

Imagem ilustrativa gerada por computador · projeto-modelo — estudo de portfólio, não é obra executada

Luiz Ricardo Mantovani da Silva
Engenheiro Civil · CREA-SP 5071695331

Sobrado em alvenaria estrutural

Sobrado de 3 dormitórios em alvenaria estrutural de blocos de concreto, num lote de 10 × 25 m com a parede oeste na divisa · projeto executivo de arquitetura, estrutura, hidrossanitário e elétrica

179,66 m² · 2 pavimentos | 3 dormitórios (1 suíte) + escritório | blocos de concreto 14 cm · fbk 10 MPa | 35 pranchas + memoriais (73 páginas)



Fachada: volume em bloco de concreto aparente e volume rebocado com brise de cumaru — projeto-modelo



A mesma fachada ao entardecer — projeto-modelo

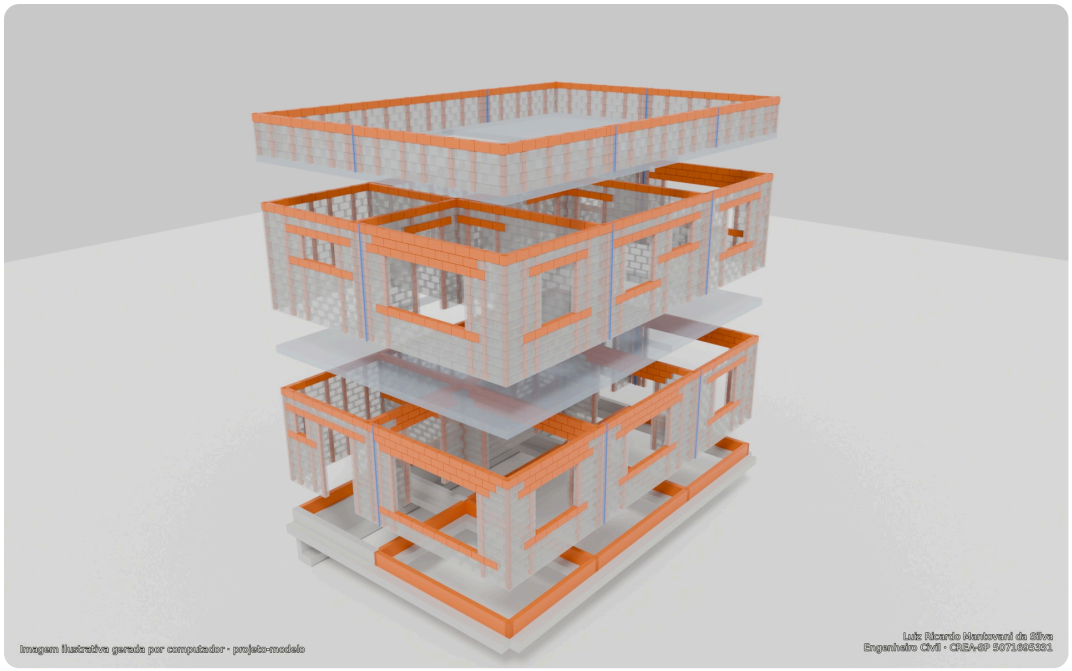


Cobertura técnica: claraboia, caixas d'água e condensadoras — projeto-modelo

Ficha técnica

Área construída	179,66 m² (térreo 94,79 · superior 84,87)
Lote	10 × 25 m, parede oeste na divisa
Programa	3 dormitórios (1 suíte), escritório, estar, jantar, cozinha, lavabo, lavanderia
Estrutura	alvenaria estrutural de blocos de concreto classe A, família 39, fbk 10 MPa, fpk 7,0 MPa
Lajes	treliçadas H20 (piso) e H16 (cobertura)
Fundação	sapatas corridas; na divisa, sapata excêntrica a 1,65 m com 4 vigas alavanca
Análise	paredes em elementos de casca no OpenSees
Documentos	35 pranchas, memorial descritivo, memorial de cálculo e planilha

Eng. Civil Luiz Ricardo Mantovani da Silva · CREA-SP 5071695331 · luizmantovani.eng.br



Vista explodida ilustrativa, gerada dos mesmos dados das pranchas: sapatas corridas, vigas alavanca e embasamento grauteado; blocos peça a peça (translúcidos); grautes verticais, cintas, vergas e contravergas em laranja; juntas de controle em azul; lajes.

Destaques de engenharia

- Paginação fiada a fiada das 7 paredes estruturais (14 fiadas por pavimento, pé-direito livre de 2,76 m): 4.760 blocos e canaletas contados peça a peça e 238 pontos de graute vertical. Um portão automático reprova qualquer peça fora do módulo de 20 cm.
- Paredes analisadas no OpenSees em elementos de casca, com dois portões: equilíbrio (reações iguais aos 1.743,4 kN de cargas permanentes aplicadas) e uma parede isolada conferida à mão. Maiores utilizações: cisalhamento 0,57 (P2, térreo), compressão 0,31 (0,42 na verificação local) e tração 0,07.
- 5 juntas de controle verticais pela Tabela 10 da NBR 16868-1: parede externa de 14 cm com armadura horizontal, espaçamento máximo de 9 m, reduzido em 15 % onde há aberturas (7,65 m). O motor de armaduras garante que nenhuma verga ou contraverga atravesse uma junta.
- Escada em duas lajes dobradas (h = 12 cm, Ø10 c/15) apoiadas na viga de chegada VC, verificada à torção (Td = 3,3 kN·m ≤ TRd2 = 5,6 kN·m). Na divisa oeste, a sapata excêntrica fica a 1,65 m de profundidade (NBR 6122: mínimo de 1,5 m junto à divisa), equilibrada por 4 vigas alavanca.
- A planilha soma 1.931,7 kg de aço e 14,0 m³ de graute (com perdas). As 35 pranchas, o memorial descritivo, o memorial de cálculo e a planilha (73 páginas) saem do mesmo modelo e são conferidos entre si por um portão automático de coerência.

Projeto-modelo de portfólio, desenvolvido no nível de projeto executivo. A tensão admissível do solo (100 kPa) e a resistência do prisma (fpk = 7,0 MPa) são premissas: na obra, o projeto parte da sondagem SPT do lote e do ensaio de prisma, adapta-se à legislação municipal e é entregue com ART.

Memorial de cálculo estrutural — Projeto-modelo 07 — Sobrado em alvenaria estrutural

Luiz Ricardo Mantovani da Silva — Engenheiro Civil — CREA-SP 5071695331

1. Objeto, normas e materiais

Sobrado de dois pavimentos em alvenaria estrutural NÃO armada de blocos vazados de concreto (com armaduras localizadas onde o cálculo exige), 8,04 × 11,79 m em planta, 179,66 m² de área construída (superior sem o vazio da escada), lajes treliçadas e fundação em sapata corrida. Normas: ABNT NBR 16868-1:2020 Versão Corrigida:2021 (lida no Catálogo ABNT/CONFEA); NBR 6120:2019; NBR 6123:2023 VC:2025; NBR 6118:2023; NBR 8681:2003. Os valores de norma usados estão em dados/normas.json, com a procedência de cada um.

