2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 1 / 316

MEMÓRIA DE CÁLCULO – ESTRUTURAS DE CONCRETO
– CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO
VILA VELHA – ES

OUTUBRO 2024

SUMÁRIO

1. OBJETO 4
2. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES 4
3. NORMAS APLICÁVEIS 4
4. CONSIDERAÇÕES GERAIS PARA O DIMENSIONAMENTO 4
4.1 CLASSE DE AGRESSIVIDADE 4
4.2 MATERIAIS 4
4.3 PESO ESPECÍFICO 5
4.4 PARÂMETROS GEOTÉCNICOS 5
4.5 AÇÃO DO VENTO 11
4.6 SOFTWARE UTILIZADOS NO DIMENSIONAMENTO 12
5. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR – BLOCO 1 13
5.1 MODELO ESTRUTURAL 13
5.2 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO 15
5.3 FUNDAÇÕES 31
6. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR – BLOCO 2 48
6.1 MODELO ESTRUTURAL 48
6.2 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO 50
6.3 FUNDAÇÕES 87
7. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR – BLOCO 3 114
7.1 MODELO ESTRUTURAL 114
7.2 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO 116
7.3 FUNDAÇÕES 135
8. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR – BLOCO 4 161
8.1 MODELO ESTRUTURAL 161
8.2 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO 163
8.3 FUNDAÇÕES 185
9. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR – BLOCO 5 203
9.1 MODELO ESTRUTURAL 203
9.2 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO 205
9.3 FUNDAÇÕES 227
10. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR – BLOCO 6 245
10.1 MODELO ESTRUTURAL 245

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 2 / 316

10.2 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO 247
10.3 FUNDAÇÕES 271
11. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – QUADRA 289
11.1 MODELO ESTRUTURAL 289
11.2 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO 291
11.3 FUNDAÇÕES 303

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 3 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**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 de concreto do projeto construção nova escola EEEFM Luiz Manoel Veloso, localizada na Rua Mourisco, SN, Bairro Glória, município de Vila Velha, ES.

O empreendimento é do tipo Edifício Escolar, composto por um bloco principal, 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 DE CONCRETO

3. NORMAS APLICÁVEIS

- NBR-6118:2023 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.
- NBR-6120:2019 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.
- NBR-6122:2022 – Projeto e execução de fundações.
- NBR-6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações.
- NBR 8681:2004 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento.

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS PARA O DIMENSIONAMENTO

4.1 Classe de Agressividade

Classe de agressividade ambiental II conforme a NBR 6118.

4.2 Materiais

- **Concreto Estrutural (C30):** fck=30 MPa / Ecs=26.991 MPa.
- Coeficiente de Minoração da Resistência: $\gamma c = 1,4$.
- Abertura de Fissuras: wk ≤ 0,3 mm.
- Cobrimento da Armadura: 4,0 cm.
- Fator água cimento $A/C \leq 0,50$

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 4 / 316

- Aço CA-50 / CA-60
  - Resistência Característica ao Escoamento CA-50 fyk = 500 MPa.
  - Resistência Característica ao Escoamento CA-60 fyk = 600 MPa.
  - Módulo de Elasticidade Es = 210.000 MPa.
  - Coeficiente de Minoração da Resistência $\gamma s = 1,15$

4.3 Peso Específico

- Concreto Estrutural = 25,00 kN/m³;
- Concreto Simples = 24,00 kN/m³;
- Alvenaria de blocos cerâmico = 13,00 kN/m³;
- Alvenaria de blocos de concreto = 22,00 kN/m³;
- Água = 10,00 kN/m³;
- Solo = 18,00 kN/m³.

4.4 Parâmetros Geotécnicos

Para determinação dos parâmetros geotécnicos do solo foi realizada campanha de sondagem. Foram executados 5 furos conforme planta de locação (figura 1). As figuras de 2 a 6 apresentam os furos mais desfavoráveis de cada edificação utilizada no dimensionamento.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 5 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

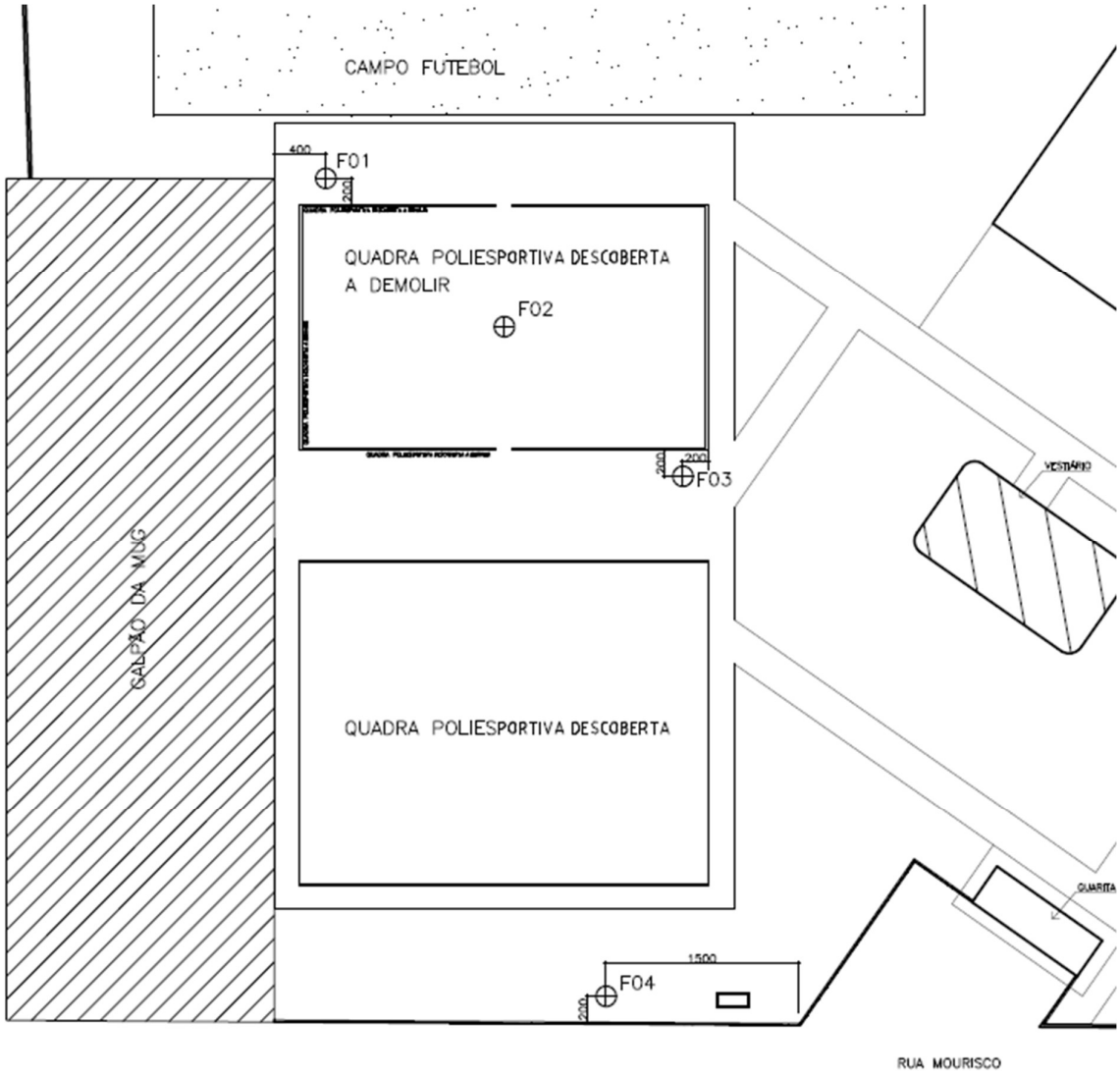
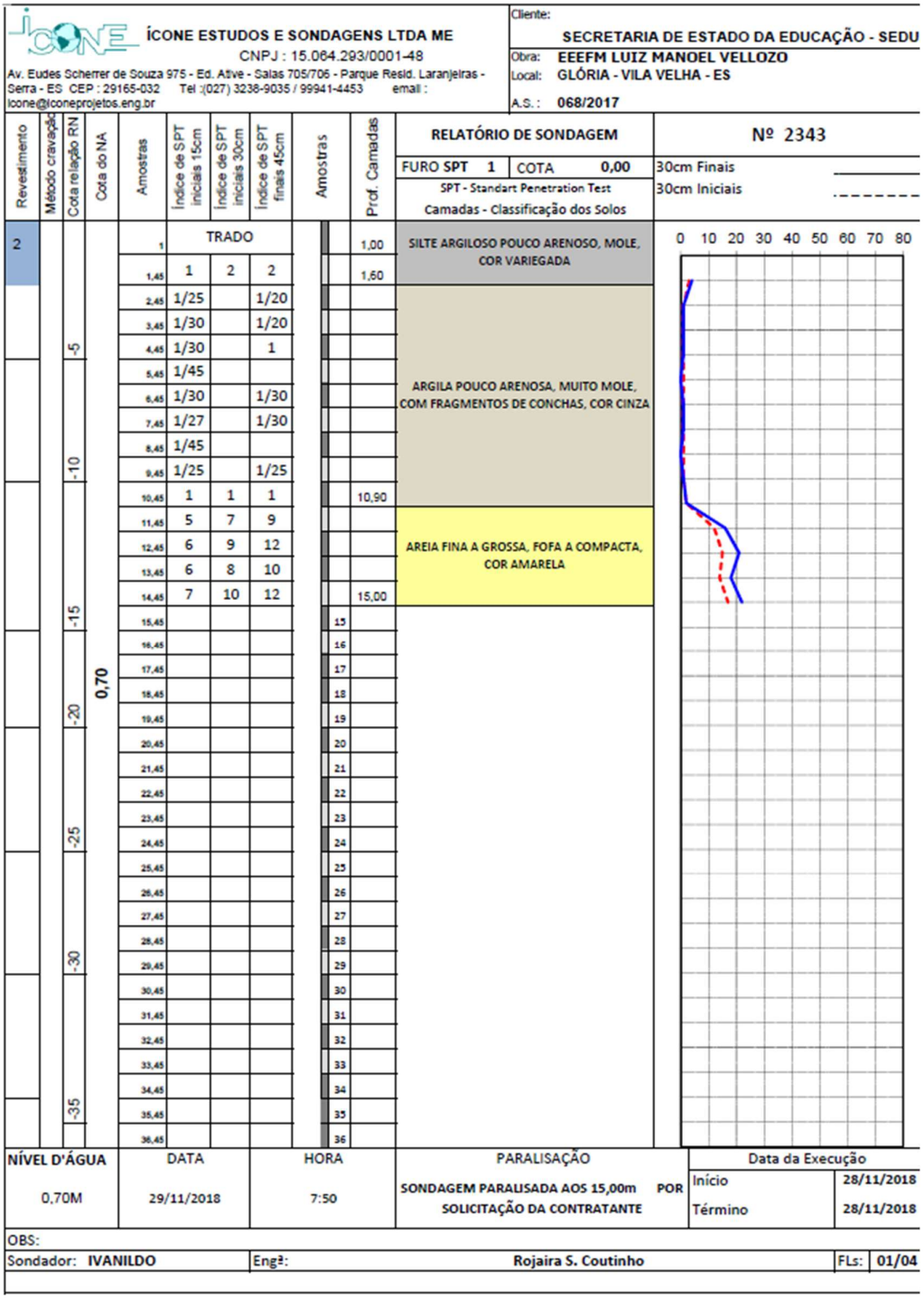


Figura 1 – Locação dos furos de sondagem – EEEFM Luiz Manoel Veloso

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 6 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



ÍCONE ESTUDOS E SONDAGENS LTDA ME
CNPJ : 15.064.293/0001-48
Av. Eudes Scherrer de Souza 975 - Ed. Ative - Salas 705/706 - Parque Resid. Laranjeiras - Serra - ES CEP : 29165-032 Tel :(027) 3238-9035 / 99941-4453 email : icone@iconeprojetos.eng.br

Cliente: SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO - SEDU
Obra: EEEFM LUIZ MANOEL VELLOZO
Local: GLÓRIA - VILA VELHA - ES
A.S.: 068/2017

RELATÓRIO DE SONDAGEM — Nº 2343
FURO SPT 1 | COTA 0,00
SPT - Standart Penetration Test
Camadas - Classificação dos Solos
30cm Finais
30cm Iniciais

Prof. Camadas	Amostras	Índice de SPT iniciais 15cm	Índice de SPT iniciais 30cm	Índice de SPT finais 45cm	Cota do NA	Cota relação RN	Método cravação	Revestimento
1,00	1	TRADO						2
1,60	1,45	1	2	2				
	2,45	1/25		1/20				
	3,45	1/30		1/20				
	4,45	1/30		1		-5		
	5,45	1/45						
	6,45	1/30		1/30				
	7,45	1/27		1/30				
	8,45	1/45						
	9,45	1/25		1/25		-10		
10,90	10,45	1	1	1				
	11,45	5	7	9				
	12,45	6	9	12				
	13,45	6	8	10				
15,00	14,45	7	10	12		-15		
	15,45				0,70			
	16,45							
	17,45							
	18,45					-20		
	19,45							
	20,45							
	21,45							
	22,45							
	23,45							
	24,45					-25		
	25,45							
	26,45							
	27,45							
	28,45							
	29,45					-30		
	30,45							
	31,45							
	32,45							
	33,45							
	34,45							
	35,45					-35		
	36,45							

SILTE ARGILOSO POUCO ARENOSO, MOLE, COR VARIEGADA

ARGILA POUCO ARENOSA, MUITO MOLE, COM FRAGMENTOS DE CONCHAS, COR CINZA

AREIA FINA A GROSSA, FOFA A COMPACTA, COR AMARELA

0 10 20 30 40 50 60 70 80

NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PARALISAÇÃO	Data da Execução	
0,70M	29/11/2018	7:50	SONDAGEM PARALISADA AOS 15,00m POR SOLICITAÇÃO DA CONTRATANTE	Início	28/11/2018
				Término	28/11/2018

OBS:
Sondador: IVANILDO | Engª: Rojaira S. Coutinho | FLs: 01/04

Figura 2 – Boletim de sondagem SP-01 – EEEFM Luiz Manoel Veloso

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 7 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

ÍCONE ESTUDOS E SONDAGENS LTDA ME
CNPJ : 15.064.293/0001-48
Av. Eudes Scherrer de Souza 975 - Ed. Ative - Salas 705/706 - Parque Resid. Laranjeiras - Serra - ES CEP : 29165-032 Tel :(027) 3238-9035 / 99941-4453
email : icone@iconeprojetos.eng.br

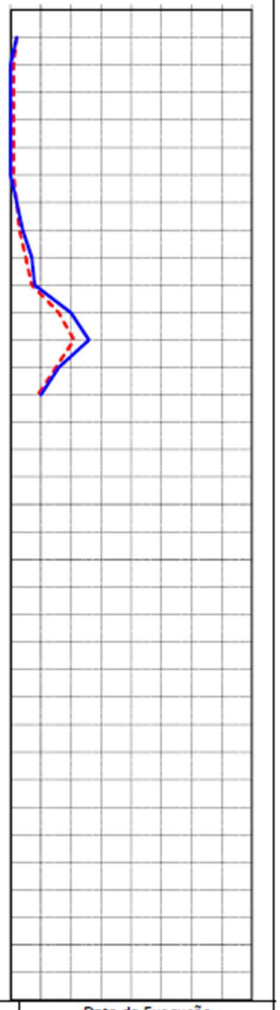
Cliente: SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO - SEDU
Obra: EEEFM LUIZ MANOEL VELLOZO
Local: GLÓRIA - VILA VELHA - ES
Contrato : 068/2017

RELATÓRIO DE SONDAGEM — **Nº 2344**

FURO SPT 2 | COTA 0,00 | 30cm Finais | 30cm Iniciais

SPT - Standart Penetration Test
Camadas - Classificação dos Solos

Revestimento	Método cravação	Cota relação RN	Cota do NA	Amostras	Índice de SPT iniciais 15cm	Índice de SPT iniciais 30cm	Índice de SPT finais 45cm	Amostras	Prof. Camadas	Camadas - Classificação dos Solos
2				1	TRADO				0,50	CONCRETO (0,00-0,10m), AREIA FINA A MÉDIA COR CINZA (0,10-0,50m)
				1,45	1	1	1			
				2,45	1/45					
				3,45	1/45					ARGILA POUCO ARENOSA, MUITO MOLE, COM FRAGMENTOS DE CONCHAS, COR CINZA
		-5		4,45	1/45					
				5,45	1/45					
				6,45	1/45				6,80	
				7,45	1	1	1			
				8,45	1	2	2			
				9,45	2	3	4			
		-10		10,45	3	4	4			AREIA FINA A GROSSA, FOFA A COMPACTA, COR AMARELA
				11,45	7	9	11			
				12,45	9	12	14			
				13,45	7	8	8			
				14,45	4	5	5		15,00	
		-15		15,45				15		
				16,45				16		
				17,45				17		
			0,90	18,45				18		
		-20		19,45				19		
				20,45				20		
				21,45				21		
				22,45				22		
				23,45				23		
		-25		24,45				24		
				25,45				25		
				26,45				26		
				27,45				27		
				28,45				28		
		-30		29,45				29		
				30,45				30		
				31,45				31		
				32,45				32		
				33,45				33		
				34,45				34		
		-35		35,45				35		
				36,45				36		



NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PARALISAÇÃO	Data da Execução	
0,90	28/11/2018	9:00	SONDAGEM PARALISADA AOS 15,00m POR SOLICITAÇÃO DA CONTRATANTE	Início	27/11/2018
				Término	27/11/2018

OBS:
Sondador: IVANILDO | Engª: Rojaira S. Coutinho | FLs: 02/04

Figura 3 – Boletim de sondagem SP-02 – EEEFM Luiz Manoel Veloso

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 8 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

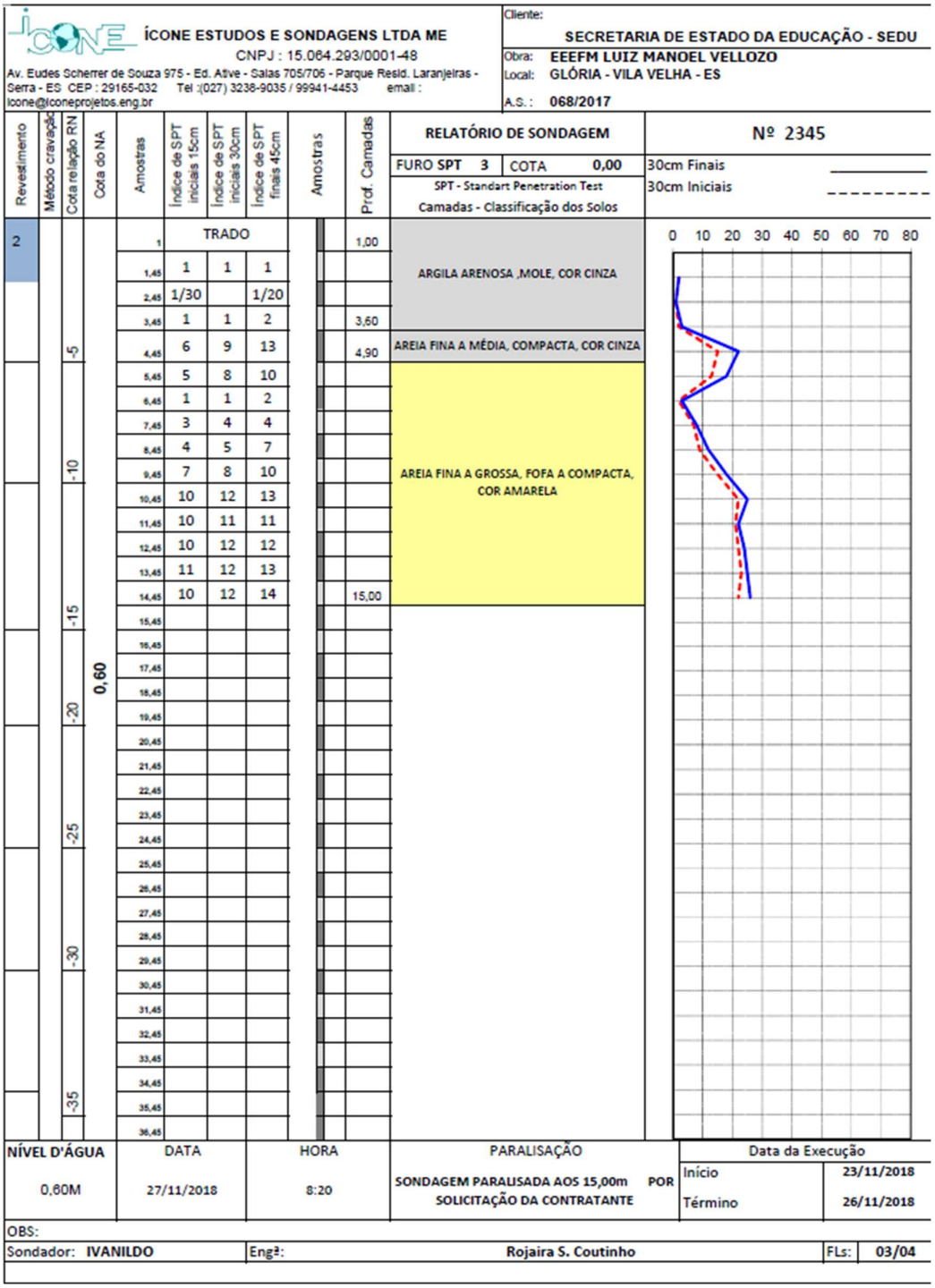


Figura 4 – Boletim de sondagem SP-03 – EEEFM Luiz Manoel Veloso

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 9 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

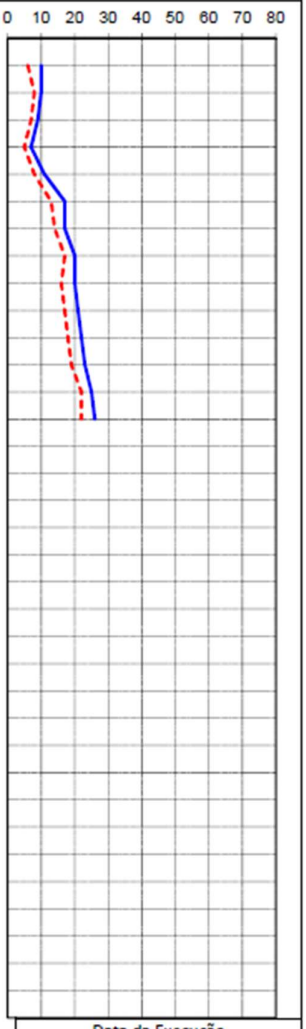
ÍCONE ESTUDOS E SONDAGENS LTDA ME
CNPJ : 15.064.293/0001-48
Av. Eudes Scherrer de Souza 975 - Ed. Ative - Salas 705/706 - Parque Resid. Laranjeiras - Serra - ES CEP : 29165-032 Tel :(027) 3238-9035 / 99941-4453
email : icone@iconeprojetos.eng.br

Cliente: SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO - SEDU
Obra: EEEFM LUIZ MANOEL VELLOZO
Local: GLÓRIA - VILA VELHA - ES
Contrato : 068/2017

RELATÓRIO DE SONDAGEM — Nº 2346

FURO SPT 4 | COTA 0,00
SPT - Standart Penetration Test
Camadas - Classificação dos Solos
30cm Finais
30cm Iniciais

Revestimento	Método cravação	Cota relação RN	Cota do NA	Amostras	Índice de SPT iniciais 15cm	Índice de SPT iniciais 30cm	Índice de SPT finais 45cm	Amostras	Prof. Camadas	Camadas - Classificação dos Solos
2				1	TRADO				1,00	
				1,45	2	4	6			AREIA FINA A MÉDIA POUCO A MEDIANAMENTE COMPACTA COR CINZA
				2,45	4	4	6			
				3,45	3	4	5			
		-5		4,45	2	3	4		4,70	
				5,45	3	5	6			AREIA FINA A GROSSA MEDIANAMENTE COMPACTA A COMPACTA COR AMARELA
				6,45	5	8	9			
				7,45	6	8	9			
				8,45	7	10	10			
		-10		9,45	6	10	10			
				10,45	7	10	11			
				11,45	8	10	12			
				12,45	8	11	12			
				13,45	10	12	13			
				14,45	10	12	14		15,00	
		-15		15,45				15		
				16,45				16		
				17,45				17		
			0,65	18,45				18		
		-20		19,45				19		
				20,45				20		
				21,45				21		
				22,45				22		
		-25		23,45				23		
				24,45				24		
				25,45				25		
				26,45				26		
		-30		27,45				27		
				28,45				28		
				29,45				29		
				30,45				30		
				31,45				31		
				32,45				32		
				33,45				33		
				34,45				34		
		-35		35,45				35		



NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PARALISAÇÃO	Data da Execução	
0,65	26/11/2018	8:00	SONDAGEM PARALISADA AOS 15,00m POR SOLICITAÇÃO DA CONTRATANTE	Início	22/11/2018
				Término	23/11/2018

OBS:

Sondador: IVANILDO | Engª: Rojaira S. Coutinho | FLs: 04/04

Figura 5 – Boletim de sondagem SP-4 – EEEFM Luiz Manoel Veloso

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 10 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Os parâmetros calculados em função no número NSPT para cada local foram a tensão admissível e o coeficiente de recalque vertical, determinados pelas seguintes equações:

$$\sigma_{adm} = N_{SPT}/5 = \text{kgf/cm}^2 \ (Alonso\ 1989)$$

Para a interação solo estrutura o coeficiente de recalque vertical será determinado pela relação empírica de Alonso (1943), Teixeira e Godoy (1996).

$$s = 0.2SPT_{médio\ (kgf/cm^2)}$$

Os parâmetros comuns adotados para todas as estruturas são peso específico ($\gamma = 18{,}00\ kN/m^3$) e coeficiente de empuxo determinado pela equação abaixo, considerado o ângulo de atrito $\varphi = 30º$:

$$K = tg^2(45º - \varphi^2/2) = tg^2(45º - 30º/2) = 0{,}333$$

Em função dos boletins de sondagem foram determinadas as seguintes tensões admissíveis:

- Prédio Escolar, Quadra e Vestiários $\sigma_{adm} = 0{,}20\ kgf/cm^2$ $k_v = 0{,}40\ kgf/cm^3$;
- Guarita e Tanque de Acumulação $\sigma_{adm} = 1{,}20\ kgf/cm^2$ $k_v = 2{,}42\ kgf/cm^3$;

4.5 Ação do Vento

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

Fator topográfico: S1 = 1,0

Fator de rugosidade: S2 → S2 = bFr(z/10)P

Rugosidade = 4

Classe da edificação = B

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 11 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

4.6 Software Utilizados no Dimensionamento

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

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 12 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

5. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR – BLOCO 1

5.1 Modelo Estrutural

O dimensionamento das peças estruturais foi feito seguindo as recomendações das normas da ABNT. Foram considerados os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS).

Para a análise estrutural e obtenção dos esforços solicitantes dos elementos estruturais de concreto armado foi utilizado o software CypeCAD no dimensionamento.

As figuras 7 e 8 apresentam os modelos conforme modelagem no CypeCAD.

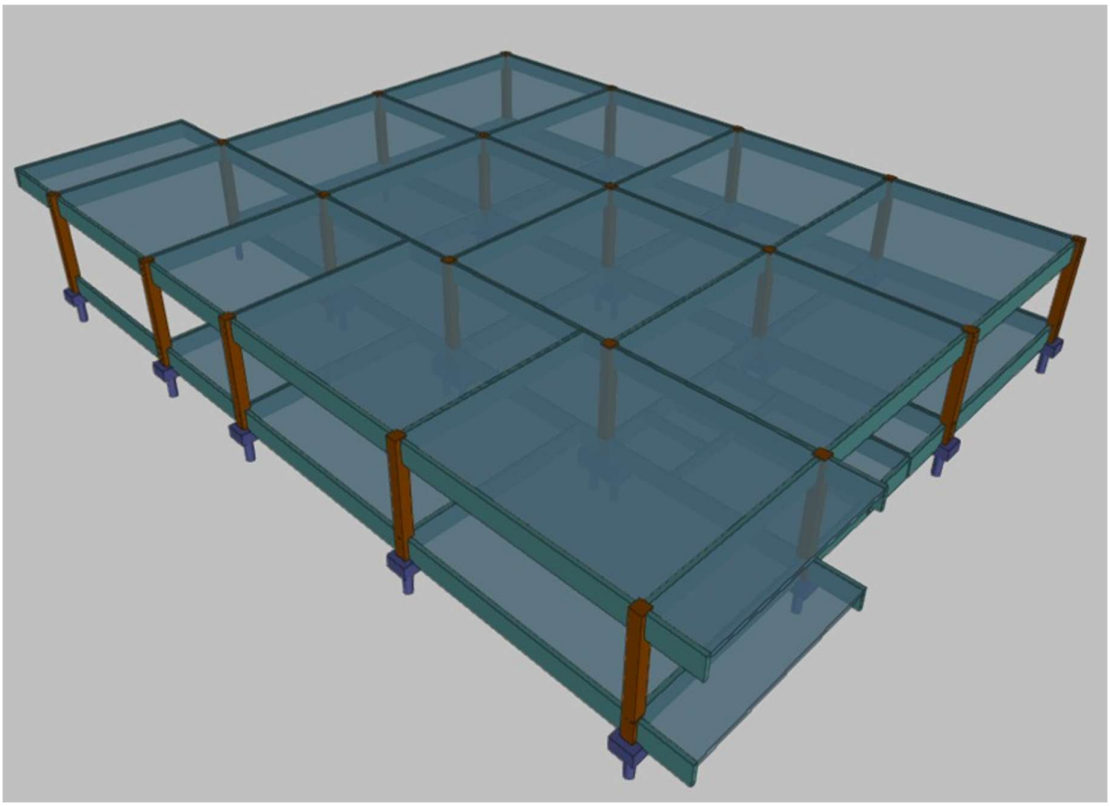


Figura 7 – Prédio Escolar Bloco 1– Modelo estrutural 3D vista 1

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 13 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

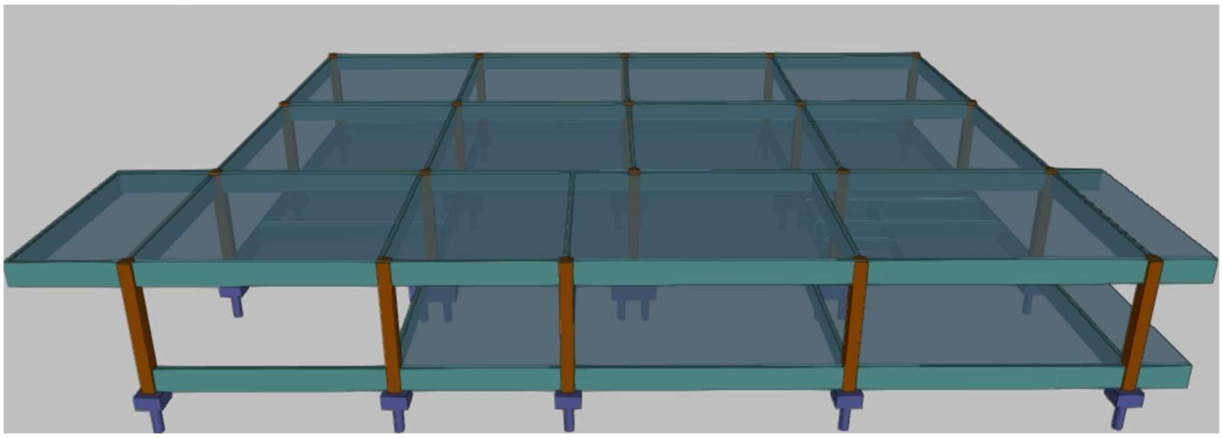


Figura 8 – Prédio Escolar Bloco 1 – Modelo estrutural 3D vista 2

5.1.1 Carregamentos

A será submetida ao peso próprio, cargas permanentes, sobrecargas e cargas de vento.

a) Cargas Permanentes

- Peso próprio calculado eletronicamente.
- Revestimento $1{,}00\ kN/m^2$.
- Alvenaria.
- Cobertura metálica.

b) Sobrecarga

Sobrecarga laje de piso 3,00 kN/m².

Sobrecarga laje de cobertura 1,00 kN/m²

5.1.2 Combinações

As combinações de ações de ações usadas no cálculo foram de acordo com NBR 8691:2004.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 14 / 316

5.2 Resultados do Dimensionamento

5.2.1 Verificações E.L.U – Vigas e Pilares

a) Pilares

P1

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	39.7	59.1	59.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	156.3	-52.4	34.8	-26.0	40.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	39.7	67.7	67.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	171.7	59.6	-38.1	-26.0	40.0	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	89.3	16.8	89.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	435.2	16.6	9.6	-186.3	275.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	94.2	17.2	94.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	435.3	19.4	7.8	-186.3	275.2	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	54.5	17.2	54.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	435.3	19.4	7.8	-186.3	275.2	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P2

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	56.0	72.0	72.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	341.8	-91.7	-5.9	3.0	67.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	56.0	76.3	76.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	357.2	96.7	2.5	3.0	67.3	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	94.3	30.0	94.3	AP, SCU, V(2)	Q	872.4	0.6	-23.6	22.4	569.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	871.9	-3.2	-23.5	20.8	567.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	94.3	30.2	94.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	872.4	6.3	-23.6	22.4	569.8	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	94.3	30.2	94.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	872.4	6.3	-23.6	22.4	569.8	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P3

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	50.9	69.4	69.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	295.3	-84.1	2.3	-2.9	61.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	50.9	71.2	71.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	310.7	87.1	-5.7	-2.9	61.2	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.1	27.8	99.1	AP, SCU, V(2)	Q	809.3	1.0	-21.9	7.2	554.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	808.9	-2.8	-21.8	5.6	552.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	99.1	28.0	99.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	809.3	6.5	-21.9	7.2	554.6	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	91.3	28.0	91.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	809.3	6.5	-21.9	7.2	554.6	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 15 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P4

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	52.7	67.8	67.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	339.7	-88.0	10.8	-8.9	63.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	52.8	67.2	67.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	355.1	89.0	-14.2	-8.9	63.2	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	95.6	30.0	95.6	AP, SCU, V(2)	Q	870.4	-23.5	0.2	-7.7	578.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	870.0	-23.5	3.2	-6.1	576.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.6	30.1	95.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	870.5	5.1	23.5	-7.7	578.2	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	95.6	30.1	95.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	870.5	5.1	23.5	-7.7	578.2	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P5

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	33.1	51.3	51.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	153.0	-47.9	-31.1	21.0	33.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	33.1	46.6	46.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	168.4	46.8	27.6	21.0	33.8	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	88.9	16.3	88.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	430.2	14.3	-10.6	198.4	285.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	94.7	16.6	94.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	430.2	17.1	-8.7	198.4	285.1	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	56.9	16.6	56.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	430.2	17.1	-8.7	198.4	285.1	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P6

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	41.4	43.0	43.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	326.9	12.5	66.0	-49.6	-6.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	41.4	47.0	47.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	342.3	-6.7	-72.8	-49.6	-6.9	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	95.6	31.0	95.6	AP, SCU, V(2)	Q	843.5	22.1	22.8	-362.0	93.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	842.8	22.2	22.8	-358.7	93.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.6	30.7	95.6	AP, SCU, V(2)	Q	843.6	23.0	11.6	-362.0	93.6	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	843.0	27.1	14.7	-360.4	95.5	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	61.3	30.7	61.3	AP, SCU, V(2)	Q	843.6	23.0	11.6	-362.0	93.6	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	843.0	27.1	14.7	-360.4	95.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P7

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	5.8	29.1	29.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	747.0	19.0	-20.2	5.6	-12.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.8	28.0	28.0	AP, SCU, V(2)	Q	762.4	-20.6	4.9	5.6	-12.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	762.4	-20.6	7.0	6.6	-11.4	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 16 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	29.7	64.1	64.1	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	1714.0	26.9	-46.3	-0.5	71.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	29.7	64.2	64.2	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	1714.1	27.6	-46.3	-0.5	71.3	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	10.1	64.2	64.2	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	1714.1	27.6	-46.3	-0.5	71.3	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P8

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	4.8	25.4	25.4	AP, SCU, V(2)	Q	616.3	14.4	16.6	-4.6	-10.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	664.2	14.7	17.9	-4.7	-10.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	4.8	25.5	25.5	AP, SCU, V(2)	Q	631.7	-17.1	-9.2	-4.6	-10.6	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	679.5	-18.3	-11.5	-5.8	-9.1	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	24.9	59.8	59.8	AP, SCU, V(2)	Q	1386.3	18.4	-37.4	12.0	-58.7	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	1569.9	33.1	-42.4	12.4	-54.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	24.9	59.7	59.7	AP, SCU, V(2)	Q	1386.3	17.8	-37.4	12.0	-58.7	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	1570.0	32.6	-42.4	12.4	-54.7	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	8.5	59.7	59.7	AP, SCU, V(2)	Q	1386.3	17.8	-37.4	12.0	-58.7	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	1570.0	32.6	-42.4	12.4	-54.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P9

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	8.7	29.7	29.7	AP, SCU, V(2)	Q	759.9	16.4	20.7	-17.2	-11.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	759.8	20.5	19.8	-16.2	-13.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	9.2	31.1	31.1	AP, SCU, V(4)	Q	720.2	-15.4	-27.4	-16.9	-10.9	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	775.3	-16.6	-27.5	-17.2	-11.8	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	57.6	65.5	65.5	AP, V(5)	Q	1374.7	15.7	-37.1	16.5	137.4	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	1767.3	23.0	-47.7	13.6	129.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	57.6	65.6	65.6	AP, V(5)	Q	1374.8	17.0	-37.1	16.5	137.4	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	1767.4	24.3	-47.7	13.6	129.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	19.7	65.6	65.6	AP, V(5)	Q	1374.8	17.0	-37.1	16.5	137.4	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	1767.4	24.3	-47.7	13.6	129.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 17 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P10

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	35.3	39.0	39.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	330.9	16.4	-60.3	41.4	-12.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	35.4	35.4	35.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	346.3	-18.6	55.6	41.4	-12.5	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	88.3	31.8	88.3	AP, SCU, V(2)	Q	875.4	17.0	-23.6	372.1	160.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	874.9	20.8	-23.6	370.5	162.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	88.3	32.1	88.3	AP, SCU, V(2)	Q	875.4	18.6	-23.6	372.1	160.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	874.9	22.4	-23.6	370.5	162.3	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	66.7	32.1	66.7	AP, SCU, V(2)	Q	875.4	18.6	-23.6	372.1	160.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	874.9	22.4	-23.6	370.5	162.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P11

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	16.6	29.5	29.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	650.8	-32.4	-19.8	11.2	25.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	19.8	30.4	30.4	AP, SCU, V(3)	Q	634.6	38.9	13.4	12.4	25.0	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	666.2	39.4	11.5	11.2	25.6	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	76.4	38.4	76.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	927.0	51.9	8.2	-178.7	-393.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	75.4	37.3	75.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	927.1	47.9	6.4	-178.7	-393.7	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	72.0	37.3	72.0	AP, SCU, V(4)	Q	926.7	40.0	6.5	-178.7	-397.1	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	927.1	47.9	6.4	-178.7	-393.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P12

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	5.3	26.4	26.4	AP, V(2)	Q	613.4	-16.6	12.2	-12.1	3.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	706.9	-19.1	11.1	-11.3	4.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.5	26.9	26.9	AP, V(2)	Q	628.8	6.7	-21.8	-12.1	3.6	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	722.7	10.2	-19.5	-10.3	5.5	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	87.9	51.8	87.9	AP, SCU, V(5)	Q	1375.8	48.7	9.5	-200.9	-492.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1376.4	56.4	9.4	-200.9	-488.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	87.9	50.5	87.9	AP, SCU, V(5)	Q	1375.8	43.8	7.4	-200.9	-492.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1376.5	51.6	7.4	-200.9	-488.8	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	87.9	50.5	87.9	AP, SCU, V(5)	Q	1375.8	43.8	7.4	-200.9	-492.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1376.5	51.6	7.4	-200.9	-488.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 18 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P13

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	10.0	26.5	26.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	671.6	27.4	-0.2	-2.7	-19.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	9.9	27.3	27.3	AP, SCU, V(3)	Q	645.8	-26.9	-7.6	-2.7	-18.9	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	687.0	-27.1	-7.9	-2.7	-19.5	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	88.0	51.8	88.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	1417.9	35.4	-38.3	21.7	-246.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	88.0	52.1	88.0	AP, SCU, V(2)	Q	1417.9	33.0	-38.3	21.7	-246.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1418.0	36.8	-38.3	20.1	-244.6	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	40.6	52.1	52.1	AP, SCU, V(2)	Q	1417.9	33.0	-38.3	21.7	-246.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1418.0	36.8	-38.3	20.1	-244.6	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P14

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	11.8	30.3	30.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	741.0	28.6	15.9	-14.2	-21.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	12.2	32.6	32.6	AP, SCU, V(3)	Q	709.7	-30.1	-22.8	-13.5	-20.5	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	756.4	-30.4	-23.9	-14.2	-21.1	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	96.0	58.0	96.0	AP, SCU, V(2)	Q	1637.9	45.2	1.7	-54.5	-437.1	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1638.0	52.6	1.7	-54.6	-433.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	96.0	59.9	96.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	1638.0	40.8	44.2	-54.5	-437.1	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	72.5	59.9	72.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	1638.0	40.8	44.2	-54.5	-437.1	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P15

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	32.1	34.2	34.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	449.3	-17.3	-56.8	38.0	11.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	32.0	30.6	32.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	464.7	14.9	49.7	38.0	11.5	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.6	39.3	97.6	AP, SCU, V(2)	Q	1068.2	27.9	-28.8	378.9	-45.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1067.6	28.0	-28.8	375.7	-45.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.6	39.2	97.6	AP, SCU, V(2)	Q	1068.3	27.4	-28.8	378.9	-45.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1067.6	27.6	-28.8	375.7	-45.4	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	62.6	39.2	62.6	AP, SCU, V(2)	Q	1068.3	27.4	-28.8	378.9	-45.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1067.6	27.6	-28.8	375.7	-45.4	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 19 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P16

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	41.7	49.0	49.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	446.6	57.4	-48.5	30.9	-39.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	41.7	40.8	41.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	462.0	-52.9	38.1	30.9	-39.4	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	78.0	21.8	78.0	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	514.0	26.2	4.8	-122.5	92.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	79.6	22.0	79.6	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	514.1	27.2	3.6	-122.5	92.7	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	21.8	22.0	22.0	AP, SCU, V(4)	Q	514.8	23.2	0.6	-124.1	90.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	514.1	27.2	3.6	-122.5	92.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P17

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	27.0	28.6	28.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	230.2	46.5	2.5	-5.3	-32.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	27.1	28.5	28.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	245.6	-44.0	-12.5	-5.3	-32.3	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	57.9	22.0	57.9	AP, SCU, V(3)	Q	442.4	30.4	-4.7	0.1	-69.6	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	441.9	34.2	-1.8	1.5	-67.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	57.9	21.8	57.9	AP, SCU, V(3)	Q	442.4	29.7	-4.7	0.1	-69.6	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	441.9	33.6	-1.7	1.5	-67.6	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	10.2	21.8	21.8	AP, SCU, V(2)	Q	442.8	25.8	-1.5	1.6	-71.6	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	441.9	33.6	-1.7	1.5	-67.6	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P18

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	45.7	51.2	51.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	343.8	71.7	24.1	-20.8	-50.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	45.7	54.2	54.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	359.2	-70.6	-34.1	-20.8	-50.8	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	89.7	33.6	89.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	757.2	51.5	2.5	-78.8	-400.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	88.5	32.4	88.5	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	757.2	47.5	1.7	-78.8	-400.9	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	67.9	32.4	67.9	AP, SCU, V(2)	Q	757.8	39.8	1.9	-78.7	-404.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	757.2	47.5	1.7	-78.8	-400.9	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P19

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	45.9	44.6	45.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	443.9	76.1	12.7	-12.6	-54.8	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 20 / 316

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	46.2	48.7	48.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	459.3	-77.3	-22.7	-12.6	-54.8	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	88.7	37.1	88.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	893.3	51.8	-2.9	24.0	-417.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	86.8	36.1	86.8	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	893.4	47.7	-2.7	24.0	-417.2	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	69.4	36.1	69.4	AP, SCU, V(2)	Q	894.1	40.2	-2.5	24.1	-421.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	893.4	47.7	-2.7	24.0	-417.2	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P20

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobetura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	37.8	49.5	49.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	265.4	51.8	-39.4	24.5	-38.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	37.8	43.9	43.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	280.7	-55.4	29.2	24.5	-38.3	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.7	27.0	97.7	AP, SCU, V(3)	Q	582.5	37.9	-6.0	143.0	-235.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	581.8	41.6	-9.1	141.4	-233.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.6	26.2	97.6	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	581.8	39.3	-7.7	141.4	-233.5	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	45.3	26.2	45.3	AP, SCU, V(2)	Q	582.7	31.9	-7.5	141.4	-237.4	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	581.8	39.3	-7.7	141.4	-233.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

b) Vigas

Terreo

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P1 - P2	Passa	'0.000 m' Passa	'0.383 m' η = 66.1	'6.508 m' η = 93.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 93.3**
b: P2 - P3	Passa	Passa	'6.383 m' η = 45.7	'0.258 m' η = 90.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 90.3**
c: P3 - P4	Passa	Passa	'0.633 m' η = 46.0	'6.633 m' η = 90.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 90.4**
d: P4 - P5	Passa	'0.000 m' Passa	'6.633 m' η = 65.1	'0.258 m' η = 94.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 94.5**
a: V12 - V13	Passa	'0.000 m' Passa	'0.000 m' η = 29.8	'V12' η = 76.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 76.2**
a: P16 - P17	Passa	Passa	'6.726 m' η = 30.3	'6.726 m' η = 55.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 55.1**
b: P17 - P18	Passa	Passa	'0.383 m' η = 33.9	'4.383 m' η = 67.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 67.3**
c: P18 - P19	Passa	'0.000 m' Passa	'0.833 m' η = 46.9	'0.333 m' η = 95.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 95.2**
d: P19 - P20	Passa	'0.000 m' Passa	'7.483 m' η = 50.2	'0.358 m' η = 94.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 94.5**
a: P17 - P12	Passa	'0.000 m' Passa	'0.400 m' η = 42.6	'P17' η = 87.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 87.8**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 21 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_YS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: V9 - V10	Passa	Passa	'0.000 m' η = 95.7	'3.150 m' η = 78.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 95.7**
b: V10 - V11	Passa	Passa	'2.262 m' η = 79.5	'V10' η = 78.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 79.5**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_YS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	-	
a: V3 - V4	Passa	Passa	'2.508 m' η = 44.8	'3.133 m' η = 83.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 83.4**
a: V5 - V6	Passa	Passa	'7.341 m' η = 50.2	'3.633 m' η = 94.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 94.9**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_xS_t: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_YS_t: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Erros:
(1) Não atende: 'Disposições relativas às armaduras' (Armadura longitudinal)

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.383 m Passa	x: 0 m Passa	x: 6.726 m Passa	**PASSA**
b: P2 - P3	x: 6.883 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 3.133 m Passa	**PASSA**
c: P3 - P4	x: 0.133 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 3.133 m Passa	**PASSA**
d: P4 - P5	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0.258 m Passa	**PASSA**
a: P6 - P7	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.383 m Passa	x: 0 m Passa	x: 1.883 m Passa	**PASSA**
b: P7 - P8	x: 7.1 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 2.008 m Passa	**PASSA**
c: P8 - P9	x: 0 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 2.008 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 22 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
d: P9 - P10	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.008 m Passa	**PASSA**
a: V3 - V4	x: 0.258 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 3.633 m Passa	x: 2.008 m Passa	**PASSA**
a: V5 - V6	x: 0.258 m Passa	x: 4.133 m Passa	x: 4.133 m Passa	x: 4.133 m Passa	x: 2.008 m Passa	**PASSA**
a: V12 - V13	x: 0.258 m Passa	N.A.(1)	x: 2.008 m Passa	N.A.(1)	N.A.(2)	**PASSA**
a: P16 - P17	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
b: P17 - P18	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.383 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
c: P18 - P19	x: 0.208 m Passa	x: 4.083 m Passa	x: 4.083 m Passa	x: 4.083 m Passa	x: 3.208 m Passa	**PASSA**
d: P19 - P20	x: 8.2 m Passa	x: 8.2 m Passa	x: 4.233 m Passa	x: 8.2 m Passa	x: 3.358 m Passa	**PASSA**
e: P20 - V14	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
a: P11 - P6	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.45 m Passa	x: 0 m Passa	x: 7.525 m Passa	**PASSA**
b: P6 - P1	x: 8.2 m Passa	x: 8.2 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 8.2 m Passa	x: 2.675 m Passa	**PASSA**
a: P17 - P12	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.4 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
a: P12 - P7	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 0 m Passa	x: 7.275 m Passa	**PASSA**
b: P7 - P2	x: 8.2 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 6.3 m Passa	**PASSA**
a: P18 - V8	x: 0 m Passa	x: 3.65 m Passa	x: 3.65 m Passa	x: 3.65 m Passa	x: 2.15 m Passa	**PASSA**
a: P13 - P8	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 4.15 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.15 m Passa	**PASSA**
b: P8 - P3	x: 0 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 6.3 m Passa	**PASSA**
a: P14 - P9	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.9 m Passa	**PASSA**
b: P9 - P4	x: 8.2 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 6.3 m Passa	**PASSA**
a: V9 - V10	x: 0.525 m Passa	N.A.(1)	x: 3.5 m Passa	N.A.(1)	x: 2.525 m Passa	**PASSA**
b: V10 - V11	N.A.(1)	N.A.(1)	x: 0 m Passa	N.A.(1)	x: 0 m Passa	**PASSA**
a: P20 - P15	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.4 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.15 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 23 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
b: P15 - P10	x: 8.2 m Passa	x: 8.2 m Passa	x: 3.65 m Passa	x: 8.2 m Passa	x: 2.275 m Passa	**PASSA**
c: P10 - P5	x: 8.2 m Passa	x: 8.2 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 8.2 m Passa	x: 2.675 m Passa	**PASSA**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.
(2) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.69 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.57 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.19 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.27 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.73 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.35 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P3 - P4	$f_{i,Q}$: 0.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.73 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.35 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P4 - P5	$f_{i,Q}$: 0.69 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.58 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.20 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P6 - P7	$f_{i,Q}$: 2.68 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.26 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.68 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 2.46 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.02 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.57 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P8 - P9	$f_{i,Q}$: 2.44 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.93 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.47 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P9 - P10	$f_{i,Q}$: 2.47 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.33 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.73 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V12 - V13	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.14 mm	$f_{T,max}$: 0.10 mm $f_{T,lim}$: 6.82 mm	$f_{A,max}$: 0.07 mm $f_{A,lim}$: 3.27 mm	**PASSA**
a: P16 - P17	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.74 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.57 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P17 - P18	$f_{i,Q}$: 0.04 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.85 mm	$f_{T,max}$: 0.35 mm $f_{T,lim}$: 19.60 mm	$f_{A,max}$: 0.25 mm $f_{A,lim}$: 9.80 mm	**PASSA**
c: P18 - P19	$f_{i,Q}$: 1.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 3.13 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 2.45 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 24 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
d: P19 - P20	$f_{i,Q}$: 1.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 3.13 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 2.44 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P20 - V14	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.76 mm	$f_{T,max}$: 0.11 mm $f_{T,lim}$: 13.32 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 6.66 mm	**PASSA**
a: P11 - P6	$f_{i,Q}$: 1.89 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 8.67 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 7.83 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P6 - P1	$f_{i,Q}$: 2.32 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 6.51 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 6.00 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P17 - P12	$f_{i,Q}$: 0.29 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.23 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.84 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P12 - P7	$f_{i,Q}$: 1.97 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 10.30 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 8.30 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P18 - V8	$f_{i,Q}$: 3.52 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.64 mm	$f_{T,max}$: 8.80 mm $f_{T,lim}$: 28.90 mm	$f_{A,max}$: 8.10 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P13 - P8	$f_{i,Q}$: 2.99 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 8.84 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 7.60 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P14 - P9	$f_{i,Q}$: 1.74 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 10.76 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 8.91 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V9 - V10	$f_{i,Q}$: 1.59 mm $f_{i,Q,lim}$: 16.89 mm	$f_{T,max}$: 6.15 mm $f_{T,lim}$: 23.65 mm	$f_{A,max}$: 5.47 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: V10 - V11	$f_{i,Q}$: 1.59 mm $f_{i,Q,lim}$: 16.89 mm	$f_{T,max}$: 6.11 mm $f_{T,lim}$: 23.65 mm	$f_{A,max}$: 5.44 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P20 - P15	$f_{i,Q}$: 2.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.45 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.92 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P10 - P5	$f_{i,Q}$: 2.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 6.31 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 5.79 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

Cobetura

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{YSt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P1 - P2	Passa	Passa	'6.708 m' η = 53.1	'6.583 m' η = 92.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.1**
b: P2 - P3	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 45.0	'0.333 m' η = 91.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 91.4**
c: P3 - P4	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 44.8	'6.583 m' η = 91.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 91.9**
d: P4 - P5	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 53.9	'0.333 m' η = 94.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.1**
c: P17 - P18	Passa	'0.000 m' Passa	'4.526 m' η = 45.5	'4.458 m' η = 84.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 84.2**
c: P6 - P1	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 62.8	'3.925 m' η = 93.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 93.2**
a: P18 - V8	Passa	Passa	'0.374 m' η = 87.5	'2.525 m' η = 92.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.7**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 25 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P20 - P15	Passa	Passa	'6.726 m' η = 92.0	'6.525 m' η = 84.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.0**
b: P15 - P10	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 56.2	'7.775 m' η = 85.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 85.4**
c: P10 - P5	Passa	Passa	'0.374 m' η = 64.6	'3.925 m' η = 94.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.0**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	-	
a: V16 - V17	Passa	Passa	'7.350 m' η = 49.0	'V17' η = 86.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 86.2**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_{xSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_{ySt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Erros:
(1) Não atende: 'Disposições relativas às armaduras' (Armadura longitudinal)

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 7.1 m Passa	x: 3.083 m Passa	x: 3.083 m Passa	x: 3.083 m Passa	x: 1.833 m Passa	**PASSA**
b: P2 - P3	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.708 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.333 m Passa	**PASSA**
c: P3 - P4	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.458 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 6.833 m Passa	**PASSA**
d: P4 - P5	x: 0 m Passa	x: 4.083 m Passa	x: 4.083 m Passa	x: 4.083 m Passa	x: 0.333 m Passa	**PASSA**
a: P6 - P7	x: 7.1 m Passa	x: 2.958 m Passa	x: 2.958 m Passa	x: 2.958 m Passa	x: 6.458 m Passa	**PASSA**
b: P7 - P8	x: 0 m Passa	x: 3.708 m Passa	x: 3.708 m Passa	x: 3.708 m Passa	x: 2.458 m Passa	**PASSA**
c: P8 - P9	x: 7.1 m Passa	x: 3.458 m Passa	x: 3.458 m Passa	x: 3.458 m Passa	x: 2.208 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 26 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
d: P9 - P10	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.958 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.583 m Passa	**PASSA**
a: V16 - P16	x: 3.2 m Passa	x: 3.2 m Passa	N.A.(1)	x: 3.2 m Passa	x: 0.933 m Passa	**PASSA**
b: P16 - P17	x: 0 m Passa	x: 4.458 m Passa	x: 4.458 m Passa	x: 4.458 m Passa	x: 1.333 m Passa	**PASSA**
c: P17 - P18	x: 4.9 m Passa	x: 4.9 m Passa	x: 2.083 m Passa	x: 4.9 m Passa	x: 4.583 m Passa	**PASSA**
d: P18 - P19	x: 0 m Passa	x: 3.908 m Passa	x: 3.908 m Passa	x: 3.908 m Passa	x: 0.283 m Passa	**PASSA**
e: P19 - P20	x: 0 m Passa	x: 4.558 m Passa	x: 4.558 m Passa	x: 4.558 m Passa	x: 6.683 m Passa	**PASSA**
f: P20 - V14	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
a: V16 - V17	N.A.(1)	x: 3.65 m Passa	x: 3.65 m Passa	x: 3.65 m Passa	x: 1.15 m Passa	**PASSA**
a: P16 - P11	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.15 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 1.15 m Passa	**PASSA**
b: P11 - P6	x: 8.2 m Passa	x: 0 m Passa	x: 4.15 m Passa	x: 0 m Passa	x: 7.65 m Passa	**PASSA**
c: P6 - P1	x: 0 m Passa	x: 4.55 m Passa	x: 4.55 m Passa	x: 4.55 m Passa	x: 6.55 m Passa	**PASSA**
a: P17 - P12	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.9 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 1.15 m Passa	**PASSA**
a: P12 - P7	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.15 m Passa	**PASSA**
b: P7 - P2	x: 8.2 m Passa	x: 4.55 m Passa	x: 4.55 m Passa	x: 4.55 m Passa	x: 8.2 m Passa	**PASSA**
a: P18 - V8	x: 0 m Passa	x: 3.15 m Passa	x: 3.15 m Passa	x: 3.15 m Passa	x: 1.275 m Passa	**PASSA**
a: P13 - P8	x: 8.2 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P8 - P3	x: 0 m Passa	x: 4.675 m Passa	x: 4.675 m Passa	x: 4.675 m Passa	x: 0.925 m Passa	**PASSA**
a: P14 - P9	x: 8.2 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P9 - P4	x: 0 m Passa	x: 4.675 m Passa	x: 4.675 m Passa	x: 4.675 m Passa	x: 0.925 m Passa	**PASSA**
a: P20 - P15	x: 7.1 m Passa	x: 3.15 m Passa	x: 3.15 m Passa	x: 3.15 m Passa	x: 6.65 m Passa	**PASSA**
b: P15 - P10	x: 0 m Passa	x: 4.15 m Passa	x: 4.15 m Passa	x: 4.15 m Passa	x: 3.9 m Passa	**PASSA**
c: P10 - P5	x: 0 m Passa	x: 4.55 m Passa	x: 4.55 m Passa	x: 4.55 m Passa	x: 6.55 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 27 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.
(2) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.75 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.54 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.44 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.07 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.02 mm	$f_{T,max}$: 1.18 mm $f_{T,lim}$: 25.68 mm	$f_{A,max}$: 0.76 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P3 - P4	$f_{i,Q}$: 0.07 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.10 mm	$f_{T,max}$: 1.17 mm $f_{T,lim}$: 25.92 mm	$f_{A,max}$: 0.76 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P4 - P5	$f_{i,Q}$: 0.79 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.84 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.73 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P6 - P7	$f_{i,Q}$: 1.15 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 11.29 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.75 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 0.71 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.67 mm	$f_{T,max}$: 3.87 mm $f_{T,lim}$: 26.18 mm	$f_{A,max}$: 2.85 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P8 - P9	$f_{i,Q}$: 0.68 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.71 mm	$f_{T,max}$: 3.64 mm $f_{T,lim}$: 26.24 mm	$f_{A,max}$: 2.63 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P9 - P10	$f_{i,Q}$: 1.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 11.87 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 8.17 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P16 - P17	$f_{i,Q}$: 0.08 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.41 mm $f_{T,lim}$: 12.62 mm	$f_{A,max}$: 1.25 mm $f_{A,lim}$: 6.42 mm	**PASSA**
c: P17 - P18	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 14.00 mm	$f_{T,max}$: 0.23 mm $f_{T,lim}$: 19.60 mm	$f_{A,max}$: 0.12 mm $f_{A,lim}$: 4.63 mm	**PASSA**
d: P18 - P19	$f_{i,Q}$: 0.82 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.26 mm	$f_{T,max}$: 7.71 mm $f_{T,lim}$: 32.62 mm	$f_{A,max}$: 6.65 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
f: P20 - V14	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.76 mm	$f_{T,max}$: 0.19 mm $f_{T,lim}$: 13.32 mm	$f_{A,max}$: 0.14 mm $f_{A,lim}$: 6.66 mm	**PASSA**
b: P11 - P6	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 8.28 mm	$f_{T,max}$: 0.44 mm $f_{T,lim}$: 8.48 mm	$f_{A,max}$: 0.29 mm $f_{A,lim}$: 4.30 mm	**PASSA**
c: P6 - P1	$f_{i,Q}$: 1.44 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 11.09 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 9.19 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 28 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P17 - P12	$f_{i,Q}$: 1.32 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 9.52 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.06 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P12 - P7	$f_{i,Q}$: 1.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 21.66 mm	$f_{T,max}$: 8.33 mm $f_{T,lim}$: 30.35 mm	$f_{A,max}$: 6.44 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P13 - P8	$f_{i,Q}$: 1.42 mm $f_{i,Q,lim}$: 22.25 mm	$f_{T,max}$: 10.31 mm $f_{T,lim}$: 31.25 mm	$f_{A,max}$: 7.91 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P14 - P9	$f_{i,Q}$: 1.47 mm $f_{i,Q,lim}$: 22.21 mm	$f_{T,max}$: 11.09 mm $f_{T,lim}$: 31.19 mm	$f_{A,max}$: 8.42 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P20 - P15	$f_{i,Q}$: 1.38 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 10.05 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.48 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P15 - P10	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.31 mm	$f_{T,max}$: 1.35 mm $f_{T,lim}$: 22.56 mm	$f_{A,max}$: 0.93 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P10 - P5	$f_{i,Q}$: 1.48 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 11.32 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 9.40 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

5.2.2 Verificações E.L.U – Lajes

Terreo

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L5	X	0.17	------	10.34	26.37	------	2.55	6.50	------	Ø6.3c/12	Ø10c/12
	Y		22.30	10.34	10.13	5.50	2.55	2.50	Ø8c/9	Ø6.3c/12	Ø8c/20
L2	X	0.17	21.44	10.34	10.13	5.29	2.55	2.50	Ø8c/9	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		23.93	10.34	26.95	5.90	2.55	6.65	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø12.5c/18
L11	X	0.17	10.13	10.34	------	2.50	2.55	------	Ø8c/20	Ø6.3c/12	------
	Y		27.85	10.34	11.67	6.87	2.55	2.88	Ø12.5c/17.5	Ø6.3c/12	Ø8c/17
L12	X	0.17	6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		6.89	10.34	20.86	1.70	2.55	5.14	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/9
L18	X	0.17	8.84	10.34	6.92	2.18	2.55	1.71	Ø6.3c/14	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		------	6.89	13.93	------	1.70	3.44	------	Ø6.3c/18	Ø6.3c/9
L1	X	0.17	10.13	12.23	26.07	2.50	3.02	6.43	Ø8c/20	Ø6.3c/10	Ø12.5c/19
	Y		27.34	11.57	10.70	6.74	2.85	2.64	Ø12.5c/18	Ø8c/17.5	Ø8c/19
L6	X	0.17	23.43	10.34	18.75	5.78	2.55	4.62	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø10c/16
	Y		23.30	10.34	21.09	5.75	2.55	5.20	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/9
L4	X	0.17	26.25	12.40	10.13	6.47	3.06	2.50	Ø10c/12	Ø6.3c/10	Ø8c/20
	Y		27.73	11.80	10.89	6.84	2.91	2.69	Ø12.5c/17.5	Ø8c/17	Ø8c/18
L13	X	0.17	6.89	10.34	10.13	1.70	2.55	2.50	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		27.57	10.34	------	6.80	2.55	------	Ø12.5c/18	Ø6.3c/12	------
L3	X	0.17	23.81	10.34	25.17	5.87	2.55	6.21	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø10c/12.5
	Y		21.41	10.34	10.13	5.28	2.55	2.50	Ø8c/9	Ø6.3c/12	Ø8c/20

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 29 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L7	X	0.17	18.77	10.34	20.30	4.63	2.55	5.01	Ø10c/16	Ø6.3c/12	Ø8c/10
	Y		26.76	10.34	21.20	6.60	2.55	5.23	Ø12.5c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/9
L8	X	0.17	23.79	10.34	10.13	5.87	2.55	2.50	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		------	10.34	26.53	------	2.55	6.54	------	Ø6.3c/12	Ø12.5c/18
L10	X	0.17	6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		0.00	10.34	0.00	0.00	2.55	0.00	------	Ø6.3c/12	------
L17	X	0.17	19.92	10.34	18.60	4.91	2.55	4.59	Ø8c/10	Ø6.3c/12	Ø10c/17
	Y		10.13	11.42	29.90	2.50	2.82	7.37	Ø8c/20	Ø6.3c/11	Ø12.5c/16
L16	X	0.17	16.20	10.34	18.60	4.00	2.55	4.59	Ø8c/12.5	Ø6.3c/12	Ø10c/17
	Y		10.13	13.17	29.04	2.50	3.25	7.16	Ø8c/20	Ø6.3c/9	Ø12.5c/17
L15	X	0.17	10.13	10.34	13.86	2.50	2.55	3.42	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/9
	Y		10.13	10.34	21.07	2.50	2.55	5.20	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/9
L14	X	0.17	20.24	6.89	------	4.99	1.70	------	Ø8c/10	Ø6.3c/18	------
	Y		33.38	6.89	------	8.23	1.70	------	Ø10c/9	Ø6.3c/18	------
L9	X	0.17	17.92	10.34	6.89	4.42	2.55	1.70	Ø10c/17.5	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		0.00	10.34	0.00	0.00	2.55	0.00	------	Ø6.3c/12	------

Cobetura

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L5	X	0.16	19.70	9.16	18.30	5.16	2.40	4.80	Ø8c/9	Ø6.3c/12.5	Ø10c/16
	Y		17.77	9.16	8.88	4.66	2.40	2.33	Ø10c/16	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/13
L2	X	0.16	17.31	9.29	6.93	4.54	2.44	1.82	Ø8c/11	Ø6.3c/12.5	Ø5c/11
	Y		16.92	9.16	17.86	4.43	2.40	4.68	Ø10c/17.5	Ø6.3c/12.5	Ø10c/16
L6	X	0.16	17.90	9.16	17.42	4.69	2.40	4.56	Ø10c/16	Ø6.3c/12.5	Ø8c/11
	Y		13.08	9.16	16.59	3.43	2.40	4.35	Ø6.3c/9	Ø6.3c/12.5	Ø10c/18
L7	X	0.16	23.61	9.16	17.23	6.19	2.40	4.51	Ø10c/12.5	Ø6.3c/12.5	Ø8c/11
	Y		14.77	9.16	12.20	3.87	2.40	3.20	Ø8c/12.5	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/9
L14	X	0.16	6.11	9.16	7.43	1.60	2.40	1.95	Ø6.3c/19	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/16
	Y		6.11	9.16	8.75	1.60	2.40	2.29	Ø6.3c/19	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/13
L9	X	0.16	7.13	9.16	8.88	1.87	2.40	2.33	Ø6.3c/16	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/13
	Y		19.77	9.16	------	5.18	2.40	------	Ø8c/9	Ø6.3c/12.5	------
L1	X	0.16	8.88	11.12	19.28	2.33	2.91	5.05	Ø6.3c/13	Ø8c/17	Ø8c/9
	Y		18.88	10.65	8.88	4.95	2.79	2.33	Ø8c/10	Ø8c/18	Ø6.3c/13
L4	X	0.16	18.67	11.19	8.88	4.89	2.93	2.33	Ø10c/16	Ø8c/17	Ø6.3c/13
	Y		19.28	10.79	8.88	5.05	2.83	2.33	Ø8c/9	Ø6.3c/11	Ø6.3c/13
L3	X	0.16	15.88	9.16	18.86	4.16	2.40	4.94	Ø8c/12	Ø6.3c/12.5	Ø8c/10
	Y		17.50	9.44	8.59	4.59	2.47	2.25	Ø10c/17	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/13
L13	X	0.16	13.32	9.31	11.67	3.49	2.44	3.06	Ø8c/14	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/10
	Y		8.88	10.17	26.07	2.33	2.66	6.83	Ø6.3c/13	Ø8c/18	Ø12.5c/17.5
L12	X	0.16	8.88	9.16	12.20	2.33	2.40	3.20	Ø6.3c/13	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/9
	Y		8.22	11.62	28.71	2.15	3.04	7.52	Ø6.3c/14	Ø6.3c/10	Ø12.5c/16
L11	X	0.16	12.25	9.16	8.88	3.21	2.40	2.33	Ø6.3c/9	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/13
	Y		7.52	9.16	16.23	1.97	2.40	4.25	Ø5c/10	Ø6.3c/12.5	Ø10c/18
L8	X	0.16	15.13	9.93	8.71	3.97	2.60	2.28	Ø8c/12.5	Ø8c/19	Ø6.3c/13
	Y		20.63	9.16	18.87	5.41	2.40	4.95	Ø8c/9	Ø6.3c/12.5	Ø8c/10

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 30 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L10	X	0.16	18.32	9.16	12.63	4.80	2.40	3.31	Ø10c/16	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/9
	Y		8.67	9.16	16.78	2.27	2.40	4.40	Ø6.3c/13	Ø6.3c/12.5	Ø10c/17.5

5.3 Fundações

As fundações foram dimensionadas conforme tensões admissíveis determinadas no item 4.4 e tabela de cargas nas fundações conforme resultados da modelagem.

Em função das cargas e da baixa capacidade de suporte do solo as fundações serão profundas utilizando estaca pré-moldada protendida ø33 cuja carga de trabalho máxima é de 900 kN.

Os blocos serão separados por grupos conforme carregamento e tipo de bloco.

5.3.1 Cargas Nas Fundações

A tabela a seguir apresentam as cargas nas fundações.

Arranques sobre a fundação							
Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Peso próprio	159.3	1.6	6.8	-56.3	83.8	0.0
	Cargas permanentes	95.0	2.5	0.7	-36.5	50.8	-0.0
	Sobrecarga	56.4	1.3	3.5	-40.3	60.5	0.0
	Vento +X	-0.4	3.7	0.1	2.0	0.0	0.0
	Vento -X	0.4	-3.7	-0.1	-2.0	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.4	0.1	4.6	0.0	2.4	0.0
	Vento -Y	-0.4	-0.1	-4.6	-0.0	-2.4	0.0
P2	Peso próprio	328.7	-1.1	2.5	6.3	185.2	0.0
	Cargas permanentes	164.1	0.8	-0.9	3.9	76.4	-0.0
	Sobrecarga	130.1	-0.7	0.1	5.7	144.0	0.0
	Vento +X	0.1	3.7	0.0	1.8	0.0	0.0
	Vento -X	-0.1	-3.7	-0.0	-1.8	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.5	0.1	4.6	0.0	2.4	0.0
	Vento -Y	-0.5	-0.1	-4.6	-0.0	-2.4	0.0
P3	Peso próprio	302.3	-0.8	2.8	1.4	179.0	0.0
	Cargas permanentes	154.6	0.8	-1.5	3.7	78.3	-0.0
	Sobrecarga	120.9	-0.4	0.6	0.1	137.4	0.0
	Vento +X	0.0	3.7	-0.0	1.9	0.0	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 31 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento -X	0.0	-3.7	0.0	-1.9	0.0	0.0
	Vento +Y	0.4	0.1	4.5	0.0	2.4	0.0
	Vento -Y	-0.4	-0.1	-4.5	-0.0	-2.4	0.0
P4	Peso próprio	328.1	-0.6	2.5	-3.7	188.5	0.0
	Cargas permanentes	163.2	0.8	-2.0	4.1	77.2	-0.0
	Sobrecarga	130.2	-0.2	0.5	-5.8	145.8	0.0
	Vento +X	-0.1	3.7	-0.0	1.8	-0.0	0.0
	Vento -X	0.1	-3.7	0.0	-1.8	0.0	0.0
	Vento +Y	0.4	0.1	4.4	0.0	2.3	0.0
	Vento -Y	-0.4	-0.1	-4.4	-0.0	-2.3	0.0
P5	Peso próprio	158.0	-3.3	6.9	58.3	86.8	0.0
	Cargas permanentes	93.0	-0.9	-1.5	43.2	53.5	-0.0
	Sobrecarga	56.0	-2.1	4.3	40.2	61.9	0.0
	Vento +X	0.4	3.7	-0.1	2.0	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.4	-3.7	0.1	-2.0	0.0	0.0
	Vento +Y	0.4	0.1	4.3	0.0	2.3	0.0
	Vento -Y	-0.4	-0.1	-4.3	-0.0	-2.3	0.0
P6	Peso próprio	322.8	4.8	9.1	-129.2	29.9	0.0
	Cargas permanentes	154.0	1.6	1.8	-29.6	25.4	-0.0
	Sobrecarga	125.5	4.1	5.6	-98.7	11.5	0.0
	Vento +X	-0.4	3.7	0.1	1.9	0.0	0.0
	Vento -X	0.4	-3.7	-0.1	-1.9	-0.0	0.0
	Vento +Y	-0.2	0.0	4.6	0.0	2.2	0.0
	Vento -Y	0.2	-0.0	-4.6	-0.0	-2.2	0.0
P7	Peso próprio	683.8	-1.2	9.5	10.3	21.3	0.0
	Cargas permanentes	259.2	1.2	1.3	-18.8	25.3	-0.0
	Sobrecarga	281.4	-0.5	6.2	8.1	3.0	0.0
	Vento +X	0.1	3.7	0.0	1.8	0.0	0.0
	Vento -X	-0.1	-3.7	-0.0	-1.8	-0.0	0.0
	Vento +Y	-0.2	0.0	4.6	0.0	2.2	0.0
	Vento -Y	0.2	-0.0	-4.6	-0.0	-2.2	0.0
P8	Peso próprio	628.9	-0.9	10.4	2.7	3.3	0.0
	Cargas permanentes	229.9	0.1	3.6	5.6	-42.5	-0.0
	Sobrecarga	262.6	-0.2	6.5	0.6	-1.1	0.0
	Vento +X	0.0	3.7	-0.0	1.9	0.0	0.0
	Vento -X	0.0	-3.7	0.0	-1.9	-0.0	0.0
	Vento +Y	-0.1	0.0	4.5	0.0	2.1	0.0
	Vento -Y	0.1	-0.0	-4.5	-0.0	-2.1	0.0
P9	Peso próprio	695.4	-0.6	9.5	-3.3	25.1	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 32 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Cargas permanentes	286.7	-0.3	-1.7	15.1	71.0	-0.0
	Sobrecarga	280.4	-0.1	6.9	-2.1	-5.1	0.0
	Vento +X	-0.1	3.7	-0.0	1.8	-0.0	0.0
	Vento -X	0.1	-3.7	0.0	-1.8	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.1	0.0	4.4	0.0	2.1	0.0
	Vento -Y	0.1	-0.0	-4.4	-0.0	-2.1	0.0
P10	Peso próprio	327.2	-6.1	8.8	125.0	41.3	0.0
	Cargas permanentes	175.4	-1.7	-2.0	49.4	63.6	-0.0
	Sobrecarga	122.5	-4.0	6.5	90.2	9.7	0.0
	Vento +X	0.4	3.7	-0.1	1.9	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.4	-3.7	0.1	-1.9	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.2	0.0	4.3	0.0	2.1	0.0
	Vento -Y	0.2	-0.0	-4.3	-0.0	-2.1	0.0
P11	Peso próprio	329.3	1.8	15.7	-58.8	-122.6	0.0
	Cargas permanentes	242.3	1.4	7.1	-37.0	-98.4	-0.0
	Sobrecarga	90.4	1.5	8.7	-31.8	-61.4	0.0
	Vento +X	-0.4	3.6	0.1	1.9	0.0	0.0
	Vento -X	0.4	-3.6	-0.1	-1.9	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.3	-0.0	4.7	-0.0	2.0	0.0
	Vento -Y	-0.3	0.0	-4.7	0.0	-2.0	0.0
P12	Peso próprio	549.3	2.7	16.9	-80.8	-149.7	0.0
	Cargas permanentes	226.1	-0.1	6.8	-2.7	-104.5	-0.0
	Sobrecarga	207.6	2.7	10.4	-60.0	-96.2	0.0
	Vento +X	0.1	3.6	0.0	1.8	0.0	0.0
	Vento -X	-0.1	-3.6	-0.0	-1.8	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.4	-0.0	4.6	0.0	2.1	0.0
	Vento -Y	-0.4	0.0	-4.6	-0.0	-2.1	0.0
P13	Peso próprio	564.1	-1.1	14.4	9.1	-91.9	0.0
	Cargas permanentes	210.5	-0.4	2.6	5.1	-18.0	-0.0
	Sobrecarga	238.2	0.0	9.3	1.3	-64.8	0.0
	Vento +X	0.0	3.6	-0.0	1.8	0.0	0.0
	Vento -X	-0.0	-3.6	0.0	-1.8	0.0	0.0
	Vento +Y	0.0	-0.0	4.5	-0.0	2.3	0.0
	Vento -Y	-0.0	0.0	-4.5	0.0	-2.3	0.0
P14	Peso próprio	612.9	-1.1	15.7	8.8	-121.1	0.0
	Cargas permanentes	308.3	2.1	6.4	-53.9	-120.3	-0.0
	Sobrecarga	248.9	-0.2	9.7	6.1	-69.4	0.0
	Vento +X	-0.1	3.6	-0.0	1.8	-0.0	0.0
	Vento -X	0.1	-3.6	0.0	-1.8	0.0	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 33 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento +Y	0.0	-0.0	4.4	-0.0	2.2	0.0
	Vento -Y	-0.0	0.0	-4.4	0.0	-2.2	0.0
P15	Peso próprio	386.0	-5.8	9.8	118.8	16.7	0.0
	Cargas permanentes	228.0	-3.0	4.2	64.7	-80.9	-0.0
	Sobrecarga	148.8	-3.6	5.6	86.0	31.8	0.0
	Vento +X	0.4	3.6	-0.1	1.9	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.4	-3.6	0.1	-1.9	0.0	0.0
	Vento +Y	0.3	-0.0	4.3	-0.0	2.1	0.0
	Vento -Y	-0.3	0.0	-4.3	0.0	-2.1	0.0
P16	Peso próprio	166.8	0.4	8.8	-26.0	38.6	0.0
	Cargas permanentes	172.9	1.7	2.3	-58.6	13.2	-0.0
	Sobrecarga	27.8	0.4	5.5	-2.8	13.1	0.0
	Vento +X	-0.4	3.6	0.1	1.9	0.0	0.0
	Vento -X	0.4	-3.6	-0.1	-1.9	-0.0	0.0
	Vento +Y	-0.5	-0.1	4.6	-0.0	2.2	0.0
	Vento -Y	0.5	0.1	-4.6	0.0	-2.2	0.0
P17	Peso próprio	163.9	-0.3	11.5	-8.0	-25.1	0.0
	Cargas permanentes	105.6	-1.6	2.5	20.9	-3.1	-0.0
	Sobrecarga	46.4	0.8	7.2	-11.8	-21.5	0.0
	Vento +X	-0.1	3.6	0.0	1.7	0.0	0.0
	Vento -X	0.1	-3.6	-0.0	-1.7	-0.0	0.0
	Vento +Y	-0.5	-0.1	4.6	-0.0	2.3	0.0
	Vento -Y	0.5	0.1	-4.6	0.0	-2.3	0.0
P18	Peso próprio	283.8	1.2	16.8	-44.7	-148.1	0.0
	Cargas permanentes	144.9	-1.6	3.1	18.7	-27.4	-0.0
	Sobrecarga	112.4	1.6	11.2	-30.3	-112.2	0.0
	Vento +X	0.2	3.6	0.0	1.8	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.2	-3.6	-0.0	-1.8	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.4	-0.1	4.5	-0.0	2.4	0.0
	Vento -Y	0.4	0.1	-4.5	0.0	-2.4	0.0
P19	Peso próprio	342.2	-0.9	17.1	6.0	-154.4	0.0
	Cargas permanentes	161.4	-1.2	2.5	10.2	-25.8	-0.0
	Sobrecarga	134.7	0.3	11.8	1.0	-119.2	0.0
	Vento +X	-0.1	3.6	-0.0	1.7	-0.0	0.0
	Vento -X	0.1	-3.6	0.0	-1.7	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.4	-0.1	4.4	-0.0	2.3	0.0
	Vento -Y	0.4	0.1	-4.4	0.0	-2.3	0.0
P20	Peso próprio	223.0	-3.4	14.3	63.8	-86.8	0.0
	Cargas permanentes	107.8	-0.4	1.3	-7.2	-13.6	-0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 34 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

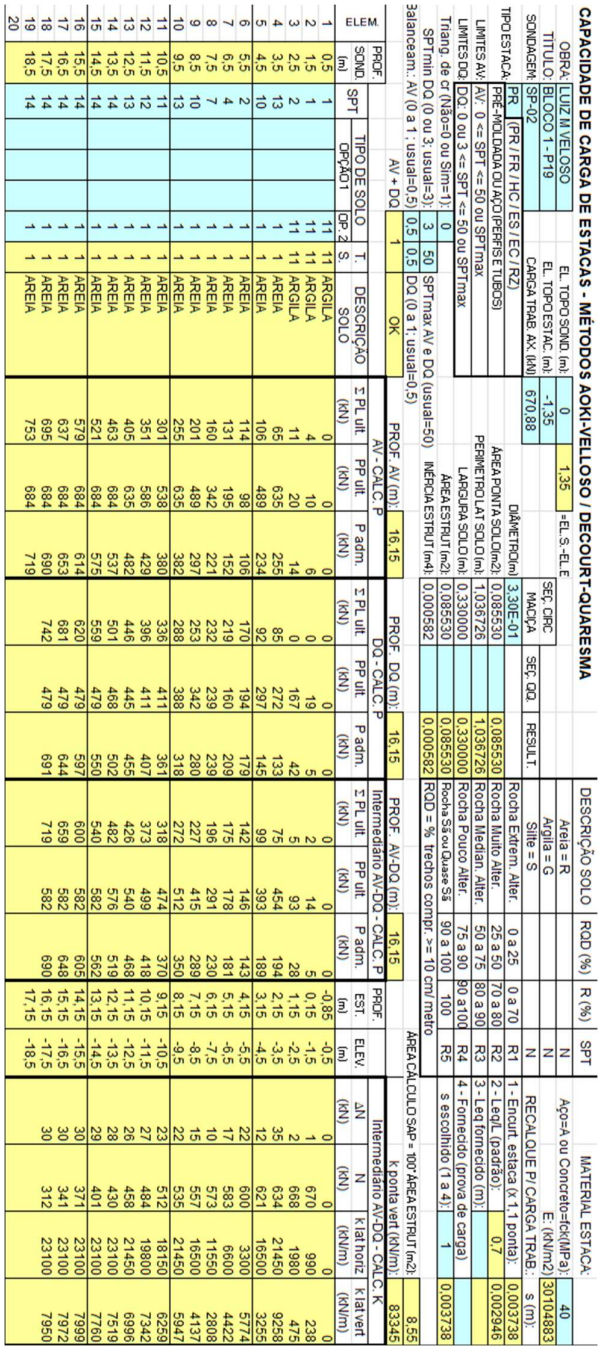
Arranques sobre a fundação							
Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Sobrecarga	85.1	-1.6	9.8	44.5	-67.8	0.0
	Vento +X	0.3	3.6	-0.1	1.9	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.3	-3.6	0.1	-1.9	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.5	-0.1	4.3	-0.0	2.3	0.0
	Vento -Y	0.5	0.1	-4.3	0.0	-2.3	0.0

5.3.2 Dimensionamento Geotécnico da Estaca

Os comprimentos das estacas serão feitos pelos métodos de Aoki-Veloso e Décourt-Quaresma considerando o atrito lateral e a resistência de ponta da estaca. A estaca utilizada é do tipo pré-moldada protendida com diâmetro de 33 cm. Foram considerados fatores de segurança conforme a NBR 6122. A seguir serão apresentados os cálculos do comprimento das estacas para cada tipo de bloco, considerando a carga máxima de trabalho de 670,88 kN.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 35 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



CAPACIDADE DE CARGA DE ESTACAS - MÉTODOS AOKI-VELLOSO / DECOURT-QUARESMA

OBRA: LUIZ M VELOSO — EL. TOPO SOND. (m): 0 — 1,35 =EL.S.-EL.E — DESCRIÇÃO SOLO — R (%) — SPT — MATERIAL ESTACA: — Aço=A ou Concreto=fck(MPa): 40
TÍTULO: BLOCO 1 - P19 — EL. TOPO ESTAC. (m): -1,35 — SEC. CIRC. — Areia = R — N — E. (kN/m2) 30104883
SONDAGEM: SP-02 — CARGA TRAB. AX. (kN): 670,88 — MACAÇA — Argila = G — N — REC/ALQUE P/ CARGA TRAB.: s (m)
TIPO ESTACA: PR (PR / FR / HC / ES / EC / RZ) — DIÂMETRO(m): 3,30E-01 — SEÇ. QD. — Silte = S — 0 a 25 — 0 a 70 — R1 — 1 - Encurt. estaca (x 1,1 ponta): 0,003738
PRÉ-MOLDADA OU AÇO (PERFIS E TUBOS) — ÁREA PONTA SOL.(m2): 0,085530 — RESULT. — Rocha Extrem. Alter. — 25 a 50 — 70 a 80 — R2 — 2 - Leq/L (padrão): 0,7 — 0,002946
LIMITES AV: AV: 0 <= SPT <= 50 ou SPTmax — PERÍMETRO LAT. SOL.(m): 1,036726 — 0,085530 — Rocha Muito Alter. — 50 a 75 — 80 a 90 — R3 — 3 - Leq fornecido (m):
LIMITES DQ: DQ: 0 ou 3 <= SPT <= 50 ou SPTmax — LARGURA SOLO (m): 0,330000 — 1,036726 — Rocha Median. Alter. — 75 a 90 — 90 a100 — R4 — 4 - Fornecido (prova de carga): 0,003738
Triang. de cr (Não=0 ou Sim=1): 0 — ÁREA ESTRUT.(m2): 0,085530 — 0,330000 — Rocha Pouco Alter. — 90 a 100 — 100 — R5 — s escolhido (1 a 4): 1
SPTmin DQ (0 ou 3; usual=3): 3 — 50 — SPTmax AV e DQ (usual=50) — INÉRCIA ESTRUT.(m4): 0,000582 — 0,000582 — Rocha Sã ou Quase Sã — RQD = % trechos compr. >= 10 cm/ metro — ÁREA CÁLCULO SAP = 100*AREA ESTRUT (m2): 8,55
Balanceam.: AV (0 a 1; usual=0,5): 0,5 — 0,5 — DQ (0 a 1; usual=0,5) — k ponta vert (kN/m): 83345
AV + DQ: 1 — OK — PROF. AV (m): 16,15 — PROF. DQ (m): 16,15 — PROF. AV-DQ (m): 16,15 — Intermediário AV-DQ - CALC. K

ELEM	PROF. SOND. (m)	SPT	TIPO DE SOLO OPÇÃO1	OP. 2	T. S.	DESCRIÇÃO SOLO	AV - CALC. P Σ PL ult. (kN)	AV - CALC. P PP ult. (kN)	AV - CALC. P P adm. (kN)	DQ - CALC. P Σ PL ult. (kN)	DQ - CALC. P PP ult. (kN)	DQ - CALC. P P adm. (kN)	Intermediário AV-DQ - CALC. P Σ PL ult. (kN)	Intermediário AV-DQ - CALC. P PP ult. (kN)	Intermediário AV-DQ - CALC. P P adm. (kN)	PROF. EST. (m)	ELEV. (m)	Intermediário AV-DQ - CALC. K ΔN (kN)	N (kN)	K lat horiz (kN/m)	K lat vert (kN/m)
1	0,5	1		11	11	ARGILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,85	-0,5	0	0	0	0
2	1,5	1		11	11	ARGILA	4	10	6	0	19	5	2	14	5	0,15	-1,5	1	670	990	238
3	2,5	2		11	11	ARGILA	11	20	14	0	167	42	5	93	28	1,15	-2,5	2	668	1980	475
4	3,5	13		1	1	AREIA	65	635	255	85	272	133	75	454	194	2,15	-3,5	35	634	21450	9258
5	4,5	10		1	1	AREIA	106	489	234	92	297	145	99	393	189	3,15	-4,5	12	621	16500	3255
6	5,5	2		1	1	AREIA	114	98	106	170	194	179	142	146	143	4,15	-5,5	22	600	3300	5774
7	6,5	4		1	1	AREIA	131	195	152	219	160	209	175	178	181	5,15	-6,5	17	583	6600	4422
8	7,5	7		1	1	AREIA	160	342	221	232	239	239	196	291	230	6,15	-7,5	10	573	11550	2808
9	8,5	10		1	1	AREIA	201	489	297	253	342	280	227	415	289	7,15	-8,5	15	557	16500	4137
10	9,5	13		1	1	AREIA	255	635	382	288	388	318	272	512	350	8,15	-9,5	22	535	21450	5947
11	10,5	11		1	1	AREIA	301	538	380	336	411	361	318	474	370	9,15	-10,5	23	512	18150	6259
12	11,5	12		1	1	AREIA	351	586	429	396	411	407	373	499	418	10,15	-11,5	27	484	19800	7342
13	12,5	13		1	1	AREIA	405	635	482	446	445	455	426	540	468	11,15	-12,5	26	458	21450	6996
14	13,5	14		1	1	AREIA	463	684	537	501	468	502	482	576	519	12,15	-13,5	28	430	23100	7519
15	14,5	14		1	1	AREIA	521	684	575	559	479	550	540	582	562	13,15	-14,5	29	401	23100	7760
16	15,5	14		1	1	AREIA	579	684	614	620	479	597	600	582	605	14,15	-15,5	30	371	23100	7999
17	16,5	14		1	1	AREIA	637	684	653	681	479	644	659	582	648	15,15	-16,5	30	341	23100	7972
18	17,5	14		1	1	AREIA	695	684	690	742	479	691	719	582	690	16,15	-17,5	30	312	23100	7950
19	18,5	14		1	1	AREIA	753	684	719							17,15	-18,5				
20																					

De acordo com os cálculos apresentados será considerado, pelos métodos de Aoki-Veloso e Décourt-Quaresma, será considerada a estaca com 17,50 m de comprimento.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 36 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

5.3.2 Dimensionamento dos Bloco

a) Bloco de 1 Estaca

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

40.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *40.0* cm

2.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Estribos xz	10.0	220.0	✓
Estribos yz	10.0	220.0	✓
Estribos xy	**10.0**	**73.3**	✓

3.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

10.0 mm ≥ 5.0 mm ✓

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Estribos xz	**10.0**	✓
Estribos yz	10.0	✓
Estribos xy	10.0	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 37 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

4.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 10.0 mm** ✓

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

5.- TIRANTES

Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

EN 1992-1-1:2004, 6.5.3(3).- A armadura necessária para resistir às forças nos nós de concentração de esforços poderá ser distribuída ao longo de um determinado comprimento (ver a Figura 6.25 a) e b)). Quando a armadura na zona dos nós se desenvolve numa extensão considerável de um elemento, deverá ser distribuída na zona em que as isostáticas de compressão são curvas (tirantes e escoras). A força de tração T poderá ser obtida pelas expressões:

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X).

