82.0	Column	No Messages	27%	Envoltoria	Passa
2	H - W150x22.5	Column	No Messages	64%	Envoltoria	Passa

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS						
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00		
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:		

3	H - W150x22.5	Column	No Messages	64%	Envoltoria	Passa
4	H - W150x22.5	Column	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
5	H - W150x22.5	Column	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
6	I - W460x82.0	Column	No Messages	60%	Envoltoria	Passa
7	I - W460x82.0	Column	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
8	H - W150x22.5	Column	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
9	H - W150x22.5	Column	No Messages	67%	Envoltoria	Passa
10	H - W150x22.5	Column	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
11	H - W150x22.5	Column	No Messages	60%	Envoltoria	Passa
12	I - W460x82.0	Column	No Messages	60%	Envoltoria	Passa
13	I - W460x82.0	Column	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
14	I - W460x82.0	Column	No Messages	65%	Envoltoria	Passa
15	I - W460x82.0	Column	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
16	I - W460x82.0	Column	No Messages	63%	Envoltoria	Passa
17	I - W460x82.0	Column	No Messages	67%	Envoltoria	Passa
18	I - W460x82.0	Column	No Messages	67%	Envoltoria	Passa
19	I - W460x82.0	Column	No Messages	66%	Envoltoria	Passa
20	I - W460x82.0	Column	No Messages	66%	Envoltoria	Passa
21	I - W460x82.0	Brace	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
22	I - W460x82.0	Brace	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
23	H - W150x22.5	Beam	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
24	H - W150x22.5	Beam	No Messages	52%	Envoltoria	Passa
25	H - W150x22.5	Beam	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
26	H - W150x22.5	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa
27	H - W150x22.5	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa
28	I - W460x82.0	Brace	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
29	I - W460x82.0	Brace	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
30	H - W150x22.5	Beam	No Messages	60%	Envoltoria	Passa
31	H - W150x22.5	Beam	No Messages	62%	Envoltoria	Passa

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
MEMÓRIA DE CÁLCULO

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS						
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00		
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:		

32	H - W150x22.5	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
33	H - W150x22.5	Beam	No Messages	53%	Envoltoria	Passa
34	H - W150x22.5	Beam	No Messages	45%	Envoltoria	Passa
35	I - W460x82.0	Brace	No Messages	68%	Envoltoria	Passa
36	I - W460x82.0	Brace	No Messages	75%	Envoltoria	Passa
37	I - W460x82.0	Brace	No Messages	94%	Envoltoria	Passa
38	I - W460x82.0	Brace	No Messages	62%	Envoltoria	Passa
39	I - W460x82.0	Brace	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
40	I - W460x82.0	Brace	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
41	I - W460x82.0	Brace	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
42	I - W460x82.0	Brace	No Messages	67%	Envoltoria	Passa
43	H - W150x22.5	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa
44	H - W150x22.5	Beam	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
45	H - W150x22.5	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
46	H - W150x22.5	Beam	No Messages	66%	Envoltoria	Passa
47	H - W150x22.5	Beam	No Messages	53%	Envoltoria	Passa
48	H - W150x22.5	Beam	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
49	H - W150x22.5	Beam	No Messages	52%	Envoltoria	Passa
50	H - W150x22.5	Beam	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
51	H - W150x22.5	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa
52	H - W150x22.5	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa
53	I - W150x13.0	Beam	No Messages	53%	Envoltoria	Passa
54	I - W150x13.0	Beam	No Messages	53%	Envoltoria	Passa
55	I - W150x13.0	Beam	No Messages	53%	Envoltoria	Passa
56	I - W150x13.0	Beam	No Messages	53%	Envoltoria	Passa
57	I - W150x13.0	Beam	No Messages	57%	Envoltoria	Passa
58	I - W150x13.0	Beam	No Messages	57%	Envoltoria	Passa
59	I - W150x13.0	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
60	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS						
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00		
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:		