Material	Especificação	Fonte
Bloco	concreto (ABNT NBR 6136), classe A, estrutural, 39 (largura 14 cm), fbk = 10,0 MPa, peças 39/19/34/54/14 e canaletas	NBR 6136; peças 14×19×34 (Muralha, Renger, SINAPI) e 14×19×54 (JB Blocos) — confirmar com o fornecedor
Prisma	fpk = 7,0 MPa (oco); fpk* = 12,3 MPa (cheio)	NBR 16868-1, Tabela F.1 — comprovar por ensaio (NBR 16868-2/-3)
Argamassa	fa ≥ 8,0 MPa	Tabela F.1; no cálculo, faixa 3,5–7,0 MPa das Tabelas 3 e 4 (a favor)
Graute	fgk ≥ 20,0 MPa	Tabela F.1
Concreto (lajes, escada, fundação)	fck = 25 MPa, CAA II	NBR 6118
Aço	CA-50 (barras), CA-60 (treliças)	NBR 7480

2. Modulação e amarração (portão automático)

Família 39 com amarração direta em todos os encontros (L, T e cruz). O motor de paginação monta todas as fiadas, peça a peça: **4057 blocos e 433 canaletas** nas paredes (sem vergas), **0 cortes, 0 compensadores, 0 juntas a prumo** (defasagem de 20 cm em todas as paredes). O portão reprova erros plantados (janela deslocada 10 cm, parede fora do módulo, vão livre de 3,01 m, porta encostada na amarração).

3. Ações

3.1 Permanentes

Item	Valor	Origem
Parede estrutural 14 cm, 2 cm de revestimento por face	2,70 kN/m²	NBR 6120 Tabela 2 (14 kN/m³ × 0,14 = 1,96 ≈ 2,0 sem revestimento: NBR 16868-1 8.3.1.1)
Vedação 9 cm, 2 cm por face (sobre laje)	1,90 kN/m²	NBR 6120 Tabela 2
Laje H20 (unidirecional): concreto 0,0857 m³/m² × 25	2,14 kN/m²	geometria da nervura (intereixo 0,42 m) × NBR 6120 Tab. 1
Laje H16 (cobertura)	1,86 kN/m²	idem
Contrapiso + piso / reboco de teto / impermeabilização da cobertura	0,84 / 0,28 / 1,32 kN/m²	NBR 6120 Tab. 1 (21 e 19 kN/m³); NBR 6120 Tabela 1: argamassa de cimento e areia 21 kN/m³ (regularização 3 cm + proteção 3 cm); manta 4 mm ≈ 0,05 kN/m² e EPS ≈ 0,01 kN/m² (catálogo)
Total laje do superior / cobertura	3,27 / 3,46 kN/m²	

3.2 Variáveis (NBR 6120 Tabela 10)

Residencial 1,50 kN/m²; escada privativa 2,50 kN/m²; cobertura de concreto com acesso só para manutenção 1,00 kN/m². Reservatórios: CX1 750 L (cruzamento PB × P3) e CX2 750 L (sobre a PB entre P3 e P4), cheios, sobre bases na laje de cobertura.

3.3 Vento (NBR 6123)

V0 = 45 m/s (envoltória do interior de SP — **POR LOTE**), S1 = 1,0, categoria III, classe A, S3 = 1,0. q(5 m) = 0,955 kN/m², q(topo, 6,96 m) = 1,020 kN/m². Tabela 6 (h/b = 0,87, a/b = 1,47): Ce barlavento + sotavento = 1,20 (vento em x) e 1,20 (vento em y). Forças nos diafragmas — x: z = 3,00 m: 40,3 kN · z = 5,96 m: 34,4 kN; y: z = 3,00 m: 27,5 kN · z = 5,96 m: 23,5 kN; excentricidade de 0,075·a aplicada como torção. Desaprumo (NBR 16868-1 8.3.2.2): θa = 0,00379 rad.

3.4 Combinações (NBR 16868-1 8.9.8, Tabelas 6 e 7 — edificação Tipo 2)

```
C1 = 1,4G + 1,4Q + 0,84W; C2 = 1,4G + 1,4W + 0,7Q; C3 = 0,9G + 1,4W  (W = ±Wx, ±Wy)
```

4. Análise estrutural

Modelo 3D no OpenSees: paredes como cascas (ShellMITC4) no plano do eixo, com as aberturas, nós comuns nos encontros (amarração direta, 9.6.1.1), lajes como diafragma rígido em cada nível, base engastada no topo da fundação. Ea = 800·fpk × 0,8 = 4.480 MPa (Tabela 1 e 9.1.4 b), ν = 0,20. Cargas das lajes nas paredes de apoio: vigotas contínuas sobre a PB (reação w·L/2 por apoio) e células bidirecionais repartidas pelas charneiras a 45°.

Portão	Resultado
Equilíbrio — G	aplicado 1.743,40 kN · reação 1.743,40 kN · erro 0,0000 %
Equilíbrio — Q	aplicado 226,41 kN · reação 226,41 kN · erro 0,0000 %
Equilíbrio — vento x / y	74,70 / 50,94 kN = reações · erro 0,0000 %
Parede isolada conferida à mão (3,0 × 2,8 m, q = 20 kN/m + peso próprio)	reação 82,680 × 82,680 kN; N a meia altura -23,86 × -23,51 kN/m (erro 1,50 %)

Observação: sob carga permanente, o modelo elástico concentra a carga vertical nos cruzamentos PB × P2 e PB × P3 (mais rígidos) e mostra tração vertical localizada na base do pavimento superior entre eles — redistribuição interna de um modelo sem a cinta de respaldo. Ela não é tratada como tração resistida pela alvenaria: a tração no plano é verificada com 0,9·G e o momento das ações horizontais (11.5.2), e as cintas de respaldo (2 Ø10, fiada 14) amarram cada pavimento.

5. Paredes — compressão, flexocompressão, tração e cisalhamento

fk = 0,70·fpk = 4,90 MPa; fd = fk/γm = 2,45 MPa (γm = 2,0); he = 2,80 m (travada pelas lajes, 9.4.1); λ = 20,0 ≤ 24; R = 1 − (λ/40)³ = 0,875; K = 1,5 (×R em trecho sem flange); ftd = 0,20/2,0 = 0,100 MPa; fvk = 0,15 + 0,5·σ ≤ 1,4 MPa.