$A_s \cdot f_{yd} \geq T$ **136.52 kN ≥ 0.00 kN** ✓

a) no caso de regiões de descontinuidade parcial (b ≤ Altura do bloco), ver a Figura 6.25 a:

T : *0.00* kN

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 38 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

$$T = \frac{1}{4}\frac{b-a}{b}\cdot F$$

F	: *350.05* kN
Dimensão do pilar	: *300.0* mm
Dimensão da estaca	: *300.0* mm
b	: *300.0* mm
a	: *300.0* mm
Altura do bloco	: *400.0* mm
h	: *300.0* mm

6.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(-X)	900.00	670,88	✓

b) Bloco de 2 Estacas

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

95.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *95.0* cm

2.- CONCEITUAÇÃO

Blocos são estruturas de volume usadas para transmitir às estacas e aos tubulões as cargas de fundação, podendo ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.1).

22.6.1 - Quando se verifica a expressão a seguir, nas duas direções, a sapata é considerada rígida. Caso contrário, a sapata é considerada flexível:

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 39 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

$h \geq (a - a_p) / 3$ **950.0 mm ≥ 416.7 mm** ✓

Onde:

h: Altura da sapata. **h** : *950.0* mm

a: Dimensão da sapata em uma determinada direção. **a** : *1550.0* mm

a_p: Dimensão do pilar na mesma direção. **a_p** : *300.0* mm

3.- ARMADURA DE SUSPENSÃO

Se for prevista armadura de distribuição para mais de 25 % dos esforços totais ou se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada. (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.3). Se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada (ABNT NBR 6118:2014, 22.5.4.1.3).

Espaçamento : *750.0* mm

3 vezes o diâmetro da estaca : *900.0* mm

Diâmetro da estaca : *300.0* mm

4.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Viga - Armadura inferior	10.0	75.6	✓
Viga - Armadura superior	10.0	75.6	✓
Viga - Estribos horizontais	12.5	76.4	✓
Viga - Estribos verticais	**12.5**	**42.0**	✓

5.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

12.5 mm ≥ 5.0 mm ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 40 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Viga - Estribos horizontais	**12.5**	✓
Viga - Estribos verticais	12.5	✓

6.- ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO

Para controlar a fissuração, deve ser prevista armadura positiva adicional, independente da armadura principal de flexão, em malha uniformemente distribuída em duas direções para 20% dos esforços totais (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.2).

307.17 kN ≥ 162.09 kN ✓

Armadura adicional : *706.5* mm²
Esforços totais : *810.47* kN
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. f_{yd} : *434.78* Mpa

7.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 12.5 mm** ✓

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

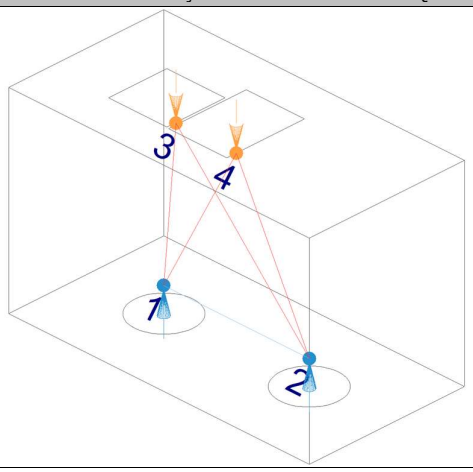
a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 41 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

8.- COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NECESSÁRIO

Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"



Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 515.48	P1 = 266.63
R2 = 291.70	P2 = 540.56

As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades.
Deve ser garantida a ancoragem das armaduras de cada uma dessas faixas, sobre as estacas, medida a partir da face das estacas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).
O comprimento de ancoragem necessário pode ser calculado por (ABNT NBR 6118:2014, 9.4.2.5):

$$l_{b,disp} \geq l_{b,nec}$$ **497.5 mm ≥ 178.9 mm** ✓

Onde:

$$l_{b,nec} = \alpha \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,min}$$ **$l_{b,nec}$** : *178.9* mm

α = 1 para barras sem gancho.
α = 0.7 para barras tracionadas com gancho, com cobrimento no plano normal ao do gancho ≥ 3Ø

α : *1.0*

l_b é calculado conforme 9.4.2.4:

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \geq 25 \cdot \phi$$ **l_b** : *333.4* mm

Ø: Diâmetro da barra ancorada. **Ø** : *10.0* mm
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
f_{bd}: Resistência de aderência de cálculo entre armadura e concreto na ancoragem de armaduras passivas (ABNT NBR 6118:2014, 9.3.2.1): **f_{bd}** : *3.26* MPa

$$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ctd}$$

η_1 = 1.0 para barras lisas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 1.4 para barras entalhadas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 2.25 para barras nervuradas (ver Tabela 8.3).

η_1 : *2.25*

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 42 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

η_2 = 1.0 para situações de boa aderência (ver 9.3.1).
η_2 = 0.7 para situações de má aderência (ver 9.3.1).

η_2 : *1.0*

η_3 = 1.0 para Ø < 32 mm.
η_3 = (132 - Ø)/100 , para Ø ≥ 32 mm.

η_3 : *1.0*

f_{ctd}: Resistência à tração do concreto. **f_{ctd}** : *1.45* MPa

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$f_{ctk,inf} = 0.7 \cdot f_{ct,m}$$ **$f_{ctk,inf}$** : *2.03*

$f_{ct,m}$: Resistencia média a tração do concreto. **$f_{ct,m}$** : *2.90* MPa

- para concretos de classes até C50:

$$f_{ct,m} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

- para concreto de classes de C55 até C90:

$$f_{ct,m} = 2.12 \cdot \ln(1 + 0.11 \cdot f_{ck})$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

$A_{s,calc}$: *379.0* mm²

$A_{s,ef}$: *706.5* mm²

$l_{b,min}$: Maior valor entre 0,3 l_b, 10Ø e 100 mm. **$l_{b,min}$** : *100.0* MPa

Tirante	Ø (mm)	l_b (mm)	$l_{b,disp}$ (mm)	$l_{b,nec}$ (mm)	Passa
1 - 2	**10.0**	**333.4**	**497.5**	**178.9**	✓

9.- ÂNGULO DE INCLINAÇÃO

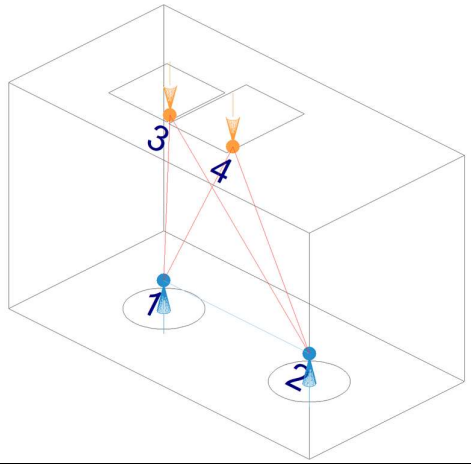
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "PP+CP+1.4·V(-X)"

Elemento: 3 - 2

Nó inicial	Nó final
3	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 307.70	P1 = 152.48
R2 = 152.59	P2 = 307.81

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 43 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



As bielas inclinadas devem ter ângulo de inclinação cuja tangente esteja entre 0.57 e 2 em relação ao eixo da armadura longitudinal do elemento estrutural (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.1).

$0.57 \leq tg\theta$ **0.57 ≤ 0.99** ✓

Onde:

θ: Ângulo de inclinação. **θ** : *44.58* °

Biela	θ (°)	tgθ	Passa
3 - 1	87.42	> 2	✓
3 - 2	**44.58**	**0.99**	✓
4 - 1	63.29	1.99	✓
4 - 2	60.89	1.80	✓

10.- TIRANTES

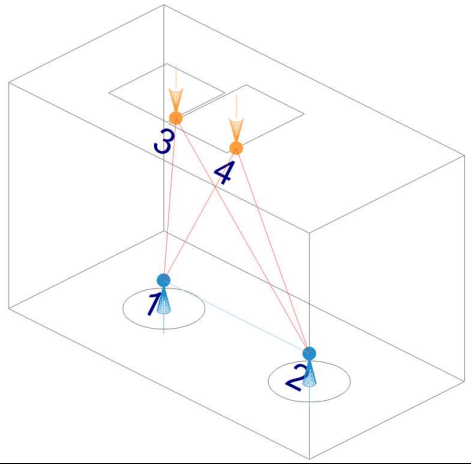
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"

Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 515.48	P1 = 266.63
R2 = 291.70	P2 = 540.56

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 44 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).
A armadura de flexão deve ser disposta essencialmente (mais de 85%) nas faixas definidas pelas estacas, em proporções de equilíbrio das respectivas bielas. As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

$A_s \cdot f_{yd} \geq R_{Sd}$ **307.17 kN ≥ 164.78 kN** ✓

Onde:

A_s: Área da seção transversal da armadura longitudinal de tração. **A_s** : *706.5* mm²
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
R_{sd}: Força de tração de cálculo na armadura. **R_{sd}** : *164.78* kN

Tirante	A_s (mm²)	f_{yd} (MPa)	R_{sd} (kN)	η	Passa
1 - 2	**706.5**	**434.78**	**164.78**	**0.536**	✓

11.- BIELAS DE COMPRESSÃO

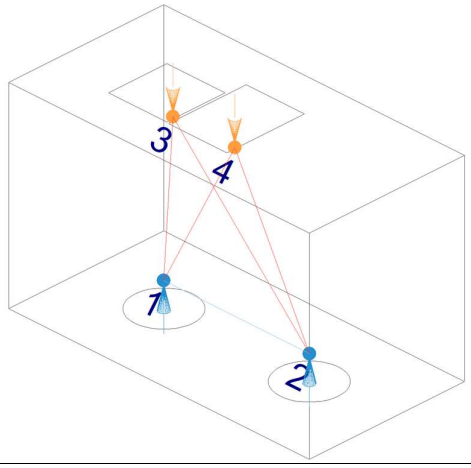
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 4 - 1

Nó inicial	Nó final
4	1
Reações (kN)	**Solicitações (kN)**
R1 = 525.31	P1 = 263.27
R2 = 281.15	P2 = 543.20

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 45 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

$$A_c \cdot f_{cd3} \geq R_{cd}$$ **848.70 kN ≥ 313.64 kN** ✓

Onde:

R_{cd}: Carga transmitida do pilar para as estacas essencialmente por bielas de compressão. **R_{cd}** : *313.64* kN

A_c: Área da seção transversal de concreto. **A_c** : *62496.4* mm²

f_{cd3}: Bielas atravessadas por tirante único, ou nós CCT (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.2). **f_{cd3}** : *13.58* MPa

$$f_{cd3} = 0.72 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd}$$

$$\alpha_{v2} = (1 - f_{ck}/250)$$ **α_{v2}** : *0.88*

f_{cd}: Resistência de cálculo à compressão do concreto. **f_{cd}** : *21.43* MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

Biela	A_c (mm²)	$A_c \cdot f_{cd3}$ (kN)	R_{cd} (kN)	η	Passa
3 - 1	70169.7	952.90	247.15	0.259	✓
3 - 2	49909.2	677.77	23.49	0.035	✓
4 - 1	**62496.4**	**848.70**	**313.64**	**0.370**	✓
4 - 2	61782.3	839.00	301.06	0.359	✓

12.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 46 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(+X)	900.00	670,88	✓

13.- ARMADURA LATERAL E SUPERIOR

Em blocos com duas ou mais estacas em uma única linha, é obrigatória a colocação de armaduras laterais e superior (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.5). ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 47 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

6. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR – BLOCO 2

6.1 Modelo Estrutural

O dimensionamento das peças estruturais foi feito seguindo as recomendações das normas da ABNT. Foram considerados os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS).

Para a análise estrutural e obtenção dos esforços solicitantes dos elementos estruturais de concreto armado foi utilizado o software CypeCAD no dimensionamento.

As figuras 9 e 10 apresentam os modelos conforme modelagem no CypeCAD.

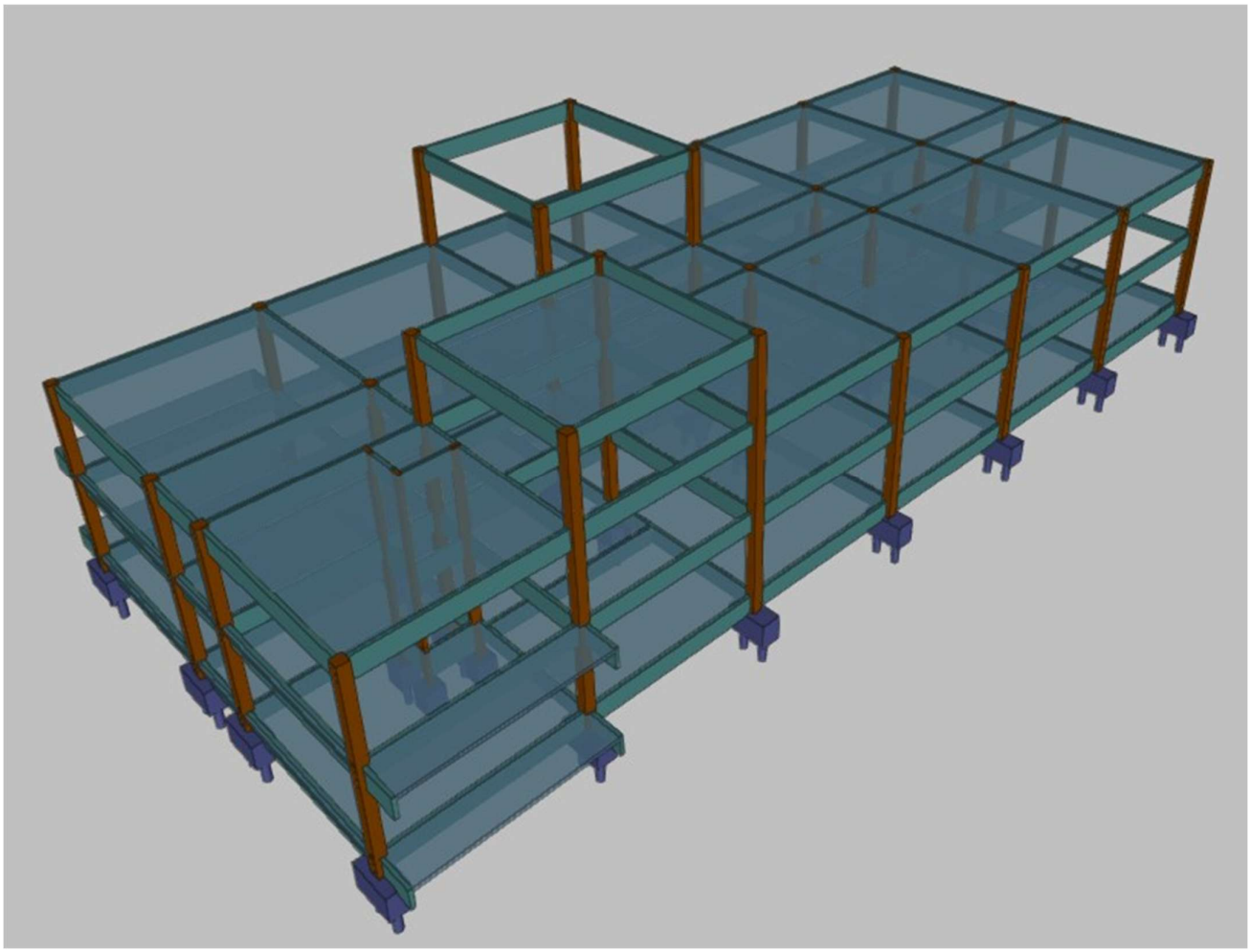


Figura 9 – Prédio Escolar Bloco 2– Modelo estrutural 3D vista 1

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 48 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

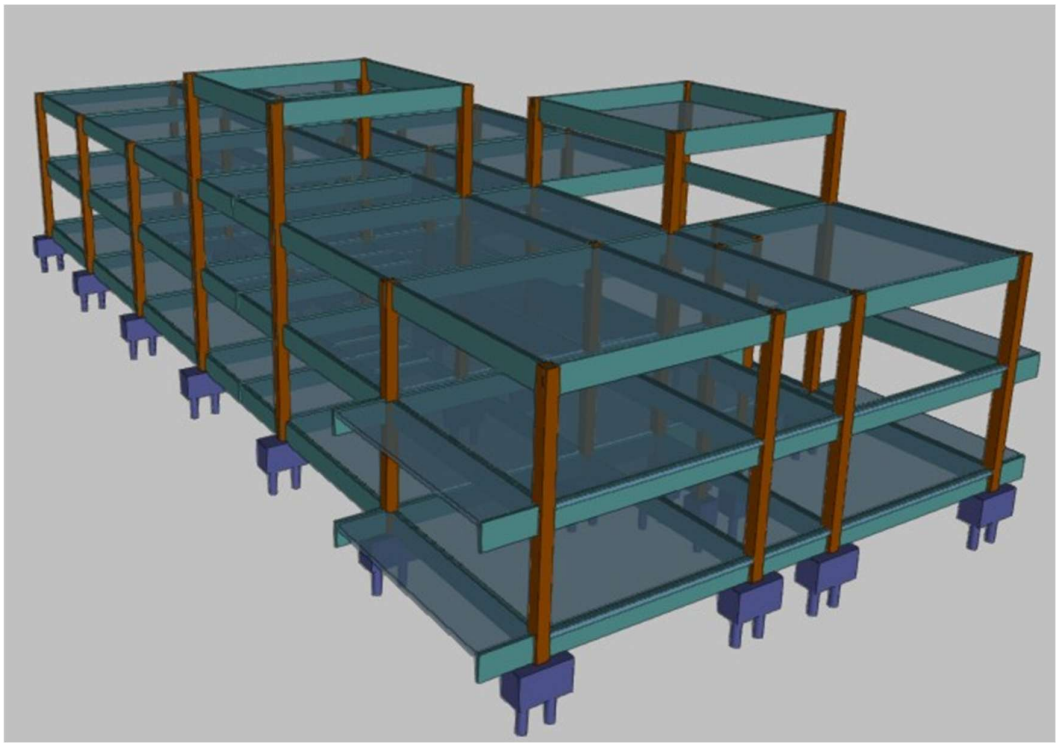


Figura 10 – Prédio Escolar Bloco 2 – Modelo estrutural 3D vista 2

6.1.1 Carregamentos

A será submetida ao peso próprio, cargas permanentes, sobrecargas e cargas de vento.

a) Cargas Permanentes

- Peso próprio calculado eletronicamente.
- Revestimento $1{,}00\ kN/m^2$.
- Alvenaria.
- Cobertura metálica.

b) Sobrecarga

Sobrecarga laje de piso 3,00 kN/m².

Sobrecarga laje de cobertura 1,00 kN/m²

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 49 / 316

6.1.2 Combinações

As combinações de ações de ações usadas no cálculo foram de acordo com NBR 8691:2004.

6.2 Resultados do Dimensionamento

6.2.1 Verificações E.L.U – Vigas e Pilares

a) Pilares

P1

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	44.1	47.4	47.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	158.3	-35.8	41.6	-40.0	34.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	44.1	95.2	95.2	AP, SCU, V(2)	Q	173.6	61.8	-70.3	-40.0	34.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	173.0	63.2	-66.6	-37.7	35.7	
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	7.5	95.2	95.2	AP, SCU, V(2)	Q	173.6	61.8	-70.3	-40.0	34.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	173.0	63.2	-66.6	-37.7	35.7	
		Ext.Superior	Passa	Passa	39.2	55.8	55.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	391.7	-53.7	58.4	-35.1	31.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	39.2	32.6	39.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	407.1	34.2	-39.9	-35.1	31.4	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	98.6	26.6	98.6	AP, SCU, V(4)	Q	633.8	-2.5	35.8	-161.1	191.1	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	571.0	-3.0	42.0	-135.0	166.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.1	26.1	97.1	AP, SCU, V(4)	Q	633.9	-0.6	34.2	-161.1	191.1	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	571.1	-1.4	40.6	-135.0	166.5	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	42.9	26.1	42.9	AP, SCU, V(2)	Q	641.9	17.3	6.8	-176.8	192.5	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	571.1	-1.4	40.6	-135.0	166.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)

P2

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	49.3	35.2	49.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	212.1	-48.9	-28.9	27.7	52.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	49.3	81.5	81.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	227.4	96.7	48.8	27.7	52.0	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	8.4	81.5	81.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	227.4	96.7	48.8	27.7	52.0	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	53.9	59.8	59.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	580.5	-97.9	-46.1	29.5	57.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	53.0	40.1	53.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	595.9	62.2	36.5	29.5	57.2	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	92.4	32.3	92.4	AP, SCU, V(3)	Q	968.5	-26.2	4.4	168.3	370.6	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	958.1	-25.9	18.2	173.4	366.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.4	32.6	92.4	AP, SCU, V(3)	Q	968.6	-26.2	6.1	168.3	370.6	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	958.2	-25.9	19.9	173.4	366.9	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	64.7	32.6	64.7	AP, SCU, V(3)	Q	968.6	-26.2	6.1	168.3	370.6	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	958.2	-25.9	19.9	173.4	366.9	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 50 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P3

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	35.4	37.5	37.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	224.5	-46.7	23.5	-18.1	38.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	35.4	53.8	53.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	239.9	61.0	-27.2	-18.1	38.5	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	6.0	53.8	53.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	239.9	61.0	-27.2	-18.1	38.5	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	16.7	21.2	21.2	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	343.8	-28.0	-18.5	14.4	16.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	16.3	19.2	19.2	AP, SCU, V(4)	Q	348.5	23.6	3.3	2.0	19.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	359.1	18.0	21.8	14.4	16.4	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	95.6	29.0	95.6	AP, SCU, V(5)	Q	653.3	-0.6	41.7	-272.6	77.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	605.5	-0.3	47.1	-233.0	62.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	93.3	27.9	93.3	AP, SCU, V(5)	Q	653.4	0.2	39.0	-272.6	77.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	605.6	0.3	44.8	-233.0	62.9	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	48.0	27.9	48.0	AP, SCU, V(2)	Q	636.0	-17.2	11.3	-282.7	76.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	605.6	0.3	44.8	-233.0	62.9	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P4

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	30.7	46.4	46.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	155.4	-35.2	-40.6	28.5	23.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	30.7	40.7	40.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	170.8	30.5	39.2	28.5	23.5	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	5.2	40.7	40.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	170.8	30.5	39.2	28.5	23.5	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	7.0	9.3	9.3	AP, SCU, V(3)	Q	193.7	12.7	1.7	-0.3	-8.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	190.2	9.7	8.6	-7.3	-5.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	6.3	10.4	10.4	AP, V(5)	Q	138.4	-4.1	-12.4	-7.4	-3.7	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	218.3	-5.1	13.6	6.7	-5.1	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	94.4	19.3	94.4	AP, SCU, V(2)	Q	508.0	-13.7	12.4	283.2	195.8	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	460.6	-10.6	-23.9	227.3	166.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	98.0	19.1	98.0	AP, SCU, V(6)	Q,N,M	473.7	-6.1	24.0	254.0	168.5	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	56.4	19.1	56.4	AP, SCU, V(2)	Q	508.1	-7.8	15.3	283.2	195.8	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	473.7	-6.1	24.0	254.0	168.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(5) PP+CP+1.4·V(-X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 51 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P5

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	62.9	39.5	62.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	329.8	7.8	74.9	-75.1	-7.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	62.9	96.6	96.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	345.2	-12.0	-135.3	-75.1	-7.1	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	10.8	96.6	96.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	345.2	-12.0	-135.3	-75.1	-7.1	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	61.4	59.1	61.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	789.8	8.5	124.0	-73.3	-4.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	61.4	43.6	61.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	805.2	-5.3	-81.4	-73.3	-4.9	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	98.0	43.4	98.0	AP, SCU, V(2)	Q	1265.0	34.2	15.7	-394.9	-2.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1261.3	34.1	30.1	-386.6	-6.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	98.0	42.9	98.0	AP, SCU, V(2)	Q	1265.0	34.2	11.8	-394.9	-2.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1261.3	34.1	26.2	-386.6	-6.0	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	62.8	42.9	62.8	AP, SCU, V(2)	Q	1265.0	34.2	11.8	-394.9	-2.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1261.3	34.1	26.2	-386.6	-6.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P6

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	41.9	28.6	41.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	460.5	7.5	-49.1	50.1	-9.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	41.9	58.0	58.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	475.9	-18.3	91.2	50.1	-9.2	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	46.8	59.7	59.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	1137.8	22.7	-90.9	55.8	-13.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	41.1	50.9	50.9	AP, SCU, V(3)	Q	1015.9	-11.7	63.5	52.4	-10.8	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	1153.2	-14.3	65.4	55.8	-13.2	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	95.5	62.2	95.5	AP, SCU, V(2)	Q	1789.1	8.5	48.3	366.3	-72.6	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1806.4	8.8	-48.8	355.2	-72.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.5	62.2	95.5	AP, SCU, V(2)	Q	1789.1	48.3	8.8	366.3	-72.6	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1806.5	8.1	-48.8	355.2	-72.4	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	61.2	62.2	62.2	AP, SCU, V(2)	Q	1789.1	48.3	8.8	366.3	-72.6	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1806.5	8.1	-48.8	355.2	-72.4	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P7

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	30.0	25.5	30.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	483.9	3.3	41.3	-35.9	6.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	30.0	36.6	36.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	499.3	20.3	-59.1	-35.9	6.1	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	24.5	41.7	41.7	AP, SCU, V(3)	Q	821.6	-51.0	26.7	-14.8	30.6	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	813.7	-47.5	36.9	-22.5	27.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	17.0	35.0	35.0	AP, SCU, V(3)	Q	837.0	34.8	-14.7	-14.8	30.6	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	829.0	30.3	-26.3	-22.5	27.8	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	93.7	53.1	93.7	AP, SCU, V(4)	Q	1447.9	-3.9	52.3	-527.7	140.1	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	1439.4	-38.9	37.8	-533.3	137.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	93.1	52.1	93.1	AP, SCU, V(2)	Q	1430.3	-38.6	17.9	-538.9	139.8	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 52 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
								AP, SCU, V(5)	N,M	1439.4	-38.9	32.5	-533.3	137.3	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	92.0	52.1	92.0	AP, SCU, V(2)	Q	1430.3	-38.6	17.9	-538.9	139.8	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	1439.4	-38.9	32.5	-533.3	137.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P8

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	48.5	48.0	48.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	328.6	4.7	-72.9	58.3	5.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	48.6	72.5	72.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	344.0	19.6	90.2	58.3	5.3	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	8.3	72.5	72.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	344.0	19.6	90.2	58.3	5.3	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	32.3	39.5	39.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	564.5	-48.2	-40.7	26.5	28.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	27.1	31.2	31.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	579.9	31.2	33.6	26.5	28.4	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	94.4	37.8	94.4	AP, SCU, V(2)	Q	1094.6	1.9	-29.6	527.3	-24.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1086.6	0.2	-32.0	510.2	-25.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	94.4	37.7	94.4	AP, SCU, V(2)	Q	1094.6	29.6	1.9	527.3	-24.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1090.4	7.1	-29.4	518.7	-22.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	86.9	37.7	86.9	AP, SCU, V(2)	Q	1094.6	29.6	1.9	527.3	-24.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1090.4	7.1	-29.4	518.7	-22.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P9

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	60.0	37.7	60.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	290.3	0.3	70.7	-71.6	-0.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	60.0	96.2	96.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	305.7	0.0	-129.8	-71.6	-0.1	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	10.2	96.2	96.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	305.7	0.0	-129.8	-71.6	-0.1	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	60.3	61.2	61.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	727.9	-0.8	121.9	-72.1	0.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	60.3	41.5	60.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	743.2	0.6	-80.0	-72.1	0.5	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	96.9	40.6	96.9	AP, SCU, V(2)	Q	1192.8	32.2	11.2	-390.2	11.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1188.9	32.1	26.2	-381.3	14.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	96.9	40.1	96.9	AP, SCU, V(2)	Q	1192.8	8.8	32.2	-390.2	11.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1189.0	32.1	22.4	-381.3	14.0	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	62.1	40.1	62.1	AP, SCU, V(2)	Q	1192.8	8.8	32.2	-390.2	11.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1189.0	32.1	22.4	-381.3	14.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 53 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P10

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	42.0	26.5	42.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	435.0	0.0	-47.3	50.5	0.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	42.0	58.8	58.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	450.4	1.7	94.1	50.5	0.6	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	7.2	58.8	58.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	450.4	1.7	94.1	50.5	0.6	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	50.9	58.0	58.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	1008.9	-3.0	-99.9	61.2	1.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	50.9	48.5	50.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	1024.3	2.0	71.4	61.2	1.8	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	98.7	56.3	98.7	AP, SCU, V(2)	Q	1620.8	4.6	43.8	360.0	2.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1638.5	4.8	-44.2	347.8	2.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	98.7	56.3	98.7	AP, SCU, V(2)	Q	1620.8	43.8	6.2	360.0	2.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1638.5	4.9	-44.2	347.8	2.4	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	59.0	56.3	59.0	AP, SCU, V(2)	Q	1620.8	43.8	6.2	360.0	2.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1638.5	4.9	-44.2	347.8	2.4	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P11

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	39.3	26.0	39.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	436.5	-0.6	43.9	-47.2	-1.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	39.3	53.1	53.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	451.9	-5.3	-88.3	-47.2	-1.7	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	45.4	56.7	56.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	1049.9	12.6	91.6	-54.4	-7.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	41.0	46.7	46.7	AP, SCU, V(3)	Q	940.6	-6.4	-60.0	-51.5	-5.9	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	1065.3	-7.8	-60.8	-54.4	-7.3	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.5	60.9	97.5	AP, SCU, V(2)	Q	1659.7	44.8	9.3	-355.1	23.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1677.4	45.3	39.7	-342.9	23.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.5	60.4	97.5	AP, SCU, V(2)	Q	1659.8	44.8	5.8	-355.1	23.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1677.5	45.3	36.2	-342.9	23.5	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	58.3	60.4	60.4	AP, SCU, V(2)	Q	1659.8	44.8	5.8	-355.1	23.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1677.5	45.3	36.2	-342.9	23.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P12

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	72.1	41.7	72.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	293.0	-1.9	-73.8	75.0	-0.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	72.1	99.8	99.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	308.4	-3.0	136.3	75.0	-0.4	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	12.3	99.8	99.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	308.4	-3.0	136.3	75.0	-0.4	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	76.9	67.5	76.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	755.1	11.2	-132.2	80.0	-6.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	76.9	49.3	76.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	770.5	-6.4	91.9	80.0	-6.3	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	64.1	42.0	64.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	1220.0	32.9	4.9	391.1	10.8	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 54 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P13

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Fechamento (7.45 - 11.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	22.1	16.5	22.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	39.2	-7.0	14.8	-25.1	8.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	22.1	97.7	97.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	56.7	20.8	-65.3	-25.1	8.7	Passa
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	91.4	93.4	93.4	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	509.0	-38.0	148.2	-106.4	24.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	90.8	91.8	91.8	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	524.3	30.3	-149.6	-106.4	24.4	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	15.6	91.8	91.8	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	524.3	30.3	-149.6	-106.4	24.4	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	57.1	60.5	60.5	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	991.1	-12.9	115.0	-68.1	7.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	57.1	46.5	57.1	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	1006.4	8.3	-75.5	-68.1	7.6	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	95.6	51.4	95.6	AP, SCU, V(3)	Q	1492.5	40.3	8.2	-415.6	68.8	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1473.7	39.8	39.6	-397.2	67.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.6	50.8	95.6	AP, SCU, V(3)	Q	1492.5	6.3	40.3	-415.6	68.8	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1473.7	39.8	35.7	-397.2	67.5	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	67.0	50.8	67.0	AP, SCU, V(3)	Q	1492.5	6.3	40.3	-415.6	68.8	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1473.7	39.8	35.7	-397.2	67.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P14

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Fechamento (7.45 - 11.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	28.3	19.5	28.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	40.7	-7.5	-18.6	27.0	8.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	28.3	86.2	86.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	58.3	20.1	67.8	27.0	8.6	Passa
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	92.0	85.7	92.0	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	594.1	-33.0	-126.4	90.6	20.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	91.3	83.0	91.3	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	609.5	24.9	127.5	90.6	20.7	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	15.8	83.0	83.0	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	609.5	24.9	127.5	90.6	20.7	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	61.3	62.4	62.4	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	1210.2	-7.8	-100.1	61.5	4.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	54.9	53.5	54.9	AP, SCU, V(2)	Q	1112.7	5.3	70.2	58.1	4.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1225.6	5.1	72.0	61.5	4.6	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	87.5	68.4	87.5	AP, SCU, V(3)	Q	1896.3	-0.9	-51.2	401.5	105.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1913.3	-0.6	-51.7	387.7	105.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	87.5	68.4	87.5	AP, SCU, V(3)	Q	1896.3	51.2	1.6	401.5	105.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1913.3	0.5	-51.7	387.7	105.5	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	70.9	68.4	70.9	AP, SCU, V(3)	Q	1896.3	51.2	1.6	401.5	105.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1913.3	0.5	-51.7	387.7	105.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P15

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	37.7	26.2	37.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	493.8	-5.4	41.4	-45.1	6.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	37.7	48.9	48.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	509.2	11.6	-85.0	-45.1	6.1	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	44.8	57.7	57.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	1108.5	-12.1	90.5	-53.7	7.1	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 55 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	38.7	48.2	48.2	AP, SCU, V(3)	Q	987.1	5.8	-59.7	-51.1	5.3	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	1123.9	7.9	-60.0	-53.7	7.1	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.4	62.9	99.4	AP, SCU, V(2)	Q	1720.4	46.4	5.4	-362.6	-8.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1747.5	47.2	37.1	-349.3	-8.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	99.4	62.4	99.4	AP, SCU, V(2)	Q	1720.4	3.5	46.5	-362.6	-8.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1747.6	47.2	33.6	-349.3	-8.0	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	59.5	62.4	62.4	AP, SCU, V(2)	Q	1720.4	3.5	46.5	-362.6	-8.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1747.6	47.2	33.6	-349.3	-8.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P16

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	73.3	42.2	73.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	317.7	-5.0	-75.5	76.2	5.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	73.3	98.6	98.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	333.1	10.6	138.0	76.2	5.6	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	12.5	98.6	98.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	333.1	10.6	138.0	76.2	5.6	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	76.7	66.6	76.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	776.7	-10.3	-131.6	79.8	6.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	76.7	48.3	76.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	792.1	7.2	91.9	79.8	6.2	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.5	42.7	99.5	AP, SCU, V(2)	Q	1242.7	1.0	-33.6	389.0	-8.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1238.8	6.4	-33.4	379.5	-6.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	99.5	42.7	99.5	AP, SCU, V(2)	Q	1242.8	33.6	2.1	389.0	-8.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1238.8	6.4	-33.4	379.5	-6.0	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	63.8	42.7	63.8	AP, SCU, V(2)	Q	1242.8	33.6	2.1	389.0	-8.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1238.8	6.4	-33.4	379.5	-6.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P17

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Fechamento (7.45 - 11.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	22.0	16.8	22.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	39.8	7.6	15.0	-24.6	-9.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	22.0	96.4	96.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	57.4	-23.1	-63.7	-24.6	-9.6	Passa
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	89.9	91.7	91.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	500.8	41.1	144.5	-104.0	-26.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	89.9	90.9	90.9	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	516.2	-34.3	-146.7	-104.0	-26.9	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	15.3	90.9	90.9	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	516.2	-34.3	-146.7	-104.0	-26.9	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	56.7	59.4	59.4	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	972.0	16.7	114.3	-67.6	-9.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	56.7	46.1	56.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	987.4	-10.5	-75.0	-67.6	-9.7	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	95.0	50.3	95.0	AP, SCU, V(3)	Q	1471.5	11.6	39.7	-416.1	-43.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1452.7	39.2	36.7	-396.5	-45.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.0	49.7	95.0	AP, SCU, V(3)	Q	1471.5	11.2	-39.7	-416.1	-43.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1452.8	39.2	32.8	-396.5	-45.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	66.5	49.7	66.5	AP, SCU, V(3)	Q	1471.5	11.2	-39.7	-416.1	-43.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1452.8	39.2	32.8	-396.5	-45.1	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 56 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P18

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Fechamento (7.45 - 11.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	21.9	21.8	21.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	40.1	6.9	-18.3	25.1	-7.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	21.9	92.6	92.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	57.7	-18.1	62.1	25.1	-7.8	Passa
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	7.45 m	N.A.(1)	N.A.(1)	3.7	92.6	92.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	57.7	-18.1	62.1	25.1	-7.8	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	67.7	69.6	69.6	AP, SCU, V(3)	Q	663.3	26.7	-111.1	80.8	-16.1	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	629.9	27.7	-111.3	79.7	-16.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	67.6	67.9	67.9	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	678.7	-18.3	115.2	80.8	-16.1	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	11.7	67.9	67.9	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	678.7	-18.3	115.2	80.8	-16.1	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	48.4	63.3	63.3	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	1324.8	3.2	-94.2	58.1	-1.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	39.1	56.7	56.7	AP, SCU, V(2)	Q	1209.7	-3.1	67.9	55.7	-2.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1340.1	-2.0	68.6	58.1	-1.9	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	98.2	70.9	98.2	AP, SCU, V(3)	Q	2033.1	6.6	-54.9	382.1	-37.0	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	2060.8	6.9	-55.6	367.1	-36.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	98.2	70.9	98.2	AP, SCU, V(3)	Q	2033.2	6.3	-54.9	382.1	-37.0	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	2060.8	6.5	-55.6	367.1	-36.8	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	62.9	70.9	70.9	AP, SCU, V(3)	Q	2033.2	6.3	-54.9	382.1	-37.0	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	2060.8	6.5	-55.6	367.1	-36.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P19

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Fechamento (7.45 - 10.7 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	46.9	61.3	61.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	145.2	-44.4	45.9	-45.5	33.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	46.9	85.0	85.0	AP, SCU, V(2)	Q	158.7	37.1	-65.5	-45.5	33.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	150.0	34.8	-68.8	-46.6	31.0	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	7.45 m	N.A.(1)	N.A.(1)	8.0	85.0	85.0	AP, SCU, V(2)	Q	158.7	37.1	-65.5	-45.5	33.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	150.0	34.8	-68.8	-46.6	31.0	
		Ext.Superior	Passa	Passa	35.2	35.0	35.2	AP, SCU, V(2)	Q	503.8	37.0	41.3	-32.3	-27.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	472.8	31.1	47.7	-35.9	-22.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	35.2	38.9	38.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	519.2	-39.5	-49.0	-32.3	-27.3	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	24.3	43.7	43.7	AP, SCU, V(3)	Q	833.4	24.5	49.9	-31.6	-14.3	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	919.5	33.4	48.4	-29.2	-19.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	19.3	37.7	37.7	AP, SCU, V(4)	Q	621.5	-12.7	-34.1	-27.2	-11.7	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	934.9	-21.0	-33.3	-29.2	-19.4	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	91.2	56.3	91.2	AP, SCU, V(2)	Q	1495.9	12.1	40.4	-481.5	-169.6	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	1525.8	41.2	40.4	-466.2	-169.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	91.2	55.4	91.2	AP, SCU, V(2)	Q	1496.0	10.4	40.4	-481.5	-169.6	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	1525.8	41.2	35.7	-466.2	-169.4	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 57 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	84.0	55.4	84.0	AP, SCU, V(2)	Q	1496.0	10.4	40.4	-481.5	-169.6	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	1525.8	41.2	35.7	-466.2	-169.4	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(4) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P20

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Fechamento (7.45 - 10.7 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	46.0	63.8	63.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	147.2	-44.1	-48.8	47.4	28.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	46.0	80.1	80.1	AP, SCU, V(2)	Q	160.7	25.8	67.3	47.4	28.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	151.9	23.7	68.4	47.5	26.3	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	7.45 m	N.A.(1)	N.A.(1)	7.9	80.1	80.1	AP, SCU, V(2)	Q	160.7	25.8	67.3	47.4	28.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	151.9	23.7	68.4	47.5	26.3	
		Ext.Superior	Passa	Passa	45.3	48.5	48.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	386.7	45.1	-55.6	44.1	-32.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	45.3	56.3	56.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	402.1	-44.4	67.9	44.1	-32.0	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	7.7	56.3	56.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	402.1	-44.4	67.9	44.1	-32.0	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	38.1	47.2	47.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	717.4	33.6	-69.5	43.8	-19.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	37.3	37.7	37.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	732.8	-20.6	53.0	43.8	-19.3	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.5	43.3	99.5	AP, SCU, V(2)	Q	1229.2	0.9	-33.2	456.7	-6.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1212.2	-0.8	-41.0	436.4	-7.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	99.5	42.4	99.5	AP, SCU, V(2)	Q	1229.2	0.9	-33.2	456.7	-6.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1212.3	-0.8	-36.7	436.4	-7.8	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	75.2	42.4	75.2	AP, SCU, V(2)	Q	1229.2	0.9	-33.2	456.7	-6.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1212.3	-0.8	-36.7	436.4	-7.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P21

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	57.6	38.0	57.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	315.2	-11.9	70.0	-68.2	16.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	58.6	87.8	87.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	330.6	32.9	-120.9	-68.2	16.0	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	10.0	87.8	87.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	330.6	32.9	-120.9	-68.2	16.0	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	55.3	61.7	61.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	865.6	-43.2	107.0	-63.3	25.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	54.0	44.9	54.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	881.0	27.5	-70.2	-63.3	25.2	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	94.0	47.5	94.0	AP, SCU, V(2)	Q	1396.9	4.2	-37.7	-366.4	96.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1387.7	37.5	31.1	-345.1	95.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	94.0	47.0	94.0	AP, SCU, V(2)	Q	1396.9	5.2	-37.7	-366.4	96.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1387.7	37.5	27.7	-345.1	95.5	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	60.3	47.0	60.3	AP, SCU, V(2)	Q	1396.9	5.2	-37.7	-366.4	96.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1387.7	37.5	27.7	-345.1	95.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 58 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P22

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	37.8	27.9	37.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	557.9	-6.4	-42.3	45.3	6.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	37.8	47.6	47.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	573.3	12.5	84.5	45.3	6.8	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	45.9	60.3	60.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	1250.3	-12.0	-88.6	55.0	7.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	38.6	53.7	53.7	AP, SCU, V(3)	Q	1112.0	6.2	65.0	52.8	5.7	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	1265.7	7.7	65.4	55.0	7.0	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.5	65.5	97.5	AP, SCU, V(2)	Q	1872.3	9.0	-50.6	326.5	-81.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1899.9	9.2	-51.3	310.9	-81.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.5	65.4	97.5	AP, SCU, V(2)	Q	1872.4	8.2	-50.6	326.5	-81.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1900.0	8.4	-51.3	310.9	-81.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	55.2	65.4	65.4	AP, SCU, V(2)	Q	1872.4	8.2	-50.6	326.5	-81.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1900.0	8.4	-51.3	310.9	-81.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P23

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Fechamento (7.45 - 10.7 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	47.9	63.4	63.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	147.0	42.4	49.6	-44.6	-36.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	47.9	79.6	79.6	AP, SCU, V(2)	Q	160.5	-46.7	-59.8	-44.6	-36.4	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	151.7	-43.6	-62.4	-45.4	-33.8	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	7.45 m	N.A.(1)	N.A.(1)	8.2	79.6	79.6	AP, SCU, V(2)	Q	160.5	-46.7	-59.8	-44.6	-36.4	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	151.7	-43.6	-62.4	-45.4	-33.8	
		Ext.Superior	Passa	Passa	19.7	24.5	24.5	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	161.2	19.0	-29.0	19.8	-13.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	19.7	21.1	21.1	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	176.6	-17.5	26.4	19.8	-13.0	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	3.4	21.1	21.1	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	176.6	-17.5	26.4	19.8	-13.0	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	13.6	14.7	14.7	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	256.4	12.1	-19.2	15.6	-7.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	13.3	15.8	15.8	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	271.8	-7.8	24.4	15.6	-7.1	Passa
Terreo (-1.36 - 0.25 m)	40x40	0.25 m	N.A.(1)	N.A.(1)	2.4	15.8	15.8	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	271.8	-7.8	24.4	15.6	-7.1	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	12.5	14.6	14.6	AP, SCU, V(5)	Q	382.2	6.6	10.3	-12.9	-27.0	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	387.0	7.1	10.4	-7.2	-28.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	12.5	14.2	14.2	AP, SCU, V(5)	Q	384.4	-10.4	-2.0	-12.9	-27.0	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	389.3	-10.5	-1.3	-7.2	-28.9	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	4.3	14.2	14.2	AP, SCU, V(5)	Q	384.4	-10.4	-2.0	-12.9	-27.0	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	389.3	-10.5	-1.3	-7.2	-28.9	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 59 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P24

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	15x40	Ext.Superior	Passa	Passa	2.9	30.7	30.7	AP, SCU, V(4)	Q	79.3	-2.5	6.0	-0.1	2.2	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	84.8	-1.6	-6.4	0.4	1.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	4.3	33.5	33.5	AP, SCU, V(6)	Q	61.6	4.2	3.2	0.0	1.9	Passa
								AP, SCU, V(7)	N,M	90.6	2.8	6.8	0.6	1.3	
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	15x40	Ext.Superior	Passa	Passa	5.0	52.4	52.4	AP, V(8)	Q	72.4	-0.3	6.2	-1.2	0.0	Passa
								AP, SCU, V(7)	N,M	132.0	-1.7	-10.7	1.2	0.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	4.9	54.1	54.1	AP, V(8)	Q	76.5	-0.4	-6.5	-1.2	0.0	Passa
								AP, SCU, V(7)	N,M	137.7	0.4	11.2	1.2	0.6	
								AP, SCU, V(11)	N,M	512.8	-11.8	-16.0	-69.5	-58.9	
Fundação	15x40	Elemento de Fundação	N.A.(2)	N.A.(2)	56.1	69.3	69.3	AP, SCU, V(10)	Q	524.6	-11.9	-15.9	-69.2	-59.4	Passa
								AP, SCU, V(11)	N,M	512.8	-11.8	-16.0	-69.5	-58.9	

Notas:
(1) Não atende: 'Disposições relativas às armaduras' (Armadura longitudinal)
(2) A verificação não é necessária
(3) O espaçamento longitudinal entre armaduras transversais é superior ao necessário para garantir um adequado confinamento do concreto submetido a compressão oblíqua.O espaçamento entre ramos de armaduras transversais é superior ao exigido pela norma.
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(6) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(7) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(8) PP+CP+1.4·V(-X)
(9) PP+CP
(10) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(11) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P25

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Fechamento (7.45 - 10.7 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	39.6	59.8	59.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	144.6	43.4	-45.3	40.4	-25.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	39.6	55.9	55.9	AP, SCU, V(2)	Q	158.1	-18.5	53.6	40.4	-25.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	149.4	-16.7	54.5	40.6	-23.1	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	7.45 m	N.A.(1)	N.A.(1)	6.8	55.9	55.9	AP, SCU, V(2)	Q	158.1	-18.5	53.6	40.4	-25.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	149.4	-16.7	54.5	40.6	-23.1	
		Ext.Superior	Passa	Passa	31.3	36.7	36.7	AP, SCU, V(4)	Q	368.4	-58.4	-18.3	8.0	37.1	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	374.4	-55.9	-22.2	10.8	35.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	31.1	25.5	31.1	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	383.8	45.6	4.2	8.0	37.1	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	5.4	25.5	25.5	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	383.8	45.6	4.2	8.0	37.1	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	7.6	23.1	23.1	AP, SCU, V(5)	Q	385.1	-7.6	17.6	-12.9	4.4	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	570.8	-13.8	19.9	-12.4	8.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	7.7	22.8	22.8	AP, SCU, V(5)	Q	396.0	4.8	-18.4	-12.9	4.4	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	593.8	13.7	-16.0	-7.5	11.1	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.8	37.6	99.8	AP, SCU, V(2)	Q	1065.7	-28.8	-0.9	263.2	98.0	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	1049.0	-6.3	-35.1	240.9	96.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	99.8	37.0	99.8	AP, SCU, V(2)	Q	1065.7	-28.8	1.7	263.2	98.0	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	1049.1	-5.3	-32.7	240.9	96.5	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	46.0	37.0	46.0	AP, SCU, V(2)	Q	1065.7	-28.8	1.7	263.2	98.0	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	1049.1	-5.3	-32.7	240.9	96.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(5) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 60 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P26

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	15x40	Ext.Superior	Passa	Passa	10.5	32.2	32.2	AP, SCU, V(2)	Q	57.4	4.4	-3.6	0.5	-4.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	88.9	1.7	-6.7	0.6	-1.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	11.8	33.9	33.9	AP, SCU, V(4)	Q	84.2	-9.9	5.8	0.7	-4.4	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	91.8	-7.5	6.4	0.8	-3.3	
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	15x40	Ext.Superior	Passa	Passa	19.6	76.2	76.2	AP, SCU, V(4)	Q	144.1	11.7	-9.7	0.8	-7.4	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	192.1	-2.5	-15.6	0.9	1.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	19.6	78.5	78.5	AP, SCU, V(4)	Q	149.9	-13.1	9.8	0.8	-7.4	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	197.8	2.5	16.1	0.9	1.5	
Terreo (-1.36 - 0.25 m)	15x40	0.25 m	N.A.(1)	N.A.(1)	4.3	76.0	76.0	AP, SCU, V(4)	Q	149.9	-13.1	9.8	0.8	-7.4	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	197.8	2.5	16.1	0.9	1.5	
		Ext.Superior	Passa	Passa	25.8	44.4	44.4	AP, SCU, V(6)	Q,N,M	328.9	1.8	-8.5	32.5	-5.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	25.8	41.8	41.8	AP, SCU, V(6)	Q,N,M	329.7	-1.0	7.7	32.5	-5.7	Passa
Fundação	15x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	25.8	41.8	41.8	AP, SCU, V(6)	Q,N,M	329.7	-1.0	7.7	32.5	-5.7	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P27

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	15x40	Ext.Superior	Passa	Passa	4.7	67.1	67.1	AP, V(2)	Q	153.8	-4.6	-11.6	0.2	3.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	189.1	0.7	-14.2	0.3	-1.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	7.2	70.8	70.8	AP, V(4)	Q	112.9	7.2	6.0	0.1	3.4	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	194.9	-4.4	14.7	0.3	-1.5	
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	15x40	Ext.Superior	Passa	Passa	14.2	86.1	86.1	AP, SCU, V(5)	Q	171.7	10.9	-10.2	0.1	-6.8	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	217.1	2.6	17.6	-0.1	-1.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	15.3	88.5	88.5	AP, SCU, V(5)	Q	175.8	-12.0	10.4	0.1	-6.8	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	222.9	-2.9	-18.1	-0.1	-1.6	
Terreo (-1.36 - 0.25 m)	15x40	0.25 m	N.A.(1)	N.A.(1)	3.2	88.5	88.5	AP, SCU, V(7)	Q	229.9	-12.5	13.6	0.2	-7.1	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	222.9	-2.9	-18.1	-0.1	-1.6	
		Ext.Superior	Passa	Passa	46.0	53.4	53.4	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	391.7	-6.5	-9.2	15.4	22.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	46.0	52.8	52.8	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	392.6	4.4	9.2	15.4	22.2	Passa
Fundação	15x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	15.7	52.8	52.8	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	392.6	4.4	9.2	15.4	22.2	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) PP+CP+1.4·V(-X)
(5) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(7) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)

P28

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	47.7	37.6	47.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	159.5	37.7	40.1	-36.4	-43.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	47.7	81.1	81.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	174.9	-85.3	-61.7	-36.4	-43.9	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 61 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	8.1	81.1	81.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	174.9	-85.3	-61.7	-36.4	-43.9	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	53.2	62.9	62.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	484.6	97.4	47.5	-28.5	-56.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	52.9	37.7	52.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	500.0	-61.7	-32.4	-28.5	-56.8	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.5	27.0	97.5	AP, SCU, V(3)	Q	768.1	27.5	-1.7	-124.6	-240.6	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	774.3	22.1	-19.5	-136.1	-243.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	96.2	26.8	96.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	774.4	19.7	-20.9	-136.1	-243.5	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	44.4	26.8	44.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	774.4	19.7	-20.9	-136.1	-243.5	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P29

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	49.9	36.7	49.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	216.2	48.4	-32.4	31.6	-50.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	49.9	80.9	80.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	231.6	-93.2	56.2	31.6	-50.6	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	8.5	80.9	80.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	231.6	-93.2	56.2	31.6	-50.6	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	52.8	58.9	58.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	560.9	92.3	-50.3	32.8	-53.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	52.8	40.2	52.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	576.3	-58.5	41.5	32.8	-53.9	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	89.7	30.8	89.7	AP, SCU, V(2)	Q	840.8	17.0	22.7	113.0	-234.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	861.5	17.3	-31.8	96.6	-234.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	89.7	30.3	89.7	AP, SCU, V(2)	Q	840.8	14.7	22.7	113.0	-234.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	861.5	15.0	-30.8	96.6	-234.3	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	41.4	30.3	41.4	AP, SCU, V(2)	Q	840.8	14.7	22.7	113.0	-234.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	861.5	15.0	-30.8	96.6	-234.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P30

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	21.0	20.7	21.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	170.4	20.3	23.1	-18.5	-17.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	21.0	28.8	28.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	185.7	-28.0	-28.6	-18.5	-17.3	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	3.6	28.8	28.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	185.7	-28.0	-28.6	-18.5	-17.3	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	15.8	17.0	17.0	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	273.6	15.6	-21.9	17.3	-9.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	14.9	17.3	17.3	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	288.9	-9.7	26.6	17.3	-9.0	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	90.8	20.5	90.8	AP, SCU, V(2)	Q	421.3	8.4	-30.2	-144.8	-111.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	453.7	8.9	29.5	-117.3	-111.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	90.8	20.1	90.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	421.4	7.2	-31.7	-144.8	-111.7	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	35.0	20.1	35.0	AP, SCU, V(4)	Q	474.7	8.9	-19.6	-165.0	-135.7	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	421.4	7.2	-31.7	-144.8	-111.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 62 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P31

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (3.85 - 7.45 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	32.5	46.1	46.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	156.8	36.1	-39.6	25.4	-29.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	32.5	48.4	48.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	172.2	-46.9	31.6	25.4	-29.7	Passa
Pvto 1 (0.25 - 3.85 m)	40x40	3.85 m	N.A.(1)	N.A.(1)	5.6	48.4	48.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	172.2	-46.9	31.6	25.4	-29.7	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	17.0	21.2	21.2	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	283.9	24.1	24.1	-14.8	-14.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	15.2	16.1	16.1	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	272.5	-12.0	-22.3	-16.7	-11.0	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.6	25.6	99.6	AP, SCU, V(3)	Q	553.1	13.4	-33.4	127.8	-276.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	485.3	10.3	-42.9	96.7	-230.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	99.1	24.9	99.1	AP, SCU, V(3)	Q	553.2	10.6	-32.1	127.8	-276.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	485.4	8.0	-42.0	96.7	-230.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	51.4	24.9	51.4	AP, SCU, V(2)	Q	562.0	12.3	15.2	151.2	-274.8	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	485.4	8.0	-42.0	96.7	-230.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)

b) Vigas

Terreo

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P1 - P2	Passa	Passa	'0.374 m' η = 69.5	'P1' η = 94.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.2**
b: P28 - P29	Passa	Passa	'6.726 m' η = 44.4	'2.881 m' η = 81.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 81.9**
d: P30 - P31	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 45.7	'0.053 m' η = 94.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.6**
c: P17 - P13	Passa	Passa	'0.550 m' η = 71.4	'6.425 m' η = 89.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 89.5**
d: P13 - P9	Passa	'0.000 m' Passa	'0.550 m' η = 49.9	'2.925 m' η = 91.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 91.2**
e: P9 - P5	Passa	'0.000 m' Passa	'0.550 m' η = 49.4	'6.675 m' η = 92.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.0**
f: P5 - P1	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 68.6	'0.300 m' η = 94.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.6**
a: V7 - V8	Passa	Passa	'0.000 m' η = 87.5	'3.300 m' η = 87.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 87.5**
b: V8 - V9	Passa	Passa	'3.600 m' η = 92.3	'V8' η = 87.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.3**
a: P31 - P25	Passa	Passa	'0.374 m' η = 95.6	'P31' η = 93.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 95.6**
b: P25 - P20	Passa	'0.000 m' Passa	'0.550 m' η = 36.4	'6.675 m' η = 78.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 78.3**
c: P20 - P16	Passa	'0.000 m' Passa	'0.550 m' η = 49.1	'2.925 m' η = 91.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 91.0**
d: P16 - P12	Passa	'0.000 m' Passa	'6.550 m' η = 49.2	'2.925 m' η = 91.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 91.3**
e: P12 - P8	Passa	'0.000 m' Passa	'0.550 m' η = 48.7	'2.925 m' η = 89.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 89.7**
f: P8 - P4	Passa	Passa	'6.550 m' η = 46.8	'6.425 m' η = 84.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 84.2**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 63 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{YSt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	-	
a: V10 - V11	Passa	'0.000 m' Passa	'0.000 m' η = 40.1	'V10' η = 52.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 52.7**
a: V3 - V4	Passa	'0.000 m' Passa	'0.028 m' η = 53.0	'3.006 m' η = 84.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 84.8**
a: V12 - V13	Passa	'0.000 m' Passa	'0.000 m' η = 40.6	'V12' η = 53.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 53.4**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_{XSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_{YSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -
Vib.: Espaçamento necessário para introduzir o vibrador

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Erros:
(1) Não atende: 'Disposições relativas às armaduras' (Armadura longitudinal)
(2) A quantidade mecânica da armadura transversal é inferior à exigida pela norma.
(3) O espaçamento livre máximo disponível entre barras longitudinais (10.00 mm) é inferior à necessária para a introdução do vibrador (20.00 mm).

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.631 m Passa	**PASSA**
b: P2 - P3	x: 0.256 m Passa	x: 1.381 m Passa	x: 1.381 m Passa	x: 1.381 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P3 - P4	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.106 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 1.856 m Passa	**PASSA**
a: P5 - P6	x: 0 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 6.506 m Passa	**PASSA**
b: P6 - P7	x: 2.75 m Passa	x: 1.506 m Passa	x: 1.506 m Passa	x: 1.506 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P7 - P8	x: 7.1 m Passa	x: 3.356 m Passa	x: 3.356 m Passa	x: 3.356 m Passa	x: 1.606 m Passa	**PASSA**
a: P9 - P10	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.256 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 64 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
b: P10 - P11	x: 2.75 m Passa	x: 1.256 m Passa	x: 1.256 m Passa	x: 1.256 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P11 - P12	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.606 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0.481 m Passa	**PASSA**
a: P13 - P14	x: 0 m Passa	x: 3.756 m Passa	x: 3.756 m Passa	x: 3.756 m Passa	x: 5.256 m Passa	**PASSA**
b: P14 - P15	x: 2.506 m Passa	x: 1.381 m Passa	x: 1.381 m Passa	x: 1.381 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P15 - P16	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.606 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0.481 m Passa	**PASSA**
a: V10 - V11	x: 2.281 m Passa	N.A.(2)	x: 0.531 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: V3 - V4	x: 7.35 m Passa	x: 3.631 m Passa	x: 3.631 m Passa	x: 3.631 m Passa	x: 5.881 m Passa	**PASSA**
a: V12 - V13	x: 2.281 m Passa	N.A.(2)	x: 0.531 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: P17 - P18	x: 0 m Passa	x: 3.756 m Passa	x: 3.756 m Passa	x: 3.756 m Passa	x: 6.506 m Passa	**PASSA**
b: P18 - P19	x: 2.75 m Passa	x: 1.506 m Passa	x: 1.506 m Passa	x: 1.506 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P19 - P20	x: 7.1 m Passa	x: 3.356 m Passa	x: 3.356 m Passa	x: 3.356 m Passa	x: 1.731 m Passa	**PASSA**
a: P26 - P27	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: V16 - P28	x: 1.196 m Passa	x: 1.196 m Passa	N.A.(3)	x: 1.196 m Passa	N.A.(3)	**PASSA**
b: P28 - P29	x: 0.128 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 7.053 m Passa	**PASSA**
d: P30 - P31	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.606 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	**PASSA**
e: P31 - V15	x: 0.106 m Passa	x: 0.106 m Passa	N.A.(2)	x: 0.106 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P28 - P21	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
b: P21 - P17	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
c: P17 - P13	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**
d: P13 - P9	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
e: P9 - P5	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
f: P5 - P1	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.8 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 65 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: V7 - V8	x: 0.425 m Passa	N.A.(2)	x: 3.6 m Passa	N.A.(2)	x: 1.975 m Passa	**PASSA**
b: V8 - V9	x: 3.3 m Passa	N.A.(2)	x: 0 m Passa	N.A.(2)	x: 0 m Passa	**PASSA**
a: P29 - P22	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
b: P22 - P18	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.05 m Passa	**PASSA**
c: P18 - P14	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 6.425 m Passa	**PASSA**
d: P14 - P10	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
e: P10 - P6	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
f: P6 - P2	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.05 m Passa	**PASSA**
a: P30 - P26	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.55 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P26 - P23	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P19 - P15	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
b: P15 - P11	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
c: P11 - P7	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
a: P27 - P24	x: 1.55 m Passa	x: 1.55 m Passa	N.A.(2)	x: 1.55 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P31 - P25	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
b: P25 - P20	x: 6.925 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P20 - P16	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
d: P16 - P12	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
e: P12 - P8	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
f: P8 - P4	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 7.05 m Passa	**PASSA**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)						Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	-	
c: P29 - P30	x: 0.256 m Passa	x: 1.881 m Passa	x: 1.881 m Passa	x: 1.881 m Passa	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 66 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.
(2) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Verificações de flecha

Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.67 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.57 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.18 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P3 - P4	$f_{i,Q}$: 1.56 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.44 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.94 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P5 - P6	$f_{i,Q}$: 2.11 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.08 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.36 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P6 - P7	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.04 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.02 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 2.16 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 9.14 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 8.14 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P9 - P10	$f_{i,Q}$: 2.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.90 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.19 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 5.26 mm	**PASSA**
c: P11 - P12	$f_{i,Q}$: 2.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.91 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.21 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P13 - P14	$f_{i,Q}$: 1.89 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.88 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.14 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P15 - P16	$f_{i,Q}$: 2.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.94 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.23 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V10 - V11	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.14 mm	$f_{T,max}$: 0.17 mm $f_{T,lim}$: 10.00 mm	$f_{A,max}$: 0.14 mm $f_{A,lim}$: 5.00 mm	**PASSA**
a: V12 - V13	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.62 mm	$f_{T,max}$: 0.18 mm $f_{T,lim}$: 10.00 mm	$f_{A,max}$: 0.14 mm $f_{A,lim}$: 5.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 67 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P17 - P18	$f_{i,Q}$: 1.86 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.70 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.96 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P18 - P19	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.04 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.02 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P19 - P20	$f_{i,Q}$: 2.15 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 8.06 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.22 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P26 - P27	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 3.43 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 4.80 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 2.40 mm	**PASSA**
a: V16 - P28	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.76 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 6.66 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 3.33 mm	**PASSA**
b: P28 - P29	$f_{i,Q}$: 0.36 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.48 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.04 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P29 - P30	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
d: P30 - P31	$f_{i,Q}$: 0.35 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.39 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.97 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P31 - V15	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.08 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 5.71 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 2.85 mm	**PASSA**
a: P28 - P21	$f_{i,Q}$: 2.18 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.77 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.24 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P21 - P17	$f_{i,Q}$: 0.27 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.73 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.34 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P17 - P13	$f_{i,Q}$: 1.31 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 5.55 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.24 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P13 - P9	$f_{i,Q}$: 0.28 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.76 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.37 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P9 - P5	$f_{i,Q}$: 0.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.76 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.38 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
f: P5 - P1	$f_{i,Q}$: 0.62 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.48 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.10 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P29 - P22	$f_{i,Q}$: 1.82 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.19 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.65 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P22 - P18	$f_{i,Q}$: 2.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.18 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.73 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P18 - P14	$f_{i,Q}$: 1.30 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.30 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.67 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P14 - P10	$f_{i,Q}$: 1.86 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.54 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.12 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P10 - P6	$f_{i,Q}$: 1.83 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.63 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.22 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
f: P6 - P2	$f_{i,Q}$: 2.48 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.48 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.99 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 68 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P30 - P26	$f_{i,Q}$: 0.15 mm $f_{i,Q,lim}$: 14.57 mm	$f_{T,max}$: 0.65 mm $f_{T,lim}$: 20.40 mm	$f_{A,max}$: 0.44 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P26 - P23	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.57 mm	$f_{T,max}$: 0.09 mm $f_{T,lim}$: 14.80 mm	$f_{A,max}$: 0.06 mm $f_{A,lim}$: 7.40 mm	**PASSA**
a: P19 - P15	$f_{i,Q}$: 1.96 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.70 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.31 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P15 - P11	$f_{i,Q}$: 1.89 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.78 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.37 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P11 - P7	$f_{i,Q}$: 1.80 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.38 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.99 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P27 - P24	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.93 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 6.60 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 3.32 mm	**PASSA**
a: P31 - P25	$f_{i,Q}$: 1.58 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.79 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.24 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P25 - P20	$f_{i,Q}$: 0.25 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.19 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.79 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P20 - P16	$f_{i,Q}$: 0.27 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.78 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.39 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P16 - P12	$f_{i,Q}$: 0.27 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.79 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.40 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P12 - P8	$f_{i,Q}$: 0.27 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.74 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.36 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
f: P8 - P4	$f_{i,Q}$: 0.34 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.47 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.04 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

Pvto 1

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{YSt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P1 - P2	Passa	Passa	'6.726 m' η = 67.8	'0.631 m' η = 88.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 88.7**
b: P2 - P3	Passa	Passa	'0.374 m' η = 33.8	'1.131 m' η = 63.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 63.7**
c: P3 - P4	Passa	Passa	'6.726 m' η = 15.2	'6.455 m' η = 44.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 44.0**
c: P7 - P8	Passa	Passa	'6.606 m' η = 51.8	'0.231 m' η = 92.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.7**
a: P9 - P10	Erro(1)	Passa	'6.726 m' η = 91.4	'P9' η = 93.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**ERRO**
b: P10 - P11	Passa	Passa	'2.376 m' η = 27.2	'2.256 m' η = 64.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 64.8**
a: P26 - P27	Passa	'0.000 m' Passa	'0.826 m' η = 18.4	'0.600 m' η = 21.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 21.0**
b: P28 - P29	Passa	Passa	'6.726 m' η = 68.6	'2.756 m' η = 93.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 93.9**
c: P29 - P30	Passa	Passa	'0.506 m' η = 28.5	'1.006 m' η = 63.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 63.2**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 69 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
d: P30 - P31	Passa	Passa	'6.726 m' η = 21.2	'6.481 m' η = 67.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 67.4**
e: P31 - V15	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 20.1	'P31' η = 64.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 64.3**
c: P17 - P13	Passa	Passa	'6.726 m' η = 82.6	'0.300 m' η = 92.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.6**
d: P13 - P9	Passa	Passa	'0.374 m' η = 58.1	'6.550 m' η = 90.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 90.8**
e: P9 - P5	Passa	Passa	'6.726 m' η = 54.9	'0.300 m' η = 90.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 90.6**
f: P5 - P1	Passa	Passa	'6.726 m' η = 63.8	'3.175 m' η = 93.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 93.2**
a: V7 - V8	Passa	Passa	'0.000 m' η = 88.5	'V7' η = 80.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 88.5**
b: V8 - V9	Passa	Passa	'3.600 m' η = 90.7	'V9' η = 82.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 90.7**
a: P30 - P26	Passa	Passa	'4.726 m' η = 34.0	'1.925 m' η = 46.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 46.2**
b: P26 - P23	Passa	Passa	'1.476 m' η = 9.7	'1.425 m' η = 66.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 66.6**
c: P23 - P19	Passa	Passa	'6.726 m' η = 69.0	'7.100 m' η = 86.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 86.3**
a: P27 - P24	Passa	'0.288 m' Passa	'1.351 m' η = 8.7	'1.150 m' η = 12.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 12.1**
a: P31 - P25	Passa	Passa	'6.726 m' η = 37.2	'6.425 m' η = 81.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 81.1**
b: P25 - P20	Passa	Passa	'7.100 m' η = 16.1	'6.726 m' η = 67.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 67.5**
c: P20 - P16	Passa	Passa	'0.550 m' η = 63.0	'0.175 m' η = 91.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 91.7**
d: P16 - P12	Passa	Passa	'6.550 m' η = 53.9	'6.675 m' η = 88.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 88.2**
e: P12 - P8	Passa	Passa	'0.550 m' η = 61.7	'0.300 m' η = 92.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.2**
f: P8 - P4	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 16.4	'0.323 m' η = 65.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 65.5**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	-	
a: V10 - V11	Passa	'0.000 m' Passa	'0.000 m' η = 48.2	'0.406 m' η = 59.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 59.6**
a: V12 - V13	Passa	'0.000 m' Passa	'0.000 m' η = 48.0	'0.406 m' η = 59.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 59.6**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_{xSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_{ySt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 70 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Erros:
(1) Não atende: 'Disposições relativas às armaduras' (Armadura longitudinal)

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.381 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P2 - P3	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P3 - P4	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P5 - P6	x: 0 m Passa	x: 3.381 m Passa	x: 3.381 m Passa	x: 3.381 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P6 - P7	x: 2.131 m Passa	x: 2.006 m Passa	N.A.(2)	x: 2.006 m Passa	x: 0.256 m Passa	**PASSA**
c: P7 - P8	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.606 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 6.978 m Passa	**PASSA**
a: P9 - P10	x: 0 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 0.256 m Passa	**PASSA**
b: P10 - P11	x: 2.75 m Passa	x: 2.506 m Passa	N.A.(2)	x: 2.506 m Passa	x: 2.131 m Passa	**PASSA**
c: P11 - P12	x: 7.1 m Passa	x: 3.606 m Passa	x: 3.606 m Passa	x: 3.606 m Passa	x: 6.726 m Passa	**PASSA**
a: P13 - P14	x: 0 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P14 - P15	x: 2.75 m Passa	x: 2.75 m Passa	N.A.(2)	x: 2.75 m Passa	x: 2.131 m Passa	**PASSA**
c: P15 - P16	x: 7.1 m Passa	x: 3.606 m Passa	x: 3.606 m Passa	x: 3.606 m Passa	x: 6.726 m Passa	**PASSA**
a: V10 - V11	x: 2.281 m Passa	N.A.(2)	x: 0.531 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: V3 - V4	x: 7.35 m Passa	x: 3.631 m Passa	x: 3.631 m Passa	x: 3.631 m Passa	x: 6.006 m Passa	**PASSA**
a: V12 - V13	x: 2.281 m Passa	N.A.(2)	x: 0.531 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: P17 - P18	x: 0 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P18 - P19	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	x: 0 m Passa	x: 0.256 m Passa	**PASSA**
c: P19 - P20	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.606 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 6.856 m Passa	**PASSA**
a: P26 - P27	x: 1.2 m Passa	x: 1.2 m Passa	x: 1.2 m Passa	x: 1.2 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 71 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: V16 - P28	x: 1.665 m Passa	x: 1.665 m Passa	N.A.(3)	x: 1.665 m Passa	N.A.(3)	**PASSA**
b: P28 - P29	x: 0 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 3.506 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
c: P29 - P30	x: 1.006 m Passa	x: 1.006 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 1.006 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
d: P30 - P31	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.356 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
e: P31 - V15	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P28 - P21	x: 0 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P21 - P17	x: 7.1 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 6.925 m Passa	**PASSA**
c: P17 - P13	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**
d: P13 - P9	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.175 m Passa	**PASSA**
e: P9 - P5	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.175 m Passa	**PASSA**
f: P5 - P1	x: 7.1 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 7.05 m Passa	**PASSA**
a: V7 - V8	x: 0.425 m Passa	N.A.(2)	x: 3.05 m Passa	N.A.(2)	x: 1.925 m Passa	**PASSA**
b: V8 - V9	x: 3.3 m Passa	N.A.(2)	x: 0.55 m Passa	N.A.(2)	x: 0 m Passa	**PASSA**
a: P29 - P22	x: 0 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P22 - P18	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
c: P18 - P14	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.05 m Passa	**PASSA**
d: P14 - P10	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
e: P10 - P6	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
f: P6 - P2	x: 7.1 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 0 m Passa	x: 6.8 m Passa	**PASSA**
a: P30 - P26	x: 0 m Passa	x: 2.675 m Passa	x: 2.675 m Passa	x: 2.675 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P26 - P23	x: 1.55 m Passa	x: 1.55 m Passa	N.A.(2)	x: 1.55 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P23 - P19	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 4.675 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 72 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P19 - P15	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 0 m Passa	x: 1.925 m Passa	**PASSA**
b: P15 - P11	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
c: P11 - P7	x: 0 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
d: P7 - P3	x: 7.1 m Passa	x: 4.8 m Passa	x: 4.8 m Passa	x: 4.8 m Passa	x: 4.05 m Passa	**PASSA**
a: P27 - P24	x: 1.725 m Passa	x: 0.863 m Passa	x: 0.863 m Passa	x: 0.863 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P31 - P25	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P25 - P20	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.905 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P20 - P16	x: 0 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 0.175 m Passa	**PASSA**
d: P16 - P12	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.425 m Passa	**PASSA**
e: P12 - P8	x: 0 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 2.675 m Passa	**PASSA**
f: P8 - P4	x: 0.323 m Passa	x: 0.323 m Passa	x: 4.518 m Passa	x: 0.323 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.
(2) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 1.94 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.70 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.51 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.12 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.71 mm	$f_{T,max}$: 0.73 mm $f_{T,lim}$: 22.00 mm	$f_{A,max}$: 0.66 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P3 - P4	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.21 mm	$f_{T,max}$: 0.25 mm $f_{T,lim}$: 26.57 mm	$f_{A,max}$: 0.13 mm $f_{A,lim}$: 3.23 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 73 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
b: P6 - P7	$f_{i,Q}$: 0.83 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.71 mm	$f_{T,max}$: 2.30 mm $f_{T,lim}$: 22.00 mm	$f_{A,max}$: 2.13 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 0.88 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.36 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.98 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.21 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.61 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.52 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
b: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.58 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.49 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
a: V10 - V11	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 6.36 mm	$f_{T,max}$: 0.23 mm $f_{T,lim}$: 10.00 mm	$f_{A,max}$: 0.19 mm $f_{A,lim}$: 5.00 mm	**PASSA**
a: V12 - V13	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 6.38 mm	$f_{T,max}$: 0.24 mm $f_{T,lim}$: 10.00 mm	$f_{A,max}$: 0.19 mm $f_{A,lim}$: 5.00 mm	**PASSA**
b: P18 - P19	$f_{i,Q}$: 0.62 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.71 mm	$f_{T,max}$: 2.18 mm $f_{T,lim}$: 22.00 mm	$f_{A,max}$: 1.96 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P19 - P20	$f_{i,Q}$: 1.97 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.89 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.68 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P26 - P27	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 3.43 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 4.80 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 2.40 mm	**PASSA**
a: V16 - P28	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.76 mm	$f_{T,max}$: 0.07 mm $f_{T,lim}$: 13.32 mm	$f_{A,max}$: 0.04 mm $f_{A,lim}$: 6.66 mm	**PASSA**
b: P28 - P29	$f_{i,Q}$: 1.64 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.20 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.01 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P29 - P30	$f_{i,Q}$: 0.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.71 mm	$f_{T,max}$: 0.68 mm $f_{T,lim}$: 22.00 mm	$f_{A,max}$: 0.69 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P30 - P31	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.99 mm	$f_{T,max}$: 0.10 mm $f_{T,lim}$: 7.72 mm	$f_{A,max}$: 0.22 mm $f_{A,lim}$: 5.24 mm	**PASSA**
e: P31 - V15	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 8.15 mm	$f_{T,max}$: 0.22 mm $f_{T,lim}$: 11.42 mm	$f_{A,max}$: 0.15 mm $f_{A,lim}$: 5.71 mm	**PASSA**
a: P28 - P21	$f_{i,Q}$: 3.40 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 9.36 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 9.21 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P21 - P17	$f_{i,Q}$: 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.91 mm	$f_{T,max}$: 1.21 mm $f_{T,lim}$: 24.55 mm	$f_{A,max}$: 0.98 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P17 - P13	$f_{i,Q}$: 1.63 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.19 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.95 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P13 - P9	$f_{i,Q}$: 0.28 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.18 mm	$f_{T,max}$: 1.64 mm $f_{T,lim}$: 28.06 mm	$f_{A,max}$: 1.32 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P9 - P5	$f_{i,Q}$: 0.25 mm $f_{i,Q,lim}$: 19.75 mm	$f_{T,max}$: 1.67 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.33 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
f: P5 - P1	$f_{i,Q}$: 1.50 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.93 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.65 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V7 - V8	$f_{i,Q}$: 2.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 21.00 mm	$f_{T,max}$: 8.98 mm $f_{T,lim}$: 29.40 mm	$f_{A,max}$: 8.11 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 74 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
b: V8 - V9	$f_{i,Q}$: 2.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 21.00 mm	$f_{T,max}$: 8.97 mm $f_{T,lim}$: 29.40 mm	$f_{A,max}$: 8.10 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P29 - P22	$f_{i,Q}$: 3.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 8.68 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 8.50 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P22 - P18	$f_{i,Q}$: 2.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.87 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.56 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P18 - P14	$f_{i,Q}$: 1.75 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 8.15 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.67 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P14 - P10	$f_{i,Q}$: 2.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.53 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.28 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P10 - P6	$f_{i,Q}$: 1.61 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.01 mm	$f_{T,max}$: 3.99 mm $f_{T,lim}$: 28.17 mm	$f_{A,max}$: 3.66 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
f: P6 - P2	$f_{i,Q}$: 3.38 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 9.57 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 9.42 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P30 - P26	$f_{i,Q}$: 0.06 mm $f_{i,Q,lim}$: 14.57 mm	$f_{T,max}$: 0.59 mm $f_{T,lim}$: 20.40 mm	$f_{A,max}$: 0.47 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P26 - P23	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.57 mm	$f_{T,max}$: 0.35 mm $f_{T,lim}$: 14.80 mm	$f_{A,max}$: 0.29 mm $f_{A,lim}$: 7.40 mm	**PASSA**
c: P23 - P19	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 8.29 mm	$f_{T,max}$: 1.33 mm $f_{T,lim}$: 26.53 mm	$f_{A,max}$: 1.12 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P19 - P15	$f_{i,Q}$: 2.86 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.83 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.58 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P15 - P11	$f_{i,Q}$: 1.64 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.07 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.75 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P11 - P7	$f_{i,Q}$: 2.75 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.97 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.69 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P7 - P3	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 6.59 mm	$f_{T,max}$: 1.54 mm $f_{T,lim}$: 24.45 mm	$f_{A,max}$: 1.41 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P27 - P24	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.93 mm	$f_{T,max}$: 0.01 mm $f_{T,lim}$: 6.90 mm	$f_{A,max}$: 0.02 mm $f_{A,lim}$: 3.45 mm	**PASSA**
a: P31 - P25	$f_{i,Q}$: 0.31 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.25 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.85 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P25 - P20	$f_{i,Q}$: 0.09 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.16 mm $f_{T,lim}$: 14.95 mm	$f_{A,max}$: 0.18 mm $f_{A,lim}$: 8.39 mm	**PASSA**
c: P20 - P16	$f_{i,Q}$: 1.24 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.44 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.16 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P16 - P12	$f_{i,Q}$: 0.23 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.87 mm	$f_{T,max}$: 1.54 mm $f_{T,lim}$: 28.05 mm	$f_{A,max}$: 1.23 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P12 - P8	$f_{i,Q}$: 1.45 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.87 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.57 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
f: P8 - P4	$f_{i,Q}$: 0.06 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.29 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.31 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 75 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Cobertura

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P1 - P2	Passa	Passa	'6.726 m' η = 54.2	'2.500 m' η = 77.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 77.5**
b: P2 - P3	Passa	Passa	'2.376 m' η = 15.4	'2.125 m' η = 65.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 65.7**
c: P3 - P4	Passa	Passa	'0.374 m' η = 56.0	'3.350 m' η = 79.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 79.4**
b: P6 - P7	Passa	Passa	'2.376 m' η = 26.7	'2.250 m' η = 81.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 81.6**
a: P9 - P10	Passa	Passa	'0.374 m' η = 97.0	'2.500 m' η = 90.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 97.0**
b: P10 - P11	Passa	Passa	'2.375 m' η = 18.3	'0.250 m' η = 72.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 72.7**
c: P11 - P12	Passa	Passa	'6.725 m' η = 96.8	'6.975 m' η = 93.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 96.8**
b: P14 - P15	Passa	Passa	'2.375 m' η = 40.3	'2.250 m' η = 59.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 59.6**
b: P18 - P19	Passa	Passa	'0.374 m' η = 44.5	'0.500 m' η = 90.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 90.2**
c: P19 - P20	Passa	Passa	'6.725 m' η = 65.0	'6.475 m' η = 86.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 86.7**
c: P23 - P24	Passa	Passa	'1.201 m' η = 25.4	'0.975 m' η = 61.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 61.6**
d: P24 - P25	Passa	Passa	'5.001 m' η = 40.6	'4.750 m' η = 71.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 71.1**
a: P26 - P27	Passa	Passa	'0.600 m' η = 16.0	'P27' η = 55.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 55.5**
a: P28 - P29	Passa	Passa	'6.726 m' η = 55.6	'2.500 m' η = 78.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 78.8**
b: P29 - P30	Passa	Passa	'2.375 m' η = 14.9	'2.125 m' η = 64.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 64.0**
c: P30 - P31	Passa	Passa	'0.374 m' η = 54.1	'0.225 m' η = 75.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 75.4**
a: P28 - P21	Passa	Passa	'6.726 m' η = 57.6	'6.550 m' η = 92.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.7**
b: P21 - P17	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 45.7	'0.300 m' η = 88.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 88.5**
c: P17 - P13	Passa	Passa	'6.726 m' η = 94.2	'6.425 m' η = 88.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.2**
d: P13 - P9	Passa	Passa	'0.374 m' η = 47.5	'6.550 m' η = 87.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 87.2**
e: P9 - P5	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 50.2	'0.300 m' η = 87.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 87.1**
f: P5 - P1	Passa	Passa	'0.374 m' η = 59.4	'3.425 m' η = 87.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 87.2**
a: P29 - P22	Passa	Passa	'6.726 m' η = 93.9	'6.550 m' η = 94.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.3**
b: P22 - P18	Passa	Passa	'6.726 m' η = 95.2	'2.925 m' η = 94.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 95.2**
d: P14 - P10	Passa	Passa	'0.374 m' η = 86.7	'6.550 m' η = 86.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 86.7**
e: P10 - P6	Passa	Passa	'6.726 m' η = 85.6	'6.675 m' η = 90.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 90.6**
f: P6 - P2	Passa	Passa	'0.374 m' η = 90.1	'3.425 m' η = 93.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 93.5**
a: P30 - P26	Passa	Passa	'4.726 m' η = 47.2	'1.675 m' η = 81.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 81.6**
b: P26 - P23	Passa	Passa	'0.374 m' η = 16.7	'0.425 m' η = 82.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 82.6**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 76 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
c: P23 - P19	Passa	Passa	'6.726 m' η = 80.8	'6.425 m' η = 90.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 90.6**
a: P19 - P15	Passa	Passa	'0.374 m' η = 95.9	'2.800 m' η = 90.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 95.9**
b: P15 - P11	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 86.0	'2.925 m' η = 89.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 89.1**
c: P11 - P7	Passa	Passa	'6.726 m' η = 88.6	'6.675 m' η = 92.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.5**
d: P7 - P3	Passa	Passa	'0.374 m' η = 89.9	'0.300 m' η = 92.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.3**
a: P27 - P24	Passa	Passa	'P27' η = 37.0	'P27' η = 29.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 37.0**
a: P31 - P25	Passa	Passa	'6.726 m' η = 65.3	'6.425 m' η = 95.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 95.0**
b: P25 - P20	Passa	Passa	'0.374 m' η = 29.7	'0.323 m' η = 80.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 80.6**
c: P20 - P16	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 53.5	'2.675 m' η = 94.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.0**
d: P16 - P12	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 48.3	'6.675 m' η = 87.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 87.3**
e: P12 - P8	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 51.8	'0.300 m' η = 87.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 87.3**
f: P8 - P4	Passa	Passa	'0.374 m' η = 60.2	'3.425 m' η = 91.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 91.7**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_xS_t: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_yS_t: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Erros:
(1) Não atende: 'Disposições relativas às armaduras' (Armadura longitudinal)