61	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
62	I - W150x13.0	Beam	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
63	I - W150x13.0	Beam	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
64	I - W150x13.0	Beam	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
65	I - W150x13.0	Beam	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
66	I - W150x13.0	Beam	No Messages	62%	Envoltoria	Passa
67	I - W150x13.0	Beam	No Messages	60%	Envoltoria	Passa
68	I - W150x13.0	Beam	No Messages	62%	Envoltoria	Passa
69	I - W150x13.0	Beam	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
70	I - W150x13.0	Beam	No Messages	57%	Envoltoria	Passa
71	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
72	I - W150x13.0	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
73	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
74	I - W150x13.0	Beam	No Messages	57%	Envoltoria	Passa
75	I - W150x13.0	Beam	No Messages	57%	Envoltoria	Passa
76	I - W150x13.0	Beam	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
77	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
78	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
79	I - W150x13.0	Beam	No Messages	57%	Envoltoria	Passa
80	I - W150x13.0	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
81	I - W150x13.0	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
82	I - W150x13.0	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
83	I - W150x13.0	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
84	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
85	I - W150x13.0	Beam	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
86	I - W150x13.0	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
87	I - W150x13.0	Beam	No Messages	47%	Envoltoria	Passa
88	I - W150x13.0	Beam	No Messages	49%	Envoltoria	Passa
89	I - W150x13.0	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE**MEMÓRIA DE CÁLCULO**CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS						
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00		
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:		

90	I - W150x13.0	Beam	No Messages	43%	Envoltoria	Passa
91	I - W150x13.0	Beam	No Messages	49%	Envoltoria	Passa
92	I - W150x13.0	Beam	No Messages	49%	Envoltoria	Passa
93	I - W150x13.0	Beam	No Messages	54%	Envoltoria	Passa
94	I - W150x13.0	Beam	No Messages	53%	Envoltoria	Passa
95	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
96	I - W150x13.0	Beam	No Messages	49%	Envoltoria	Passa
97	I - W150x13.0	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa
98	I - W150x13.0	Beam	No Messages	43%	Envoltoria	Passa
99	I - W150x13.0	Beam	No Messages	49%	Envoltoria	Passa
100	I - W150x13.0	Beam	No Messages	44%	Envoltoria	Passa
101	I - W150x13.0	Beam	No Messages	46%	Envoltoria	Passa
102	I - W150x13.0	Beam	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
103	I - W150x13.0	Beam	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
104	I - W150x13.0	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa
105	I - W150x13.0	Beam	No Messages	49%	Envoltoria	Passa
106	I - W150x13.0	Beam	No Messages	50%	Envoltoria	Passa
107	I - W150x13.0	Beam	No Messages	44%	Envoltoria	Passa
108	I - W150x13.0	Beam	No Messages	45%	Envoltoria	Passa
109	I - W150x13.0	Beam	No Messages	46%	Envoltoria	Passa
110	I - W150x13.0	Beam	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
111	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
112	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
113	I - W150x13.0	Beam	No Messages	57%	Envoltoria	Passa
114	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
115	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
116	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
117	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
118	I - W150x13.0	Beam	No Messages	57%	Envoltoria	Passa

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS						
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00		
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:		

119	I - W150x13.0	Beam	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
120	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
121	I - W150x13.0	Beam	No Messages	54%	Envoltoria	Passa
122	I - W150x13.0	Beam	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
123	I - W150x13.0	Beam	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
124	I - W150x13.0	Beam	No Messages	57%	Envoltoria	Passa
125	I - W150x13.0	Beam	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
126	I - W150x13.0	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
127	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
128	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
129	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
130	I - W150x13.0	Beam	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
131	I - W150x13.0	Beam	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
132	I - W150x13.0	Beam	No Messages	59%	Envoltoria	Passa
133	I - W150x13.0	Beam	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
134	I - W150x13.0	Beam	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
135	I - W150x13.0	Beam	No Messages	61%	Envoltoria	Passa
136	I - W150x13.0	Beam	No Messages	60%	Envoltoria	Passa
137	I - W150x13.0	Beam	No Messages	58%	Envoltoria	Passa
138	BR 16.0	Brace	No Messages	54%	Envoltoria	Passa
139	BR 16.0	Brace	No Messages	54%	Envoltoria	Passa
140	BR 16.0	Brace	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
141	BR 16.0	Brace	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
142	BR 16.0	Brace	No Messages	56%	Envoltoria	Passa
143	BR 16.0	Brace	No Messages	55%	Envoltoria	Passa
144	BR 16.0	Brace	No Messages	53%	Envoltoria	Passa
145	BR 16.0	Brace	No Messages	54%	Envoltoria	Passa
146	BR 16.0	Brace	No Messages	51%	Envoltoria	Passa
147	BR 16.0	Brace	No Messages	51%	Envoltoria	Passa



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMÓRIA DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