5.1 Trecho que governa a compressão — PC, térreo, corte meio, a = 8,25–9,24 m (C1 Wy−)

```
A = 0,14 × 0,99 = 0,1386 m² · W = 0,14 × 0,99²/6 = 0,02287 m³
Nd = 77,50 kN · Md = 3,62 kN·m
Nd/(R·A) + Md/(K·W) = 0,639 + 0,121 = 0,760 MPa ≤ fd = 2,45 MPa → uso 0,31 OK
```

5.2 Cisalhamento que governa — P2, térreo, a = 0,07–4,29 m (C2 Wx+)

```
τd = Vd/(b·h) = 39,77 / (0,14 × 4,22) = 0,067 MPa ≤ fvd = 0,118 MPa → uso 0,57 OK
```

5.3 Tração no plano que governa — PB, superior (C2 Wx+)

```
σt = Md,W/W − 0,9·Gk/A = 0,007 MPa ≤ ftd = 0,100 MPa OK
```

5.4 Todos os trechos (uso = solicitação ÷ resistência; ≤ 1,00; tração negativa = seção inteiramente comprimida)

Parede	Pav.	Corte	Trecho (m)	L	Gk (kN)	Qk (kN)	Compressão	Tração	Cisalh.
P1	superior	base	0,07–3,69	3,62	64,0	8,9	0,18	-0,87	0,13
P1	superior	base	3,70–7,97	4,27	42,8	3,7	0,07	-0,51	0,05
P2	superior	base	0,07–3,89	3,82	64,8	6,4	0,10	-1,04	0,26
P2	superior	base	4,70–7,97	3,27	9,6	0,2	0,08	-0,10	0,22

P3	superior	base	0,07–1,34	1,27	20,2	2,4	0,09	-0,81	0,11
P3	superior	base	2,15–3,89	1,74	64,2	9,0	0,25	-2,17	0,10
P3	superior	base	4,70–7,97	3,27	15,8	1,1	0,11	-0,25	0,16
P4	superior	base	0,07–3,69	3,62	64,8	9,4	0,14	-1,08	0,08
P4	superior	base	3,70–7,97	4,27	21,2	1,2	0,03	-0,24	0,05
PA	superior	base	0,07–8,24	8,17	121,4	6,8	0,09	-0,83	0,11
PA	superior	base	8,25–11,72	3,47	56,3	3,9	0,08	-1,00	0,04
PB	superior	base	0,07–1,94	1,87	0,2	-1,9	0,05	0,07	0,08
PB	superior	base	2,75–6,69	3,94	89,4	13,0	0,15	-1,37	0,11
PB	superior	base	7,50–11,72	4,22	37,0	-0,7	0,09	-0,48	0,14
PC	superior	base	0,07–3,69	3,62	64,5	5,0	0,14	-0,99	0,04
PC	superior	base	3,70–8,24	4,54	81,1	10,0	0,15	-1,07	0,03
PC	superior	base	8,25–11,72	3,47	75,1	6,7	0,14	-1,30	0,03
P1	superior	meio	0,07–3,69	3,62	36,5	5,0	0,08	-0,55	0,14
P1	superior	meio	3,70–4,49	0,79	10,8	0,1	0,10	-0,79	0,11
P1	superior	meio	6,90–7,97	1,07	16,6	2,2	0,13	-0,93	0,10
P2	superior	meio	0,07–3,89	3,82	43,9	5,0	0,08	-0,66	0,27
P2	superior	meio	4,70–7,97	3,27	8,0	1,6	0,08	-0,01	0,22
P3	superior	meio	0,07–1,34	1,27	14,4	1,6	0,08	-0,59	0,12
P3	superior	meio	2,15–3,89	1,74	37,7	4,8	0,14	-1,03	0,12
P3	superior	meio	4,70–7,97	3,27	13,9	2,5	0,10	-0,15	0,16
P4	superior	meio	0,07–0,94	0,87	11,5	1,3	0,07	-0,81	0,15
P4	superior	meio	2,55–3,69	1,14	20,7	3,1	0,12	-1,09	0,12
P4	superior	meio	3,70–4,49	0,79	8,6	-0,1	0,07	-0,62	0,09
P4	superior	meio	6,90–7,97	1,07	10,4	1,4	0,09	-0,58	0,10
PA	superior	meio	0,07–8,24	8,17	85,7	7,4	0,06	-0,61	0,12
PA	superior	meio	8,25–11,72	3,47	44,5	4,8	0,07	-0,81	0,04
PB	superior	meio	0,07–1,94	1,87	14,3	2,6	0,09	-0,32	0,07
PB	superior	meio	2,75–6,69	3,94	79,5	14,0	0,12	-1,20	0,11
PB	superior	meio	7,50–11,72	4,22	60,7	7,6	0,09	-0,87	0,12
PC	superior	meio	0,07–1,14	1,07	18,8	1,8	0,14	-1,09	0,07
PC	superior	meio	2,35–3,69	1,34	25,4	3,2	0,16	-1,16	0,05
PC	superior	meio	3,70–4,29	0,59	22,5	3,7	0,23	-2,42	0,03
PC	superior	meio	5,50–8,24	2,74	32,7	5,0	0,13	-0,73	0,04
PC	superior	meio	8,25–9,24	0,99	23,2	3,4	0,13	-1,49	0,03
PC	superior	meio	10,45–11,72	1,27	29,7	3,2	0,12	-1,50	0,04
P1	térreo	base	0,07–1,54	1,47	44,3	4,7	0,20	-0,69	0,27
P1	térreo	base	2,75–3,69	0,94	41,2	6,9	0,30	-1,28	0,16
P1	térreo	base	3,70–7,97	4,27	65,6	5,1	0,10	-0,86	0,09
P2	térreo	base	0,07–4,29	4,22	160,1	24,9	0,26	-1,34	0,43
P2	térreo	base	7,10–7,97	0,87	44,1	6,0	0,30	-2,11	0,16
P3	térreo	base	0,07–1,34	1,27	36,0	3,7	0,19	-0,61	0,29
P3	térreo	base	2,15–4,69	2,54	100,4	14,9	0,27	-0,84	0,31
P3	térreo	base	6,70–7,97	1,27	59,8	7,5	0,30	-1,85	0,20
P4	térreo	base	0,07–0,94	0,87	27,5	3,1	0,20	-0,98	0,19
P4	térreo	base	1,75–3,69	1,94	54,1	7,9	0,19	-1,12	0,14
P4	térreo	base	3,70–4,09	0,39	17,7	-0,0	0,24	-2,92	0,04
P4	térreo	base	7,10–7,97	0,87	36,5	4,5	0,24	-1,78	0,11
PA	térreo	base	0,07–8,24	8,17	225,4	20,3	0,16	-1,40	0,15
PA	térreo	base	8,25–11,72	3,47	103,3	11,8	0,17	-1,42	0,10
PB	térreo	base	0,07–1,34	1,27	56,1	9,3	0,26	-2,39	0,09
PB	térreo	base	2,55–6,69	4,14	176,5	27,8	0,25	-2,21	0,14