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 7.1 m Passa	x: 3.25 m Passa	x: 3.25 m Passa	x: 3.25 m Passa	x: 1.75 m Passa	**PASSA**
b: P2 - P3	x: 2.5 m Passa	x: 2.5 m Passa	N.A.(1)	x: 2.5 m Passa	x: 1.875 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 77 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
c: P3 - P4	x: 0 m Passa	x: 3.975 m Passa	x: 3.975 m Passa	x: 3.975 m Passa	x: 0.113 m Passa	**PASSA**
a: P5 - P6	x: 0 m Passa	x: 3.25 m Passa	x: 3.25 m Passa	x: 3.25 m Passa	x: 6.726 m Passa	**PASSA**
b: P6 - P7	x: 2.376 m Passa	x: 2.376 m Passa	N.A.(1)	x: 2.376 m Passa	x: 0.375 m Passa	**PASSA**
c: P7 - P8	x: 0 m Passa	x: 3.975 m Passa	x: 3.975 m Passa	x: 3.975 m Passa	x: 0.475 m Passa	**PASSA**
a: P9 - P10	x: 0 m Passa	x: 3.125 m Passa	x: 3.125 m Passa	x: 3.125 m Passa	x: 6.726 m Passa	**PASSA**
b: P10 - P11	x: 0.25 m Passa	x: 0.25 m Passa	N.A.(1)	x: 0.25 m Passa	x: 0.25 m Passa	**PASSA**
c: P11 - P12	x: 7.1 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 7.1 m Passa	**PASSA**
a: P13 - P14	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.375 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.25 m Passa	**PASSA**
b: P14 - P15	x: 2.75 m Passa	x: 2.75 m Passa	N.A.(1)	x: 2.75 m Passa	x: 0.25 m Passa	**PASSA**
c: P15 - P16	x: 7.1 m Passa	x: 3.975 m Passa	x: 3.975 m Passa	x: 3.975 m Passa	x: 7.1 m Passa	**PASSA**
a: V3 - V4	x: 7.35 m Passa	x: 3.5 m Passa	x: 3.5 m Passa	x: 3.5 m Passa	x: 0.875 m Passa	**PASSA**
a: P17 - P18	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.375 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.25 m Passa	**PASSA**
b: P18 - P19	x: 1.875 m Passa	x: 1.875 m Passa	N.A.(1)	x: 1.875 m Passa	x: 0.5 m Passa	**PASSA**
c: P19 - P20	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.6 m Passa	**PASSA**
a: P21 - P22	x: 0 m Passa	x: 3.125 m Passa	x: 3.125 m Passa	x: 3.125 m Passa	x: 6.625 m Passa	**PASSA**
b: P22 - P23	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.25 m Passa	**PASSA**
c: P23 - P24	x: 1.225 m Passa	x: 1.225 m Passa	x: 0 m Passa	x: 1.225 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
d: P24 - P25	x: 5.375 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 2.75 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
a: P26 - P27	x: 1.1 m Passa	x: 1.1 m Passa	N.A.(1)	x: 1.1 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
a: P28 - P29	x: 7.1 m Passa	x: 3.25 m Passa	x: 3.25 m Passa	x: 3.25 m Passa	x: 6.988 m Passa	**PASSA**
b: P29 - P30	x: 2.5 m Passa	x: 2.5 m Passa	N.A.(1)	x: 2.5 m Passa	x: 2.125 m Passa	**PASSA**
c: P30 - P31	x: 0 m Passa	x: 3.975 m Passa	x: 3.975 m Passa	x: 3.975 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 78 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P28 - P21	x: 7.1 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 6.8 m Passa	**PASSA**
b: P21 - P17	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.175 m Passa	**PASSA**
c: P17 - P13	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0.175 m Passa	**PASSA**
d: P13 - P9	x: 7.1 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 7.1 m Passa	**PASSA**
e: P9 - P5	x: 0 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
f: P5 - P1	x: 0 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 2.675 m Passa	**PASSA**
a: P29 - P22	x: 7.1 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 1.425 m Passa	**PASSA**
b: P22 - P18	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
c: P18 - P14	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0.55 m Passa	**PASSA**
d: P14 - P10	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.55 m Passa	**PASSA**
e: P10 - P6	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
f: P6 - P2	x: 0 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 5.675 m Passa	**PASSA**
a: P30 - P26	x: 5.1 m Passa	x: 2.3 m Passa	x: 2.3 m Passa	x: 2.3 m Passa	x: 2.05 m Passa	**PASSA**
b: P26 - P23	x: 0.425 m Passa	x: 0.425 m Passa	N.A.(1)	x: 0.425 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
c: P23 - P19	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
a: P19 - P15	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.05 m Passa	**PASSA**
b: P15 - P11	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.425 m Passa	**PASSA**
c: P11 - P7	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
d: P7 - P3	x: 0 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**
a: P27 - P24	x: 0.05 m Passa	x: 0.05 m Passa	N.A.(1)	x: 0.05 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
a: P31 - P25	x: 7.1 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 6.8 m Passa	**PASSA**
b: P25 - P20	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.873 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 79 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
c: P20 - P16	x: 0 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 2.425 m Passa	**PASSA**
d: P16 - P12	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.075 m Passa	**PASSA**
e: P12 - P8	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0.025 m Passa	**PASSA**
f: P8 - P4	x: 0 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 2.55 m Passa	**PASSA**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.
(2) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.78 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 5.94 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.82 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.04 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.55 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.36 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P3 - P4	$f_{i,Q}$: 0.91 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.45 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.34 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P5 - P6	$f_{i,Q}$: 1.65 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 13.59 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 9.64 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P6 - P7	$f_{i,Q}$: 0.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 1.89 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 1.44 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 1.57 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 13.66 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 9.56 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.21 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 1.61 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 1.25 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
b: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.53 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.71 mm	$f_{T,max}$: 4.95 mm $f_{T,lim}$: 22.00 mm	$f_{A,max}$: 3.36 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P15 - P16	$f_{i,Q}$: 1.51 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 12.65 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 9.05 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P18 - P19	$f_{i,Q}$: 0.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.71 mm	$f_{T,max}$: 2.60 mm $f_{T,lim}$: 22.00 mm	$f_{A,max}$: 2.36 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 80 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
c: P19 - P20	$f_{i,Q}$: 0.34 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.90 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.26 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P21 - P22	$f_{i,Q}$: 1.51 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 12.29 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 8.65 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P22 - P23	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.54 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.36 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P23 - P24	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.50 mm	$f_{T,max}$: 0.31 mm $f_{T,lim}$: 12.60 mm	$f_{A,max}$: 0.26 mm $f_{A,lim}$: 6.30 mm	**PASSA**
d: P24 - P25	$f_{i,Q}$: 0.04 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.36 mm	$f_{T,max}$: 0.78 mm $f_{T,lim}$: 21.50 mm	$f_{A,max}$: 0.66 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P26 - P27	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 3.43 mm	$f_{T,max}$: 0.04 mm $f_{T,lim}$: 4.80 mm	$f_{A,max}$: 0.02 mm $f_{A,lim}$: 2.40 mm	**PASSA**
a: P28 - P29	$f_{i,Q}$: 0.86 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.25 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.14 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P29 - P30	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.51 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.33 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P30 - P31	$f_{i,Q}$: 0.81 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 5.46 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.42 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P28 - P21	$f_{i,Q}$: 0.51 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.45 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.48 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P21 - P17	$f_{i,Q}$: 0.08 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.85 mm $f_{T,lim}$: 22.95 mm	$f_{A,max}$: 0.13 mm $f_{A,lim}$: 1.60 mm	**PASSA**
c: P17 - P13	$f_{i,Q}$: 0.42 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 10.39 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 9.74 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P13 - P9	$f_{i,Q}$: 0.09 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.19 mm $f_{T,lim}$: 26.43 mm	$f_{A,max}$: 0.11 mm $f_{A,lim}$: 1.35 mm	**PASSA**
e: P9 - P5	$f_{i,Q}$: 0.07 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.99 mm	$f_{T,max}$: 1.35 mm $f_{T,lim}$: 26.50 mm	$f_{A,max}$: 0.97 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
f: P5 - P1	$f_{i,Q}$: 0.63 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.61 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.61 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P29 - P22	$f_{i,Q}$: 1.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.92 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.17 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P22 - P18	$f_{i,Q}$: 0.65 mm $f_{i,Q,lim}$: 19.97 mm	$f_{T,max}$: 3.27 mm $f_{T,lim}$: 27.79 mm	$f_{A,max}$: 2.43 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P18 - P14	$f_{i,Q}$: 0.43 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 9.46 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 8.51 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P14 - P10	$f_{i,Q}$: 0.46 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.09 mm	$f_{T,max}$: 2.70 mm $f_{T,lim}$: 28.02 mm	$f_{A,max}$: 1.82 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P10 - P6	$f_{i,Q}$: 0.52 mm $f_{i,Q,lim}$: 19.93 mm	$f_{T,max}$: 3.07 mm $f_{T,lim}$: 27.59 mm	$f_{A,max}$: 2.37 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
f: P6 - P2	$f_{i,Q}$: 1.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.81 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.93 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 81 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P30 - P26	$f_{i,Q}$: 0.09 mm $f_{i,Q,lim}$: 14.57 mm	$f_{T,max}$: 1.32 mm $f_{T,lim}$: 20.40 mm	$f_{A,max}$: 0.77 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P26 - P23	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.57 mm	$f_{T,max}$: 0.63 mm $f_{T,lim}$: 14.80 mm	$f_{A,max}$: 0.39 mm $f_{A,lim}$: 7.40 mm	**PASSA**
c: P23 - P19	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.96 mm $f_{T,lim}$: 26.50 mm	$f_{A,max}$: 1.84 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P19 - P15	$f_{i,Q}$: 1.07 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.31 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.13 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P15 - P11	$f_{i,Q}$: 0.62 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.32 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.50 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P11 - P7	$f_{i,Q}$: 0.40 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.88 mm	$f_{T,max}$: 2.76 mm $f_{T,lim}$: 27.06 mm	$f_{A,max}$: 2.06 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P7 - P3	$f_{i,Q}$: 1.25 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.91 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.00 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P27 - P24	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.93 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 6.90 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 3.45 mm	**PASSA**
a: P31 - P25	$f_{i,Q}$: 0.82 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 5.95 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.86 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P25 - P20	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.30 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.14 mm $f_{A,lim}$: 5.81 mm	**PASSA**
c: P20 - P16	$f_{i,Q}$: 0.27 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.59 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.82 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P16 - P12	$f_{i,Q}$: 0.09 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.13 mm	$f_{T,max}$: 1.55 mm $f_{T,lim}$: 28.11 mm	$f_{A,max}$: 1.09 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P12 - P8	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.54 mm	$f_{T,max}$: 1.16 mm $f_{T,lim}$: 25.23 mm	$f_{A,max}$: 0.79 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
f: P8 - P4	$f_{i,Q}$: 0.85 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 5.52 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.53 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

Fechamento

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P13 - P14	Passa	Passa	'6.726 m' η = 13.5	'6.455 m' η = 35.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 35.6**
a: P17 - P18	Passa	Passa	'6.726 m' η = 13.3	'6.455 m' η = 34.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 34.0**
a: P19 - P20	Passa	Passa	'6.726 m' η = 48.5	'2.925 m' η = 79.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 79.3**
a: P23 - P25	Passa	Passa	'0.374 m' η = 48.4	'2.925 m' η = 80.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 80.7**
a: P17 - P13	Passa	Passa	'0.374 m' η = 11.2	'3.227 m' η = 23.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 23.6**
a: P18 - P14	Passa	Passa	'6.726 m' η = 11.2	'2.582 m' η = 24.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 24.6**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 82 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P23 - P19	Passa	Passa	'0.374 m' η = 46.5	'2.925 m' η = 81.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 81.4**
a: P25 - P20	Passa	Passa	'6.726 m' η = 46.4	'2.925 m' η = 84.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 84.3**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_xS_t: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_yS_t: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P13 - P14	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.227 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P17 - P18	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.873 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P19 - P20	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 1.925 m Passa	**PASSA**
a: P23 - P25	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 1.925 m Passa	**PASSA**
a: P17 - P13	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P18 - P14	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P23 - P19	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 1.925 m Passa	**PASSA**
a: P25 - P20	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 1.8 m Passa	**PASSA**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 83 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P13 - P14	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.35 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.02 mm $f_{A,lim}$: 5.81 mm	**PASSA**
a: P17 - P18	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.38 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.04 mm $f_{A,lim}$: 7.75 mm	**PASSA**
a: P19 - P20	$f_{i,Q}$: 1.07 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.28 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.52 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P23 - P25	$f_{i,Q}$: 1.04 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.66 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.79 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P17 - P13	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.70 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.17 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P18 - P14	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.74 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.19 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P23 - P19	$f_{i,Q}$: 1.08 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.94 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.84 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P25 - P20	$f_{i,Q}$: 1.16 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.89 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.63 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

6.2.2 Verificações E.L.U – Lajes

Terreo

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L3	X	0.17	28.56	10.80	10.13	7.04	2.66	2.50	Ø10c/11	Ø8c/18	Ø8c/20
	Y		10.13	10.34	6.89	2.50	2.55	1.70	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L4	X	0.17	24.11	10.34	24.86	5.95	2.55	6.13	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
	Y		13.90	10.34	10.13	3.43	2.55	2.50	Ø6.3c/9	Ø6.3c/12	Ø8c/20
L5	X	0.17	9.00	10.34	10.13	2.22	2.55	2.50	Ø6.3c/14	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		10.13	10.34	10.95	2.50	2.55	2.70	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/18
L2	X	0.17	27.40	10.37	16.17	6.76	2.56	3.99	Ø12.5c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/12.5
	Y		------	10.34	20.28	------	2.55	5.00	------	Ø6.3c/12	Ø8c/10
L6	X	0.17	23.57	10.34	28.61	5.81	2.55	7.06	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø10c/11
	Y		10.13	10.34	12.97	2.50	2.55	3.20	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/9
L8	X	0.17	7.00	10.34	6.96	1.73	2.55	1.72	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		11.31	10.34	11.07	2.79	2.55	2.73	Ø8c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/18
L10	X	0.17	------	10.34	26.04	------	2.55	6.42	------	Ø6.3c/12	Ø12.5c/19
	Y		0.00	10.34	10.13	0.00	2.55	2.50	------	Ø6.3c/12	Ø8c/20
L12	X	0.17	10.13	10.34	10.13	2.50	2.55	2.50	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		10.63	10.34	11.92	2.62	2.55	2.94	Ø8c/19	Ø6.3c/12	Ø8c/17
L15	X	0.17	25.71	10.34	------	6.34	2.55	------	Ø12.5c/19	Ø6.3c/12	------
	Y		0.00	10.34	10.13	0.00	2.55	2.50	------	Ø6.3c/12	Ø8c/20
L18	X	0.17	23.10	10.34	24.51	5.70	2.55	6.05	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
	Y		16.53	10.34	10.13	4.08	2.55	2.50	Ø10c/19	Ø6.3c/12	Ø8c/20

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 84 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L20	X	0.17	24.58	10.34	25.91	6.06	2.55	6.39	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø12.5c/19
	Y		10.13	10.34	6.89	2.50	2.55	1.70	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L23	X	0.17	7.73	10.34	10.13	1.91	2.55	2.50	Ø6.3c/16	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		10.13	10.34	13.74	2.50	2.55	3.39	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/9
L19	X	0.17	26.50	10.34	24.96	6.54	2.55	6.16	Ø10c/12	Ø6.3c/12	Ø10c/12.5
	Y		10.13	10.34	15.94	2.50	2.55	3.93	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/12.5
L17	X	0.17	25.84	10.34	------	6.37	2.55	------	Ø12.5c/19	Ø6.3c/12	------
	Y		17.30	10.34	6.89	4.27	2.55	1.70	Ø10c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L11	X	0.17	------	10.34	26.62	------	2.55	6.56	------	Ø6.3c/12	Ø12.5c/18
	Y		17.50	10.34	6.89	4.32	2.55	1.70	Ø10c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L14	X	0.17	0.00	10.34	6.89	0.00	2.55	1.70	------	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		13.45	10.34	0.00	3.32	2.55	0.00	Ø6.3c/9	Ø6.3c/12	------
L16	X	0.17	0.00	10.34	0.00	0.00	2.55	0.00	------	Ø6.3c/12	------
	Y		13.25	10.34	0.00	3.27	2.55	0.00	Ø6.3c/9	Ø6.3c/12	------
L26	X	0.17	6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		6.89	10.34	11.20	1.70	2.55	2.76	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/18
L21	X	0.17	6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		14.76	6.89	6.89	3.64	1.70	1.70	Ø8c/13	Ø6.3c/18	Ø6.3c/18
L13	X	0.17	13.60	10.34	10.13	3.36	2.55	2.50	Ø6.3c/9	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		26.53	10.34	24.07	6.54	2.55	5.94	Ø12.5c/18	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
L1	X	0.17	10.13	10.76	21.99	2.50	2.65	5.42	Ø8c/20	Ø8c/18	Ø8c/9
	Y		25.67	11.02	10.13	6.33	2.72	2.50	Ø12.5c/19	Ø8c/18	Ø8c/20
L7	X	0.17	10.13	10.34	14.05	2.50	2.55	3.46	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/9
	Y		25.16	10.34	24.11	6.20	2.55	5.95	Ø10c/12.5	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
L9	X	0.17	14.49	10.34	10.13	3.57	2.55	2.50	Ø8c/14	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		24.18	10.34	23.95	5.96	2.55	5.91	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
L22	X	0.17	18.39	10.34	17.18	4.54	2.55	4.24	Ø8c/11	Ø6.3c/12	Ø10c/18
	Y		10.13	10.34	22.94	2.50	2.55	5.66	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
L25	X	0.17	6.89	6.89	10.13	1.70	1.70	2.50	Ø6.3c/18	Ø6.3c/18	Ø8c/20
	Y		6.89	6.89	24.74	1.70	1.70	6.10	Ø6.3c/18	Ø6.3c/18	Ø12.5c/20

Pvto 1

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L12	X	0.15	17.57	11.20	7.71	4.91	3.13	2.15	Ø8c/10	Ø8c/16	Ø6.3c/14
	Y		8.54	11.43	22.90	2.39	3.20	6.40	Ø6.3c/13	Ø6.3c/9	Ø12.5c/19
L5	X	0.15	16.97	11.04	7.71	4.74	3.09	2.15	Ø10c/16	Ø6.3c/10	Ø6.3c/14
	Y		22.99	11.97	8.61	6.43	3.34	2.41	Ø12.5c/19	Ø6.3c/9	Ø6.3c/12.5
L8	X	0.15	13.07	8.33	7.71	3.65	2.33	2.15	Ø8c/13	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
	Y		21.73	8.05	21.87	6.07	2.25	6.11	Ø12.5c/20	Ø6.3c/13	Ø12.5c/20
L14	X	0.15	7.00	8.05	0.00	1.96	2.25	0.00	Ø5c/10	Ø6.3c/13	------
	Y		21.13	8.05	5.37	5.91	2.25	1.50	Ø12.5c/20	Ø6.3c/13	Ø5c/13
L16	X	0.15	5.37	8.05	13.58	1.50	2.25	3.80	Ø5c/13	Ø6.3c/13	Ø8c/13
	Y		20.89	8.05	------	5.84	2.25	------	Ø12.5c/20	Ø6.3c/13	------
L13	X	0.15	5.37	8.05	10.03	1.50	2.25	2.80	Ø5c/13	Ø6.3c/13	Ø6.3c/11
	Y		0.00	8.05	5.37	0.00	2.25	1.50	------	Ø6.3c/13	Ø5c/13

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 85 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L15	X	0.15	0.00	8.05	11.88	0.00	2.25	3.32	------	Ø6.3c/13	Ø6.3c/9
	Y		5.37	8.05	0.00	1.50	2.25	0.00	Ø5c/13	Ø6.3c/13	------
L3	X	0.15	20.73	8.14	22.15	5.79	2.28	6.19	Ø12.5c/20	Ø6.3c/13	Ø10c/12.5
	Y		13.50	8.48	7.71	3.77	2.37	2.15	Ø8c/13	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
L1	X	0.15	23.19	11.78	8.05	6.48	3.29	2.25	Ø10c/12	Ø6.3c/9	Ø6.3c/13
	Y		17.80	11.22	7.71	4.98	3.14	2.15	Ø8c/10	Ø8c/16	Ø6.3c/14
L4	X	0.15	6.14	8.05	7.32	1.72	2.25	2.05	Ø6.3c/18	Ø6.3c/13	Ø6.3c/15
	Y		13.87	5.37	11.13	3.88	1.50	3.11	Ø8c/12.5	Ø5c/13	Ø6.3c/10
L6	X	0.15	21.29	8.39	20.87	5.95	2.35	5.83	Ø12.5c/20	Ø6.3c/13	Ø12.5c/20
	Y		13.50	8.95	7.71	3.77	2.50	2.15	Ø8c/13	Ø8c/20	Ø6.3c/14
L7	X	0.15	6.55	8.05	6.49	1.83	2.25	1.81	Ø6.3c/17	Ø6.3c/13	Ø5c/11
	Y		10.91	4.02	11.04	3.05	1.13	3.08	Ø6.3c/10	Ø5c/17.5	Ø6.3c/10
L9	X	0.15	------	8.05	21.42	------	2.25	5.99	------	Ø6.3c/13	Ø12.5c/20
	Y		0.00	8.05	7.71	0.00	2.25	2.15	------	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
L11	X	0.15	7.30	8.05	7.25	2.04	2.25	2.03	Ø6.3c/15	Ø6.3c/13	Ø6.3c/15
	Y		14.44	4.02	10.58	4.04	1.13	2.96	Ø10c/19	Ø5c/17.5	Ø8c/17
L20	X	0.15	7.71	9.74	20.66	2.15	2.72	5.77	Ø6.3c/14	Ø8c/18	Ø12.5c/20
	Y		16.37	9.49	15.63	4.58	2.65	4.37	Ø10c/17	Ø8c/18	Ø10c/17.5
L17	X	0.15	21.24	8.11	20.94	5.94	2.27	5.85	Ø12.5c/20	Ø6.3c/13	Ø12.5c/20
	Y		14.16	8.84	7.71	3.96	2.47	2.15	Ø8c/12.5	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/14
L18	X	0.15	7.71	8.05	7.71	2.15	2.25	2.15	Ø6.3c/14	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
	Y		6.72	8.05	12.22	1.88	2.25	3.42	Ø6.3c/16	Ø6.3c/13	Ø6.3c/9
L21	X	0.15	7.55	8.05	7.56	2.11	2.25	2.11	Ø6.3c/14	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
	Y		5.37	8.05	13.46	1.50	2.25	3.76	Ø5c/13	Ø6.3c/13	Ø8c/13
L10	X	0.15	------	8.05	21.12	------	2.25	5.90	------	Ø6.3c/13	Ø12.5c/20
	Y		12.56	8.05	5.37	3.51	2.25	1.50	Ø8c/14	Ø6.3c/13	Ø5c/13
L22	X	0.15	10.73	10.06	10.89	3.00	2.81	3.04	Ø6.3c/10	Ø6.3c/11	Ø6.3c/10
	Y		------	8.05	7.71	------	2.25	2.15	------	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
L19	X	0.15	7.71	8.05	6.24	2.15	2.25	1.75	Ø6.3c/14	Ø6.3c/13	Ø6.3c/17.5
	Y		12.76	5.37	5.37	3.57	1.50	1.50	Ø8c/14	Ø5c/13	Ø5c/13
L2	X	0.15	7.71	8.05	7.71	2.15	2.25	2.15	Ø6.3c/14	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
	Y		6.71	8.05	14.69	1.88	2.25	4.11	Ø6.3c/16	Ø6.3c/13	Ø10c/19

Cobertura

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L3	X	0.15	13.25	9.57	7.70	3.70	2.67	2.15	Ø8c/13	Ø8c/18	Ø6.3c/14
	Y		16.40	9.45	7.71	4.58	2.64	2.15	Ø10c/17	Ø8c/19	Ø6.3c/14
L12	X	0.15	14.20	9.21	7.71	3.97	2.57	2.15	Ø8c/12.5	Ø6.3c/12	Ø6.3c/14
	Y		7.71	8.80	16.22	2.15	2.46	4.53	Ø6.3c/14	Ø6.3c/12.5	Ø8c/11
L6	X	0.15	11.17	8.05	5.37	3.12	2.25	1.50	Ø8c/16	Ø6.3c/13	Ø5c/13
	Y		14.60	8.05	15.79	4.08	2.25	4.41	Ø10c/19	Ø6.3c/13	Ø10c/17.5
L9	X	0.15	10.98	8.05	5.61	3.07	2.25	1.57	Ø6.3c/10	Ø6.3c/13	Ø5c/12.5
	Y		15.72	8.05	14.61	4.39	2.25	4.08	Ø10c/17.5	Ø6.3c/13	Ø10c/19
L10	X	0.15	6.86	8.05	12.05	1.92	2.25	3.37	Ø6.3c/16	Ø6.3c/13	Ø6.3c/9
	Y		5.37	8.05	17.82	1.50	2.25	4.98	Ø5c/13	Ø6.3c/13	Ø8c/10

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 86 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L13	X	0.15	7.27	8.05	12.36	2.03	2.25	3.46	Ø6.3c/15	Ø6.3c/13	Ø6.3c/9
	Y		17.74	8.05	5.37	4.96	2.25	1.50	Ø8c/10	Ø6.3c/13	Ø5c/13
L19	X	0.15	5.37	5.37	15.88	1.50	1.50	4.44	Ø5c/13	Ø5c/13	Ø10c/17.5
	Y		7.94	5.37	5.37	2.22	1.50	1.50	Ø6.3c/14	Ø5c/13	Ø5c/13
L4	X	0.15	14.37	8.05	15.72	4.02	2.25	4.39	Ø8c/12.5	Ø6.3c/13	Ø10c/17.5
	Y		10.88	8.05	5.59	3.04	2.25	1.56	Ø6.3c/10	Ø6.3c/13	Ø5c/12.5
L1	X	0.15	16.32	9.27	7.70	4.56	2.59	2.15	Ø8c/11	Ø6.3c/12	Ø6.3c/14
	Y		13.35	9.48	7.71	3.73	2.65	2.15	Ø8c/13	Ø8c/18	Ø6.3c/14
L5	X	0.15	6.27	8.05	6.46	1.75	2.25	1.81	Ø6.3c/17.5	Ø6.3c/13	Ø5c/11
	Y		8.93	4.02	8.58	2.50	1.13	2.40	Ø6.3c/12.5	Ø5c/17.5	Ø6.3c/13
L7	X	0.15	17.21	8.05	14.31	4.81	2.25	4.00	Ø10c/16	Ø6.3c/13	Ø8c/12.5
	Y		10.98	8.05	7.13	3.07	2.25	1.99	Ø6.3c/10	Ø6.3c/13	Ø5c/10
L8	X	0.15	6.70	8.05	6.24	1.87	2.25	1.74	Ø6.3c/16	Ø6.3c/13	Ø6.3c/17.5
	Y		8.66	4.02	8.64	2.42	1.13	2.41	Ø6.3c/12.5	Ø5c/17.5	Ø6.3c/12.5
L11	X	0.15	5.82	8.05	6.34	1.63	2.25	1.77	Ø6.3c/19	Ø6.3c/13	Ø6.3c/17.5
	Y		11.15	4.02	8.72	3.12	1.13	2.44	Ø6.3c/10	Ø5c/17.5	Ø6.3c/12.5
L16	X	0.15	7.71	9.37	16.34	2.15	2.62	4.57	Ø6.3c/14	Ø8c/19	Ø8c/11
	Y		13.26	9.61	7.71	3.71	2.69	2.15	Ø8c/13	Ø8c/18	Ø6.3c/14
L14	X	0.15	15.41	8.05	16.85	4.31	2.25	4.71	Ø10c/18	Ø6.3c/13	Ø10c/16
	Y		11.76	8.05	6.97	3.29	2.25	1.95	Ø6.3c/9	Ø6.3c/13	Ø6.3c/16
L15	X	0.15	7.27	8.05	6.95	2.03	2.25	1.94	Ø6.3c/15	Ø6.3c/13	Ø6.3c/16
	Y		5.37	8.05	9.70	1.50	2.25	2.71	Ø5c/13	Ø6.3c/13	Ø8c/18
L17	X	0.15	7.71	8.05	7.37	2.15	2.25	2.06	Ø6.3c/14	Ø6.3c/13	Ø6.3c/15
	Y		7.71	5.37	10.24	2.15	1.50	2.86	Ø6.3c/14	Ø5c/13	Ø8c/17.5
L2	X	0.15	6.95	8.05	7.67	1.94	2.25	2.14	Ø6.3c/16	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
	Y		10.47	4.02	10.57	2.93	1.13	2.95	Ø8c/17	Ø5c/17.5	Ø8c/17

Fechamento

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L1	X	0.15	7.71	12.33	7.71	2.15	3.45	2.15	Ø6.3c/14	Ø6.3c/9	Ø6.3c/14
	Y		7.71	12.45	7.71	2.15	3.48	2.15	Ø6.3c/14	Ø8c/14	Ø6.3c/14

6.3 Fundações

As fundações foram dimensionadas conforme tensões admissíveis determinadas no item 4.4 e tabela de cargas nas fundações conforme resultados da modelagem.

Em função das cargas e da baixa capacidade de suporte do solo as fundações serão profundas utilizando estaca pré-moldada protendida ø33 cuja carga de trabalho máxima é de 900 kN.

Os blocos serão separados por grupos conforme carregamento e tipo de bloco.

6.3.1 Cargas Nas Fundações

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 87 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

A tabela a seguir apresentam as cargas nas fundações.

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Peso próprio	217.8	6.7	0.3	-54.8	62.2	-0.0
	Cargas permanentes	151.9	4.0	-0.4	-36.1	40.4	-0.0
	Sobrecarga	85.9	3.9	0.3	-29.8	34.4	-0.0
	Vento +X	-4.7	16.1	-1.0	9.2	-0.9	0.0
	Vento -X	4.7	-16.1	1.0	-9.2	0.9	-0.0
	Vento +Y	2.1	0.0	7.4	-0.0	4.3	0.0
	Vento -Y	-2.1	-0.0	-7.4	0.0	-4.3	0.0
P2	Peso próprio	335.2	2.0	-3.7	54.3	127.6	-0.0
	Cargas permanentes	201.8	1.0	-1.7	35.4	55.0	-0.0
	Sobrecarga	153.6	1.3	-2.3	30.5	79.5	-0.0
	Vento +X	-10.1	16.3	-0.2	5.9	-0.1	0.0
	Vento -X	10.1	-16.3	0.2	-5.9	0.1	-0.0
	Vento +Y	2.2	0.0	7.4	-0.0	4.3	0.0
	Vento -Y	-2.2	-0.0	-7.4	0.0	-4.3	0.0
P3	Peso próprio	236.6	8.2	-0.1	-90.2	32.4	-0.0
	Cargas permanentes	147.4	4.9	0.2	-56.3	2.0	-0.0
	Sobrecarga	76.5	4.9	-0.1	-51.8	20.5	-0.0
	Vento +X	10.2	16.3	0.2	5.9	0.2	0.0
	Vento -X	-10.2	-16.3	-0.2	-5.9	-0.2	-0.0
	Vento +Y	2.1	0.0	7.4	-0.0	4.1	0.0
	Vento -Y	-2.1	-0.0	-7.4	0.0	-4.1	0.0
P4	Peso próprio	179.3	0.7	-2.9	86.7	68.7	-0.0
	Cargas permanentes	128.1	-0.1	-1.7	60.6	30.9	-0.0
	Sobrecarga	52.7	0.5	-1.6	49.4	39.8	-0.0
	Vento +X	4.6	16.1	1.0	9.4	0.9	0.0
	Vento -X	-4.6	-16.1	-1.0	-9.4	-0.9	-0.0
	Vento +Y	2.1	0.0	7.3	-0.0	4.4	0.0
	Vento -Y	-2.1	-0.0	-7.3	0.0	-4.4	0.0
P5	Peso próprio	437.3	9.0	3.0	-136.2	-2.3	-0.0
	Cargas permanentes	262.9	4.1	1.3	-55.4	1.3	-0.0
	Sobrecarga	200.4	5.6	1.9	-84.6	-1.3	-0.0
	Vento +X	-4.9	16.9	-1.0	9.7	-0.8	0.0
	Vento -X	4.9	-16.9	1.0	-9.7	0.8	-0.0
	Vento +Y	-0.5	0.0	7.4	-0.0	3.3	0.0
	Vento -Y	0.5	-0.0	-7.4	0.0	-3.3	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 88 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P6	Peso próprio	647.7	-2.1	2.9	123.7	-27.9	-0.0
	Cargas permanentes	316.5	-0.6	0.8	55.3	-4.8	-0.0
	Sobrecarga	320.0	-1.4	1.9	78.6	-19.1	-0.0
	Vento +X	-10.2	17.1	-0.2	6.5	-0.1	0.0
	Vento -X	10.2	-17.1	0.2	-6.5	0.1	-0.0
	Vento +Y	-0.6	0.0	7.4	-0.0	3.3	0.0
	Vento -Y	0.6	-0.0	-7.4	0.0	-3.3	0.0
P7	Peso próprio	540.2	10.4	-0.7	-168.1	46.1	-0.0
	Cargas permanentes	253.6	6.4	-0.9	-107.7	27.6	-0.0
	Sobrecarga	234.2	6.4	-0.3	-105.1	26.2	-0.0
	Vento +X	10.4	17.1	0.2	6.6	0.2	0.0
	Vento -X	-10.4	-17.1	-0.2	-6.6	-0.2	-0.0
	Vento +Y	-0.3	0.0	7.4	-0.0	3.1	0.0
	Vento -Y	0.3	-0.0	-7.4	0.0	-3.1	0.0
P8	Peso próprio	385.5	-4.1	0.7	171.7	-14.9	-0.0
	Cargas permanentes	237.3	-2.1	-0.7	92.0	7.5	-0.0
	Sobrecarga	156.2	-2.6	0.6	106.8	-10.5	-0.0
	Vento +X	4.7	16.9	1.0	10.0	0.8	0.0
	Vento -X	-4.7	-16.9	-1.0	-10.0	-0.8	-0.0
	Vento +Y	-0.3	0.0	7.4	0.0	3.4	0.0
	Vento -Y	0.3	-0.0	-7.4	-0.0	-3.4	0.0
P9	Peso próprio	414.1	7.8	2.7	-134.4	4.3	-0.0
	Cargas permanentes	244.4	3.4	1.3	-54.4	0.8	-0.0
	Sobrecarga	190.5	4.8	1.7	-83.5	2.8	-0.0
	Vento +X	-5.1	17.8	-1.0	10.5	-0.8	0.0
	Vento -X	5.1	-17.8	1.0	-10.5	0.8	-0.0
	Vento +Y	0.5	0.0	7.4	0.0	3.5	0.0
	Vento -Y	-0.5	-0.0	-7.4	-0.0	-3.5	0.0
P10	Peso próprio	586.1	-3.2	1.7	122.2	2.1	-0.0
	Cargas permanentes	294.2	-1.2	0.7	52.8	-1.8	-0.0
	Sobrecarga	283.8	-2.1	1.0	77.7	1.4	-0.0
	Vento +X	-10.4	17.9	-0.2	7.2	-0.1	0.0
	Vento -X	10.4	-17.9	0.2	-7.2	0.1	-0.0
	Vento +Y	0.5	0.0	7.4	-0.0	3.4	0.0
	Vento -Y	-0.5	-0.0	-7.4	0.0	-3.4	0.0
P11	Peso próprio	595.2	7.1	0.9	-119.7	7.3	-0.0
	Cargas permanentes	305.6	3.3	0.1	-52.6	4.5	-0.0
	Sobrecarga	291.1	4.5	0.6	-76.9	4.8	-0.0
	Vento +X	10.4	17.9	0.2	7.2	0.2	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 89 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento -X	-10.4	-17.9	-0.2	-7.2	-0.2	-0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	7.4	-0.0	3.4	0.0
	Vento -Y	-0.0	-0.0	-7.4	0.0	-3.4	0.0
P12	Peso próprio	419.5	-3.7	-0.0	134.9	2.8	-0.0
	Cargas permanentes	254.0	-1.3	-0.5	55.2	2.4	-0.0
	Sobrecarga	194.9	-2.3	0.0	82.8	2.0	-0.0
	Vento +X	5.1	17.8	1.0	10.4	0.8	0.0
	Vento -X	-5.1	-17.8	-1.0	-10.4	-0.8	-0.0
	Vento +Y	-0.0	0.0	7.4	0.0	3.5	0.0
	Vento -Y	0.0	-0.0	-7.4	-0.0	-3.5	0.0
P13	Peso próprio	478.1	6.5	2.3	-132.6	15.0	-0.0
	Cargas permanentes	387.7	3.7	0.1	-78.9	28.9	-0.0
	Sobrecarga	193.6	3.9	1.6	-78.7	4.8	-0.0
	Vento +X	-11.0	18.6	-1.0	10.8	-0.8	0.0
	Vento -X	11.0	-18.6	1.0	-10.8	0.8	-0.0
	Vento +Y	1.4	0.0	7.4	0.0	3.5	0.0
	Vento -Y	-1.4	-0.0	-7.4	-0.0	-3.5	0.0
P14	Peso próprio	621.1	-4.4	1.1	123.8	14.1	-0.0
	Cargas permanentes	465.3	-3.3	-2.0	84.9	61.2	-0.0
	Sobrecarga	274.2	-2.6	1.1	73.2	-0.1	-0.0
	Vento +X	-10.0	18.7	-0.2	8.1	-0.1	0.0
	Vento -X	10.0	-18.7	0.2	-8.1	0.1	-0.0
	Vento +Y	1.4	0.0	7.4	0.0	3.5	0.0
	Vento -Y	-1.4	-0.0	-7.4	-0.0	-3.5	0.0
P15	Peso próprio	637.9	6.0	1.3	-121.4	-1.3	-0.0
	Cargas permanentes	295.1	2.7	0.5	-54.8	-3.9	-0.0
	Sobrecarga	305.5	3.9	0.8	-78.1	-0.6	-0.0
	Vento +X	15.9	18.7	0.2	7.8	0.2	0.0
	Vento -X	-15.9	-18.7	-0.2	-7.8	-0.2	-0.0
	Vento +Y	0.5	0.0	7.4	0.0	3.4	0.0
	Vento -Y	-0.5	-0.0	-7.4	-0.0	-3.4	0.0
P16	Peso próprio	429.4	-4.9	0.2	134.0	-2.4	-0.0
	Cargas permanentes	257.7	-2.0	-0.3	54.8	-1.7	-0.0
	Sobrecarga	197.5	-3.0	0.2	82.3	-2.2	-0.0
	Vento +X	5.1	18.6	1.0	11.1	0.8	0.0
	Vento -X	-5.1	-18.6	-1.0	-11.1	-0.8	-0.0
	Vento +Y	0.5	0.0	7.4	0.0	3.5	0.0
	Vento -Y	-0.5	-0.0	-7.4	-0.0	-3.5	0.0
P17	Peso próprio	470.2	5.3	3.2	-132.2	-7.6	-0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 90 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Cargas permanentes	384.5	3.1	2.4	-79.4	-24.4	-0.0
	Sobrecarga	189.7	3.2	1.8	-78.7	0.3	-0.0
	Vento +X	-11.0	19.4	-1.0	11.5	-0.8	0.0
	Vento -X	11.0	-19.4	1.0	-11.5	0.8	-0.0
	Vento +Y	-1.5	0.0	7.4	0.0	3.5	0.0
	Vento -Y	1.5	-0.0	-7.4	-0.0	-3.5	0.0
P18	Peso próprio	677.5	-5.3	1.3	116.1	9.8	-0.0
	Cargas permanentes	484.3	-3.9	2.9	82.8	-53.2	-0.0
	Sobrecarga	300.3	-3.1	0.4	68.6	17.0	-0.0
	Vento +X	-16.3	19.5	-0.2	8.8	-0.1	0.0
	Vento -X	16.3	-19.5	0.2	-8.8	0.1	-0.0
	Vento +Y	-1.3	0.0	7.4	0.0	3.5	0.0
	Vento -Y	1.3	-0.0	-7.4	-0.0	-3.5	0.0
P19	Peso próprio	532.0	6.5	3.6	-160.0	-55.7	-0.0
	Cargas permanentes	320.4	3.0	1.8	-78.0	-33.7	-0.0
	Sobrecarga	226.8	4.2	2.2	-100.5	-31.6	-0.0
	Vento +X	17.5	19.5	0.2	9.0	0.1	0.0
	Vento -X	-17.5	-19.5	-0.2	-9.0	-0.1	-0.0
	Vento +Y	0.7	0.0	7.4	0.0	3.3	0.0
	Vento -Y	-0.7	-0.0	-7.4	-0.0	-3.3	0.0
P20	Peso próprio	405.3	-6.9	-0.1	153.9	4.3	-0.0
	Cargas permanentes	315.1	-3.2	0.2	67.6	-14.2	-0.0
	Sobrecarga	151.6	-4.3	-0.1	97.4	4.7	-0.0
	Vento +X	10.0	19.4	1.0	11.9	0.8	0.0
	Vento -X	-10.0	-19.4	-1.0	-11.9	-0.8	-0.0
	Vento +Y	1.1	0.0	7.4	0.0	3.6	0.0
	Vento -Y	-1.1	-0.0	-7.4	-0.0	-3.6	0.0
P21	Peso próprio	501.8	3.8	0.7	-122.9	51.7	-0.0
	Cargas permanentes	247.5	1.2	2.1	-53.0	-18.4	-0.0
	Sobrecarga	245.2	2.5	0.3	-78.2	35.3	-0.0
	Vento +X	-5.4	20.2	-1.0	12.5	-0.7	0.0
	Vento -X	5.4	-20.2	1.0	-12.5	0.7	-0.0
	Vento +Y	0.1	-0.0	7.4	0.0	3.3	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-7.4	-0.0	-3.3	0.0
P22	Peso próprio	703.8	-6.2	2.3	109.8	-13.7	-0.0
	Cargas permanentes	304.2	-3.0	2.0	47.1	-33.6	-0.0
	Sobrecarga	339.3	-3.8	1.6	70.7	-10.8	-0.0
	Vento +X	-16.2	20.4	-0.2	9.2	-0.2	0.0
	Vento -X	16.2	-20.4	0.2	-9.2	0.2	-0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 91 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento +Y	-0.1	-0.0	7.4	-0.0	3.3	0.0
	Vento -Y	0.1	0.0	-7.4	0.0	-3.3	0.0
P23	Peso próprio	151.9	-0.2	-1.5	-0.9	-9.1	0.0
	Cargas permanentes	93.6	-0.7	-0.4	-4.2	-2.3	0.0
	Sobrecarga	30.1	0.0	-1.3	0.1	-7.6	0.0
	Vento +X	-1.6	-0.8	-0.1	-6.8	-0.6	0.0
	Vento -X	1.6	0.8	0.1	6.8	0.6	0.0
	Vento +Y	4.0	-0.0	-0.4	-0.1	-2.7	0.0
	Vento -Y	-4.0	0.0	0.4	0.1	2.7	0.0
P24	Peso próprio	174.5	-4.2	-2.9	-22.1	-17.5	0.0
	Cargas permanentes	122.5	-2.6	-2.2	-13.5	-13.1	0.0
	Sobrecarga	75.9	-2.6	-1.9	-13.8	-11.4	0.0
	Vento +X	10.8	0.1	0.0	0.4	0.2	0.0
	Vento -X	-10.8	-0.1	-0.0	-0.4	-0.2	0.0
	Vento +Y	3.0	-0.0	-0.1	-0.1	-0.8	0.0
	Vento -Y	-3.0	0.0	0.1	0.1	0.8	0.0
P25	Peso próprio	384.8	-5.0	-1.7	80.9	42.6	-0.0
	Cargas permanentes	235.1	-3.0	-0.3	45.1	-2.2	-0.0
	Sobrecarga	135.4	-3.1	-1.1	54.1	29.1	-0.0
	Vento +X	9.8	20.2	1.0	13.1	0.9	0.0
	Vento -X	-9.8	-20.2	-1.0	-13.1	-0.9	-0.0
	Vento +Y	-0.6	-0.0	7.4	-0.0	3.5	0.0
	Vento -Y	0.6	0.0	-7.4	0.0	-3.5	0.0
P26	Peso próprio	131.2	2.5	-0.3	12.8	-1.8	0.0
	Cargas permanentes	49.0	0.4	0.1	2.2	0.6	0.0
	Sobrecarga	45.5	1.5	-0.2	8.0	-1.1	0.0
	Vento +X	-16.1	-0.1	0.3	-0.3	2.7	0.0
	Vento -X	16.1	0.1	-0.3	0.3	-2.7	0.0
	Vento +Y	-4.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	Vento -Y	4.1	-0.0	-0.0	-0.1	-0.0	0.0
P27	Peso próprio	151.0	1.1	1.2	5.9	7.4	0.0
	Cargas permanentes	58.7	0.1	0.2	0.5	1.3	0.0
	Sobrecarga	58.9	0.8	0.9	4.3	5.5	0.0
	Vento +X	19.4	0.1	0.4	0.3	2.8	0.0
	Vento -X	-19.4	-0.1	-0.4	-0.3	-2.8	0.0
	Vento +Y	-4.2	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento -Y	4.2	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
P28	Peso próprio	289.6	-0.4	7.2	-52.4	-99.7	-0.0
	Cargas permanentes	125.8	-1.5	1.9	-6.4	-13.9	-0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 92 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

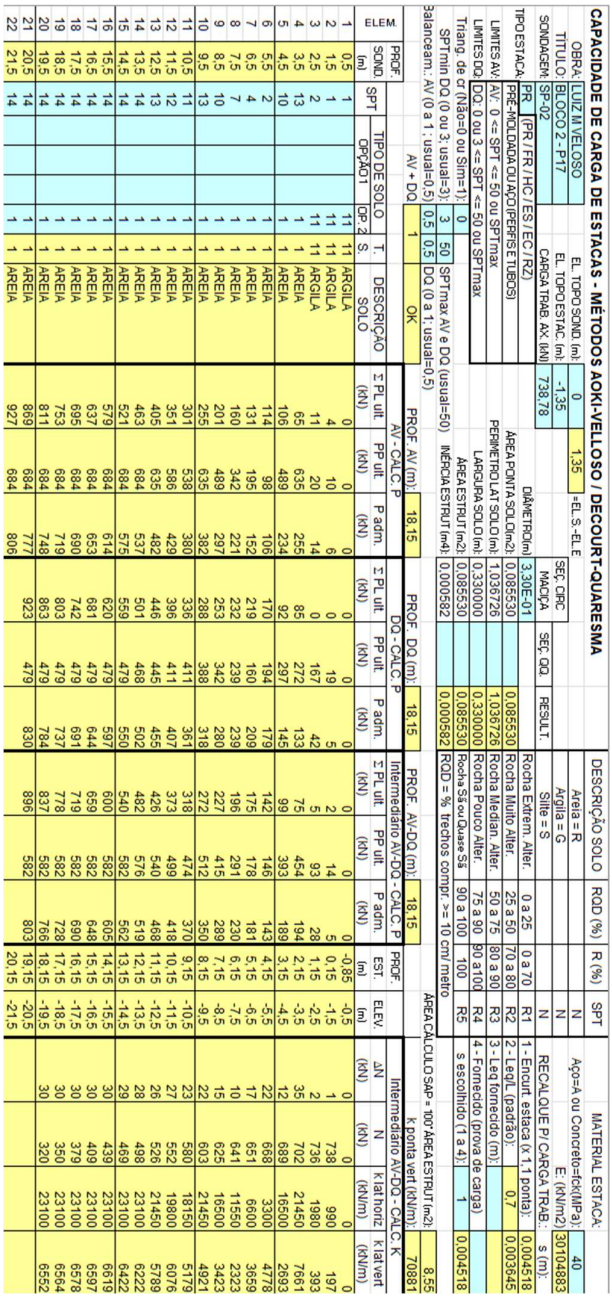
Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Sobrecarga	134.5	-0.2	4.4	-30.3	-60.8	-0.0
	Vento +X	-5.2	21.0	-1.0	13.4	-0.9	0.0
	Vento -X	5.2	-21.0	1.0	-13.4	0.9	-0.0
	Vento +Y	-2.1	-0.0	7.4	0.0	4.2	0.0
	Vento -Y	2.1	0.0	-7.4	-0.0	-4.2	0.0
P29	Peso próprio	324.5	-4.7	5.9	46.7	-96.3	-0.0
	Cargas permanentes	138.2	-1.8	1.2	2.4	-13.2	-0.0
	Sobrecarga	145.3	-2.6	3.6	25.7	-58.0	-0.0
	Vento +X	-12.2	21.2	-0.2	9.7	-0.0	0.0
	Vento -X	12.2	-21.2	0.2	-9.7	0.0	-0.0
	Vento +Y	-2.1	-0.0	7.4	0.0	4.2	0.0
	Vento -Y	2.1	0.0	-7.4	-0.0	-4.2	0.0
P30	Peso próprio	208.0	-0.1	3.6	-60.8	-55.4	-0.0
	Cargas permanentes	71.1	-1.1	0.6	-14.5	-7.2	-0.0
	Sobrecarga	66.9	0.0	2.3	-36.7	-34.3	-0.0
	Vento +X	11.4	21.2	0.2	9.7	0.1	0.0
	Vento -X	-11.4	-21.2	-0.2	-9.7	-0.1	-0.0
	Vento +Y	-2.0	-0.0	7.3	0.0	4.5	0.0
	Vento -Y	2.0	0.0	-7.3	-0.0	-4.5	0.0
P31	Peso próprio	236.7	-5.0	4.6	55.4	-106.3	-0.0
	Cargas permanentes	68.9	-2.2	0.6	11.0	-23.8	-0.0
	Sobrecarga	92.7	-2.9	3.0	33.3	-66.7	-0.0
	Vento +X	5.2	21.0	1.0	13.8	0.9	0.0
	Vento -X	-5.2	-21.0	-1.0	-13.8	-0.9	-0.0
	Vento +Y	-2.4	-0.0	7.3	0.0	4.4	0.0
	Vento -Y	2.4	0.0	-7.3	-0.0	-4.4	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 93 / 316

6.3.2 Dimensionamento Geotécnico da Estaca

Os comprimentos das estacas serão feitos pelos métodos de Aoki-Veloso e Décourt-Quaresma considerando o atrito lateral e a resistência de ponta da estaca. A estaca utilizada é do tipo pré-moldada protendida com diâmetro de 33 cm. Foram considerados fatores de segurança conforme a NBR 6122. A seguir serão apresentados os cálculos do comprimento das estacas para cada tipo de bloco, considerando a carga máxima de trabalho de 738,18 kN.

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



CAPACIDADE DE CARGA DE ESTACAS - MÉTODOS AOKI-VELLOSO / DECOURT-QUARESMA

OBRA: LUIZ M VELOSO — EL. TOPO SOND. (m): 0 — 1,35 = EL.S - EL.E — DESCRIÇÃO SOLO — ROD (%) — R (%) — SPT — MATERIAL ESTACA: — Aço=A ou Concreto=fck(MPa): 40

TITULO: BLOCO 2 - P17 — EL. TOPO ESTAC. (m): -1,35 — Areia = R — N — N — E: (kN/m2): 30104883

SONDAGEM: SP-02 — CARGA TRAB. AX. (kN): 738,78 — Argila = G — RECALQUE P/ CARGA TRAB.: s (m): 0,004518

TIPO ESTACA: PR (PR / FR / HC / ES / EC / RZ) — DIÂMETRO(m): 0,30 — SEC. CIRC MACIÇA: 3,30E-01 — SEC. QQ: — RESULT. — Silte = S — 0 a 25 — R1 — N — 1 - Encurt. estaca (x 1,1 ponta): 0,004518

PRÉ-MOLDADA CIJAÇO (PERFIS E TUBOS) — ÁREA PONTA SOLO (m2): 0,085530 — 0,085530 — Rocha Extrem. Alter. — 25 a 50 — R2 — 2 - Leq(L ipadrão): 0,003645

LIMITES AV: AV: 0 <= SPT <= 50 ou SPTmax — PERÍMETRO LAT SOLO (m): 1,036726 — 1,036726 — Rocha Muito Alter. — 50 a 75 — R3 — 3 - Leq fornecido (m): 0,7

LIMITES DQ: DQ: 0 ou 3 <= SPT <= 50 ou SPTmax — LARGURA SOLO (m): 0,330000 — 0,330000 — Rocha Medan. Alter. — 75 a 90 — R4 — 4 - Fornecido (prova de carga)

Triang. de cr (Não=0 ou Sim=1): 0 — ÁREA ESTRUT (m2): 0,085530 — 0,085530 — Rocha Pouco Alter. — 90 a 100 — R5 — s escolhido (1 a 4): 1 — 0,004518

SPTmin DQ (0 ou 3; usual=3): 3 — 50 — SPTmax AV e DQ (usual=50) — INÉRCIA ESTRUT (m4): 0,000582 — 0,000582 — Rocha Sã ou Quase Sã — 100 — 100 — R5

Balanceam.: AV (0 a 1; usual=0,5) — 0,5 — 0,5 — DQ (0 a 1; usual=0,5) — 0,000582 — ROD = % trechos compr. >= 10 cm/ metro — AREA CÁLCULO SAP = 100*AREA ESTRUT (m2): 8,55

AV + DQ — 1 — OK — PROF. AV (m): 18,15 — PROF. DQ (m): 18,15 — PROF. AV-DQ (m): 18,15 — k ponta vert (kN/m): 70881

ELEM.	PROF. SOND. (m)	SPT	TIPO DE SOLO OPÇÃO1	OP. 3	T. S.	DESCRIÇÃO SOLO	AV - CALC. P Σ PL ult. (kN)	AV - CALC. P PP ult. (kN)	AV - CALC. P P adm. (kN)	DQ - CALC. P Σ PL ult. (kN)	DQ - CALC. P PP ult. (kN)	DQ - CALC. P P adm. (kN)	Intermediário AV-DQ - CALC. P Σ PL ult. (kN)	Intermediário AV-DQ - CALC. P PP ult. (kN)	Intermediário AV-DQ - CALC. P P adm. (kN)	PROF. EST. (m)	ELEV. (m)	ΔN (kN)	N (kN)	K lat horiz (kN/m)	K lat vert (kN/m)
1	0,5	1		11	11	ARGILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,85	-0,5	0	0	0	0
2	1,5	1		11	11	ARGILA	4	10	6	0	19	5	2	14	5	0,15	-1,5	1	738	990	197
3	2,5	2		11	11	ARGILA	11	20	14	0	167	42	5	93	28	1,15	-2,5	2	736	1980	393
4	3,5	13		1	1	AREIA	65	635	255	85	272	133	75	454	194	2,15	-3,5	35	702	21450	7661
5	4,5	10		1	1	AREIA	106	489	234	92	297	145	99	393	189	3,15	-4,5	12	689	16500	2693
6	5,5	2		1	1	AREIA	114	98	106	170	194	179	142	146	143	4,15	-5,5	22	668	3300	4778
7	6,5	4		1	1	AREIA	131	195	152	219	160	209	175	178	181	5,15	-6,5	17	651	6600	3659
8	7,5	7		1	1	AREIA	160	342	221	232	239	239	196	291	230	6,15	-7,5	10	641	11550	2323
9	8,5	10		1	1	AREIA	201	489	297	253	342	280	227	415	289	7,15	-8,5	15	625	16500	3423
10	9,5	13		1	1	AREIA	255	635	382	288	388	318	272	512	350	8,15	-9,5	22	603	21450	4921
11	10,5	11		1	1	AREIA	301	538	380	336	411	361	318	474	370	9,15	-10,5	23	580	18150	5179
12	11,5	12		1	1	AREIA	351	586	429	396	411	407	373	499	418	10,15	-11,5	27	552	19800	6076
13	12,5	13		1	1	AREIA	405	635	482	445	445	455	426	540	468	11,15	-12,5	26	526	21450	5789
14	13,5	14		1	1	AREIA	463	684	537	501	468	502	482	576	519	12,15	-13,5	28	498	23100	6222
15	14,5	14		1	1	AREIA	521	684	575	559	479	550	540	582	562	13,15	-14,5	29	469	23100	6422
16	15,5	14		1	1	AREIA	579	684	614	620	479	597	600	582	605	14,15	-15,5	30	439	23100	6619
17	16,5	14		1	1	AREIA	637	684	653	681	479	644	659	582	648	15,15	-16,5	30	409	23100	6597
18	17,5	14		1	1	AREIA	695	684	690	742	479	691	719	582	690	16,15	-17,5	30	379	23100	6578
19	18,5	14		1	1	AREIA	753	803	719	803	479	737	778	582	728	17,15	-18,5	30	350	23100	6564
20	19,5	14		1	1	AREIA	811	863	748	863	479	784	837	582	766	18,15	-19,5	30	320	23100	6552
21	20,5	14		1	1	AREIA	869	923	777	923	479	830	896	582	803	19,15	-20,5				
22	21,5	14				AREIA	927	684	806							20,15	-21,5				

De acordo com os cálculos apresentados será considerado, pelos métodos de Aoki-Veloso e Décourt-Quaresma, será considerada a estaca com 19,50 m de comprimento.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 94 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

6.3.3 Dimensionamento dos Bloco

a) Bloco de 1 Estaca

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

40.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *40.0* cm

2.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Estribos xz	10.0	220.0	✓
Estribos yz	10.0	220.0	✓
Estribos xy	**10.0**	**73.3**	✓

3.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

10.0 mm ≥ 5.0 mm ✓

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Estribos xz	**10.0**	✓
Estribos yz	10.0	✓
Estribos xy	10.0	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 95 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

4.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 10.0 mm** ✓

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

5.- TIRANTES

Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

EN 1992-1-1:2004, 6.5.3(3).- A armadura necessária para resistir às forças nos nós de concentração de esforços poderá ser distribuída ao longo de um determinado comprimento (ver a Figura 6.25 a) e b)). Quando a armadura na zona dos nós se desenvolve numa extensão considerável de um elemento, deverá ser distribuída na zona em que as isostáticas de compressão são curvas (tirantes e escoras). A força de tração T poderá ser obtida pelas expressões:

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X).

$A_s \cdot f_{yd} \geq T$ **136.52 kN ≥ 0.00 kN** ✓

a) no caso de regiões de descontinuidade parcial (b ≤ Altura do bloco), ver a Figura 6.25 a:

T : *0.00* kN

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 96 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

$$T = \frac{1}{4}\frac{b-a}{b}\cdot F$$

F	: *350.05* kN
Dimensão do pilar	: *300.0* mm
Dimensão da estaca	: *300.0* mm
b	: *300.0* mm
a	: *300.0* mm
Altura do bloco	: *400.0* mm
h	: *300.0* mm

6.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(-X)	900.00	542,15	✓

b) Bloco de 2 Estacas

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

95.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *95.0* cm

2.- CONCEITUAÇÃO

Blocos são estruturas de volume usadas para transmitir às estacas e aos tubulões as cargas de fundação, podendo ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.1).

22.6.1 - Quando se verifica a expressão a seguir, nas duas direções, a sapata é considerada rígida. Caso contrário, a sapata é considerada flexível:

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 97 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

$h \geq (a - a_p) / 3$ **950.0 mm ≥ 416.7 mm** ✓

Onde:

h: Altura da sapata. **h** : *950.0* mm

a: Dimensão da sapata em uma determinada direção. **a** : *1550.0* mm

a_p: Dimensão do pilar na mesma direção. **a_p** : *300.0* mm

3.- ARMADURA DE SUSPENSÃO

Se for prevista armadura de distribuição para mais de 25 % dos esforços totais ou se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada. (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.3). Se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada (ABNT NBR 6118:2014, 22.5.4.1.3).

Espaçamento : *750.0* mm

3 vezes o diâmetro da estaca : *900.0* mm

Diâmetro da estaca : *300.0* mm

4.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Viga - Armadura inferior	10.0	75.6	✓
Viga - Armadura superior	10.0	75.6	✓
Viga - Estribos horizontais	12.5	76.4	✓
Viga - Estribos verticais	**12.5**	**42.0**	✓

5.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

12.5 mm ≥ 5.0 mm ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 98 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Viga - Estribos horizontais	**12.5**	✓
Viga - Estribos verticais	12.5	✓

6.- ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO

Para controlar a fissuração, deve ser prevista armadura positiva adicional, independente da armadura principal de flexão, em malha uniformemente distribuída em duas direções para 20% dos esforços totais (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.2).

307.17 kN ≥ 162.09 kN ✓

Armadura adicional : *706.5* mm²
Esforços totais : *810.47* kN
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. f_{yd} : *434.78* Mpa

7.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 12.5 mm** ✓

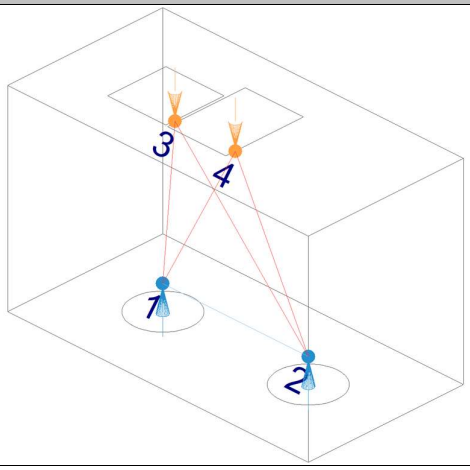
A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 99 / 316

8.- COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NECESSÁRIO

Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"



Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 515.48	P1 = 266.63
R2 = 291.70	P2 = 540.56

As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades.
Deve ser garantida a ancoragem das armaduras de cada uma dessas faixas, sobre as estacas, medida a partir da face das estacas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).
O comprimento de ancoragem necessário pode ser calculado por (ABNT NBR 6118:2014, 9.4.2.5):

$$l_{b,disp} \geq l_{b,nec}$$ **497.5 mm ≥ 178.9 mm** ✓

Onde:

$$l_{b,nec} = \alpha \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,min}$$ **$l_{b,nec}$** : *178.9* mm

α = 1 para barras sem gancho.
α = 0.7 para barras tracionadas com gancho, com cobrimento no plano normal ao do gancho ≥ 3Ø

α : *1.0*

l_b é calculado conforme 9.4.2.4:

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \geq 25 \cdot \phi$$ **l_b** : *333.4* mm

Ø: Diâmetro da barra ancorada. **Ø** : *10.0* mm
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
f_{bd}: Resistência de aderência de cálculo entre armadura e concreto na ancoragem de armaduras passivas (ABNT NBR 6118:2014, 9.3.2.1): **f_{bd}** : *3.26* MPa

$$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ctd}$$

η_1 = 1.0 para barras lisas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 1.4 para barras entalhadas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 2.25 para barras nervuradas (ver Tabela 8.3).

η_1 : *2.25*

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 100 / 316

η_2 = 1.0 para situações de boa aderência (ver 9.3.1).
η_2 = 0.7 para situações de má aderência (ver 9.3.1).

η_2 : *1.0*

η_3 = 1.0 para Ø < 32 mm.
η_3 = (132 - Ø)/100 , para Ø ≥ 32 mm.

η_3 : *1.0*

f_{ctd}: Resistência à tração do concreto. **f_{ctd}** : *1.45* MPa

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$f_{ctk,inf} = 0.7 \cdot f_{ct,m}$$ **$f_{ctk,inf}$** : *2.03*

$f_{ct,m}$: Resistencia média a tração do concreto. **$f_{ct,m}$** : *2.90* MPa

- para concretos de classes até C50:

$$f_{ct,m} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

- para concreto de classes de C55 até C90:

$$f_{ct,m} = 2.12 \cdot \ln(1 + 0.11 \cdot f_{ck})$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

$A_{s,calc}$: *379.0* mm²

$A_{s,ef}$: *706.5* mm²

$l_{b,min}$: Maior valor entre 0,3 l_b, 10Ø e 100 mm. **$l_{b,min}$** : *100.0* MPa

Tirante	Ø (mm)	l_b (mm)	$l_{b,disp}$ (mm)	$l_{b,nec}$ (mm)	Passa
1 - 2	**10.0**	**333.4**	**497.5**	**178.9**	✓

9.- ÂNGULO DE INCLINAÇÃO

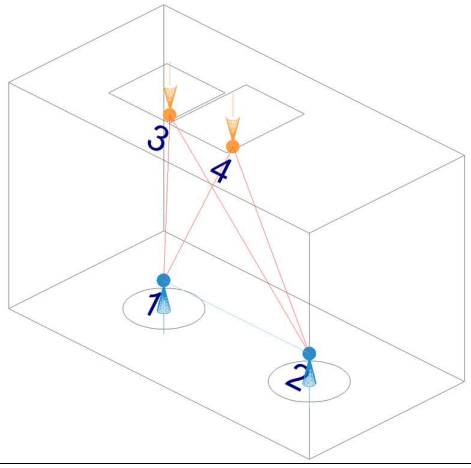
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "PP+CP+1.4·V(-X)"

Elemento: 3 - 2

Nó inicial	Nó final
3	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 307.70	P1 = 152.48
R2 = 152.59	P2 = 307.81

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 101 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



As bielas inclinadas devem ter ângulo de inclinação cuja tangente esteja entre 0.57 e 2 em relação ao eixo da armadura longitudinal do elemento estrutural (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.1).

$0.57 \leq tg\theta$ **0.57 ≤ 0.99** ✓

Onde:

θ: Ãngulo de inclinação. **θ** : *44.58* °

Biela	θ (°)	tgθ	Passa
3 - 1	87.42	> 2	✓
3 - 2	**44.58**	**0.99**	✓
4 - 1	63.29	1.99	✓
4 - 2	60.89	1.80	✓

10.- TIRANTES

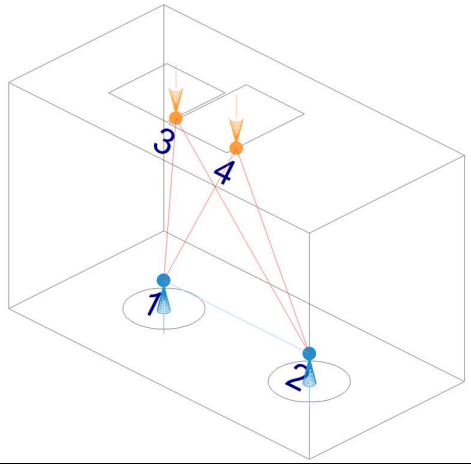
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"

Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 515.48	P1 = 266.63
R2 = 291.70	P2 = 540.56

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 102 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).
A armadura de flexão deve ser disposta essencialmente (mais de 85%) nas faixas definidas pelas estacas, em proporções de equilíbrio das respectivas bielas. As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

$A_s \cdot f_{yd} \geq R_{Sd}$ **307.17 kN ≥ 164.78 kN** ✓

Onde:

A_s: Área da seção transversal da armadura longitudinal de tração. **A_s** : *706.5* mm²
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
R_{sd}: Força de tração de cálculo na armadura. **R_{sd}** : *164.78* kN

Tirante	A_s (mm²)	f_{yd} (MPa)	R_{sd} (kN)	η	Passa
1 - 2	**706.5**	**434.78**	**164.78**	**0.536**	✓

11.- BIELAS DE COMPRESSÃO

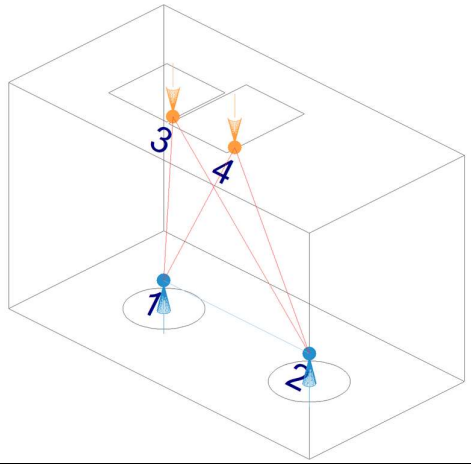
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 4 - 1

Nó inicial	Nó final
4	1
Reações (kN)	**Solicitações (kN)**
R1 = 525.31	P1 = 263.27
R2 = 281.15	P2 = 543.20

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 103 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

$$A_c \cdot f_{cd3} \geq R_{cd}$$ **848.70 kN ≥ 313.64 kN** ✓

Onde:

R_{cd}: Carga transmitida do pilar para as estacas essencialmente por bielas de compressão. **R_{cd}** : *313.64* kN

A_c: Área da seção transversal de concreto. **A_c** : *62496.4* mm²

f_{cd3}: Bielas atravessadas por tirante único, ou nós CCT (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.2). **f_{cd3}** : *13.58* MPa

$$f_{cd3} = 0.72 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd}$$

$$\alpha_{v2} = (1 - f_{ck}/250)$$ **α_{v2}** : *0.88*

f_{cd}: Resistência de cálculo à compressão do concreto. **f_{cd}** : *21.43* MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

Biela	A_c (mm²)	$A_c \cdot f_{cd3}$ (kN)	R_{cd} (kN)	η	Passa
3 - 1	70169.7	952.90	247.15	0.259	✓
3 - 2	49909.2	677.77	23.49	0.035	✓
4 - 1	**62496.4**	**848.70**	**313.64**	**0.370**	✓
4 - 2	61782.3	839.00	301.06	0.359	✓

12.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 104 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(+X)	900.00	738,78	✓

13.- ARMADURA LATERAL E SUPERIOR

Em blocos com duas ou mais estacas em uma única linha, é obrigatória a colocação de armaduras laterais e superior (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.5). ✓

c) Bloco de 3 Estacas

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

120.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *120.0* cm

2.- CONCEITUAÇÃO

Blocos são estruturas de volume usadas para transmitir às estacas e aos tubulões as cargas de fundação, podendo ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.1).

22.6.1 - Quando se verifica a expressão a seguir, nas duas direções, a sapata é considerada rígida. Caso contrário, a sapata é considerada flexível:

$h \geq (a - a_p)/3$

1200.0 mm ≥ 604.2 mm ✓

Onde:

h: Altura da sapata. **h** : *1200.0* mm

a: Dimensão da sapata em uma determinada direção. **a** : *2112.5* mm

a_p: Dimensão do pilar na mesma direção. **a_p** : *300.0* mm

3.- ARMADURA DE SUSPENSÃO

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 105 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Se for prevista armadura de distribuição para mais de 25 % dos esforços totais ou se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada. (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.3). Se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada (ABNT NBR 6118:2014, 22.5.4.1.3).

Espaçamento : *750.0* mm
3 vezes o diâmetro da estaca : *900.0* mm
Diâmetro da estaca : *300.0* mm

4.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Viga lateral - Armadura inferior	**10.0**	**120.0**	✓
Malha inferior - Barras paralelas X	20.0	120.0	✓
Malha inferior - Barras paralelas Y	20.0	120.0	✓

5.- ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO

Para controlar a fissuração, deve ser prevista armadura positiva adicional, independente da armadura principal de flexão, em malha uniformemente distribuída em duas direções para 20% dos esforços totais (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.2).

1775.90 kN ≥ 139.26 kN ✓

Armadura adicional : *4084.6* mm²
Esforços totais : *696.32* kN
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. f_{yd} : *434.78* Mpa

Seção	Armadura adicional (mm²)	Esforços totais (kN)	f_{yd} (Mpa)	Passa
Corte Y-Y	**4084.6**	**696.32**	**434.78**	✓
Corte X-X	4713.0	696.32	434.78	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 106 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

6.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II

Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi$ barra

40.0 mm ≥ 20.0 mm ✓

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$

19.0 mm ≤ 48.0 mm ✓

7.- COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NECESSÁRIO

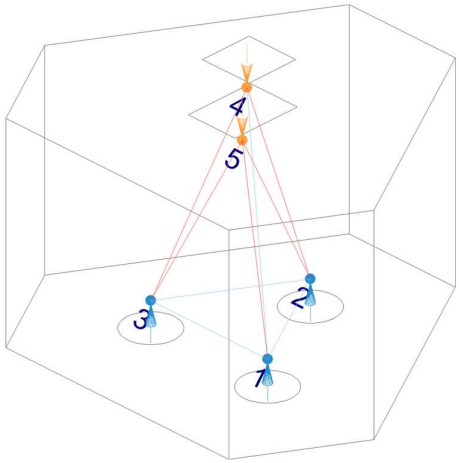
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 2 - 3

Nó inicial	Nó final
2	3
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 120.81	P1 = 138.11
R2 = 308.98	P2 = 548.90
R3 = 257.22	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 107 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades.
Deve ser garantida a ancoragem das armaduras de cada uma dessas faixas, sobre as estacas, medida a partir da face das estacas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).
O comprimento de ancoragem necessário pode ser calculado por (ABNT NBR 6118:2014, 9.4.2.5):

$$l_{b,disp} \geq l_{b,nec}$$ **669.6 mm ≥ 255.9 mm** ✓

Onde:

$$l_{b,nec} = \alpha \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,min}$$ **$l_{b,nec}$** : *255.9* mm

α = 1 para barras sem gancho.
α = 0.7 para barras tracionadas com gancho, con cobrimento no plano normal ao do gancho ≥ 3Ø

α : *1.0*

l_b é calculado conforme 9.4.2.4:

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \geq 25 \cdot \phi$$ **l_b** : *333.4* mm

Ø: Diâmetro da barra ancorada. **Ø** : *10.0* mm
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
f_{bd}: Resistência de aderência de cálculo entre armadura e concreto na ancoragem de armaduras passivas (ABNT NBR 6118:2014, 9.3.2.1): **f_{bd}** : *3.26* MPa

$$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ctd}$$

η_1 = 1.0 para barras lisas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 1.4 para barras entalhadas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 2.25 para barras nervuradas (ver Tabela 8.3).

η_1 : *2.25*

η_2 = 1.0 para situações de boa aderência (ver 9.3.1).
η_2 = 0.7 para situações de má aderência (ver 9.3.1).

η_2 : *1.0*

η_3 = 1.0 para Ø < 32 mm.
η_3 = (132 - Ø)/100 , para Ø ≥ 32 mm.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 108 / 316

η_3 : *1.0*

f_{ctd}: Resistência à tração do concreto. **f_{ctd}** : *1.45* MPa

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$f_{ctk,inf} = 0.7 \cdot f_{ct,m}$$ **$f_{ctk,inf}$** : *2.03*

$f_{ct,m}$: Resistencia média a tração do concreto. **$f_{ct,m}$** : *2.90* MPa

- para concretos de classes até C50:

$$f_{ct,m} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

- para concreto de classes de C55 até C90:

$$f_{ct,m} = 2.12 \cdot \ln(1 + 0.11 \cdot f_{ck})$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

$A_{s,calc}$: *241.0* mm²

$A_{s,ef}$: *314.0* mm²

$l_{b,min}$: Maior valor entre 0,3 l_b, 10Ø e 100 mm. **$l_{b,min}$** : *100.0* MPa

Tirante	Ø (mm)	l_b (mm)	$l_{b,disp}$ (mm)	$l_{b,nec}$ (mm)	Passa
1 - 2	10.0	333.4	669.6	100.0	✓
2 - 3	**10.0**	**333.4**	**669.6**	**255.9**	✓
3 - 1	10.0	333.4	669.6	100.0	✓

8.- ÂNGULO DE INCLINAÇÃO

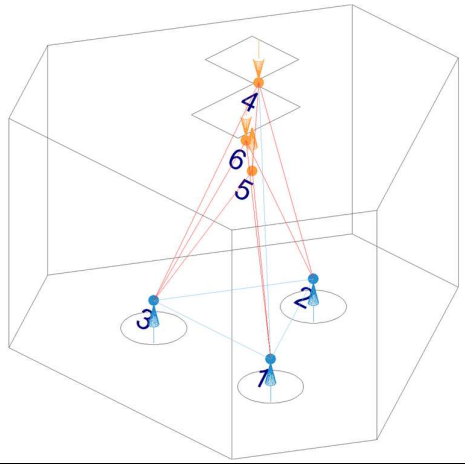
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "PP+CP+1.4·V(+Y)"

Elemento: 4 - 3

Nó inicial	Nó final
4	3
Reações (kN)	**Solicitações (kN)**
R1 = 70.18	P1 = 73.25
R2 = 179.19	P2 = 316.55
R3 = 139.80	T1 = -0.63

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 109 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



As bielas inclinadas devem ter ângulo de inclinação cuja tangente esteja entre 0.57 e 2 em relação ao eixo da armadura longitudinal do elemento estrutural (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.1).

$0.57 \leq tg\theta$ **0.57 ≤ 1.41** ✓

Onde:

θ: Ãngulo de inclinação. **θ** : *54.74* °

Biela	θ (°)	tgθ	Passa
4 - 2	69.52	> 2	✓
4 - 3	**54.74**	**1.41**	✓
6 - 1	63.84	> 2	✓
6 - 2	64.52	> 2	✓
6 - 3	64.32	> 2	✓

9.- TIRANTES

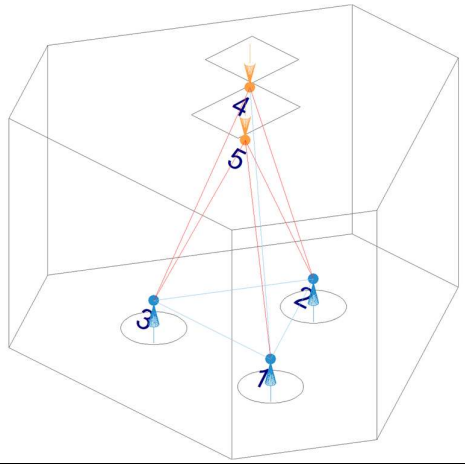
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 2 - 3

Nó inicial	Nó final
2	3
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 120.81	P1 = 138.11
R2 = 308.98	P2 = 548.90
R3 = 257.22	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 110 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).
A armadura de flexão deve ser disposta essencialmente (mais de 85%) nas faixas definidas pelas estacas, em proporções de equilíbrio das respectivas bielas. As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

$A_s \cdot f_{yd} \geq R_{Sd}$ **136.52 kN ≥ 104.80 kN** ✓

Onde:

A_s: Área da seção transversal da armadura longitudinal de tração. **A_s** : *314.0* mm²
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
R_{sd}: Força de tração de cálculo na armadura. **R_{sd}** : *104.80* kN

Tirante	A_s (mm²)	f_{yd} (MPa)	R_{sd} (kN)	η	Passa
1 - 2	314.0	434.78	9.99	0.073	✓
2 - 3	**314.0**	**434.78**	**104.80**	**0.768**	✓
3 - 1	314.0	434.78	27.42	0.201	✓

10.- BIELAS DE COMPRESSÃO

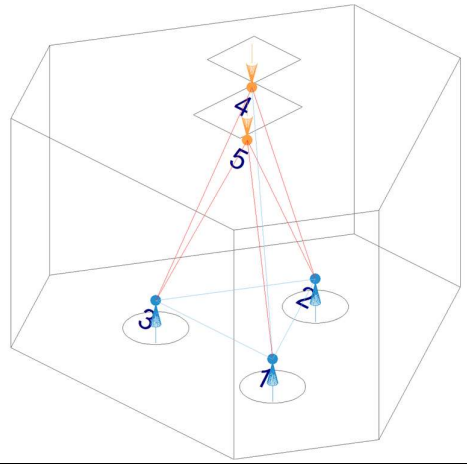
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 5 - 3

Nó inicial	Nó final
5	3
Reações (kN)	**Solicitações (kN)**
R1 = 120.81	P1 = 138.11
R2 = 308.98	P2 = 548.90
R3 = 257.22	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 111 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

$$A_c \cdot f_{cd2} \geq R_{cd}$$ **718.69 kN ≥ 208.10 kN** ✓

Onde:

R_{cd}: Carga transmitida do pilar para as estacas essencialmente por bielas de compressão. **R_{cd}** : *208.10* kN

A_c: Área da seção transversal de concreto. **A_c** : *63488.2* mm²

f_{cd2}: Bielas atravessadas por mais de um tirante, ou nós CTT ou TTT (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.2). **f_{cd2}** : *11.32* MPa

$$f_{cd2} = 0.60 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd}$$

$$\alpha_{v2} = (1 - f_{ck}/250)$$ **α_{v2}** : *0.88*

f_{cd}: Resistência de cálculo à compressão do concreto. **f_{cd}** : *21.43* MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

Biela	A_c (mm²)	$A_c \cdot f_{cd2}$ (kN)	R_{cd} (kN)	η	Passa
4 - 2	65715.2	743.90	130.83	0.176	✓
4 - 3	59160.2	669.69	82.45	0.123	✓
5 - 1	63045.9	713.68	194.44	0.272	✓
5 - 2	63451.1	718.27	206.97	0.288	✓
5 - 3	**63488.2**	**718.69**	**208.10**	**0.290**	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 112 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

11.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(-Y)	900.00	625,41	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 113 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

7. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR – BLOCO 3

7.1 Modelo Estrutural

O dimensionamento das peças estruturais foi feito seguindo as recomendações das normas da ABNT. Foram considerados os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS).

Para a análise estrutural e obtenção dos esforços solicitantes dos elementos estruturais de concreto armado foi utilizado o software CypeCAD no dimensionamento.

As figuras 11 e 12 apresentam os modelos conforme modelagem no CypeCAD.

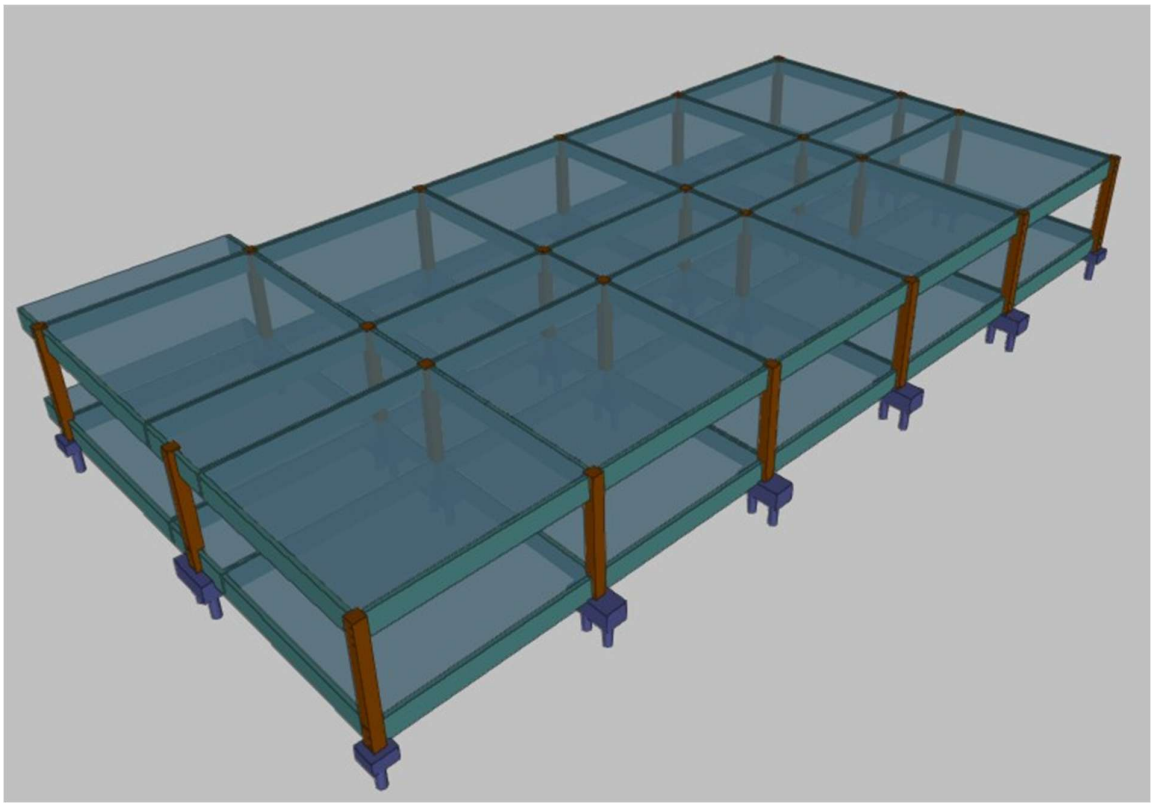


Figura 11 – Prédio Escolar Bloco 3 – Modelo estrutural 3D vista 1

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 114 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

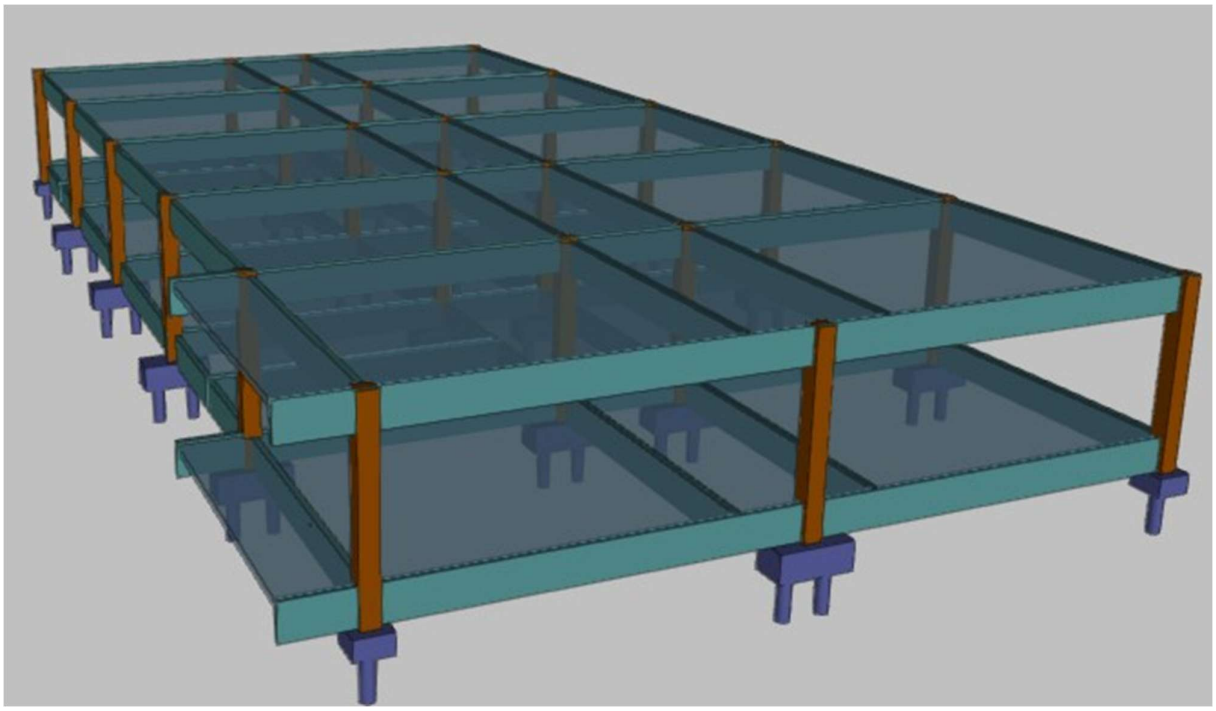


Figura 12 – Prédio Escolar Bloco 3 – Modelo estrutural 3D vista 2

7.1.1 Carregamentos

A será submetida ao peso próprio, cargas permanentes, sobrecargas e cargas de vento.

a) Cargas Permanentes

- Peso próprio calculado eletronicamente.
- Revestimento $1{,}00\ kN/m^2$.
- Alvenaria.
- Cobertura metálica.

b) Sobrecarga

Sobrecarga laje de piso 3,00 kN/m².

Sobrecarga laje de cobertura 1,00 kN/m²

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 115 / 316

7.1.2 Combinações

As combinações de ações de ações usadas no cálculo foram de acordo com NBR 8691:2004.