148	BR 16.0	Brace	No Messages	52%	Envoltoria	Passa
149	BR 16.0	Brace	No Messages	51%	Envoltoria	Passa

7.4.2 Deslocamento dos Nós

A tabela 4 apresenta os deslocamentos dos nós (deformações) conforme

TABELA 4: Deslocamento dos nós – Quadra							
Nó	Combinação	U1	U2	U3	R1	R2	R3
		m	m	m	Radians	Radians	Radians
1	Envoltoria	0,0059	0,0019	-0,0001	-0,0001	0,0031	0,0004
2	Envoltoria	0,0032	0,0003	0,0008	0,0000	0,0015	-0,0003
3	Envoltoria	0,0069	0,0016	-0,0002	0,0000	0,0075	0,0005
4	Envoltoria	0,0093	0,0010	-0,0005	0,0001	0,0201	0,0000
5	Envoltoria	0,0089	0,0010	-0,0004	0,0001	0,0059	0,0007
6	Envoltoria	0,0052	0,0019	-0,0008	-0,0003	0,0011	0,0005
7	Envoltoria	0,0064	0,0006	-0,0003	0,0001	0,0066	0,0000
8	Envoltoria	0,0011	0,0011	-0,0001	-0,0001	0,0005	0,0043
9	Envoltoria	0,0047	0,0003	-0,0002	0,0000	0,0028	-0,0002
10	Envoltoria	0,0046	0,0010	-0,0001	0,0000	0,0039	0,0110
11	Envoltoria	0,0037	0,0003	0,0003	0,0000	0,0025	-0,0002
12	Envoltoria	0,0037	0,0009	-0,0001	0,0000	0,0034	0,0002
13	Envoltoria	0,0072	0,0026	-0,0002	-0,0001	0,0005	-0,0001
14	Envoltoria	0,0035	0,0007	-0,0001	0,0000	0,0030	0,0001
15	Envoltoria	0,0060	0,0024	-0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
16	Envoltoria	0,0028	0,0011	-0,0001	0,0001	0,0024	0,0019
17	Envoltoria	0,0040	0,0020	-0,0005	0,0002	-0,0022	-0,0003
18	Envoltoria	0,0048	0,0011	0,0014	0,0003	0,0010	0,0010
19	Envoltoria	0,0053	0,0016	-0,0002	-0,0001	-0,0018	0,0002
20	Envoltoria	0,0077	0,0016	-0,0002	0,0001	0,0003	0,0001

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS							
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00			
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:			

21	Envoltoria	0,0063	0,0015	0,0008	0,0005	-0,0001	0,0005
22	Envoltoria	0,0036	0,0019	-0,0006	0,0001	-0,0134	0,0000
23	Envoltoria	0,0071	0,0017	-0,0001	0,0001	0,0045	0,0011
24	Envoltoria	0,0090	0,0026	-0,0009	-0,0003	-0,0005	-0,0003
25	Envoltoria	0,0059	0,0060	-0,0001	0,0049	0,0120	0,0004
26	Envoltoria	0,0017	0,0014	0,0000	0,0001	0,0020	0,0561
27	Envoltoria	0,0041	-0,0032	-0,0003	-0,0038	-0,0007	-0,0004
28	Envoltoria	0,0073	0,0013	-0,0001	0,0001	0,0054	0,0019
29	Envoltoria	0,0060	0,0082	-0,0001	0,0058	0,0095	0,0002
30	Envoltoria	0,0025	0,0003	0,0000	0,0001	0,0025	0,0002
31	Envoltoria	0,0049	-0,0049	-0,0003	-0,0045	-0,0004	-0,0002
32	Envoltoria	0,0015	-0,0001	0,0006	0,0001	0,0016	0,0003
33	Envoltoria	0,0065	0,0082	-0,0001	0,0060	0,0097	0,0000
34	Envoltoria	0,0012	-0,0001	-0,0003	0,0028	0,0023	-0,0001
35	Envoltoria	0,0058	-0,0045	-0,0003	-0,0045	-0,0002	0,0001
36	Envoltoria	0,0016	0,0009	-0,0001	0,0002	0,0016	0,0025
37	Envoltoria	0,0071	0,0063	-0,0002	0,0050	0,0098	-0,0002
38	Envoltoria	0,0036	-0,0035	0,0049	-0,0038	-0,0008	-0,0004
39	Envoltoria	0,0067	-0,0023	-0,0003	-0,0038	-0,0001	0,0004
40	Envoltoria	0,0084	0,0009	-0,0635	0,0005	0,0081	0,0000
41	Envoltoria	0,0056	0,0068	0,0103	0,0044	-0,0015	0,0006
42	Envoltoria	0,0047	-0,0052	0,0059	-0,0045	0,0002	-0,0001
43	Envoltoria	0,0068	0,0010	-0,0832	0,0005	0,0031	0,0000
44	Envoltoria	0,0065	0,0091	0,0127	0,0054	0,0004	0,0002
45	Envoltoria	0,0059	-0,0048	0,0060	-0,0045	-0,0001	0,0002
46	Envoltoria	0,0055	0,0012	-0,0832	0,0005	-0,0011	0,0000
47	Envoltoria	0,0076	0,0091	0,0132	0,0056	-0,0002	-0,0001
48	Envoltoria	0,0072	-0,0026	0,0051	-0,0038	0,0008	0,0006
49	Envoltoria	0,0043	0,0015	-0,0626	0,0005	-0,0060	0,0000