PB	térreo	base	7,50–9,84	2,34	83,2	13,8	0,21	-1,70	0,14
PB	térreo	base	10,65–11,72	1,07	43,1	7,0	0,25	-2,19	0,08
PC	térreo	base	0,07–3,69	3,62	111,7	14,7	0,21	-1,80	0,07
PC	térreo	base	3,70–8,24	4,54	132,6	17,1	0,19	-1,44	0,07
PC	térreo	base	8,25–11,72	3,47	109,6	15,2	0,18	-1,70	0,08
P1	térreo	meio	0,07–1,54	1,47	38,2	4,7	0,18	-1,61	0,34
P1	térreo	meio	2,75–3,69	0,94	43,5	7,3	0,29	-2,78	0,18
P1	térreo	meio	3,70–4,29	0,59	22,2	0,5	0,21	-2,27	0,14
P1	térreo	meio	7,10–7,97	0,87	33,4	4,0	0,21	-2,30	0,25
P2	térreo	meio	0,07–4,29	4,22	113,2	13,4	0,18	-1,30	0,57
P2	térreo	meio	7,10–7,97	0,87	42,2	6,3	0,28	-3,08	0,20
P3	térreo	meio	0,07–1,34	1,27	32,1	3,6	0,16	-1,58	0,35
P3	térreo	meio	2,15–4,69	2,54	91,7	14,5	0,22	-2,18	0,36
P3	térreo	meio	6,70–7,97	1,27	53,2	7,6	0,28	-2,58	0,25
P4	térreo	meio	0,07–0,94	0,87	23,6	2,7	0,16	-1,64	0,23
P4	térreo	meio	1,75–2,34	0,59	16,3	2,2	0,17	-1,71	0,24
P4	térreo	meio	2,95–3,69	0,74	33,1	5,5	0,26	-2,65	0,17
P4	térreo	meio	3,70–4,09	0,39	16,2	-0,0	0,22	-2,68	0,05
P4	térreo	meio	7,10–7,97	0,87	27,6	3,1	0,18	-1,96	0,15
PA	térreo	meio	0,07–8,24	8,17	190,0	19,1	0,13	-1,25	0,18
PA	térreo	meio	8,25–11,72	3,47	90,8	12,1	0,14	-1,42	0,11
PB	térreo	meio	0,07–1,34	1,27	45,4	8,8	0,23	-2,23	0,11
PB	térreo	meio	2,55–6,69	4,14	159,1	27,4	0,24	-2,36	0,17
PB	térreo	meio	7,50–9,84	2,34	73,4	14,1	0,22	-1,99	0,17
PB	térreo	meio	10,65–11,72	1,07	37,3	7,3	0,23	-2,18	0,10
PC	térreo	meio	0,07–0,94	0,87	39,4	5,8	0,27	-2,77	0,13
PC	térreo	meio	2,55–3,69	1,14	60,0	9,3	0,30	-3,22	0,10
PC	térreo	meio	3,70–4,69	0,99	46,2	6,6	0,26	-2,88	0,09
PC	térreo	meio	6,70–8,24	1,54	73,8	10,4	0,30	-2,84	0,12
PC	térreo	meio	8,25–9,24	0,99	45,7	8,0	0,31	-2,88	0,09
PC	térreo	meio	10,45–11,72	1,27	58,1	8,6	0,30	-2,76	0,14

6. Vento fora do plano e platibanda

Faixas de 1 m biapoiadas nas lajes (11.5.5): M = q·c·he²/8 com c = 1,2 (sucção máxima da Tabela 6 + pressão interna); tração resultante = 1,4·M/W − 0,9·N/A. Onde passa de ftd, armadura vertical em furo grauteado, largura colaborante ≤ 6t (11.3.5), MRd = As·fyd·z (11.3.3), escolhida para MRd ≥ 1,4·Msd (dispensa a armadura mínima, 12.2).

> Trecho mais solicitado: P4 (superior): Mk = 1,20 kN·m/m; N perm. = 9,7 kN/m; tração = 0,452 MPa > ftd → Ø10 c/80 cm: MRd = 2,09 kN·m ≥ 1,4 × 1,34

Parede	Pav.	Trecho	N perm. (kN/m)	Mk (kN·m/m)	Tração (MPa)	Armadura
PA	térreo	0,07–8,24	23,3	1,12	0,332	Ø10 c/80
PA	térreo	8,25–11,72	26,2	1,12	0,313	Ø10 c/80
PC	térreo	0,07–0,94	45,3	1,12	0,190	Ø10 c/80
PC	térreo	2,55–3,69	52,7	1,12	0,143	Ø10 c/80
PC	térreo	3,70–4,69	46,7	1,12	0,181	Ø10 c/80
PC	térreo	6,70–8,24	47,9	1,12	0,173	Ø10 c/80
PC	térreo	8,25–9,24	46,2	1,12	0,185	Ø10 c/80
PC	térreo	10,45–11,72	45,7	1,12	0,187	Ø10 c/80
P1	térreo	0,07–1,54	26,0	1,12	0,314	Ø10 c/80
P1	térreo	2,75–3,69	46,3	1,12	0,183	Ø10 c/80

P1	térreo	3,70–4,29	37,6	1,12	0,239	Ø10 c/80
P1	térreo	7,10–7,97	38,4	1,12	0,234	Ø10 c/80
P4	térreo	0,07–0,94	27,1	1,12	0,307	Ø10 c/80
P4	térreo	1,75–2,34	27,6	1,12	0,304	Ø10 c/80
P4	térreo	2,95–3,69	44,7	1,12	0,194	Ø10 c/80
P4	térreo	3,70–4,09	41,6	1,12	0,214	Ø10 c/80
P4	térreo	7,10–7,97	31,7	1,12	0,278	Ø10 c/80
PA	superior	0,07–8,24	10,5	1,20	0,447	Ø10 c/80
PA	superior	8,25–11,72	12,8	1,20	0,432	Ø10 c/80
PC	superior	0,07–1,14	17,6	1,20	0,401	Ø10 c/80
PC	superior	2,35–3,69	18,9	1,20	0,392	Ø10 c/80
PC	superior	3,70–4,29	38,2	1,20	0,269	Ø10 c/80
PC	superior	5,50–8,24	11,9	1,20	0,437	Ø10 c/80
PC	superior	8,25–9,24	23,5	1,20	0,363	Ø10 c/80
PC	superior	10,45–11,72	23,4	1,20	0,364	Ø10 c/80
P1	superior	0,07–3,69	10,1	1,20	0,449	Ø10 c/80
P1	superior	3,70–4,49	13,7	1,20	0,426	Ø10 c/80
P1	superior	6,90–7,97	15,5	1,20	0,414	Ø10 c/80
P4	superior	0,07–0,94	13,3	1,20	0,429	Ø10 c/80
P4	superior	2,55–3,69	18,2	1,20	0,397	Ø10 c/80
P4	superior	3,70–4,49	10,9	1,20	0,444	Ø10 c/80
P4	superior	6,90–7,97	9,7	1,20	0,452	Ø10 c/80

Platibanda (balanço de 1,00 m; coeficiente 2,1 — EN 1991-1-4:2005 Tabela 7.9 (parapeito com retorno, zona A), adotado a favor da segurança na falta de valor na NBR 6123): Mk = 1,07 kN·m/m → Ø10 c/80 cm (MRd = 2,09 ≥ 1,4 × 1,20 kN·m).