7.2 Resultados do Dimensionamento

7.2.1 Verificações E.L.U – Vigas e Pilares

a) Pilares

P1

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	27.7	40.3	40.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	137.9	-30.1	35.9	-26.0	20.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	27.7	38.3	38.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	153.3	27.8	-36.9	-26.0	20.7	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	95.3	24.7	95.3	AP, SCU, V(3)	Q	412.9	-40.5	9.1	-166.7	218.1	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	412.3	-42.6	12.6	-164.8	217.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.3	23.6	95.3	AP, SCU, V(3)	Q	412.9	-38.3	7.5	-166.7	218.1	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	412.5	-42.3	7.2	-166.8	216.0	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	45.1	23.6	45.1	AP, SCU, V(2)	Q	413.1	-40.1	3.7	-168.7	217.1	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	412.5	-42.3	7.2	-166.8	216.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P2

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	28.6	35.7	35.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	206.0	-44.1	-21.5	15.9	30.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	28.6	32.9	32.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	221.3	41.2	23.1	15.9	30.5	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	79.3	29.8	79.3	AP, SCU, V(3)	Q	574.4	-47.0	-8.0	159.0	322.0	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	574.0	-51.0	-8.3	158.9	319.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	79.3	28.5	79.3	AP, SCU, V(3)	Q	574.4	-43.8	-6.4	159.0	322.0	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	574.0	-47.8	-6.7	158.9	319.9	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	59.1	28.5	59.1	AP, SCU, V(3)	Q	574.4	-43.8	-6.4	159.0	322.0	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	574.0	-47.8	-6.7	158.9	319.9	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 116 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P3

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	28.4	35.4	35.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	206.3	-44.1	21.0	-15.4	30.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	28.4	32.2	32.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	221.7	41.0	-22.1	-15.4	30.4	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	96.7	29.1	96.7	AP, SCU, V(3)	Q	561.9	-45.5	9.4	-172.0	284.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	561.4	-49.4	9.2	-172.1	282.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	96.7	27.8	96.7	AP, SCU, V(3)	Q	561.9	-42.7	7.7	-172.0	284.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	561.5	-46.6	7.4	-172.1	282.4	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	54.5	27.8	54.5	AP, SCU, V(2)	Q	561.2	-44.7	3.9	-173.9	283.4	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	561.5	-46.6	7.4	-172.1	282.4	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P4

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	27.3	39.8	39.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	136.8	-28.9	-36.1	26.4	19.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	27.3	37.7	37.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	152.2	25.6	37.7	26.4	19.5	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.3	24.0	97.3	AP, SCU, V(2)	Q	385.9	-41.2	-5.7	183.9	147.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	385.1	-41.5	-13.0	180.0	147.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.3	23.0	97.3	AP, SCU, V(2)	Q	386.0	-39.7	-3.9	183.9	147.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	385.2	-40.0	-11.2	180.0	147.4	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	38.7	23.0	38.7	AP, SCU, V(2)	Q	386.0	-39.7	-3.9	183.9	147.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	385.2	-40.0	-11.2	180.0	147.4	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P5

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	41.8	47.2	47.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	306.6	10.3	69.4	-50.1	-8.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	41.8	48.0	48.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	322.0	-12.5	-70.8	-50.1	-8.1	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	92.2	30.7	92.2	AP, SCU, V(2)	Q	802.8	-25.3	15.3	-379.4	-106.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	802.0	-25.6	22.8	-375.4	-106.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.2	30.2	92.2	AP, SCU, V(2)	Q	802.9	-26.3	11.5	-379.4	-106.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	802.1	-26.7	19.1	-375.4	-106.7	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	64.6	30.2	64.6	AP, SCU, V(2)	Q	802.9	-26.3	11.5	-379.4	-106.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	802.1	-26.7	19.1	-375.4	-106.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 117 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P6

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	24.7	26.2	26.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	450.1	13.8	-40.1	29.1	-10.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	24.7	27.7	27.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	465.5	-16.5	41.5	29.1	-10.8	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	95.7	39.5	95.7	AP, SCU, V(2)	Q	1096.5	-29.6	-16.1	363.2	-90.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1097.4	-29.6	-23.6	359.3	-90.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.7	39.0	95.7	AP, SCU, V(2)	Q	1096.5	-29.6	-12.5	363.2	-90.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1097.5	-29.6	-20.0	359.3	-90.6	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	61.4	39.0	61.4	AP, SCU, V(2)	Q	1096.5	-29.6	-12.5	363.2	-90.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1097.5	-29.6	-20.0	359.3	-90.6	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P7

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	25.0	26.4	26.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	450.7	14.0	40.6	-29.5	-11.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	25.1	28.0	28.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	466.1	-16.9	-42.1	-29.5	-11.0	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	91.9	39.1	91.9	AP, SCU, V(2)	Q	1083.2	-29.5	15.8	-388.3	-58.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1084.1	-29.4	23.3	-384.4	-58.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	91.9	38.6	91.9	AP, SCU, V(2)	Q	1083.2	-30.0	11.9	-388.3	-58.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1084.2	-30.0	19.5	-384.4	-58.8	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	64.4	38.6	64.4	AP, SCU, V(2)	Q	1083.2	-30.0	11.9	-388.3	-58.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1084.2	-30.0	19.5	-384.4	-58.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P8

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	42.1	48.1	48.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	304.1	10.9	-69.9	50.3	-8.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	42.2	48.8	48.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	319.5	-14.1	71.1	50.3	-8.9	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	96.2	31.8	96.2	AP, SCU, V(2)	Q	778.1	-30.9	-18.5	407.9	-48.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	777.3	-31.2	-26.0	404.0	-48.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	96.2	31.2	96.2	AP, SCU, V(2)	Q	778.2	-31.3	-14.4	407.9	-48.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	777.4	-31.7	-21.9	404.0	-48.3	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	67.3	31.2	67.3	AP, SCU, V(2)	Q	778.2	-31.3	-14.4	407.9	-48.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	777.4	-31.7	-21.9	404.0	-48.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 118 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P9

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	40.2	47.4	47.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	277.0	-1.1	66.7	-48.3	0.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	40.2	46.4	46.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	292.4	-1.2	-68.6	-48.3	0.0	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	93.2	29.9	93.2	AP, SCU, V(2)	Q	742.5	-29.0	15.0	-396.3	-36.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	741.6	-29.3	22.8	-392.2	-36.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	93.2	29.3	93.2	AP, SCU, V(2)	Q	742.5	-29.3	11.1	-396.3	-36.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	741.7	-29.7	18.9	-392.2	-36.2	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	65.2	29.3	65.2	AP, SCU, V(2)	Q	742.5	-29.3	11.1	-396.3	-36.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	741.7	-29.7	18.9	-392.2	-36.2	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P10

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	23.0	22.6	23.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	405.6	-1.4	-38.1	27.6	0.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	23.0	23.8	23.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	420.9	-1.4	39.1	27.6	0.0	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	95.5	37.9	95.5	AP, SCU, V(2)	Q	1024.3	-30.1	-17.4	371.4	-37.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1025.3	-30.1	-25.2	367.4	-37.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.5	37.3	95.5	AP, SCU, V(2)	Q	1024.3	-30.5	-13.7	371.4	-37.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1025.3	-30.4	-21.6	367.4	-37.7	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	61.2	37.3	61.2	AP, SCU, V(2)	Q	1024.3	-30.5	-13.7	371.4	-37.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1025.3	-30.4	-21.6	367.4	-37.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P11

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	23.9	23.5	23.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	405.9	-1.3	39.2	-28.7	-0.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	23.9	24.1	24.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	421.3	-1.6	-41.2	-28.7	-0.1	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	96.8	37.3	96.8	AP, SCU, V(2)	Q	1020.4	-30.7	14.0	-376.7	-36.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1021.4	-30.6	21.8	-372.7	-36.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	96.8	36.9	96.8	AP, SCU, V(2)	Q	1020.5	-31.0	10.2	-376.7	-36.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1021.5	-31.0	18.1	-372.7	-36.0	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	62.0	36.9	62.0	AP, SCU, V(2)	Q	1020.5	-31.0	10.2	-376.7	-36.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1021.5	-31.0	18.1	-372.7	-36.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 119 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P12

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	39.9	47.0	47.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	274.3	-0.3	-66.7	47.9	-0.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	39.9	46.5	46.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	289.7	-3.0	67.6	47.9	-0.9	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	95.0	30.9	95.0	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	734.5	-31.8	-26.4	389.7	-36.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.6	30.3	92.6	AP, SCU, V(2)	Q	735.4	-31.9	-14.7	393.8	-35.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	734.5	-32.2	-22.5	389.7	-36.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	64.8	30.3	64.8	AP, SCU, V(2)	Q	735.4	-31.9	-14.7	393.8	-35.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	734.5	-32.2	-22.5	389.7	-36.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P13

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	40.7	49.3	49.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	269.6	6.2	67.1	-48.8	-5.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	40.7	50.3	50.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	285.0	-8.4	-69.5	-48.8	-5.2	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.2	30.6	97.2	AP, SCU, V(2)	Q	755.0	-32.3	12.9	-378.5	28.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	754.1	-32.7	21.0	-374.3	27.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.2	30.0	97.2	AP, SCU, V(2)	Q	755.1	-32.1	9.1	-378.5	28.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	754.2	-32.4	17.2	-374.3	27.9	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	62.2	30.0	62.2	AP, SCU, V(2)	Q	755.1	-32.1	9.1	-378.5	28.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	754.2	-32.4	17.2	-374.3	27.9	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P14

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	22.9	23.0	23.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	402.0	6.3	-38.0	27.4	-5.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	22.9	24.0	24.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	417.4	-9.1	38.6	27.4	-5.5	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	98.2	39.0	98.2	AP, SCU, V(2)	Q	1038.7	-33.0	-17.6	357.9	16.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1039.7	-32.9	-25.7	353.7	16.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	98.2	38.3	98.2	AP, SCU, V(2)	Q	1038.7	-32.8	-14.1	357.9	16.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1039.8	-32.7	-22.2	353.7	16.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	58.7	38.3	58.7	AP, SCU, V(2)	Q	1038.7	-32.8	-14.1	357.9	16.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1039.8	-32.7	-22.2	353.7	16.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 120 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P15

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	24.4	23.7	24.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	400.0	6.8	39.6	-29.2	-5.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	24.4	25.4	25.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	415.4	-9.7	-42.1	-29.2	-5.9	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	96.1	37.1	96.1	AP, SCU, V(2)	Q	1016.2	-31.1	12.7	-374.7	-26.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1017.2	-31.1	20.8	-370.6	-26.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	96.1	36.7	96.1	AP, SCU, V(2)	Q	1016.2	-31.4	8.9	-374.7	-26.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1017.3	-31.3	17.1	-370.6	-26.8	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	61.6	36.7	61.6	AP, SCU, V(2)	Q	1016.2	-31.4	8.9	-374.7	-26.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1017.3	-31.3	17.1	-370.6	-26.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P16

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	39.8	48.8	48.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	268.0	6.4	-66.5	47.7	-5.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	39.8	47.7	47.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	283.4	-9.7	67.0	47.7	-5.7	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	96.7	31.1	96.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	727.6	-32.0	-27.5	388.0	-32.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.2	30.3	92.2	AP, SCU, V(2)	Q	728.5	-32.0	-15.5	392.2	-32.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	727.7	-32.3	-23.6	388.0	-32.7	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	64.5	30.3	64.5	AP, SCU, V(2)	Q	728.5	-32.0	-15.5	392.2	-32.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	727.7	-32.3	-23.6	388.0	-32.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P17

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	45.4	45.7	45.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	428.4	-17.8	74.3	-54.1	11.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	45.3	46.0	46.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	443.8	15.5	-77.1	-54.1	11.9	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	96.7	35.4	96.7	AP, SCU, V(2)	Q	970.4	-30.2	10.3	-352.7	-13.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	969.5	-30.5	18.7	-348.3	-13.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	96.7	35.0	96.7	AP, SCU, V(2)	Q	970.5	-30.3	6.8	-352.7	-13.2	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	969.9	-32.5	11.1	-350.4	-14.3	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	57.8	35.0	57.8	AP, SCU, V(2)	Q	970.5	-30.3	6.8	-352.7	-13.2	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	969.9	-32.5	11.1	-350.4	-14.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 121 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P18

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	27.1	29.6	29.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	520.8	-15.2	-45.0	32.2	9.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	27.1	29.4	29.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	536.2	12.3	45.2	32.2	9.8	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.5	43.0	97.5	AP, SCU, V(2)	Q	1182.2	-33.2	-18.4	355.2	20.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1183.3	-33.1	-26.8	351.0	20.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.5	42.5	97.5	AP, SCU, V(2)	Q	1182.3	-33.0	-14.9	355.2	20.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1183.3	-32.9	-23.2	351.0	20.0	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	58.3	42.5	58.3	AP, SCU, V(2)	Q	1182.3	-33.0	-14.9	355.2	20.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1183.3	-32.9	-23.2	351.0	20.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P19

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	30.2	31.9	31.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	545.9	-17.0	48.8	-35.9	11.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	30.2	32.6	32.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	561.3	14.0	-51.7	-35.9	11.1	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	92.3	43.3	92.3	AP, SCU, V(2)	Q	1198.8	-36.6	12.1	-386.7	77.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1199.9	-36.6	20.5	-382.5	77.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.3	42.8	92.3	AP, SCU, V(2)	Q	1198.9	-35.9	8.3	-386.7	77.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1199.5	-37.8	12.5	-384.6	76.5	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	64.7	42.8	64.7	AP, SCU, V(2)	Q	1198.9	-35.9	8.3	-386.7	77.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1199.5	-37.8	12.5	-384.6	76.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P20

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	49.7	55.8	55.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	386.1	-14.4	-83.3	59.5	9.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	49.7	53.8	53.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	401.5	11.1	83.4	59.5	9.1	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	94.5	33.4	94.5	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	829.0	-29.8	-28.8	388.9	-75.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	93.8	32.8	93.8	AP, SCU, V(2)	Q	830.0	-30.2	-16.5	393.3	-75.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	829.0	-30.5	-24.9	388.9	-75.2	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	65.6	32.8	65.6	AP, SCU, V(2)	Q	830.0	-30.2	-16.5	393.3	-75.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	829.0	-30.5	-24.9	388.9	-75.2	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 122 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P21

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	44.9	59.9	59.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	254.6	48.8	55.0	-40.5	-35.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	44.9	62.9	62.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	270.0	-51.0	-58.3	-40.5	-35.7	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	94.4	19.7	94.4	AP, SCU, V(2)	Q	553.6	-15.5	0.3	-184.9	-290.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	553.5	-17.7	4.7	-182.5	-291.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	98.7	20.3	98.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	553.6	-20.6	2.9	-182.5	-291.8	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	56.5	20.3	56.5	AP, SCU, V(2)	Q	553.7	-18.5	-1.5	-184.9	-290.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	553.6	-20.6	2.9	-182.5	-291.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P22

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	5.1	17.1	17.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	453.9	13.9	5.8	-5.4	-10.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.4	18.7	18.7	AP, SCU, V(3)	Q	469.4	-17.5	-6.2	-3.8	-11.2	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	469.3	-16.7	-9.2	-5.4	-10.9	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	31.5	32.1	32.1	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	827.4	-30.8	-4.2	-12.2	-66.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	32.1	32.3	32.3	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	827.4	-31.5	-4.4	-12.2	-66.9	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	9.7	32.3	32.3	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	827.4	-31.5	-4.4	-12.2	-66.9	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P23

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	47.4	69.4	69.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	219.6	45.2	-64.8	46.2	-33.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	47.4	69.7	69.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	235.0	-48.3	64.5	46.2	-33.4	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	98.8	21.0	98.8	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	435.6	-25.5	-19.4	188.9	-156.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.3	21.0	97.3	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	435.7	-27.1	-17.5	188.9	-156.3	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	40.8	21.0	40.8	AP, SCU, V(2)	Q	436.3	-26.7	-8.9	193.5	-156.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	435.7	-27.1	-17.5	188.9	-156.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 123 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

b) Vigas

Terreo

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P1 - P2	Passa	Passa	'0.374 m' η = 66.5	'6.411 m' η = 93.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 93.7**
c: P3 - P4	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 75.3	'0.131 m' η = 87.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 87.6**
b: P17 - P13	Passa	Passa	'0.550 m' η = 70.6	'0.300 m' η = 87.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 87.8**
c: P13 - P9	Passa	'0.000 m' Passa	'0.550 m' η = 50.3	'2.925 m' η = 92.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.1**
d: P9 - P5	Passa	'0.000 m' Passa	'6.550 m' η = 50.3	'2.925 m' η = 91.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 91.6**
e: P5 - P1	Passa	Passa	'6.726 m' η = 91.3	'6.425 m' η = 93.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 93.6**
a: P23 - P20	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 53.6	'P23' η = 92.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.9**
b: P20 - P16	Passa	'0.000 m' Passa	'6.550 m' η = 48.7	'2.925 m' η = 88.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 88.7**
c: P16 - P12	Passa	'0.000 m' Passa	'0.550 m' η = 49.6	'2.925 m' η = 90.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 90.4**
d: P12 - P8	Passa	'0.000 m' Passa	'0.550 m' η = 49.1	'2.925 m' η = 89.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 89.0**
e: P8 - P4	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 73.0	'7.100 m' η = 86.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 86.3**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	-	
a: V5 - V6	Passa	'0.000 m' Passa	'0.036 m' η = 47.8	'2.786 m' η = 94.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 94.5**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_{xSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_{ySt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.
(4) Não há interação entre o esforço axial e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 124 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Erros:
(1) A quantidade mecânica da armadura transversal é inferior à exigida pela norma.
(2) Não atende: 'Disposições relativas às armaduras' (Armadura longitudinal)

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.411 m Passa	x: 0 m Passa	x: 6.786 m Passa	**PASSA**
b: P2 - P3	x: 2.661 m Passa	x: 1.411 m Passa	x: 1.411 m Passa	x: 1.411 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P3 - P4	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.636 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.636 m Passa	**PASSA**
a: V1 - V2	x: 7.35 m Passa	x: 3.411 m Passa	x: 3.411 m Passa	x: 3.411 m Passa	x: 1.161 m Passa	**PASSA**
a: P5 - P6	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.411 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P6 - P7	x: 0.161 m Passa	x: 1.411 m Passa	x: 1.411 m Passa	x: 1.411 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P7 - P8	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.636 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0.636 m Passa	**PASSA**
a: P9 - P10	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.411 m Passa	x: 0 m Passa	x: 6.536 m Passa	**PASSA**
b: P10 - P11	x: 2.661 m Passa	x: 1.411 m Passa	x: 1.411 m Passa	x: 1.411 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P11 - P12	x: 7.1 m Passa	x: 3.511 m Passa	x: 3.511 m Passa	x: 3.511 m Passa	x: 0.636 m Passa	**PASSA**
a: P13 - P14	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.411 m Passa	x: 0 m Passa	x: 1.911 m Passa	**PASSA**
b: P14 - P15	x: 0.161 m Passa	x: 1.411 m Passa	x: 1.411 m Passa	x: 1.411 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P15 - P16	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.636 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0.636 m Passa	**PASSA**
a: V5 - V6	x: 7.35 m Passa	x: 3.411 m Passa	x: 3.411 m Passa	x: 3.411 m Passa	x: 1.286 m Passa	**PASSA**
b: P17 - P18	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.536 m Passa	x: 0 m Passa	x: 1.911 m Passa	**PASSA**
c: P18 - P19	x: 0.161 m Passa	x: 1.411 m Passa	x: 1.411 m Passa	x: 1.411 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
d: P19 - P20	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.511 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0.636 m Passa	**PASSA**
b: P21 - P22	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 4.411 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.036 m Passa	**PASSA**
c: P22 - P23	x: 8.675 m Passa	x: 0 m Passa	x: 4.336 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.711 m Passa	**PASSA**
a: P21 - P17	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
b: P17 - P13	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 6.675 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 125 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
c: P13 - P9	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
d: P9 - P5	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
e: P5 - P1	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0.175 m Passa	**PASSA**
a: V3 - P18	x: 7.225 m Passa	x: 2.925 m Passa	x: 2.925 m Passa	x: 2.925 m Passa	x: 1.05 m Passa	**PASSA**
b: P18 - P14	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.05 m Passa	**PASSA**
c: P14 - P10	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
d: P10 - P6	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
e: P6 - P2	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.05 m Passa	**PASSA**
a: V4 - P19	x: 7.225 m Passa	x: 2.925 m Passa	x: 2.925 m Passa	x: 2.925 m Passa	x: 1.05 m Passa	**PASSA**
b: P19 - P15	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
c: P15 - P11	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
d: P11 - P7	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
e: P7 - P3	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
a: P23 - P20	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P20 - P16	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.175 m Passa	**PASSA**
c: P16 - P12	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
d: P12 - P8	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.175 m Passa	**PASSA**
e: P8 - P4	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.8 m Passa	**PASSA**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)						Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	-	
a: V8 - P17	x: 1.239 m Passa	x: 1.239 m Passa	N.A.(2)	x: 1.239 m Passa	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA**
a: V7 - P21	N.A.(2)	x: 1.428 m Passa	x: 1.428 m Passa	x: 1.428 m Passa	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 126 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.
(2) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Verificações de flecha

Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.40 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.20 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.80 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.01 mm $f_{T,lim}$: 9.77 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 5.00 mm	**PASSA**
c: P3 - P4	$f_{i,Q}$: 0.78 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.78 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.39 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P5 - P6	$f_{i,Q}$: 1.92 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.63 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.93 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P6 - P7	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 10.52 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 4.79 mm	**PASSA**
c: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 2.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.32 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.59 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P9 - P10	$f_{i,Q}$: 2.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.84 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.13 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 10.59 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 4.89 mm	**PASSA**
c: P11 - P12	$f_{i,Q}$: 2.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.95 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.24 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P13 - P14	$f_{i,Q}$: 2.37 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.68 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.14 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 10.75 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 5.00 mm	**PASSA**
c: P15 - P16	$f_{i,Q}$: 2.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.94 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.23 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V8 - P17	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.08 mm	$f_{T,max}$: 0.01 mm $f_{T,lim}$: 11.42 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 2.86 mm	**PASSA**
b: P17 - P18	$f_{i,Q}$: 2.38 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.69 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.15 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P18 - P19	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 10.47 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 4.75 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 127 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
d: P19 - P20	$f_{i,Q}$: 2.19 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.41 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.68 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V7 - P21	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.08 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 5.71 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 2.86 mm	**PASSA**
b: P21 - P22	$f_{i,Q}$: 1.90 mm $f_{i,Q,lim}$: 24.79 mm	$f_{T,max}$: 5.10 mm $f_{T,lim}$: 34.70 mm	$f_{A,max}$: 4.13 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P22 - P23	$f_{i,Q}$: 2.40 mm $f_{i,Q,lim}$: 24.79 mm	$f_{T,max}$: 5.96 mm $f_{T,lim}$: 34.70 mm	$f_{A,max}$: 4.98 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P21 - P17	$f_{i,Q}$: 1.87 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.25 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.71 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P17 - P13	$f_{i,Q}$: 1.30 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.93 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.60 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P13 - P9	$f_{i,Q}$: 0.29 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.80 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.42 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P9 - P5	$f_{i,Q}$: 0.28 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.77 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.38 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P5 - P1	$f_{i,Q}$: 1.66 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.41 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.07 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V3 - P18	$f_{i,Q}$: 3.76 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.64 mm	$f_{T,max}$: 9.19 mm $f_{T,lim}$: 28.90 mm	$f_{A,max}$: 8.49 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P18 - P14	$f_{i,Q}$: 1.83 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.99 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.54 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P14 - P10	$f_{i,Q}$: 1.91 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.72 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.31 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P10 - P6	$f_{i,Q}$: 1.88 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.66 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.25 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P6 - P2	$f_{i,Q}$: 2.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 8.06 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.57 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V4 - P19	$f_{i,Q}$: 3.90 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.64 mm	$f_{T,max}$: 9.72 mm $f_{T,lim}$: 28.90 mm	$f_{A,max}$: 8.98 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P19 - P15	$f_{i,Q}$: 1.86 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.68 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.27 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P15 - P11	$f_{i,Q}$: 1.90 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.78 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.37 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P11 - P7	$f_{i,Q}$: 1.86 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.66 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.25 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P7 - P3	$f_{i,Q}$: 2.19 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 5.83 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.35 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P23 - P20	$f_{i,Q}$: 0.37 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.55 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.08 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P20 - P16	$f_{i,Q}$: 0.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.73 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.36 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 128 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
c: P16 - P12	$f_{i,Q}$: 0.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.77 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.38 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P12 - P8	$f_{i,Q}$: 0.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.73 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.35 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P8 - P4	$f_{i,Q}$: 0.64 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.52 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.13 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

Cobertura

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P1 - P2	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 50.6	'2.536 m' η = 73.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 73.5
b: P2 - P3	Passa	Passa	'2.376 m' η = 8.3	'2.286 m' η = 58.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 58.0
c: P3 - P4	Passa	Passa	'0.374 m' η = 51.0	'1.386 m' η = 78.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 78.6
b: P6 - P7	Passa	Passa	'2.376 m' η = 17.1	'2.286 m' η = 81.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 81.0
b: P10 - P11	Passa	Passa	'2.376 m' η = 16.8	'2.286 m' η = 77.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 77.7
b: P14 - P15	Passa	Passa	'2.376 m' η = 16.4	'2.286 m' η = 77.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 77.7
a: P21 - P17	Passa	Passa	'6.726 m' η = 84.3	'6.550 m' η = 86.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 86.9
b: P17 - P13	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 49.0	'0.300 m' η = 85.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 85.1
c: P13 - P9	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 41.3	'6.675 m' η = 84.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 84.9
d: P9 - P5	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 42.7	'6.675 m' η = 87.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 87.6
e: P5 - P1	Passa	Passa	'0.374 m' η = 52.5	'0.300 m' η = 89.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 89.9
c: P14 - P10	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 71.4	'6.675 m' η = 92.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 92.4
d: P10 - P6	Passa	Passa	'6.726 m' η = 74.6	'0.300 m' η = 92.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 92.4
e: P6 - P2	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 89.0	'0.300 m' η = 89.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 89.6
c: P15 - P11	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 73.0	'6.675 m' η = 92.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 92.2
d: P11 - P7	Passa	Passa	'6.726 m' η = 76.3	'0.300 m' η = 92.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 92.2
e: P7 - P3	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 91.5	'0.300 m' η = 89.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 91.5
a: P23 - P20	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 75.0	'2.425 m' η = 92.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 92.3
b: P20 - P16	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 47.6	'0.300 m' η = 78.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 78.5
c: P16 - P12	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 41.2	'6.675 m' η = 83.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 83.6
d: P12 - P8	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 42.6	'6.675 m' η = 86.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 86.6

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 129 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{YSt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
e: P8 - P4	Passa	Passa	'0.374 m' η = 53.2	'0.300 m' η = 89.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 89.3**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_{XSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_{YSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Erros:
(1) Não atende: 'Disposições relativas às armaduras' (Armadura longitudinal)

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 7.1 m Passa	x: 3.161 m Passa	x: 3.161 m Passa	x: 3.161 m Passa	x: 1.786 m Passa	**PASSA**
b: P2 - P3	x: 2.536 m Passa	x: 2.536 m Passa	N.A.(1)	x: 2.536 m Passa	x: 0.286 m Passa	**PASSA**
c: P3 - P4	x: 0 m Passa	x: 3.886 m Passa	x: 3.886 m Passa	x: 3.886 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
a: P5 - P6	x: 7.1 m Passa	x: 3.161 m Passa	x: 3.161 m Passa	x: 3.161 m Passa	x: 6.661 m Passa	**PASSA**
b: P6 - P7	x: 2.411 m Passa	x: 2.411 m Passa	N.A.(1)	x: 2.411 m Passa	x: 0.374 m Passa	**PASSA**
c: P7 - P8	x: 0 m Passa	x: 3.886 m Passa	x: 3.886 m Passa	x: 3.886 m Passa	x: 0.386 m Passa	**PASSA**
a: P9 - P10	x: 7.1 m Passa	x: 3.161 m Passa	x: 3.161 m Passa	x: 3.161 m Passa	x: 6.726 m Passa	**PASSA**
b: P10 - P11	x: 0.286 m Passa	x: 0.286 m Passa	N.A.(1)	x: 0.286 m Passa	x: 0.286 m Passa	**PASSA**
c: P11 - P12	x: 0 m Passa	x: 4.011 m Passa	x: 4.011 m Passa	x: 4.011 m Passa	x: 0.386 m Passa	**PASSA**
a: P13 - P14	x: 7.1 m Passa	x: 3.161 m Passa	x: 3.161 m Passa	x: 3.161 m Passa	x: 6.726 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 130 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
b: P14 - P15	x: 0.286 m Passa	x: 0.286 m Passa	N.A.(1)	x: 0.286 m Passa	x: 0.286 m Passa	**PASSA**
c: P15 - P16	x: 0 m Passa	x: 4.011 m Passa	x: 4.011 m Passa	x: 4.011 m Passa	x: 0.386 m Passa	**PASSA**
a: V7 - P21	x: 1.428 m Passa	x: 1.428 m Passa	N.A.(2)	x: 1.428 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
b: P21 - P22	x: 8.675 m Passa	x: 3.911 m Passa	x: 3.911 m Passa	x: 3.911 m Passa	x: 1.536 m Passa	**PASSA**
c: P22 - P23	x: 0 m Passa	x: 4.961 m Passa	x: 4.961 m Passa	x: 4.961 m Passa	x: 2.461 m Passa	**PASSA**
a: P21 - P17	x: 7.1 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 6.675 m Passa	**PASSA**
b: P17 - P13	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**
c: P13 - P9	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	**PASSA**
d: P9 - P5	x: 0 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
e: P5 - P1	x: 0 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**
a: V3 - P18	x: 7.225 m Passa	x: 2.925 m Passa	x: 2.925 m Passa	x: 2.925 m Passa	x: 1.05 m Passa	**PASSA**
b: P18 - P14	x: 7.1 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
c: P14 - P10	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.425 m Passa	**PASSA**
d: P10 - P6	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.675 m Passa	**PASSA**
e: P6 - P2	x: 0 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**
a: V4 - P19	x: 7.225 m Passa	x: 2.925 m Passa	x: 2.925 m Passa	x: 2.925 m Passa	x: 0.925 m Passa	**PASSA**
b: P19 - P15	x: 0 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.175 m Passa	**PASSA**
c: P15 - P11	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.425 m Passa	**PASSA**
d: P11 - P7	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.675 m Passa	**PASSA**
e: P7 - P3	x: 0 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**
a: P23 - P20	x: 7.1 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 1.425 m Passa	**PASSA**
b: P20 - P16	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 131 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
c: P16 - P12	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	N.A.(3)	**PASSA**
d: P12 - P8	x: 0 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 6.925 m Passa	**PASSA**
e: P8 - P4	x: 0 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.
(2) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.
(3) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.85 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 5.34 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.16 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.04 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.52 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.32 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P3 - P4	$f_{i,Q}$: 0.85 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 5.40 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.21 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P5 - P6	$f_{i,Q}$: 1.37 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 13.59 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 9.39 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P6 - P7	$f_{i,Q}$: 0.32 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 2.27 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 1.76 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 1.50 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 14.02 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 9.72 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P9 - P10	$f_{i,Q}$: 1.33 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 12.78 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 8.91 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.31 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 2.08 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 1.63 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P11 - P12	$f_{i,Q}$: 1.35 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 13.06 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 9.08 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P13 - P14	$f_{i,Q}$: 1.33 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 12.81 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 8.96 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.31 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 2.09 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 1.64 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P15 - P16	$f_{i,Q}$: 1.35 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 13.08 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 9.12 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 132 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: V7 - P21	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.08 mm	$f_{T,max}$: 0.08 mm $f_{T,lim}$: 11.42 mm	$f_{A,max}$: 0.07 mm $f_{A,lim}$: 5.71 mm	**PASSA**
a: P21 - P17	$f_{i,Q}$: 1.35 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 9.18 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.07 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P17 - P13	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 8.63 mm	$f_{T,max}$: 0.26 mm $f_{T,lim}$: 7.92 mm	$f_{A,max}$: 0.44 mm $f_{A,lim}$: 9.60 mm	**PASSA**
c: P13 - P9	$f_{i,Q}$: 0.12 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.66 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.05 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P9 - P5	$f_{i,Q}$: 0.06 mm $f_{i,Q,lim}$: 16.98 mm	$f_{T,max}$: 1.02 mm $f_{T,lim}$: 24.89 mm	$f_{A,max}$: 0.67 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P5 - P1	$f_{i,Q}$: 0.73 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.30 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.26 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V3 - P18	$f_{i,Q}$: 1.67 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.64 mm	$f_{T,max}$: 11.52 mm $f_{T,lim}$: 28.90 mm	$f_{A,max}$: 8.90 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P18 - P14	$f_{i,Q}$: 0.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.39 mm	$f_{T,max}$: 1.51 mm $f_{T,lim}$: 24.24 mm	$f_{A,max}$: 0.90 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P14 - P10	$f_{i,Q}$: 0.66 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.34 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.34 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P10 - P6	$f_{i,Q}$: 0.11 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.43 mm	$f_{T,max}$: 1.74 mm $f_{T,lim}$: 25.94 mm	$f_{A,max}$: 1.04 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P6 - P2	$f_{i,Q}$: 1.28 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 8.71 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.79 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V4 - P19	$f_{i,Q}$: 1.73 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.64 mm	$f_{T,max}$: 12.15 mm $f_{T,lim}$: 28.90 mm	$f_{A,max}$: 9.41 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P19 - P15	$f_{i,Q}$: 0.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.05 mm	$f_{T,max}$: 1.43 mm $f_{T,lim}$: 23.67 mm	$f_{A,max}$: 0.84 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P15 - P11	$f_{i,Q}$: 0.68 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.39 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.39 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P11 - P7	$f_{i,Q}$: 0.11 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.41 mm	$f_{T,max}$: 1.74 mm $f_{T,lim}$: 25.90 mm	$f_{A,max}$: 1.04 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P7 - P3	$f_{i,Q}$: 1.29 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 8.81 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.85 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P23 - P20	$f_{i,Q}$: 0.76 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 8.68 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.76 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P20 - P16	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.49 mm	$f_{T,max}$: 0.21 mm $f_{T,lim}$: 5.48 mm	$f_{A,max}$: 0.21 mm $f_{A,lim}$: 2.85 mm	**PASSA**
c: P16 - P12	$f_{i,Q}$: 0.11 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.61 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.06 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P12 - P8	$f_{i,Q}$: 0.06 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.30 mm	$f_{T,max}$: 1.00 mm $f_{T,lim}$: 25.05 mm	$f_{A,max}$: 0.65 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P8 - P4	$f_{i,Q}$: 0.70 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.17 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.14 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 133 / 316

7.2.2 Verificações E.L.U – Lajes

Terreo

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L3	X	0.17	19.53	11.04	10.13	4.82	2.72	2.50	Ø10c/16	Ø8c/18	Ø8c/20
	Y		26.61	11.82	10.13	6.56	2.91	2.50	Ø12.5c/18	Ø8c/17	Ø8c/20
L1	X	0.17	10.13	10.34	19.48	2.50	2.55	4.80	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø10c/16
	Y		------	10.34	10.13	------	2.55	2.50	------	Ø6.3c/12	Ø8c/20
L4	X	0.17	10.13	10.34	16.04	2.50	2.55	3.95	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/12.5
	Y		23.29	10.34	------	5.74	2.55	------	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	------
L5	X	0.17	10.13	10.34	15.17	2.50	2.55	3.74	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/13
	Y		23.64	10.34	23.53	5.83	2.55	5.80	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
L8	X	0.17	10.13	10.34	15.32	2.50	2.55	3.78	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/13
	Y		23.10	10.34	23.72	5.70	2.55	5.85	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
L10	X	0.17	14.80	10.34	10.13	3.65	2.55	2.50	Ø8c/13	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		24.27	10.34	24.33	5.99	2.55	6.00	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
L11	X	0.17	10.13	10.34	14.55	2.50	2.55	3.59	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/14
	Y		------	10.34	22.20	------	2.55	5.47	------	Ø6.3c/12	Ø8c/9
L13	X	0.17	14.45	10.34	10.13	3.56	2.55	2.50	Ø8c/14	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		25.88	10.34	24.07	6.38	2.55	5.94	Ø12.5c/19	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
L16	X	0.17	18.55	10.34	14.87	4.58	2.55	3.67	Ø10c/17	Ø6.3c/12	Ø8c/13
	Y		10.13	10.95	23.79	2.50	2.70	5.87	Ø8c/20	Ø8c/18	Ø12.5c/20
L14	X	0.17	10.13	10.34	14.20	2.50	2.55	3.50	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/14
	Y		22.65	10.34	------	5.59	2.55	------	Ø8c/9	Ø6.3c/12	------
L2	X	0.17	9.07	10.34	9.72	2.24	2.55	2.40	Ø6.3c/13	Ø6.3c/12	Ø6.3c/13
	Y		15.41	10.34	12.73	3.80	2.55	3.14	Ø8c/13	Ø6.3c/12	Ø8c/16
L7	X	0.17	24.07	10.34	25.29	5.94	2.55	6.24	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø10c/12.5
	Y		10.13	10.34	14.33	2.50	2.55	3.53	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/14
L6	X	0.17	9.03	10.34	8.90	2.23	2.55	2.20	Ø6.3c/14	Ø6.3c/12	Ø6.3c/14
	Y		11.13	10.34	11.35	2.74	2.55	2.80	Ø8c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/11
L9	X	0.17	8.07	10.34	7.87	1.99	2.55	1.94	Ø5c/10	Ø6.3c/12	Ø6.3c/16
	Y		11.43	10.34	11.42	2.82	2.55	2.82	Ø6.3c/11	Ø6.3c/12	Ø6.3c/11
L12	X	0.17	8.54	10.34	8.47	2.11	2.55	2.09	Ø6.3c/14	Ø6.3c/12	Ø6.3c/14
	Y		11.14	10.34	10.64	2.75	2.55	2.63	Ø8c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/19
L17	X	0.17	13.51	10.34	10.13	3.33	2.55	2.50	Ø6.3c/9	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		12.39	10.34	11.41	3.06	2.55	2.81	Ø6.3c/10	Ø6.3c/12	Ø6.3c/11
L18	X	0.17	10.13	13.74	27.38	2.50	3.39	6.75	Ø8c/20	Ø6.3c/9	Ø12.5c/18
	Y		10.13	11.11	15.63	2.50	2.74	3.86	Ø8c/20	Ø8c/18	Ø8c/13
L15	X	0.17	9.77	10.34	7.95	2.41	2.55	1.96	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/12	Ø5c/10
	Y		13.18	6.89	------	3.25	1.70	------	Ø6.3c/9	Ø6.3c/18	------

Cobertura

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 134 / 316

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L3	X	0.15	13.25	9.78	7.71	3.70	2.73	2.15	Ø8c/13	Ø8c/18	Ø6.3c/14
	Y		16.85	9.94	7.71	4.71	2.78	2.15	Ø10c/16	Ø8c/18	Ø6.3c/14
L1	X	0.15	7.71	9.59	13.37	2.15	2.68	3.74	Ø6.3c/14	Ø8c/18	Ø8c/13
	Y		16.26	9.58	7.71	4.55	2.68	2.15	Ø8c/11	Ø8c/18	Ø6.3c/14
L4	X	0.15	6.12	8.05	11.43	1.71	2.25	3.20	Ø6.3c/18	Ø6.3c/13	Ø6.3c/9
	Y		14.39	8.05	15.61	4.02	2.25	4.36	Ø8c/12.5	Ø6.3c/13	Ø10c/17.5
L7	X	0.15	6.25	8.05	11.42	1.75	2.25	3.19	Ø6.3c/17.5	Ø6.3c/13	Ø6.3c/9
	Y		14.37	8.05	14.44	4.02	2.25	4.04	Ø8c/12.5	Ø6.3c/13	Ø10c/19
L12	X	0.15	11.73	8.53	5.71	3.28	2.38	1.59	Ø6.3c/9	Ø6.3c/13	Ø5c/12.5
	Y		16.27	8.05	14.92	4.55	2.25	4.17	Ø8c/11	Ø6.3c/13	Ø8c/12
L14	X	0.15	10.47	9.09	12.03	2.93	2.54	3.36	Ø8c/17	Ø6.3c/12	Ø6.3c/9
	Y		7.71	8.26	14.70	2.15	2.31	4.11	Ø6.3c/14	Ø6.3c/13	Ø10c/19
L16	X	0.15	12.81	10.39	7.71	3.58	2.90	2.15	Ø8c/14	Ø8c/17	Ø6.3c/14
	Y		7.71	9.86	16.92	2.15	2.76	4.73	Ø6.3c/14	Ø8c/18	Ø10c/16
L2	X	0.15	6.32	8.05	5.37	1.77	2.25	1.50	Ø6.3c/17.5	Ø6.3c/13	Ø5c/13
	Y		11.08	4.02	10.88	3.10	1.13	3.04	Ø6.3c/10	Ø5c/17.5	Ø6.3c/10
L6	X	0.15	14.91	8.05	16.21	4.17	2.25	4.53	Ø8c/12	Ø6.3c/13	Ø8c/11
	Y		5.61	8.05	11.32	1.57	2.25	3.16	Ø5c/12.5	Ø6.3c/13	Ø6.3c/9
L5	X	0.15	5.62	8.05	6.33	1.57	2.25	1.77	Ø5c/12.5	Ø6.3c/13	Ø6.3c/17.5
	Y		9.55	4.02	9.70	2.67	1.13	2.71	Ø8c/18	Ø5c/17.5	Ø8c/18
L8	X	0.15	5.51	8.05	5.61	1.54	2.25	1.57	Ø6.3c/20	Ø6.3c/13	Ø5c/12.5
	Y		9.51	4.02	9.68	2.66	1.13	2.71	Ø8c/18	Ø5c/17.5	Ø8c/18
L9	X	0.15	14.90	8.05	14.94	4.16	2.25	4.18	Ø8c/12	Ø6.3c/13	Ø8c/12
	Y		5.71	8.11	11.33	1.60	2.27	3.17	Ø5c/12.5	Ø6.3c/13	Ø6.3c/9
L10	X	0.15	15.03	8.05	14.32	4.20	2.25	4.00	Ø10c/18	Ø6.3c/13	Ø8c/12.5
	Y		11.73	8.35	6.81	3.28	2.33	1.90	Ø6.3c/9	Ø6.3c/13	Ø6.3c/16
L11	X	0.15	6.86	8.05	5.45	1.92	2.25	1.52	Ø6.3c/16	Ø6.3c/13	Ø5c/13
	Y		9.98	4.02	10.05	2.79	1.13	2.81	Ø8c/18	Ø5c/17.5	Ø6.3c/11
L15	X	0.15	7.98	8.05	6.78	2.23	2.25	1.90	Ø6.3c/13	Ø6.3c/13	Ø6.3c/16
	Y		10.73	4.02	10.36	3.00	1.13	2.90	Ø6.3c/10	Ø5c/17.5	Ø8c/17
L13	X	0.15	5.37	8.05	5.37	1.50	2.25	1.50	Ø5c/13	Ø6.3c/13	Ø5c/13
	Y		7.88	5.37	5.37	2.20	1.50	1.50	Ø6.3c/14	Ø5c/13	Ø5c/13

7.3 Fundações

As fundações foram dimensionadas conforme tensões admissíveis determinadas no item 4.4 e tabela de cargas nas fundações conforme resultados da modelagem.

Em função das cargas e da baixa capacidade de suporte do solo as fundações serão profundas utilizando estaca pré-moldada protendida ø33 cuja carga de trabalho máxima é de 900 kN.

Os blocos serão separados por grupos conforme carregamento e tipo de bloco.

7.3.1 Cargas Nas Fundações

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 135 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

A tabela a seguir apresentam as cargas nas fundações.

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Peso próprio	146.9	2.1	-14.6	-46.5	59.8	-0.0
	Cargas permanentes	97.6	1.9	-5.2	-41.2	59.5	-0.0
	Sobrecarga	50.3	1.3	-9.1	-31.4	35.7	-0.0
	Vento +X	-0.5	4.3	-0.2	2.3	-0.1	0.0
	Vento -X	0.5	-4.3	0.2	-2.3	0.1	-0.0
	Vento +Y	0.2	0.1	2.4	0.1	1.3	0.0
	Vento -Y	-0.2	-0.1	-2.4	-0.1	-1.3	0.0
P2	Peso próprio	209.8	-1.9	-16.4	46.6	93.5	-0.0
	Cargas permanentes	123.9	-1.5	-5.8	37.5	72.9	-0.0
	Sobrecarga	76.5	-1.3	-10.4	29.4	62.8	-0.0
	Vento +X	-0.6	4.3	-0.0	2.2	-0.0	0.0
	Vento -X	0.6	-4.3	0.0	-2.2	0.0	-0.0
	Vento +Y	0.2	0.1	2.3	0.1	1.2	0.0
	Vento -Y	-0.2	-0.1	-2.3	-0.1	-1.2	0.0
P3	Peso próprio	209.6	2.4	-16.4	-52.8	88.1	-0.0
	Cargas permanentes	111.5	1.6	-4.8	-34.9	47.9	-0.0
	Sobrecarga	80.2	1.4	-10.6	-35.1	66.4	-0.0
	Vento +X	0.6	4.3	0.0	2.2	0.0	0.0
	Vento -X	-0.6	-4.3	-0.0	-2.2	-0.0	-0.0
	Vento +Y	0.3	0.1	2.3	0.1	1.2	0.0
	Vento -Y	-0.3	-0.1	-2.3	-0.1	-1.2	0.0
P4	Peso próprio	140.2	-2.2	-14.8	53.5	40.9	-0.0
	Cargas permanentes	86.6	-1.6	-4.5	38.7	36.5	-0.0
	Sobrecarga	48.6	-1.7	-9.2	37.7	27.9	-0.0
	Vento +X	0.5	4.3	0.2	2.3	0.1	0.0
	Vento -X	-0.5	-4.3	-0.2	-2.3	-0.1	-0.0
	Vento +Y	0.3	0.1	2.2	0.1	1.2	0.0
	Vento -Y	-0.3	-0.1	-2.2	-0.1	-1.2	0.0
P5	Peso próprio	294.9	4.7	-10.6	-117.6	-31.8	-0.0
	Cargas permanentes	164.6	2.6	-1.5	-62.4	-25.7	-0.0
	Sobrecarga	113.7	3.6	-6.8	-89.5	-18.7	-0.0
	Vento +X	-0.5	4.5	-0.2	2.3	-0.1	0.0
	Vento -X	0.5	-4.5	0.2	-2.3	0.1	-0.0
	Vento +Y	-0.1	0.1	2.4	0.0	1.1	0.0
	Vento -Y	0.1	-0.1	-2.4	-0.0	-1.1	0.0
P6	Peso próprio	426.6	-5.2	-11.4	113.7	-24.0	-0.0
	Cargas permanentes	186.6	-2.7	-1.5	62.9	-27.9	-0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 136 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Sobrecarga	170.4	-3.7	-7.2	81.5	-12.7	-0.0
	Vento +X	-0.6	4.5	-0.0	2.3	-0.0	0.0
	Vento -X	0.6	-4.5	0.0	-2.3	0.0	-0.0
	Vento +Y	-0.1	0.1	2.3	0.0	1.1	0.0
	Vento -Y	0.1	-0.1	-2.3	-0.0	-1.1	0.0
P7	Peso próprio	426.3	5.0	-11.7	-125.6	-21.1	-0.0
	Cargas permanentes	173.8	2.5	-2.7	-57.9	-2.6	-0.0
	Sobrecarga	174.0	3.7	-7.0	-92.4	-18.3	-0.0
	Vento +X	0.6	4.5	0.0	2.3	0.0	0.0
	Vento -X	-0.6	-4.5	-0.0	-2.3	-0.0	-0.0
	Vento +Y	-0.1	0.1	2.3	0.0	1.1	0.0
	Vento -Y	0.1	-0.1	-2.3	-0.0	-1.1	0.0
P8	Peso próprio	289.6	-5.9	-12.3	130.4	-17.4	-0.0
	Cargas permanentes	152.5	-2.5	-2.8	58.3	-2.8	-0.0
	Sobrecarga	113.5	-4.6	-7.4	101.3	-14.2	-0.0
	Vento +X	0.5	4.5	0.2	2.3	0.1	0.0
	Vento -X	-0.5	-4.5	-0.2	-2.3	-0.1	-0.0
	Vento +Y	-0.1	0.1	2.2	0.0	1.1	0.0
	Vento -Y	0.1	-0.1	-2.2	-0.0	-1.1	0.0
P9	Peso próprio	275.5	4.7	-11.4	-127.1	-13.7	-0.0
	Cargas permanentes	145.4	2.3	-2.5	-56.1	-3.1	-0.0
	Sobrecarga	109.2	3.8	-7.2	-98.4	-9.0	-0.0
	Vento +X	-0.5	4.6	-0.2	2.4	-0.1	0.0
	Vento -X	0.5	-4.6	0.2	-2.4	0.1	-0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	2.4	0.0	1.2	0.0
	Vento -Y	-0.0	-0.0	-2.4	-0.0	-1.2	0.0
P10	Peso próprio	401.2	-5.9	-11.8	119.6	-14.5	-0.0
	Cargas permanentes	165.3	-2.5	-2.6	56.2	-3.2	-0.0
	Sobrecarga	165.5	-4.2	-7.3	88.1	-9.3	-0.0
	Vento +X	-0.6	4.6	-0.0	2.4	-0.0	0.0
	Vento -X	0.6	-4.6	0.0	-2.4	0.0	-0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	2.3	0.0	1.2	0.0
	Vento -Y	-0.0	-0.0	-2.3	-0.0	-1.2	0.0
P11	Peso próprio	399.4	4.4	-12.0	-121.7	-13.8	-0.0
	Cargas permanentes	166.1	2.3	-2.6	-56.7	-3.1	-0.0
	Sobrecarga	163.8	3.4	-7.4	-89.3	-8.8	-0.0
	Vento +X	0.6	4.6	0.0	2.4	0.0	0.0
	Vento -X	-0.6	-4.6	-0.0	-2.4	-0.0	-0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	2.3	0.0	1.1	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 137 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento -Y	-0.0	-0.0	-2.3	-0.0	-1.1	0.0
P12	Peso próprio	271.8	-6.1	-12.5	125.4	-13.6	-0.0
	Cargas permanentes	146.0	-2.6	-2.8	57.4	-3.2	-0.0
	Sobrecarga	107.1	-4.6	-7.6	97.1	-8.9	-0.0
	Vento +X	0.5	4.6	0.2	2.4	0.1	0.0
	Vento -X	-0.5	-4.6	-0.2	-2.4	-0.1	-0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	2.2	0.0	1.1	0.0
	Vento -Y	-0.0	-0.0	-2.2	-0.0	-1.1	0.0
P13	Peso próprio	274.6	3.8	-12.2	-117.7	4.0	-0.0
	Cargas permanentes	157.4	2.4	-3.5	-62.2	19.7	-0.0
	Sobrecarga	107.1	3.2	-7.4	-88.9	-3.8	-0.0
	Vento +X	-0.5	4.8	-0.2	2.5	-0.1	0.0
	Vento -X	0.5	-4.8	0.2	-2.5	0.1	-0.0
	Vento +Y	-0.0	-0.0	2.4	-0.0	1.2	0.0
	Vento -Y	0.0	0.0	-2.4	0.0	-1.2	0.0
P14	Peso próprio	401.5	-6.0	-12.4	111.7	-1.9	-0.0
	Cargas permanentes	178.0	-2.9	-3.7	62.5	22.5	-0.0
	Sobrecarga	162.8	-4.0	-7.4	79.9	-9.1	-0.0
	Vento +X	-0.6	4.8	-0.0	2.4	-0.0	0.0
	Vento -X	0.6	-4.8	0.0	-2.4	0.0	-0.0
	Vento +Y	0.0	-0.0	2.3	-0.0	1.1	0.0
	Vento -Y	-0.0	0.0	-2.3	0.0	-1.1	0.0
P15	Peso próprio	397.7	3.9	-12.2	-120.9	-9.4	-0.0
	Cargas permanentes	164.3	2.2	-2.7	-56.7	-2.6	-0.0
	Sobrecarga	164.2	3.2	-7.5	-88.6	-7.1	-0.0
	Vento +X	0.6	4.8	0.0	2.4	0.0	0.0
	Vento -X	-0.6	-4.8	-0.0	-2.4	-0.0	-0.0
	Vento +Y	0.0	-0.0	2.3	-0.0	1.1	0.0
	Vento -Y	-0.0	0.0	-2.3	0.0	-1.1	0.0
P16	Peso próprio	271.4	-6.6	-12.5	124.7	-13.0	-0.0
	Cargas permanentes	141.7	-2.7	-2.9	57.3	-0.7	-0.0
	Sobrecarga	106.9	-4.7	-7.6	96.6	-9.6	-0.0
	Vento +X	0.5	4.8	0.2	2.5	0.1	0.0
	Vento -X	-0.5	-4.8	-0.2	-2.5	-0.1	-0.0
	Vento +Y	-0.0	-0.0	2.2	-0.0	1.1	0.0
	Vento -Y	0.0	0.0	-2.2	0.0	-1.1	0.0
P17	Peso próprio	357.6	3.1	-12.7	-112.3	15.5	-0.0
	Cargas permanentes	194.4	1.8	-0.6	-51.7	-47.2	-0.0
	Sobrecarga	140.8	2.9	-8.5	-86.4	22.2	-0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 138 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento +X	-0.6	5.0	-0.2	2.6	-0.1	0.0
	Vento -X	0.6	-5.0	0.2	-2.6	0.1	-0.0
	Vento +Y	0.1	-0.1	2.4	-0.1	1.1	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.1	-2.4	0.1	-1.1	0.0
P18	Peso próprio	446.0	-6.6	-13.9	114.1	33.6	-0.0
	Cargas permanentes	216.6	-2.8	-0.6	56.6	-49.9	-0.0
	Sobrecarga	182.2	-4.3	-9.0	81.5	30.5	-0.0
	Vento +X	-0.6	5.0	-0.0	2.5	-0.0	0.0
	Vento -X	0.6	-5.0	0.0	-2.5	0.0	-0.0
	Vento +Y	-0.1	-0.1	2.3	-0.1	1.1	0.0
	Vento -Y	0.1	0.1	-2.3	0.1	-1.1	0.0
P19	Peso próprio	455.7	3.8	-14.6	-128.8	46.1	-0.0
	Cargas permanentes	212.1	1.8	-1.8	-51.6	-23.1	-0.0
	Sobrecarga	188.9	3.3	-9.2	-94.4	32.4	-0.0
	Vento +X	0.6	5.0	0.0	2.5	0.0	0.0
	Vento -X	-0.6	-5.0	-0.0	-2.5	-0.0	-0.0
	Vento +Y	-0.1	-0.1	2.3	-0.1	1.1	0.0
	Vento -Y	0.1	0.1	-2.3	0.1	-1.1	0.0
P20	Peso próprio	289.5	-7.3	-12.8	131.4	-7.8	-0.0
	Cargas permanentes	189.3	-2.3	-1.1	46.0	-42.4	-0.0
	Sobrecarga	113.7	-5.1	-7.8	102.0	-3.5	-0.0
	Vento +X	0.5	5.0	0.2	2.6	0.1	0.0
	Vento -X	-0.5	-5.0	-0.2	-2.6	-0.1	-0.0
	Vento +Y	0.1	-0.1	2.2	-0.1	1.1	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.1	-2.2	0.1	-1.1	0.0
P21	Peso próprio	216.4	1.2	-7.4	-77.8	-108.0	-0.0
	Cargas permanentes	95.4	-0.6	-1.8	1.3	-19.6	-0.0
	Sobrecarga	83.4	1.3	-4.1	-53.9	-80.2	-0.0
	Vento +X	-0.4	5.1	-0.2	2.7	-0.1	0.0
	Vento -X	0.4	-5.1	0.2	-2.7	0.1	-0.0
	Vento +Y	-0.3	-0.2	2.4	-0.1	1.2	0.0
	Vento -Y	0.3	0.2	-2.4	0.1	-1.2	0.0
P22	Peso próprio	315.1	-1.9	-11.5	-4.9	-24.5	-0.0
	Cargas permanentes	163.3	-0.5	-2.6	-0.0	-3.7	-0.0
	Sobrecarga	112.5	-0.8	-7.0	-3.8	-18.5	-0.0
	Vento +X	0.0	5.1	0.0	2.3	0.0	0.0
	Vento -X	0.0	-5.1	0.0	-2.3	0.0	-0.0
	Vento +Y	-0.2	-0.2	2.3	-0.1	1.7	0.0
	Vento -Y	0.2	0.2	-2.3	0.1	-1.7	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 139 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

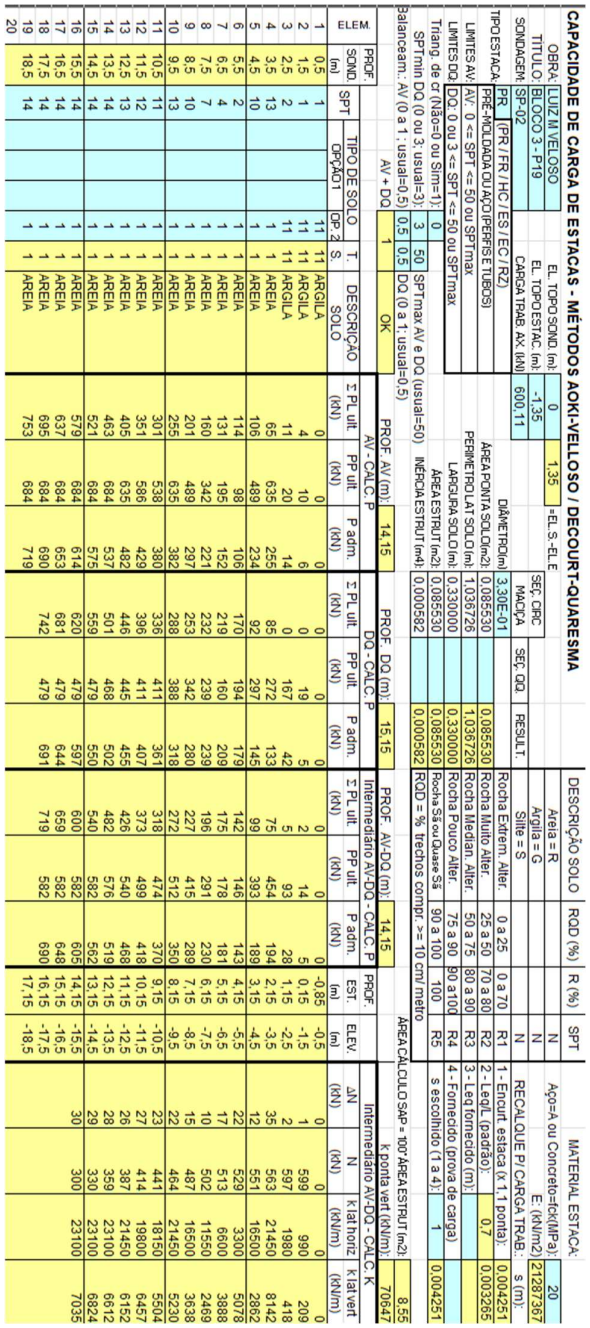
Arranques sobre a fundação							
Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P23	Peso próprio	158.6	-5.7	-10.2	82.7	-67.2	-0.0
	Cargas permanentes	96.0	-0.4	-3.0	-3.2	1.7	-0.0
	Sobrecarga	56.8	-3.4	-6.0	57.1	-46.2	-0.0
	Vento +X	0.4	5.1	0.2	2.7	0.1	0.0
	Vento -X	-0.4	-5.1	-0.2	-2.7	-0.1	-0.0
	Vento +Y	-0.3	-0.2	2.2	-0.1	1.2	0.0
	Vento -Y	0.3	0.2	-2.2	0.1	-1.2	0.0

7.3.2 Dimensionamento Geotécnico da Estaca

Os comprimentos das estacas serão feitos pelos métodos de Aoki-Veloso e Décourt-Quaresma considerando o atrito lateral e a resistência de ponta da estaca. A estaca utilizada é do tipo pré-moldada protendida com diâmetro de 33 cm. Foram considerados fatores de segurança conforme a NBR 6122. A seguir serão apresentados os cálculos do comprimento das estacas para cada tipo de bloco, considerando a carga máxima de trabalho de 600,11 kN.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 140 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



CAPACIDADE DE CARGA DE ESTACAS - MÉTODOS AOKI-VELLOSO / DECOURT-QUARESMA

OBRA: LUIZ M.VELOSO
TITULO: BLOCO 3 - P19
SONDAGEM: SP-02
TIPO ESTACA: PR (PR / FR / HC / ES / EC / RZ)
PRÉ-MOLDADA OU AÇO (PERFIS E TUBOS)
LIMITES AV: AV: 0 <= SPT <= 50 ou SPTmax
LIMITES DQ: DQ: 0 ou 3 <= SPT <= 50 ou SPTmax
Triang. de cr (Não=0 ou Sim=1): 0
SPTmin DQ (0 ou 3; usual=3): 3
Balanceam.: AV (0 a 1; usual=0,5): 0,5
DQ (0 a 1; usual=0,5): 0,5
AV + DQ: 1
EL. TOPO SOND. (m): 0
EL. TOPO ESTAC. (m): -1,35
CARGA TRAB. AX. (kN): 600,11
+EL.S.-EL.E: 1,35
SPTmax AV e DQ (usual=50): 50
OK

DIÂMETRO(m): 0,330
ÁREA PONTA SOLO(m2): 0,085530
PERÍMETRO LAT SOLO (m): 1,036726
LARGURA SOLO (m): 0,330000
ÁREA ESTRUT (m2): 0,085530
INÉRCIA ESTRUT (m4): 0,000582

SEÇÃO CIRC MACIÇA	SEÇÃO DIQ.	RESULT.
3,30E-01		
	0,085530	0,085530
	1,036726	1,036726
	0,330000	0,330000
	0,085530	0,085530
	0,000582	0,000582

DESCRIÇÃO SOLO: Areia = R; Argila = G; Silte = S
ROD (%): 0 a 25; 25 a 50; 50 a 75; 75 a 90; 90 a100; 100
R (%): 0 a 70; 70 a 80; 80 a 90; 90 a100; 100
SPT: N; N; N; N; N; N
Rocha Extrem. Alter.; Rocha Muito Alter.; Rocha Median. Alter.; Rocha Pouco Alter.; Rocha Sã ou Quase Sã
ROD = % trechos compr. >= 10 cm/ metro

MATERIAL ESTACA: Aço=A ou Concreto=fck(MPa): 20; E (kN/m2): 21287367
RECALQUE P/ CARGA TRAB.: s (m): 0,004251
1 - Encurt. estaca (v. 1.1 ponta): 0,004251
2 - Leq/L (padrão): 0,7; 0,003265
3 - Leq fornecido (m):
4 - Fornecido (prova de carga): 0,004251
s escolhido (1 a 4): 1
ÁREA CÁLCULO SAP = 100*AREA ESTRUT (m2): 8,55
k ponta vert (kN/m): 70647

ELEM.	PROF. SOND. (m)	SPT	TIPO DE SOLO OPÇÃO1	DP 2	T. S.	DESCRIÇÃO SOLO	AV - CALC. P Σ PL ult. (kN)	AV - CALC. P PP ult. (kN)	AV - CALC. P P adm. (kN)	PROF. AV (m): 14,15 DQ - CALC. P Σ PL ult. (kN)	DQ - CALC. P PP ult. (kN)	DQ - CALC. P P adm. (kN)	PROF. DQ (m): 15,15 Intermediário AV-DQ - CALC. P Σ PL ult. (kN)	Intermediário AV-DQ - CALC. P PP ult. (kN)	Intermediário AV-DQ - CALC. P P adm. (kN)	PROF. AV-DQ (m): 14,15 PROF. EST. (m)	ELEV. (m)	Intermediário AV-DQ - CALC. K ΔN (kN)	N (kN)	k lat horiz (kN/m)	k lat vert (kN/m)
1	0,5	1	11	11	ARGILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,85	-0,5	0	0	0	0
2	1,5	1	11	11	ARGILA	4	10	6	0	0	0	2	14	5	0,15	-1,5	1	599	990	209	0
3	2,5	2	11	11	ARGILA	11	20	14	0	19	167	42	93	28	1,15	-2,5	2	597	1980	418	0
4	3,5	13	11	1	AREIA	65	635	255	234	85	272	133	454	194	2,15	-3,5	35	563	21450	8142	2862
5	4,5	10	1	1	AREIA	106	489	234	106	92	297	145	393	189	3,15	-4,5	12	551	16500	2862	5078
6	5,5	2	1	1	AREIA	114	98	106	170	194	179	142	146	143	4,15	-5,5	22	529	3300	5078	3888
7	6,5	4	1	1	AREIA	131	195	152	219	160	209	175	178	181	5,15	-6,5	17	513	6600	3888	6457
8	7,5	7	1	1	AREIA	160	342	221	232	239	239	196	291	230	6,15	-7,5	10	502	11550	2469	6152
9	8,5	10	1	1	AREIA	201	489	287	253	342	280	227	415	289	7,15	-8,5	15	487	16500	3638	6612
10	9,5	13	1	1	AREIA	255	635	382	288	388	318	272	512	350	8,15	-9,5	22	464	21450	5230	6824
11	10,5	11	1	1	AREIA	301	538	380	336	411	361	318	474	370	9,15	-10,5	23	441	18150	5504	7035
12	11,5	12	1	1	AREIA	351	586	429	396	411	407	373	499	418	10,15	-11,5	27	414	19800	6457	
13	12,5	13	1	1	AREIA	405	635	482	446	445	455	426	540	468	11,15	-12,5	26	387	21450	6152	
14	13,5	14	1	1	AREIA	463	684	537	501	468	502	482	576	519	12,15	-13,5	28	359	23100	6612	
15	14,5	14	1	1	AREIA	521	684	575	559	479	550	540	582	562	13,15	-14,5	29	330	23100	6824	
16	15,5	14	1	1	AREIA	579	684	614	620	479	597	600	582	605	14,15	-15,5	30	300	23100	7035	
17	16,5	14	1	1	AREIA	637	684	653	681	479	644	659	582	648	15,15	-16,5					
18	17,5	14	1	1	AREIA	695	684	690	742	479	691	719	582	690	16,15	-17,5					
19	18,5	14	1	1	AREIA	753	684	719							17,15	-18,5					
20																					

De acordo com os cálculos apresentados será considerado, pelos métodos de Aoki-Veloso e Décourt-Quaresma, será considerada a estaca com 15,50 m de comprimento.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 141 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

7.3.2 Dimensionamento dos Bloco

a) Bloco de 1 Estaca

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

40.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *40.0* cm

2.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Estribos xz	10.0	220.0	✓
Estribos yz	10.0	220.0	✓
Estribos xy	**10.0**	**73.3**	✓

3.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

10.0 mm ≥ 5.0 mm ✓

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Estribos xz	**10.0**	✓
Estribos yz	10.0	✓
Estribos xy	10.0	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 142 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

4.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 10.0 mm** ✓

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

5.- TIRANTES

Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

EN 1992-1-1:2004, 6.5.3(3).- A armadura necessária para resistir às forças nos nós de concentração de esforços poderá ser distribuída ao longo de um determinado comprimento (ver a Figura 6.25 a) e b)). Quando a armadura na zona dos nós se desenvolve numa extensão considerável de um elemento, deverá ser distribuída na zona em que as isostáticas de compressão são curvas (tirantes e escoras). A força de tração T poderá ser obtida pelas expressões:

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X).

$A_s \cdot f_{yd} \geq T$ **136.52 kN ≥ 0.00 kN** ✓

a) no caso de regiões de descontinuidade parcial (b ≤ Altura do bloco), ver a Figura 6.25 a:

T : *0.00* kN

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 143 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

$$T = \frac{1}{4}\frac{b-a}{b}\cdot F$$

F	: *350.05* kN
Dimensão do pilar	: *300.0* mm
Dimensão da estaca	: *300.0* mm
b	: *300.0* mm
a	: *300.0* mm
Altura do bloco	: *400.0* mm
h	: *300.0* mm

6.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(-X)	900.00	429,35	✓

b) Bloco de 2 Estacas

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

95.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *95.0* cm

2.- CONCEITUAÇÃO

Blocos são estruturas de volume usadas para transmitir às estacas e aos tubulões as cargas de fundação, podendo ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.1).

22.6.1 - Quando se verifica a expressão a seguir, nas duas direções, a sapata é considerada rígida. Caso contrário, a sapata é considerada flexível:

$h \geq (a - a_p)/3$

950.0 mm ≥ 416.7 mm ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 144 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Onde:

h: Altura da sapata. **h** : *950.0* mm

a: Dimensão da sapata em uma determinada direção. **a** : *1550.0* mm

a_p: Dimensão do pilar na mesma direção. **a_p** : *300.0* mm

3.- ARMADURA DE SUSPENSÃO

Se for prevista armadura de distribuição para mais de 25 % dos esforços totais ou se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada. (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.3). Se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada (ABNT NBR 6118:2014, 22.5.4.1.3).

Espaçamento : *750.0* mm

3 vezes o diâmetro da estaca : *900.0* mm

Diâmetro da estaca : *300.0* mm

4.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Viga - Armadura inferior	10.0	75.6	✓
Viga - Armadura superior	10.0	75.6	✓
Viga - Estribos horizontais	12.5	76.4	✓
Viga - Estribos verticais	**12.5**	**42.0**	✓

5.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

12.5 mm ≥ 5.0 mm ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 145 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Viga - Estribos horizontais	**12.5**	✓
Viga - Estribos verticais	12.5	✓

6.- ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO

Para controlar a fissuração, deve ser prevista armadura positiva adicional, independente da armadura principal de flexão, em malha uniformemente distribuída em duas direções para 20% dos esforços totais (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.2).

307.17 kN ≥ 162.09 kN ✓

Armadura adicional : *706.5* mm²
Esforços totais : *810.47* kN
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. f_{yd} : *434.78* Mpa

7.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 12.5 mm** ✓

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

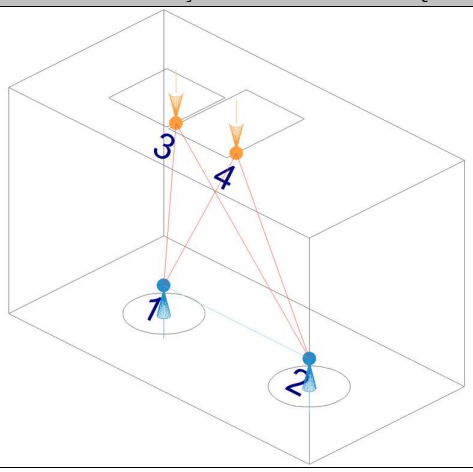
a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 146 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

8.- COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NECESSÁRIO

Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"



Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 515.48	P1 = 266.63
R2 = 291.70	P2 = 540.56

As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades.
Deve ser garantida a ancoragem das armaduras de cada uma dessas faixas, sobre as estacas, medida a partir da face das estacas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).
O comprimento de ancoragem necessário pode ser calculado por (ABNT NBR 6118:2014, 9.4.2.5):

$$l_{b,disp} \geq l_{b,nec}$$ **497.5 mm ≥ 178.9 mm** ✓

Onde:

$$l_{b,nec} = \alpha \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,min}$$ **$l_{b,nec}$** : *178.9* mm

α = 1 para barras sem gancho.
α = 0.7 para barras tracionadas com gancho, com cobrimento no plano normal ao do gancho ≥ 3Ø

α : *1.0*

l_b é calculado conforme 9.4.2.4:

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \geq 25 \cdot \phi$$ **l_b** : *333.4* mm

Ø: Diâmetro da barra ancorada. **Ø** : *10.0* mm
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
f_{bd}: Resistência de aderência de cálculo entre armadura e concreto na ancoragem de armaduras passivas (ABNT NBR 6118:2014, 9.3.2.1): **f_{bd}** : *3.26* MPa

$$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ctd}$$

η_1 = 1.0 para barras lisas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 1.4 para barras entalhadas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 2.25 para barras nervuradas (ver Tabela 8.3).

η_1 : *2.25*

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 147 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

η_2 = 1.0 para situações de boa aderência (ver 9.3.1).
η_2 = 0.7 para situações de má aderência (ver 9.3.1).

η_2 : *1.0*

η_3 = 1.0 para Ø < 32 mm.
η_3 = (132 - Ø)/100 , para Ø ≥ 32 mm.

η_3 : *1.0*

f_{ctd}: Resistência à tração do concreto. **f_{ctd}** : *1.45* MPa

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$f_{ctk,inf} = 0.7 \cdot f_{ct,m}$$

$f_{ctk,inf}$: *2.03*

$f_{ct,m}$: Resistencia média a tração do concreto. **$f_{ct,m}$** : *2.90* MPa

- para concretos de classes até C50:

$$f_{ct,m} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

- para concreto de classes de C55 até C90:

$$f_{ct,m} = 2.12 \cdot \ln(1 + 0.11 \cdot f_{ck})$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

$A_{s,calc}$: *379.0* mm²

$A_{s,ef}$: *706.5* mm²

$l_{b,min}$: Maior valor entre 0,3 l_b, 10Ø e 100 mm. **$l_{b,min}$** : *100.0* MPa

Tirante	Ø (mm)	l_b (mm)	$l_{b,disp}$ (mm)	$l_{b,nec}$ (mm)	Passa
1 - 2	**10.0**	**333.4**	**497.5**	**178.9**	✓

9.- ÂNGULO DE INCLINAÇÃO

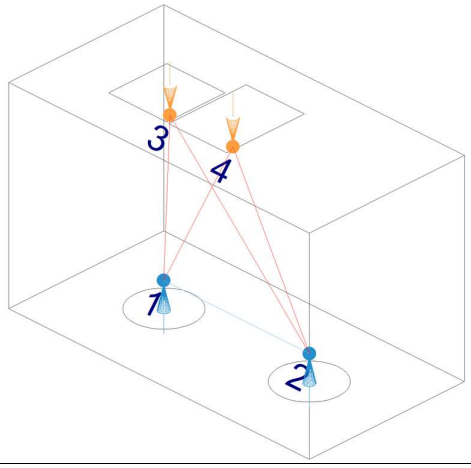
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "PP+CP+1.4·V(-X)"

Elemento: 3 - 2

Nó inicial	Nó final
3	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 307.70	P1 = 152.48
R2 = 152.59	P2 = 307.81

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 148 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



As bielas inclinadas devem ter ângulo de inclinação cuja tangente esteja entre 0.57 e 2 em relação ao eixo da armadura longitudinal do elemento estrutural (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.1).

$0.57 \leq tg\theta$ **0.57 ≤ 0.99** ✓

Onde:

θ: Ângulo de inclinação. **θ** : *44.58* °

Biela	θ (°)	tgθ	Passa
3 - 1	87.42	> 2	✓
3 - 2	**44.58**	**0.99**	✓
4 - 1	63.29	1.99	✓
4 - 2	60.89	1.80	✓

10.- TIRANTES

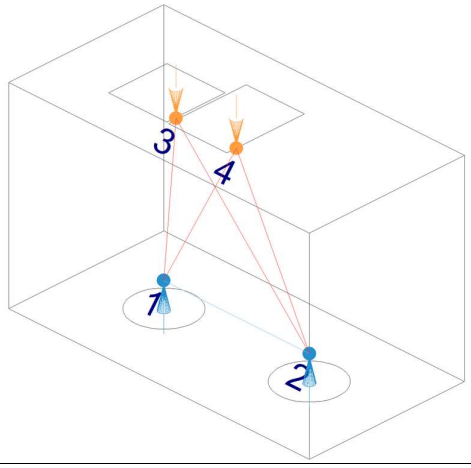
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"

Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 515.48	P1 = 266.63
R2 = 291.70	P2 = 540.56

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 149 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).
A armadura de flexão deve ser disposta essencialmente (mais de 85%) nas faixas definidas pelas estacas, em proporções de equilíbrio das respectivas bielas. As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

$A_s \cdot f_{yd} \geq R_{Sd}$ **307.17 kN ≥ 164.78 kN** ✓

Onde:

A_s: Área da seção transversal da armadura longitudinal de tração. **A_s** : *706.5* mm²
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
R_{sd}: Força de tração de cálculo na armadura. **R_{sd}** : *164.78* kN

Tirante	A_s (mm²)	f_{yd} (MPa)	R_{sd} (kN)	η	Passa
1 - 2	**706.5**	**434.78**	**164.78**	**0.536**	✓

11.- BIELAS DE COMPRESSÃO

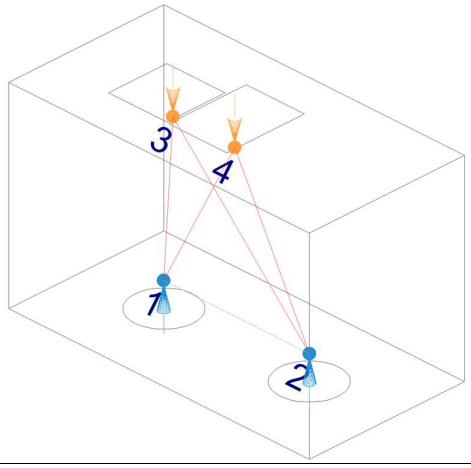
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 4 - 1

Nó inicial	Nó final
4	1
Reações (kN)	**Solicitações (kN)**
R1 = 525.31	P1 = 263.27
R2 = 281.15	P2 = 543.20

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 150 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

$$A_c \cdot f_{cd3} \geq R_{cd}$$ **848.70 kN ≥ 313.64 kN** ✓

Onde:

R_{cd}: Carga transmitida do pilar para as estacas essencialmente por bielas de compressão. **R_{cd}** : *313.64* kN

A_c: Área da seção transversal de concreto. **A_c** : *62496.4* mm²

f_{cd3}: Bielas atravessadas por tirante único, ou nós CCT (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.2). **f_{cd3}** : *13.58* MPa

$$f_{cd3} = 0.72 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd}$$

$$\alpha_{v2} = (1 - f_{ck}/250)$$ **α_{v2}** : *0.88*

f_{cd}: Resistência de cálculo à compressão do concreto. **f_{cd}** : *21.43* MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

Biela	A_c (mm²)	$A_c \cdot f_{cd3}$ (kN)	R_{cd} (kN)	η	Passa
3 - 1	70169.7	952.90	247.15	0.259	✓
3 - 2	49909.2	677.77	23.49	0.035	✓
4 - 1	**62496.4**	**848.70**	**313.64**	**0.370**	✓
4 - 2	61782.3	839.00	301.06	0.359	✓

12.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 151 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(+X)	900.00	600,11	✓

13.- ARMADURA LATERAL E SUPERIOR

Em blocos com duas ou mais estacas em uma única linha, é obrigatória a colocação de armaduras laterais e superior (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.5). ✓

c) Bloco de 3 Estacas

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

120.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *120.0* cm

2.- CONCEITUAÇÃO

Blocos são estruturas de volume usadas para transmitir às estacas e aos tubulões as cargas de fundação, podendo ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.1).

22.6.1 - Quando se verifica a expressão a seguir, nas duas direções, a sapata é considerada rígida. Caso contrário, a sapata é considerada flexível:

$h \geq (a - a_p)/3$

1200.0 mm ≥ 604.2 mm ✓

Onde:

h: Altura da sapata. **h** : *1200.0* mm

a: Dimensão da sapata em uma determinada direção. **a** : *2112.5* mm

a_p: Dimensão do pilar na mesma direção. **a_p** : *300.0* mm

3.- ARMADURA DE SUSPENSÃO

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 152 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Se for prevista armadura de distribuição para mais de 25 % dos esforços totais ou se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada. (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.3). Se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada (ABNT NBR 6118:2014, 22.5.4.1.3).

Espaçamento : *750.0* mm
3 vezes o diâmetro da estaca : *900.0* mm
Diâmetro da estaca : *300.0* mm

4.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Viga lateral - Armadura inferior	**10.0**	**120.0**	✓
Malha inferior - Barras paralelas X	20.0	120.0	✓
Malha inferior - Barras paralelas Y	20.0	120.0	✓

5.- ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO

Para controlar a fissuração, deve ser prevista armadura positiva adicional, independente da armadura principal de flexão, em malha uniformemente distribuída em duas direções para 20% dos esforços totais (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.2).

1775.90 kN ≥ 139.26 kN ✓

Armadura adicional : *4084.6* mm²
Esforços totais : *696.32* kN
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* Mpa

Seção	Armadura adicional (mm²)	Esforços totais (kN)	f_{yd} (Mpa)	Passa
Corte Y-Y	**4084.6**	**696.32**	**434.78**	✓
Corte X-X	4713.0	696.32	434.78	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 153 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

6.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II

Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi$barra

40.0 mm ≥ 20.0 mm ✓

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$

19.0 mm ≤ 48.0 mm ✓

7.- COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NECESSÁRIO

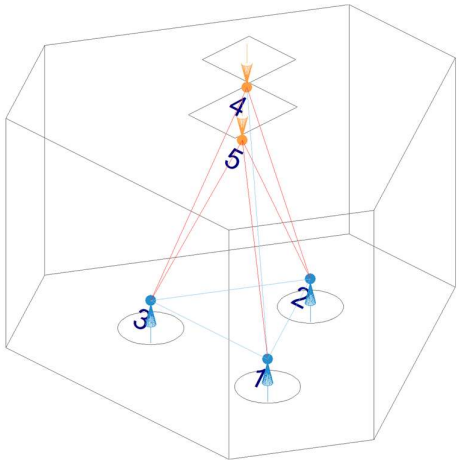
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 2 - 3

Nó inicial	Nó final
2	3
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 120.81	P1 = 138.11
R2 = 308.98	P2 = 548.90
R3 = 257.22	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 154 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades.
Deve ser garantida a ancoragem das armaduras de cada uma dessas faixas, sobre as estacas, medida a partir da face das estacas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).
O comprimento de ancoragem necessário pode ser calculado por (ABNT NBR 6118:2014, 9.4.2.5):

$$l_{b,disp} \geq l_{b,nec}$$ **669.6 mm ≥ 255.9 mm** ✓

Onde:

$$l_{b,nec} = \alpha \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,min}$$ **$l_{b,nec}$** : *255.9* mm

α = 1 para barras sem gancho.
α = 0.7 para barras tracionadas com gancho, con cobrimento no plano normal ao do gancho ≥ 3Ø

α : *1.0*

l_b é calculado conforme 9.4.2.4:

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \geq 25 \cdot \phi$$ **l_b** : *333.4* mm

Ø: Diâmetro da barra ancorada. **Ø** : *10.0* mm
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
f_{bd}: Resistência de aderência de cálculo entre armadura e concreto na ancoragem de armaduras passivas (ABNT NBR 6118:2014, 9.3.2.1): **f_{bd}** : *3.26* MPa

$$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ctd}$$

η_1 = 1.0 para barras lisas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 1.4 para barras entalhadas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 2.25 para barras nervuradas (ver Tabela 8.3).

η_1 : *2.25*

η_2 = 1.0 para situações de boa aderência (ver 9.3.1).
η_2 = 0.7 para situações de má aderência (ver 9.3.1).

η_2 : *1.0*

η_3 = 1.0 para Ø < 32 mm.
η_3 = (132 - Ø)/100 , para Ø ≥ 32 mm.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 155 / 316

η_3 : *1.0*

f_{ctd}: Resistência à tração do concreto. **f_{ctd}** : *1.45* MPa

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$f_{ctk,inf} = 0.7 \cdot f_{ct,m}$$ **$f_{ctk,inf}$** : *2.03*

$f_{ct,m}$: Resistencia média a tração do concreto. **$f_{ct,m}$** : *2.90* MPa

- para concretos de classes até C50:

$$f_{ct,m} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

- para concreto de classes de C55 até C90:

$$f_{ct,m} = 2.12 \cdot \ln(1 + 0.11 \cdot f_{ck})$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

$A_{s,calc}$: *241.0* mm²

$A_{s,ef}$: *314.0* mm²

$l_{b,min}$: Maior valor entre 0,3 l_b, 10Ø e 100 mm. **$l_{b,min}$** : *100.0* MPa

Tirante	Ø (mm)	l_b (mm)	$l_{b,disp}$ (mm)	$l_{b,nec}$ (mm)	Passa
1 - 2	10.0	333.4	669.6	100.0	✓
2 - 3	**10.0**	**333.4**	**669.6**	**255.9**	✓
3 - 1	10.0	333.4	669.6	100.0	✓

8.- ÂNGULO DE INCLINAÇÃO

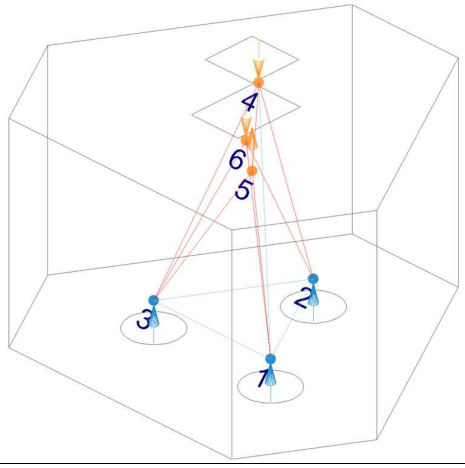
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "PP+CP+1.4·V(+Y)"

Elemento: 4 - 3

Nó inicial	Nó final
4	3
Reações (kN)	**Solicitações (kN)**
R1 = 70.18	P1 = 73.25
R2 = 179.19	P2 = 316.55
R3 = 139.80	T1 = -0.63

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 156 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



As bielas inclinadas devem ter ângulo de inclinação cuja tangente esteja entre 0.57 e 2 em relação ao eixo da armadura longitudinal do elemento estrutural (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.1).

$0.57 \leq tg\theta$ **0.57 ≤ 1.41** ✓

Onde:

θ: Ãngulo de inclinação. θ : *54.74* °

Biela	θ (°)	tgθ	Passa
4 - 2	69.52	> 2	✓
4 - 3	**54.74**	**1.41**	✓
6 - 1	63.84	> 2	✓
6 - 2	64.52	> 2	✓
6 - 3	64.32	> 2	✓

9.- TIRANTES

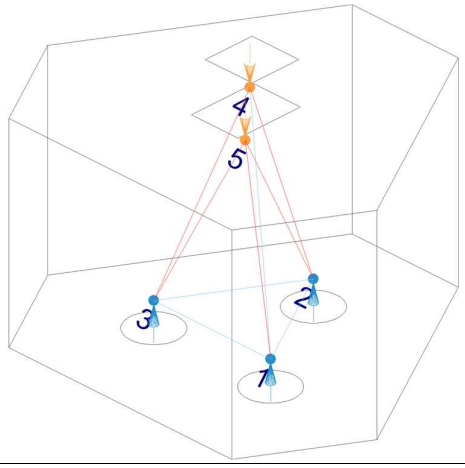
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 2 - 3

Nó inicial	Nó final
2	3
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 120.81	P1 = 138.11
R2 = 308.98	P2 = 548.90
R3 = 257.22	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 157 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).
A armadura de flexão deve ser disposta essencialmente (mais de 85%) nas faixas definidas pelas estacas, em proporções de equilíbrio das respectivas bielas. As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

$A_s \cdot f_{yd} \geq R_{Sd}$ **136.52 kN ≥ 104.80 kN** ✓

Onde:

A_s: Área da seção transversal da armadura longitudinal de tração. **A_s** : *314.0* mm²
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
R_{sd}: Força de tração de cálculo na armadura. **R_{sd}** : *104.80* kN

Tirante	A_s (mm²)	f_{yd} (MPa)	R_{sd} (kN)	η	Passa
1 - 2	314.0	434.78	9.99	0.073	✓
2 - 3	**314.0**	**434.78**	**104.80**	**0.768**	✓
3 - 1	314.0	434.78	27.42	0.201	✓

10.- BIELAS DE COMPRESSÃO

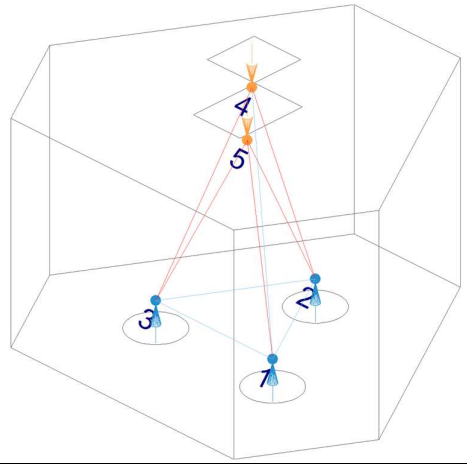
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 5 - 3

Nó inicial	Nó final
5	3
Reações (kN)	**Solicitações (kN)**
R1 = 120.81	P1 = 138.11
R2 = 308.98	P2 = 548.90
R3 = 257.22	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 158 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

$$A_c \cdot f_{cd2} \geq R_{cd}$$ **718.69 kN ≥ 208.10 kN** ✓

Onde:

R_{cd}: Carga transmitida do pilar para as estacas essencialmente por bielas de compressão. **R_{cd}** : *208.10* kN

A_c: Área da seção transversal de concreto. **A_c** : *63488.2* mm²

f_{cd2}: Bielas atravessadas por mais de um tirante, ou nós CTT ou TTT (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.2). **f_{cd2}** : *11.32* MPa

$$f_{cd2} = 0.60 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd}$$

$$\alpha_{v2} = (1 - f_{ck}/250)$$ **α_{v2}** : *0.88*

f_{cd}: Resistência de cálculo à compressão do concreto. **f_{cd}** : *21.43* MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

Biela	A_c (mm²)	$A_c \cdot f_{cd2}$ (kN)	R_{cd} (kN)	η	Passa
4 - 2	65715.2	743.90	130.83	0.176	✓
4 - 3	59160.2	669.69	82.45	0.123	✓
5 - 1	63045.9	713.68	194.44	0.272	✓
5 - 2	63451.1	718.27	206.97	0.288	✓
5 - 3	**63488.2**	**718.69**	**208.10**	**0.290**	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 159 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

11.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(-Y)	900.00	589,47	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 160 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

8. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR – BLOCO 4

8.1 Modelo Estrutural

O dimensionamento das peças estruturais foi feito seguindo as recomendações das normas da ABNT. Foram considerados os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS).

Para a análise estrutural e obtenção dos esforços solicitantes dos elementos estruturais de concreto armado foi utilizado o software CypeCAD no dimensionamento.

As figuras 13 e 14 apresentam os modelos conforme modelagem no CypeCAD.