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS							
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00			
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:			

50	Envoltoria	0,0086	0,0070	0,0108	0,0046	0,0021	-0,0004
51	Envoltoria	0,0048	-0,0045	-0,0001	0,0023	0,0015	0,0018
52	Envoltoria	0,0050	-0,0058	-0,0001	0,0031	0,0015	0,0006
53	Envoltoria	0,0053	-0,0055	-0,0001	0,0032	0,0017	0,0011
54	Envoltoria	0,0056	-0,0039	-0,0001	0,0025	0,0012	0,0017
55	Envoltoria	0,0056	-0,0002	-0,0001	0,0003	0,0015	0,0012
56	Envoltoria	0,0011	0,0181	-0,0017	3,9155	0,0002	0,0017
57	Envoltoria	0,0012	0,0221	0,0075	7,2320	0,0000	0,0011
58	Envoltoria	0,0013	0,0221	0,0074	7,6828	0,0000	0,0564
59	Envoltoria	0,0016	0,0172	0,0071	5,2854	0,0001	0,1353
60	Envoltoria	0,0017	0,0014	0,0000	0,0001	0,0039	0,0561
61	Envoltoria	0,0052	0,0013	-0,0002	0,1818	0,0005	0,0005
62	Envoltoria	0,0059	0,0016	0,0031	0,1939	0,0021	0,0004
63	Envoltoria	0,0091	0,0004	0,0282	0,1139	0,0193	0,0006
64	Envoltoria	0,0083	0,0009	-0,0635	0,0004	0,0080	0,0000
65	Envoltoria	0,0032	0,0009	0,0023	-0,0732	0,0011	-0,0003
66	Envoltoria	0,0037	0,0008	0,0023	-0,1416	0,0014	-0,0003
67	Envoltoria	0,0077	-0,0004	0,0347	-0,0014	0,0240	0,0011
68	Envoltoria	0,0073	0,0011	-0,0611	-0,0022	0,0066	0,0000
69	Envoltoria	0,0066	-0,0004	0,0280	0,0007	0,0192	0,0009
70	Envoltoria	0,0064	0,0007	-0,0538	-0,0051	0,0061	0,0001
71	Envoltoria	0,0058	-0,0005	0,0269	0,0002	0,0185	0,0010
72	Envoltoria	0,0058	-0,0001	-0,0416	-0,0075	0,0037	0,0000
73	Envoltoria	0,0051	-0,0003	0,0215	0,0006	0,0147	0,0007
74	Envoltoria	0,0052	-0,0012	-0,0265	-0,0084	0,0013	-0,0002
75	Envoltoria	0,0045	0,0001	0,0145	0,0054	0,0099	0,0003
76	Envoltoria	0,0047	-0,0023	-0,0114	-0,0074	-0,0002	-0,0003
77	Envoltoria	0,0092	0,0017	0,0257	-0,0680	0,0175	-0,0003
78	Envoltoria	0,0083	0,0009	-0,0635	0,0007	0,0083	0,0000

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS							
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00			
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:			