> **PA junto ao vazio da escada** (y 3,49–6,58): não há laje no nível do superior, então a faixa de 2,80 a 3,00 é a viga de travamento VT (14 × 20 cm), que recebe o vento das paredes de baixo e de cima, R = c·(q₅·hT/2 + q_topo·hS/2) = 3,42 kN/m, e vence na horizontal L = 3,23 m: Md = 1,4·R·L²/8 = 6,24 kN·m → As = 1,59 cm² por face → **3 Ø10 em cada face**, estribos Ø5 c/15 fechados. Concretada junto com a laje do superior e a cinta; ancorada na p2 e na vc (laje da chegada); a treliça em todas as juntas da pa nesse trecho completa a faixa. No modelo de análise, os nós da PA nesse trecho ficam fora do diafragma do superior.

Grauteamento vertical (1 Ø10 por furo; encontros, jambas e distribuídos nas externas a cada 0,80 m)

Parede	Térreo	Superior	Platibanda
P1	11	11	14
P2	5	5	0
P3	7	7	0
P4	14	10	14
PA	19	20	19
PB	13	8	0
PC	18	21	22

7. Vergas (vigas de alvenaria armada em canaleta grauteada)

Carga pela dispersão a 45° (9.2.2): triângulo de alvenaria de altura le/2, mais a carga da laje quando o triângulo a alcança. Vão efetivo (9.2.1); fk* = 0,70·fpk* = 8,61 MPa, fd* = 4,305 MPa; MRd = As·fyd·z ≤ 0,3·fd·b·d² (11.3.3); τd ≤ fvd com fvk = 0,35 + 17,5·ρ ≤ 0,7 (6.2.2.6); vergas de 2 fiadas com estribos (11.4.3, mínimo do 12.2); flecha final ≤ L/500 e 10 mm (10.3.1), inércia equivalente (9.2.3) e fluência (9.2.4).

> Verga mais solicitada: T-PC-01 (vão 1,61 m, 2 fiada(s)): Md = 8,52 ≤ MRd = 10,98 kN·m; τd = 0,283

MPa; flecha 2,9 ≤ 4,0 mm

Abertura	Parede	Vão	Fiadas	Barras	Estribos	Md	MRd	τd	fvd	Flecha / limite (mm)
T-P1-01	P1	0,41	1	1 Ø10	—	0,03	4,15	0,008	0,208	0,0 / 1,2
T-P1-02	P1	1,21	1	1 Ø10	—	1,77	4,15	0,159	0,208	2,1 / 2,8
T-P1-03	P1	2,81	2	1 Ø10	Ø6,3 c/18	5,16	10,98	0,099	0,189	5,5 / 6,4
T-PB-01	PB	1,21	2	1 Ø10	Ø6,3 c/18	7,65	10,98	0,308	0,189	1,7 / 3,2
T-PB-02	PB	0,81	1	2 Ø12,5	—	1,82	6,56	0,243	0,277	0,5 / 2,0
T-PB-03	PB	0,81	1	1 Ø10	—	1,24	4,15	0,135	0,208	0,7 / 2,0
T-P2-01	P2	2,81	2	2 Ø16	Ø6,3 c/18	20,20	35,84	0,438	0,247	5,6 / 6,4
T-P3-01	P3	0,81	1	1 Ø10	—	0,16	4,15	0,022	0,208	0,1 / 2,0
T-P3-02	P3	2,01	2	2 Ø10	Ø6,3 c/18	10,52	20,03	0,297	0,203	3,2 / 4,8
T-PC-01	PC	1,61	2	1 Ø10	Ø6,3 c/18	8,52	10,98	0,283	0,189	2,9 / 4,0
T-PC-02	PC	2,01	2	2 Ø10	Ø6,3 c/18	10,52	20,03	0,297	0,203	3,2 / 4,8
T-PC-03	PC	1,21	1	2 Ø12,5	—	2,88	6,56	0,254	0,277	1,4 / 2,8
T-P4-01	P4	0,81	1	1 Ø10	—	0,16	4,15	0,022	0,208	0,1 / 2,0
T-P4-02	P4	0,61	1	1 Ø10	—	0,08	4,15	0,014	0,208	0,0 / 1,6
T-P4-03	P4	3,01	2	2 Ø10	Ø6,3 c/18	6,19	20,03	0,111	0,203	4,2 / 6,8
S-P1-01	P1	1,21	1	1 Ø10	—	0,43	4,15	0,044	0,208	0,5 / 2,8
S-P1-02	P1	2,41	2	1 Ø10	Ø6,3 c/18	3,46	10,98	0,076	0,189	2,8 / 5,6
S-PB-01	PB	0,81	1	1 Ø10	—	1,17	4,15	0,128	0,208	0,7 / 2,0
S-PB-02	PB	0,81	1	1 Ø10	—	1,08	4,15	0,125	0,208	0,6 / 2,0
S-P2-01	P2	0,81	1	1 Ø10	—	0,16	4,15	0,022	0,208	0,1 / 2,0
S-P3-01	P3	0,81	1	1 Ø10	—	0,16	4,15	0,022	0,208	0,1 / 2,0
S-P3-02	P3	0,81	1	1 Ø10	—	0,17	4,15	0,030	0,208	0,1 / 2,0
S-PC-01	PC	1,21	1	2 Ø10	—	2,72	6,37	0,240	0,240	1,9 / 2,8
S-PC-02	PC	1,21	1	2 Ø10	—	2,72	6,37	0,240	0,240	1,9 / 2,8
S-PC-03	PC	1,01	1	1 Ø10	—	1,64	4,15	0,161	0,208	1,4 / 2,4
S-PC-04	PC	1,21	1	2 Ø10	—	2,72	6,37	0,240	0,240	1,9 / 2,8
S-P4-01	P4	1,61	1	1 Ø10	—	0,92	4,15	0,073	0,208	2,0 / 3,6
S-P4-02	P4	2,41	2	1 Ø10	Ø6,3 c/18	3,46	10,98	0,076	0,189	2,8 / 5,6

Cargas concentradas no topo da parede (viga de chegada, caixas d'água) entram na verga quando o cone a 45° até o topo dela cai sobre o vão: T-PB-02 recebe 38,5 % de “lance 2 → viga de chegada VC”; S-PB-02 recebe 1,0 % de “caixa d'água CX1 750 L cheia + base”; S-P3-02 recebe 1,0 % de “caixa d'água CX1 750 L cheia + base”. Vergas e contravergas em peças INTEIRAS da fiada (canaletas do início da peça que contém a jamba − 0,40 m ao fim da que contém a jamba + 0,40 m), nunca atravessando junta de controle.