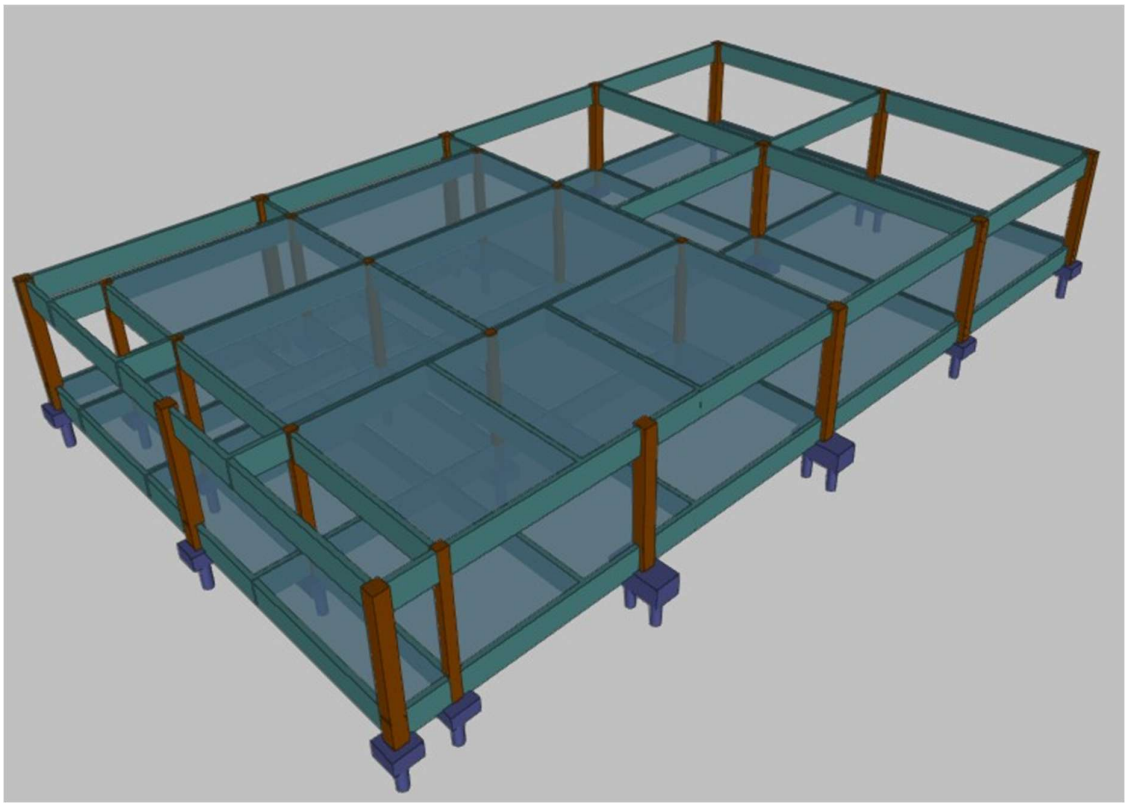


Figura 13 – Prédio Escolar Bloco 4 – Modelo estrutural 3D vista 1

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 161 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

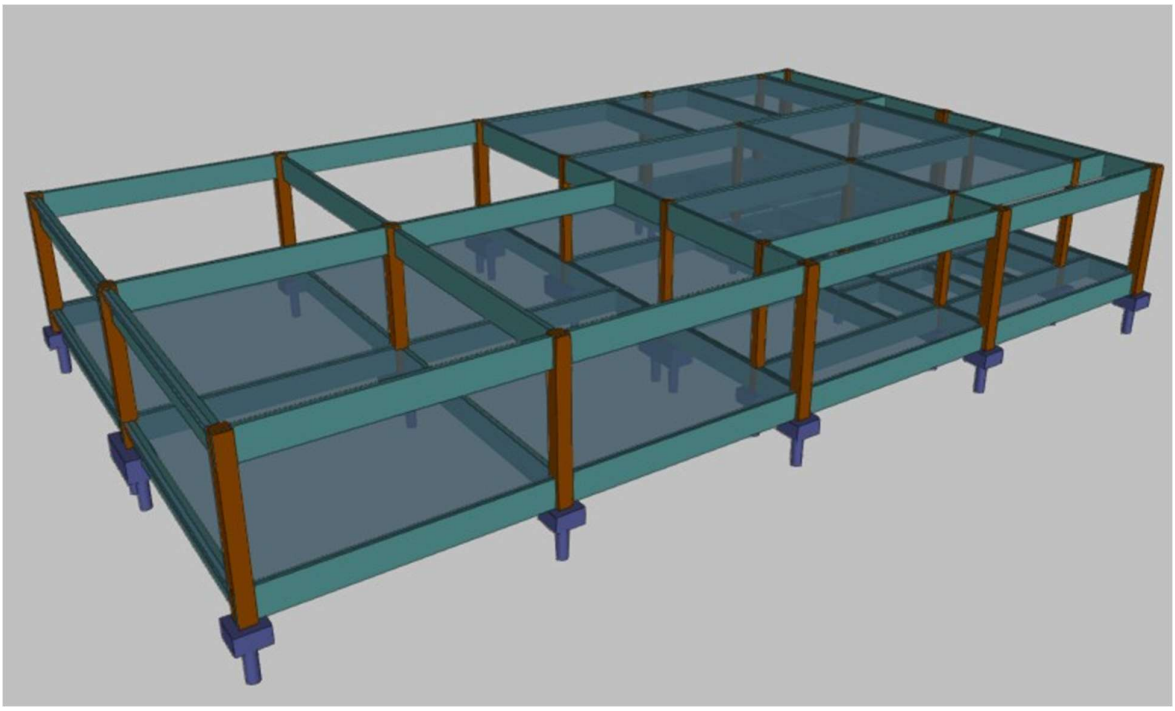


Figura 14 – Prédio Escolar Bloco 4 – Modelo estrutural 3D vista 2

8.1.1 Carregamentos

A será submetida ao peso próprio, cargas permanentes, sobrecargas e cargas de vento.

a) Cargas Permanentes

- Peso próprio calculado eletronicamente.
- Revestimento $1{,}00\ kN/m^2$.
- Alvenaria.
- Cobertura metálica.

b) Sobrecarga

Sobrecarga laje de piso 3,00 kN/m².

Sobrecarga laje de cobertura 1,00 kN/m²

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 162 / 316

8.1.2 Combinações

As combinações de ações de ações usadas no cálculo foram de acordo com NBR 8691:2004.

8.2 Resultados do Dimensionamento

8.2.1 Verificações E.L.U – Vigas e Pilares

a) Pilares

P1

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	12.4	15.8	15.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	67.4	-10.1	16.6	-13.5	6.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	12.4	18.0	18.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	82.8	8.1	-21.2	-13.5	6.5	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	89.7	15.3	89.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	313.9	-16.9	16.3	-232.0	212.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	84.7	14.2	84.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	314.0	-14.8	14.0	-232.0	212.5	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	52.3	14.2	52.3	AP, SCU, V(4)	Q	315.0	-15.2	1.8	-238.3	212.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	314.0	-14.8	14.0	-232.0	212.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P2

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	5.5	6.1	6.1	AP, SCU, V(2)	Q	123.6	-9.4	0.4	-0.4	6.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	123.0	-8.2	3.4	-4.1	5.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.4	7.0	7.0	AP, V(4)	Q	136.8	9.1	-0.7	-0.4	6.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	138.4	5.8	-8.0	-4.1	5.0	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	94.8	24.3	94.8	AP, SCU, V(5)	Q,N,M	563.0	-35.8	-2.1	-1.6	436.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	91.8	23.1	91.8	AP, SCU, V(5)	Q,N,M	563.0	-31.5	-2.1	-1.6	436.8	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	72.4	23.1	72.4	AP, SCU, V(6)	Q	563.8	-25.2	-2.1	-1.6	440.0	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	563.0	-31.5	-2.1	-1.6	436.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 163 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P3

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	11.9	15.5	15.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	68.1	-10.4	-16.1	12.8	6.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	11.9	15.8	15.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	83.5	7.1	19.8	12.8	6.2	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	94.5	18.7	94.5	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	314.5	-23.8	-20.5	228.5	204.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.4	17.4	92.4	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	314.6	-21.8	-18.2	228.5	204.9	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	51.0	17.4	51.0	AP, SCU, V(4)	Q	315.6	-22.2	-6.0	234.8	204.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	314.6	-21.8	-18.2	228.5	204.9	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P4

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	7.3	6.2	7.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	99.1	3.7	9.4	-8.6	-3.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	7.5	9.4	9.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	114.5	-5.7	-14.7	-8.6	-3.4	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	98.0	24.1	98.0	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	595.1	-4.4	31.0	-576.1	-25.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	96.3	22.7	96.3	AP, SCU, V(4)	Q	596.2	-16.1	13.5	-582.2	-25.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	595.1	-4.6	25.3	-576.1	-25.3	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	96.3	22.7	96.3	AP, SCU, V(4)	Q	596.2	-16.1	13.5	-582.2	-25.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	595.1	-4.6	25.3	-576.1	-25.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P5

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	2.2	4.9	4.9	AP, SCU, V(2)	Q	91.7	1.1	3.6	-4.3	-1.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	129.3	3.5	2.6	-3.2	-2.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	3.6	6.9	6.9	AP, SCU, V(2)	Q	102.7	-3.0	-8.4	-4.3	-1.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	143.1	-4.0	-8.9	-4.5	-2.0	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	13.4	37.7	37.7	AP, SCU, V(5)	Q	1023.4	-27.6	-5.1	-4.8	31.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1023.7	-27.6	-11.0	-7.3	30.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	13.4	37.7	37.7	AP, SCU, V(5)	Q	1023.5	-27.6	-5.2	-4.8	31.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1023.8	-10.9	-27.6	-7.3	30.3	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	4.6	37.7	37.7	AP, SCU, V(5)	Q	1023.5	-27.6	-5.2	-4.8	31.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1023.8	-10.9	-27.6	-7.3	30.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 164 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P6

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	8.2	7.1	8.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	91.2	7.7	-8.4	7.2	-6.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	8.2	10.2	10.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	106.6	-11.0	11.6	7.2	-6.7	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	95.0	27.5	95.0	AP, SCU, V(3)	Q	587.7	-12.1	-29.6	573.9	-27.4	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	586.6	-11.6	-41.3	567.8	-27.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.0	25.9	95.0	AP, SCU, V(3)	Q	587.8	-12.3	-23.9	573.9	-27.4	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	586.7	-11.9	-35.7	567.8	-27.0	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	95.0	25.9	95.0	AP, SCU, V(3)	Q	587.8	-12.3	-23.9	573.9	-27.4	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	586.7	-11.9	-35.7	567.8	-27.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P7

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	2.8	3.1	3.1	AP, SCU, V(2)	Q	55.1	1.0	3.0	-4.0	-1.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	75.6	1.3	3.1	-4.2	-1.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	3.6	5.7	5.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	91.0	-3.3	-8.7	-4.2	-1.7	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	49.2	10.9	49.2	AP, SCU, V(4)	Q	252.3	-0.6	-12.5	-36.9	-104.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	236.6	0.0	-15.6	-34.0	-92.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	49.5	11.1	49.5	AP, SCU, V(4)	Q	252.4	-1.7	-12.8	-36.9	-104.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	236.7	-0.9	-15.9	-34.0	-92.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	15.8	11.1	15.8	AP, SCU, V(5)	Q	249.6	-4.6	-7.1	-34.1	-106.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	236.7	-0.9	-15.9	-34.0	-92.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P8

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	11.5	18.0	18.0	AP, SCU, V(2)	Q	77.5	-10.5	2.3	-0.3	6.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	75.4	-10.2	2.6	-0.8	5.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	11.5	18.3	18.3	AP, SCU, V(2)	Q	84.7	10.4	-2.8	-0.3	6.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	82.6	9.8	-3.6	-0.8	5.9	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	95.9	28.7	95.9	AP, SCU, V(3)	Q	402.1	-5.3	9.0	-124.4	109.8	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	404.6	-6.1	9.1	-123.0	109.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.9	28.3	95.9	AP, SCU, V(3)	Q	402.2	-4.2	-9.0	-124.4	109.8	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	404.6	-5.0	9.1	-123.0	109.4	
Fundação	25x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	65.1	28.3	65.1	AP, SCU, V(3)	Q	402.2	-4.2	-9.0	-124.4	109.8	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	404.6	-5.0	9.1	-123.0	109.4	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 165 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P9

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	21.0	35.7	35.7	AP, SCU, V(2)	Q	190.7	-20.1	6.2	-1.0	11.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	190.5	-19.8	6.6	-1.4	11.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	21.0	36.2	36.2	AP, SCU, V(2)	Q	197.9	19.9	-6.7	-1.0	11.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	197.7	19.3	-7.5	-1.4	11.0	
Fundação	25x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	76.5	49.4	76.5	AP, SCU, V(3)	Q	718.1	-5.7	-16.2	-107.1	158.4	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	718.3	-6.5	-16.2	-106.1	158.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P10

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	23.7	38.8	38.8	AP, SCU, V(2)	Q	220.4	-22.8	-5.8	-0.1	12.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	219.7	-22.5	-6.2	0.4	12.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	23.7	38.8	38.8	AP, SCU, V(2)	Q	227.6	22.5	-6.2	-0.1	12.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	228.3	22.0	-7.0	-0.5	12.4	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	94.0	62.3	94.0	AP, SCU, V(2)	Q	798.8	-7.2	-18.0	0.1	161.9	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	798.6	-8.8	-18.0	0.1	161.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	94.0	61.8	94.0	AP, SCU, V(2)	Q	798.8	-5.6	-18.0	0.1	161.9	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	798.6	-7.2	-18.0	0.1	161.0	
Fundação	25x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	51.4	61.8	61.8	AP, SCU, V(2)	Q	798.8	-5.6	-18.0	0.1	161.9	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	798.6	-7.2	-18.0	0.1	161.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P11

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	8.2	9.7	9.7	AP, SCU, V(2)	Q	149.1	-11.2	-9.4	7.6	6.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	155.3	-12.2	-9.1	6.8	7.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	7.5	9.3	9.3	AP, SCU, V(4)	Q	163.4	11.6	5.7	4.6	8.7	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	164.4	7.8	11.8	7.6	6.8	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	96.4	22.2	96.4	AP, SCU, V(5)	Q,N,M	536.9	-11.7	-27.0	238.2	-25.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	91.5	21.6	91.5	AP, SCU, V(5)	Q,N,M	537.0	-11.9	-24.6	238.2	-25.8	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	40.2	21.6	40.2	AP, SCU, V(3)	Q	538.5	-12.4	-14.5	243.8	-26.2	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	537.0	-11.9	-24.6	238.2	-25.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 166 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P12

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	4.8	3.8	4.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	82.5	-0.9	5.3	-6.0	-0.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.0	6.4	6.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	97.9	-1.1	-11.4	-6.0	-0.1	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	19.4	11.3	19.4	AP, SCU, V(3)	Q	196.9	-5.2	-16.3	-21.5	-18.2	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	185.5	-4.0	-18.7	-20.5	-15.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	19.4	11.4	19.4	AP, SCU, V(3)	Q	196.9	-5.4	-16.5	-21.5	-18.2	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	185.6	-4.2	-18.9	-20.5	-15.5	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	4.0	11.4	11.4	AP, SCU, V(3)	Q	196.9	-5.4	-16.5	-21.5	-18.2	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	185.6	-4.2	-18.9	-20.5	-15.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P13

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	3.1	24.0	24.0	AP, SCU, V(2)	Q	172.7	7.7	8.4	-0.9	-3.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	183.4	7.9	8.9	-1.0	-3.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	3.5	25.2	25.2	AP, SCU, V(2)	Q	179.9	-8.9	-6.1	-0.9	-3.2	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	192.4	-8.4	-9.3	-0.5	-2.8	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	85.8	43.7	85.8	AP, SCU, V(5)	Q	577.6	0.1	-13.0	-121.1	-61.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	582.2	0.2	13.1	-118.5	-61.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	85.8	43.8	85.8	AP, SCU, V(5)	Q	577.6	-0.5	-13.0	-121.1	-61.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	582.2	-0.4	13.1	-118.5	-61.2	
Fundação	25x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	46.9	43.8	46.9	AP, SCU, V(5)	Q	577.6	-0.5	-13.0	-121.1	-61.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	582.2	-0.4	13.1	-118.5	-61.2	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P14

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	4.7	52.3	52.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	418.2	15.3	20.3	-1.4	-4.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	4.7	53.9	53.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	425.4	-16.5	-20.6	-1.4	-4.8	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	92.2	80.0	92.2	AP, SCU, V(2)	Q	1049.8	1.9	-23.6	20.5	-155.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1049.9	3.5	-23.6	20.5	-154.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.2	79.7	92.2	AP, SCU, V(2)	Q	1049.9	0.3	-23.6	20.5	-155.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1049.9	2.0	-23.6	20.5	-154.5	
Fundação	25x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	50.1	79.7	79.7	AP, SCU, V(2)	Q	1049.9	0.3	-23.6	20.5	-155.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1049.9	2.0	-23.6	20.5	-154.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 167 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P15

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	5.6	55.6	55.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	440.2	16.7	-21.3	2.1	-5.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.6	57.3	57.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	447.4	-18.0	21.7	2.1	-5.6	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	95.9	72.9	95.9	AP, SCU, V(2)	Q	1071.6	2.5	-24.1	139.6	-194.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1071.6	4.1	-24.1	139.6	-193.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.9	72.7	95.9	AP, SCU, V(2)	Q	1071.6	0.5	-24.1	139.6	-194.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1071.6	2.2	-24.1	139.6	-193.0	
Fundação	25x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	95.9	72.7	95.9	AP, SCU, V(2)	Q	1071.6	0.5	-24.1	139.6	-194.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1071.6	2.2	-24.1	139.6	-193.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P16

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	9.8	13.1	13.1	AP, SCU, V(2)	Q	250.0	10.5	-15.6	11.1	-8.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	249.8	11.4	-15.5	10.2	-9.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	10.4	14.2	14.2	AP, SCU, V(4)	Q	251.4	-13.2	16.2	11.0	-8.3	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	265.4	-14.0	15.5	11.1	-8.7	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	40.8	21.9	40.8	AP, SCU, V(3)	Q	571.8	-11.5	-15.4	29.5	-93.4	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	571.5	-8.2	-18.7	25.8	-91.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	40.8	22.0	40.8	AP, SCU, V(3)	Q	571.8	-12.5	-15.4	29.5	-93.4	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	571.6	-9.1	-18.5	25.8	-91.8	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	13.9	22.0	22.0	AP, SCU, V(3)	Q	571.8	-12.5	-15.4	29.5	-93.4	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	571.6	-9.1	-18.5	25.8	-91.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P17

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	1.7	9.9	9.9	AP, SCU, V(2)	Q	77.2	2.3	3.7	-1.6	-0.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	81.3	2.6	3.9	-1.0	-0.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.6	11.8	11.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	84.4	-3.0	-5.0	-1.6	-0.6	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	57.5	25.1	57.5	AP, SCU, V(3)	Q	343.1	1.5	-7.7	-75.5	-129.4	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	343.2	3.1	-7.7	-75.5	-128.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	57.5	24.8	57.5	AP, SCU, V(3)	Q	343.2	0.2	-7.7	-75.5	-129.4	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	343.2	1.9	-7.7	-75.5	-128.2	
Fundação	25x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	57.5	24.8	57.5	AP, SCU, V(3)	Q	343.2	0.2	-7.7	-75.5	-129.4	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	343.2	1.9	-7.7	-75.5	-128.2	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 168 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P18

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	2.0	21.5	21.5	AP, SCU, V(2)	Q	162.9	5.8	7.9	-0.5	-2.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	173.5	6.1	8.4	-0.6	-2.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.0	23.2	23.2	AP, SCU, V(2)	Q	170.1	-7.2	-8.2	-0.5	-2.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	180.7	-7.3	-8.7	-0.6	-2.1	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	73.8	42.2	73.8	AP, SCU, V(4)	Q	551.4	1.9	-12.4	-48.9	-131.3	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	551.4	2.8	-12.4	-48.0	-130.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	73.8	41.9	73.8	AP, SCU, V(4)	Q	551.4	0.6	-12.4	-48.9	-131.3	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	551.4	1.5	-12.4	-48.0	-130.9	
Fundação	25x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	46.2	41.9	46.2	AP, SCU, V(3)	Q	551.4	-0.2	-12.4	-48.0	-131.9	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	551.4	1.5	-12.4	-48.0	-130.9	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P19

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	2.3	25.5	25.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	206.2	7.1	10.0	-0.8	-2.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.3	27.2	27.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	213.4	-8.4	-10.3	-0.8	-2.3	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	93.7	46.3	93.7	AP, SCU, V(2)	Q	604.7	1.4	-13.6	3.1	-161.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	604.8	3.1	-13.6	3.1	-160.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	93.7	46.0	93.7	AP, SCU, V(2)	Q	604.7	-0.2	-13.6	3.1	-161.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	604.8	1.5	-13.6	3.1	-160.2	
Fundação	25x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	51.2	46.0	51.2	AP, SCU, V(2)	Q	604.7	-0.2	-13.6	3.1	-161.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	604.8	1.5	-13.6	3.1	-160.2	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P20

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	2.3	14.8	14.8	AP, SCU, V(2)	Q	107.2	4.8	-5.2	0.9	-2.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	113.3	4.9	-5.5	1.0	-2.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	3.1	15.8	15.8	AP, SCU, V(2)	Q	114.4	-6.4	4.0	0.9	-2.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	122.7	-5.1	5.9	1.0	-1.5	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	25x30	Ext.Superior	Passa	Passa	98.7	22.2	98.7	AP, SCU, V(5)	Q	325.4	0.1	-7.3	144.0	-110.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	327.0	0.8	-7.4	144.5	-109.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	98.4	22.1	98.4	AP, SCU, V(3)	Q	324.1	-1.9	-7.3	144.5	-111.4	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	325.7	-1.1	-7.3	145.1	-110.7	
Fundação	25x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	71.2	22.1	71.2	AP, SCU, V(3)	Q	324.1	-1.9	-7.3	144.5	-111.4	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	325.7	-1.1	-7.3	145.1	-110.7	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 169 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P21

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	10.0	12.1	12.1	AP, SCU, V(2)	Q	48.2	12.3	7.2	-7.5	-9.4	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	47.3	13.3	5.1	-4.7	-10.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	10.0	16.5	16.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	63.6	-14.2	-13.8	-7.5	-9.4	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	45.2	11.9	45.2	AP, SCU, V(4)	Q	121.9	-6.3	-13.1	-35.3	-52.9	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	115.7	-2.7	-20.5	-34.0	-41.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	47.4	12.3	47.4	AP, SCU, V(4)	Q	121.9	-6.9	-13.5	-35.3	-52.9	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	115.8	-3.1	-20.8	-34.0	-41.7	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	9.1	12.3	12.3	AP, SCU, V(5)	Q	122.5	-4.0	-18.8	-37.7	-51.6	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	115.8	-3.1	-20.8	-34.0	-41.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P22

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	4.8	3.0	4.8	AP, SCU, V(2)	Q	25.1	-0.5	4.8	-5.8	-0.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	17.3	-0.3	4.2	-5.1	-0.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	4.8	9.8	9.8	AP, SCU, V(2)	Q	40.4	-2.1	-11.4	-5.8	-0.6	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	28.3	-1.5	-10.0	-5.1	-0.4	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	20.2	18.8	20.2	AP, SCU, V(4)	Q	79.4	-11.7	-14.3	-12.9	-20.6	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	76.8	-6.9	-21.5	-15.1	-14.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	20.2	19.1	20.2	AP, SCU, V(4)	Q	79.5	-11.9	-14.4	-12.9	-20.6	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	76.8	-7.0	-21.6	-15.1	-14.7	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	3.5	19.1	19.1	AP, SCU, V(4)	Q	79.5	-11.9	-14.4	-12.9	-20.6	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	76.8	-7.0	-21.6	-15.1	-14.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P23

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	5.4	10.2	10.2	AP, V(2)	Q,N,M	11.4	2.4	-7.5	5.8	-2.9	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 170 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.4	9.5	9.5	AP, V(2)	Q,N,M	26.7	-5.6	8.6	5.8	-2.9	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	16.3	27.3	27.3	AP, SCU, V(3)	Q	53.3	-12.9	-10.4	15.9	-11.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	50.4	-10.0	-22.7	7.8	-8.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	16.3	27.2	27.2	AP, SCU, V(3)	Q	53.3	-13.0	-10.2	15.9	-11.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	50.5	-10.1	-22.6	7.8	-8.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	2.8	27.2	27.2	AP, SCU, V(3)	Q	53.3	-13.0	-10.2	15.9	-11.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	50.5	-10.1	-22.6	7.8	-8.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)

b) Vigas

Terreo

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P1 - P2	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 69.2	'3.275 m' η = 94.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 94.4**
b: P2 - P3	Passa	'0.000 m' Passa	'7.826 m' η = 69.2	'3.675 m' η = 94.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 94.3**
c: P9 - P10	Passa	Passa	'0.374 m' η = 95.3	'4.700 m' η = 87.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 95.3**
d: P10 - P11	Passa	'0.000 m' Passa	'4.926 m' η = 95.9	'2.025 m' η = 90.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 95.9**
b: V6 - V7	Passa	'0.000 m' Passa	'4.800 m' η = 47.1	'4.800 m' η = 87.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 87.4**
c: V7 - V8	Passa	Passa	'0.500 m' η = 60.2	'V8' η = 96.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 96.5**
a: P12 - P13	Passa	'0.000 m' Passa	'P13' η = 10.6	'1.126 m' η = 94.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 94.9**
b: P13 - P14	Passa	'0.000 m' Passa	'3.576 m' η = 90.8	'3.025 m' η = 91.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 91.1**
c: P14 - P15	Passa	Passa	'0.374 m' η = 75.6	'4.575 m' η = 89.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 89.8**
a: V20 - V21	Passa	'0.125 m' Passa	'2.399 m' η = 25.3	'1.125 m' η = 40.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 40.2**
a: V22 - V23	Passa	'0.224 m' Passa	'2.399 m' η = 29.6	'1.125 m' η = 43.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 43.2**
a: P17 - P18	Passa	Passa	'3.576 m' η = 50.6	'3.400 m' η = 79.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 79.4**
b: P18 - P19	Passa	Passa	'0.374 m' η = 68.6	'0.700 m' η = 92.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 92.9**
c: P19 - P20	Passa	Passa	'4.951 m' η = 72.4	'4.650 m' η = 94.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 94.8**
a: P21 - P22	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 9.5	'P22' η = 19.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 19.8**
b: P22 - P23	Passa	'0.000 m' Passa	'7.826 m' η = 12.4	'7.550 m' η = 21.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 21.4**
a: P21 - P12	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 23.1	'6.675 m' η = 49.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 49.2**
b: P12 - P7	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 26.1	'6.675 m' η = 66.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 66.9**
c: P7 - P4	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 53.5	'2.925 m' η = 91.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 91.5**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 171 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
d: P4 - P1	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 68.6	'P1' η = 85.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 85.8**
b: P17 - P13	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 76.7	'P17' η = 85.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 85.3**
c: P13 - P8	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 85.7	'6.475 m' η = 92.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.0**
b: V14 - V13	Passa	Passa	'0.675 m' η = 35.1	'V14' η = 94.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.8**
b: P18 - P14	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 81.1	'2.405 m' η = 94.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.2**
c: P14 - P9	Passa	Passa	'0.374 m' η = 94.0	'P9' η = 87.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.0**
a: V17 - V16	Passa	'0.000 m' Passa	'0.000 m' η = 38.6	'V17' η = 42.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 42.6**
b: P20 - P16	Passa	'0.000 m' Passa	'5.155 m' η = 57.8	'P20' η = 76.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 76.8**
c: P16 - P11	Passa	'0.000 m' Passa	'0.550 m' η = 85.5	'6.550 m' η = 94.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.7**
d: P11 - P6	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 52.0	'0.300 m' η = 94.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.7**
e: P6 - P3	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 68.6	'P3' η = 85.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 85.8**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	-	
a: V5 - V6	Passa	'0.125 m' Passa	'2.474 m' η = 30.3	'3.500 m' η = 37.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 37.3**
a: V9 - V10	Passa	'0.500 m' Passa	'5.250 m' η = 36.9	'5.000 m' η = 81.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 81.8**
a: V11 - V12	Passa	'0.300 m' Passa	'0.800 m' η = 28.0	'1.675 m' η = 87.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 87.6**
a: V2 - P17	Passa	'0.300 m' Passa	'0.971 m' η = 16.2	'0.800 m' η = 57.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 57.1**
a: V15 - V14	Passa	'0.180 m' Passa	'5.430 m' η = 43.5	'5.305 m' η = 83.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 83.6**
a: V3 - P18	Passa	'0.175 m' Passa	'0.971 m' η = 18.0	'0.800 m' η = 82.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 82.7**
a: V19 - V18	Passa	'0.430 m' Passa	'3.675 m' η = 41.9	'1.930 m' η = 77.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 77.7**
a: V4 - P19	Passa	'0.175 m' Passa	'0.971 m' η = 19.2	'0.800 m' η = 54.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 54.8**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_{xSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_{ySt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 172 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.
(4) Não há interação entre o esforço axial e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Erros:
(1) Não atende: 'Disposições relativas às armaduras' (Armadura longitudinal)
(2) A quantidade mecânica da armadura transversal é inferior à exigida pela norma.

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.775 m Passa	**PASSA**
b: P2 - P3	x: 8.2 m Passa	x: 8.2 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 8.2 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
a: P4 - P5	x: 0 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 3.9 m Passa	x: 2.025 m Passa	**PASSA**
b: P5 - P6	x: 8.2 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 4.3 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
a: P7 - P8	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.9 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P8 - P9	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 1.9 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P9 - P10	x: 0 m Passa	x: 2.45 m Passa	x: 2.45 m Passa	x: 2.45 m Passa	x: 1.825 m Passa	**PASSA**
d: P10 - P11	x: 5.3 m Passa	x: 5.3 m Passa	x: 2.65 m Passa	x: 5.3 m Passa	x: 1.9 m Passa	**PASSA**
a: V5 - V6	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 1.5 m Passa	x: 4.05 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: V6 - V7	x: 5.3 m Passa	x: 5.3 m Passa	x: 2.55 m Passa	x: 5.3 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: V7 - V8	x: 0 m Passa	x: 3.25 m Passa	x: 3.25 m Passa	x: 3.25 m Passa	x: 2.25 m Passa	**PASSA**
a: P12 - P13	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.65 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P13 - P14	x: 0 m Passa	x: 2.374 m Passa	x: 2.374 m Passa	x: 2.374 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
c: P14 - P15	x: 5.3 m Passa	x: 5.3 m Passa	x: 2.7 m Passa	x: 5.3 m Passa	x: 5.25 m Passa	**PASSA**
a: V20 - V21	N.A.(2)	N.A.(2)	x: 1.5 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: V9 - V10	x: 0.25 m Passa	x: 3 m Passa	x: 3 m Passa	x: 3 m Passa	x: 2.75 m Passa	**PASSA**
a: V11 - V12	x: 0.05 m Passa	x: 2.3 m Passa	x: 2.3 m Passa	x: 2.3 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: V22 - V23	N.A.(2)	N.A.(2)	x: 1.5 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: P17 - P18	x: 3.95 m Passa	x: 3.95 m Passa	x: 2.15 m Passa	x: 3.95 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 173 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
b: P18 - P19	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.45 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
c: P19 - P20	x: 5.325 m Passa	x: 5.325 m Passa	x: 2.65 m Passa	x: 5.325 m Passa	x: 5.325 m Passa	**PASSA**
a: P21 - P22	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.65 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P22 - P23	x: 8.2 m Passa	x: 8.2 m Passa	x: 5.05 m Passa	x: 8.2 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P21 - P12	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P12 - P7	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P7 - P4	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
d: P4 - P1	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.675 m Passa	**PASSA**
a: V2 - P17	x: 1.345 m Passa	x: 1.345 m Passa	N.A.(2)	x: 1.345 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P17 - P13	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.78 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
c: P13 - P8	x: 7.125 m Passa	x: 7.125 m Passa	x: 3.475 m Passa	x: 7.125 m Passa	x: 6.85 m Passa	**PASSA**
a: V15 - V14	x: 5.855 m Passa	x: 5.855 m Passa	x: 2.25 m Passa	x: 5.855 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: V14 - V13	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
a: V3 - P18	x: 1.345 m Passa	x: 1.345 m Passa	N.A.(2)	x: 1.345 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P18 - P14	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.03 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.405 m Passa	**PASSA**
c: P14 - P9	x: 7.125 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.35 m Passa	x: 0 m Passa	x: 6.6 m Passa	**PASSA**
a: V19 - V18	N.A.(3)	N.A.(3)	x: 2.43 m Passa	N.A.(3)	N.A.(3)	**PASSA**
a: V1 - P5	x: 7.225 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 1.675 m Passa	**PASSA**
b: P5 - P2	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0.55 m Passa	**PASSA**
a: V17 - V16	x: 0.425 m Passa	N.A.(2)	N.A.(2)	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: V4 - P19	x: 1.345 m Passa	x: 1.345 m Passa	N.A.(2)	x: 1.345 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P19 - P15	x: 0 m Passa	x: 3.03 m Passa	x: 3.03 m Passa	x: 3.03 m Passa	x: 2.155 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 174 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
c: P15 - P10	x: 7.125 m Passa	x: 2.85 m Passa	x: 2.85 m Passa	x: 2.85 m Passa	x: 6.475 m Passa	**PASSA**
b: P20 - P16	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.28 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P16 - P11	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 0 m Passa	x: 6.8 m Passa	**PASSA**
d: P11 - P6	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
e: P6 - P3	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.675 m Passa	**PASSA**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)						Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	-	
a: P23 - P20	x: 0.55 m Passa	x: 1.22 m Passa	x: 1.22 m Passa	x: 1.22 m Passa	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.
(2) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 1.68 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 4.31 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 3.59 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 1.68 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 4.31 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 3.60 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P4 - P5	$f_{i,Q}$: 3.30 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 11.17 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 9.11 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P5 - P6	$f_{i,Q}$: 3.31 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 11.20 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 9.13 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.29 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 6.00 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 3.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 175 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
b: P8 - P9	$f_{i,Q}$: 0.11 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.29 mm	$f_{T,max}$: 0.45 mm $f_{T,lim}$: 15.80 mm	$f_{A,max}$: 0.34 mm $f_{A,lim}$: 7.90 mm	**PASSA**
c: P9 - P10	$f_{i,Q}$: 0.82 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.14 mm	$f_{T,max}$: 2.17 mm $f_{T,lim}$: 21.20 mm	$f_{A,max}$: 1.88 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.63 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.14 mm	$f_{T,max}$: 1.84 mm $f_{T,lim}$: 21.20 mm	$f_{A,max}$: 1.58 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V5 - V6	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 9.49 mm	$f_{T,max}$: 0.19 mm $f_{T,lim}$: 15.25 mm	$f_{A,max}$: 0.14 mm $f_{A,lim}$: 7.50 mm	**PASSA**
b: V6 - V7	$f_{i,Q}$: 0.09 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.84 mm	$f_{T,max}$: 0.57 mm $f_{T,lim}$: 20.15 mm	$f_{A,max}$: 0.43 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: V7 - V8	$f_{i,Q}$: 1.33 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.79 mm	$f_{T,max}$: 3.12 mm $f_{T,lim}$: 22.10 mm	$f_{A,max}$: 2.77 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P12 - P13	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.29 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 6.00 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 3.00 mm	**PASSA**
b: P13 - P14	$f_{i,Q}$: 0.08 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.29 mm	$f_{T,max}$: 0.63 mm $f_{T,lim}$: 15.80 mm	$f_{A,max}$: 0.50 mm $f_{A,lim}$: 7.90 mm	**PASSA**
c: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.14 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.14 mm	$f_{T,max}$: 0.93 mm $f_{T,lim}$: 21.20 mm	$f_{A,max}$: 0.73 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V20 - V21	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 6.85 mm	$f_{T,max}$: 0.20 mm $f_{T,lim}$: 9.60 mm	$f_{A,max}$: 0.16 mm $f_{A,lim}$: 4.80 mm	**PASSA**
a: V9 - V10	$f_{i,Q}$: 1.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.79 mm	$f_{T,max}$: 2.57 mm $f_{T,lim}$: 22.10 mm	$f_{A,max}$: 2.12 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V11 - V12	$f_{i,Q}$: 0.13 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.43 mm	$f_{T,max}$: 1.22 mm $f_{T,lim}$: 21.60 mm	$f_{A,max}$: 0.91 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V22 - V23	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 6.85 mm	$f_{T,max}$: 0.21 mm $f_{T,lim}$: 9.60 mm	$f_{A,max}$: 0.17 mm $f_{A,lim}$: 4.80 mm	**PASSA**
a: P17 - P18	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.29 mm	$f_{T,max}$: 0.30 mm $f_{T,lim}$: 15.80 mm	$f_{A,max}$: 0.22 mm $f_{A,lim}$: 7.90 mm	**PASSA**
b: P18 - P19	$f_{i,Q}$: 0.14 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.14 mm	$f_{T,max}$: 0.80 mm $f_{T,lim}$: 21.20 mm	$f_{A,max}$: 0.62 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P19 - P20	$f_{i,Q}$: 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.21 mm	$f_{T,max}$: 0.81 mm $f_{T,lim}$: 21.30 mm	$f_{A,max}$: 0.61 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P21 - P22	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 0.28 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 0.13 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P22 - P23	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 0.29 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 0.15 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P21 - P12	$f_{i,Q}$: 0.07 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.52 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.29 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P12 - P7	$f_{i,Q}$: 0.08 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.65 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.39 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P7 - P4	$f_{i,Q}$: 0.27 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.78 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.40 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 176 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
d: P4 - P1	$f_{i,Q}$: 0.75 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.69 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.30 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V2 - P17	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.69 mm	$f_{T,max}$: 0.11 mm $f_{T,lim}$: 10.76 mm	$f_{A,max}$: 0.05 mm $f_{A,lim}$: 5.38 mm	**PASSA**
b: P17 - P13	$f_{i,Q}$: 0.14 mm $f_{i,Q,lim}$: 16.09 mm	$f_{T,max}$: 1.06 mm $f_{T,lim}$: 22.52 mm	$f_{A,max}$: 0.84 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P13 - P8	$f_{i,Q}$: 0.47 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.36 mm	$f_{T,max}$: 2.30 mm $f_{T,lim}$: 28.50 mm	$f_{A,max}$: 1.88 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V15 - V14	$f_{i,Q}$: 0.12 mm $f_{i,Q,lim}$: 16.46 mm	$f_{T,max}$: 0.99 mm $f_{T,lim}$: 23.42 mm	$f_{A,max}$: 0.76 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: V14 - V13	$f_{i,Q}$: 0.44 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.26 mm	$f_{T,max}$: 1.20 mm $f_{T,lim}$: 14.36 mm	$f_{A,max}$: 1.07 mm $f_{A,lim}$: 7.18 mm	**PASSA**
a: V3 - P18	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.69 mm	$f_{T,max}$: 0.14 mm $f_{T,lim}$: 10.76 mm	$f_{A,max}$: 0.07 mm $f_{A,lim}$: 5.38 mm	**PASSA**
b: P18 - P14	$f_{i,Q}$: 0.18 mm $f_{i,Q,lim}$: 16.09 mm	$f_{T,max}$: 1.26 mm $f_{T,lim}$: 22.52 mm	$f_{A,max}$: 0.97 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P14 - P9	$f_{i,Q}$: 1.71 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.36 mm	$f_{T,max}$: 5.12 mm $f_{T,lim}$: 28.50 mm	$f_{A,max}$: 4.63 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V19 - V18	$f_{i,Q}$: 0.11 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.50 mm	$f_{T,max}$: 0.80 mm $f_{T,lim}$: 14.70 mm	$f_{A,max}$: 0.58 mm $f_{A,lim}$: 7.35 mm	**PASSA**
a: V1 - P5	$f_{i,Q}$: 3.49 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.64 mm	$f_{T,max}$: 8.49 mm $f_{T,lim}$: 28.90 mm	$f_{A,max}$: 7.84 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P5 - P2	$f_{i,Q}$: 2.25 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.37 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.58 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V17 - V16	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.13 mm	$f_{T,max}$: 0.09 mm $f_{T,lim}$: 7.18 mm	$f_{A,max}$: 0.06 mm $f_{A,lim}$: 3.59 mm	**PASSA**
a: V4 - P19	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.69 mm	$f_{T,max}$: 0.15 mm $f_{T,lim}$: 10.76 mm	$f_{A,max}$: 0.08 mm $f_{A,lim}$: 5.38 mm	**PASSA**
b: P19 - P15	$f_{i,Q}$: 0.70 mm $f_{i,Q,lim}$: 16.09 mm	$f_{T,max}$: 2.09 mm $f_{T,lim}$: 22.52 mm	$f_{A,max}$: 1.74 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P15 - P10	$f_{i,Q}$: 2.27 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.36 mm	$f_{T,max}$: 6.26 mm $f_{T,lim}$: 28.50 mm	$f_{A,max}$: 5.63 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P23 - P20	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 3.49 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 4.88 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 2.44 mm	**PASSA**
b: P20 - P16	$f_{i,Q}$: 0.15 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.94 mm	$f_{T,max}$: 0.82 mm $f_{T,lim}$: 22.32 mm	$f_{A,max}$: 0.60 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P16 - P11	$f_{i,Q}$: 0.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.08 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.65 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P11 - P6	$f_{i,Q}$: 0.29 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.80 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.42 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P6 - P3	$f_{i,Q}$: 0.75 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.68 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.30 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 177 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Cobertura

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P1 - P2	Passa	'0.000 m' Passa	'7.826 m' η = 30.1	'7.650 m' η = 68.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 68.7**
b: P2 - P3	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 30.2	'0.175 m' η = 68.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 68.9**
a: P4 - P5	Passa	Passa	'7.826 m' η = 14.7	'8.200 m' η = 36.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 36.7**
b: P5 - P6	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 15.0	'P5' η = 43.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 43.9**
a: P7 - P8	Passa	Passa	'1.126 m' η = 6.7	'1.000 m' η = 12.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 12.3**
b: P8 - P9	Passa	'0.000 m' Passa	'3.576 m' η = 20.4	'3.400 m' η = 44.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 44.8**
c: P9 - P10	Passa	'0.000 m' Passa	'2.450 m' η = 41.9	'1.825 m' η = 74.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 74.9**
d: P10 - P11	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 32.7	'0.275 m' η = 63.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 63.2**
a: P12 - P13	Passa	Passa	'1.126 m' η = 8.6	'1.000 m' η = 25.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 25.2**
b: P13 - P14	Passa	Passa	'3.576 m' η = 42.1	'3.400 m' η = 77.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 77.6**
c: P14 - P15	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 59.0	'0.325 m' η = 80.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 80.5**
a: P17 - P18	Passa	'0.000 m' Passa	'3.576 m' η = 14.4	'3.275 m' η = 27.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 27.0**
b: P18 - P19	Passa	'0.000 m' Passa	'4.926 m' η = 18.5	'5.200 m' η = 40.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 40.3**
c: P19 - P20	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 24.3	'2.525 m' η = 48.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 48.7**
a: P21 - P22	Passa	'0.000 m' Passa	'5.775 m' η = 14.5	'P22' η = 33.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 33.2**
b: P22 - P23	Passa	Passa	'2.725 m' η = 18.7	'5.120 m' η = 26.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 26.2**
a: P21 - P12	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 25.9	'6.726 m' η = 48.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 48.2**
b: P12 - P7	Passa	Passa	'0.374 m' η = 23.9	'0.323 m' η = 48.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 48.0**
c: P7 - P4	Passa	Passa	'6.726 m' η = 23.4	'6.726 m' η = 48.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 48.3**
d: P4 - P1	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 26.5	'0.323 m' η = 49.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 49.6**
b: P17 - P13	Passa	'0.000 m' Passa	'5.256 m' η = 33.6	'5.155 m' η = 84.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 84.6**
c: P13 - P8	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 45.1	'0.350 m' η = 85.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 85.1**
b: P18 - P14	Passa	'0.000 m' Passa	'5.256 m' η = 71.9	'5.155 m' η = 85.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 85.9**
c: P14 - P9	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 90.8	'0.350 m' η = 85.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 90.8**
a: V1 - P5	Passa	Passa	'6.851 m' η = 24.6	'6.851 m' η = 53.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 53.6**
b: P5 - P2	Passa	Passa	'0.374 m' η = 26.1	'0.323 m' η = 54.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 54.4**
b: P19 - P15	Passa	Passa	'5.256 m' η = 95.4	'5.155 m' η = 92.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 95.4**
c: P15 - P10	Passa	Passa	'0.374 m' η = 93.0	'3.475 m' η = 94.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 94.1**
a: P23 - P20	Passa	Passa	'0.846 m' η = 20.3	'0.610 m' η = 52.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 52.6**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 178 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
b: P20 - P16	Passa	'0.000 m' Passa	'5.206 m' η = 60.8	'5.155 m' η = 85.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 85.2**
c: P16 - P11	Passa	Passa	'0.374 m' η = 74.3	'2.925 m' η = 95.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 95.4**
d: P11 - P6	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 26.6	'0.323 m' η = 78.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 78.2**
e: P6 - P3	Passa	Passa	'0.374 m' η = 26.0	'P6' η = 52.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 52.0**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	-	
a: V7 - V8	Passa	'0.250 m' Passa	'5.250 m' η = 40.9	'V8' η = 83.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA η = 83.8**
a: V9 - V10	Passa	'0.374 m' Passa	'5.500 m' η = 37.3	'1.125 m' η = 79.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA η = 79.7**
a: V2 - P17	Passa	'0.162 m' Passa	'0.971 m' η = 16.8	'0.872 m' η = 33.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA η = 33.2**
a: V3 - P18	Passa	Passa	'0.971 m' η = 27.3	'0.872 m' η = 55.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA η = 55.3**
a: V4 - P19	Passa	Passa	'0.971 m' η = 32.3	'0.872 m' η = 66.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA η = 66.2**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_XS_t: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_YS_t: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 8.025 m Passa	x: 8.025 m Passa	x: 3.525 m Passa	x: 8.025 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P2 - P3	x: 0.05 m Passa	x: 0.05 m Passa	x: 4.8 m Passa	x: 0.05 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P4 - P5	x: 8.2 m Passa	x: 8.2 m Passa	x: 3.417 m Passa	x: 8.2 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 179 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
b: P5 - P6	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 4.783 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P7 - P8	x: 1.5 m Passa	x: 1.5 m Passa	x: 0 m Passa	x: 1.5 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P8 - P9	x: 3.95 m Passa	x: 3.95 m Passa	x: 1.4 m Passa	x: 3.95 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P9 - P10	x: 5.3 m Passa	x: 2.45 m Passa	x: 2.45 m Passa	x: 2.45 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
d: P10 - P11	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.15 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: V7 - V8	N.A.(2)	x: 3 m Passa	x: 3 m Passa	x: 3 m Passa	x: 2 m Passa	**PASSA**
a: P12 - P13	x: 1.25 m Passa	x: 1.25 m Passa	N.A.(2)	x: 1.25 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P13 - P14	x: 3.95 m Passa	x: 3.95 m Passa	x: 1.65 m Passa	x: 3.95 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P14 - P15	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.825 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: V9 - V10	x: 0 m Passa	x: 3 m Passa	x: 3 m Passa	x: 3 m Passa	x: 2.25 m Passa	**PASSA**
a: P17 - P18	x: 3.95 m Passa	x: 3.95 m Passa	x: 1.65 m Passa	x: 3.95 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P18 - P19	x: 5.3 m Passa	x: 5.3 m Passa	x: 2.45 m Passa	x: 5.3 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P19 - P20	x: 0 m Passa	x: 3.15 m Passa	x: 3.15 m Passa	x: 3.15 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P21 - P22	x: 8.2 m Passa	x: 3.325 m Passa	x: 3.325 m Passa	x: 3.325 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P22 - P23	x: 0 m Passa	x: 5.805 m Passa	x: 5.805 m Passa	x: 5.805 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P21 - P12	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.227 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P12 - P7	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P7 - P4	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
d: P4 - P1	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 4.195 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: V2 - P17	x: 1.345 m Passa	x: 1.345 m Passa	N.A.(2)	x: 1.345 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P17 - P13	x: 5.405 m Passa	x: 5.405 m Passa	x: 2.28 m Passa	x: 5.405 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P13 - P8	x: 0 m Passa	x: 4.1 m Passa	x: 4.1 m Passa	x: 4.1 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 180 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: V3 - P18	x: 1.345 m Passa	x: 1.345 m Passa	N.A.(2)	x: 1.345 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P18 - P14	x: 5.63 m Passa	x: 5.63 m Passa	x: 2.28 m Passa	x: 5.63 m Passa	x: 5.03 m Passa	**PASSA**
c: P14 - P9	x: 0 m Passa	x: 4.1 m Passa	x: 4.1 m Passa	x: 4.1 m Passa	x: 0.35 m Passa	**PASSA**
a: V1 - P5	x: 7.225 m Passa	x: 7.225 m Passa	x: 3.243 m Passa	x: 7.225 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P5 - P2	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 4.195 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: V4 - P19	x: 1.345 m Passa	x: 1.345 m Passa	N.A.(2)	x: 1.345 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P19 - P15	x: 5.63 m Passa	x: 5.63 m Passa	x: 2.53 m Passa	x: 5.63 m Passa	x: 4.905 m Passa	**PASSA**
c: P15 - P10	x: 0 m Passa	x: 4.1 m Passa	x: 4.1 m Passa	x: 4.1 m Passa	x: 6.1 m Passa	**PASSA**
a: P23 - P20	x: 1.22 m Passa	x: 1.22 m Passa	N.A.(2)	x: 1.22 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P20 - P16	x: 5.58 m Passa	x: 5.58 m Passa	x: 2.78 m Passa	x: 5.58 m Passa	x: 5.28 m Passa	**PASSA**
c: P16 - P11	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
d: P11 - P6	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.873 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
e: P6 - P3	x: 0 m Passa	x: 3.873 m Passa	x: 3.873 m Passa	x: 3.873 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.
(2) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 1.58 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 1.05 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 181 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 1.59 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 1.06 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P4 - P5	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 0.81 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 0.35 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P5 - P6	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 0.83 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 0.36 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.29 mm	$f_{T,max}$: 0.05 mm $f_{T,lim}$: 12.00 mm	$f_{A,max}$: 0.03 mm $f_{A,lim}$: 6.00 mm	**PASSA**
b: P8 - P9	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.29 mm	$f_{T,max}$: 0.05 mm $f_{T,lim}$: 6.48 mm	$f_{A,max}$: 0.04 mm $f_{A,lim}$: 3.35 mm	**PASSA**
c: P9 - P10	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 14.74 mm	$f_{T,max}$: 0.81 mm $f_{T,lim}$: 21.20 mm	$f_{A,max}$: 0.49 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.14 mm	$f_{T,max}$: 0.56 mm $f_{T,lim}$: 20.78 mm	$f_{A,max}$: 0.30 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V7 - V8	$f_{i,Q}$: 0.79 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.79 mm	$f_{T,max}$: 3.94 mm $f_{T,lim}$: 22.10 mm	$f_{A,max}$: 3.07 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P12 - P13	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.29 mm	$f_{T,max}$: 0.11 mm $f_{T,lim}$: 12.00 mm	$f_{A,max}$: 0.06 mm $f_{A,lim}$: 6.00 mm	**PASSA**
b: P13 - P14	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 9.20 mm	$f_{T,max}$: 0.20 mm $f_{T,lim}$: 13.05 mm	$f_{A,max}$: 0.11 mm $f_{A,lim}$: 6.53 mm	**PASSA**
c: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.14 mm	$f_{T,max}$: 1.31 mm $f_{T,lim}$: 21.20 mm	$f_{A,max}$: 0.77 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V9 - V10	$f_{i,Q}$: 0.58 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.79 mm	$f_{T,max}$: 2.84 mm $f_{T,lim}$: 22.10 mm	$f_{A,max}$: 2.01 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P17 - P18	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.29 mm	$f_{T,max}$: 0.16 mm $f_{T,lim}$: 15.80 mm	$f_{A,max}$: 0.08 mm $f_{A,lim}$: 7.90 mm	**PASSA**
b: P18 - P19	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 14.18 mm	$f_{T,max}$: 0.24 mm $f_{T,lim}$: 20.23 mm	$f_{A,max}$: 0.13 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P19 - P20	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.21 mm	$f_{T,max}$: 0.63 mm $f_{T,lim}$: 21.30 mm	$f_{A,max}$: 0.33 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P21 - P22	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 0.39 mm $f_{T,lim}$: 32.80 mm	$f_{A,max}$: 0.30 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P22 - P23	$f_{i,Q}$: 0.04 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.43 mm	$f_{T,max}$: 0.63 mm $f_{T,lim}$: 31.37 mm	$f_{A,max}$: 0.47 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P21 - P12	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.06 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.75 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P12 - P7	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.50 mm $f_{T,lim}$: 27.02 mm	$f_{A,max}$: 0.35 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P7 - P4	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.49 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.34 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P4 - P1	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.09 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.76 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 182 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: V2 - P17	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 3.84 mm	$f_{T,max}$: 0.17 mm $f_{T,lim}$: 10.76 mm	$f_{A,max}$: 0.11 mm $f_{A,lim}$: 5.38 mm	**PASSA**
b: P17 - P13	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.04 mm	$f_{T,max}$: 0.15 mm $f_{T,lim}$: 7.79 mm	$f_{A,max}$: 0.10 mm $f_{A,lim}$: 3.95 mm	**PASSA**
c: P13 - P8	$f_{i,Q}$: 0.34 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.36 mm	$f_{T,max}$: 3.09 mm $f_{T,lim}$: 28.50 mm	$f_{A,max}$: 2.04 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V3 - P18	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 3.84 mm	$f_{T,max}$: 0.28 mm $f_{T,lim}$: 10.76 mm	$f_{A,max}$: 0.17 mm $f_{A,lim}$: 5.38 mm	**PASSA**
b: P18 - P14	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.75 mm	$f_{T,max}$: 0.62 mm $f_{T,lim}$: 16.77 mm	$f_{A,max}$: 0.34 mm $f_{A,lim}$: 8.31 mm	**PASSA**
c: P14 - P9	$f_{i,Q}$: 1.73 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.36 mm	$f_{T,max}$: 12.22 mm $f_{T,lim}$: 28.50 mm	$f_{A,max}$: 9.46 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V1 - P5	$f_{i,Q}$: 0.04 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.64 mm	$f_{T,max}$: 0.74 mm $f_{T,lim}$: 28.90 mm	$f_{A,max}$: 0.59 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P5 - P2	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 19.08 mm	$f_{T,max}$: 0.92 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.63 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V4 - P19	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 3.84 mm	$f_{T,max}$: 0.34 mm $f_{T,lim}$: 10.76 mm	$f_{A,max}$: 0.20 mm $f_{A,lim}$: 5.38 mm	**PASSA**
b: P19 - P15	$f_{i,Q}$: 0.06 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.21 mm	$f_{T,max}$: 0.80 mm $f_{T,lim}$: 17.85 mm	$f_{A,max}$: 0.42 mm $f_{A,lim}$: 8.81 mm	**PASSA**
a: P23 - P20	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 3.49 mm	$f_{T,max}$: 0.19 mm $f_{T,lim}$: 9.76 mm	$f_{A,max}$: 0.11 mm $f_{A,lim}$: 4.88 mm	**PASSA**
b: P20 - P16	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.89 mm	$f_{T,max}$: 0.70 mm $f_{T,lim}$: 20.29 mm	$f_{A,max}$: 0.45 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P16 - P11	$f_{i,Q}$: 0.40 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.05 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.13 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P11 - P6	$f_{i,Q}$: 0.04 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.31 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.12 mm $f_{A,lim}$: 5.81 mm	**PASSA**
e: P6 - P3	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.23 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.84 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

8.2.2 Verificações E.L.U – Lajes

Terreo

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L25	X	0.17	6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		6.89	6.89	8.66	1.70	1.70	2.14	Ø6.3c/18	Ø6.3c/18	Ø6.3c/14
L6	X	0.17	14.12	10.34	10.13	3.48	2.55	2.50	Ø8c/14	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		25.51	12.04	25.12	6.29	2.97	6.19	Ø12.5c/19	Ø6.3c/10	Ø10c/12.5

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 183 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L3	X	0.17	10.13	11.57	28.31	2.50	2.85	6.98	Ø8c/20	Ø8c/17.5	Ø12.5c/17.5
	Y		26.62	12.56	10.13	6.57	3.10	2.50	Ø12.5c/18	Ø6.3c/10	Ø8c/20
L4	X	0.17	28.30	11.56	10.13	6.98	2.85	2.50	Ø12.5c/17.5	Ø8c/17.5	Ø8c/20
	Y		26.36	12.55	10.13	6.50	3.10	2.50	Ø10c/12	Ø6.3c/10	Ø8c/20
L5	X	0.17	10.13	10.34	14.17	2.50	2.55	3.49	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/14
	Y		26.02	12.18	25.25	6.42	3.00	6.23	Ø12.5c/19	Ø6.3c/10	Ø10c/12.5
L10	X	0.17	10.13	10.34	9.54	2.50	2.55	2.35	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/13
	Y		6.89	10.34	22.61	1.70	2.55	5.58	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/9
L8	X	0.17	6.89	10.34	9.61	1.70	2.55	2.37	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/13
	Y		6.89	10.34	25.09	1.70	2.55	6.19	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø10c/12.5
L27	X	0.17	6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		6.89	10.34	8.69	1.70	2.55	2.14	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/14
L26	X	0.17	6.89	10.34	7.19	1.70	2.55	1.77	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/17.5
	Y		6.89	6.89	9.38	1.70	1.70	2.31	Ø6.3c/18	Ø6.3c/18	Ø6.3c/13
L23	X	0.17	6.89	10.34	13.18	1.70	2.55	3.25	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/9
	Y		9.24	10.34	6.89	2.28	2.55	1.70	Ø6.3c/13	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L21	X	0.17	12.49	10.34	8.04	3.08	2.55	1.98	Ø6.3c/10	Ø6.3c/12	Ø5c/10
	Y		10.13	10.34	6.89	2.50	2.55	1.70	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L15	X	0.17	16.99	10.34	10.13	4.19	2.55	2.50	Ø8c/12	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		------	6.89	------	------	1.70	------	------	Ø6.3c/18	------
L19	X	0.17	11.65	10.34	18.26	2.87	2.55	4.50	Ø8c/17.5	Ø6.3c/12	Ø8c/11
	Y		6.89	10.34	11.55	1.70	2.55	2.85	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/17.5
L14	X	0.17	6.89	6.89	18.40	1.70	1.70	4.54	Ø6.3c/18	Ø6.3c/18	Ø8c/11
	Y		10.65	6.89	6.89	2.63	1.70	1.70	Ø8c/19	Ø6.3c/18	Ø6.3c/18
L17	X	0.17	6.89	10.34	------	1.70	2.55	------	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	------
	Y		6.89	10.34	9.98	1.70	2.55	2.46	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/12.5
L20	X	0.17	6.89	10.34	0.00	1.70	2.55	0.00	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	------
	Y		------	10.34	6.89	------	2.55	1.70	------	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L16	X	0.17	6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		8.50	10.34	6.89	2.10	2.55	1.70	Ø6.3c/14	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L9	X	0.17	6.89	10.34	22.63	1.70	2.55	5.58	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/9
	Y		10.13	10.34	9.80	2.50	2.55	2.42	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/12.5
L24	X	0.17	9.24	10.34	6.89	2.28	2.55	1.70	Ø6.3c/13	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		------	10.34	8.05	------	2.55	1.99	------	Ø6.3c/12	Ø5c/10
L7	X	0.17	6.89	10.34	11.99	1.70	2.55	2.96	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/17
	Y		7.07	10.34	6.89	1.74	2.55	1.70	Ø6.3c/17.5	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L11	X	0.17	10.09	6.89	6.89	2.49	1.70	1.70	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/18	Ø6.3c/18
	Y		------	10.34	6.89	------	2.55	1.70	------	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L13	X	0.17	11.89	6.89	6.89	2.93	1.70	1.70	Ø8c/17	Ø6.3c/18	Ø6.3c/18
	Y		6.89	10.34	11.49	1.70	2.55	2.83	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/11
L12	X	0.17	10.13	6.89	6.89	2.50	1.70	1.70	Ø8c/20	Ø6.3c/18	Ø6.3c/18
	Y		10.13	10.34	6.89	2.50	2.55	1.70	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L18	X	0.17	9.35	10.34	9.45	2.31	2.55	2.33	Ø6.3c/13	Ø6.3c/12	Ø6.3c/13
	Y		10.29	10.34	6.89	2.54	2.55	1.70	Ø6.3c/12	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L22	X	0.17	10.13	10.34	6.89	2.50	2.55	1.70	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		6.89	10.34	11.56	1.70	2.55	2.85	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/17.5

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 184 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Cobertura

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L5	X	0.15	9.20	8.05	7.71	2.57	2.25	2.15	Ø6.3c/12	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
	Y		6.62	8.05	7.71	1.85	2.25	2.15	Ø6.3c/16	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
L4	X	0.15	8.88	8.05	10.48	2.48	2.25	2.93	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/13	Ø8c/17
	Y		8.61	8.05	7.71	2.41	2.25	2.15	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
L8	X	0.15	8.96	8.05	11.15	2.51	2.25	3.12	Ø8c/20	Ø6.3c/13	Ø6.3c/10
	Y		5.37	8.05	8.43	1.50	2.25	2.36	Ø5c/13	Ø6.3c/13	Ø6.3c/13
L9	X	0.15	9.41	8.05	5.67	2.63	2.25	1.59	Ø8c/19	Ø6.3c/13	Ø5c/12.5
	Y		7.44	8.05	6.16	2.08	2.25	1.72	Ø6.3c/15	Ø6.3c/13	Ø6.3c/18
L6	X	0.15	14.12	8.05	7.71	3.95	2.25	2.15	Ø8c/12.5	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
	Y		------	5.37	------	------	1.50	------	------	Ø5c/13	------
L3	X	0.15	7.97	8.05	5.37	2.23	2.25	1.50	Ø6.3c/14	Ø6.3c/13	Ø5c/13
	Y		8.53	8.05	5.37	2.38	2.25	1.50	Ø6.3c/13	Ø6.3c/13	Ø5c/13
L7	X	0.15	5.37	8.05	7.96	1.50	2.25	2.23	Ø5c/13	Ø6.3c/13	Ø6.3c/14
	Y		8.70	8.05	5.37	2.43	2.25	1.50	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/13	Ø5c/13

8.3 Fundações

As fundações foram dimensionadas conforme tensões admissíveis determinadas no item 4.4 e tabela de cargas nas fundações conforme resultados da modelagem.

Em função das cargas e da baixa capacidade de suporte do solo as fundações serão profundas utilizando estaca pré-moldada protendida ø33 cuja carga de trabalho máxima é de 900 kN.

Os blocos serão separados por grupos conforme carregamento e tipo de bloco.

8.3.1 Cargas Nas Fundações

A tabela a seguir apresentam as cargas nas fundações.

Arranques sobre a fundação							
Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Peso próprio	117.7	3.5	-7.4	-93.6	65.0	-0.0
	Cargas permanentes	60.5	-0.3	0.5	-15.4	45.9	-0.0
	Sobrecarga	46.4	2.4	-3.8	-58.9	40.7	-0.0
	Vento +X	-0.6	7.2	0.3	3.7	0.2	-0.0
	Vento -X	0.6	-7.2	-0.3	-3.7	-0.2	0.0
	Vento +Y	0.4	-0.0	3.7	-0.0	1.9	0.0
	Vento -Y	-0.4	0.0	-3.7	0.0	-1.9	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 185 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P2	Peso próprio	224.3	-0.5	-12.9	-0.0	164.2	-0.0
	Cargas permanentes	75.3	-0.9	0.2	-1.2	37.5	-0.0
	Sobrecarga	102.8	-0.1	-7.5	0.1	111.5	-0.0
	Vento +X	-0.0	7.2	-0.0	3.1	-0.0	-0.0
	Vento -X	0.0	-7.2	0.0	-3.1	0.0	0.0
	Vento +Y	0.5	-0.0	3.7	-0.0	1.9	0.0
	Vento -Y	-0.5	0.0	-3.7	0.0	-1.9	0.0
P3	Peso próprio	118.0	-4.5	-9.9	93.4	62.2	-0.0
	Cargas permanentes	60.6	-1.5	-0.7	13.1	44.9	-0.0
	Sobrecarga	46.5	-2.6	-5.1	59.0	39.1	-0.0
	Vento +X	0.6	7.2	-0.3	3.7	-0.2	-0.0
	Vento -X	-0.6	-7.2	0.3	-3.7	0.2	0.0
	Vento +Y	0.4	-0.0	3.7	-0.0	1.9	0.0
	Vento -Y	-0.4	0.0	-3.7	0.0	-1.9	0.0
P4	Peso próprio	214.1	7.5	-4.1	-215.9	-12.3	-0.0
	Cargas permanentes	110.5	0.7	2.3	-51.1	2.8	-0.0
	Sobrecarga	100.9	5.6	-1.7	-146.7	-8.6	-0.0
	Vento +X	-0.7	7.0	0.3	3.6	0.2	-0.0
	Vento -X	0.7	-7.0	-0.3	-3.6	-0.2	0.0
	Vento +Y	-0.1	-0.0	3.7	-0.0	1.7	0.0
	Vento -Y	0.1	0.0	-3.7	0.0	-1.7	0.0
P5	Peso próprio	406.6	-1.7	-6.4	-1.1	10.3	-0.0
	Cargas permanentes	106.4	-1.4	1.6	-1.7	5.8	-0.0
	Sobrecarga	218.3	-0.7	-3.0	-0.6	5.5	-0.0
	Vento +X	0.0	7.0	-0.0	3.0	-0.0	-0.0
	Vento -X	-0.0	-7.0	0.0	-3.0	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.4	-0.0	3.7	-0.0	1.7	0.0
	Vento -Y	0.4	0.0	-3.7	0.0	-1.7	0.0
P6	Peso próprio	210.4	-10.8	-6.7	213.9	-12.7	-0.0
	Cargas permanentes	109.1	-3.5	1.1	48.3	2.8	-0.0
	Sobrecarga	100.0	-6.9	-3.1	145.6	-9.5	-0.0
	Vento +X	0.7	7.0	-0.3	3.6	-0.2	-0.0
	Vento -X	-0.7	-7.0	0.3	-3.6	0.2	0.0
	Vento +Y	-0.1	-0.0	3.7	-0.0	1.7	0.0
	Vento -Y	0.1	0.0	-3.7	0.0	-1.7	0.0
P7	Peso próprio	88.9	-2.4	-3.5	-10.9	-25.7	-0.0
	Cargas permanentes	64.4	-1.7	3.8	-6.6	-30.7	-0.0
	Sobrecarga	25.0	-1.0	-1.3	-6.8	-18.3	-0.0
	Vento +X	-3.3	6.7	0.3	3.3	0.2	-0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 186 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento -X	3.3	-6.7	-0.3	-3.3	-0.2	0.0
	Vento +Y	0.0	-0.0	3.7	-0.0	1.7	0.0
	Vento -Y	-0.0	0.0	-3.7	0.0	-1.7	0.0
P8	Peso próprio	146.1	0.1	-1.9	-42.2	29.6	-0.0
	Cargas permanentes	73.9	-0.1	-0.1	-17.5	34.5	-0.0
	Sobrecarga	69.1	0.1	-0.9	-28.1	14.4	-0.0
	Vento +X	3.0	1.2	0.1	1.6	0.0	0.0
	Vento -X	-3.0	-1.2	-0.1	-1.6	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.1	0.0	1.0	-0.0	0.5	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-1.0	0.0	-0.5	0.0
P9	Peso próprio	267.7	0.0	-2.4	-39.7	41.2	-0.0
	Cargas permanentes	121.7	-0.2	-0.5	-13.3	47.9	-0.0
	Sobrecarga	123.8	0.1	-1.2	-22.8	24.1	-0.0
	Vento +X	0.3	1.2	0.0	1.1	0.0	0.0
	Vento -X	-0.3	-1.2	-0.0	-1.1	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.1	0.0	1.0	0.0	0.5	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-1.0	-0.0	-0.5	0.0
P10	Peso próprio	309.4	-0.6	-2.9	2.9	55.4	-0.0
	Cargas permanentes	115.9	-0.3	-0.1	-1.1	26.3	-0.0
	Sobrecarga	145.2	-0.2	-1.5	-1.7	33.7	-0.0
	Vento +X	-0.8	1.2	-0.0	1.0	-0.0	0.0
	Vento -X	0.8	-1.2	0.0	-1.0	0.0	0.0
	Vento +Y	0.1	0.0	1.0	-0.0	0.5	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-1.0	0.0	-0.5	0.0
P11	Peso próprio	186.6	-6.3	-6.6	80.6	-15.4	-0.0
	Cargas permanentes	124.4	-3.6	1.0	36.8	5.4	-0.0
	Sobrecarga	73.1	-3.6	-3.1	54.8	-8.6	-0.0
	Vento +X	0.9	6.7	-0.3	3.3	-0.2	-0.0
	Vento -X	-0.9	-6.7	0.3	-3.3	0.2	0.0
	Vento +Y	0.1	-0.0	3.7	-0.0	1.7	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-3.7	0.0	-1.7	0.0
P12	Peso próprio	82.0	-3.7	-4.2	-6.5	-8.5	-0.0
	Cargas permanentes	37.8	-2.4	2.5	-2.9	-0.4	-0.0
	Sobrecarga	18.8	-1.7	-1.9	-4.0	-4.0	-0.0
	Vento +X	-3.3	6.5	0.3	3.1	0.2	-0.0
	Vento -X	3.3	-6.5	-0.3	-3.1	-0.2	0.0
	Vento +Y	0.1	0.0	3.7	0.0	1.7	0.0
	Vento -Y	-0.1	-0.0	-3.7	0.0	-1.7	0.0
P13	Peso próprio	201.8	-0.3	-0.8	-33.4	-24.0	-0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 187 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Cargas permanentes	137.4	0.0	0.7	-35.1	-5.3	-0.0
	Sobrecarga	75.1	-0.1	-0.3	-17.0	-14.5	-0.0
	Vento +X	2.7	1.2	0.1	1.5	0.1	0.0
	Vento -X	-2.7	-1.2	-0.1	-1.5	-0.1	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	1.0	-0.0	0.6	0.0
	Vento -Y	-0.0	-0.0	-1.0	0.0	-0.6	0.0
P14	Peso próprio	390.0	-0.8	-0.5	4.0	-44.9	-0.0
	Cargas permanentes	215.5	-0.6	1.4	10.9	-37.8	-0.0
	Sobrecarga	144.4	-0.3	-0.1	-0.2	-28.1	-0.0
	Vento +X	0.0	1.2	0.0	1.1	0.0	0.0
	Vento -X	-0.0	-1.2	-0.0	-1.1	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	1.0	0.0	0.7	0.0
	Vento -Y	-0.0	-0.0	-1.0	-0.0	-0.7	0.0
P15	Peso próprio	424.4	-1.3	-0.4	39.0	-58.6	-0.0
	Cargas permanentes	174.1	-1.0	1.4	40.7	-42.6	-0.0
	Sobrecarga	167.0	-0.6	0.0	20.0	-37.1	-0.0
	Vento +X	0.1	1.2	-0.0	0.7	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.1	-1.2	0.0	-0.7	0.0	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	1.0	0.0	0.6	0.0
	Vento -Y	-0.0	-0.0	-1.0	-0.0	-0.6	0.0
P16	Peso próprio	214.0	-4.4	-6.2	9.4	-24.2	-0.0
	Cargas permanentes	122.4	-2.6	2.4	2.3	-26.7	-0.0
	Sobrecarga	72.0	-2.3	-2.8	9.4	-14.7	-0.0
	Vento +X	0.3	6.5	-0.3	4.4	-0.2	-0.0
	Vento -X	-0.3	-6.5	0.3	-4.4	0.2	0.0
	Vento +Y	-0.0	0.0	3.7	0.0	1.8	0.0
	Vento -Y	0.0	-0.0	-3.7	-0.0	-1.8	0.0
P17	Peso próprio	122.7	-0.6	-0.6	-21.5	-30.7	-0.0
	Cargas permanentes	77.0	-0.2	1.5	-21.5	-41.7	-0.0
	Sobrecarga	45.5	-0.3	-0.2	-10.9	-19.5	-0.0
	Vento +X	0.7	1.2	0.1	0.8	0.2	0.0
	Vento -X	-0.7	-1.2	-0.1	-0.8	-0.2	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	1.0	0.0	0.7	0.0
	Vento -Y	-0.0	-0.0	-1.0	-0.0	-0.7	0.0
P18	Peso próprio	209.7	-0.7	-0.7	-13.9	-35.4	-0.0
	Cargas permanentes	107.5	-0.4	1.3	-10.0	-34.3	-0.0
	Sobrecarga	76.7	-0.3	-0.2	-10.4	-24.1	-0.0
	Vento +X	0.0	1.2	0.0	1.0	-0.1	0.0
	Vento -X	-0.0	-1.2	-0.0	-1.0	0.1	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 188 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento +Y	0.0	0.0	1.0	-0.0	0.6	0.0
	Vento -Y	-0.0	-0.0	-1.0	0.0	-0.6	0.0
P19	Peso próprio	241.3	-0.9	-0.5	-2.9	-54.2	-0.0
	Cargas permanentes	98.7	-0.6	0.9	7.6	-21.3	-0.0
	Sobrecarga	92.0	-0.4	0.1	-2.5	-39.3	-0.0
	Vento +X	-0.2	1.2	-0.0	1.0	0.1	0.0
	Vento -X	0.2	-1.2	0.0	-1.0	-0.1	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	1.0	0.0	0.6	0.0
	Vento -Y	-0.0	-0.0	-1.0	-0.0	-0.6	0.0
P20	Peso próprio	117.9	-1.6	-1.1	48.5	-36.5	-0.0
	Cargas permanentes	71.7	-0.9	0.8	25.1	-23.2	-0.0
	Sobrecarga	42.9	-0.8	-0.5	29.6	-19.3	-0.0
	Vento +X	0.1	1.2	-0.1	0.6	-0.1	0.0
	Vento -X	-0.1	-1.2	0.1	-0.6	0.1	0.0
	Vento +Y	1.8	0.0	1.0	-0.0	1.0	0.0
	Vento -Y	-1.8	-0.0	-1.0	0.0	-1.0	0.0
P21	Peso próprio	56.6	-4.5	-3.4	-16.6	-28.5	-0.0
	Cargas permanentes	19.4	-3.0	2.2	-0.9	6.1	-0.0
	Sobrecarga	10.7	-2.1	-1.5	-7.6	-14.3	-0.0
	Vento +X	-1.3	6.3	0.3	2.9	0.2	-0.0
	Vento -X	1.3	-6.3	-0.3	-2.9	-0.2	0.0
	Vento +Y	-0.6	0.0	3.7	0.1	1.9	0.0
	Vento -Y	0.6	-0.0	-3.7	-0.1	-1.9	0.0
P22	Peso próprio	38.4	-5.0	-5.5	-3.7	-8.9	-0.0
	Cargas permanentes	14.9	-2.9	1.8	-3.3	0.8	-0.0
	Sobrecarga	3.3	-2.4	-2.6	-2.2	-4.8	-0.0
	Vento +X	0.0	6.3	-0.0	2.7	-0.0	-0.0
	Vento -X	-0.0	-6.3	0.0	-2.7	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.4	0.0	3.6	0.0	3.0	0.0
	Vento -Y	0.4	-0.0	-3.6	0.0	-3.0	0.0
P23	Peso próprio	29.4	-5.6	-6.9	10.6	-7.5	-0.0
	Cargas permanentes	6.7	-2.9	1.1	-3.0	3.6	-0.0
	Sobrecarga	1.5	-2.6	-3.3	2.0	-4.2	-0.0
	Vento +X	0.8	6.3	-0.3	2.9	-0.2	-0.0
	Vento -X	-0.8	-6.3	0.3	-2.9	0.2	0.0
	Vento +Y	-2.1	0.0	3.7	-0.0	2.0	0.0
	Vento -Y	2.1	-0.0	-3.7	0.0	-2.0	0.0

8.3.2 Dimensionamento Geotécnico da Estaca

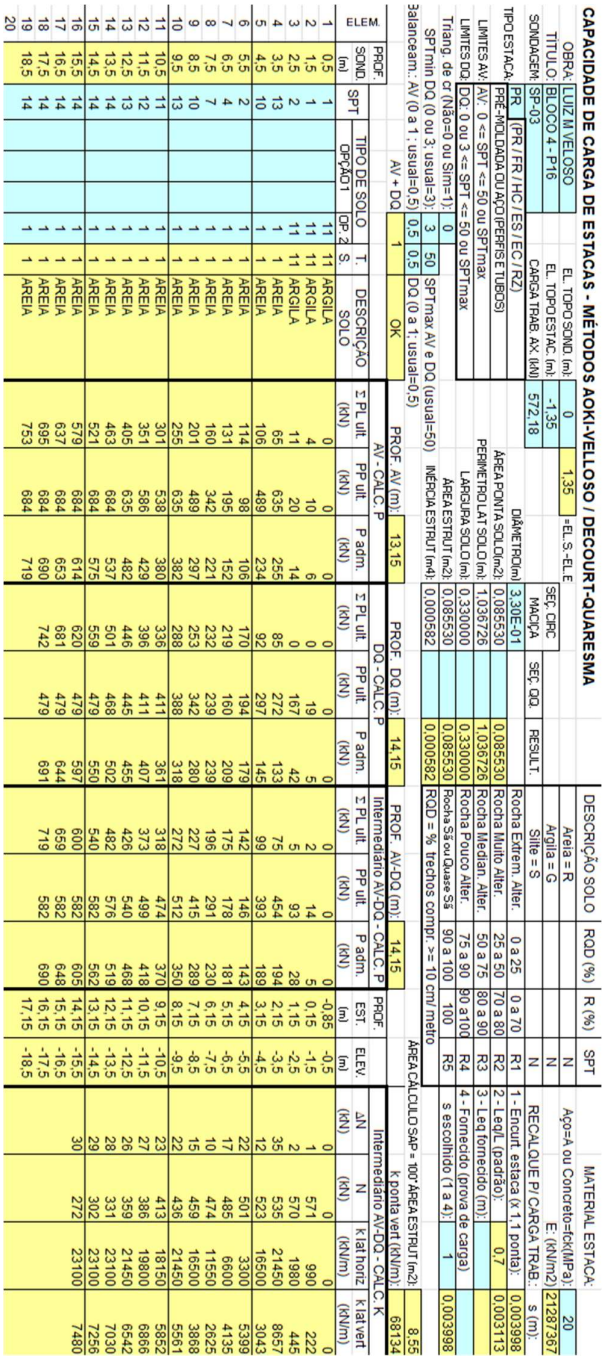
2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 189 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Os comprimentos das estacas serão feitos pelos métodos de Aoki-Veloso e Décourt-Quaresma considerando o atrito lateral e a resistência de ponta da estaca. A estaca utilizada é do tipo pré-moldada protendida com diâmetro de 33 cm. Foram considerados fatores de segurança conforme a NBR 6122. A seguir serão apresentados os cálculos do comprimento das estacas para cada tipo de bloco, considerando a carga máxima de trabalho de 572,18 kN.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 190 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



CAPACIDADE DE CARGA DE ESTACAS - MÉTODOS AOKI-VELLOSO / DECOURT-QUARESMA

OBRA: LUIZ M VELOSO — EL. TOPO SOND. (m): 0 — +EL.S.-EL.E: 1,35
TÍTULO: BLOCO 4 - P16 — EL. TOPO ESTAC. (m): -1,35
SONDAGEM: SP-03 — CARGA TRAB. AX. (kN): 572,18

TIPO ESTACA: PR (PR / FR / HC / ES / EC / RZ) — PRÉ-MOLDADA CU AÇO (PERFIS E TUBOS)
LIMITES AV: AV: 0 <= SPT <= 50 ou SPTmax
LIMITES DQ: DQ: 0 ou 3 <= SPT <= 50 ou SPTmax
Triang. de Cr (Não=0 ou Sim=1): 0
SPTmin DQ (0 ou 3; usual=3): 3 — SPTmax AV e DQ (usual=50): 50
Balanceam.: AV (0 a 1 ; usual=0,5): 0,5 — DQ (0 a 1; usual=0,5): 0,5
AV + DQ: 1 — OK

DIÂMETRO(m): 3,30E-01
ÁREA PONTA SOLO(m2): 0,085530
PERÍMETRO LAT SOLO(m): 1,036726
LARGURA SOLO(m): 0,330000
ÁREA ESTRUT (m2): 0,085530
INÉRCIA ESTRUT (m4): 0,000582

SEÇ. CIRC. MACIÇA	SEÇ. QIQ.	RESULT.
		0,085530
		1,036726
		0,330000
		0,085530
		0,000582

DESCRIÇÃO SOLO: Areia = R; Argila = C; Silte = S

RQD (%)	R (%)	SPT
Rocha Extrem. Alter.	0 a 25	0 a 70	N
Rocha Muito Alter.	25 a 50	70 a 80	N
Rocha Median. Alter.	50 a 75	80 a 90	N
Rocha Pouco Alter.	75 a 90	90 a100	N
Rocha Sã ou Quase Sã	90 a 100	100	N
RQD = % trechos compr. >= 10 cm/ metro			

MATERIAL ESTACA: Aço=A ou Concreto=fck(MPa): 20 — E: (kN/m2): 21287367
RECALQUE P/ CARGA TRAB.: s (m): 0,003998
1 - Encurt. estaca (x 1,1 ponta): 0,003998
2 - Legis. (padrão): 0,7 — 0,003113
3 - Leq fornecido (m):
4 - Fornecido (prova de carga): 1 — 0,003998
s escolhido (1 a 4):
ÁREA CÁLCULO SAP = 900 ÁREA ESTRUT (m2): 8,55
k ponta vert (kN/m): 68134

PROF.	ELEM.	PROF.	TIPO DE SOLO				AV - CALC. P					DQ - CALC. P					Intermediário AV-DQ - CALC. P					Intermediário AV-DQ - CALC. K				
		SOND.	SPT	OPÇÃO1	DP. 2	T. S.	DESCRIÇÃO SOLO	Σ PL ult. (kN)	PP ult. (kN)	P adm. (kN)	PROF. AV (m): 13,15	Σ PL ult. (kN)	PP ult. (kN)	P adm. (kN)	PROF. DQ (m): 14,15	Σ PL ult. (kN)	PP ult. (kN)	P adm. (kN)	PROF. AV-DQ (m): 14,15	PROF. (m)	ELEV. (m)	ΔN (kN)	N (kN)	k lat horiz (kN/m)	k lat vert (kN/m)
1	0,5	1		11	11	ARGILA	0	0	0		0	0	0		0	0	0		-0,85	-0,5	0	0	0	0
2	1,5	1		11	11	ARGILA	4	10	6		0	0	19	5	2	14	5	0,15	-1,5	1	571	990	222	
3	2,5	2		11	11	ARGILA	11	20	14		0	0	167	42	5	93	28	1,15	-2,5	2	570	1980	445	
4	3,5	13		1	1	AREIA	65	635	255		85	272	133	454	75	393	194	2,15	-3,5	35	535	21450	8657	
5	4,5	10		1	1	AREIA	106	489	234		92	297	145	393	99	512	350	8,15	-4,5	12	523	16500	3043	
6	5,5	2		1	1	AREIA	114	98	106		170	194	179	146	142	146	143	4,15	-5,5	22	501	3300	5309	
7	6,5	4		1	1	AREIA	131	195	152		219	160	209	178	175	178	181	5,15	-6,5	17	485	6600	4135	
8	7,5	7		1	1	AREIA	160	342	221		232	239	239	291	196	230	291	6,15	-7,5	10	474	11550	2625	
9	8,5	10		1	1	AREIA	201	489	297		253	342	280	415	227	289	415	7,15	-8,5	15	459	16500	3868	
10	9,5	13		1	1	AREIA	255	635	382		288	388	318	512	272	350	512	8,15	-9,5	22	436	21450	5561	
11	10,5	11		1	1	AREIA	301	538	380		336	411	361	474	318	370	474	9,15	-10,5	23	413	18150	5862	
12	11,5	12		1	1	AREIA	351	586	429		396	411	407	499	373	418	499	10,15	-11,5	27	388	19800	6866	
13	12,5	13		1	1	AREIA	405	635	482		446	445	455	540	426	468	540	11,15	-12,5	26	359	21450	6542	
14	13,5	14		1	1	AREIA	463	684	537		501	468	502	582	482	519	576	12,15	-13,5	28	331	23100	7030	
15	14,5	14		1	1	AREIA	521	684	575		559	479	550	582	540	562	582	13,15	-14,5	29	302	23100	7256	
16	15,5	14		1	1	AREIA	579	684	614		620	479	597	582	600	605	582	14,15	-15,5	30	272	23100	7480	
17	16,5	14		1	1	AREIA	637	684	653		681	479	644	582	659	648	582	15,15	-16,5					
18	17,5	14		1	1	AREIA	695	684	690		742	479	691	582	719	690	582	16,15	-17,5					
19	18,5	14		1	1	AREIA	753	684	719									17,15	-18,5					
20																								

De acordo com os cálculos apresentados será considerado, pelos métodos de Aoki-Veloso e Décourt-Quaresma, será considerada a estaca com 15,50 m de comprimento.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 191 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

8.3.2 Dimensionamento dos Bloco

a) Bloco de 1 Estaca

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

40.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *40.0* cm

2.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Estribos xz	10.0	220.0	✓
Estribos yz	10.0	220.0	✓
Estribos xy	**10.0**	**73.3**	✓

3.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

10.0 mm ≥ 5.0 mm ✓

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Estribos xz	**10.0**	✓
Estribos yz	10.0	✓
Estribos xy	10.0	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 192 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

4.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 10.0 mm** ✓

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

5.- TIRANTES

Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

EN 1992-1-1:2004, 6.5.3(3).- A armadura necessária para resistir às forças nos nós de concentração de esforços poderá ser distribuída ao longo de um determinado comprimento (ver a Figura 6.25 a) e b)). Quando a armadura na zona dos nós se desenvolve numa extensão considerável de um elemento, deverá ser distribuída na zona em que as isostáticas de compressão são curvas (tirantes e escoras). A força de tração T poderá ser obtida pelas expressões:

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X).

$A_s \cdot f_{yd} \geq T$ **136.52 kN ≥ 0.00 kN** ✓

a) no caso de regiões de descontinuidade parcial (b ≤ Altura do bloco), ver a Figura 6.25 a:

T : *0.00* kN

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 193 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

$$T = \frac{1}{4}\frac{b-a}{b}\cdot F$$

F	: *350.05* kN
Dimensão do pilar	: *300.0* mm
Dimensão da estaca	: *300.0* mm
b	: *300.0* mm
a	: *300.0* mm
Altura do bloco	: *400.0* mm
h	: *300.0* mm

6.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(-X)	900.00	501,48	✓

b) Bloco de 2 Estacas

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

95.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *95.0* cm

2.- CONCEITUAÇÃO

Blocos são estruturas de volume usadas para transmitir às estacas e aos tubulões as cargas de fundação, podendo ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.1).

22.6.1 - Quando se verifica a expressão a seguir, nas duas direções, a sapata é considerada rígida. Caso contrário, a sapata é considerada flexível:

$h \geq (a - a_p)/3$

950.0 mm ≥ 416.7 mm ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 194 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Onde:

h: Altura da sapata. **h** : *950.0* mm

a: Dimensão da sapata em uma determinada direção. **a** : *1550.0* mm

a_p: Dimensão do pilar na mesma direção. **a_p** : *300.0* mm

3.- ARMADURA DE SUSPENSÃO

Se for prevista armadura de distribuição para mais de 25 % dos esforços totais ou se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada. (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.3). Se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada (ABNT NBR 6118:2014, 22.5.4.1.3).

Espaçamento : *750.0* mm

3 vezes o diâmetro da estaca : *900.0* mm

Diâmetro da estaca : *300.0* mm

4.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Viga - Armadura inferior	10.0	75.6	✓
Viga - Armadura superior	10.0	75.6	✓
Viga - Estribos horizontais	12.5	76.4	✓
Viga - Estribos verticais	**12.5**	**42.0**	✓

5.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

12.5 mm ≥ 5.0 mm ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 195 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Viga - Estribos horizontais	**12.5**	✓
Viga - Estribos verticais	12.5	✓

6.- ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO

Para controlar a fissuração, deve ser prevista armadura positiva adicional, independente da armadura principal de flexão, em malha uniformemente distribuída em duas direções para 20% dos esforços totais (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.2).