79	Envoltoria	0,0080	0,0027	0,0335	0,0031	0,0232	-0,0007
80	Envoltoria	0,0076	0,0008	-0,0609	0,0038	0,0067	0,0000
81	Envoltoria	0,0073	0,0030	0,0309	-0,0003	0,0213	-0,0007
82	Envoltoria	0,0071	0,0013	-0,0529	0,0074	0,0054	0,0000
83	Envoltoria	0,0068	0,0029	0,0250	0,0000	0,0171	-0,0005
84	Envoltoria	0,0067	0,0023	-0,0406	0,0103	0,0039	0,0000
85	Envoltoria	0,0065	0,0029	0,0219	-0,0002	0,0151	-0,0005
86	Envoltoria	0,0065	0,0037	-0,0255	0,0116	0,0012	0,0002
87	Envoltoria	0,0062	0,0025	0,0157	-0,0029	0,0107	-0,0002
88	Envoltoria	0,0064	0,0051	-0,0106	0,0101	-0,0003	0,0003
89	Envoltoria	0,0056	0,0016	0,0050	-0,0092	0,0037	0,0002
90	Envoltoria	0,0060	0,0064	0,0050	0,0045	-0,0010	0,0006
91	Envoltoria	0,0068	0,0010	-0,0833	0,0003	0,0033	0,0000
92	Envoltoria	0,0064	0,0009	-0,0794	-0,0036	0,0031	0,0001
93	Envoltoria	0,0060	0,0002	-0,0684	-0,0072	0,0025	0,0001
94	Envoltoria	0,0057	-0,0010	-0,0519	-0,0100	0,0022	0,0001
95	Envoltoria	0,0055	-0,0024	-0,0325	-0,0107	0,0019	0,0000
96	Envoltoria	0,0052	-0,0038	-0,0137	-0,0091	0,0015	0,0000
97	Envoltoria	0,0068	0,0010	-0,0832	0,0007	0,0032	0,0000
98	Envoltoria	0,0067	0,0011	-0,0786	0,0054	0,0030	0,0000
99	Envoltoria	0,0066	0,0020	-0,0674	0,0101	0,0027	0,0001
100	Envoltoria	0,0066	0,0035	-0,0509	0,0134	0,0022	0,0001
101	Envoltoria	0,0066	0,0053	-0,0316	0,0145	0,0019	0,0000
102	Envoltoria	0,0066	0,0070	-0,0130	0,0123	0,0016	0,0001
103	Envoltoria	0,0066	0,0087	0,0062	0,0055	0,0008	0,0001
104	Envoltoria	0,0055	0,0012	-0,0833	0,0002	-0,0011	0,0000
105	Envoltoria	0,0056	0,0011	-0,0795	-0,0036	-0,0010	0,0000
106	Envoltoria	0,0056	0,0004	-0,0685	-0,0073	-0,0006	0,0001
107	Envoltoria	0,0056	-0,0008	-0,0520	-0,0100	-0,0006	0,0001

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS							
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS				REVISÃO: 00			
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D				ARQUIVO:			

108	Envoltoria	0,0057	-0,0021	-0,0325	-0,0107	-0,0005	0,0001
109	Envoltoria	0,0057	-0,0035	-0,0137	-0,0091	-0,0004	0,0001
110	Envoltoria	0,0055	0,0011	-0,0832	0,0007	-0,0011	0,0001
111	Envoltoria	0,0058	0,0013	-0,0786	0,0054	-0,0009	0,0001
112	Envoltoria	0,0061	0,0022	-0,0675	0,0100	-0,0008	0,0001
113	Envoltoria	0,0064	0,0036	-0,0511	0,0134	-0,0006	0,0001
114	Envoltoria	0,0066	0,0054	-0,0317	0,0145	-0,0006	0,0001
115	Envoltoria	0,0068	0,0071	-0,0131	0,0124	-0,0004	0,0000
116	Envoltoria	0,0073	0,0087	0,0064	0,0057	-0,0001	0,0000
117	Envoltoria	0,0043	0,0015	-0,0626	0,0003	-0,0059	0,0000
118	Envoltoria	0,0049	0,0016	-0,0605	-0,0023	-0,0049	0,0000
119	Envoltoria	0,0053	0,0012	-0,0535	-0,0052	-0,0046	0,0000
120	Envoltoria	0,0056	0,0005	-0,0417	-0,0074	-0,0027	0,0001
121	Envoltoria	0,0059	-0,0005	-0,0266	-0,0084	-0,0011	0,0002
122	Envoltoria	0,0063	-0,0016	-0,0114	-0,0074	0,0006	0,0004
123	Envoltoria	0,0043	0,0015	-0,0626	0,0006	-0,0061	0,0001
124	Envoltoria	0,0051	0,0014	-0,0599	0,0037	-0,0050	0,0001
125	Envoltoria	0,0057	0,0019	-0,0523	0,0074	-0,0042	0,0001
126	Envoltoria	0,0062	0,0029	-0,0402	0,0104	-0,0029	0,0000
127	Envoltoria	0,0066	0,0041	-0,0253	0,0117	-0,0009	-0,0001
128	Envoltoria	0,0071	0,0054	-0,0106	0,0103	0,0009	-0,0002
129	Envoltoria	0,0081	0,0066	0,0053	0,0047	0,0022	-0,0004
130	Envoltoria	0,0090	0,0020	-0,0001	0,1819	-0,0002	-0,0003