Contravergas: canaleta grauteada com 1 Ø10 sob todas as janelas. Canaleta J de apoio do patamar: canaleta J grauteada — apoio do patamar da escada (laje sobre o topo da fiada 7) (P2, fiada 8, 0,15–3,34 m, 2 Ø10). Cintas: fiada 14 de todas as paredes, 2 Ø10; coroamento da platibanda, 2 Ø8 (interrompidos nas juntas de controle, barras em bainha).

8. Lajes

Treliça de cada laje com a altura do EPS (banzo superior dentro da capa): H20 → TR16, H16 → TR12. Treliçadas, vigotas na direção x, contínuas sobre a PB (vãos de eixo a eixo 3,35 e 4,55 m), faixa maciça de 40 cm junto à PB. Esforços pela equação dos três momentos; negativo com variável nos dois vãos e positivo com variável só no vão analisado. Flecha: inércia de Branson (NBR 6118) e fluência αf = Δξ; limite L/500 e 10 mm na laje que apoia vedações (NBR 16868-1 10.3.1, combinação frequente) e L/250 na cobertura.

Laje	h	Md+ (kN·m/nerv.)	Md− sobre a PB	Armadura positiva	Negativo	Flecha / limite (mm)
Superior H20 — nervura corrente	0,20	4,84	5,85	TR16745 + Ø6,3	Ø12,5 por nervura	3,4 / 9,1

Cobertura H16 — nervura corrente	0,16	4,47	5,47	TR12645 + Ø8	Ø12,5 por nervura	11,2 / 18,2
Superior — célula leste-meio (BIDIRECIONAL H20, 4,55 × 4,55 m)	0,20	x 4,91 · y 5,21	—	x: TR16745 + Ø6,3; y: TR16745 + Ø8	—	4,4 / 9,1
Superior — célula oeste-frente (BIDIRECIONAL H20, 3,35 × 3,35 m)	0,20	x 2,47 · y 2,90	—	x: TR16745 + Ø6,3; y: TR16745 + Ø6,3	—	1,1 / 6,7

Células bidirecionais: placa de Kirchhoff simplesmente apoiada (ν = 0,2) resolvida por diferenças finitas, rigidez da laje nervurada (Ic por intereixo), vedações como cargas lineares. O solver é conferido contra a solução clássica da placa quadrada (Timoshenko): flecha com erro de 0,05 % e momento com 0,08 % (qa/teste_placa.py).

Contraflecha da cobertura: contraflecha de 11 mm no meio do vão maior (escoramento), igual à flecha final calculada e ≤ L/350; no vão menor, proporcional a (L1/L2)⁴ — com ela a deformada não anula o caimento de 1 %.

Laje maciça da claraboia: abas de ~0,30 m entre a claraboia e PA, PB e P2 (balanço a partir da parede) e faixa de 1,50 m entre a claraboia e a P3; verificação feita como laje cheia de PA a PB (a favor); Ø6,3 c/20 SUPERIOR nas abas, sobre a parede e ancorada na cinta (mínima: Md da aba 0,38 kN·m/m).

Furos e aberturas nas lajes: SH-A (AF1, TQ1, TV1, AL, S/C); SH-B (AF2, TQ2, TV2, S/C); TV3 (ventilação TV3 (lavanderia), S/C); F-AC1 (linha frigorígena e dreno do AC1, C); F-AC2 (linha frigorígena e dreno do AC2, C); F-AC3 (linha frigorígena e dreno do AC3, C). Shafts: região maciça de 10 cm em volta da abertura + 2 Ø10 em cada lado, 0,40 m além dos cantos (NBR 6118 13.2.5.2). Furos Ø75: furo previsto na concretagem (tubo-camisa), entre nervuras, a ≥ 10 cm da face da parede de apoio quando possível; nenhum cai sobre nervura (conferido no motor).

9. Escada e viga de chegada

Duas lajes dobradas de concreto armado (lance + meio patamar), h = 0,12: L1 do bloco de arranque à P2 e L2 da P2 à viga de chegada (VC). O patamar (1,52 na estrutura, 1,54 acabado) fica sobre o topo da 7ª fiada da P2 (z 1,40); nas laterais só encosta. Vão Ls = 3,29 m (Ls = projeção do lance + profundidade do patamar + 0,20 de apoios; carga do trecho inclinado em todo o vão (a favor)).

> Md = 1,4·(g + q)·Ls²/8 = 1,4·(7,00 + 2,50)·3,29²/8 = **17,99 kN·m/m** → As = 5,11 cm²/m (d = 0,090 m) → **Ø10 c/15** (5,23 cm²/m); distribuição Ø6,3 c/20 (lances e patamar).

> Flecha (NBR 6118 17.3.2.1, quase permanente ψ2 = 0,3): Ma = 10,48 > Mr = 9,23 kN·m/m → Ieq = 0,74·Ic; imediata 4,6 mm; final (1 + αf) = **10,7 mm ≤ L/250 = 13,2 mm**.

Bloco de arranque 0,30 × 0,30 × 1,40 m: reação 21,9 kN → σ = 52 kPa sobre o aterro compactado; 4 Ø10 + estribos Ø6,3 c/20.

> Viga de chegada VC (y 6,58, PA–PB): 0,14 × 0,32 m, vão 3,35 m, peso próprio + reação do L2 só no trecho do L2 (esforços por integração): Md = 16,36 kN·m; Vd = 26,19 ≤ VRd2 = 170,1 kN → **3 Ø8**, estribos **Ø8 c/15 fechados** (s ≤ 0,6·d = 16,8 cm, 18.3.3.2); flecha final 3,3 ≤ 13,4 mm. Apoio: monolítica com a cinta (canaleta grauteada da 14ª fiada) da PA e da PB, concretada junto com ela.

> Apoio na P2: canaleta J na 8ª fiada da P2 com o lado baixo voltado para a escada; o concreto do patamar enche a canaleta e forma uma cinta de apoio monolítica (2 Ø10); barras inferiores e superiores do patamar ancoradas com gancho dentro dela; fora da parede o fundo do patamar fica no topo da 7ª fiada (dente de 3 cm no apoio). Reação Rd = 21,87 kN/m a 1/3 do apoio (0,10 m): e = t/2 − a/3 = 0,037 m → Md = 0,80 kN·m/m, metade para cima e metade para baixo: σM = 0,123 MPa; com σN = 0,453 MPa (P2, térreo, corte do meio, OpenSees): 0,576 ≤ fd = 2,45 MPa (uso 0,24). Ø8 c/20 superior sobre o apoio da P2, 1/4 do vão para dentro do patamar, ancorado com gancho na canaleta; ancoragem das barras de Ø10 lb = 0,38 m (NBR 6118 9.4.2.4), com gancho.

L2 × VC: L2 concretado inteiro na 1ª etapa (escorado); esperas Ø10 c/15 na ponta superior ancoradas na VC com gancho (lb = 0,38 m); junta de concretagem na face da VC, onde o momento do L2 é nulo.