307.17 kN ≥ 162.09 kN ✓

Armadura adicional : *706.5* mm²
Esforços totais : *810.47* kN
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. f_{yd} : *434.78* Mpa

7.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 12.5 mm** ✓

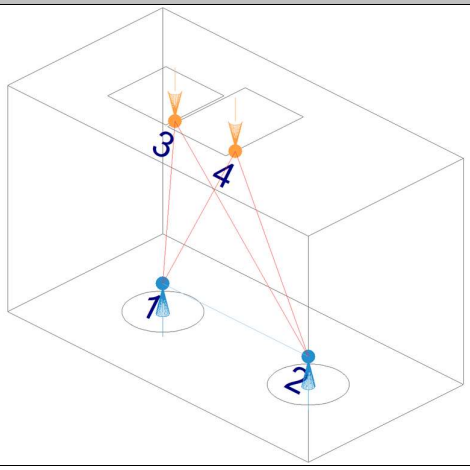
A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 196 / 316

8.- COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NECESSÁRIO

Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"



Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 515.48	P1 = 266.63
R2 = 291.70	P2 = 540.56

As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades.
Deve ser garantida a ancoragem das armaduras de cada uma dessas faixas, sobre as estacas, medida a partir da face das estacas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).
O comprimento de ancoragem necessário pode ser calculado por (ABNT NBR 6118:2014, 9.4.2.5):

$$l_{b,disp} \geq l_{b,nec}$$ **497.5 mm ≥ 178.9 mm** ✓

Onde:

$$l_{b,nec} = \alpha \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,min}$$ **$l_{b,nec}$** : *178.9* mm

α = 1 para barras sem gancho.
α = 0.7 para barras tracionadas com gancho, com cobrimento no plano normal ao do gancho ≥ 3Ø

α : *1.0*

l_b é calculado conforme 9.4.2.4:

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \geq 25 \cdot \phi$$ **l_b** : *333.4* mm

Ø: Diâmetro da barra ancorada. **Ø** : *10.0* mm
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
f_{bd}: Resistência de aderência de cálculo entre armadura e concreto na ancoragem de armaduras passivas (ABNT NBR 6118:2014, 9.3.2.1): **f_{bd}** : *3.26* MPa

$$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ctd}$$

η_1 = 1.0 para barras lisas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 1.4 para barras entalhadas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 2.25 para barras nervuradas (ver Tabela 8.3).

η_1 : *2.25*

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 197 / 316

η_2 = 1.0 para situações de boa aderência (ver 9.3.1).
η_2 = 0.7 para situações de má aderência (ver 9.3.1).

η_2 : *1.0*

η_3 = 1.0 para Ø < 32 mm.
η_3 = (132 - Ø)/100 , para Ø ≥ 32 mm.

η_3 : *1.0*

f_{ctd}: Resistência à tração do concreto. **f_{ctd}** : *1.45* MPa

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$f_{ctk,inf} = 0.7 \cdot f_{ct,m}$$ **$f_{ctk,inf}$** : *2.03*

$f_{ct,m}$: Resistencia média a tração do concreto. **$f_{ct,m}$** : *2.90* MPa

- para concretos de classes até C50:

$$f_{ct,m} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

- para concreto de classes de C55 até C90:

$$f_{ct,m} = 2.12 \cdot \ln(1 + 0.11 \cdot f_{ck})$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

$A_{s,calc}$: *379.0* mm²

$A_{s,ef}$: *706.5* mm²

$l_{b,min}$: Maior valor entre 0,3 l_b, 10Ø e 100 mm. **$l_{b,min}$** : *100.0* MPa

Tirante	Ø (mm)	l_b (mm)	$l_{b,disp}$ (mm)	$l_{b,nec}$ (mm)	Passa
1 - 2	**10.0**	**333.4**	**497.5**	**178.9**	✓

9.- ÂNGULO DE INCLINAÇÃO

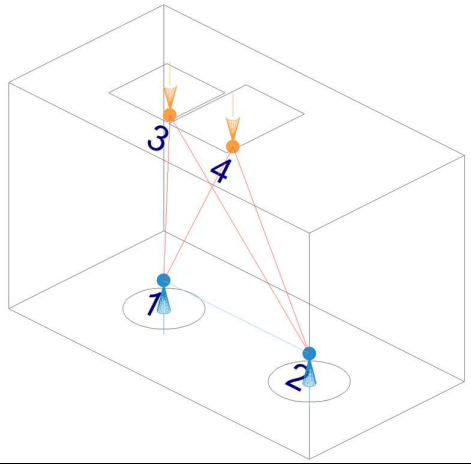
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "PP+CP+1.4·V(-X)"

Elemento: 3 - 2

Nó inicial	Nó final
3	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 307.70	P1 = 152.48
R2 = 152.59	P2 = 307.81

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 198 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



As bielas inclinadas devem ter ângulo de inclinação cuja tangente esteja entre 0.57 e 2 em relação ao eixo da armadura longitudinal do elemento estrutural (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.1).

$0.57 \leq tg\theta$ **0.57 ≤ 0.99** ✓

Onde:

θ: Ângulo de inclinação. **θ** : *44.58* °

Biela	θ (°)	tgθ	Passa
3 - 1	87.42	> 2	✓
3 - 2	**44.58**	**0.99**	✓
4 - 1	63.29	1.99	✓
4 - 2	60.89	1.80	✓

10.- TIRANTES

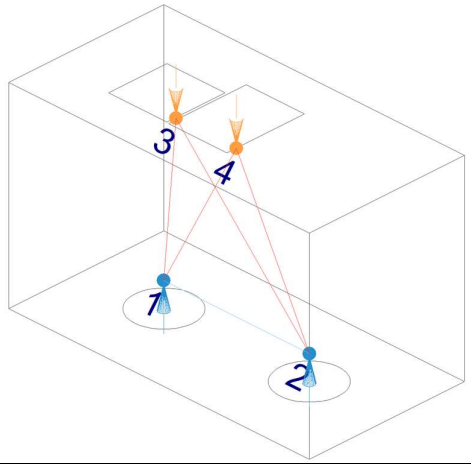
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"

Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 515.48	P1 = 266.63
R2 = 291.70	P2 = 540.56

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 199 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).
A armadura de flexão deve ser disposta essencialmente (mais de 85%) nas faixas definidas pelas estacas, em proporções de equilíbrio das respectivas bielas. As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

$A_s \cdot f_{yd} \geq R_{Sd}$ **307.17 kN ≥ 164.78 kN** ✓

Onde:

A_s: Área da seção transversal da armadura longitudinal de tração. **A_s** : *706.5* mm²
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
R_{sd}: Força de tração de cálculo na armadura. **R_{sd}** : *164.78* kN

Tirante	A_s (mm²)	f_{yd} (MPa)	R_{sd} (kN)	η	Passa
1 - 2	**706.5**	**434.78**	**164.78**	**0.536**	✓

11.- BIELAS DE COMPRESSÃO

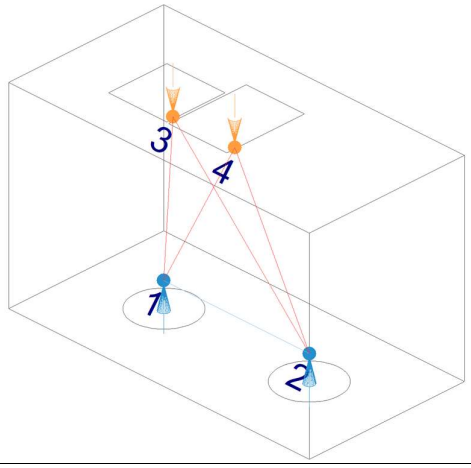
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 4 - 1

Nó inicial	Nó final
4	1
Reações (kN)	**Solicitações (kN)**
R1 = 525.31	P1 = 263.27
R2 = 281.15	P2 = 543.20

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 200 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

$$A_c \cdot f_{cd3} \geq R_{cd}$$ **848.70 kN ≥ 313.64 kN** ✓

Onde:

R_{cd}: Carga transmitida do pilar para as estacas essencialmente por bielas de compressão. **R_{cd}** : *313.64* kN

A_c: Área da seção transversal de concreto. **A_c** : *62496.4* mm²

f_{cd3}: Bielas atravessadas por tirante único, ou nós CCT (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.2). **f_{cd3}** : *13.58* MPa

$$f_{cd3} = 0.72 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd}$$

$$\alpha_{v2} = (1 - f_{ck}/250)$$ **α_{v2}** : *0.88*

f_{cd}: Resistência de cálculo à compressão do concreto. **f_{cd}** : *21.43* MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

Biela	A_c (mm²)	$A_c \cdot f_{cd3}$ (kN)	R_{cd} (kN)	η	Passa
3 - 1	70169.7	952.90	247.15	0.259	✓
3 - 2	49909.2	677.77	23.49	0.035	✓
4 - 1	**62496.4**	**848.70**	**313.64**	**0.370**	✓
4 - 2	61782.3	839.00	301.06	0.359	✓

12.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 201 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(+X)	900.00	572,18	✓

13.- ARMADURA LATERAL E SUPERIOR

Em blocos com duas ou mais estacas em uma única linha, é obrigatória a colocação de armaduras laterais e superior (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.5). ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 202 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

9. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR – BLOCO 5

9.1 Modelo Estrutural

O dimensionamento das peças estruturais foi feito seguindo as recomendações das normas da ABNT. Foram considerados os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS).

Para a análise estrutural e obtenção dos esforços solicitantes dos elementos estruturais de concreto armado foi utilizado o software CypeCAD no dimensionamento.

As figuras 15 e 16 apresentam os modelos conforme modelagem no CypeCAD.

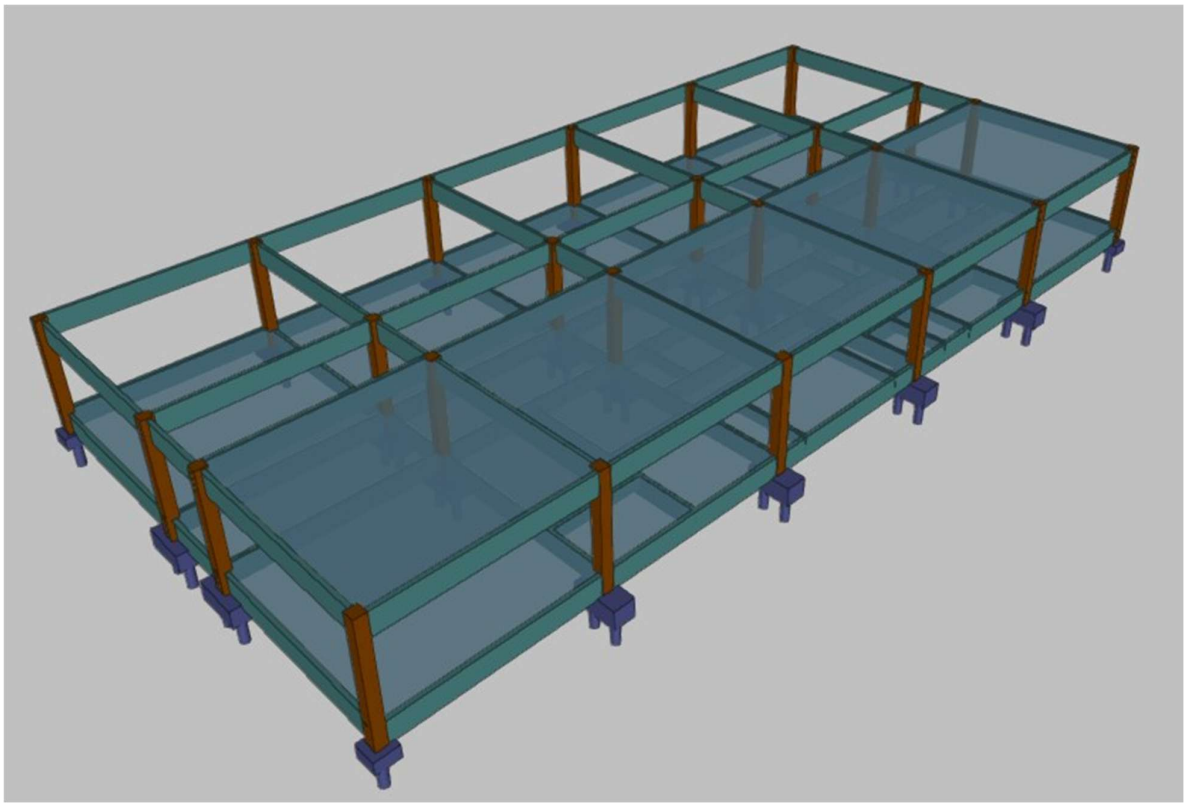


Figura 15 – Prédio Escolar Bloco 5 – Modelo estrutural 3D vista 1

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 203 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

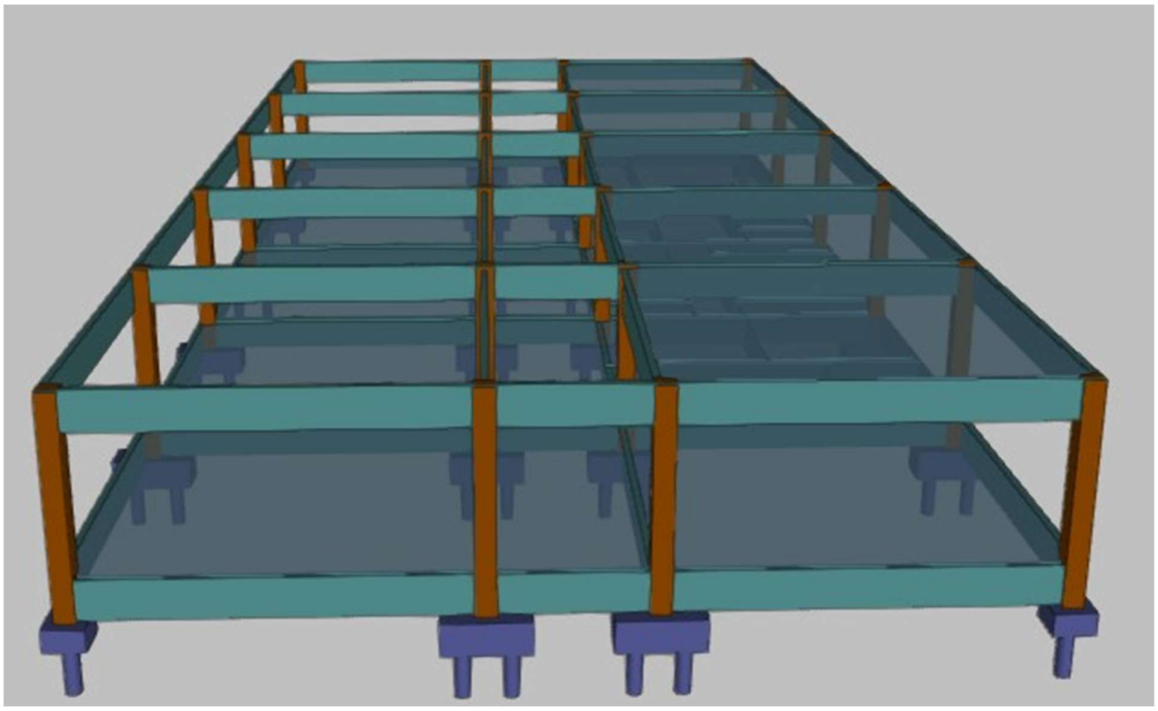


Figura 16 – Prédio Escolar Bloco 5 – Modelo estrutural 3D vista 2

9.1.1 Carregamentos

A será submetida ao peso próprio, cargas permanentes, sobrecargas e cargas de vento.

a) Cargas Permanentes

- Peso próprio calculado eletronicamente.
- Revestimento $1{,}00\ kN/m^2$.
- Alvenaria.
- Cobertura metálica.

b) Sobrecarga

Sobrecarga laje de piso 3,00 kN/m².

Sobrecarga laje de cobertura 1,00 kN/m²

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 204 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

9.1.2 Combinações

As combinações de ações de ações usadas no cálculo foram de acordo com NBR 8691:2004.

9.2 Resultados do Dimensionamento

9.2.1 Verificações E.L.U – Vigas e Pilares

a) Pilares

P1

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	18.3	22.0	22.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	95.7	-16.7	21.4	-18.5	11.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	18.3	29.5	29.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	111.1	16.7	-30.5	-18.5	11.9	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.9	13.1	99.9	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	300.0	-3.7	18.9	-142.7	176.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.1	12.6	97.1	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	300.1	-1.9	17.5	-142.7	176.1	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	37.7	12.6	37.7	AP, SCU, V(4)	Q	301.0	-1.9	8.6	-147.6	176.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	300.1	-1.9	17.5	-142.7	176.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P2

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	7.2	9.2	9.2	AP, V(2)	Q	68.2	-8.0	-10.4	6.4	5.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	66.4	-8.2	-10.4	6.2	5.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	7.2	6.9	7.2	AP, V(2)	Q,N,M	83.6	8.1	7.5	6.4	5.8	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	84.5	14.2	84.5	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	362.0	-17.1	-2.4	174.0	338.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	79.2	13.3	79.2	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	362.0	-13.7	-0.6	174.0	338.6	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	63.0	13.3	63.0	AP, SCU, V(5)	Q	362.5	-9.8	-0.6	174.0	341.0	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	362.0	-13.7	-0.6	174.0	338.6	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P3

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	26.2	27.7	27.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	224.4	-28.4	29.4	-24.0	20.3	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 205 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	26.2	32.8	32.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	239.8	28.4	-37.9	-24.0	20.3	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.8	22.8	99.8	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	592.5	-12.5	23.0	-220.3	274.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.5	21.9	97.5	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	592.6	-9.8	20.8	-220.3	274.4	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	58.1	21.9	58.1	AP, SCU, V(2)	Q	591.4	-16.0	11.9	-224.9	274.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	592.6	-9.8	20.8	-220.3	274.4	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P4

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	30.7	44.9	44.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	171.4	-36.0	-39.8	26.6	25.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	30.7	39.4	39.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	186.8	35.9	34.6	26.6	25.7	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.7	16.0	99.7	AP, SCU, V(2)	Q	445.3	-12.0	-0.7	229.3	180.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	444.3	-12.0	-9.6	224.5	180.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	99.7	15.7	99.7	AP, SCU, V(2)	Q	445.3	-12.0	1.6	229.3	180.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	444.4	-12.0	-7.3	224.5	180.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	47.8	15.7	47.8	AP, SCU, V(2)	Q	445.3	-12.0	1.6	229.3	180.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	444.4	-12.0	-7.3	224.5	180.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P5

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	9.0	7.3	9.0	AP, SCU, V(2)	Q	141.4	3.5	10.5	-10.8	-2.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	142.7	3.6	10.5	-10.6	-2.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	9.0	11.3	11.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	156.7	-3.5	-19.7	-10.8	-2.5	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	92.7	23.4	92.7	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	559.9	6.3	31.9	-438.9	-13.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	89.1	22.3	89.1	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	560.0	6.2	27.5	-438.9	-13.7	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	73.1	22.3	73.1	AP, SCU, V(3)	Q	560.9	6.2	18.7	-443.8	-13.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	560.0	6.2	27.5	-438.9	-13.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P6

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	5.1	16.6	16.6	AP, SCU, V(2)	Q	5.3	1.9	-10.0	5.9	-1.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	0.0	1.9	-9.6	5.1	-1.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.1	7.3	7.3	AP, SCU, V(2)	Q	20.7	-1.9	6.7	5.9	-1.3	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 206 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
								AP, SCU, V(4)	N,M	13.0	-1.3	6.2	5.0	-1.0	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.0	21.3	97.0	AP, SCU, V(5)	Q,N,M	572.0	4.5	-22.2	415.6	-28.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	91.9	20.3	91.9	AP, SCU, V(3)	Q	570.9	4.2	-15.4	420.3	-28.5	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	572.1	4.2	-18.1	415.6	-28.5	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	69.3	20.3	69.3	AP, SCU, V(3)	Q	570.9	4.2	-15.4	420.3	-28.5	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	572.1	4.2	-18.1	415.6	-28.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P7

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	29.2	26.3	29.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	425.5	8.2	44.6	-34.9	-5.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	29.2	30.3	30.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	440.9	-8.2	-53.2	-34.9	-5.8	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.9	44.6	99.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	1211.6	32.7	31.5	-604.1	24.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	99.9	44.3	99.9	AP, SCU, V(2)	Q	1211.7	32.7	25.5	-604.1	24.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1212.3	-32.7	30.0	-601.8	23.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	99.9	44.3	99.9	AP, SCU, V(2)	Q	1211.7	32.7	25.5	-604.1	24.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1212.3	-32.7	30.0	-601.8	23.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P8

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	38.8	42.0	42.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	350.9	10.1	-67.6	46.5	-7.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	38.8	36.8	38.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	366.3	-10.0	62.4	46.5	-7.2	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.2	33.0	97.2	AP, SCU, V(2)	Q	926.1	-0.4	-25.0	581.2	-5.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	925.1	-0.4	-30.7	576.5	-5.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.2	31.9	97.2	AP, SCU, V(2)	Q	926.1	-0.4	-25.0	581.2	-5.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	925.7	-2.6	-25.0	578.9	-6.8	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	96.1	31.9	96.1	AP, SCU, V(2)	Q	926.1	-0.4	-25.0	581.2	-5.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	925.7	-2.6	-25.0	578.9	-6.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P9

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	9.1	6.8	9.1	AP, SCU, V(2)	Q	130.0	-0.9	10.7	-10.9	0.7	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 207 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
								AP, SCU, V(3)	N,M	131.3	-0.9	10.8	-10.8	0.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	9.1	10.7	10.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	145.4	0.9	-20.0	-10.9	0.7	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.8	21.8	99.8	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	534.1	5.1	28.5	-422.1	8.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	94.7	20.8	94.7	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	534.1	5.2	24.3	-422.1	8.0	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	70.3	20.8	70.3	AP, SCU, V(3)	Q	535.0	5.2	15.4	-427.0	8.0	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	534.1	5.2	24.3	-422.1	8.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P10

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	4.8	16.9	16.9	AP, SCU, V(2)	Q	2.2	-0.5	-9.7	5.8	0.4	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	-3.0	-0.5	-9.4	4.9	0.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	4.8	7.5	7.5	AP, SCU, V(2)	Q	17.6	0.5	6.4	5.8	0.4	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	10.8	0.3	6.1	4.9	0.3	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	94.9	21.0	94.9	AP, SCU, V(5)	Q,N,M	553.4	2.9	-23.6	392.9	1.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	88.0	20.1	88.0	AP, SCU, V(5)	Q,N,M	553.5	2.9	-19.7	392.9	1.6	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	65.4	20.1	65.4	AP, SCU, V(3)	Q	552.3	2.9	-14.9	397.5	1.6	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	553.5	2.9	-19.7	392.9	1.6	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P11

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	28.4	25.1	28.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	390.7	0.0	43.5	-34.1	0.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	28.4	28.1	28.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	406.1	0.0	-52.1	-34.1	0.0	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.6	40.4	99.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	1165.5	31.5	29.3	-610.8	-42.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	99.6	40.2	99.6	AP, SCU, V(2)	Q	1165.6	31.5	23.2	-610.8	-42.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1166.2	31.5	27.7	-608.5	-41.7	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	98.3	40.2	98.3	AP, SCU, V(2)	Q	1165.6	31.5	23.2	-610.8	-42.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1166.2	31.5	27.7	-608.5	-41.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P12

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	37.4	40.8	40.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	314.7	-1.4	-65.4	44.9	1.0	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 208 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	37.4	33.9	37.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	330.1	1.4	60.3	44.9	1.0	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.5	31.8	97.5	AP, SCU, V(2)	Q	918.2	2.1	-25.7	605.3	-52.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	917.3	2.1	-34.5	600.6	-52.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.5	30.6	97.5	AP, SCU, V(2)	Q	918.3	1.6	-24.8	605.3	-52.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	917.3	1.6	-28.5	600.6	-52.0	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	97.5	30.6	97.5	AP, SCU, V(2)	Q	918.3	1.6	-24.8	605.3	-52.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	917.3	1.6	-28.5	600.6	-52.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P13

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	9.1	6.8	9.1	AP, SCU, V(2)	Q	130.0	0.9	10.7	-10.9	-0.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	131.3	0.9	10.8	-10.8	-0.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	9.1	10.7	10.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	145.4	-0.9	-20.0	-10.9	-0.7	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.6	21.2	97.6	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	533.9	5.3	26.0	-424.8	5.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	91.8	20.2	91.8	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	534.0	5.3	21.8	-424.8	5.6	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	70.7	20.2	70.7	AP, SCU, V(3)	Q	534.9	14.4	12.9	-429.6	5.6	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	534.0	5.3	21.8	-424.8	5.6	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P14

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	4.8	16.9	16.9	AP, SCU, V(2)	Q	2.2	0.5	-9.7	5.8	-0.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	-3.0	0.5	-9.4	4.9	-0.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	4.8	7.4	7.4	AP, SCU, V(2)	Q	17.6	-0.5	6.5	5.8	-0.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	10.8	-0.4	6.1	4.9	-0.3	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	98.0	21.5	98.0	AP, SCU, V(5)	Q,N,M	551.5	2.5	-26.0	390.2	10.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.1	20.6	92.1	AP, SCU, V(5)	Q,N,M	551.5	2.6	-22.1	390.2	10.1	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	65.0	20.6	65.0	AP, SCU, V(3)	Q	550.3	2.6	-14.9	394.8	10.1	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	551.5	2.6	-22.1	390.2	10.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 209 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P15

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	28.4	24.5	28.4	AP, SCU, V(2)	Q	390.7	0.0	43.5	-34.1	0.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	391.1	-0.6	42.2	-32.6	0.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	28.4	28.0	28.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	406.1	0.0	-52.1	-34.1	0.0	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	94.6	42.7	94.6	AP, SCU, V(2)	Q	1170.0	-31.6	23.8	-555.5	82.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	1170.6	-31.6	28.3	-553.2	81.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	94.6	42.5	94.6	AP, SCU, V(2)	Q	1170.1	-31.6	18.3	-555.5	82.7	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	1171.2	-31.6	27.2	-550.9	82.7	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	92.8	42.5	92.8	AP, SCU, V(2)	Q	1170.1	-31.6	18.3	-555.5	82.7	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	1171.2	-31.6	27.2	-550.9	82.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P16

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	37.4	40.8	40.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	314.7	1.4	-65.4	44.9	-1.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	37.4	36.0	37.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	330.1	-1.3	60.3	44.9	-1.0	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.3	34.5	97.3	AP, SCU, V(2)	Q	933.6	-5.2	-27.0	582.4	86.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	932.6	-5.2	-35.9	577.6	86.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.3	33.2	97.3	AP, SCU, V(2)	Q	933.6	-4.3	-25.2	582.4	86.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	932.7	-4.3	-30.1	577.6	86.0	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	97.3	33.2	97.3	AP, SCU, V(2)	Q	933.6	-4.3	-25.2	582.4	86.0	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	932.7	-4.3	-30.1	577.6	86.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P17

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	9.0	7.3	9.0	AP, SCU, V(2)	Q	141.4	-3.6	10.5	-10.8	2.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	142.7	-3.6	10.6	-10.6	2.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	9.0	11.3	11.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	156.7	3.5	-19.7	-10.8	2.5	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.8	21.5	99.8	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	560.1	4.1	24.7	-448.3	28.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.6	20.4	92.6	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	560.1	4.4	20.2	-448.3	28.0	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	74.7	20.4	74.7	AP, SCU, V(3)	Q	561.0	15.1	11.3	-453.2	28.0	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	560.1	4.4	20.2	-448.3	28.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 210 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P18

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	5.1	16.6	16.6	AP, SCU, V(2)	Q	5.3	-1.9	-9.9	5.9	1.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	0.0	-1.9	-9.6	5.1	1.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.1	7.3	7.3	AP, SCU, V(2)	Q	20.7	1.9	6.7	5.9	1.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	13.0	1.3	6.2	5.0	1.0	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	94.5	22.8	94.5	AP, SCU, V(5)	Q,N,M	569.1	2.0	-29.3	403.8	19.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	90.0	21.8	90.0	AP, SCU, V(5)	Q,N,M	569.2	2.2	-25.3	403.8	19.4	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	67.3	21.8	67.3	AP, SCU, V(3)	Q	568.0	2.2	-16.4	408.5	19.4	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	569.2	2.2	-25.3	403.8	19.4	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P19

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	29.1	26.4	29.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	425.6	-8.2	44.6	-34.9	5.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	29.1	30.2	30.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	440.9	8.1	-53.1	-34.9	5.8	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	97.7	38.8	97.7	AP, SCU, V(2)	Q	1086.4	29.3	11.8	-376.3	-65.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1087.6	29.4	20.7	-371.7	-65.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.7	38.3	97.7	AP, SCU, V(2)	Q	1086.5	29.3	8.1	-376.3	-65.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1087.6	29.4	17.0	-371.7	-65.2	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	62.6	38.3	62.6	AP, SCU, V(2)	Q	1086.5	29.3	8.1	-376.3	-65.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	1087.6	29.4	17.0	-371.7	-65.2	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P20

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	38.8	42.0	42.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	350.9	-10.1	-67.6	46.4	7.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	38.8	36.4	38.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	366.3	10.0	62.4	46.4	7.2	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	94.2	31.8	94.2	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	874.4	4.6	-31.6	446.7	-98.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.3	30.8	92.3	AP, SCU, V(2)	Q	875.5	3.6	-23.6	451.5	-98.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	874.5	3.6	-27.1	446.7	-98.8	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	76.0	30.8	76.0	AP, SCU, V(2)	Q	875.5	3.6	-23.6	451.5	-98.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	874.5	3.6	-27.1	446.7	-98.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 211 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P21

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	18.3	22.0	22.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	95.7	16.7	21.4	-18.5	-11.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	18.3	29.5	29.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	111.1	-16.7	-30.5	-18.5	-11.9	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	98.9	12.3	98.9	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	300.5	16.4	2.5	-161.3	-161.6	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	94.7	11.8	94.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	300.6	14.8	0.8	-161.3	-161.6	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	37.9	11.8	37.9	AP, SCU, V(4)	Q	301.3	12.5	-3.6	-163.7	-162.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	300.6	14.8	0.8	-161.3	-161.6	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P22

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	7.2	9.2	9.2	AP, V(2)	Q	68.2	8.0	-10.4	6.4	-5.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	66.4	8.2	-10.4	6.2	-5.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	7.2	6.9	7.2	AP, V(2)	Q,N,M	83.6	-8.1	7.5	6.4	-5.8	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	74.8	17.6	74.8	AP, SCU, V(4)	Q	353.5	21.9	-14.5	160.6	-316.0	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	354.3	19.7	-18.9	158.4	-317.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	71.9	16.4	71.9	AP, SCU, V(4)	Q	353.5	18.8	-12.9	160.6	-316.0	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	354.4	16.5	-17.4	158.4	-317.2	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	58.7	16.4	58.7	AP, SCU, V(6)	Q	354.0	14.3	-12.9	160.6	-318.4	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	354.4	16.5	-17.4	158.4	-317.2	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P23

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	26.2	27.7	27.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	224.4	28.4	29.4	-24.0	-20.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	26.2	32.7	32.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	239.8	-28.4	-37.8	-24.0	-20.3	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.9	19.0	99.9	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	519.0	19.9	0.2	-118.5	-298.2	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	93.6	18.9	93.6	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	519.5	12.5	-14.0	-118.5	-300.6	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	53.0	18.9	53.0	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	519.5	12.5	-14.0	-118.5	-300.6	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 212 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P24

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	30.7	44.9	44.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	171.4	36.0	-39.8	26.6	-25.7	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	30.7	39.4	39.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	186.8	-35.9	34.6	26.6	-25.7	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	84.3	15.2	84.3	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	377.0	7.2	-18.1	142.2	-149.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	81.6	14.7	81.6	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	377.1	5.7	-16.7	142.2	-149.9	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	34.4	14.7	34.4	AP, SCU, V(2)	Q	378.0	5.7	-10.2	147.0	-149.9	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	377.1	5.7	-16.7	142.2	-149.9	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

b) Vigas

Terreo

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P1 - P2	Passa	Passa	'0.375 m' η = 56.0	'P1' η = 95.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 95.1**
a: V12 - V13	Passa	'0.000 m' Passa	'0.000 m' η = 46.8	'V12' η = 54.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 54.2**
a: V14 - V15	Passa	'0.113 m' Passa	'0.113 m' η = 12.0	'1.350 m' η = 19.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 19.8**
a: V16 - V17	Passa	Passa	'0.000 m' η = 54.3	'0.500 m' η = 70.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 70.8**
a: V18 - V19	Passa	'0.000 m' Passa	'0.000 m' η = 39.8	'V18' η = 37.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 39.8**
b: P10 - P11	Passa	'0.000 m' Passa	'P10' η = 19.6	'0.500 m' η = 94.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 94.3**
a: V22 - V23	Passa	'0.000 m' Passa	'0.000 m' η = 45.0	'V22' η = 57.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 57.3**
a: V24 - V25	Passa	'0.000 m' Passa	'0.000 m' η = 62.1	'0.600 m' η = 93.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 93.3**
b: P14 - P15	Passa	'0.000 m' Passa	'P14' η = 19.6	'0.500 m' η = 94.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 94.1**
a: P21 - P22	Passa	Passa	'0.375 m' η = 56.8	'P21' η = 93.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 93.8**
c: P23 - P24	Passa	Passa	'6.725 m' η = 57.7	'3.100 m' η = 94.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 94.5**
a: P21 - P17	Passa	Passa	'0.550 m' η = 51.3	'P21' η = 91.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 91.5**
b: P17 - P13	Passa	'0.000 m' Passa	'6.300 m' η = 34.1	'6.675 m' η = 84.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 84.3**
c: P13 - P9	Passa	'0.000 m' Passa	'6.300 m' η = 34.5	'6.550 m' η = 84.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 84.5**
d: P9 - P5	Passa	'0.000 m' Passa	'0.800 m' η = 34.0	'0.300 m' η = 84.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 84.4**
e: P5 - P1	Passa	Passa	'6.550 m' η = 51.4	'6.425 m' η = 91.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 91.6**
c: P14 - P10	Passa	Passa	'6.726 m' η = 96.0	'0.300 m' η = 93.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 96.0**
b: V5 - V4	Passa	Passa	'6.550 m' η = 72.6	'2.925 m' η = 92.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 92.4**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 213 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_YS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
b: V10 - V9	Passa	'0.000 m' Passa	'0.925 m' η = 82.6	'3.175 m' η = 92.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.5**
a: V27 - V26	Passa	Passa	'0.000 m' η = 96.2	'V27' η = 95.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 96.2**
a: P24 - P20	Passa	Passa	'0.550 m' η = 51.6	'P24' η = 92.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.5**
b: P20 - P16	Passa	Passa	'0.550 m' η = 70.6	'0.300 m' η = 88.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 88.3**
c: P16 - P12	Passa	'0.000 m' Passa	'0.550 m' η = 61.4	'6.550 m' η = 93.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 93.9**
d: P12 - P8	Passa	'0.000 m' Passa	'0.800 m' η = 53.7	'2.550 m' η = 94.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.4**
e: P8 - P4	Passa	'0.000 m' Passa	'6.550 m' η = 66.7	'6.425 m' η = 94.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 94.6**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_YS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	-	
a: V20 - V21	Passa	'0.000 m' Passa	'0.000 m' η = 73.7	'0.475 m' η = 89.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 89.3**
a: V1 - V2	Passa	'0.225 m' Passa	'7.575 m' η = 51.1	'V2' η = 98.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 98.2**
a: V8 - V5	Passa	'0.000 m' Passa	'7.050 m' η = 68.2	'3.050 m' η = 85.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 85.3**
a: V11 - V10	Passa	Passa	'2.800 m' η = 60.5	'2.925 m' η = 88.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 88.4**
a: V7 - V6	Passa	'0.000 m' Passa	'1.425 m' η = 50.4	'2.550 m' η = 78.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 78.7**

Notação:
- *Disp.: Disposições relativas às armaduras*
- *Arm.: Armadura mínima e máxima*
- *Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)*
- *N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)*
- *T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.*
- *T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.*
- *T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.*
- *TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.*
- *TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua*
- *TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua*
- *TV_xS_t: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.*
- *TV_YS_t: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.*
- *$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.*
- *$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.*
- *$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.*
- *x: Distância à origem da barra*
- *η: Coeficiente de aproveitamento (%)*
- *N.A.: Não aplicável*
- *-: -*

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
- *(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.*
- *(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.*
- *(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.*

Erros:
- *(1) Não atende: 'Disposições relativas às armaduras' (Armadura longitudinal)*
- *(2) A quantidade mecânica da armadura transversal é inferior à exigida pela norma.*

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 214 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.375 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
c: P3 - P4	x: 7.1 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.975 m Passa	x: 0 m Passa	x: 1.975 m Passa	**PASSA**
a: P5 - P6	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.375 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.25 m Passa	**PASSA**
b: P6 - P7	x: 0.125 m Passa	x: 1.375 m Passa	x: 1.375 m Passa	x: 1.375 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P7 - P8	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.975 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 5.35 m Passa	**PASSA**
a: V12 - V13	x: 0.475 m Passa	N.A.(2)	x: 2.225 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: V14 - V15	x: 0.225 m Passa	N.A.(2)	x: 1.725 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: V16 - V17	N.A.(2)	N.A.(2)	x: 0.875 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: V18 - V19	N.A.(2)	N.A.(2)	x: 0.375 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: P11 - P12	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.225 m Passa	x: 0 m Passa	x: 5.35 m Passa	**PASSA**
a: P9 - P10	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.375 m Passa	x: 0 m Passa	x: 6.5 m Passa	**PASSA**
b: P10 - P11	x: 2.625 m Passa	x: 1.375 m Passa	x: 1.375 m Passa	x: 1.375 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: V22 - V23	x: 0.475 m Passa	N.A.(2)	x: 2.225 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: V24 - V25	N.A.(2)	N.A.(2)	x: 0.975 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: P13 - P14	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.375 m Passa	x: 0 m Passa	x: 6.5 m Passa	**PASSA**
b: P14 - P15	x: 2.625 m Passa	x: 1.375 m Passa	x: 1.375 m Passa	x: 1.375 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P15 - P16	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0.85 m Passa	**PASSA**
a: V1 - V2	N.A.(2)	x: 3.925 m Passa	x: 3.925 m Passa	x: 3.925 m Passa	x: 1.85 m Passa	**PASSA**
a: P17 - P18	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.375 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.25 m Passa	**PASSA**
b: P18 - P19	x: 0.125 m Passa	x: 1.375 m Passa	x: 1.375 m Passa	x: 1.375 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P19 - P20	x: 7.1 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 1.85 m Passa	**PASSA**
a: P21 - P22	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.375 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 215 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
c: P23 - P24	x: 7.1 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 3.475 m Passa	**PASSA**
a: P21 - P17	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P17 - P13	x: 6.925 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P13 - P9	x: 0.175 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
d: P9 - P5	x: 0.175 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
e: P5 - P1	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 6.925 m Passa	**PASSA**
a: P22 - P18	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
b: P18 - P14	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.425 m Passa	**PASSA**
c: P14 - P10	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.425 m Passa	**PASSA**
d: P10 - P6	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.425 m Passa	**PASSA**
e: P6 - P2	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
a: P23 - P19	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
b: P19 - P15	x: 0 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 2.05 m Passa	**PASSA**
c: P15 - P11	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.175 m Passa	**PASSA**
d: P11 - P7	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
e: P7 - P3	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
a: V8 - V5	x: 7.6 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 2.425 m Passa	**PASSA**
b: V5 - V4	x: 7.225 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.55 m Passa	**PASSA**
c: V4 - V3	x: 0 m Passa	x: 4.425 m Passa	x: 4.425 m Passa	x: 4.425 m Passa	x: 0.425 m Passa	**PASSA**
a: V11 - V10	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 2.675 m Passa	**PASSA**
b: V10 - V9	x: 0 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 2.55 m Passa	**PASSA**
a: V27 - V26	x: 0.425 m Passa	N.A.(2)	x: 2.675 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 216 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: V7 - V6	x: 0.3 m Passa	x: 3.225 m Passa	x: 3.225 m Passa	x: 3.225 m Passa	x: 2.3 m Passa	**PASSA**
a: P24 - P20	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	**PASSA**
b: P20 - P16	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**
c: P16 - P12	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 6.8 m Passa	**PASSA**
d: P12 - P8	x: 0 m Passa	x: 3.225 m Passa	x: 3.225 m Passa	x: 3.225 m Passa	x: 2.8 m Passa	**PASSA**
e: P8 - P4	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)						Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	-	
b: P2 - P3	x: 2.125 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA**
a: V20 - V21	x: 3.225 m Passa	N.A.(2)	x: 0.725 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA**
b: P22 - P23	x: 0.375 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 2.75 m Passa	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.
(2) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.46 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.64 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.22 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 217 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
c: P3 - P4	$f_{i,Q}$: 1.79 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.68 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.37 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P5 - P6	$f_{i,Q}$: 2.62 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.36 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.83 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P6 - P7	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.01 mm $f_{T,lim}$: 9.20 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 1.67 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 8.52 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.30 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V12 - V13	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.14 mm	$f_{T,max}$: 0.13 mm $f_{T,lim}$: 10.00 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 4.70 mm	**PASSA**
a: V14 - V15	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.14 mm	$f_{T,max}$: 0.07 mm $f_{T,lim}$: 8.39 mm	$f_{A,max}$: 0.06 mm $f_{A,lim}$: 4.05 mm	**PASSA**
a: V16 - V17	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 6.43 mm	$f_{T,max}$: 0.30 mm $f_{T,lim}$: 9.00 mm	$f_{A,max}$: 0.22 mm $f_{A,lim}$: 4.50 mm	**PASSA**
a: V18 - V19	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 6.43 mm	$f_{T,max}$: 0.12 mm $f_{T,lim}$: 9.00 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 4.50 mm	**PASSA**
a: P11 - P12	$f_{i,Q}$: 1.50 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 9.01 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.68 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P9 - P10	$f_{i,Q}$: 2.58 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.08 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.56 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 10.39 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
a: V20 - V21	$f_{i,Q}$: 0.13 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.29 mm	$f_{T,max}$: 0.60 mm $f_{T,lim}$: 14.40 mm	$f_{A,max}$: 0.42 mm $f_{A,lim}$: 7.20 mm	**PASSA**
a: V22 - V23	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.01 mm	$f_{T,max}$: 0.14 mm $f_{T,lim}$: 8.60 mm	$f_{A,max}$: 0.10 mm $f_{A,lim}$: 4.20 mm	**PASSA**
a: V24 - V25	$f_{i,Q}$: 0.13 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.29 mm	$f_{T,max}$: 0.79 mm $f_{T,lim}$: 14.40 mm	$f_{A,max}$: 0.59 mm $f_{A,lim}$: 7.20 mm	**PASSA**
a: P13 - P14	$f_{i,Q}$: 2.58 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.07 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.55 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.01 mm $f_{T,lim}$: 10.30 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
a: P15 - P16	$f_{i,Q}$: 1.49 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 9.32 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.79 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P17 - P18	$f_{i,Q}$: 2.63 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.39 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.87 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P18 - P19	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 10.45 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P19 - P20	$f_{i,Q}$: 2.35 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.95 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 7.42 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P21 - P22	$f_{i,Q}$: 0.47 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.66 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.24 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 218 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
b: P22 - P23	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.86 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 11.00 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 5.50 mm	**PASSA**
c: P23 - P24	$f_{i,Q}$: 0.53 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.76 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.35 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P21 - P17	$f_{i,Q}$: 0.44 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.55 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.15 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P17 - P13	$f_{i,Q}$: 0.31 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.19 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.83 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P13 - P9	$f_{i,Q}$: 0.33 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.22 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.86 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P9 - P5	$f_{i,Q}$: 0.31 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.19 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.83 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P5 - P1	$f_{i,Q}$: 0.44 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.55 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.15 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P22 - P18	$f_{i,Q}$: 2.04 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.32 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.92 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P18 - P14	$f_{i,Q}$: 1.83 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.87 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.52 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P14 - P10	$f_{i,Q}$: 1.88 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.88 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.56 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P10 - P6	$f_{i,Q}$: 1.85 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.86 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.53 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P6 - P2	$f_{i,Q}$: 2.31 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.71 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.35 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P23 - P19	$f_{i,Q}$: 2.12 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.38 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.01 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P19 - P15	$f_{i,Q}$: 2.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 7.19 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 6.92 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P15 - P11	$f_{i,Q}$: 1.67 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.27 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.95 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P11 - P7	$f_{i,Q}$: 1.56 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.24 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.95 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P7 - P3	$f_{i,Q}$: 1.61 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 4.07 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 3.75 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V8 - V5	$f_{i,Q}$: 1.75 mm $f_{i,Q,lim}$: 21.71 mm	$f_{T,max}$: 4.73 mm $f_{T,lim}$: 30.40 mm	$f_{A,max}$: 4.30 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: V5 - V4	$f_{i,Q}$: 0.91 mm $f_{i,Q,lim}$: 19.15 mm	$f_{T,max}$: 3.01 mm $f_{T,lim}$: 28.07 mm	$f_{A,max}$: 2.73 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: V4 - V3	$f_{i,Q}$: 3.47 mm $f_{i,Q,lim}$: 21.00 mm	$f_{T,max}$: 8.85 mm $f_{T,lim}$: 29.40 mm	$f_{A,max}$: 8.49 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V11 - V10	$f_{i,Q}$: 0.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 8.48 mm	$f_{T,max}$: 0.57 mm $f_{T,lim}$: 12.62 mm	$f_{A,max}$: 0.51 mm $f_{A,lim}$: 6.35 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 219 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
b: V10 - V9	$f_{i,Q}$: 2.39 mm $f_{i,Q,lim}$: 21.71 mm	$f_{T,max}$: 5.57 mm $f_{T,lim}$: 30.40 mm	$f_{A,max}$: 5.22 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V27 - V26	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.52 mm	$f_{T,max}$: 0.44 mm $f_{T,lim}$: 9.99 mm	$f_{A,max}$: 0.36 mm $f_{A,lim}$: 5.10 mm	**PASSA**
a: V7 - V6	$f_{i,Q}$: 2.50 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.64 mm	$f_{T,max}$: 6.56 mm $f_{T,lim}$: 28.90 mm	$f_{A,max}$: 6.16 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P24 - P20	$f_{i,Q}$: 0.44 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.54 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.13 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P20 - P16	$f_{i,Q}$: 1.41 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 5.10 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 4.86 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P16 - P12	$f_{i,Q}$: 0.34 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.94 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.59 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P12 - P8	$f_{i,Q}$: 0.28 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.90 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.55 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P8 - P4	$f_{i,Q}$: 0.67 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 2.41 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.10 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

Cobertura

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P1 - P2	Passa	Passa	'6.726 m' η = 30.3	'2.905 m' η = 55.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 55.2**
b: P2 - P3	Passa	Passa	'2.376 m' η = 30.8	'P2' η = 80.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 80.7**
c: P3 - P4	Passa	Passa	'0.475 m' η = 70.1	'3.350 m' η = 92.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.5**
a: P5 - P6	Passa	Passa	'0.374 m' η = 15.1	'P6' η = 58.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 58.7**
b: P6 - P7	Passa	Passa	'2.376 m' η = 62.8	'2.376 m' η = 76.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 76.6**
a: P17 - P18	Passa	Passa	'0.374 m' η = 15.1	'P18' η = 58.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 58.8**
b: P18 - P19	Passa	Passa	'2.376 m' η = 62.8	'2.376 m' η = 76.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 76.6**
a: P21 - P22	Passa	Passa	'6.726 m' η = 30.3	'2.905 m' η = 55.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 55.2**
b: P22 - P23	Passa	Passa	'2.376 m' η = 30.8	'P22' η = 80.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 80.7**
c: P23 - P24	Passa	Passa	'0.475 m' η = 70.2	'3.350 m' η = 92.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.6**
a: P21 - P17	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 38.1	'6.726 m' η = 70.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 70.1**
b: P17 - P13	Passa	Passa	'0.374 m' η = 34.1	'0.323 m' η = 69.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 69.5**
c: P13 - P9	Passa	Passa	'6.726 m' η = 33.1	'6.726 m' η = 57.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 57.4**
d: P9 - P5	Passa	Passa	'6.726 m' η = 34.1	'6.726 m' η = 69.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 69.5**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 220 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
e: P5 - P1	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 38.1	'0.323 m' η = 70.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 70.1**
a: P22 - P18	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 19.3	'7.100 m' η = 39.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 39.3**
b: P18 - P14	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 17.2	'P18' η = 44.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 44.9**
c: P14 - P10	Passa	Passa	'6.726 m' η = 16.7	'P10' η = 41.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 41.4**
d: P10 - P6	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 17.2	'P10' η = 41.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 41.2**
e: P6 - P2	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 19.3	'P6' η = 45.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 45.6**
a: P23 - P19	Passa	'0.000 m' Passa	'6.300 m' η = 38.2	'2.425 m' η = 94.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 94.0**
b: P19 - P15	Passa	'0.000 m' Passa	'0.800 m' η = 29.7	'0.300 m' η = 89.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 89.3**
c: P15 - P11	Passa	'0.000 m' Passa	'6.300 m' η = 29.0	'6.425 m' η = 67.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 67.9**
d: P11 - P7	Passa	'0.000 m' Passa	'6.300 m' η = 29.7	'6.675 m' η = 89.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 89.2**
e: P7 - P3	Passa	'0.000 m' Passa	'0.800 m' η = 38.2	'3.425 m' η = 94.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 94.0**
a: P24 - P20	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 61.4	'2.425 m' η = 93.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 93.6**
b: P20 - P16	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 51.0	'0.300 m' η = 88.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 88.0**
c: P16 - P12	Passa	Passa	'6.726 m' η = 48.9	'2.925 m' η = 81.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 81.0**
d: P12 - P8	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 51.0	'6.675 m' η = 88.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 88.0**
e: P8 - P4	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 61.4	'3.425 m' η = 93.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 93.6**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_xS_t: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_yS_t: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
Vib.: Espaçamento necessário para introduzir o vibrador

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.

Erros:
(1) Não atende: 'Disposições relativas às armaduras' (Armadura longitudinal)
(2) O espaçamento livre máximo disponível entre barras longitudinais (10.00 mm) é inferior à necessária para a introdução do vibrador (20.00 mm).

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 221 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P2 - P3	x: 0.374 m Passa	x: 0.374 m Passa	N.A.(2)	x: 0.374 m Passa	x: 2.063 m Passa	**PASSA**
c: P3 - P4	x: 0 m Passa	x: 3.85 m Passa	x: 3.85 m Passa	x: 3.85 m Passa	x: 2.1 m Passa	**PASSA**
a: P5 - P6	x: 0 m Passa	x: 4.841 m Passa	x: 4.841 m Passa	x: 4.841 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P6 - P7	x: 2.75 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 1.375 m Passa	**PASSA**
c: P7 - P8	x: 0 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 0.475 m Passa	**PASSA**
a: P11 - P12	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.225 m Passa	**PASSA**
a: P9 - P10	x: 0 m Passa	x: 4.518 m Passa	x: 4.518 m Passa	x: 4.518 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P10 - P11	x: 2.75 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 2.75 m Passa	**PASSA**
a: P13 - P14	x: 0 m Passa	x: 4.518 m Passa	x: 4.518 m Passa	x: 4.518 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P14 - P15	x: 2.75 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 2.75 m Passa	**PASSA**
a: P15 - P16	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.225 m Passa	**PASSA**
a: P17 - P18	x: 0 m Passa	x: 4.841 m Passa	x: 4.841 m Passa	x: 4.841 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P18 - P19	x: 2.75 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.75 m Passa	x: 1.375 m Passa	**PASSA**
c: P19 - P20	x: 0 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 3.725 m Passa	x: 0.475 m Passa	**PASSA**
a: P21 - P22	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P22 - P23	x: 0.374 m Passa	x: 0.374 m Passa	N.A.(2)	x: 0.374 m Passa	x: 2.063 m Passa	**PASSA**
c: P23 - P24	x: 0 m Passa	x: 3.85 m Passa	x: 3.85 m Passa	x: 3.85 m Passa	x: 5.725 m Passa	**PASSA**
a: P21 - P17	x: 7.1 m Passa	x: 3.227 m Passa	x: 3.227 m Passa	x: 3.227 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P17 - P13	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P13 - P9	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
d: P9 - P5	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 222 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
e: P5 - P1	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.873 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P22 - P18	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.905 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P18 - P14	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P14 - P10	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
d: P10 - P6	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
e: P6 - P2	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 4.195 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P23 - P19	x: 6.925 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 2.05 m Passa	**PASSA**
b: P19 - P15	x: 0.3 m Passa	x: 0.3 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 0.3 m Passa	x: 0.025 m Passa	**PASSA**
c: P15 - P11	x: 0.05 m Passa	x: 0.05 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0.05 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
d: P11 - P7	x: 6.8 m Passa	x: 6.8 m Passa	x: 3.3 m Passa	x: 6.8 m Passa	x: 7.075 m Passa	**PASSA**
e: P7 - P3	x: 0.175 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	**PASSA**
a: P24 - P20	x: 7.1 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 3.05 m Passa	x: 1.55 m Passa	**PASSA**
b: P20 - P16	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**
c: P16 - P12	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 3.175 m Passa	**PASSA**
d: P12 - P8	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 6.675 m Passa	**PASSA**
e: P8 - P4	x: 0 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 4.05 m Passa	x: 2.55 m Passa	**PASSA**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.
(2) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 223 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.72 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.29 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.18 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.71 mm	$f_{T,max}$: 2.89 mm $f_{T,lim}$: 22.00 mm	$f_{A,max}$: 2.16 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P3 - P4	$f_{i,Q}$: 1.09 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 9.28 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 8.14 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P5 - P6	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.92 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.41 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P6 - P7	$f_{i,Q}$: 0.88 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.71 mm	$f_{T,max}$: 8.90 mm $f_{T,lim}$: 22.00 mm	$f_{A,max}$: 6.09 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P11 - P12	$f_{i,Q}$: 1.57 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 14.62 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 10.00 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P9 - P10	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.92 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.41 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.94 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.71 mm	$f_{T,max}$: 9.10 mm $f_{T,lim}$: 22.00 mm	$f_{A,max}$: 6.30 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P13 - P14	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.92 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.41 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.94 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.71 mm	$f_{T,max}$: 9.10 mm $f_{T,lim}$: 22.00 mm	$f_{A,max}$: 6.30 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P15 - P16	$f_{i,Q}$: 1.57 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 14.62 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 10.00 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P17 - P18	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.92 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.41 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P18 - P19	$f_{i,Q}$: 0.88 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.71 mm	$f_{T,max}$: 8.91 mm $f_{T,lim}$: 22.00 mm	$f_{A,max}$: 6.10 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P21 - P22	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.72 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.29 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P22 - P23	$f_{i,Q}$: 0.18 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.71 mm	$f_{T,max}$: 2.89 mm $f_{T,lim}$: 22.00 mm	$f_{A,max}$: 2.16 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P23 - P24	$f_{i,Q}$: 1.09 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 9.29 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 8.15 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P21 - P17	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.58 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.26 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P17 - P13	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 19.33 mm	$f_{T,max}$: 0.67 mm $f_{T,lim}$: 27.06 mm	$f_{A,max}$: 0.53 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P13 - P9	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.89 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.71 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P9 - P5	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 19.34 mm	$f_{T,max}$: 0.67 mm $f_{T,lim}$: 27.06 mm	$f_{A,max}$: 0.53 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P5 - P1	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.58 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.26 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 224 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P22 - P18	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.81 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.49 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P18 - P14	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.35 mm $f_{T,lim}$: 26.98 mm	$f_{A,max}$: 0.21 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P14 - P10	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.47 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.28 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P10 - P6	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.35 mm $f_{T,lim}$: 26.98 mm	$f_{A,max}$: 0.21 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P6 - P2	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.81 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.49 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P23 - P19	$f_{i,Q}$: 0.54 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.20 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.14 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P19 - P15	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.17 mm	$f_{T,max}$: 0.78 mm $f_{T,lim}$: 24.77 mm	$f_{A,max}$: 0.43 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P15 - P11	$f_{i,Q}$: 0.08 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.13 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.63 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P11 - P7	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.17 mm	$f_{T,max}$: 0.78 mm $f_{T,lim}$: 24.77 mm	$f_{A,max}$: 0.43 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P7 - P3	$f_{i,Q}$: 0.54 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 3.20 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 2.14 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P24 - P20	$f_{i,Q}$: 0.86 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.13 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.14 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P20 - P16	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.18 mm	$f_{T,max}$: 1.19 mm $f_{T,lim}$: 25.37 mm	$f_{A,max}$: 0.84 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P16 - P12	$f_{i,Q}$: 0.09 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 1.84 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 1.30 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P12 - P8	$f_{i,Q}$: 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.18 mm	$f_{T,max}$: 1.19 mm $f_{T,lim}$: 25.37 mm	$f_{A,max}$: 0.84 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P8 - P4	$f_{i,Q}$: 0.87 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 6.14 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 5.15 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

9.2.2 Verificações E.L.U – Lajes

Terreo

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L19	X	0.17	7.69	10.34	8.30	1.90	2.55	2.05	Ø6.3c/16	Ø6.3c/12	Ø6.3c/15
	Y		7.72	10.34	0.00	1.90	2.55	0.00	Ø6.3c/16	Ø6.3c/12	------
L28	X	0.17	10.52	12.90	27.66	2.59	3.18	6.82	Ø6.3c/12	Ø6.3c/9	Ø12.5c/17.5
	Y		20.17	11.46	10.13	4.97	2.83	2.50	Ø8c/10	Ø6.3c/11	Ø8c/20

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 225 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L29	X	0.17	10.13	10.34	10.13	2.50	2.55	2.50	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		15.64	10.34	15.93	3.86	2.55	3.93	Ø8c/13	Ø6.3c/12	Ø8c/12.5
L2	X	0.17	10.13	10.34	10.13	2.50	2.55	2.50	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		11.31	10.34	16.18	2.79	2.55	3.99	Ø8c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/12.5
L4	X	0.17	24.06	10.34	10.13	5.93	2.55	2.50	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		10.13	11.94	6.89	2.50	2.94	1.70	Ø8c/20	Ø8c/17	Ø6.3c/18
L6	X	0.17	6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		10.13	10.34	11.95	2.50	2.55	2.95	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/17
L8	X	0.17	17.43	10.34	15.84	4.30	2.55	3.91	Ø10c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/12.5
	Y		6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L18	X	0.17	7.62	10.34	10.13	1.88	2.55	2.50	Ø6.3c/16	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		11.43	10.34	12.14	2.82	2.55	3.00	Ø6.3c/11	Ø6.3c/12	Ø6.3c/10
L22	X	0.17	26.22	10.34	24.78	6.47	2.55	6.11	Ø10c/12	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
	Y		15.68	10.34	10.13	3.87	2.55	2.50	Ø8c/13	Ø6.3c/12	Ø8c/20
L23	X	0.17	9.18	10.34	10.13	2.27	2.55	2.50	Ø6.3c/13	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		10.13	10.34	12.21	2.50	2.55	3.01	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/10
L24	X	0.17	6.89	10.34	23.75	1.70	2.55	5.86	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
	Y		6.89	10.34	12.64	1.70	2.55	3.12	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/10
L3	X	0.17	23.14	10.34	10.13	5.71	2.55	2.50	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		------	10.34	14.39	------	2.55	3.55	------	Ø6.3c/12	Ø8c/14
L14	X	0.17	6.89	10.34	24.36	1.70	2.55	6.01	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
	Y		------	10.34	13.02	------	2.55	3.21	------	Ø6.3c/12	Ø6.3c/9
L15	X	0.17	12.07	10.34	14.05	2.98	2.55	3.46	Ø6.3c/10	Ø6.3c/12	Ø6.3c/9
	Y		6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L25	X	0.17	6.89	10.34	24.81	1.70	2.55	6.12	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
	Y		10.13	10.34	6.89	2.50	2.55	1.70	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L27	X	0.17	33.15	10.34	------	8.17	2.55	------	Ø10c/9	Ø6.3c/12	------
	Y		10.13	10.34	------	2.50	2.55	------	Ø8c/20	Ø6.3c/12	------
L1	X	0.17	10.13	11.43	20.56	2.50	2.82	5.07	Ø8c/20	Ø6.3c/11	Ø8c/9
	Y		28.02	12.78	11.16	6.91	3.15	2.75	Ø12.5c/17.5	Ø6.3c/9	Ø8c/18
L5	X	0.17	10.13	10.34	15.48	2.50	2.55	3.82	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/13
	Y		25.19	10.34	26.51	6.21	2.55	6.54	Ø10c/12.5	Ø6.3c/12	Ø10c/12
L17	X	0.17	10.13	10.34	15.74	2.50	2.55	3.88	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/12.5
	Y		25.21	10.34	25.40	6.22	2.55	6.26	Ø10c/12.5	Ø6.3c/12	Ø10c/12.5
L30	X	0.17	19.65	12.13	10.13	4.85	2.99	2.50	Ø10c/16	Ø6.3c/10	Ø8c/20
	Y		11.76	13.51	29.21	2.90	3.33	7.20	Ø8c/17	Ø6.3c/9	Ø12.5c/17
L26	X	0.17	13.66	10.34	6.89	3.37	2.55	1.70	Ø6.3c/9	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		26.30	10.34	6.89	6.49	2.55	1.70	Ø10c/12	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L11	X	0.17	12.26	10.34	------	3.02	2.55	------	Ø6.3c/10	Ø6.3c/12	------
	Y		23.09	10.34	------	5.69	2.55	------	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	------
L9	X	0.17	------	10.34	10.13	------	2.55	2.50	------	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		6.89	10.34	31.75	1.70	2.55	7.83	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø10c/10
L7	X	0.17	17.07	10.34	------	4.21	2.55	------	Ø10c/18	Ø6.3c/12	------
	Y		------	6.89	22.18	------	1.70	5.47	------	Ø6.3c/18	Ø8c/9
L10	X	0.17	11.47	10.34	6.89	2.83	2.55	1.70	Ø6.3c/11	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		0.00	10.34	6.89	0.00	2.55	1.70	------	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 226 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L13	X	0.17	------	6.89	13.61	------	1.70	3.36	------	Ø6.3c/18	Ø6.3c/9
	Y		32.91	10.34	------	8.12	2.55	------	Ø10c/9	Ø6.3c/12	------
L12	X	0.17	0.00	10.34	6.89	0.00	2.55	1.70	------	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L16	X	0.17	6.89	10.34	15.89	1.70	2.55	3.92	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/12.5
	Y		------	6.89	30.74	------	1.70	7.58	------	Ø6.3c/18	Ø12.5c/16
L20	X	0.17	20.30	6.89	------	5.01	1.70	------	Ø8c/10	Ø6.3c/18	------
	Y		29.04	6.89	------	7.16	1.70	------	Ø12.5c/17	Ø6.3c/18	------
L21	X	0.17	------	10.34	17.19	------	2.55	4.24	------	Ø6.3c/12	Ø10c/18
	Y		24.06	6.89	------	5.93	1.70	------	Ø12.5c/20	Ø6.3c/18	------

Cobertura

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L1	X	0.15	7.71	10.29	7.71	2.15	2.88	2.15	Ø6.3c/14	Ø8c/17	Ø6.3c/14
	Y		21.12	12.07	8.39	5.90	3.37	2.34	Ø12.5c/20	Ø6.3c/9	Ø6.3c/13
L5	X	0.15	7.71	10.29	7.71	2.15	2.88	2.15	Ø6.3c/14	Ø8c/17	Ø6.3c/14
	Y		8.39	12.07	21.12	2.34	3.37	5.90	Ø6.3c/13	Ø6.3c/9	Ø12.5c/20
L4	X	0.15	7.71	8.05	6.99	2.15	2.25	1.95	Ø6.3c/14	Ø6.3c/13	Ø5c/10
	Y		19.69	8.05	18.35	5.50	2.25	5.13	Ø8c/9	Ø6.3c/13	Ø8c/9
L3	X	0.15	7.71	8.65	6.92	2.15	2.42	1.93	Ø6.3c/14	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/16
	Y		18.85	8.05	19.52	5.27	2.25	5.46	Ø8c/9	Ø6.3c/13	Ø8c/9
L2	X	0.15	7.71	8.05	6.99	2.15	2.25	1.95	Ø6.3c/14	Ø6.3c/13	Ø5c/10
	Y		18.35	8.05	19.69	5.13	2.25	5.50	Ø8c/9	Ø6.3c/13	Ø8c/9

9.3 Fundações

As fundações foram dimensionadas conforme tensões admissíveis determinadas no item 4.4 e tabela de cargas nas fundações conforme resultados da modelagem.

Em função das cargas e da baixa capacidade de suporte do solo as fundações serão profundas utilizando estaca pré-moldada protendida ø33 cuja carga de trabalho máxima é de 900 kN.

Os blocos serão separados por grupos conforme carregamento e tipo de bloco.

9.3.1 Cargas Nas Fundações

A tabela a seguir apresentam as cargas nas fundações.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 227 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Peso próprio	108.4	3.9	-1.5	-57.5	68.9	-0.0
	Cargas permanentes	57.5	1.7	1.3	-0.7	5.9	-0.0
	Sobrecarga	48.8	3.7	-1.2	-45.5	51.0	-0.0
	Vento +X	-0.5	5.3	0.0	2.9	0.0	0.0
	Vento -X	0.5	-5.3	0.0	-2.9	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.3	0.0	2.6	-0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	-0.3	0.0	-2.6	0.0	-1.4	0.0
P2	Peso próprio	132.4	-1.4	-4.5	65.3	120.9	-0.0
	Cargas permanentes	55.1	1.2	-0.1	11.6	24.9	-0.0
	Sobrecarga	71.3	-0.2	-3.7	47.5	96.9	-0.0
	Vento +X	-0.7	5.3	0.0	2.7	-0.0	0.0
	Vento -X	0.7	-5.3	0.0	-2.7	0.0	0.0
	Vento +Y	0.3	0.0	2.6	0.0	1.5	0.0
	Vento -Y	-0.3	0.0	-2.6	0.0	-1.5	0.0
P3	Peso próprio	204.1	4.0	-3.0	-60.8	78.0	-0.0
	Cargas permanentes	134.0	3.9	-1.6	-51.6	55.6	-0.0
	Sobrecarga	84.8	3.8	-2.5	-46.6	62.4	-0.0
	Vento +X	0.7	5.3	0.0	2.7	0.0	0.0
	Vento -X	-0.7	-5.3	0.0	-2.7	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.3	0.0	2.6	-0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	-0.3	0.0	-2.6	0.0	-1.4	0.0
P4	Peso próprio	146.5	-1.4	-2.5	64.9	50.4	-0.0
	Cargas permanentes	112.6	-0.3	-1.3	46.0	36.4	-0.0
	Sobrecarga	58.6	-0.4	-2.1	51.2	41.9	-0.0
	Vento +X	0.5	5.3	0.0	2.8	0.0	0.0
	Vento -X	-0.5	-5.3	0.0	-2.8	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.3	0.0	2.6	0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	-0.3	0.0	-2.6	-0.0	-1.4	0.0
P5	Peso próprio	200.7	7.1	1.7	-152.8	-5.8	-0.0
	Cargas permanentes	90.6	2.6	1.4	-33.9	1.9	-0.0
	Sobrecarga	109.0	6.7	1.2	-128.6	-6.0	-0.0
	Vento +X	-0.5	5.3	0.0	2.9	0.0	0.0
	Vento -X	0.5	-5.3	0.0	-2.9	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.1	0.0	2.6	0.0	1.3	0.0
	Vento -Y	0.1	0.0	-2.6	-0.0	-1.3	0.0
P6	Peso próprio	222.1	-5.6	1.1	145.1	-9.7	-0.0
	Cargas permanentes	42.1	-0.3	1.1	35.4	-1.8	-0.0
	Sobrecarga	144.0	-3.8	0.8	118.0	-8.8	-0.0
	Vento +X	-0.7	5.3	0.0	2.7	0.0	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 228 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento -X	0.7	-5.3	0.0	-2.7	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.1	0.0	2.6	-0.0	1.3	0.0
	Vento -Y	0.1	0.0	-2.6	0.0	-1.3	0.0
P7	Peso próprio	436.6	7.8	0.3	-167.9	2.0	-0.0
	Cargas permanentes	232.6	6.9	-0.0	-134.5	19.5	-0.0
	Sobrecarga	196.7	6.7	0.4	-127.4	-4.1	-0.0
	Vento +X	0.7	5.3	0.0	2.8	0.0	0.0
	Vento -X	-0.7	-5.3	0.0	-2.8	-0.0	0.0
	Vento +Y	-0.1	0.0	2.6	-0.0	1.3	0.0
	Vento -Y	0.1	0.0	-2.6	0.0	-1.3	0.0
P8	Peso próprio	314.5	-6.3	-0.2	162.7	-3.9	-0.0
	Cargas permanentes	210.3	-3.9	-0.2	119.7	10.3	-0.0
	Sobrecarga	136.4	-4.4	0.1	131.1	-10.5	-0.0
	Vento +X	0.6	5.3	0.0	2.8	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.6	-5.3	0.0	-2.8	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.1	0.0	2.6	-0.0	1.3	0.0
	Vento -Y	0.1	0.0	-2.6	0.0	-1.3	0.0
P9	Peso próprio	193.4	6.1	1.4	-146.9	2.3	-0.0
	Cargas permanentes	83.8	2.1	1.5	-32.8	1.5	-0.0
	Sobrecarga	104.6	6.0	0.9	-123.5	1.8	-0.0
	Vento +X	-0.5	5.3	0.0	2.9	0.0	0.0
	Vento -X	0.5	-5.3	0.0	-2.9	0.0	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	2.6	-0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	-0.0	0.0	-2.6	0.0	-1.4	0.0
P10	Peso próprio	215.6	-6.0	0.7	137.5	0.4	-0.0
	Cargas permanentes	39.4	-0.8	1.0	33.3	0.1	-0.0
	Sobrecarga	139.9	-4.1	0.4	111.5	0.6	-0.0
	Vento +X	-0.7	5.3	0.0	2.7	0.0	0.0
	Vento -X	0.7	-5.3	0.0	-2.7	0.0	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	2.6	0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	-0.0	0.0	-2.6	0.0	-1.4	0.0
P11	Peso próprio	416.7	6.9	0.8	-165.4	-9.3	-0.0
	Cargas permanentes	230.4	7.2	1.5	-153.2	-16.5	-0.0
	Sobrecarga	185.9	5.6	0.4	-116.1	-4.8	-0.0
	Vento +X	0.7	5.3	0.0	2.8	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.7	-5.3	0.0	-2.8	0.0	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	2.6	0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	-0.0	0.0	-2.6	0.0	-1.4	0.0
P12	Peso próprio	305.1	-7.2	0.1	164.2	-11.1	-0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 229 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Cargas permanentes	221.8	-5.6	1.3	146.3	-22.6	-0.0
	Sobrecarga	128.7	-4.5	-0.2	120.2	-3.4	-0.0
	Vento +X	0.6	5.3	0.0	2.8	0.0	0.0
	Vento -X	-0.6	-5.3	0.0	-2.8	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	2.6	-0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	-0.0	0.0	-2.6	0.0	-1.4	0.0
P13	Peso próprio	193.3	5.4	1.4	-147.7	1.3	-0.0
	Cargas permanentes	83.8	1.6	1.4	-33.4	2.2	-0.0
	Sobrecarga	104.6	5.4	1.0	-124.1	0.6	-0.0
	Vento +X	-0.5	5.3	0.0	2.9	0.0	0.0
	Vento -X	0.5	-5.3	0.0	-2.9	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.0	0.0	2.6	0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	0.0	0.0	-2.6	-0.0	-1.4	0.0
P14	Peso próprio	215.1	-6.8	0.6	136.6	2.5	-0.0
	Cargas permanentes	38.9	-1.2	0.8	32.9	3.9	-0.0
	Sobrecarga	139.5	-4.6	0.4	110.9	0.9	-0.0
	Vento +X	-0.7	5.3	0.0	2.7	0.0	0.0
	Vento -X	0.7	-5.3	0.0	-2.7	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.0	0.0	2.6	0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	0.0	0.0	-2.6	0.0	-1.4	0.0
P15	Peso próprio	416.4	5.4	-0.7	-147.2	25.6	-0.0
	Cargas permanentes	233.7	6.3	0.1	-142.6	15.5	-0.0
	Sobrecarga	186.1	4.6	-0.6	-105.3	18.0	-0.0
	Vento +X	0.7	5.3	0.0	2.7	0.0	0.0
	Vento -X	-0.7	-5.3	0.0	-2.7	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.0	0.0	2.6	0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	0.0	0.0	-2.6	0.0	-1.4	0.0
P16	Peso próprio	305.8	-7.5	-1.4	154.8	23.4	-0.0
	Cargas permanentes	228.8	-5.9	-0.8	142.5	25.1	-0.0
	Sobrecarga	131.9	-4.9	-0.9	117.1	12.9	-0.0
	Vento +X	0.6	5.3	0.0	2.8	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.6	-5.3	0.0	-2.8	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.0	0.0	2.6	0.0	1.3	0.0
	Vento -Y	0.0	0.0	-2.6	-0.0	-1.3	0.0
P17	Peso próprio	200.7	4.9	1.1	-155.5	9.5	-0.0
	Cargas permanentes	90.7	1.2	1.4	-35.8	1.9	-0.0
	Sobrecarga	109.0	5.1	0.6	-130.6	8.5	-0.0
	Vento +X	-0.5	5.3	0.0	2.9	-0.0	0.0
	Vento -X	0.5	-5.3	0.0	-2.9	0.0	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 230 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento +Y	0.1	0.0	2.6	-0.0	1.3	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-2.6	0.0	-1.3	0.0
P18	Peso próprio	220.8	-7.7	0.4	141.5	6.4	-0.0
	Cargas permanentes	43.3	-1.7	0.9	32.5	2.5	-0.0
	Sobrecarga	142.0	-5.4	0.2	116.0	5.0	-0.0
	Vento +X	-0.7	5.3	0.0	2.7	0.0	0.0
	Vento -X	0.7	-5.3	0.0	-2.7	0.0	0.0
	Vento +Y	0.1	0.0	2.6	0.0	1.3	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-2.6	-0.0	-1.3	0.0
P19	Peso próprio	417.7	2.9	0.4	-107.2	-0.5	-0.0
	Cargas permanentes	165.9	2.4	3.3	-64.4	-57.8	-0.0
	Sobrecarga	192.9	3.6	-0.3	-95.6	11.7	-0.0
	Vento +X	0.7	5.3	0.0	2.7	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.7	-5.3	0.0	-2.7	0.0	0.0
	Vento +Y	0.1	0.0	2.6	0.0	1.3	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-2.6	-0.0	-1.3	0.0
P20	Peso próprio	308.7	-7.1	0.0	126.7	-9.6	-0.0
	Cargas permanentes	180.2	-3.7	3.0	79.3	-64.2	-0.0
	Sobrecarga	136.2	-5.3	-0.5	114.8	3.2	-0.0
	Vento +X	0.6	5.3	0.0	2.8	0.0	0.0
	Vento -X	-0.6	-5.3	0.0	-2.8	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.1	0.0	2.6	0.0	1.3	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-2.6	-0.0	-1.3	0.0
P21	Peso próprio	108.5	0.2	4.3	-62.4	-65.3	-0.0
	Cargas permanentes	57.6	-0.7	1.6	-3.9	-2.3	-0.0
	Sobrecarga	48.8	1.1	3.1	-49.0	-48.7	-0.0
	Vento +X	-0.5	5.3	0.0	2.9	-0.0	0.0
	Vento -X	0.5	-5.3	0.0	-2.9	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.3	-0.0	2.6	0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	0.3	0.0	-2.6	-0.0	-1.4	0.0
P22	Peso próprio	129.3	-5.1	5.6	61.5	-114.3	-0.0
	Cargas permanentes	55.4	-1.2	1.9	8.1	-21.6	-0.0
	Sobrecarga	68.0	-2.9	4.3	45.1	-90.6	-0.0
	Vento +X	-0.7	5.3	0.0	2.7	0.0	0.0
	Vento -X	0.7	-5.3	0.0	-2.7	-0.0	0.0
	Vento +Y	-0.3	0.0	2.6	0.0	1.5	0.0
	Vento -Y	0.3	0.0	-2.6	0.0	-1.5	0.0
P23	Peso próprio	204.2	-0.6	4.9	-44.3	-105.0	-0.0
	Cargas permanentes	76.4	-0.8	1.6	-2.0	-18.7	-0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 231 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

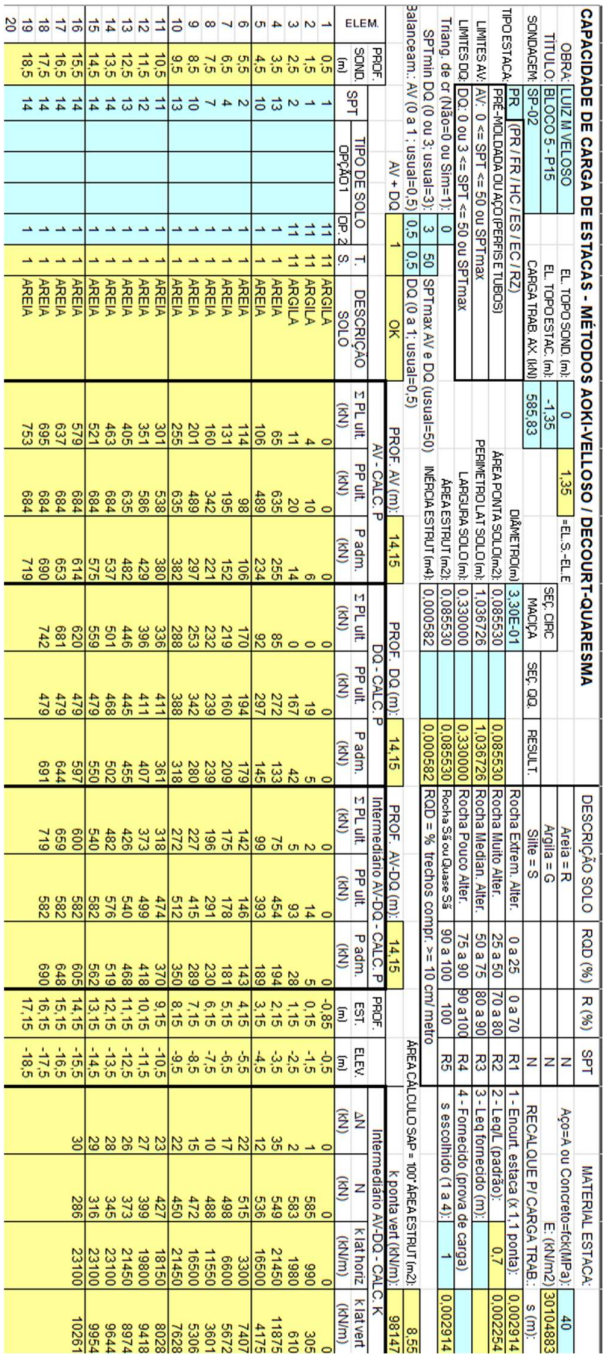
Arranques sobre a fundação							
Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Sobrecarga	90.3	0.6	4.0	-38.3	-90.1	-0.0
	Vento +X	0.7	5.3	0.0	2.7	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.7	-5.3	0.0	-2.7	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.3	0.0	2.6	0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	0.3	0.0	-2.6	-0.0	-1.4	0.0
P24	Peso próprio	145.9	-4.8	2.0	55.0	-57.1	-0.0
	Cargas permanentes	64.1	-0.9	0.4	1.3	-1.6	-0.0
	Sobrecarga	59.7	-3.0	1.7	47.1	-48.4	-0.0
	Vento +X	0.5	5.3	0.0	2.8	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.5	-5.3	0.0	-2.8	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.3	0.0	2.6	-0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	0.3	0.0	-2.6	0.0	-1.4	0.0

9.3.2 Dimensionamento Geotécnico da Estaca

Os comprimentos das estacas serão feitos pelos métodos de Aoki-Veloso e Décourt-Quaresma considerando o atrito lateral e a resistência de ponta da estaca. A estaca utilizada é do tipo pré-moldada protendida com diâmetro de 33 cm. Foram considerados fatores de segurança conforme a NBR 6122. A seguir serão apresentados os cálculos do comprimento das estacas para cada tipo de bloco, considerando a carga máxima de trabalho de 585,83 kN.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 232 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



CAPACIDADE DE CARGA DE ESTACAS - MÉTODOS AOKI-VELLOSO / DECOURT-QUARESMA

OBRA: LUIZ M.VELOSO — EL. TOPO SOND. (m): 0 — 1,35 — =EL.S.-EL.E
TÍTULO: BLOCO 5 - P15 — EL. TOPO ESTAC. (m): -1,35
SONDAGEM: SP-02 — CARGA TRAB. AX. (kN): 585,83

TIPO ESTACA: PR (PR / FR / HC / ES / EC / RZ) — PRÉ-MOLDADA DUAÇÃO(PERFIS E TUBOS)
LIMITES AV: AV: 0 <= SPT <= 50 ou SPTmax
LIMITES DQ: DQ: 0 ou 3 <= SPT <= 50 ou SPTmax
Triang. de cr (Não=0 ou Sim=1): 0
SPTmin DQ (0 ou 3; usual=3): 3 — SPTmax AV e DQ (usual=50): 50
Balanceam.: AV (0 a 1 ; usual=0,5): 0,5 — DQ (0 a 1; usual=0,5): 0,5
AV + DQ: 1 — OK

DIÂMETRO(m): 3,30E-01
ÁREA PONTA SOLO(m2): 0,085530
PERÍMETRO LAT SOLO(m): 1,036726
LARGURA SOLO(m): 0,330000
ÁREA ESTRUT (m2): 0,085530
INÉRCIA ESTRUT (m4): 0,000582

	SEÇ. CIRC MACIÇA	SEÇ. DQ.	RESULT.
Rocha Extrem. Alter.			
Rocha Muito Alter.		0,085530	0,085530
Rocha Medianam. Alter.		1,036726	1,036726
Rocha Pouco Alter.		0,330000	0,330000
Rocha Sã ou Quase Sã		0,085530	0,085530
ROD = % trechos compr. >= 10 cm/ metro		0,000582	0,000582

DESCRIÇÃO SOLO: Areia = R; Argila = G; Silte = S
ROD (%): 0 a 25; 25 a 50; 50 a 75; 75 a 90; 90 a 100
R (%): 0 a 70; 70 a 80; 80 a 90; 90 a100; 100
SPT: N; N; N; N; N

MATERIAL ESTACA: Aço=A ou Concreto=fck(MPa): 40 — E: (kN/m2): 30104883
RECALQUE P/ CARGA TRAB.: s (m): 0,002914
1 - Encurt. estaca (x 1,1 ponta): 0,002914
2 - Legl. (padrão): 0,7 — 0,002254
3 - Leq fornecido (m):
4 - Fornecido (prova de carga): 0,002914
s escolhido (1 a 4): 1

PROF. AV (m): 14,15 — PROF. DQ (m): 14,15 — PROF. AV-DQ (m): 14,15
ÁREA CÁLCULO SAP = 100* ÁREA ESTRUT (m2): 8,55
k ponta vert (kN/m): 9814

ELEM.	PROF. SOND. (m)	SPT	TIPO DE SOLO OPÇÃO1	DP. 2	T. S.	DESCRIÇÃO SOLO	AV - CALC. P Σ PL ult. (kN)	AV - CALC. P PP ult. (kN)	AV - CALC. P P adm. (kN)	DQ - CALC. P Σ PL ult. (kN)	DQ - CALC. P PP ult. (kN)	DQ - CALC. P P adm. (kN)	Intermediário AV-DQ - CALC. P Σ PL ult. (kN)	Intermediário AV-DQ - CALC. P PP ult. (kN)	Intermediário AV-DQ - CALC. P P adm. (kN)	PROF. EST. (m)	ELEV. (m)	Intermediário AV-DQ - CALC. K ΔN (kN)	Intermediário AV-DQ - CALC. K N (kN)	k lat horiz (kN/m)	k lat vert. (kN/m)
1	0,5	1		11	1	ARGILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,85	-0,5	0	0	0	0
2	1,5	1		11	1	ARGILA	4	10	6	0	19	5	2	14	5	0,15	-1,5	1	585	990	305
3	2,5	2		11	1	ARGILA	11	20	14	0	167	42	5	93	28	1,15	-2,5	2	583	1980	610
4	3,5	13		1	1	AREIA	65	635	255	85	272	133	75	454	194	2,15	-3,5	35	549	21450	11875
5	4,5	10		1	1	AREIA	106	489	234	92	297	145	99	393	189	3,15	-4,5	12	536	16500	4175
6	5,5	2		1	1	AREIA	114	98	106	170	194	179	142	146	143	4,15	-5,5	22	515	3300	7407
7	6,5	4		1	1	AREIA	131	195	152	219	160	209	175	178	181	5,15	-6,5	17	498	6600	5672
8	7,5	7		1	1	AREIA	160	342	221	232	239	239	196	291	230	6,15	-7,5	10	488	11550	3601
9	8,5	10		1	1	AREIA	201	489	297	253	342	280	227	415	289	7,15	-8,5	15	472	16500	5306
10	9,5	13		1	1	AREIA	255	635	382	288	388	318	272	512	350	8,15	-9,5	22	450	21450	7628
11	10,5	11		1	1	AREIA	301	538	380	336	411	381	318	474	370	9,15	-10,5	23	427	18150	8028
12	11,5	12		1	1	AREIA	351	586	429	396	411	407	373	499	418	10,15	-11,5	27	399	19800	9418
13	12,5	13		1	1	AREIA	405	635	482	446	445	456	426	540	468	11,15	-12,5	26	373	21450	8974
14	13,5	14		1	1	AREIA	463	684	537	501	468	502	482	576	519	12,15	-13,5	28	345	23100	9644
15	14,5	14		1	1	AREIA	521	684	575	559	479	550	540	582	562	13,15	-14,5	29	316	23100	9954
16	15,5	14		1	1	AREIA	579	684	614	620	479	597	600	582	605	14,15	-15,5	30	286	23100	10261
17	16,5	14		1	1	AREIA	637	684	653	681	479	644	659	582	648	15,15	-16,5				
18	17,5	14		1	1	AREIA	695	684	690	742	479	691	719	582	690	16,15	-17,5				
19	18,5	14		1	1	AREIA	753	684	719							17,15	-18,5				
20																					

De acordo com os cálculos apresentados será considerado, pelos métodos de Aoki-Veloso e Décourt-Quaresma, será considerada a estaca com 15,50 m de comprimento.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 233 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

9.3.2 Dimensionamento dos Bloco

a) Bloco de 1 Estaca

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

40.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *40.0* cm

2.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Estribos xz	10.0	220.0	✓
Estribos yz	10.0	220.0	✓
Estribos xy	**10.0**	**73.3**	✓

3.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

10.0 mm ≥ 5.0 mm ✓

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Estribos xz	**10.0**	✓
Estribos yz	10.0	✓
Estribos xy	10.0	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 234 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

4.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 10.0 mm** ✓

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

5.- TIRANTES

Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

EN 1992-1-1:2004, 6.5.3(3).- A armadura necessária para resistir às forças nos nós de concentração de esforços poderá ser distribuída ao longo de um determinado comprimento (ver a Figura 6.25 a) e b)). Quando a armadura na zona dos nós se desenvolve numa extensão considerável de um elemento, deverá ser distribuída na zona em que as isostáticas de compressão são curvas (tirantes e escoras). A força de tração T poderá ser obtida pelas expressões:

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X).

$A_s \cdot f_{yd} \geq T$ **136.52 kN ≥ 0.00 kN** ✓

a) no caso de regiões de descontinuidade parcial (b ≤ Altura do bloco), ver a Figura 6.25 a:

T : *0.00* kN

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 235 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

$$T = \frac{1}{4}\frac{b-a}{b}\cdot F$$

F	: *350.05* kN
Dimensão do pilar	: *300.0* mm
Dimensão da estaca	: *300.0* mm
b	: *300.0* mm
a	: *300.0* mm
Altura do bloco	: *400.0* mm
h	: *300.0* mm

6.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(-X)	900.00	493,78	✓

b) Bloco de 2 Estacas

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

95.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *95.0* cm

2.- CONCEITUAÇÃO

Blocos são estruturas de volume usadas para transmitir às estacas e aos tubulões as cargas de fundação, podendo ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.1).