Conforme tabela todos os valores estão dentro das deformações máximas admissíveis.



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMÓRIA DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

6.5 Bases e Chumbadores

Os chumbadores das bases serão de pré-concretagem do tipo I. Para verificação dos chumbadores serão consideradas as cargas nas bases, no pior cenário, conforme tabela a seguir

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
BM01	ENVOLTORIA	Combination	12,73	5,47	99,86	38,16	16,67	0,00
BM02	ENVOLTORIA	Combination	2,99	2,13	43,56	5,35	4,49	0,00
BM03	ENVOLTORIA	Combination	1,97	2,62	74,99	4,22	3,31	0,00
BM04	ENVOLTORIA	Combination	2,12	4,00	49,31	0,91	3,29	0,00
BM05	ENVOLTORIA	Combination	1,86	4,18	35,31	-0,39	2,87	0,00
BM06	ENVOLTORIA	Combination	-0,35	32,76	283,01	-3,96	-0,78	0,00
BM07	ENVOLTORIA	Combination	5,92	-41,15	163,80	148,64	10,33	0,00
BM08	ENVOLTORIA	Combination	-0,32	65,73	120,97	-98,74	-0,71	0,00
BM09	ENVOLTORIA	Combination	6,11	-52,87	149,51	187,26	10,70	0,00
BM10	ENVOLTORIA	Combination	-0,17	80,02	129,06	-138,30	-0,39	0,00
BM11	ENVOLTORIA	Combination	6,48	-53,30	148,62	192,67	11,36	0,00
BM12	ENVOLTORIA	Combination	-0,05	77,05	124,91	-144,74	-0,04	0,00
BM13	ENVOLTORIA	Combination	2,99	2,13	43,56	5,35	4,49	0,00
BM14	ENVOLTORIA	Combination	-0,25	62,05	145,62	-113,82	-0,09	0,00

As figuras a seguir apresentam o dimensionamento das bases e chumbadores.

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

a) Base Tipo I – BM1/BM3@BM12/BM14

Bases BM1/BM3@BM12/BM14			
Fy	24	kN/cm ²	
fu	38,7	kN/cm ²	
fck	2,5	kN/cm ²	
Cargas:			
	X1	0,35	kN
	X2	32,76	kN
	X3	283,01	kN
	X4	3,96	kN.m
	X5	0,78	kN.m
Dimensões Placa de Base:			
B (dimensão em X1) =	391,00	mm	OK!
C (dimensão em X2) =	710,00	mm	OK!
e (espessura da Placa) =	20,00	mm	NÃO!
Coluna de apoio:			
bf =	191,00	mm	
d =	460,00	mm	
Dimensões Escolhidas para Pedestal:			
Bped (dimensão em X1) =	447,00	mm	
Cped (dimensão em X2) =	760,00	mm	
A1 =	2776,1	cm ²	
A2 =	3397,2	cm ²	
Verificação A2/A1 =	OK!		
fc =	0,1427	kN/m ²	
n' =	74,10	mm	
m =	136,5	mm	
n =	119,1	mm	
delta =	14,21	mm	
Dimensionamento			
Fb =	15,84	kN/cm ²	
Fc =	0,9679	kN/cm ²	OK!
fc =	0,1427	kN/cm ²	OK!
M =	13,2963	kN	
t mínimo =	22,4209	mm	