Sequência executiva: levantar as paredes do térreo até a 7ª fiada; assentar a canaleta J da 8ª fiada da P2 → escorar e concretar, de uma vez, o bloco de arranque, o L1, o patamar, o L2 inteiro e a canaleta J (L2 escorado na ponta superior, com esperas para a VC) → depois da cura, continuar a P2 a partir da 9ª fiada e as demais

paredes até a cinta (14ª fiada) → concretar a VC junto com a cinta, a viga de travamento VT da PA e a laje do superior, ancorando as esperas do L2 na VC (junta de concretagem na face da VC). O patamar é uma laje só (l1, patamar e o olho concretados juntos); o l2 liga-se a ele pelas esperas; 1 cm de EPS + selante entre lances/patamar e as paredes PA e PB (sem apoio lateral).

> Torção na VC pelo guarda-corpo da chegada (NBR 6120:2019 6.3, Tabela 12 (área privativa de unidade residencial): 1,00 kN/m a 1,10 m do piso): braço 1,30 m em 1,81 m → Td = 3,29 ≤ TRd2 = 5,63 kN·m; Vd/VRd2 + Td/TRd2 = 0,74 ≤ 1; A90/s = 2,63 cm²/m por ramo (somado ao cortante) → estribos Ø8 c/15 fechados; 2 Ø8 longitudinais a meia altura (torção, Asl 1,58 cm² com as de canto).

Guarda-corpo h = 1,10 m com vãos ≤ 0,11 m (NBR 14718), montantes de aço chumbados na laje e na viga de borda (nunca nos blocos).

10. Fundação — sapatas corridas sob todas as paredes

> **POR LOTE:** argila arenosa/areia argilosa de consistência média, σadm ≥ 100 kPa a 0,60 m — POR LOTE: confirmar com sondagem SPT (NBR 6484) antes da obra. Carga por metro (G + Q) da base do modelo: média do trecho × 1,15 (concentração junto aos encontros) ou o máximo local INTEGRAL, o maior; mais peso próprio da sapata (com o B real) e do solo sobre ela.

Parede	n médio (kN/m)	n máx. local	B (m)	h (m)	σ (kPa)	Transversal	Longitudinal
P1	25,1	60,5	0,70	0,25	96	Ø8 c/12	4 Ø10 (corrida)
P2	46,2	59,3	0,70	0,25	95	Ø8 c/12	4 Ø10 (corrida)
P3	43,8	59,3	0,70	0,25	95	Ø8 c/12	4 Ø10 (corrida)
P4	37,2	51,2	0,60	0,25	95	Ø8 c/12	4 Ø10 (corrida)
PA	31,0	37,0	0,60	0,25	96	estribos fechados Ø10 c/12 (ramo inferior = flexão do balanço + torção)	8 Ø10 distribuídas no contorno (torção)
PB	47,3	56,9	0,65	0,25	97	Ø8 c/12	4 Ø10 (corrida)
PC	34,5	62,0	0,70	0,25	98	Ø8 c/12	4 Ø10 (corrida)

10.1 PA na divisa — sapata excêntrica com vigas alavanca (NBR 6122, viga de equilíbrio)

Profundidade: NBR 6122:2022 — fundação rasa junto à divisa com terreno vizinho: profundidade mínima de 1,5 m (salvo sobre rocha) → assentamento da sapata da PA a -1,65 (topo -1,40); pescoço de concreto armado b = 0,20 m de -1,40 a -0,40 (h = 1,00 m), dimensionado a favor da segurança para M_d = 1,4·n·e = 11,91 kN·m/m → Ø8 c/20 em cada face (vertical) + Ø6,3 c/20 horizontal. A alma das alavancas desce até a sapata de divisa no trecho da PA (ligação monolítica).

A PA está na divisa (eixo em x = 0,07 m); a sapata vai de x = 0,00 a 0,60 m, sem passar para o lote vizinho. Excentricidade e = B/2 − x_{PA} = 0,30 − 0,07 = **0,230 m**. Vigas alavanca sob P1–P4, do eixo da PA ao eixo da PB (l = 3,35 m). Reação na sapata de divisa R = n·l/(l − e) → fator = 3,35/(3,35 − 0,230) = **1,074**. Com n = 37,0 kN/m: σ = (n·fator + p.p.)/B = **96 kPa** ≤ 100 kPa. Alívio na PB desprezado (a favor da segurança).

Torção da faixa entre alavancas (NBR 6118, 17.5.1, treliça com θ = 45°): m_t = n·e = 8,51 kN·m/m; maior vão entre alavancas 4,55 m → T_d = 1,4·m_t·L/2 = **27,1 kN·m**. Seção 0,60 × 0,25 m: h_e = A/u = 0,088 m (< $2c_1$ → A_e pelos eixos das barras de canto) = 0,0624 m²; T_{Rd2} = 0,5·α_{v2}·f_{cd}·A_e·h_e = **44,2 kN·m ≥ T_d**. A_{90}/s = $T_d/(2 \cdot A_e \cdot f_{ywd})$ = 4,99 cm²/m por ramo; A_{sl} = $T_d \cdot u_e/(2 \cdot A_e \cdot f_{yd})$ = 6,09 cm² (u_e = 1,22 m). Balanço da sapata 0,40 m: M_d = 7,41 kN·m/m → A_s = 0,97 cm²/m. Ramo inferior = torção + balanço = 5,97 cm²/m → **estribos fechados Ø10 c/12 (ramo inferior = flexão do balanço + torção)**; longitudinal **8 Ø10 distribuídas no contorno (torção)**.

Vigas alavanca — seção T invertida: alma 20 × 65 cm de concreto armado (d = 0,587 m) e mesa = sapata corrida da transversal. N = n·L_{trib}; M_k = N·e (tração em cima); V_k = N·e/(l − e); A_s = $M_d/(0{,}9 \cdot d \cdot f_{yd})$ ≥ 0,15 %·b_w·h.

VA	L_{trib} (m)	N (kN)	M_k	M_d (kN·m)	A_s (cm²)	Superior	V_d / V_{Rd2} (kN)	Estribos

VA-P1	1,74	64,6	14,8	20,8	1,95	3 Ø10	6,7 / 510	Ø6,3 c/25
VA-P2	3,95	146,1	33,6	47,1	2,05	3 Ø10	15,1 / 510	Ø6,3 c/25
VA-P3	4,15	153,5	35,3	49,4	2,15	3 Ø10	15,8 / 510	Ø6,3 c/25
VA-P4	1,95	72,0	16,5	23,2	1,95	3 Ø10	7,4 / 510	Ø6,3 c/25