22.6.1 - Quando se verifica a expressão a seguir, nas duas direções, a sapata é considerada rígida. Caso contrário, a sapata é considerada flexível:

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 236 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

$h \geq (a - a_p) / 3$ **950.0 mm ≥ 416.7 mm** ✓

Onde:

h: Altura da sapata. **h** : *950.0* mm

a: Dimensão da sapata em uma determinada direção. **a** : *1550.0* mm

a_p: Dimensão do pilar na mesma direção. **a_p** : *300.0* mm

3.- ARMADURA DE SUSPENSÃO

Se for prevista armadura de distribuição para mais de 25 % dos esforços totais ou se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada. (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.3). Se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada (ABNT NBR 6118:2014, 22.5.4.1.3).

Espaçamento : *750.0* mm

3 vezes o diâmetro da estaca : *900.0* mm

Diâmetro da estaca : *300.0* mm

4.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Viga - Armadura inferior	10.0	75.6	✓
Viga - Armadura superior	10.0	75.6	✓
Viga - Estribos horizontais	12.5	76.4	✓
Viga - Estribos verticais	**12.5**	**42.0**	✓

5.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

12.5 mm ≥ 5.0 mm ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 237 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Viga - Estribos horizontais	**12.5**	✓
Viga - Estribos verticais	12.5	✓

6.- ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO

Para controlar a fissuração, deve ser prevista armadura positiva adicional, independente da armadura principal de flexão, em malha uniformemente distribuída em duas direções para 20% dos esforços totais (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.2).

307.17 kN ≥ 162.09 kN ✓

Armadura adicional : *706.5* mm²
Esforços totais : *810.47* kN
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. f_{yd} : *434.78* Mpa

7.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 12.5 mm** ✓

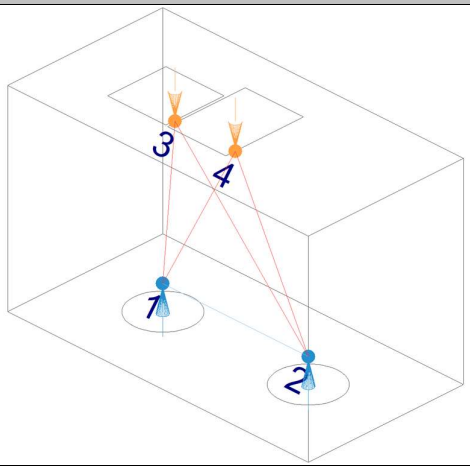
A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 238 / 316

8.- COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NECESSÁRIO

Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"



Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 515.48	P1 = 266.63
R2 = 291.70	P2 = 540.56

As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades.
Deve ser garantida a ancoragem das armaduras de cada uma dessas faixas, sobre as estacas, medida a partir da face das estacas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).
O comprimento de ancoragem necessário pode ser calculado por (ABNT NBR 6118:2014, 9.4.2.5):

$$l_{b,disp} \geq l_{b,nec}$$

497.5 mm ≥ 178.9 mm ✓

Onde:

$$l_{b,nec} = \alpha \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,min}$$

$l_{b,nec}$: *178.9* mm

α = 1 para barras sem gancho.
α = 0.7 para barras tracionadas com gancho, com cobrimento no plano normal ao do gancho ≥ 3Ø

α : *1.0*

l_b é calculado conforme 9.4.2.4:

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \geq 25 \cdot \phi$$

l_b : *333.4* mm

Ø: Diâmetro da barra ancorada. **Ø** : *10.0* mm
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
f_{bd}: Resistência de aderência de cálculo entre armadura e concreto na ancoragem de armaduras passivas (ABNT NBR 6118:2014, 9.3.2.1): **f_{bd}** : *3.26* MPa

$$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ctd}$$

η_1 = 1.0 para barras lisas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 1.4 para barras entalhadas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 2.25 para barras nervuradas (ver Tabela 8.3).

η_1 : *2.25*

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 239 / 316

η_2 = 1.0 para situações de boa aderência (ver 9.3.1).
η_2 = 0.7 para situações de má aderência (ver 9.3.1).

η_2 : *1.0*

η_3 = 1.0 para Ø < 32 mm.
η_3 = (132 - Ø)/100 , para Ø ≥ 32 mm.

η_3 : *1.0*

f_{ctd}: Resistência à tração do concreto. **f_{ctd}** : *1.45* MPa

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$f_{ctk,inf} = 0.7 \cdot f_{ct,m}$$ **$f_{ctk,inf}$** : *2.03*

$f_{ct,m}$: Resistencia média a tração do concreto. **$f_{ct,m}$** : *2.90* MPa

- para concretos de classes até C50:

$$f_{ct,m} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

- para concreto de classes de C55 até C90:

$$f_{ct,m} = 2.12 \cdot \ln(1 + 0.11 \cdot f_{ck})$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

$A_{s,calc}$: *379.0* mm²

$A_{s,ef}$: *706.5* mm²

$l_{b,min}$: Maior valor entre 0,3 l_b, 10Ø e 100 mm. **$l_{b,min}$** : *100.0* MPa

Tirante	Ø (mm)	l_b (mm)	$l_{b,disp}$ (mm)	$l_{b,nec}$ (mm)	Passa
1 - 2	**10.0**	**333.4**	**497.5**	**178.9**	✓

9.- ÂNGULO DE INCLINAÇÃO

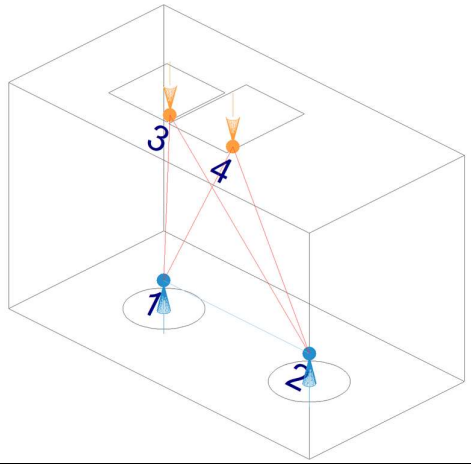
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "PP+CP+1.4·V(-X)"

Elemento: 3 - 2

Nó inicial	Nó final
3	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 307.70	P1 = 152.48
R2 = 152.59	P2 = 307.81

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 240 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



As bielas inclinadas devem ter ângulo de inclinação cuja tangente esteja entre 0.57 e 2 em relação ao eixo da armadura longitudinal do elemento estrutural (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.1).

$0.57 \leq tg\theta$ **0.57 ≤ 0.99** ✓

Onde:

θ: Ângulo de inclinação. **θ** : *44.58* °

Biela	θ (°)	tgθ	Passa
3 - 1	87.42	> 2	✓
3 - 2	**44.58**	**0.99**	✓
4 - 1	63.29	1.99	✓
4 - 2	60.89	1.80	✓

10.- TIRANTES

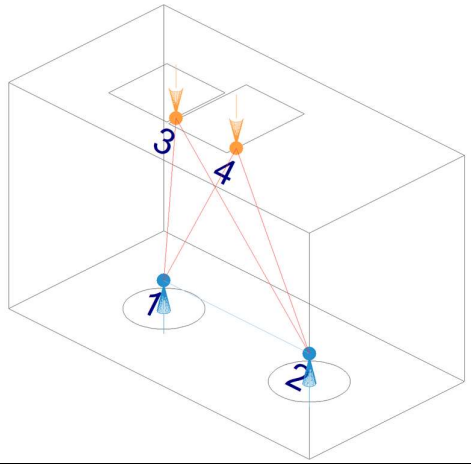
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"

Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 515.48	P1 = 266.63
R2 = 291.70	P2 = 540.56

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 241 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).
A armadura de flexão deve ser disposta essencialmente (mais de 85%) nas faixas definidas pelas estacas, em proporções de equilíbrio das respectivas bielas. As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

$A_s \cdot f_{yd} \geq R_{Sd}$ **307.17 kN ≥ 164.78 kN** ✓

Onde:

A_s: Área da seção transversal da armadura longitudinal de tração. **A_s** : *706.5* mm²
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
R_{sd}: Força de tração de cálculo na armadura. **R_{sd}** : *164.78* kN

Tirante	A_s (mm²)	f_{yd} (MPa)	R_{sd} (kN)	η	Passa
1 - 2	**706.5**	**434.78**	**164.78**	**0.536**	✓

11.- BIELAS DE COMPRESSÃO

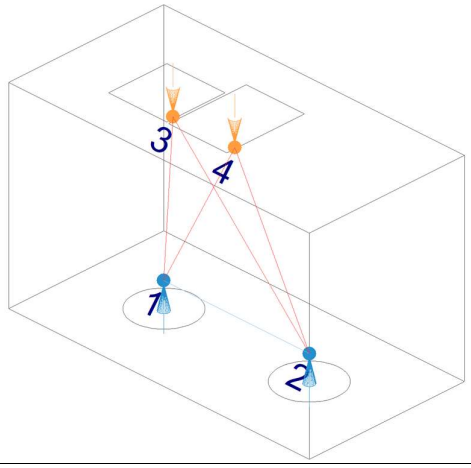
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 4 - 1

Nó inicial	Nó final
4	1
Reações (kN)	**Solicitações (kN)**
R1 = 525.31	P1 = 263.27
R2 = 281.15	P2 = 543.20

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 242 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

$$A_c \cdot f_{cd3} \geq R_{cd}$$ **848.70 kN ≥ 313.64 kN** ✓

Onde:

R_{cd}: Carga transmitida do pilar para as estacas essencialmente por bielas de compressão. **R_{cd}** : *313.64* kN

A_c: Área da seção transversal de concreto. **A_c** : *62496.4* mm²

f_{cd3}: Bielas atravessadas por tirante único, ou nós CCT (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.2). **f_{cd3}** : *13.58* MPa

$$f_{cd3} = 0.72 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd}$$

$$\alpha_{v2} = (1 - f_{ck}/250)$$ **α_{v2}** : *0.88*

f_{cd}: Resistência de cálculo à compressão do concreto. **f_{cd}** : *21.43* MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

Biela	A_c (mm²)	$A_c \cdot f_{cd3}$ (kN)	R_{cd} (kN)	η	Passa
3 - 1	70169.7	952.90	247.15	0.259	✓
3 - 2	49909.2	677.77	23.49	0.035	✓
4 - 1	**62496.4**	**848.70**	**313.64**	**0.370**	✓
4 - 2	61782.3	839.00	301.06	0.359	✓

12.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 243 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(+X)	900.00	585,83	✓

13.- ARMADURA LATERAL E SUPERIOR

Em blocos com duas ou mais estacas em uma única linha, é obrigatória a colocação de armaduras laterais e superior (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.5). ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 244 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

10. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – PRÉDIO ESCOLAR – BLOCO 6

10.1 Modelo Estrutural

O dimensionamento das peças estruturais foi feito seguindo as recomendações das normas da ABNT. Foram considerados os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS).

Para a análise estrutural e obtenção dos esforços solicitantes dos elementos estruturais de concreto armado foi utilizado o software CypeCAD no dimensionamento.

As figuras 17 e 18 apresentam os modelos conforme modelagem no CypeCAD.

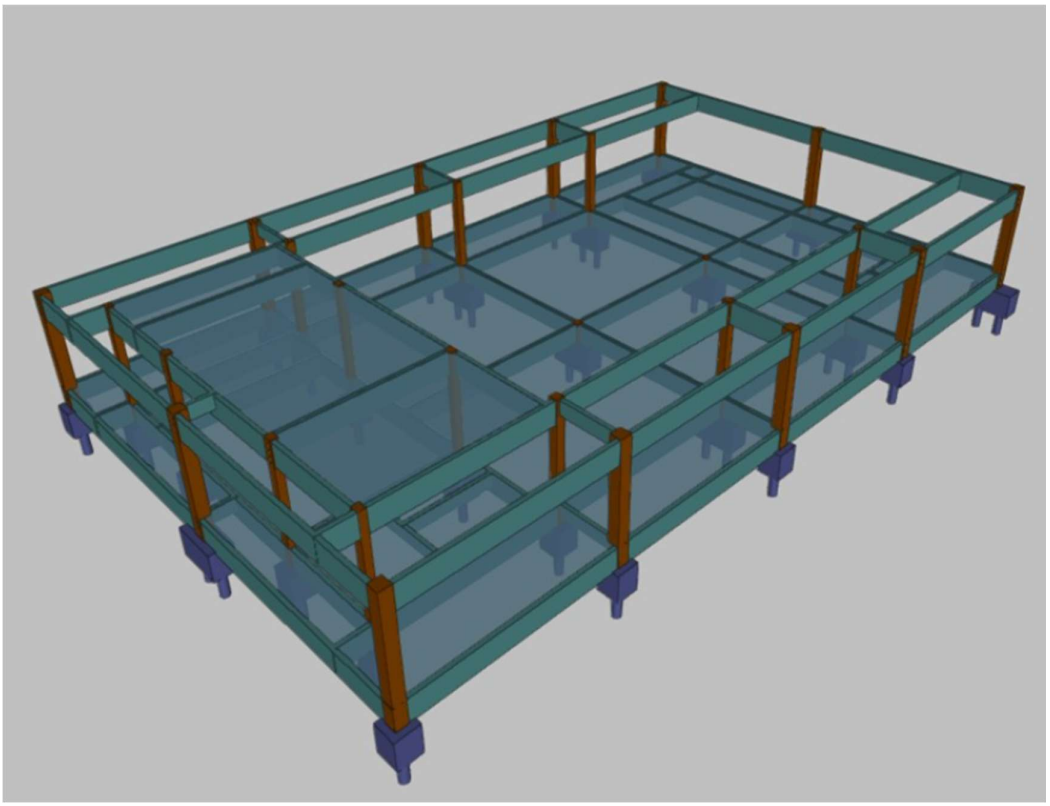


Figura 17 – Prédio Escolar Bloco 6 – Modelo estrutural 3D vista 1

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 245 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

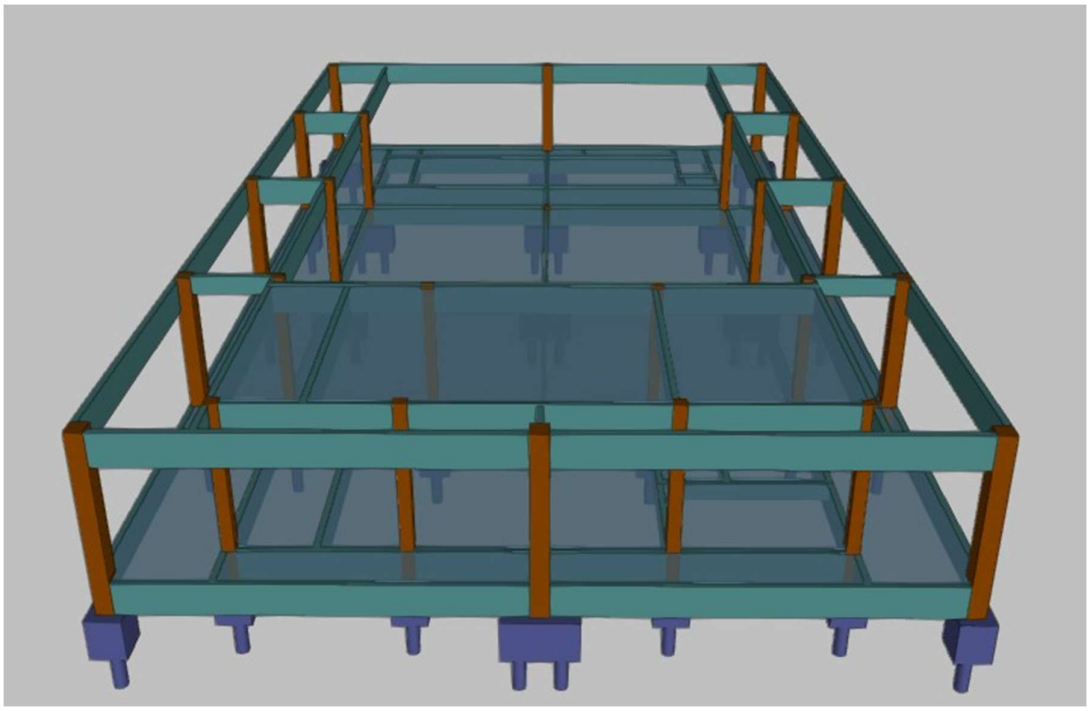


Figura 18 – Prédio Escolar Bloco 6 – Modelo estrutural 3D vista 2

10.1.1 Carregamentos

A será submetida ao peso próprio, cargas permanentes, sobrecargas e cargas de vento.

a) Cargas Permanentes

- Peso próprio calculado eletronicamente.
- Revestimento $1{,}00\ kN/m^2$.
- Alvenaria.
- Cobertura metálica.

b) Sobrecarga

Sobrecarga laje de piso 3,00 kN/m².

Sobrecarga laje de cobertura 1,00 kN/m²

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 246 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

10.1.2 Combinações

As combinações de ações de ações usadas no cálculo foram de acordo com NBR 8691:2004.

10.2 Resultados do Dimensionamento

10.2.1 Verificações E.L.U – Vigas e Pilares

a) Pilares

P1

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	17.4	26.3	26.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	75.5	-6.9	26.6	-20.3	5.1	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	17.4	28.5	28.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	90.9	7.5	-30.1	-20.3	5.1	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	99.9	18.6	99.9	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	375.8	16.8	23.5	-381.2	147.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.7	17.9	95.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	375.9	18.3	19.7	-381.2	147.0	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	68.0	17.9	68.0	AP, SCU, V(4)	Q	376.7	17.7	9.8	-386.2	146.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	375.9	18.3	19.7	-381.2	147.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P2

Secção de betão														
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	1.3	4.0	4.0	AP, V(2)	Q	72.5	0.1	2.5	-3.1	0.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	102.8	2.8	2.6	-3.1	0.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.5	5.0	5.0	AP, SCU, V(4)	Q	84.7	0.6	-6.0	-3.1	0.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	118.1	0.9	-6.1	-3.1	0.2	
								AP, SCU, V(7)	N,M	759.7	-20.5	4.0	-13.7	660.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) PP+CP+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(4) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(7) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P3

Secção de betão														
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	17.4	26.2	26.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	75.5	-7.0	-26.5	20.2	5.2	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 247 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	17.4	28.4	28.4	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	90.8	7.6	30.0	20.2	5.2	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	90.2	20.5	90.2	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	371.9	19.3	-27.2	389.0	141.8	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	89.2	19.6	89.2	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	372.0	20.7	-23.3	389.0	141.8	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	68.9	19.6	68.9	AP, SCU, V(4)	Q	372.8	20.1	-13.4	394.0	141.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	372.0	20.7	-23.3	389.0	141.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P4

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	2.6	2.6	2.6	AP, V(2)	Q	43.1	0.5	2.8	-3.2	-0.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	60.2	0.7	3.0	-3.3	-0.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.8	3.9	3.9	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	75.6	-0.1	-6.3	-3.3	-0.3	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	6.4	14.4	14.4	AP, V(4)	Q	162.2	18.6	-8.1	-8.0	4.9	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	191.9	27.1	-0.4	-7.0	3.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	6.4	14.4	14.4	AP, SCU, V(6)	Q	133.3	15.7	-8.2	-8.2	2.0	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	192.0	27.1	-0.5	-7.0	3.3	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	1.4	14.4	14.4	AP, SCU, V(3)	Q	178.8	21.2	-8.3	-9.4	3.4	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	192.0	27.1	-0.5	-7.0	3.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) PP+CP+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(6) PP+CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)

P5

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	2.2	11.7	11.7	AP, V(2)	Q	111.3	5.6	-2.6	0.1	-2.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	115.1	5.2	-5.2	1.1	-1.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.4	11.9	11.9	AP, V(2)	Q	120.0	-6.3	2.7	0.1	-2.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	123.8	-5.6	4.7	1.1	-1.9	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	88.3	45.8	88.3	AP, SCU, V(4)	Q	706.2	12.7	16.9	-226.3	-157.5	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	708.2	13.7	17.0	-225.1	-156.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	88.3	45.1	88.3	AP, SCU, V(4)	Q	706.2	11.1	16.9	-226.3	-157.5	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	708.2	12.1	17.0	-225.1	-156.9	
Fundação	30x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	87.0	45.1	87.0	AP, SCU, V(4)	Q	706.2	11.1	16.9	-226.3	-157.5	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	708.2	12.1	17.0	-225.1	-156.9	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 248 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P6

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	97.0	44.9	97.0	AP, SCU, V(2)	Q	740.7	4.0	-17.8	-1.4	-197.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	740.7	4.6	-17.8	-1.4	-196.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	97.0	44.7	97.0	AP, SCU, V(2)	Q	740.8	2.1	-17.8	-1.4	-197.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	740.8	2.6	-17.8	-1.4	-196.7	
Fundação	30x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	62.1	44.7	62.1	AP, SCU, V(2)	Q	740.8	2.1	-17.8	-1.4	-197.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	740.8	2.6	-17.8	-1.4	-196.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P7

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	2.1	11.7	11.7	AP, V(2)	Q	111.6	5.6	2.6	-0.1	-2.4	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	115.4	5.1	5.3	-1.1	-1.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.2	11.9	11.9	AP, V(2)	Q	120.3	-6.2	-2.7	-0.1	-2.4	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	124.1	-5.7	-4.7	-1.1	-1.8	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	90.1	46.5	90.1	AP, SCU, V(4)	Q	711.9	13.6	-17.1	225.9	-167.8	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	713.9	14.6	-17.1	224.7	-167.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	90.1	45.7	90.1	AP, SCU, V(4)	Q	712.0	11.9	-17.1	225.9	-167.8	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	714.0	12.9	-17.1	224.7	-167.3	
Fundação	30x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	88.8	45.7	88.8	AP, SCU, V(4)	Q	712.0	11.9	-17.1	225.9	-167.8	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	714.0	12.9	-17.1	224.7	-167.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P8

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	2.6	2.6	2.6	AP, V(2)	Q	43.1	0.5	-2.8	3.2	-0.2	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	60.3	0.6	-3.0	3.3	-0.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.8	4.0	4.0	AP, SCU, V(3)	Q	75.6	0.1	6.3	3.3	-0.2	Passa
								AP, V(4)	N,M	74.6	0.0	6.3	3.3	-0.2	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	8.8	15.6	15.6	AP, V(5)	Q	157.9	25.1	-0.7	3.1	10.5	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	190.8	29.0	-1.1	5.2	8.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	8.8	15.6	15.6	AP, V(5)	Q	158.0	25.2	-0.6	3.1	10.5	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	190.8	29.1	-1.0	5.2	8.4	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	1.6	15.6	15.6	AP, SCU, V(3)	Q	177.8	22.7	7.0	7.9	7.6	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	190.8	29.1	-1.0	5.2	8.4	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) PP+CP+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 249 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P9

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	2.4	2.3	2.4	AP, V(2)	Q	38.6	-0.2	2.6	-2.9	0.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	53.9	-0.4	2.7	-3.0	0.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.5	3.7	3.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	69.3	1.0	-5.8	-3.0	0.5	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	22.3	13.8	22.3	AP, SCU, V(4)	Q	174.7	25.9	0.4	-4.9	26.7	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	160.4	25.5	0.3	-3.9	25.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	22.3	13.9	22.3	AP, SCU, V(4)	Q	174.8	26.1	0.3	-4.9	26.7	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	160.4	25.8	0.2	-3.9	25.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	3.9	13.9	13.9	AP, SCU, V(4)	Q	174.8	26.1	0.3	-4.9	26.7	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	160.4	25.8	0.2	-3.9	25.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) PP+CP+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)

P10

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	1.0	8.4	8.4	AP, V(2)	Q	91.8	-2.8	-4.2	1.1	0.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	92.3	-2.8	-4.2	1.0	0.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	1.0	9.9	9.9	AP, V(2)	Q	100.5	4.6	4.1	1.1	0.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	101.0	4.6	4.1	1.0	0.7	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	93.4	39.1	93.4	AP, SCU, V(4)	Q	621.1	7.0	14.9	-242.5	21.5	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	624.7	15.0	9.1	-240.4	21.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	93.4	38.7	93.4	AP, SCU, V(4)	Q	621.2	7.2	14.9	-242.5	21.5	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	622.9	8.2	15.0	-241.4	22.1	
Fundação	30x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	76.5	38.7	76.5	AP, SCU, V(4)	Q	621.2	7.2	14.9	-242.5	21.5	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	622.9	8.2	15.0	-241.4	22.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P11

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	99.6	41.6	99.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	691.9	1.1	16.6	-0.7	171.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	99.6	41.8	99.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	692.0	2.8	16.6	-0.7	171.5	Passa
Fundação	30x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	53.9	41.8	53.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	692.0	2.8	16.6	-0.7	171.5	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 250 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P12

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	0.9	8.4	8.4	AP, V(2)	Q	90.6	-4.1	2.9	-1.0	0.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	90.9	-4.1	2.9	-1.0	0.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	0.9	9.6	9.6	AP, V(2)	Q	99.2	3.1	-4.5	-1.0	0.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	97.1	4.1	-4.4	-0.1	1.1	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	93.8	38.7	93.8	AP, SCU, V(5)	Q	620.5	7.4	-14.9	243.1	25.1	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	622.2	8.4	-14.9	242.0	25.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	93.8	38.8	93.8	AP, SCU, V(5)	Q	620.5	7.7	-14.9	243.1	25.1	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	622.2	8.7	-14.9	242.0	25.6	
Fundação	30x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	76.8	38.8	76.8	AP, SCU, V(5)	Q	620.5	7.7	-14.9	243.1	25.1	Passa
								AP, SCU, V(6)	N,M	622.2	8.7	-14.9	242.0	25.6	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P13

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	2.5	2.3	2.5	AP, V(2)	Q	38.6	-0.3	-2.6	3.0	0.3	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	53.9	-0.5	-2.8	3.1	0.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.6	3.7	3.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	69.3	1.1	5.9	3.1	0.6	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	23.7	15.1	23.7	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	174.5	27.9	-0.1	5.0	28.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	23.7	15.3	23.7	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	174.5	28.2	-0.1	5.0	28.4	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	4.1	15.3	15.3	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	174.5	28.2	-0.1	5.0	28.4	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) PP+CP+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P14

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	2.6	2.6	2.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	56.7	-3.4	0.9	-0.6	3.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.9	3.9	3.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	72.1	6.2	-0.8	-0.6	3.4	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	31.6	13.6	31.6	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	182.3	25.3	1.1	-1.1	37.9	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	31.6	13.7	31.6	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	182.3	25.7	1.1	-1.1	37.9	Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	5.4	13.7	13.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	182.3	25.7	1.1	-1.1	37.9	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 251 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P15

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis								Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)		
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	1.4	12.3	12.3	AP, SCU, V(2)	Q	130.9	-4.0	-6.0	1.6	0.9		Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	133.8	-4.2	-6.1	1.3	1.0		
		Ext.Inferior	Passa	Passa	1.4	13.7	13.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	139.5	6.4	5.7	1.6	0.9		Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	77.6	38.6	77.6	AP, SCU, V(4)	Q	531.5	10.0	-12.8	19.2	-98.3		Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	531.6	11.8	-12.8	19.2	-97.2		
		Ext.Inferior	Passa	Passa	77.6	38.1	77.6	AP, SCU, V(4)	Q	531.6	9.0	-12.8	19.2	-98.3		Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	531.7	10.8	-12.8	19.2	-97.2		
Fundação	30x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	26.5	38.1	38.1	AP, SCU, V(4)	Q	531.6	9.0	-12.8	19.2	-98.3		Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	531.7	10.8	-12.8	19.2	-97.2		

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

P16

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis								Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)		
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	1.7	11.8	11.8	AP, SCU, V(2)	Q	124.4	-5.7	3.6	-0.6	2.1		Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	128.8	-5.9	4.2	-1.2	1.7		
		Ext.Inferior	Passa	Passa	1.7	13.9	13.9	AP, SCU, V(2)	Q	133.0	6.3	-3.7	-0.6	2.1		Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	136.5	6.1	-6.2	-0.6	2.1		
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x30	Ext.Superior	Passa	Passa	78.9	38.3	78.9	AP, SCU, V(5)	Q	522.7	10.5	12.5	-19.7	-99.9		Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	522.8	12.4	12.5	-19.7	-98.8		
		Ext.Inferior	Passa	Passa	78.9	37.8	78.9	AP, SCU, V(5)	Q	522.7	9.5	12.5	-19.7	-99.9		Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	522.8	11.4	12.5	-19.7	-98.8		
Fundação	30x30	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	26.9	37.8	37.8	AP, SCU, V(5)	Q	522.7	9.5	12.5	-19.7	-99.9		Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	522.8	11.4	12.5	-19.7	-98.8		

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P17

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis								Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)		
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	2.8	2.6	2.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	56.8	-3.5	-0.9	0.7	3.6		Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	3.0	4.0	4.0	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	72.1	6.4	1.0	0.7	3.6		Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	37.4	14.3	37.4	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	184.0	27.1	0.8	3.9	45.0		Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	37.4	14.7	37.4	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	184.0	27.5	0.8	3.9	45.0		Passa
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	6.4	14.7	14.7	AP, SCU, V(3)	Q,N,M	184.0	27.5	0.8	3.9	45.0		Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 252 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P18

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	30x25	Ext.Superior	Passa	Passa	17.6	34.0	34.0	AP, SCU, V(2)	Q	161.9	-16.7	-3.9	0.3	9.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	161.7	-16.6	-4.3	0.7	8.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	17.6	35.0	35.0	AP, SCU, V(2)	Q	169.1	17.2	4.0	0.3	9.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	168.9	16.9	4.9	0.7	8.9	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x25	Ext.Superior	Passa	Passa	39.4	49.2	49.2	AP, SCU, V(4)	Q	637.3	14.3	2.5	-104.7	-49.4	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	637.1	14.3	4.7	-103.3	-49.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	39.4	49.0	49.0	AP, SCU, V(4)	Q	637.3	14.3	1.4	-104.7	-49.4	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	637.1	14.3	3.7	-103.3	-49.4	
Fundação	30x25	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	39.4	49.0	49.0	AP, SCU, V(4)	Q	637.3	14.3	1.4	-104.7	-49.4	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	637.1	14.3	3.7	-103.3	-49.4	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P19

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	30x25	Ext.Superior	Passa	Passa	14.7	29.9	29.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	167.9	-14.7	-4.2	0.4	7.5	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	14.7	31.1	31.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	175.1	15.3	4.4	0.4	7.5	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x25	Ext.Superior	Passa	Passa	100.0	46.8	100.0	AP, SCU, V(3)	Q	684.3	15.4	-2.8	133.4	86.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	684.1	15.4	-5.1	131.9	86.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	100.0	46.6	100.0	AP, SCU, V(3)	Q	684.3	15.4	-1.5	133.4	86.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	684.2	15.4	-3.7	131.9	86.7	
Fundação	30x25	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	63.7	46.6	63.7	AP, SCU, V(3)	Q	684.3	15.4	-1.5	133.4	86.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	684.2	15.4	-3.7	131.9	86.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P20

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	30x25	Ext.Superior	Passa	Passa	1.5	17.2	17.2	AP, SCU, V(2)	Q	136.4	6.6	4.6	-1.5	-0.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	141.1	6.8	4.6	-1.2	-0.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	1.5	18.3	18.3	AP, SCU, V(2)	Q	143.6	-7.0	-5.5	-1.5	-0.5	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	148.3	-7.2	-5.2	-1.2	-0.6	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x25	Ext.Superior	Passa	Passa	98.8	31.5	98.8	AP, SCU, V(4)	Q	411.7	9.3	2.8	-72.2	-153.5	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	412.1	9.3	3.8	-71.5	-153.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	98.8	31.3	98.8	AP, SCU, V(3)	Q	411.7	9.3	1.0	-72.9	-154.0	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	412.1	9.3	3.1	-71.5	-153.8	
Fundação	30x25	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	58.6	31.3	58.6	AP, SCU, V(3)	Q	411.7	9.3	1.0	-72.9	-154.0	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	412.1	9.3	3.1	-71.5	-153.8	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 253 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P21

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	30x25	Ext.Superior	Passa	Passa	16.9	33.5	33.5	AP, SCU, V(2)	Q	167.4	16.5	4.0	-0.2	-8.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	167.7	16.4	4.4	-0.7	-8.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	16.9	33.9	33.9	AP, SCU, V(2)	Q	174.6	-16.7	-4.1	-0.2	-8.7	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	174.9	-16.4	-4.9	-0.7	-8.6	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x25	Ext.Superior	Passa	Passa	13.8	34.6	34.6	AP, SCU, V(2)	Q	430.4	9.7	0.6	-3.2	-13.9	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	431.2	9.7	1.6	-2.4	-13.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	13.8	34.6	34.6	AP, SCU, V(2)	Q	430.5	9.7	0.5	-3.2	-13.9	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	431.3	9.7	1.6	-2.4	-13.6	
Fundação	30x25	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	4.7	34.6	34.6	AP, SCU, V(2)	Q	430.5	9.7	0.5	-3.2	-13.9	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	431.3	9.7	1.6	-2.4	-13.6	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)

P22

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	30x25	Ext.Superior	Passa	Passa	13.9	30.2	30.2	AP, SCU, V(2)	Q	173.8	14.5	-5.1	1.0	-7.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	174.1	14.3	-5.5	1.4	-6.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	13.9	30.8	30.8	AP, SCU, V(2)	Q	181.0	-14.7	5.3	1.0	-7.1	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	181.3	-14.3	6.2	1.4	-6.9	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x25	Ext.Superior	Passa	Passa	95.6	34.2	95.6	AP, SCU, V(3)	Q	453.0	10.2	0.1	43.9	-175.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	453.4	10.2	-2.0	42.3	-175.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	95.6	34.2	95.6	AP, SCU, V(3)	Q	453.0	10.2	0.6	43.9	-175.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	453.5	10.2	-1.5	42.3	-175.5	
Fundação	30x25	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	60.7	34.2	60.7	AP, SCU, V(2)	Q	452.7	10.2	-0.5	43.1	-175.8	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	453.5	10.2	-1.5	42.3	-175.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)

P23

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	30x25	Ext.Superior	Passa	Passa	1.4	16.1	16.1	AP, SCU, V(2)	Q	133.5	6.5	3.1	-0.1	-1.4	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 254 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
								AP, SCU, V(3)	N,M	138.1	6.7	3.6	-0.6	-1.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	1.4	17.2	17.2	AP, SCU, V(2)	Q	140.8	-6.8	-3.2	-0.1	-1.4	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	145.3	-7.0	-4.1	-0.6	-1.1	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	30x25	Ext.Superior	Passa	Passa	96.5	29.4	96.5	AP, SCU, V(4)	Q,N,M	386.5	9.1	-0.5	29.4	-161.0	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	90.7	29.2	90.7	AP, SCU, V(5)	Q	386.9	8.7	-0.2	29.4	-161.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	387.0	8.7	-1.2	28.7	-161.3	
Fundação	30x25	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	54.9	29.2	54.9	AP, SCU, V(5)	Q	386.9	8.7	-0.2	29.4	-161.8	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	387.0	8.7	-1.2	28.7	-161.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)

P24

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	4.4	5.8	5.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	23.3	6.8	0.6	-0.4	-5.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	4.4	5.2	5.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	38.7	-8.1	-0.4	-0.4	-5.3	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	38.1	24.2	38.1	AP, SCU, V(3)	Q	107.7	23.7	2.3	-6.9	-45.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	97.4	28.6	1.8	-5.8	-33.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	38.1	23.7	38.1	AP, SCU, V(3)	Q	107.8	23.2	2.2	-6.9	-45.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	97.4	28.3	1.7	-5.8	-33.2	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	6.6	23.7	23.7	AP, SCU, V(3)	Q	107.8	23.2	2.2	-6.9	-45.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	97.4	28.3	1.7	-5.8	-33.2	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)

P25

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	7.0	7.1	7.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	59.1	11.6	-0.8	0.6	-8.4	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	7.0	6.8	7.0	AP, SCU, V(2)	Q	74.5	-12.0	1.0	0.6	-8.4	Passa
								AP, SCU, V(3)	N,M	75.4	-12.2	0.9	0.6	-8.3	
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	31.2	19.6	31.2	AP, SCU, V(4)	Q	140.8	27.1	7.1	-21.9	-33.6	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	139.7	30.0	3.1	-23.7	-32.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	31.0	19.2	31.0	AP, SCU, V(4)	Q	140.8	26.8	6.9	-21.9	-33.6	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	139.7	29.7	2.9	-23.7	-32.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	6.0	19.2	19.2	AP, SCU, V(2)	Q	141.9	23.9	2.9	-23.7	-35.2	Passa
								AP, SCU, V(5)	N,M	139.7	29.7	2.9	-23.7	-32.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 255 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

P26

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura (0.25 - 3.85 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	4.5	6.5	6.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	19.9	6.8	1.2	-0.8	-5.3	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	4.4	5.5	5.5	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	35.3	-8.0	-1.0	-0.8	-5.3	Passa
Terreo (-0.56 - 0.25 m)	40x40	Ext.Superior	Passa	Passa	38.6	27.9	38.6	AP, SCU, V(3)	Q	103.0	25.9	1.2	14.1	-45.9	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	102.2	31.7	1.2	13.9	-43.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	38.6	27.3	38.6	AP, SCU, V(3)	Q	103.1	25.4	1.3	14.1	-45.9	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	102.3	31.3	1.3	13.9	-43.1	
Fundação	40x40	Elemento de Fundação	N.A.(1)	N.A.(1)	6.8	27.3	27.3	AP, SCU, V(3)	Q	103.1	25.4	1.3	14.1	-45.9	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	102.3	31.3	1.3	13.9	-43.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y)

b) Vigas

Terreo

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
b: V14 - V20	Passa	'0.000 m' Passa	'0.675 m' η = 72.1	'0.374 m' η = 89.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 89.3**
a: V26 - V27	Passa	'0.123 m' Passa	'1.098 m' η = 12.9	'0.371 m' η = 17.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 17.5**
b: V12 - V11	Passa	'0.000 m' Passa	'5.425 m' η = 59.5	'0.374 m' η = 85.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 85.9**
b: P5 - P6	Passa	'0.000 m' Passa	'6.030 m' η = 96.4	'P5' η = 89.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 96.4**
c: P6 - P7	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 97.0	'5.725 m' η = 89.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 97.0**
b: P10 - P11	Passa	Passa	'6.030 m' η = 96.5	'P10' η = 93.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 96.5**
c: P11 - P12	Passa	Passa	'0.374 m' η = 96.7	'6.404 m' η = 93.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 96.7**
a: P14 - P15	Passa	'0.000 m' Passa	'0.224 m' η = 9.9	'P14' η = 20.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 20.6**
a: P16 - P17	Passa	'0.000 m' Passa	'1.797 m' η = 17.5	'1.646 m' η = 21.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 21.8**
b: P18 - P19	Passa	'0.000 m' Passa	'5.034 m' η = 95.4	'0.704 m' η = 93.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 95.4**
c: P19 - V6	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 86.4	'0.621 m' η = 77.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 86.4**
a: V28 - V29	Passa	'0.000 m' Passa	'1.525 m' η = 28.6	'1.146 m' η = 63.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 63.0**
a: P20 - P21	Passa	'0.000 m' Passa	'3.176 m' η = 59.6	'2.804 m' η = 88.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 88.8**
b: P21 - P22	Passa	Passa	'0.374 m' η = 54.8	'0.704 m' η = 71.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 71.8**
c: P22 - P23	Passa	'0.000 m' Passa	'3.176 m' η = 30.0	'0.621 m' η = 55.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 55.0**
b: P25 - P26	Passa	'0.000 m' Passa	'0.550 m' η = 6.8	'P25' η = 33.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 33.0**
a: P24 - P14	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 28.7	'6.550 m' η = 53.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 53.0**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 256 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
b: P14 - P9	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 24.3	'0.175 m' η = 51.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 51.4**
c: P9 - P4	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 25.1	'6.675 m' η = 59.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 59.3**
d: P4 - P1	Passa	'0.000 m' Passa	'6.550 m' η = 37.1	'6.425 m' η = 77.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 77.8**
b: V23 - V22	Passa	Passa	'1.200 m' η = 33.3	'0.374 m' η = 77.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 77.0**
a: P25 - V31	Passa	Passa	'0.781 m' η = 59.0	'P25' η = 92.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 92.7**
a: P22 - P19	Passa	Passa	'0.374 m' η = 91.7	'P22' η = 89.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 91.7**
a: P26 - P17	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 29.4	'6.550 m' η = 54.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 54.9**
b: P17 - P13	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 24.1	'0.175 m' η = 52.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 52.1**
c: P13 - P8	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 25.1	'6.675 m' η = 58.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 58.4**
d: P8 - P3	Passa	'0.000 m' Passa	'6.550 m' η = 34.5	'6.425 m' η = 73.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** **η = 73.4**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	-	
a: V13 - V14	Passa	Passa	'5.954 m' η = 73.9	'6.079 m' η = 89.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 89.3**
a: V10 - V12	Passa	'0.000 m' Passa	'1.204 m' η = 57.9	'6.079 m' η = 85.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 85.9**
a: V5 - P18	Passa	'0.065 m' Passa	'3.326 m' η = 95.7	'1.079 m' η = 94.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 95.7**
a: V1 - P20	Passa	'0.300 m' Passa	'P20' η = 11.8	'0.425 m' η = 65.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 65.1**
a: V21 - V23	Passa	Passa	'0.000 m' η = 68.1	'1.500 m' η = 71.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 71.1**
a: V8 - V9	Passa	'0.244 m' Passa	'4.869 m' η = 32.3	'0.994 m' η = 78.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 78.8**
a: V25 - V24	Passa	'0.151 m' Passa	'0.000 m' η = 4.0	'V25' η = 8.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 8.2**
a: V30 -	Passa	'0.000 m' Passa	'0.000 m' η = 34.7	'0.439 m' η = 46.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 46.2**
a: V3 - P23	Passa	'0.175 m' Passa	'0.657 m' η = 16.1	'0.425 m' η = 82.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA** **η = 82.7**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_{xSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_{ySt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 257 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Erros:
(1) Não atende: 'Disposições relativas às armaduras' (Armadura longitudinal)
(2) A quantidade mecânica da armadura transversal é inferior à exigida pela norma.

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 0 m Passa	x: 3.447 m Passa	x: 3.447 m Passa	x: 3.447 m Passa	x: 8 m Passa	**PASSA**
b: P2 - P3	x: 8.675 m Passa	x: 8.675 m Passa	x: 5.229 m Passa	x: 8.675 m Passa	x: 0.3 m Passa	**PASSA**
a: V13 - V14	x: 6.629 m Passa	x: 2.454 m Passa	x: 2.454 m Passa	x: 2.454 m Passa	x: 1.365 m Passa	**PASSA**
b: V14 - V20	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.675 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.374 m Passa	**PASSA**
a: V26 - V27	N.A.(1)	N.A.(1)	x: 0.746 m Passa	N.A.(1)	N.A.(2)	**PASSA**
a: V10 - V12	x: 6.454 m Passa	x: 6.454 m Passa	x: 1.275 m Passa	x: 6.454 m Passa	x: 6.454 m Passa	**PASSA**
b: V12 - V11	x: 0.175 m Passa	x: 5.354 m Passa	x: 5.354 m Passa	x: 5.354 m Passa	x: 0.175 m Passa	**PASSA**
a: P4 - P5	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.875 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
b: P5 - P6	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.054 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.054 m Passa	**PASSA**
c: P6 - P7	x: 6.404 m Passa	x: 6.404 m Passa	x: 3.35 m Passa	x: 6.404 m Passa	x: 2.225 m Passa	**PASSA**
d: P7 - P8	x: 2.021 m Passa	x: 2.021 m Passa	x: 1.146 m Passa	x: 2.021 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
a: P9 - P10	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.875 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
b: P10 - P11	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.054 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.054 m Passa	**PASSA**
c: P11 - P12	x: 6.404 m Passa	x: 6.404 m Passa	x: 3.35 m Passa	x: 6.404 m Passa	x: 2.1 m Passa	**PASSA**
d: P12 - P13	x: 2.021 m Passa	x: 2.021 m Passa	x: 1.146 m Passa	x: 2.021 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
a: P14 - P15	x: 0 m Passa	N.A.(1)	x: 0.875 m Passa	N.A.(1)	N.A.(2)	**PASSA**
a: P16 - P17	x: 2.021 m Passa	N.A.(1)	x: 1.146 m Passa	N.A.(1)	N.A.(2)	**PASSA**
a: V5 - P18	x: 3.7 m Passa	x: 1.704 m Passa	x: 1.704 m Passa	x: 1.704 m Passa	x: 3.7 m Passa	**PASSA**
b: P18 - P19	x: 0 m Passa	x: 2.704 m Passa	x: 2.704 m Passa	x: 2.704 m Passa	x: 1.829 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 258 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
c: P19 - V6	x: 0 m Passa	x: 1.996 m Passa	x: 1.996 m Passa	x: 1.996 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
a: V28 - V29	x: 0.146 m Passa	N.A.(1)	x: 1.525 m Passa	N.A.(1)	N.A.(2)	**PASSA**
a: P20 - P21	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 1.804 m Passa	x: 3.55 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
b: P21 - P22	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 1.954 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
c: P22 - P23	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 1.746 m Passa	x: 3.55 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
b: P25 - P26	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.425 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
a: P24 - P14	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
b: P14 - P9	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
c: P9 - P4	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
d: P4 - P1	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
a: V1 - P20	x: 1.031 m Passa	x: 1.031 m Passa	N.A.(1)	x: 1.031 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
b: P20 - P15	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.019 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.019 m Passa	**PASSA**
c: P15 - P10	x: 0 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 2.225 m Passa	**PASSA**
d: P10 - P5	x: 0 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 2.225 m Passa	**PASSA**
e: P5 - V2	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 4.35 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0.85 m Passa	**PASSA**
a: V21 - V23	N.A.(1)	x: 2.125 m Passa	x: 2.125 m Passa	x: 2.125 m Passa	x: 1.25 m Passa	**PASSA**
b: V23 - V22	N.A.(1)	x: 0.374 m Passa	x: 0.374 m Passa	x: 0.374 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
a: V8 - V9	x: 5.619 m Passa	x: 2.869 m Passa	x: 2.869 m Passa	x: 2.869 m Passa	N.A.(3)	**PASSA**
a: P25 - V31	x: 0 m Passa	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	x: 0 m Passa	**PASSA**
a: V7 - P11	x: 7.739 m Passa	x: 3.639 m Passa	x: 3.639 m Passa	x: 3.639 m Passa	x: 1.639 m Passa	**PASSA**
b: P11 - P6	x: 0 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 2.225 m Passa	**PASSA**
c: P6 - P2	x: 0 m Passa	x: 3.35 m Passa	x: 3.35 m Passa	x: 3.35 m Passa	x: 5.6 m Passa	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 259 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P22 - P19	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.769 m Passa	x: 0 m Passa	x: 5.519 m Passa	**PASSA**
a: V30 -	x: 2.689 m Passa	N.A.(1)	x: 0.689 m Passa	N.A.(1)	N.A.(2)	**PASSA**
a: V19 - V18	N.A.(1)	x: 2.375 m Passa	x: 2.375 m Passa	x: 2.375 m Passa	x: 1.325 m Passa	**PASSA**
a: V3 - P23	x: 1.031 m Passa	x: 1.031 m Passa	N.A.(1)	x: 1.031 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
b: P23 - P16	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.769 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.269 m Passa	**PASSA**
c: P16 - P12	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.225 m Passa	**PASSA**
d: P12 - P7	x: 0 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 2.35 m Passa	**PASSA**
e: P7 - V4	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 4.1 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.15 m Passa	**PASSA**
a: P26 - P17	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
b: P17 - P13	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
c: P13 - P8	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**
d: P8 - P3	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.8 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(2)	**PASSA**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)						Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	-	
a: P24 - P25	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 1.125 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(2)	N.A.(3)	**PASSA**
a: V25 - V24	x: 0.276 m Passa	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(3)	**PASSA**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.
(2) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 260 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 2.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 24.79 mm	$f_{T,max}$: 8.91 mm $f_{T,lim}$: 34.70 mm	$f_{A,max}$: 8.00 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 2.13 mm $f_{i,Q,lim}$: 24.79 mm	$f_{T,max}$: 10.01 mm $f_{T,lim}$: 34.70 mm	$f_{A,max}$: 9.07 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V13 - V14	$f_{i,Q}$: 0.48 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.89 mm	$f_{T,max}$: 2.36 mm $f_{T,lim}$: 24.53 mm	$f_{A,max}$: 1.80 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: V14 - V20	$f_{i,Q}$: 0.14 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.03 mm	$f_{T,max}$: 0.82 mm $f_{T,lim}$: 15.55 mm	$f_{A,max}$: 0.61 mm $f_{A,lim}$: 7.64 mm	**PASSA**
a: V26 - V27	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 3.43 mm	$f_{T,max}$: 0.03 mm $f_{T,lim}$: 4.80 mm	$f_{A,max}$: 0.02 mm $f_{A,lim}$: 2.40 mm	**PASSA**
a: V10 - V12	$f_{i,Q}$: 0.32 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.94 mm	$f_{T,max}$: 1.95 mm $f_{T,lim}$: 26.52 mm	$f_{A,max}$: 1.37 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: V12 - V11	$f_{i,Q}$: 0.33 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.94 mm	$f_{T,max}$: 2.07 mm $f_{T,lim}$: 26.52 mm	$f_{A,max}$: 1.47 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P4 - P5	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.77 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 8.08 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 4.04 mm	**PASSA**
b: P5 - P6	$f_{i,Q}$: 1.20 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.30 mm	$f_{T,max}$: 3.08 mm $f_{T,lim}$: 25.62 mm	$f_{A,max}$: 2.63 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P6 - P7	$f_{i,Q}$: 1.22 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.30 mm	$f_{T,max}$: 3.12 mm $f_{T,lim}$: 25.62 mm	$f_{A,max}$: 2.66 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.77 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 8.08 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 4.04 mm	**PASSA**
a: P9 - P10	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.77 mm	$f_{T,max}$: 0.01 mm $f_{T,lim}$: 8.08 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 4.04 mm	**PASSA**
b: P10 - P11	$f_{i,Q}$: 1.54 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.30 mm	$f_{T,max}$: 3.50 mm $f_{T,lim}$: 25.62 mm	$f_{A,max}$: 3.08 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P11 - P12	$f_{i,Q}$: 1.55 mm $f_{i,Q,lim}$: 18.30 mm	$f_{T,max}$: 3.53 mm $f_{T,lim}$: 25.62 mm	$f_{A,max}$: 3.11 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P12 - P13	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.77 mm	$f_{T,max}$: 0.01 mm $f_{T,lim}$: 8.08 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 4.04 mm	**PASSA**
a: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.77 mm	$f_{T,max}$: 0.03 mm $f_{T,lim}$: 8.08 mm	$f_{A,max}$: 0.02 mm $f_{A,lim}$: 3.75 mm	**PASSA**
a: P16 - P17	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.77 mm	$f_{T,max}$: 0.03 mm $f_{T,lim}$: 8.08 mm	$f_{A,max}$: 0.02 mm $f_{A,lim}$: 4.04 mm	**PASSA**
a: V5 - P18	$f_{i,Q}$: 0.08 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.57 mm	$f_{T,max}$: 0.56 mm $f_{T,lim}$: 14.80 mm	$f_{A,max}$: 0.42 mm $f_{A,lim}$: 7.40 mm	**PASSA**
b: P18 - P19	$f_{i,Q}$: 1.25 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.45 mm	$f_{T,max}$: 2.90 mm $f_{T,lim}$: 21.63 mm	$f_{A,max}$: 2.62 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P19 - V6	$f_{i,Q}$: 0.06 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.57 mm	$f_{T,max}$: 0.43 mm $f_{T,lim}$: 14.80 mm	$f_{A,max}$: 0.32 mm $f_{A,lim}$: 7.40 mm	**PASSA**
a: V28 - V29	$f_{i,Q}$: 0.04 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.25 mm	$f_{T,max}$: 0.65 mm $f_{T,lim}$: 15.40 mm	$f_{A,max}$: 0.53 mm $f_{A,lim}$: 7.70 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 261 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P20 - P21	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.14 mm	$f_{T,max}$: 0.28 mm $f_{T,lim}$: 14.20 mm	$f_{A,max}$: 0.20 mm $f_{A,lim}$: 7.10 mm	**PASSA**
b: P21 - P22	$f_{i,Q}$: 0.07 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.45 mm	$f_{T,max}$: 0.38 mm $f_{T,lim}$: 21.63 mm	$f_{A,max}$: 0.25 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P22 - P23	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.14 mm	$f_{T,max}$: 0.14 mm $f_{T,lim}$: 14.20 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 7.10 mm	**PASSA**
a: P24 - P25	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.16 mm	$f_{T,max}$: 0.07 mm $f_{T,lim}$: 34.38 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 6.25 mm	**PASSA**
b: P25 - P26	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 24.64 mm	$f_{T,max}$: 0.21 mm $f_{T,lim}$: 34.70 mm	$f_{A,max}$: 0.08 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P24 - P14	$f_{i,Q}$: 0.09 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.65 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.38 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P14 - P9	$f_{i,Q}$: 0.07 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.60 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.35 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P9 - P4	$f_{i,Q}$: 0.08 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.63 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.37 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P4 - P1	$f_{i,Q}$: 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.99 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.65 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V1 - P20	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 2.94 mm	$f_{T,max}$: 0.05 mm $f_{T,lim}$: 8.24 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 4.12 mm	**PASSA**
b: P20 - P15	$f_{i,Q}$: 0.20 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.48 mm	$f_{T,max}$: 1.33 mm $f_{T,lim}$: 24.48 mm	$f_{A,max}$: 1.04 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P15 - P10	$f_{i,Q}$: 2.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.57 mm	$f_{T,max}$: 5.07 mm $f_{T,lim}$: 28.80 mm	$f_{A,max}$: 4.63 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P10 - P5	$f_{i,Q}$: 1.81 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.57 mm	$f_{T,max}$: 4.41 mm $f_{T,lim}$: 28.80 mm	$f_{A,max}$: 3.98 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P5 - V2	$f_{i,Q}$: 1.70 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.46 mm	$f_{T,max}$: 5.69 mm $f_{T,lim}$: 28.55 mm	$f_{A,max}$: 4.75 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V21 - V23	$f_{i,Q}$: 1.29 mm $f_{i,Q,lim}$: 14.43 mm	$f_{T,max}$: 3.21 mm $f_{T,lim}$: 20.20 mm	$f_{A,max}$: 2.85 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: V23 - V22	$f_{i,Q}$: 0.83 mm $f_{i,Q,lim}$: 14.43 mm	$f_{T,max}$: 2.05 mm $f_{T,lim}$: 20.20 mm	$f_{A,max}$: 1.82 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V8 - V9	$f_{i,Q}$: 0.69 mm $f_{i,Q,lim}$: 16.66 mm	$f_{T,max}$: 2.32 mm $f_{T,lim}$: 23.32 mm	$f_{A,max}$: 1.92 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P25 - V31	$f_{i,Q}$: 0.14 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.46 mm	$f_{T,max}$: 0.46 mm $f_{T,lim}$: 6.24 mm	$f_{A,max}$: 0.37 mm $f_{A,lim}$: 3.12 mm	**PASSA**
a: V7 - P11	$f_{i,Q}$: 4.09 mm $f_{i,Q,lim}$: 22.11 mm	$f_{T,max}$: 10.97 mm $f_{T,lim}$: 30.96 mm	$f_{A,max}$: 9.80 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P11 - P6	$f_{i,Q}$: 2.13 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.57 mm	$f_{T,max}$: 4.81 mm $f_{T,lim}$: 28.80 mm	$f_{A,max}$: 4.26 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P6 - P2	$f_{i,Q}$: 1.95 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.43 mm	$f_{T,max}$: 8.20 mm $f_{T,lim}$: 28.60 mm	$f_{A,max}$: 7.16 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 262 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: V25 - V24	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 3.43 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 4.80 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 2.40 mm	**PASSA**
a: P22 - P19	$f_{i,Q}$: 0.35 mm $f_{i,Q,lim}$: 16.09 mm	$f_{T,max}$: 1.53 mm $f_{T,lim}$: 22.52 mm	$f_{A,max}$: 1.30 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V30 -	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.03 mm	$f_{T,max}$: 0.23 mm $f_{T,lim}$: 12.58 mm	$f_{A,max}$: 0.18 mm $f_{A,lim}$: 6.29 mm	**PASSA**
a: V19 - V18	$f_{i,Q}$: 1.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 14.43 mm	$f_{T,max}$: 3.01 mm $f_{T,lim}$: 20.20 mm	$f_{A,max}$: 2.52 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V3 - P23	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 2.94 mm	$f_{T,max}$: 0.07 mm $f_{T,lim}$: 8.24 mm	$f_{A,max}$: 0.03 mm $f_{A,lim}$: 4.12 mm	**PASSA**
b: P23 - P16	$f_{i,Q}$: 0.22 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.48 mm	$f_{T,max}$: 1.52 mm $f_{T,lim}$: 24.48 mm	$f_{A,max}$: 1.22 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P16 - P12	$f_{i,Q}$: 1.88 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.57 mm	$f_{T,max}$: 4.80 mm $f_{T,lim}$: 28.80 mm	$f_{A,max}$: 4.29 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P12 - P7	$f_{i,Q}$: 1.79 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.57 mm	$f_{T,max}$: 4.39 mm $f_{T,lim}$: 28.80 mm	$f_{A,max}$: 3.96 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P7 - V4	$f_{i,Q}$: 2.24 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.44 mm	$f_{T,max}$: 7.33 mm $f_{T,lim}$: 28.52 mm	$f_{A,max}$: 6.60 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P26 - P17	$f_{i,Q}$: 0.10 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.68 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.39 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P17 - P13	$f_{i,Q}$: 0.07 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.60 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.35 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P13 - P8	$f_{i,Q}$: 0.08 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.63 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.37 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P8 - P3	$f_{i,Q}$: 0.15 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.94 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.60 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

Cobertura

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
a: P1 - P2	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 37.7	'8.301 m' η = 87.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 87.7
b: P2 - P3	Passa	'0.000 m' Passa	'8.301 m' η = 37.7	'0.329 m' η = 87.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 87.7
a: P4 - P5	Passa	Passa	'0.374 m' η = 7.7	'P5' η = 11.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 11.8
a: P7 - P8	Passa	Passa	'1.647 m' η = 7.7	'P7' η = 11.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 11.8
a: P9 - P10	Passa	Passa	'0.374 m' η = 6.9	'0.674 m' η = 10.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 10.0
a: P12 - P13	Passa	Passa	'1.647 m' η = 6.9	'1.347 m' η = 10.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 10.1
a: P14 - P15	Passa	Passa	'0.224 m' η = 11.3	'1.684 m' η = 26.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 26.4
a: P16 - P17	Passa	Passa	'1.797 m' η = 11.2	'0.224 m' η = 25.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA** η = 25.9

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 263 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
b: P18 - P19	Passa	'0.000 m' Passa	'0.454 m' η = 29.6	'0.102 m' η = 53.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 53.9**
c: P19 - V6	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 20.3	'P19' η = 37.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 37.9**
a: P20 - P21	Passa	Passa	'3.054 m' η = 42.2	'3.054 m' η = 57.9	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 57.9**
b: P21 - P22	Passa	'0.000 m' Passa	'2.704 m' η = 37.4	'2.079 m' η = 62.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 62.7**
a: P24 - P25	Passa	'0.000 m' Passa	'8.301 m' η = 17.7	'P25' η = 45.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 45.7**
b: P25 - P26	Passa	Passa	'6.579 m' η = 17.6	'P25' η = 45.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 45.0**
a: P24 - P14	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 15.0	'P14' η = 40.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 40.3**
b: P14 - P9	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 13.3	'P14' η = 39.0	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 39.0**
c: P9 - P4	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 13.4	'P4' η = 38.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 38.1**
d: P4 - P1	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 14.6	'P4' η = 38.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 38.5**
b: P20 - P15	Passa	Passa	'5.805 m' η = 36.3	'5.662 m' η = 63.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 63.6**
c: P15 - P10	Passa	Passa	'0.374 m' η = 31.9	'0.327 m' η = 63.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 63.6**
d: P10 - P5	Passa	Passa	'6.826 m' η = 33.0	'6.826 m' η = 76.8	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 76.8**
e: P5 - V2	Passa	Passa	'0.374 m' η = 37.8	'0.334 m' η = 77.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 77.1**
a: P25 - V31	Passa	Passa	'0.781 m' η = 6.0	'0.390 m' η = 91.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 91.2**
a: P22 - P19	Passa	'0.000 m' Passa	'5.256 m' η = 63.1	'P19' η = 83.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 83.5**
b: P23 - P16	Passa	'0.000 m' Passa	'5.805 m' η = 44.9	'5.662 m' η = 70.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 70.7**
c: P16 - P12	Passa	Passa	'0.374 m' η = 32.6	'0.327 m' η = 70.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 70.7**
d: P12 - P7	Passa	Passa	'6.826 m' η = 33.3	'6.826 m' η = 77.3	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 77.3**
e: P7 - V4	Passa	Passa	'0.374 m' η = 37.8	'0.334 m' η = 77.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 77.6**
a: P26 - P17	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 15.1	'P17' η = 40.6	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 40.6**
b: P17 - P13	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 13.3	'P17' η = 39.2	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 39.2**
c: P13 - P8	Passa	'0.000 m' Passa	'6.726 m' η = 13.4	'P8' η = 38.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 38.1**
d: P8 - P3	Passa	'0.000 m' Passa	'0.374 m' η = 14.6	'P8' η = 38.4	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	**PASSA η = 38.4**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2023)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	-	
a: V5 - P18	Passa	'0.000 m' Passa	'3.204 m' η = 43.7	'1.204 m' η = 64.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA η = 64.5**
a: V1 - P20	Passa	Passa	'0.657 m' η = 34.5	'0.374 m' η = 54.1	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA η = 54.1**
a: V8 - V9	Passa	Passa	'5.830 m' η = 43.9	'V8' η = 82.5	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA η = 82.5**
a: V3 - P23	Passa	Passa	'0.657 m' η = 37.9	'0.374 m' η = 59.7	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(2)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(1)	N.A.(3)	**PASSA η = 59.7**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 264 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_{XSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_{YSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Erros:
(1) A quantidade mecânica da armadura transversal é inferior à exigida pela norma.

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
a: P1 - P2	x: 8.346 m Passa	x: 2.425 m Passa	x: 2.425 m Passa	x: 2.425 m Passa	x: 2.096 m Passa	**PASSA**
b: P2 - P3	x: 0.329 m Passa	x: 6.25 m Passa	x: 6.25 m Passa	x: 6.25 m Passa	x: 5.592 m Passa	**PASSA**
a: P4 - P5	x: 0 m Passa	x: 2.021 m Passa	x: 2.021 m Passa	x: 2.021 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P7 - P8	x: 2.021 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P9 - P10	x: 0 m Passa	x: 2.021 m Passa	x: 2.021 m Passa	x: 2.021 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P12 - P13	x: 2.021 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P14 - P15	x: 0 m Passa	N.A.(2)	x: 2.021 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: P16 - P17	x: 2.021 m Passa	N.A.(2)	x: 0 m Passa	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: V5 - P18	x: 3.7 m Passa	x: 1.875 m Passa	x: 1.875 m Passa	x: 1.875 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P18 - P19	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.704 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P19 - V6	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.496 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P20 - P21	x: 3.55 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 1.725 m Passa	x: 3.55 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 265 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
b: P21 - P22	x: 0 m Passa	x: 2.704 m Passa	x: 2.704 m Passa	x: 2.704 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P22 - P23	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 2.246 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P24 - P25	x: 8.675 m Passa	x: 8.675 m Passa	x: 5.056 m Passa	x: 8.675 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P25 - P26	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.619 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P24 - P14	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.905 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P14 - P9	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P9 - P4	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
d: P4 - P1	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.873 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: V1 - P20	x: 1.031 m Passa	x: 1.031 m Passa	N.A.(2)	x: 1.031 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P20 - P15	x: 6.119 m Passa	x: 6.119 m Passa	x: 3.019 m Passa	x: 6.119 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P15 - P10	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.6 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
d: P10 - P5	x: 7.2 m Passa	x: 7.2 m Passa	x: 3.273 m Passa	x: 7.2 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
e: P5 - V2	x: 0 m Passa	x: 4.343 m Passa	x: 4.343 m Passa	x: 4.343 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: V8 - V9	N.A.(2)	x: 2.869 m Passa	x: 2.869 m Passa	x: 2.869 m Passa	x: 1.369 m Passa	**PASSA**
a: P25 - V31	x: 0.781 m Passa	N.A.(2)	N.A.(2)	N.A.(2)	N.A.(1)	**PASSA**
a: P22 - P19	x: 5.63 m Passa	x: 2.769 m Passa	x: 2.769 m Passa	x: 2.769 m Passa	x: 4.644 m Passa	**PASSA**
a: V3 - P23	x: 1.031 m Passa	x: 1.031 m Passa	N.A.(2)	x: 1.031 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
b: P23 - P16	x: 6.119 m Passa	x: 3.019 m Passa	x: 3.019 m Passa	x: 3.019 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P16 - P12	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.927 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
d: P12 - P7	x: 7.2 m Passa	x: 7.2 m Passa	x: 3.273 m Passa	x: 7.2 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
e: P7 - V4	x: 0 m Passa	x: 4.343 m Passa	x: 4.343 m Passa	x: 4.343 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
a: P26 - P17	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 2.905 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 266 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2023)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
b: P17 - P13	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
c: P13 - P8	x: 7.1 m Passa	x: 7.1 m Passa	x: 3.55 m Passa	x: 7.1 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**
d: P8 - P3	x: 0 m Passa	x: 0 m Passa	x: 3.873 m Passa	x: 0 m Passa	N.A.(1)	**PASSA**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(1) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.
(2) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 24.79 mm	$f_{T,max}$: 2.94 mm $f_{T,lim}$: 34.70 mm	$f_{A,max}$: 2.10 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 24.79 mm	$f_{T,max}$: 2.94 mm $f_{T,lim}$: 34.70 mm	$f_{A,max}$: 2.10 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P4 - P5	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.77 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 8.08 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 4.04 mm	**PASSA**
a: P7 - P8	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.77 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 8.08 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 4.04 mm	**PASSA**
a: P9 - P10	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.77 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 8.08 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 4.04 mm	**PASSA**
a: P12 - P13	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.77 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 8.08 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 4.04 mm	**PASSA**
a: P14 - P15	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.77 mm	$f_{T,max}$: 0.06 mm $f_{T,lim}$: 16.17 mm	$f_{A,max}$: 0.08 mm $f_{A,lim}$: 8.08 mm	**PASSA**
a: P16 - P17	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.77 mm	$f_{T,max}$: 0.06 mm $f_{T,lim}$: 16.17 mm	$f_{A,max}$: 0.08 mm $f_{A,lim}$: 8.08 mm	**PASSA**
a: V5 - P18	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.57 mm	$f_{T,max}$: 0.38 mm $f_{T,lim}$: 14.80 mm	$f_{A,max}$: 0.20 mm $f_{A,lim}$: 7.40 mm	**PASSA**
b: P18 - P19	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.45 mm	$f_{T,max}$: 0.41 mm $f_{T,lim}$: 21.19 mm	$f_{A,max}$: 0.22 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P19 - V6	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.57 mm	$f_{T,max}$: 0.07 mm $f_{T,lim}$: 10.93 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 1.99 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 267 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
a: P20 - P21	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 9.24 mm	$f_{T,max}$: 0.27 mm $f_{T,lim}$: 14.20 mm	$f_{A,max}$: 0.13 mm $f_{A,lim}$: 6.61 mm	**PASSA**
b: P21 - P22	$f_{i,Q}$: 0.04 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.45 mm	$f_{T,max}$: 0.69 mm $f_{T,lim}$: 21.63 mm	$f_{A,max}$: 0.39 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P22 - P23	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.14 mm	$f_{T,max}$: 0.06 mm $f_{T,lim}$: 8.78 mm	$f_{A,max}$: 0.04 mm $f_{A,lim}$: 4.49 mm	**PASSA**
a: P24 - P25	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 23.65 mm	$f_{T,max}$: 0.56 mm $f_{T,lim}$: 34.70 mm	$f_{A,max}$: 0.35 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P25 - P26	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 24.79 mm	$f_{T,max}$: 0.38 mm $f_{T,lim}$: 25.48 mm	$f_{A,max}$: 0.25 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P24 - P14	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.64 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.32 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P14 - P9	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.29 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.14 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P9 - P4	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.30 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.15 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P4 - P1	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.63 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.31 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V1 - P20	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 2.94 mm	$f_{T,max}$: 0.19 mm $f_{T,lim}$: 8.24 mm	$f_{A,max}$: 0.12 mm $f_{A,lim}$: 4.12 mm	**PASSA**
b: P20 - P15	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.48 mm	$f_{T,max}$: 0.85 mm $f_{T,lim}$: 24.48 mm	$f_{A,max}$: 0.56 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P15 - P10	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.57 mm	$f_{T,max}$: 0.74 mm $f_{T,lim}$: 27.03 mm	$f_{A,max}$: 0.63 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P10 - P5	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.57 mm	$f_{T,max}$: 0.44 mm $f_{T,lim}$: 22.99 mm	$f_{A,max}$: 0.33 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
e: P5 - V2	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.79 mm	$f_{T,max}$: 1.78 mm $f_{T,lim}$: 29.10 mm	$f_{A,max}$: 1.41 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V8 - V9	$f_{i,Q}$: 1.34 mm $f_{i,Q,lim}$: 16.66 mm	$f_{T,max}$: 7.55 mm $f_{T,lim}$: 23.32 mm	$f_{A,max}$: 6.27 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P25 - V31	$f_{i,Q}$: 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 4.46 mm	$f_{T,max}$: 0.23 mm $f_{T,lim}$: 6.24 mm	$f_{A,max}$: 0.14 mm $f_{A,lim}$: 3.12 mm	**PASSA**
a: P22 - P19	$f_{i,Q}$: 1.37 mm $f_{i,Q,lim}$: 16.09 mm	$f_{T,max}$: 9.82 mm $f_{T,lim}$: 22.52 mm	$f_{A,max}$: 7.55 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: V3 - P23	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 2.94 mm	$f_{T,max}$: 0.21 mm $f_{T,lim}$: 8.24 mm	$f_{A,max}$: 0.13 mm $f_{A,lim}$: 4.12 mm	**PASSA**
b: P23 - P16	$f_{i,Q}$: 0.07 mm $f_{i,Q,lim}$: 17.48 mm	$f_{T,max}$: 1.23 mm $f_{T,lim}$: 24.48 mm	$f_{A,max}$: 0.81 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P16 - P12	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.57 mm	$f_{T,max}$: 0.62 mm $f_{T,lim}$: 24.51 mm	$f_{A,max}$: 0.57 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P12 - P7	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.57 mm	$f_{T,max}$: 0.47 mm $f_{T,lim}$: 23.22 mm	$f_{A,max}$: 0.35 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 268 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
e: P7 - V4	$f_{i,Q}$: 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.79 mm	$f_{T,max}$: 1.77 mm $f_{T,lim}$: 29.10 mm	$f_{A,max}$: 1.40 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
a: P26 - P17	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.64 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.32 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
b: P17 - P13	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.29 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.14 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
c: P13 - P8	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.30 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.15 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
d: P8 - P3	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 20.29 mm	$f_{T,max}$: 0.63 mm $f_{T,lim}$: 28.40 mm	$f_{A,max}$: 0.31 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

5.2.2 Verificações E.L.U – Lajes

Terreo

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L26	X	0.17	6.89	10.34	16.48	1.70	2.55	4.06	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø10c/19
	Y		7.19	10.34	10.13	1.77	2.55	2.50	Ø6.3c/17.5	Ø6.3c/12	Ø8c/20
L14	X	0.17	8.93	10.34	9.81	2.20	2.55	2.42	Ø6.3c/14	Ø6.3c/12	Ø6.3c/12.5
	Y		9.58	10.34	6.89	2.36	2.55	1.70	Ø6.3c/13	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L1	X	0.17	9.35	10.34	10.13	2.31	2.55	2.50	Ø6.3c/13	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		9.78	10.34	10.13	2.41	2.55	2.50	Ø6.3c/12.5	Ø6.3c/12	Ø8c/20
L17	X	0.17	7.15	10.34	8.63	1.76	2.55	2.13	Ø6.3c/17.5	Ø6.3c/12	Ø6.3c/14
	Y		6.89	10.34	9.56	1.70	2.55	2.36	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/13
L7	X	0.17	9.48	10.34	10.13	2.34	2.55	2.50	Ø6.3c/13	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		10.13	10.34	9.85	2.50	2.55	2.43	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/12.5
L19	X	0.17	23.66	10.34	19.86	5.83	2.55	4.90	Ø12.5c/20	Ø6.3c/12	Ø10c/16
	Y		10.86	10.34	12.63	2.68	2.55	3.11	Ø8c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/10
L18	X	0.17	8.78	10.34	8.98	2.16	2.55	2.21	Ø6.3c/14	Ø6.3c/12	Ø6.3c/14
	Y		10.13	10.34	6.89	2.50	2.55	1.70	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L15	X	0.17	19.21	10.34	18.99	4.74	2.55	4.68	Ø10c/16	Ø6.3c/12	Ø10c/16
	Y		15.59	10.34	10.63	3.84	2.55	2.62	Ø8c/13	Ø6.3c/12	Ø8c/19
L20	X	0.17	22.24	10.34	19.98	5.48	2.55	4.93	Ø8c/9	Ø6.3c/12	Ø8c/10
	Y		12.86	10.34	10.82	3.17	2.55	2.67	Ø6.3c/9	Ø6.3c/12	Ø8c/18
L21	X	0.17	9.29	10.34	9.00	2.29	2.55	2.22	Ø6.3c/13	Ø6.3c/12	Ø6.3c/14
	Y		6.89	10.34	10.13	1.70	2.55	2.50	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/20
L24	X	0.17	10.13	10.34	10.13	2.50	2.55	2.50	Ø8c/20	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		6.89	10.34	10.13	1.70	2.55	2.50	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/20
L6	X	0.17	0.00	10.34	6.89	0.00	2.55	1.70	------	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		0.00	10.34	6.89	0.00	2.55	1.70	------	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 269 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L8	X	0.17	0.00	10.34	6.89	0.00	2.55	1.70	------	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L4	X	0.17	8.08	5.17	9.89	1.99	1.27	2.44	Ø5c/10	Ø4.2c/10	Ø6.3c/12.5
	Y		------	6.89	23.76	------	1.70	5.86	------	Ø6.3c/18	Ø12.5c/20
L22	X	0.17	6.89	10.34	7.15	1.70	2.55	1.76	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/17.5
	Y		9.40	10.34	6.89	2.32	2.55	1.70	Ø6.3c/13	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L23	X	0.17	6.89	10.34	7.81	1.70	2.55	1.93	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/16
	Y		6.89	10.34	9.41	1.70	2.55	2.32	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/13
L16	X	0.17	15.67	10.34	10.69	3.87	2.55	2.64	Ø8c/13	Ø6.3c/12	Ø8c/19
	Y		19.38	10.34	19.19	4.78	2.55	4.73	Ø10c/16	Ø6.3c/12	Ø10c/16
L29	X	0.17	6.89	10.34	7.00	1.70	2.55	1.73	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		------	6.89	10.13	------	1.70	2.50	------	Ø6.3c/18	Ø8c/20
L25	X	0.17	6.89	10.34	10.13	1.70	2.55	2.50	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		14.71	10.34	23.98	3.63	2.55	5.91	Ø8c/13	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
L12	X	0.17	12.02	10.34	12.89	2.97	2.55	3.18	Ø6.3c/10	Ø6.3c/12	Ø6.3c/9
	Y		18.75	10.34	------	4.62	2.55	------	Ø10c/16	Ø6.3c/12	------
L13	X	0.17	13.63	10.34	12.67	3.36	2.55	3.12	Ø6.3c/9	Ø6.3c/12	Ø8c/16
	Y		18.95	10.34	------	4.67	2.55	------	Ø10c/16	Ø6.3c/12	------
L3	X	0.17	------	10.34	23.82	------	2.55	5.87	------	Ø6.3c/12	Ø12.5c/20
	Y		7.58	10.34	9.98	1.87	2.55	2.46	Ø6.3c/16	Ø6.3c/12	Ø6.3c/12.5
L10	X	0.17	11.08	10.34	6.89	2.73	2.55	1.70	Ø8c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		6.89	10.34	7.92	1.70	2.55	1.95	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø5c/10
L5	X	0.17	6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		7.37	10.34	6.89	1.82	2.55	1.70	Ø5c/11	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L2	X	0.17	6.89	10.34	0.00	1.70	2.55	0.00	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	------
	Y		6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L11	X	0.17	6.89	10.34	7.77	1.70	2.55	1.92	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/16
	Y		0.00	10.34	6.89	0.00	2.55	1.70	------	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
L27	X	0.17	10.66	10.34	10.13	2.63	2.55	2.50	Ø8c/19	Ø6.3c/12	Ø8c/20
	Y		8.98	10.34	------	2.21	2.55	------	Ø6.3c/14	Ø6.3c/12	------
L28	X	0.17	6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		------	5.17	10.13	------	1.27	2.50	------	Ø4.2c/10	Ø8c/20
L9	X	0.17	6.89	10.34	6.89	1.70	2.55	1.70	Ø6.3c/18	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18
	Y		11.67	10.34	6.89	2.88	2.55	1.70	Ø8c/17	Ø6.3c/12	Ø6.3c/18

Cobertura

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L3	X	0.15	5.42	8.05	5.37	1.51	2.25	1.50	Ø5c/13	Ø6.3c/13	Ø5c/13
	Y		5.88	8.05	8.11	1.64	2.25	2.27	Ø5c/12	Ø6.3c/13	Ø6.3c/13
L1	X	0.15	5.37	8.05	5.37	1.50	2.25	1.50	Ø5c/13	Ø6.3c/13	Ø5c/13
	Y		5.96	8.05	5.37	1.67	2.25	1.50	Ø5c/12	Ø6.3c/13	Ø5c/13
L2	X	0.15	7.27	8.05	9.39	2.03	2.25	2.62	Ø6.3c/15	Ø6.3c/13	Ø8c/19
	Y		7.71	9.12	7.71	2.15	2.55	2.15	Ø6.3c/14	Ø6.3c/12	Ø6.3c/14

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 270 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

10.3 Fundações

As fundações foram dimensionadas conforme tensões admissíveis determinadas no item 4.4 e tabela de cargas nas fundações conforme resultados da modelagem.

Em função das cargas e da baixa capacidade de suporte do solo as fundações serão profundas utilizando estaca pré-moldada protendida ø33 cuja carga de trabalho máxima é de 900 kN.

Os blocos serão separados por grupos conforme carregamento e tipo de bloco.

10.3.1 Cargas Nas Fundações

A tabela a seguir apresentam as cargas nas fundações.