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

CHUMBADORES			
Bases BM1/BM3@BM12/BM14			
Dados:			
Tipo de Aço:	ASTM A36		
Fy	24	kN/cm ²	
fu	38,7	kN/cm ²	
fck	2,5	kN/cm ²	
Cargas:	X1	0,35	kN
	X2	32,76	kN
	X3	283,01	kN
	X4	3,96	kN.m
	X5	0,78	kN.m
Numero total de Chumbadores =	8	unid	
Numero de Chumbadores Direção X1 =	4	unid	OK!
Diametro dos Chumbadores =	19	mm	
Área dos Chumbadores =	2,84	cm ²	OK!
Distancia mínima entre X1 =	100	mm	
Distancia adotada entre X1 =	100	mm	OK!
Numero de Chumbadores Direção X2 =	2		OK!
Diametro dos Chumbadores =	19	mm	
Área dos Chumbadores =	2,84	cm ²	OK!
Distancia mínima entre X2 =	100	mm	
Distancia adotada entre X2 =	100	mm	OK!
Cargas de tração =	0,00	kN	
Carga de Cisalhamento =	45,87	kN	
Carga de Compressão =	398,31	kN	

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS			
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS		REVISÃO: 00	
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D		ARQUIVO:	

b) Base Tipo II – BM2 /BM13

Bases BM2/BM13			
Fy	24	kN/cm ²	
fu	38,7	kN/cm ²	
fck	2,5	kN/cm ²	
Cargas:			
	X1	0,16	kN
	X2	0,81	kN
	X3	193,47	kN
	X4	5,03	kN.m
	X5	0,47	kN.m
Dimensões Placa de Base:			
B (dimensão em X1) =	302,00	mm	OK!
C (dimensão em X2) =	352,00	mm	OK!
e (espessura da Placa) =	20,00	mm	NÃO!
Coluna de apoio:			
bf =	152,00	mm	
d =	152,00	mm	
Dimensões Escolhidas para Pedestal:			
Bped (dimensão em X1) =	402,00	mm	
Cped (dimensão em X2) =	452,00	mm	
Verificação A2/A1 =			
A1 =	1063,04	cm ²	
A2 =	1817,04	cm ²	
	OK!		
Verificação A2/A1 =			
fc =	0,2548	kN/m ²	
n' =	38,00	mm	
m =	103,8	mm	
n =	90,2	mm	
delta =	1,14	mm	
Dimensionamento			
Fb =	15,84	kN/cm ²	
Fc =	1,1440	kN/cm ²	OK!
fc =	0,2548	kN/cm ²	OK!
M =	13,7264	kN	
t mínimo =	22,7807	mm	

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ESTRUTURAS METÁLICAS	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	ARQUIVO:

CHUMBADORES			
Bases BM2/BM13			
Dados:			
Tipo de Aço:	ASTM A36		
Fy	24	kN/cm ²	
fu	38,7	kN/cm ²	
fck	2,5	kN/cm ²	
Cargas:	X1	0,16	kN
	X2	0,81	kN
	X3	193,47	kN
	X4	5,03	kN.m
	X5	0,47	kN.m
Numero total de Chumbadores =	4	unid	
Numero de Chumbadores Direção X1 =	2	unid	OK!
Diametro dos Chumbadores =	19	mm	
Área dos Chumbadores =	2,84	cm ²	OK!
Distancia mínima entre X1 =	100	mm	
Distancia adotada entre X1 =	100	mm	OK!
Numero de Chumbadores Direção X2 =	2		OK!
Diametro dos Chumbadores =	19	mm	
Área dos Chumbadores =	2,84	cm ²	OK!
Distancia mínima entre X2 =	100	mm	
Distancia adotada entre X2 =	100	mm	OK!
Cargas de tração =	0,00	kN	
Carga de Cisalhamento =	1,16	kN	
Carga de Compressão =	272,96	kN	

Documento original assinado eletronicamente, conforme MP 2200-2/2001, art. 10, § 2º, por:

GUSTAVO ALMEIDA DE OLIVEIRA CHAVES

CIDADÃO

assinado em 03/06/2026 09:56:36 -03:00

LAERTE JUNIOR BAPTISTA

CIDADÃO

assinado em 02/06/2026 15:09:41 -03:00



INFORMAÇÕES DO DOCUMENTO

Documento capturado em 03/06/2026 09:56:36 (HORÁRIO DE BRASÍLIA - UTC-3)
por ANA CAROLINA BRAVIN POLINICOLA MOREIRA (TEC. EM EDIFICAÇÕES JR - MAIA MELO ENGENHARIA - GERFE - SEDU - GOVES)
Valor Legal: ORIGINAL | Natureza: DOCUMENTO NATO-DIGITAL

A disponibilidade do documento pode ser conferida pelo link: <https://e-docs.es.gov.br/d/2026-1X6X7K>