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Peso próprio	134.6	4.5	4.0	-117.0	53.1	0.0
	Cargas permanentes	89.7	4.0	6.6	-97.7	23.5	0.0
	Sobrecarga	44.4	2.1	2.3	-59.3	28.3	0.0
	Vento +X	-0.5	5.9	0.4	2.9	0.2	-0.0
	Vento -X	0.5	-5.9	-0.4	-2.9	-0.2	0.0
	Vento +Y	0.4	0.0	3.5	0.0	1.7	0.0
	Vento -Y	-0.4	-0.0	-3.5	0.0	-1.7	0.0
P2	Peso próprio	255.1	-0.4	-3.0	-4.0	225.6	0.0
	Cargas permanentes	183.7	0.0	2.5	-5.2	121.6	0.0
	Sobrecarga	103.8	-0.4	-1.5	-2.1	124.8	0.0
	Vento +X	0.0	5.9	0.0	2.4	0.0	-0.0
	Vento -X	0.0	-5.9	0.0	-2.4	0.0	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	3.4	-0.0	2.9	0.0
	Vento -Y	-0.0	-0.0	-3.4	0.0	-2.9	0.0
P3	Peso próprio	133.1	-5.6	4.8	118.8	51.4	0.0
	Cargas permanentes	88.6	-4.5	6.8	100.1	21.8	0.0
	Sobrecarga	44.3	-3.1	2.9	60.7	28.0	0.0
	Vento +X	0.5	5.9	-0.4	2.9	-0.2	-0.0
	Vento -X	-0.5	-5.9	0.4	-2.9	0.2	0.0
	Vento +Y	0.4	0.0	3.5	0.0	1.7	0.0
	Vento -Y	-0.4	-0.0	-3.5	-0.0	-1.7	0.0
P4	Peso próprio	94.7	-0.2	6.4	-2.0	-1.6	0.0
	Cargas permanentes	18.9	-0.1	7.3	-1.0	5.2	0.0
	Sobrecarga	23.6	-0.1	3.6	-2.0	-2.1	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 271 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento +X	-2.3	5.6	0.4	2.7	0.1	-0.0
	Vento -X	2.3	-5.6	-0.4	-2.7	-0.1	0.0
	Vento +Y	-0.1	0.0	3.5	0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	0.1	-0.0	-3.5	-0.0	-1.4	0.0
P5	Peso próprio	237.5	1.8	3.1	-85.6	-51.5	0.0
	Cargas permanentes	150.7	0.4	3.3	-22.0	-43.1	0.0
	Sobrecarga	117.6	1.1	1.5	-53.2	-17.9	0.0
	Vento +X	2.3	1.8	0.1	1.3	0.1	-0.0
	Vento -X	-2.3	-1.8	-0.1	-1.3	-0.1	0.0
	Vento +Y	0.1	0.0	1.1	-0.0	0.6	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-1.1	0.0	-0.6	0.0
P6	Peso próprio	276.8	-0.0	0.6	-0.4	-57.8	0.0
	Cargas permanentes	90.5	-0.0	0.7	-0.5	-64.8	0.0
	Sobrecarga	161.9	-0.0	0.4	-0.2	-18.3	0.0
	Vento +X	0.0	0.5	0.0	1.2	0.0	-0.0
	Vento -X	0.0	-0.5	0.0	-1.2	0.0	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	0.3	0.0	0.7	0.0
	Vento -Y	-0.0	0.0	-0.3	0.0	-0.7	0.0
P7	Peso próprio	238.7	-1.9	3.4	85.4	-53.5	0.0
	Cargas permanentes	153.1	-0.5	3.5	22.1	-47.7	0.0
	Sobrecarga	118.1	-1.2	1.7	53.0	-18.6	0.0
	Vento +X	-2.3	1.8	-0.1	1.3	-0.1	-0.0
	Vento -X	2.3	-1.8	0.1	-1.3	0.1	0.0
	Vento +Y	0.1	0.0	1.1	0.0	0.6	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-1.1	-0.0	-0.6	0.0
P8	Peso próprio	94.4	-0.3	7.0	1.5	0.1	0.0
	Cargas permanentes	18.6	-0.1	7.5	0.7	6.0	0.0
	Sobrecarga	23.4	-0.3	4.2	1.5	-0.9	0.0
	Vento +X	2.3	5.6	-0.4	2.7	-0.1	-0.0
	Vento -X	-2.3	-5.6	0.4	-2.7	0.1	0.0
	Vento +Y	-0.1	0.0	3.5	-0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	0.1	-0.0	-3.5	0.0	-1.4	0.0
P9	Peso próprio	87.6	0.1	6.0	-1.3	6.1	0.0
	Cargas permanentes	16.7	0.0	7.2	-0.8	8.6	0.0
	Sobrecarga	20.5	0.1	3.3	-1.4	3.5	0.0
	Vento +X	-2.2	5.3	0.4	2.6	0.2	-0.0
	Vento -X	2.2	-5.3	-0.4	-2.6	-0.2	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	3.5	0.0	1.5	0.0
	Vento -Y	0.0	0.0	-3.5	0.0	-1.5	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 272 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P10	Peso próprio	211.5	2.0	1.9	-92.5	6.8	0.0
	Cargas permanentes	120.7	0.4	2.3	-19.0	4.5	0.0
	Sobrecarga	112.7	1.4	1.0	-60.9	4.1	0.0
	Vento +X	2.1	1.7	0.1	1.3	0.0	-0.0
	Vento -X	-2.1	-1.7	-0.1	-1.3	-0.0	0.0
	Vento +Y	-0.0	0.0	1.1	0.0	0.6	0.0
	Vento -Y	0.0	0.0	-1.1	0.0	-0.6	0.0
P11	Peso próprio	269.3	0.0	0.7	-0.3	64.3	0.0
	Cargas permanentes	56.3	-0.0	0.7	-0.0	17.2	0.0
	Sobrecarga	168.6	0.0	0.4	-0.2	40.6	0.0
	Vento +X	0.0	0.5	0.0	1.1	0.0	-0.0
	Vento -X	0.0	-0.5	0.0	-1.1	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.0	0.0	0.3	0.0	0.6	0.0
	Vento -Y	0.0	0.0	-0.3	0.0	-0.6	0.0
P12	Peso próprio	211.3	-2.0	2.0	92.8	8.1	0.0
	Cargas permanentes	120.4	-0.4	2.3	19.0	4.8	0.0
	Sobrecarga	112.8	-1.3	1.2	61.1	5.0	0.0
	Vento +X	-2.1	1.7	-0.1	1.3	-0.0	-0.0
	Vento -X	2.1	-1.7	0.1	-1.3	0.0	0.0
	Vento +Y	-0.0	0.0	1.1	-0.0	0.6	0.0
	Vento -Y	0.0	0.0	-1.1	0.0	-0.6	0.0
P13	Peso próprio	87.5	-0.0	6.7	1.3	6.6	0.0
	Cargas permanentes	16.7	-0.1	7.4	0.7	8.7	0.0
	Sobrecarga	20.4	0.0	4.0	1.5	4.1	0.0
	Vento +X	2.2	5.3	-0.4	2.6	-0.2	-0.0
	Vento -X	-2.2	-5.3	0.4	-2.6	0.2	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	3.5	0.0	1.5	0.0
	Vento -Y	0.0	0.0	-3.5	0.0	-1.5	0.0
P14	Peso próprio	91.1	0.3	5.8	0.0	10.8	0.0
	Cargas permanentes	16.5	0.0	7.3	0.0	7.4	0.0
	Sobrecarga	22.6	0.4	3.1	-0.9	7.9	0.0
	Vento +X	-1.5	5.0	0.4	2.6	0.1	-0.0
	Vento -X	1.5	-5.0	-0.4	-2.6	-0.1	0.0
	Vento +Y	0.1	-0.0	3.5	-0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-3.5	0.0	-1.4	0.0
P15	Peso próprio	174.0	-0.0	2.9	6.4	-39.8	0.0
	Cargas permanentes	127.4	-0.1	2.4	3.7	-0.1	0.0
	Sobrecarga	78.3	0.0	1.8	3.6	-29.9	0.0
	Vento +X	1.2	1.6	0.1	0.7	0.0	-0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 273 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento -X	-1.2	-1.6	-0.1	-0.7	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	1.1	0.0	0.6	0.0
	Vento -Y	-0.0	0.0	-1.1	-0.0	-0.6	0.0
P16	Peso próprio	168.4	0.2	3.1	-6.3	-43.8	0.0
	Cargas permanentes	127.8	0.1	2.3	-4.4	5.2	0.0
	Sobrecarga	77.2	0.2	2.0	-3.3	-32.4	0.0
	Vento +X	-1.2	1.6	-0.1	0.7	-0.0	-0.0
	Vento -X	1.2	-1.6	0.1	-0.7	0.0	0.0
	Vento +Y	0.0	0.0	1.1	-0.0	0.6	0.0
	Vento -Y	-0.0	0.0	-1.1	0.0	-0.6	0.0
P17	Peso próprio	91.7	0.3	6.4	0.9	13.4	0.0
	Cargas permanentes	16.7	0.0	7.4	0.2	8.0	0.0
	Sobrecarga	23.0	0.3	3.7	1.7	9.8	0.0
	Vento +X	1.5	5.0	-0.4	2.6	-0.1	-0.0
	Vento -X	-1.5	-5.0	0.4	-2.6	0.1	0.0
	Vento +Y	0.1	-0.0	3.5	0.0	1.4	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-3.5	-0.0	-1.4	0.0
P18	Peso próprio	241.8	1.1	1.5	-44.2	-20.4	0.0
	Cargas permanentes	98.1	0.0	1.5	-0.6	-3.9	0.0
	Sobrecarga	115.2	0.7	0.8	-29.4	-11.0	0.0
	Vento +X	-0.1	1.3	0.0	0.9	0.0	0.0
	Vento -X	0.1	-1.3	-0.0	-0.9	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.1	0.0	0.6	-0.0	0.3	0.0
	Vento -Y	-0.1	0.0	-0.6	0.0	-0.3	0.0
P19	Peso próprio	250.8	-1.1	1.0	54.3	16.3	0.0
	Cargas permanentes	121.9	-0.1	0.9	5.4	37.4	0.0
	Sobrecarga	116.1	-0.7	0.6	35.0	8.2	0.0
	Vento +X	0.1	1.3	-0.0	0.9	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.1	-1.3	0.0	-0.9	0.0	0.0
	Vento +Y	0.2	0.0	0.6	0.0	0.4	0.0
	Vento -Y	-0.2	0.0	-0.6	-0.0	-0.4	0.0
P20	Peso próprio	145.0	0.6	1.7	-20.9	-41.1	0.0
	Cargas permanentes	98.4	0.5	1.9	-20.2	-39.5	0.0
	Sobrecarga	50.9	0.4	1.1	-10.5	-29.3	0.0
	Vento +X	0.3	1.3	0.0	0.8	0.1	0.0
	Vento -X	-0.3	-1.3	-0.0	-0.8	-0.1	0.0
	Vento +Y	-0.2	-0.0	0.6	-0.0	0.4	0.0
	Vento -Y	0.2	0.0	-0.6	0.0	-0.4	0.0
P21	Peso próprio	175.6	0.3	1.2	-8.3	-2.7	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 274 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Arranques sobre a fundação

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Cargas permanentes	62.0	-0.3	1.4	15.0	-0.7	0.0
	Sobrecarga	70.3	0.3	0.8	-9.1	-6.3	0.0
	Vento +X	0.3	1.3	0.0	1.0	-0.0	0.0
	Vento -X	-0.3	-1.3	-0.0	-1.0	0.0	0.0
	Vento +Y	0.7	0.0	0.6	-0.0	0.3	0.0
	Vento -Y	-0.7	0.0	-0.6	0.0	-0.3	0.0
P22	Peso próprio	183.2	-0.2	1.9	16.0	-48.7	0.0
	Cargas permanentes	70.1	-0.0	2.0	2.3	-44.3	0.0
	Sobrecarga	70.4	-0.1	1.2	12.5	-32.4	0.0
	Vento +X	-0.3	1.3	-0.0	1.0	0.0	0.0
	Vento -X	0.3	-1.3	0.0	-1.0	-0.0	0.0
	Vento +Y	0.6	-0.0	0.6	0.0	0.4	0.0
	Vento -Y	-0.6	0.0	-0.6	-0.0	-0.4	0.0
P23	Peso próprio	139.1	-0.1	1.8	11.6	-38.3	0.0
	Cargas permanentes	86.8	-0.1	2.1	3.6	-49.3	0.0
	Sobrecarga	50.3	0.0	1.1	5.7	-27.7	0.0
	Vento +X	-0.3	1.3	-0.0	0.8	-0.1	0.0
	Vento -X	0.3	-1.3	0.0	-0.8	0.1	0.0
	Vento +Y	-0.2	-0.0	0.6	0.0	0.4	0.0
	Vento -Y	0.2	0.0	-0.6	-0.0	-0.4	0.0
P24	Peso próprio	56.0	0.8	7.3	-4.3	-24.1	0.0
	Cargas permanentes	7.5	0.1	7.4	0.7	4.9	0.0
	Sobrecarga	13.3	0.7	4.0	-1.3	-12.4	0.0
	Vento +X	-1.0	4.7	0.4	2.2	0.2	-0.0
	Vento -X	1.0	-4.7	-0.4	-2.2	-0.2	0.0
	Vento +Y	-0.5	-0.0	3.5	0.1	1.7	0.0
	Vento -Y	0.5	0.0	-3.5	-0.1	-1.7	0.0
P25	Peso próprio	70.9	1.0	7.3	-8.9	-14.6	0.0
	Cargas permanentes	18.9	0.2	7.5	-2.2	3.7	0.0
	Sobrecarga	10.7	0.9	4.4	-5.8	-13.1	0.0
	Vento +X	-0.0	4.7	0.0	2.2	-0.0	-0.0
	Vento -X	0.0	-4.7	0.0	-2.2	0.0	0.0
	Vento +Y	-1.3	-0.0	3.5	0.0	1.8	0.0
	Vento -Y	1.3	0.0	-3.5	-0.0	-1.8	0.0
P26	Peso próprio	54.1	0.3	8.0	7.0	-24.4	0.0
	Cargas permanentes	6.7	0.1	7.5	-0.1	4.9	0.0
	Sobrecarga	12.5	0.5	4.7	3.1	-12.3	0.0
	Vento +X	1.0	4.7	-0.4	2.2	-0.2	-0.0
	Vento -X	-1.0	-4.7	0.4	-2.2	0.2	0.0

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 275 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

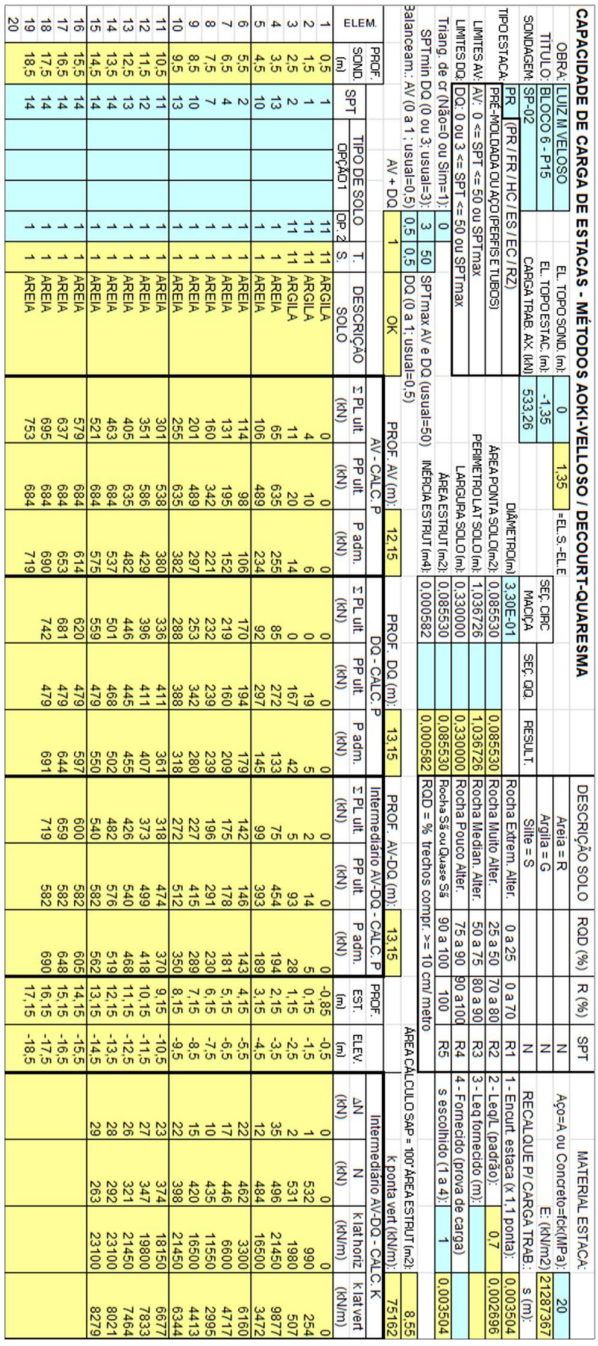
Arranques sobre a fundação							
Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Vento +Y	-0.5	-0.0	3.5	-0.1	1.7	0.0
	Vento -Y	0.5	0.0	-3.5	0.1	-1.7	0.0

10.3.2 Dimensionamento Geotécnico da Estaca

Os comprimentos das estacas serão feitos pelos métodos de Aoki-Veloso e Décourt-Quaresma considerando o atrito lateral e a resistência de ponta da estaca. A estaca utilizada é do tipo pré-moldada protendida com diâmetro de 33 cm. Foram considerados fatores de segurança conforme a NBR 6122. A seguir serão apresentados os cálculos do comprimento das estacas para cada tipo de bloco, considerando a carga máxima de trabalho de 533,26 kN.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 276 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



CAPACIDADE DE CARGA DE ESTACAS - MÉTODOS AOKI-VELLOSO / DECOURT-QUARESMA

OBRA: LUIZ M.VELOSO — EL. TOPO SOND. (m): 0 — 1.35 =EL.S.-EL.E — DESCRIÇÃO SOLO: Areia = R; Argila = G; Silte = S — RQD (%) — R (%) — SPT — MATERIAL ESTACA: Aço=A ou Concreto=fck(MPa): 20

TITULO: BLOCO 6 - P15 — EL. TOPO ESTAC. (m): -1,35 — SEÇ. CIRC. MACIÇA — SEÇ. QQ. — RESULT. — Rocha Extrem. Alter. — 0 a 25 — 0 a 70 — R1 — N — 1 - Encurt. estaca (x 1,1 ponta): 0,003504

SONDAGEM: SP-02 — CARGA TRAB. AX. (kN): 533,26 — DIÂMETRO(m): 3,30E-01 — Rocha Muito Alter. — 25 a 50 — 70 a 80 — R2 — N — RECALQUE P/ CARGA TRAB.: s (m): E: (kN/m2): 21287367 — 2 - LegiL (padrão): 0,7 — 0,002696

TIPO ESTACA: PR (PR / FR / HC / ES / EC / RZ) — ÁREA PONTA SOL.(m2): 0,085530 — Rocha Median. Alter. — 50 a 75 — 80 a 90 — R3 — N — 3 - Leq fornecido (m): — 3 - Leq fornecido (prova de carga)

PRÉ-MOLDADA OU AÇO (PERFIS E TUBOS) — PERÍMETRO LAT.SOL.(m): 1,036726 — Rocha Pouco Alter. — 75 a 90 — 90 a100 — R4 — 4 - Fornecido (prova de carga): 0,003504

LIMITES AV: AV: 0 <= SPT <= 50 ou SPTmax — LARGURA SOLO (m): 0,330000 — 0,330000 — Rocha Sã ou Quase Sã — 90 a 100 — 100 — R5 — s escolhido (1 a 4): 1

LIMITES DQ: DQ: 0 ou 3 <= SPT <= 50 ou SPTmax — ÁREA ESTRUT.(m2): 0,085530 — 0,085530 — Rocha Sã ou Quase Sã — 90 a 100 — 100 — R5 — s escolhido (1 a 4):

Triang. de cr (Não=0 ou Sim=1): 0 — INÉRCIA ESTRUT.(m4): 0,000582 — 0,000582 — RQD = % trechos compr. >= 10 cm/ metro — ÁREA CÁLCULO SAP = 100*ÁREA ESTRUT.(m2): 8,55

| | | |

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

10.3.2 Dimensionamento dos Bloco

a) Bloco de 1 Estaca

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

40.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *40.0* cm

2.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Estribos xz	10.0	220.0	✓
Estribos yz	10.0	220.0	✓
Estribos xy	**10.0**	**73.3**	✓

3.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

10.0 mm ≥ 5.0 mm ✓

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Estribos xz	**10.0**	✓
Estribos yz	10.0	✓
Estribos xy	10.0	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 278 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

4.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 10.0 mm** ✓

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

5.- TIRANTES

Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

EN 1992-1-1:2004, 6.5.3(3).- A armadura necessária para resistir às forças nos nós de concentração de esforços poderá ser distribuída ao longo de um determinado comprimento (ver a Figura 6.25 a) e b)). Quando a armadura na zona dos nós se desenvolve numa extensão considerável de um elemento, deverá ser distribuída na zona em que as isostáticas de compressão são curvas (tirantes e escoras). A força de tração T poderá ser obtida pelas expressões:

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X).

$A_s \cdot f_{yd} \geq T$ **136.52 kN ≥ 0.00 kN** ✓

a) no caso de regiões de descontinuidade parcial (b ≤ Altura do bloco), ver a Figura 6.25 a:

T : *0.00* kN

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 279 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

$$T = \frac{1}{4}\frac{b-a}{b}\cdot F$$

F	: *350.05* kN
Dimensão do pilar	: *300.0* mm
Dimensão da estaca	: *300.0* mm
b	: *300.0* mm
a	: *300.0* mm
Altura do bloco	: *400.0* mm
h	: *300.0* mm

6.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(-X)	900.00	395,48	✓

b) Bloco de 2 Estacas

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

95.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *95.0* cm

2.- CONCEITUAÇÃO

Blocos são estruturas de volume usadas para transmitir às estacas e aos tubulões as cargas de fundação, podendo ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.1).

22.6.1 - Quando se verifica a expressão a seguir, nas duas direções, a sapata é considerada rígida. Caso contrário, a sapata é considerada flexível:

$h \geq (a - a_p)/3$

950.0 mm ≥ 416.7 mm ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 280 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Onde:

h: Altura da sapata. **h** : *950.0* mm

a: Dimensão da sapata em uma determinada direção. **a** : *1550.0* mm

a_p: Dimensão do pilar na mesma direção. **a_p** : *300.0* mm

3.- ARMADURA DE SUSPENSÃO

Se for prevista armadura de distribuição para mais de 25 % dos esforços totais ou se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada. (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.3). Se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada (ABNT NBR 6118:2014, 22.5.4.1.3).

Espaçamento : *750.0* mm

3 vezes o diâmetro da estaca : *900.0* mm

Diâmetro da estaca : *300.0* mm

4.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Viga - Armadura inferior	10.0	75.6	✓
Viga - Armadura superior	10.0	75.6	✓
Viga - Estribos horizontais	12.5	76.4	✓
Viga - Estribos verticais	**12.5**	**42.0**	✓

5.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

12.5 mm ≥ 5.0 mm ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 281 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Viga - Estribos horizontais	**12.5**	✓
Viga - Estribos verticais	12.5	✓

6.- ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO

Para controlar a fissuração, deve ser prevista armadura positiva adicional, independente da armadura principal de flexão, em malha uniformemente distribuída em duas direções para 20% dos esforços totais (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.2).

307.17 kN ≥ 162.09 kN ✓

Armadura adicional : *706.5* mm²
Esforços totais : *810.47* kN
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. f_{yd} : *434.78* Mpa

7.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 12.5 mm** ✓

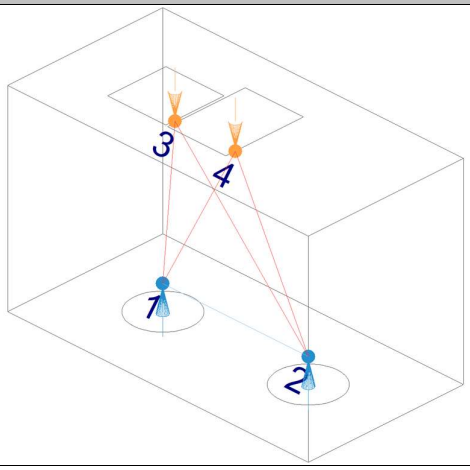
A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 282 / 316

8.- COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NECESSÁRIO

Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"



Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 515.48	P1 = 266.63
R2 = 291.70	P2 = 540.56

As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades.
Deve ser garantida a ancoragem das armaduras de cada uma dessas faixas, sobre as estacas, medida a partir da face das estacas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).
O comprimento de ancoragem necessário pode ser calculado por (ABNT NBR 6118:2014, 9.4.2.5):

$$l_{b,disp} \geq l_{b,nec}$$

497.5 mm ≥ 178.9 mm ✓

Onde:

$$l_{b,nec} = \alpha \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,min}$$

$l_{b,nec}$: *178.9* mm

α = 1 para barras sem gancho.
α = 0.7 para barras tracionadas com gancho, com cobrimento no plano normal ao do gancho ≥ 3Ø

α : *1.0*

l_b é calculado conforme 9.4.2.4:

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \geq 25 \cdot \phi$$

l_b : *333.4* mm

Ø: Diâmetro da barra ancorada. **Ø** : *10.0* mm
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
f_{bd}: Resistência de aderência de cálculo entre armadura e concreto na ancoragem de armaduras passivas (ABNT NBR 6118:2014, 9.3.2.1): **f_{bd}** : *3.26* MPa

$$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ctd}$$

η_1 = 1.0 para barras lisas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 1.4 para barras entalhadas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 2.25 para barras nervuradas (ver Tabela 8.3).

η_1 : *2.25*

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 283 / 316

η_2 = 1.0 para situações de boa aderência (ver 9.3.1).
η_2 = 0.7 para situações de má aderência (ver 9.3.1).

η_2 : *1.0*

η_3 = 1.0 para Ø < 32 mm.
η_3 = (132 - Ø)/100 , para Ø ≥ 32 mm.

η_3 : *1.0*

f_{ctd}: Resistência à tração do concreto. **f_{ctd}** : *1.45* MPa

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$f_{ctk,inf} = 0.7 \cdot f_{ct,m}$$ **$f_{ctk,inf}$** : *2.03*

$f_{ct,m}$: Resistencia média a tração do concreto. **$f_{ct,m}$** : *2.90* MPa

- para concretos de classes até C50:

$$f_{ct,m} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

- para concreto de classes de C55 até C90:

$$f_{ct,m} = 2.12 \cdot \ln(1 + 0.11 \cdot f_{ck})$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

$A_{s,calc}$: *379.0* mm²

$A_{s,ef}$: *706.5* mm²

$l_{b,min}$: Maior valor entre 0,3 l_b, 10Ø e 100 mm. **$l_{b,min}$** : *100.0* MPa

Tirante	Ø (mm)	l_b (mm)	$l_{b,disp}$ (mm)	$l_{b,nec}$ (mm)	Passa
1 - 2	**10.0**	**333.4**	**497.5**	**178.9**	✓

9.- ÂNGULO DE INCLINAÇÃO

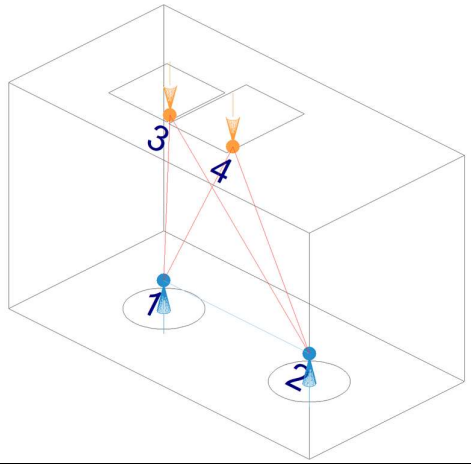
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "PP+CP+1.4·V(-X)"

Elemento: 3 - 2

Nó inicial	Nó final
3	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 307.70	P1 = 152.48
R2 = 152.59	P2 = 307.81

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 284 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



As bielas inclinadas devem ter ângulo de inclinação cuja tangente esteja entre 0.57 e 2 em relação ao eixo da armadura longitudinal do elemento estrutural (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.1).

$0.57 \leq tg\theta$ **0.57 ≤ 0.99** ✓

Onde:

θ: Ângulo de inclinação. **θ** : *44.58* °

Biela	θ (°)	tgθ	Passa
3 - 1	87.42	> 2	✓
3 - 2	**44.58**	**0.99**	✓
4 - 1	63.29	1.99	✓
4 - 2	60.89	1.80	✓

10.- TIRANTES

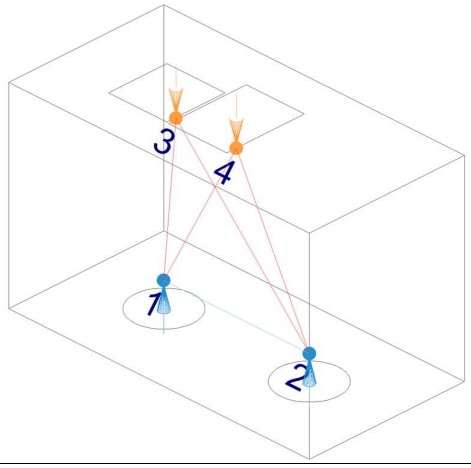
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"

Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 515.48	P1 = 266.63
R2 = 291.70	P2 = 540.56

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 285 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).
A armadura de flexão deve ser disposta essencialmente (mais de 85%) nas faixas definidas pelas estacas, em proporções de equilíbrio das respectivas bielas. As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

$A_s \cdot f_{yd} \geq R_{Sd}$ **307.17 kN ≥ 164.78 kN** ✓

Onde:

A_s: Área da seção transversal da armadura longitudinal de tração. **A_s** : *706.5* mm²
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
R_{sd}: Força de tração de cálculo na armadura. **R_{sd}** : *164.78* kN

Tirante	A_s (mm²)	f_{yd} (MPa)	R_{sd} (kN)	η	Passa
1 - 2	**706.5**	**434.78**	**164.78**	**0.536**	✓

11.- BIELAS DE COMPRESSÃO

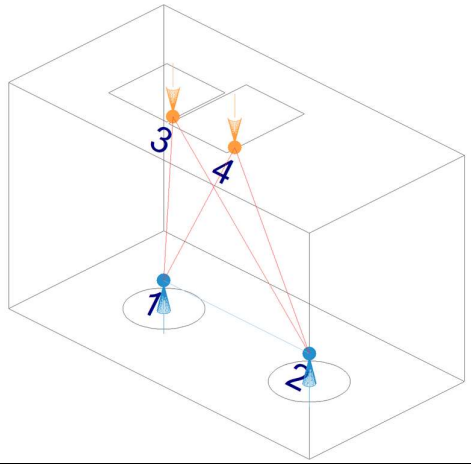
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 4 - 1

Nó inicial	Nó final
4	1
Reações (kN)	**Solicitações (kN)**
R1 = 525.31	P1 = 263.27
R2 = 281.15	P2 = 543.20

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 286 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

$$A_c \cdot f_{cd3} \geq R_{cd}$$ **848.70 kN ≥ 313.64 kN** ✓

Onde:

R_{cd}: Carga transmitida do pilar para as estacas essencialmente por bielas de compressão. **R_{cd}** : *313.64* kN

A_c: Área da seção transversal de concreto. **A_c** : *62496.4* mm²

f_{cd3}: Bielas atravessadas por tirante único, ou nós CCT (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.2). **f_{cd3}** : *13.58* MPa

$$f_{cd3} = 0.72 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd}$$

$$\alpha_{v2} = (1 - f_{ck}/250)$$ **α_{v2}** : *0.88*

f_{cd}: Resistência de cálculo à compressão do concreto. **f_{cd}** : *21.43* MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

Biela	A_c (mm²)	$A_c \cdot f_{cd3}$ (kN)	R_{cd} (kN)	η	Passa
3 - 1	70169.7	952.90	247.15	0.259	✓
3 - 2	49909.2	677.77	23.49	0.035	✓
4 - 1	**62496.4**	**848.70**	**313.64**	**0.370**	✓
4 - 2	61782.3	839.00	301.06	0.359	✓

12.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 287 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(+X)	900.00	533,26	✓

13.- ARMADURA LATERAL E SUPERIOR

Em blocos com duas ou mais estacas em uma única linha, é obrigatória a colocação de armaduras laterais e superior (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.5). ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 288 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

11. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO – QUADRA

11.1 Modelo Estrutural

O dimensionamento das peças estruturais foi feito seguindo as recomendações das normas da ABNT. Foram considerados os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS).

Para a análise estrutural e obtenção dos esforços solicitantes dos elementos estruturais de concreto armado foi utilizado o software CypeCAD no dimensionamento.

As figuras 19 e 20 apresentam os modelos conforme modelagem no CypeCAD.

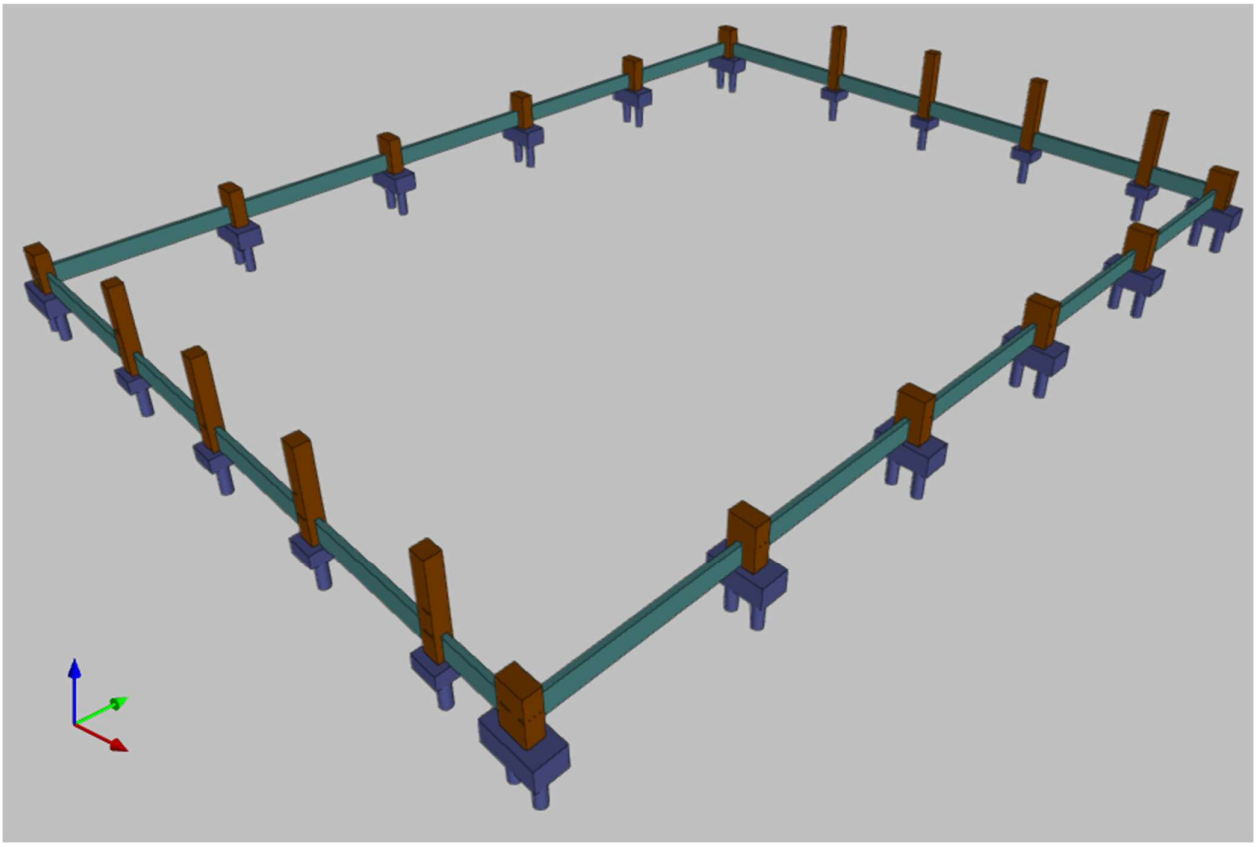


Figura 19 – Quadra – Modelo estrutural 3D vista 1

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 289 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

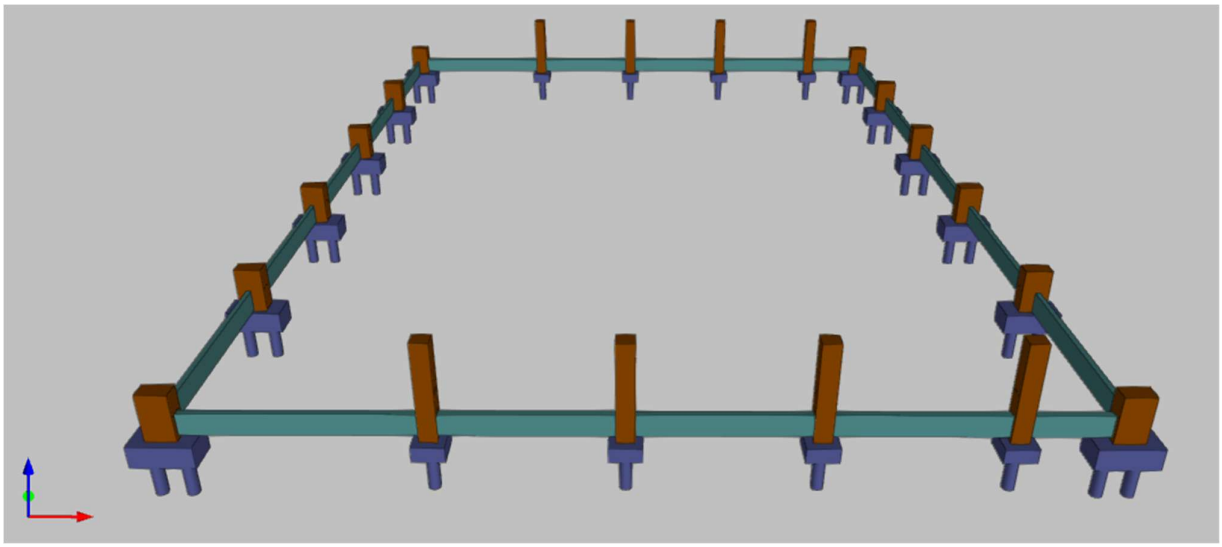


Figura 20 – Quadra – Modelo estrutural 3D vista 2

11.1.1 Carregamentos

A será submetida ao peso próprio, cargas permanentes, sobrecargas e cargas de vento.

a) Cargas Permanentes

- Peso próprio calculado eletronicamente.
- Revestimento $1{,}00\ kN/m^2$.
- Alvenaria.
- Cobertura metálica.

b) Sobrecarga

Sobrecarga laje de piso quadra 5,00 kN/m².

11.1.2 Combinações

As combinações de ações de ações usadas no cálculo foram de acordo com NBR 8691:2004.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 290 / 316

11.2 Resultados do Dimensionamento

11.2.1 Verificações E.L.U – Vigas e Pilares

a) Pilares

PQ1

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 0.7 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	9.5	13.8	13.8	AP, SCU, V(2)	Q	139.8	23.3	53.4	18.3	-7.7	Passa
								AP(3)	N,M	139.8	23.3	53.4	17.8	-7.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	9.5	17.8	17.8	AP, SCU, V(2)	Q	146.7	27.9	64.4	18.3	-7.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	146.7	28.2	64.1	17.8	-8.1	
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	40.9	7.9	40.9	AP, SCU, V(2)	Q	173.5	25.4	19.4	-95.9	-17.0	Passa
								AP, V(5)	N,M	172.4	27.4	16.1	-99.6	-19.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	26.1	7.7	26.1	AP, SCU, V(6)	Q	174.7	27.1	3.3	-104.4	-17.0	Passa
								AP, V(5)	N,M	173.6	29.3	6.2	-99.6	-19.0	
Fundação	76x44	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	8.6	7.7	8.6	AP, SCU, V(6)	Q	174.7	27.1	3.3	-104.4	-17.0	Passa
								AP, V(5)	N,M	173.6	29.3	6.2	-99.6	-19.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)

PQ2

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 2.07 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	5.5	5.1	5.5	AP, SCU, V(2)	Q	61.0	6.3	7.5	5.7	-3.0	Passa
								AP, V(3)	N,M	61.0	6.3	7.5	4.2	-4.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.8	14.6	14.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	73.2	12.2	19.0	6.2	-3.0	Passa
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	45x40	0.1 m	N.P.(1)	N.P.(1)	1.0	14.6	14.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	73.2	12.2	19.0	6.2	-3.0	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	9.8	8.0	9.8	AP, V(4)	Q	92.8	14.7	1.6	-21.3	-4.3	Passa
								AP, V(3)	N,M	92.8	16.0	0.4	-18.3	-1.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	9.8	8.3	9.8	AP, V(4)	Q	93.4	15.1	-0.6	-21.3	-4.3	Passa
								AP, V(3)	N,M	93.4	16.2	-1.5	-18.3	-1.9	
Fundação	45x40	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	3.2	8.3	8.3	AP, V(4)	Q	93.4	15.1	-0.6	-21.3	-4.3	Passa
								AP, V(3)	N,M	93.4	16.2	-1.5	-18.3	-1.9	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 291 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

PQ3

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 2.07 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	3.4	4.5	4.5	AP, SCU, V(2)	Q	105.0	4.6	5.9	4.3	-3.7	Passa
								AP(3)	N,M	105.0	4.6	5.9	2.8	-3.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.1	9.8	9.8	AP, SCU, V(2)	Q	117.2	11.9	14.6	4.7	-3.7	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	117.2	14.5	11.3	2.8	-5.2	
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	11.7	8.6	11.7	AP, SCU, V(5)	Q	135.2	15.2	0.5	-18.3	-10.1	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	135.2	17.8	0.4	-18.5	-5.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	11.7	9.0	11.7	AP, SCU, V(5)	Q	135.8	16.2	-1.3	-18.3	-10.1	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	135.8	18.4	-1.4	-18.5	-5.5	
Fundação	45x40	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	3.3	9.0	9.0	AP, SCU, V(2)	Q	135.8	17.3	-0.6	-21.5	-7.8	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	135.8	18.4	-1.4	-18.5	-5.5	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)

PQ4

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 2.07 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	6.0	2.9	6.0	AP, SCU, V(2)	Q	69.0	4.6	1.3	3.0	-6.9	Passa
								AP, V(3)	N,M	69.0	4.6	1.3	1.5	-5.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	6.6	11.9	11.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	81.2	18.3	7.1	3.0	-7.1	Passa
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	45x40	0.1 m	N.P.(1)	N.P.(1)	1.1	11.9	11.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	81.2	18.3	7.1	3.0	-7.1	Passa
		Ext.Superior	Passa	Passa	8.6	10.9	10.9	AP, SCU, V(4)	Q	99.3	17.6	-0.2	-12.7	-7.8	Passa
								AP, V(5)	N,M	98.4	20.3	-0.3	-12.9	-3.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	8.6	11.3	11.3	AP, SCU, V(4)	Q	99.9	18.4	-1.5	-12.7	-7.8	Passa
								AP, V(5)	N,M	99.0	20.6	-1.6	-12.9	-3.2	
Fundação	45x40	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	2.4	11.3	11.3	AP, SCU, V(6)	Q	99.9	19.5	-0.7	-15.8	-5.5	Passa
								AP, V(5)	N,M	99.0	20.6	-1.6	-12.9	-3.2	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)

PQ5

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 2.07 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	6.2	2.3	6.2	AP, SCU, V(2)	Q	49.4	4.0	-0.5	2.6	-7.1	Passa
								AP, V(3)	N,M	49.4	4.0	-0.5	2.6	-7.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	6.7	13.2	13.2	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	61.6	18.2	4.6	2.6	-7.4	Passa
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	9.6	15.0	15.0	AP, V(4)	Q	75.7	19.5	-1.3	-4.1	-11.0	Passa
								AP, V(3)	N,M	75.8	22.1	-1.4	-4.3	-6.5	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	9.6	15.7	15.7	AP, V(4)	Q	76.4	20.6	-1.7	-4.1	-11.0	Passa
								AP, V(3)	N,M	76.4	22.7	-1.8	-4.3	-6.5	
Fundação	45x40	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	1.7	15.7	15.7	AP, V(4)	Q	76.4	20.6	-1.7	-4.1	-11.0	Passa
								AP, V(3)	N,M	76.4	22.7	-1.8	-4.3	-6.5	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 292 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-Y)

PQ6

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 0.7 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	11.3	7.0	11.3	AP, SCU, V(2)	Q	396.2	-1.1	-5.5	-0.5	-46.3	Passa
								AP(3)	N,M	396.2	-1.1	-5.5	-0.5	-45.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	20.3	8.8	20.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	403.1	26.7	-5.8	-0.5	-46.3	Passa
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	28.1	12.4	28.1	AP, SCU, V(2)	Q	423.5	46.9	-9.3	-3.4	-57.6	Passa
								AP, V(4)	N,M	422.7	47.0	-9.3	-3.6	-56.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	28.1	13.6	28.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	424.6	52.7	-9.6	-3.4	-57.6	Passa
Fundação	76x44	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	4.8	13.6	13.6	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	424.6	52.7	-9.6	-3.4	-57.6	Passa

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)

PQ7

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 0.7 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	24.6	63.3	63.3	AP, SCU, V(2)	Q	229.3	14.5	208.1	8.3	58.1	Passa
								AP(3)	N,M	229.3	14.5	208.1	8.3	57.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	28.5	67.2	67.2	AP, SCU, V(2)	Q	236.2	-20.4	213.1	8.3	58.1	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	236.2	-20.1	213.4	8.8	57.6	
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	76x44	0.1 m	N.P.(1)	N.P.(1)	4.9	67.2	67.2	AP, SCU, V(2)	Q	236.2	-20.4	213.1	8.3	58.1	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	236.2	-20.1	213.4	8.8	57.6	
		Ext.Superior	Passa	Passa	53.5	13.0	53.5	AP, V(5)	Q	261.5	18.9	69.0	-239.5	-69.6	Passa
								AP, V(6)	N,M	261.5	18.9	74.7	-231.2	-69.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	53.6	11.1	53.6	AP, SCU, V(7)	Q	263.8	25.9	45.1	-239.5	-69.6	Passa
								AP, V(8)	N,M	262.6	28.1	48.2	-235.6	-72.8	
Fundação	76x44	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	20.2	11.1	20.2	AP, SCU, V(7)	Q	263.8	25.9	45.1	-239.5	-69.6	Passa
								AP, V(8)	N,M	262.6	28.1	48.2	-235.6	-72.8	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)
(7) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(8) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)

PQ8

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 0.7 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	22.5	38.9	38.9	AP, SCU, V(2)	Q	169.4	-1.0	-138.2	-0.4	-92.5	Passa
								AP(3)	N,M	169.4	-1.0	-138.2	-0.4	-92.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	45.0	49.4	49.4	AP, SCU, V(2)	Q	176.2	54.5	-138.5	-0.4	-92.5	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 293 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
								AP, SCU, V(4)	N,M	176.2	54.2	-138.8	-1.0	-92.0	
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	83.3	20.7	83.3	AP, SCU, V(5)	Q	202.8	51.0	-32.9	175.5	-4.9	Passa
								AP, V(6)	N,M	201.6	53.0	-35.8	171.1	-8.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	67.4	19.1	67.4	AP, V(7)	Q	202.8	51.5	-21.8	167.1	-4.9	Passa
								AP, V(6)	N,M	202.8	53.8	-18.7	171.1	-8.2	
Fundação	76x44	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	14.2	19.1	19.1	AP, SCU, V(5)	Q	203.9	51.5	-15.4	175.5	-4.9	Passa
								AP, V(6)	N,M	202.8	53.8	-18.7	171.1	-8.2	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)
(7) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-X)

PQ9

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 0.7 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	35.6	90.1	90.1	AP, SCU, V(2)	Q	209.3	15.0	262.2	8.6	74.5	Passa
								AP(3)	N,M	209.3	15.0	262.2	8.6	74.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	36.5	94.5	94.5	AP, SCU, V(2)	Q	216.2	-29.7	267.3	8.6	74.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	216.2	-29.4	267.6	9.1	74.0	
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	76x44	0.1 m	N.P.(1)	N.P.(1)	6.2	94.5	94.5	AP, SCU, V(2)	Q	216.2	-29.7	267.3	8.6	74.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	216.2	-29.4	267.6	9.1	74.0	
		Ext.Superior	Passa	Passa	65.8	21.1	65.8	AP, V(5)	Q	241.5	17.3	99.2	-279.7	-82.3	Passa
								AP, V(6)	N,M	241.5	17.3	104.8	-271.3	-82.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	65.9	15.7	65.9	AP, SCU, V(7)	Q	243.8	25.6	71.2	-279.7	-82.3	Passa
								AP, V(6)	N,M	242.6	25.6	77.7	-271.3	-82.3	
Fundação	76x44	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	23.7	15.7	23.7	AP, SCU, V(7)	Q	243.8	25.6	71.2	-279.7	-82.3	Passa
								AP, V(6)	N,M	242.6	25.6	77.7	-271.3	-82.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)
(7) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)

PQ10

Secção de betão																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 0.7 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	27.4	62.2	62.2	AP, SCU, V(2)	Q	180.7	-0.5	-193.6	-0.2	-112.5	Passa
								AP(3)	N,M	180.7	-0.5	-193.6	-0.2	-112.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	54.7	72.8	72.8	AP, SCU, V(2)	Q	187.6	66.9	-193.8	-0.2	-112.5	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	187.6	66.7	-194.1	-0.8	-112.0	
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	54.7	21.5	54.7	AP, SCU, V(5)	Q	214.1	53.1	-36.3	262.0	12.1	Passa
								AP, V(6)	N,M	212.9	55.1	-39.1	257.7	8.8	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	73.7	18.0	73.7	AP, V(7)	Q	214.0	51.9	-16.5	253.6	12.1	Passa
								AP, V(6)	N,M	214.0	54.2	-13.4	257.7	8.8	
Fundação	76x44	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	21.2	18.0	21.2	AP, SCU, V(5)	Q	215.2	51.9	-10.1	262.0	12.1	Passa
								AP, V(6)	N,M	214.0	54.2	-13.4	257.7	8.8	

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 294 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)
(7) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-X)

PQ11

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 0.7 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	36.8	93.7	93.7	AP, SCU, V(2)	Q	208.1	15.9	269.7	9.1	75.1	Passa
								AP(3)	N,M	208.1	15.9	269.7	9.1	74.6	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	36.8	94.1	94.1	AP, SCU, V(2)	Q	215.0	-29.1	275.2	9.1	75.1	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	215.0	-28.9	275.5	9.6	74.6	
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	76x44	0.1 m	N.P.(1)	N.P.(1)	6.3	94.1	94.1	AP, SCU, V(2)	Q	215.0	-29.1	275.2	9.1	75.1	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	215.0	-28.9	275.5	9.6	74.6	
		Ext.Superior	Passa	Passa	63.1	26.4	63.1	AP, V(5)	Q	240.4	17.4	115.1	-266.2	-81.9	Passa
								AP, V(6)	N,M	240.4	17.4	120.8	-257.9	-81.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	63.2	20.0	63.2	AP, SCU, V(7)	Q	242.7	25.6	88.5	-266.3	-81.9	Passa
								AP, V(6)	N,M	241.5	25.6	95.0	-257.9	-81.9	
Fundação	76x44	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	22.6	20.0	22.6	AP, SCU, V(7)	Q	242.7	25.6	88.5	-266.3	-81.9	Passa
								AP, V(6)	N,M	241.5	25.6	95.0	-257.9	-81.9	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)
(7) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)

PQ12

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 0.7 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	26.4	67.0	67.0	AP, SCU, V(2)	Q	174.9	-0.1	-202.6	-0.1	-108.3	Passa
								AP(3)	N,M	174.9	-0.1	-202.6	-0.1	-107.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	52.7	76.4	76.4	AP, SCU, V(2)	Q	181.8	64.9	-202.7	-0.1	-108.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	181.8	64.7	-203.0	-0.6	-107.9	
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	76x44	0.1 m	N.P.(1)	N.P.(1)	9.0	76.4	76.4	AP, SCU, V(2)	Q	181.8	64.9	-202.7	-0.1	-108.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	181.8	64.7	-203.0	-0.6	-107.9	
		Ext.Superior	Passa	Passa	61.2	20.3	61.2	AP, SCU, V(5)	Q	209.4	52.7	-26.6	293.2	9.4	Passa
								AP, V(6)	N,M	207.1	54.7	-28.2	290.7	6.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	70.1	17.7	70.1	AP, SCU, V(7)	Q	209.4	51.8	4.0	294.8	9.4	Passa
								AP, V(6)	N,M	208.2	54.1	0.8	290.7	6.0	
Fundação	76x44	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	23.9	17.7	23.9	AP, SCU, V(7)	Q	209.4	51.8	4.0	294.8	9.4	Passa
								AP, V(6)	N,M	208.2	54.1	0.8	290.7	6.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)
(7) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 295 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

PQ13

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 0.7 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	52.2	66.3	66.3	AP, SCU, V(2)	Q	232.6	16.8	215.2	9.6	-108.3	Passa
								AP(3)	N,M	232.6	16.8	215.2	9.6	-107.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	52.9	81.8	81.8	AP, SCU, V(2)	Q	239.5	81.8	221.0	9.6	-108.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	239.5	81.6	221.3	10.1	-107.9	
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	92.4	28.1	92.4	AP, SCU, V(5)	Q	266.0	36.0	112.1	-181.0	69.9	Passa
								AP, V(6)	N,M	264.8	36.0	117.7	-172.6	69.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	92.4	21.1	92.4	AP, SCU, V(5)	Q	267.1	29.0	94.0	-181.0	69.9	Passa
								AP, V(6)	N,M	266.0	29.0	100.4	-172.6	69.9	
Fundação	76x44	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	15.8	21.1	21.1	AP, SCU, V(5)	Q	267.1	29.0	94.0	-181.0	69.9	Passa
								AP, V(6)	N,M	266.0	29.0	100.4	-172.6	69.9	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)

PQ14

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 0.7 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	21.2	43.5	43.5	AP, SCU, V(2)	Q	203.9	-0.1	-159.3	-0.3	-87.3	Passa
								AP(3)	N,M	203.9	-0.1	-159.3	-0.3	-86.9	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	42.5	52.8	52.8	AP, SCU, V(2)	Q	210.8	52.3	-159.6	-0.3	-87.3	Passa
								AP, SCU, V(4)	N,M	210.8	52.0	-159.9	-0.9	-86.9	
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	63.6	15.3	63.6	AP, SCU, V(5)	Q	237.2	50.6	1.3	267.5	-8.0	Passa
								AP, V(6)	N,M	236.0	52.6	-1.4	263.5	-11.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	56.9	17.3	56.9	AP, V(7)	Q	237.2	51.4	28.0	267.5	-8.0	Passa
								AP, V(6)	N,M	237.2	53.8	24.9	263.5	-11.3	
Fundação	76x44	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	21.7	17.3	21.7	AP, SCU, V(5)	Q	238.3	51.4	28.0	267.5	-8.0	Passa
								AP, V(6)	N,M	237.2	53.8	24.9	263.5	-11.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)
(7) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)

PQ15

Secção de betão

Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 0.7 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	5.8	9.2	9.2	AP, SCU, V(2)	Q	125.2	15.7	42.5	11.2	4.7	Passa
								AP(3)	N,M	125.2	15.7	42.5	10.7	4.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	5.8	9.8	9.8	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	132.1	12.8	49.3	11.2	4.7	Passa
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	18.1	21.6	21.6	AP, V(4)	Q	156.2	26.5	81.7	37.3	-8.0	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	157.3	26.6	81.9	36.4	-7.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	18.1	22.9	22.9	AP, V(4)	Q,N,M	157.3	27.3	85.4	37.3	-8.0	Passa
Fundação	76x44	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	3.1	22.9	22.9	AP, V(4)	Q,N,M	157.3	27.3	85.4	37.3	-8.0	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 296 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)

PQ16

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 2.07 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	7.5	5.3	7.5	AP, SCU, V(2)	Q	60.3	7.8	6.2	8.6	1.4	Passa
								AP(3)	N,M	60.3	7.8	6.2	7.1	1.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	7.9	14.9	14.9	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	72.5	5.0	23.5	9.1	1.4	Passa
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	15.5	12.7	15.5	AP, SCU, V(4)	Q	92.6	12.3	15.6	7.0	-16.6	Passa
								AP, V(5)	N,M	91.6	14.9	15.7	6.8	-12.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	15.5	13.9	15.5	AP, SCU, V(4)	Q	93.3	14.0	16.3	7.0	-16.6	Passa
								AP, V(5)	N,M	92.2	16.1	16.4	6.8	-12.0	
Fundação	45x40	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	2.6	13.9	13.9	AP, SCU, V(4)	Q	93.3	14.0	16.3	7.0	-16.6	Passa
								AP, V(5)	N,M	92.2	16.1	16.4	6.8	-12.0	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)

PQ17

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 2.07 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	1.5	3.7	3.7	AP, SCU, V(2)	Q	98.7	2.3	5.1	2.5	0.4	Passa
								AP(3)	N,M	98.7	2.3	5.1	1.0	0.4	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.5	5.1	5.1	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	110.8	1.4	10.3	3.0	0.4	Passa
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	27.1	11.5	27.1	AP, SCU, V(4)	Q	128.9	14.9	13.0	22.4	-22.4	Passa
								AP, V(5)	N,M	128.0	16.2	14.1	19.5	-20.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	27.1	13.5	27.1	AP, SCU, V(4)	Q	129.5	17.1	15.2	22.4	-22.4	Passa
								AP, V(5)	N,M	128.6	18.2	16.1	19.5	-20.1	
Fundação	45x40	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	4.6	13.5	13.5	AP, SCU, V(4)	Q	129.5	17.1	15.2	22.4	-22.4	Passa
								AP, V(5)	N,M	128.6	18.2	16.1	19.5	-20.1	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)

PQ18

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 2.07 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	1.9	3.0	3.0	AP, SCU, V(2)	Q	71.5	2.9	4.0	2.9	-0.7	Passa
								AP, V(3)	N,M	71.5	2.9	4.0	-0.1	-0.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	2.9	5.3	5.3	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	83.7	4.3	10.1	3.4	-0.7	Passa
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	26.7	13.8	26.7	AP, SCU, V(4)	Q	101.8	17.2	13.0	22.6	-21.4	Passa

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 297 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
								AP, V(5)	N,M	100.9	18.5	14.1	19.6	-19.2	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	26.7	16.2	26.7	AP, SCU, V(4)	Q	102.4	19.3	15.2	22.6	-21.4	Passa
								AP, V(5)	N,M	101.5	20.4	16.1	19.6	-19.2	
Fundação	45x40	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	4.5	16.2	16.2	AP, SCU, V(4)	Q	102.4	19.3	15.2	22.6	-21.4	Passa
								AP, V(5)	N,M	101.5	20.4	16.1	19.6	-19.2	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+X)
(3) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(-X)
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)

PQ19

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 2.07 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	1.0	9.2	9.2	AP, SCU, V(2)	Q	270.9	0.7	7.0	0.2	-2.4	Passa
								AP(3)	N,M	270.9	0.7	7.0	0.2	-1.1	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	1.2	9.6	9.6	AP, SCU, V(2)	Q	283.0	5.6	7.5	0.2	-2.7	Passa
								AP(3)	N,M	283.0	2.9	7.5	0.2	-1.1	
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	45x40	Ext.Superior	Passa	Passa	26.3	13.7	26.3	AP, SCU, V(4)	Q	293.9	17.5	12.8	28.8	-28.8	Passa
								AP, V(5)	N,M	293.2	20.1	13.0	28.7	-24.3	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	30.3	15.1	30.3	AP, SCU, V(4)	Q	294.5	20.4	15.7	28.8	-28.8	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	294.5	22.6	15.8	29.1	-24.3	
Fundação	45x40	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	6.0	15.1	15.1	AP, SCU, V(6)	Q	294.6	21.5	15.0	31.8	-26.5	Passa
								AP, SCU, V(2)	N,M	294.5	22.6	15.8	29.1	-24.3	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-Y)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)
(6) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(-X)

PQ20

Secção de betão															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cobertura Quadra I (0.1 - 0.7 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	6.6	2.6	6.6	AP, SCU, V(2)	Q	61.0	9.8	3.6	3.5	-13.5	Passa
								AP(3)	N,M	61.0	9.8	3.6	3.5	-13.0	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	6.7	6.2	6.7	AP, SCU, V(2)	Q,N,M	67.9	17.9	5.7	3.5	-13.5	Passa
Terreo (-0.6 - 0.1 m)	76x44	Ext.Superior	Passa	Passa	54.4	33.0	54.4	AP, V(4)	Q	90.6	47.1	62.9	108.3	-36.5	Passa
								AP, V(5)	N,M	90.4	49.1	60.4	104.1	-39.7	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	54.4	37.4	54.4	AP, V(4)	Q	91.8	50.8	73.7	108.3	-36.5	Passa
								AP, V(5)	N,M	91.5	53.1	70.8	104.1	-39.7	
Fundação	76x44	Elemento de Fundação	N.P.(1)	N.P.(1)	9.3	37.4	37.4	AP, V(4)	Q	91.8	50.8	73.7	108.3	-36.5	Passa
								AP, V(5)	N,M	91.5	53.1	70.8	104.1	-39.7	

Notas:
(1) A verificação não é necessária
(2) 1.4·PP+1.4·CP+0.7·Qa+1.4·V(+Y)
(3) 1.4·PP+1.4·CP
(4) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+X)
(5) 1.4·PP+1.4·CP+1.4·V(+Y)

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 298 / 316

b) Vigas

Terreo

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	T,Disp.$_{sl}$	T,Geom.$_{st}$	T,Arm.$_{st}$	
V-108: PQ1 - PQ2	Passa	Passa	'5.260 m' η = 8.7	'5.195 m' η = 22.9	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 22.9**
V-109: PQ2 - PQ3	Passa	Passa	'0.282 m' η = 6.2	'0.282 m' η = 19.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 19.7**
V-110: PQ3 - PQ4	Passa	Passa	'0.282 m' η = 6.2	'3.795 m' η = 14.1	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 14.1**
V-111: PQ4 - PQ5	Passa	Passa	'0.282 m' η = 6.2	'0.282 m' η = 14.2	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 14.2**
V-113: PQ15 - PQ16	Passa	Passa	'5.260 m' η = 9.2	'5.195 m' η = 26.2	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 26.2**
V-114: PQ16 - PQ17	Passa	Passa	'3.795 m' η = 4.6	'0.282 m' η = 18.5	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 18.5**
V-115: PQ17 - PQ18	Passa	Passa	'3.795 m' η = 4.6	'3.736 m' η = 18.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 18.3**
V-116: PQ18 - PQ19	Passa	Passa	'3.795 m' η = 4.6	'3.736 m' η = 17.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 17.6**
V-117: PQ19 - PQ20	Passa	Passa	'1.609 m' η = 6.5	'1.575 m' η = 14.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 14.6**
V-118: PQ15 - PQ13	Passa	Passa	'5.299 m' η = 9.3	'5.231 m' η = 27.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 27.3**
V-119: PQ13 - PQ11	Passa	Passa	'5.299 m' η = 9.3	'5.231 m' η = 27.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 27.6**
V-120: PQ11 - PQ9	Passa	Passa	'5.299 m' η = 9.2	'5.231 m' η = 27.0	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 27.0**
V-121: PQ9 - PQ7	Passa	Passa	'5.299 m' η = 9.2	'5.231 m' η = 27.1	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 27.1**
V-122: PQ7 - PQ1	Passa	Passa	'5.299 m' η = 9.3	'5.231 m' η = 26.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 26.7**
V-127: PQ20 - PQ14	Passa	Passa	'5.299 m' η = 9.6	'5.231 m' η = 29.5	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 29.5**
V-128: PQ14 - PQ12	Passa	Passa	'5.299 m' η = 9.8	'5.231 m' η = 31.1	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 31.1**
V-129: PQ12 - PQ10	Passa	Passa	'5.299 m' η = 9.8	'5.231 m' η = 31.1	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 31.1**
V-130: PQ10 - PQ8	Passa	Passa	'5.299 m' η = 9.8	'5.231 m' η = 31.0	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 31.0**
V-131: PQ8 - PQ6	Passa	Passa	'5.299 m' η = 9.7	'5.231 m' η = 30.2	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**PASSA** **η = 30.2**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	T,Disp.$_{sl}$	T,Geom.$_{st}$	T,Arm.$_{st}$	-	
V-104: V 9 - V 10	Passa	Passa	'2.817 m' η = 16.0	'1.204 m' η = 45.5	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(3)	**PASSA** **η = 45.5**
V-112: PQ5 - PQ6	Passa	Passa	'0.282 m' η = 1.3	η = 9.5	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(3)	**PASSA** **η = 9.5**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 299 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Notação:
Disp.: Disposições relativas às armaduras
Arm.: Armadura mínima e máxima
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
T_c: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
T_{st}: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
T_{sl}: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
TNM_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
TV_x: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
TV_y: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
TV_{XSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
TV_{YSt}: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
$T,Geom._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
$T,Arm._{st}$: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.P.: Não procede
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.P.):
(1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.
(2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
V-101: PV1 - PV3	x: 0 m Passa	N.P.(1)	x: 2.174 m Passa	N.P.(1)	x: 6.219 m Passa	**PASSA**
V-102: PV3 - PV4	x: 3.048 m Passa	N.P.(1)	x: 0.914 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-103: PV4 - PV5	x: 4.719 m Passa	N.P.(1)	x: 2.023 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-108: PQ1 - PQ2	x: 0 m Passa	N.P.(1)	x: 2.771 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-109: PQ2 - PQ3	x: 4.076 m Passa	N.P.(1)	x: 2.038 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-110: PQ3 - PQ4	x: 0 m Passa	N.P.(1)	x: 2.038 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-111: PQ4 - PQ5	x: 4.076 m Passa	N.P.(1)	x: 2.038 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-113: PQ15 - PQ16	x: 5.542 m Passa	N.P.(1)	x: 2.771 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-114: PQ16 - PQ17	x: 4.076 m Passa	N.P.(1)	x: 1.698 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-115: PQ17 - PQ18	x: 4.076 m Passa	N.P.(1)	x: 1.698 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-116: PQ18 - PQ19	x: 4.076 m Passa	N.P.(1)	x: 1.698 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-117: PQ19 - PQ20	x: 1.89 m Passa	N.P.(1)	x: 0 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-118: PQ15 - PQ13	x: 5.58 m Passa	N.P.(1)	x: 2.79 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 300 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	
V-119: PQ13 - PQ11	x: 5.58 m Passa	N.P.(1)	x: 2.79 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-120: PQ11 - PQ9	x: 5.58 m Passa	N.P.(1)	x: 2.79 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-121: PQ9 - PQ7	x: 5.58 m Passa	N.P.(1)	x: 2.79 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-122: PQ7 - PQ1	x: 5.58 m Passa	N.P.(1)	x: 2.79 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-127: PQ20 - PQ14	x: 5.58 m Passa	N.P.(1)	x: 2.441 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-128: PQ14 - PQ12	x: 5.58 m Passa	N.P.(1)	x: 2.441 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-129: PQ12 - PQ10	x: 5.58 m Passa	N.P.(1)	x: 2.441 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-130: PQ10 - PQ8	x: 5.58 m Passa	N.P.(1)	x: 2.441 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**
V-131: PQ8 - PQ6	x: 5.58 m Passa	N.P.(1)	x: 2.441 m Passa	N.P.(1)	N.P.(2)	**PASSA**

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)						Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,Lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,Lat.Esq.}$	σ_s	-	
V-112: PQ5 - PQ6	x: 0 m Passa	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(3)	**PASSA**

Notação:
$W_{k,F,sup.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior
$W_{k,F,Lat.Dir.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita
$W_{k,F,inf.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior
$W_{k,F,Lat.Esq.}$: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda
σ_s: Armaduras longitudinais mínimas
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.P.: Não procede
-: -

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.P.):
(1) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.
(2) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.
(3) Não há esforços que produzam tensões normais para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
V-108: PQ1 - PQ2	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.83 mm	$f_{T,max}$: 0.19 mm $f_{T,lim}$: 22.17 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 301 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Verificações de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**No tempo infinito (Quase permanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= L/250	**Ativa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= Mín.(10.00, L/500)	Estado
V-109: PQ2 - PQ3	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.65 mm	$f_{T,max}$: 0.06 mm $f_{T,lim}$: 16.30 mm	$f_{A,max}$: 0.03 mm $f_{A,lim}$: 8.15 mm	**PASSA**
V-110: PQ3 - PQ4	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.65 mm	$f_{T,max}$: 0.06 mm $f_{T,lim}$: 16.30 mm	$f_{A,max}$: 0.03 mm $f_{A,lim}$: 8.15 mm	**PASSA**
V-111: PQ4 - PQ5	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.65 mm	$f_{T,max}$: 0.06 mm $f_{T,lim}$: 16.30 mm	$f_{A,max}$: 0.03 mm $f_{A,lim}$: 8.15 mm	**PASSA**
V-112: PQ5 - PQ6	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.40 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 7.56 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 3.78 mm	**PASSA**
V-113: PQ15 - PQ16	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.83 mm	$f_{T,max}$: 0.19 mm $f_{T,lim}$: 22.17 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
V-114: PQ16 - PQ17	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.65 mm	$f_{T,max}$: 0.06 mm $f_{T,lim}$: 16.30 mm	$f_{A,max}$: 0.03 mm $f_{A,lim}$: 6.79 mm	**PASSA**
V-115: PQ17 - PQ18	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.65 mm	$f_{T,max}$: 0.06 mm $f_{T,lim}$: 16.30 mm	$f_{A,max}$: 0.03 mm $f_{A,lim}$: 6.79 mm	**PASSA**
V-116: PQ18 - PQ19	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.65 mm	$f_{T,max}$: 0.06 mm $f_{T,lim}$: 16.30 mm	$f_{A,max}$: 0.03 mm $f_{A,lim}$: 7.47 mm	**PASSA**
V-117: PQ19 - PQ20	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.40 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 7.56 mm	$f_{A,max}$: 0.01 mm $f_{A,lim}$: 3.78 mm	**PASSA**
V-118: PQ15 - PQ13	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.94 mm	$f_{T,max}$: 0.19 mm $f_{T,lim}$: 22.32 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
V-119: PQ13 - PQ11	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.94 mm	$f_{T,max}$: 0.20 mm $f_{T,lim}$: 22.32 mm	$f_{A,max}$: 0.10 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
V-120: PQ11 - PQ9	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.94 mm	$f_{T,max}$: 0.19 mm $f_{T,lim}$: 22.32 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
V-121: PQ9 - PQ7	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.94 mm	$f_{T,max}$: 0.19 mm $f_{T,lim}$: 22.32 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
V-122: PQ7 - PQ1	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.94 mm	$f_{T,max}$: 0.19 mm $f_{T,lim}$: 22.32 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**
V-127: PQ20 - PQ14	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.94 mm	$f_{T,max}$: 0.19 mm $f_{T,lim}$: 22.32 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 9.77 mm	**PASSA**
V-128: PQ14 - PQ12	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.94 mm	$f_{T,max}$: 0.20 mm $f_{T,lim}$: 22.32 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 9.77 mm	**PASSA**
V-129: PQ12 - PQ10	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.94 mm	$f_{T,max}$: 0.20 mm $f_{T,lim}$: 22.32 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 9.77 mm	**PASSA**
V-130: PQ10 - PQ8	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.94 mm	$f_{T,max}$: 0.20 mm $f_{T,lim}$: 22.32 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 9.77 mm	**PASSA**
V-131: PQ8 - PQ6	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 15.94 mm	$f_{T,max}$: 0.20 mm $f_{T,lim}$: 22.32 mm	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 10.00 mm	**PASSA**

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 302 / 316

7.2.2 Verificações E.L.U – Lajes

Cobertura Vestiario

			Momentos			Taxas de Armadura			Armadura de reforço		
Laje	Dir.	Altura	Esq.	Centro	Dir.	Esq.	Centro	Dir.	Sup. Esq.	Inf. Centro	Sup. Dir.
L2	X	0.10	1.07	0.08	1.81	0.45	0.03	0.76	Ø4.2c/20	Ø4.2c/20	Ø4.2c/18
	Y		0.74	0.22	0.20	0.31	0.09	0.08	Ø4.2c/20	Ø4.2c/20	Ø4.2c/20
L3	X	0.10	2.50	2.05	3.90	1.05	0.86	1.63	Ø5c/19	Ø4.2c/16	Ø6.3c/19
	Y		3.00	1.99	0.92	1.26	0.83	0.39	Ø4.2c/11	Ø4.2c/16	Ø4.2c/20
L4	X	0.10	3.49	0.26	3.26	1.46	0.11	1.37	Ø5c/13	Ø4.2c/20	Ø4.2c/10
	Y		2.41	0.63	0.40	1.01	0.27	0.17	Ø5c/19	Ø4.2c/20	Ø4.2c/20
L5	X	0.10	3.70	2.11	2.46	1.55	0.88	1.03	Ø6.3c/20	Ø4.2c/15	Ø5c/19
	Y		2.87	2.09	0.94	1.20	0.87	0.39	Ø5c/16	Ø4.2c/15	Ø4.2c/20
L7	X	0.10	0.20	0.96	1.47	0.08	0.40	0.62	Ø4.2c/20	Ø4.2c/20	Ø4.2c/20
	Y		------	-0.27	2.49	------	-0.11	1.04	------	------	Ø5c/19
L6	X	0.10	1.18	0.28	0.08	0.50	0.12	0.04	Ø4.2c/20	Ø4.2c/20	Ø4.2c/20
	Y		0.78	-0.16	0.79	0.33	-0.07	0.33	Ø4.2c/20	------	Ø4.2c/20
L9	X	0.10	1.21	0.98	1.18	0.51	0.41	0.50	Ø4.2c/20	Ø4.2c/20	Ø4.2c/20
	Y		------	-0.24	2.31	------	-0.10	0.97	------	------	Ø4.2c/14
L8	X	0.10	1.88	-0.15	1.68	0.79	-0.06	0.70	Ø4.2c/17.5	------	Ø4.2c/19
	Y		------	-0.24	2.29	------	-0.10	0.96	------	------	Ø4.2c/14

11.3 Fundações

As fundações foram dimensionadas conforme tensões admissíveis determinadas no item 4.4 e tabela de cargas nas fundações conforme resultados da modelagem.

Em função das cargas e da baixa capacidade de suporte do solo as fundações serão profundas utilizando estaca pré-moldada protendida ø33 cuja carga de trabalho máxima é de 900 kN.

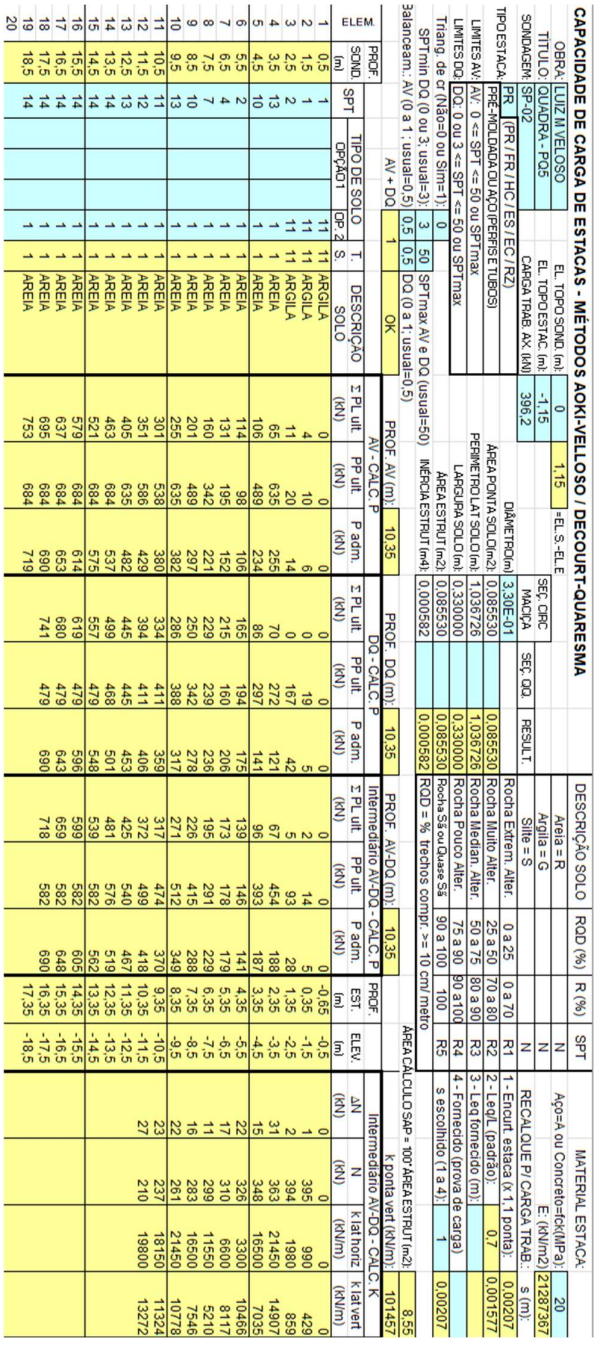
Os blocos serão separados por grupos conforme carregamento e tipo de bloco.

11.3.1 Dimensionamento Geotécnico da Estaca

Os comprimentos das estacas serão feitos pelos métodos de Aoki-Veloso e Décourt-Quaresma considerando o atrito lateral e a resistência de ponta da estaca. A estaca utilizada é do tipo pré-moldada protendida com diâmetro de 33 cm. Foram considerados fatores de segurança conforme a NBR 6122. A seguir serão apresentados os cálculos do comprimento das estacas para cada tipo de bloco, considerando a carga máxima de trabalho de 396,20 kN.

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 303 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



CAPACIDADE DE CARGA DE ESTACAS - MÉTODOS AOKI-VELLOSO / DECOURT-QUARESMA

OBRA: LUIZ M.VELOSO — EL. TOPO SOND. (m): 0 — 1,15 =EL.S.-EL.E — DESCRIÇÃO SOLO — RQD (%) — R (%) — SPT — MATERIAL ESTACA: Aço-A ou Concreto=fck(MPa): 20
TITULO: QUADRA - PQ5 — EL. TOPO ESTAC. (m): -1,15 — Areia = R — N — N — E: (kN/m2) 21287367
SONDAGEM: SP-02 — CARGA TRAB. AX. (kN): 396,2 — SEC. CIRC MACIÇA: 3,30E-01 — Argila = G — N — N — RECALQUE P/ CARGA TRAB.: s (m): 0,00207
TIPO ESTACA: PR (PR / HC / ES / EC / RZ) — DIÂMETRO(m): — SEC. DO. RESULT. — Silte = S — 0 a 25 — 0 a 70 — R1 — 1 - Encurt. estaca (x 1:1 ponta): 0,7 — 0,001577
TIPO ESTACA: PRÉ-MOLDADA OU AÇO (PERFIS E TUBOS) — ÁREA PONTA SOLO(m2): 0,085530 — 0,085530 — Rocha Extrem. Alter. — 25 a 50 — 70 a 80 — R2 — 2 - Leql (padrão):
LIMITES AV: AV: 0 <= SPT <= 50 ou SPTmax — PERÍMETRO LAT SOLO (m): 1,036726 — 1,036726 — Rocha Muito Alter. — 50 a 75 — 80 a 90 — R3 — 3 - Leq fornecido (m):
LIMITES DQ: DQ: 0 ou 3 <= SPT <= 50 ou SPTmax — LARGURA SOLO (m): 0,330000 — 0,330000 — Rocha Alter. — 75 a 90 — 90 a100 — R4 — 4 - Fornecido (prova de carga): 1 — 0,00207
Triang. de cr (Não=0 ou Sim=1): 0 — ÁREA ESTRUT (m2): 0,085530 — 0,085530 — Rocha Sã ou Quase Sã — 90 a 100 — 100 — R5 — s escolhido (1 a 4):
SPTmin DQ (0 ou 3; usual=3): 3 — 50 — SPTmax AV e DQ (usual=50) — INÉRCIA ESTRUT (m4): 0,000582 — 0,000582 — Rocha Sã ou Quase Sã — ROD = % trechos compr >= 10 cm/ metro
Balanceam.: AV (0 a 1 ; usual=0,5): 0,5 — 0,5 — DQ (0 a 1; usual=0,5) — OK

| | | | | AV + DQ | | | | | | | PROF. AV (m): 10,35 | | | PROF. DQ (m): 10,35 | | | PROF. AV-DQ (m): 10,35 | | | | | | |

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

11.3.2 Dimensionamento dos Bloco

a) Bloco de 1 Estaca

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

45.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *45.0* cm

2.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Estribos xz	10.0	220.0	✓
Estribos yz	10.0	220.0	✓
Estribos xy	**10.0**	**90.0**	✓

3.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

10.0 mm ≥ 5.0 mm ✓

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Estribos xz	**10.0**	✓
Estribos yz	10.0	✓
Estribos xy	10.0	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 305 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

4.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 10.0 mm** ✓

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

5.- TIRANTES

Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

EN 1992-1-1:2004, 6.5.3(3).- A armadura necessária para resistir às forças nos nós de concentração de esforços poderá ser distribuída ao longo de um determinado comprimento (ver a Figura 6.25 a) e b)). Quando a armadura na zona dos nós se desenvolve numa extensão considerável de um elemento, deverá ser distribuída na zona em que as isostáticas de compressão são curvas (tirantes e escoras). A força de tracção T poderá ser obtida pelas expressões:

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+Y).

$A_s \cdot f_{yd} \geq T$ **136.52 kN ≥ 15.32 kN** ✓

a) no caso de regiões de descontinuidade parcial (b ≤ Altura do bloco), ver a Figura 6.25 a:

T : *15.32* kN

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 306 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

$$T = \frac{1}{4}\frac{b-a}{b}\cdot F$$

F	: *122.55* kN
Dimensão do pilar	: *150.0* mm
Dimensão da estaca	: *300.0* mm
b	: *300.0* mm
a	: *150.0* mm
Altura do bloco	: *450.0* mm
h	: *300.0* mm

6.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(+Y)	900.00	294,58	✓

b) Bloco de 2 Estacas

1.- ESPESSURA MÉDIA DO BLOCO

A espessura média do bloco não deve ser menor do que 20 cm (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

60.0 cm ≥ 20.0 cm ✓

Espessura média do bloco : *60.0* cm

2.- CONCEITUAÇÃO

Blocos são estruturas de volume usadas para transmitir às estacas e aos tubulões as cargas de fundação, podendo ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.1).

22.6.1 - Quando se verifica a expressão a seguir, nas duas direções, a sapata é considerada rígida. Caso contrário, a sapata é considerada flexível:

$h \geq (a - a_p)/3$

600.0 mm ≥ 263.3 mm ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 307 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Onde:

h: Altura da sapata. **h** : *600.0* mm

a: Dimensão da sapata em uma determinada direção. **a** : *1550.0* mm

a_p: Dimensão do pilar na mesma direção. **a_p** : *760.0* mm

3.- ARMADURA DE SUSPENSÃO

Se for prevista armadura de distribuição para mais de 25 % dos esforços totais ou se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada. (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.3). Se o espaçamento entre estacas for maior que 3 vezes o diâmetro da estaca, deve ser prevista armadura de suspensão para a parcela de carga a ser equilibrada (ABNT NBR 6118:2014, 22.5.4.1.3).

Espaçamento : *750.0* mm

3 vezes o diâmetro da estaca : *900.0* mm

Diâmetro da estaca : *300.0* mm

4.- ESPAÇAMENTO MÍNIMO LIVRE ENTRE AS FACES DAS BARRAS LONGITUDINAIS

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.2.2):

- 20 mm
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva
- 1,2 vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo: 22.8 mm

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: 19.0 mm

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Espaçamento livre (mm)	Passa
Viga - Armadura inferior	10.0	128.0	✓
Viga - Armadura superior	10.0	128.0	✓
Viga - Estribos horizontais	12.5	100.0	✓
Viga - Estribos verticais	**10.0**	**51.4**	✓

5.- ELEMENTOS ESTRUTURAIS ARMADOS COM ESTRIBOS

O diâmetro da barra que constitui o estribo deve ser maior ou igual a 5 mm (ABNT NBR 6118:2014, 18.3.3.2):

10.0 mm ≥ 5.0 mm ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 308 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

Referência	Diâmetro da barra (mm)	Passa
Viga - Estribos horizontais	12.5	✓
Viga - Estribos verticais	**10.0**	✓

6.- ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO

Para controlar a fissuração, deve ser prevista armadura positiva adicional, independente da armadura principal de flexão, em malha uniformemente distribuída em duas direções para 20% dos esforços totais (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.2).

204.78 kN ≥ 85.10 kN ✓

Armadura adicional : *471.0* mm²
Esforços totais : *425.49* kN
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. f_{yd} : *434.78* Mpa

7.- COBRIMENTO

Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 7.2, para Δc = 10 mm (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.2).

40.0 mm ≥ 30.0 mm ✓

Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1): CAA II
Cobrimento nominal : *30.0* mm

Face	Cobrimento (mm)	Passa
Inferior	40.0	✓
Superior	40.0	✓
Lateral	**40.0**	✓

Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve sempre ser (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.5):

a) $c_{nom} \geq \phi barra$ **40.0 mm ≥ 12.5 mm** ✓

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja (ABNT NBR 6118:2014, 7.4.7.6):

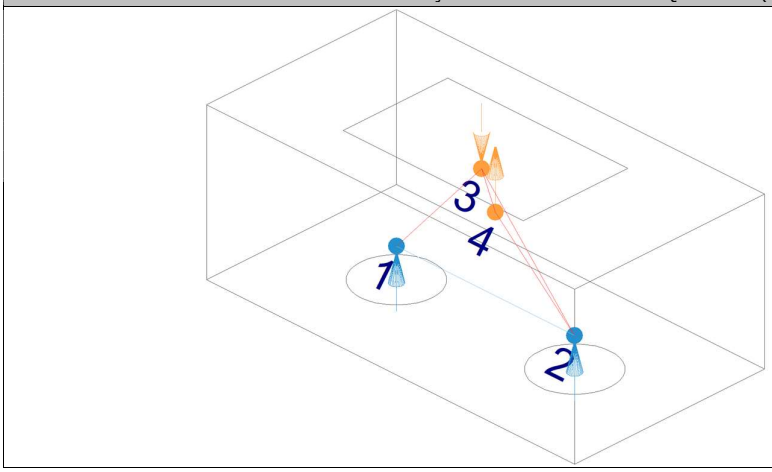
a) $d_{máx} \leq 1,2\, c_{nom}$ **19.0 mm ≤ 48.0 mm** ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 309 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

8.- COMPRIMENTO DE ANCORAGEM NECESSÁRIO

Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"



Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 222.79	P1 = 430.30
R2 = 202.70	T1 = -4.81

As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades.
Deve ser garantida a ancoragem das armaduras de cada uma dessas faixas, sobre as estacas, medida a partir da face das estacas (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).
O comprimento de ancoragem necessário pode ser calculado por (ABNT NBR 6118:2014, 9.4.2.5):

$$l_{b,disp} \geq l_{b,nec}$$ **497.5 mm ≥ 315.0 mm** ✓

Onde:

$$l_{b,nec} = \alpha \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,min}$$ **$l_{b,nec}$** : *315.0* mm

α = 1 para barras sem gancho.
α = 0.7 para barras tracionadas com gancho, con cobrimento no plano normal ao do gancho ≥ 3Ø

α : *1.0*

l_b é calculado conforme 9.4.2.4:

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \geq 25 \cdot \phi$$ **l_b** : *333.4* mm

Ø: Diâmetro da barra ancorada. **Ø** : *10.0* mm
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
f_{bd}: Resistência de aderência de cálculo entre armadura e concreto na ancoragem de armaduras passivas (ABNT NBR 6118:2014, 9.3.2.1): **f_{bd}** : *3.26* MPa

$$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ctd}$$

η_1 = 1.0 para barras lisas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 1.4 para barras entalhadas (ver Tabela 8.3).
η_1 = 2.25 para barras nervuradas (ver Tabela 8.3).

η_1 : *2.25*

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 310 / 316

η_2 = 1.0 para situações de boa aderência (ver 9.3.1).
η_2 = 0.7 para situações de má aderência (ver 9.3.1).

η_2 : *1.0*

η_3 = 1.0 para Ø < 32 mm.
η_3 = (132 - Ø)/100 , para Ø ≥ 32 mm.

η_3 : *1.0*

f_{ctd}: Resistência à tração do concreto. **f_{ctd}** : *1.45* MPa

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$f_{ctk,inf} = 0.7 \cdot f_{ct,m}$$ **$f_{ctk,inf}$** : *2.03*

$f_{ct,m}$: Resistencia média a tração do concreto. **$f_{ct,m}$** : *2.90* MPa

- para concretos de classes até C50:

$$f_{ct,m} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

- para concreto de classes de C55 até C90:

$$f_{ct,m} = 2.12 \cdot \ln(1 + 0.11 \cdot f_{ck})$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

$A_{s,calc}$: *444.9* mm²

$A_{s,ef}$: *471.0* mm²

$l_{b,min}$: Maior valor entre 0,3 l_b, 10Ø e 100 mm. **$l_{b,min}$** : *100.0* MPa

Tirante	Ø (mm)	l_b (mm)	$l_{b,disp}$ (mm)	$l_{b,nec}$ (mm)	Passa
1 - 2	**10.0**	**333.4**	**497.5**	**315.0**	✓

9.- ÂNGULO DE INCLINAÇÃO

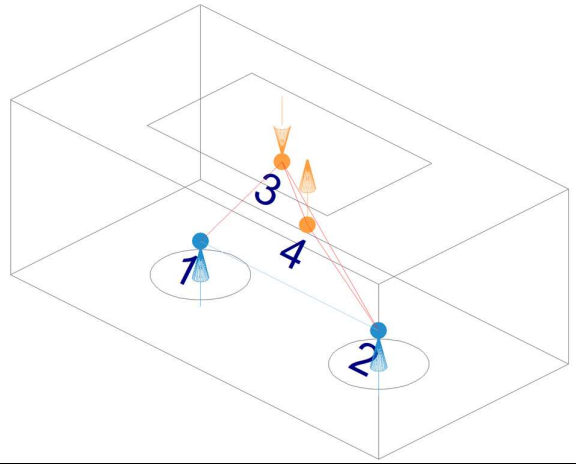
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "PP+CP+1.4·V(-X)"

Elemento: 3 - 2

Nó inicial	Nó final
3	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 164.40	P1 = 306.08
R2 = 138.09	T1 = -3.59

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 311 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



As bielas inclinadas devem ter ângulo de inclinação cuja tangente esteja entre 0.57 e 2 em relação ao eixo da armadura longitudinal do elemento estrutural (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.1).

$0.57 \leq tg\theta$ **0.57 ≤ 1.01** ✓

Onde:

θ: Ângulo de inclinação. θ : *45.41* °

Biela	θ (°)	tgθ	Passa
3 - 1	50.19	1.20	✓
3 - 2	**45.41**	**1.01**	✓

10.- TIRANTES

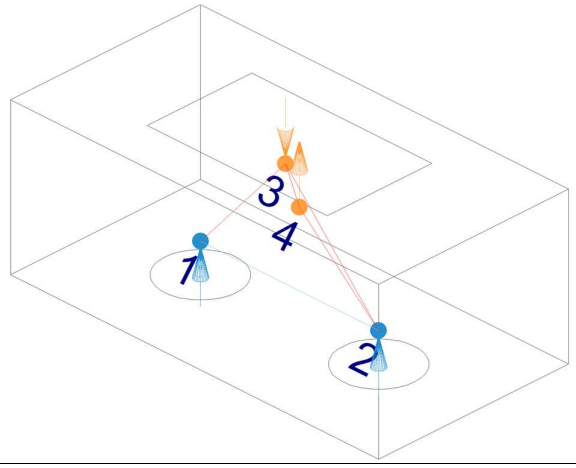
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(+X)"

Elemento: 1 - 2

Nó inicial	Nó final
1	2
Reações (kN)	Solicitações (kN)
R1 = 222.79	P1 = 430.30
R2 = 202.70	T1 = -4.81

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 312 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).
A armadura de flexão deve ser disposta essencialmente (mais de 85%) nas faixas definidas pelas estacas, em proporções de equilíbrio das respectivas bielas. As barras devem se estender de face a face do bloco e terminar em gancho nas duas extremidades (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.1).

$A_s \cdot f_{yd} \geq R_{Sd}$ **204.78 kN ≥ 193.45 kN** ✓

Onde:

A_s: Área da seção transversal da armadura longitudinal de tração. **A_s** : *471.0* mm²
f_{yd}: Tensão de escoamento de cálculo. **f_{yd}** : *434.78* MPa
R_{sd}: Força de tração de cálculo na armadura. **R_{sd}** : *193.45* kN

Tirante	A_s (mm²)	f_{yd} (MPa)	R_{sd} (kN)	η	Passa
1 - 2	**471.0**	**434.78**	**193.45**	**0.945**	✓

11.- BIELAS DE COMPRESSÃO

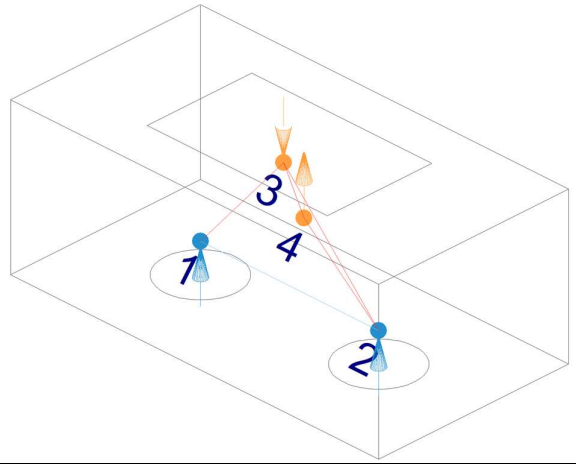
Modelo de bielas e tirantes associado à combinação: "1.4·PP+1.4·CP+1.4·Qa+0.84·V(-X)"

Elemento: 3 - 1

Nó inicial	Nó final
3	1
Reações (kN)	**Solicitações (kN)**
R1 = 227.75	P1 = 430.11
R2 = 197.47	T1 = -4.89

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 313 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**



Para cálculo e dimensionamento dos blocos, são aceitos modelos tridimensionais lineares ou não lineares e modelos biela-tirante tridimensionais. Esses modelos devem contemplar adequadamente os aspectos descritos em 22.7.2 (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.3).

$$A_c \cdot f_{cd3} \geq R_{cd}$$ **728.66 kN ≥ 298.51 kN** ✓

Onde:

R_{cd}: Carga transmitida do pilar para as estacas essencialmente por bielas de compressão. **R_{cd}** : *298.51* kN

A_c: Área da seção transversal de concreto. **A_c** : *53657.0* mm²

f_{cd3}: Bielas atravessadas por tirante único, ou nós CCT (ABNT NBR 6118:2014, 22.3.2). **f_{cd3}** : *13.58* MPa

$$f_{cd3} = 0.72 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd}$$

$$\alpha_{v2} = (1 - f_{ck}/250)$$ **α_{v2}** : *0.88*

f_{cd}: Resistência de cálculo à compressão do concreto. **f_{cd}** : *21.43* MPa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

f_{ck}: Resistência característica à compressão do concreto. **f_{ck}** : *30.00* MPa

γ_c: Coeficiente de ponderação da resistência do concreto. **γ_c** : *1.4*

Biela	A_c (mm²)	$A_c \cdot f_{cd3}$ (kN)	R_{cd} (kN)	η	Passa
3 - 1	**53657.0**	**728.66**	**298.51**	**0.410**	✓
3 - 2	50430.2	684.84	269.51	0.394	✓
3 - 4	291445.9	3957.84	10.44	0.003	✓
4 - 2	44649.6	606.34	6.63	0.011	✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 314 / 316

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA NOVA ESCOLA EEEFM LUIZ MANOEL VELOSO	
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Laerte Junior Baptista – CREA-ES 7616/D	**ARQUIVO:**

12.- CAPACIDADE ADMISSÍVEL DA ESTACA

A área da base de blocos de fundação deve ser determinada a partir da tensão admissível do solo para cargas não majoradas (ABNT NBR 6118:2014, 24.6.2).

Capacidade admissível da estaca ≥ Carga não majorada

Combinação	Combinação de ações	Capacidade admissível da estaca (kN)	Carga não majorada (kN)	Passa
Permanentes ou transitórias	PP+CP+Qa+V(+X)	900.00	396,20	✓

13.- ARMADURA LATERAL E SUPERIOR

Em blocos com duas ou mais estacas em uma única linha, é obrigatória a colocação de armaduras laterais e superior (ABNT NBR 6118:2014, 22.7.4.1.5). ✓

2026-47MWT8 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 11/06/2026 13:58 PÁGINA 315 / 316

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

LAERTE JUNIOR BAPTISTA
CIDADÃO
assinado em 10/06/2026 14:29:11 -03:00

WILSON RODRIGUES GONÇALVES
CIDADÃO
assinado em 10/06/2026 19:05:02 -03:00

GUSTAVO ALMEIDA DE OLIVEIRA CHAVES
CIDADÃO
assinado em 11/06/2026 12:01:48 -03:00

INFORMAÇÕES DO DOCUMENTO
Documento capturado em 11/06/2026 13:58:03 (HORÁRIO DE BRASÍLIA - UTC-3)
por VITOR DAMASCENO SALES (COORDENADOR SETORIAL DE DIAGNÓSTICO, LEVANTAMENTO E DESENVOLVIMENTO - 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/2026-47MWT8