11. Juntas de controle e pendências POR LOTE

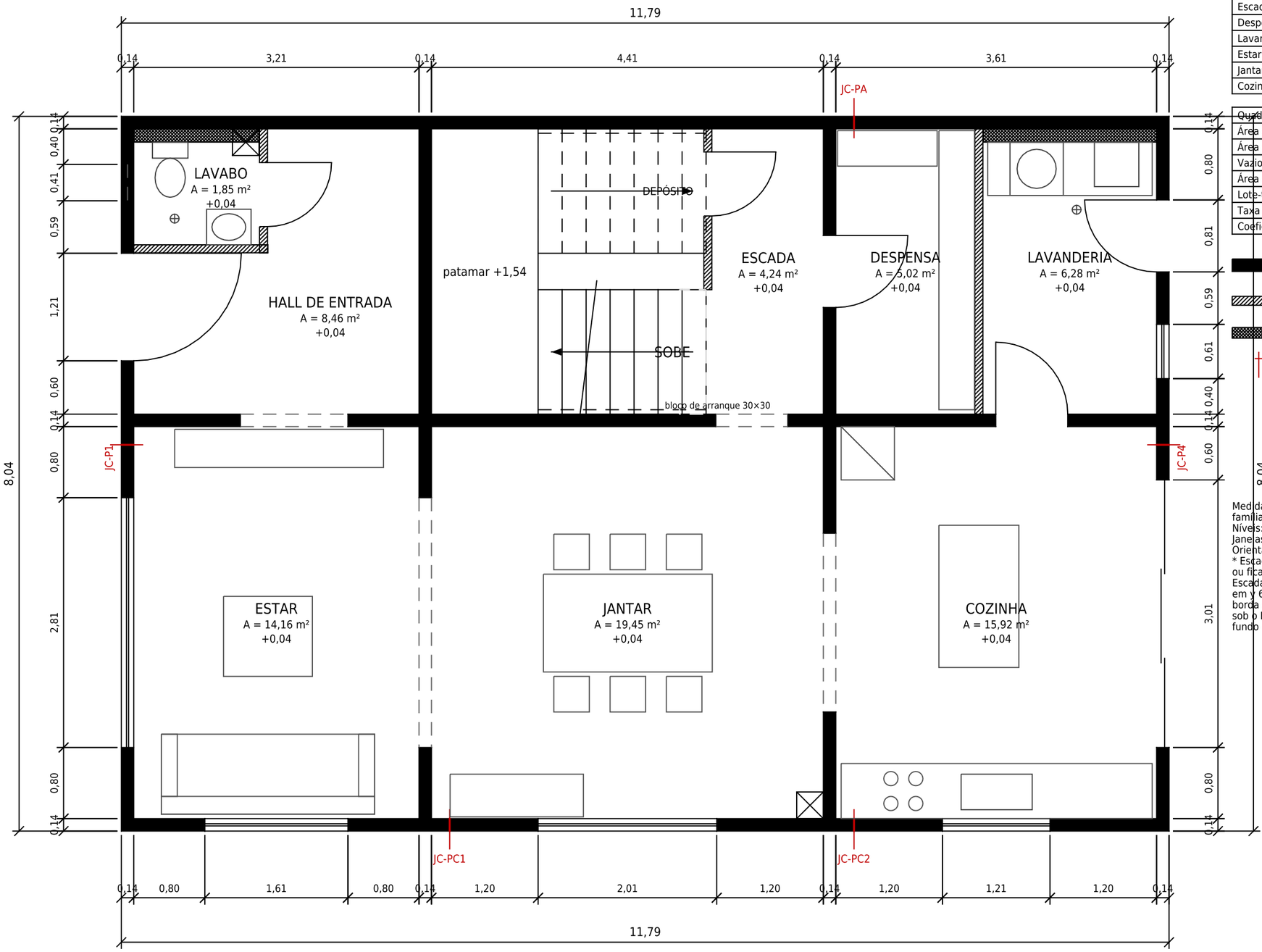
Juntas de controle (NBR 16868-1 10.2.3): NBR 16868-1 10.2.3 Tabela 10: bloco de concreto, parede externa, t ≥ 14 cm, armadura horizontal ≥ 0,04 % → 9 m; com abertura, NOTA 1 (−15 %) → 7,65 m; blocos curados a vapor (NOTAS 2 e 3 não se aplicam). Juntas: JC-PA (PA, a = 8,24 m), JC-PC1 (PC, a = 3,69 m), JC-PC2 (PC, a = 8,24 m), JC-P1 (P1, a = 3,69 m), JC-P4 (P4, a = 3,69 m). Junta vertical de 1 cm em toda a altura das paredes (embasamento, pavimentos e platibanda) preenchida com selante elástico sobre limitador de espuma; cinta e coroamento interrompidos na junta, com as barras atravessando dentro de bainha (deslizantes) 0,30 m para cada lado; graute com barra nas duas bordas do painel; a treliça horizontal para a 3 cm de cada lado da junta. A armadura horizontal em treliça galvanizada a cada 2 fiadas nas paredes externas (taxa 0,049 % ≥ 0,04 %) é mantida — é ela que permite o limite de 9 m — e também vai na PB (interna de 11,79 m com aberturas: 10,20 m sem armadura, 12,75 m com ela; NBR 16868-1:2020 Tabela 10 (concreto, interna, t ≥ 14 cm)); interrompida a 3 cm de cada junta. Detalhes: selante sobre limitador nas duas faces; na face da divisa (JC-PA), perfil pré-formado compressível de EPDM posto durante a elevação (sem manutenção pelo lado do vizinho); a laje é contínua sobre a junta; na faixa de concreto aparente da laje, friso (junta falsa) de 1 cm alinhado à junta; na troca de bloco aparente para reboco (JC-P1 e JC-P4) o reboco termina em perfil de arremate de PVC rígido, com o selante na junta; junta de movimentação no revestimento cerâmico e na pintura alinhada a cada junta (cozinha: JC-PC2 e JC-P4); painéis ligados pelas lajes (diafragma) e, fora do plano, pelas barras da cinta em bainha, que deixam cada painel se movimentar no seu plano. No modelo de análise, cada painel é separado na junta (ligado só pelos diafragmas das lajes).

Parede	Painel (m)	Comprimento	Com abertura	Limite (m)	Situação
PA	0,00–8,24	8,24	não	9,00	atende
PA	8,24–11,79	3,55	não	9,00	atende
PC	0,00–3,69	3,69	sim	7,65	atende
PC	3,69–8,24	4,55	sim	7,65	atende
PC	8,24–11,79	3,55	sim	7,65	atende
P1	0,00–3,69	3,69	sim	7,65	atende
P1	3,69–8,04	4,35	sim	7,65	atende
P4	0,00–3,69	3,69	sim	7,65	atende
P4	3,69–8,04	4,35	sim	7,65	atende
PB	0,00–11,79	11,79	sim	12,75	atende
P2	0,00–8,04	8,04	sim	10,20	atende
P3	0,00–8,04	8,04	sim	10,20	atende

Também POR LOTE: V0 e categoria de rugosidade do local (NBR 6123); sondagem SPT e σadm; ensaios de prisma (fpk, fpk*), argamassa e graute antes da alvenaria.

PLANTA BAIXA — TÉRREO

Escala 1:50 · frente da casa à esquerda



Ambiente	Área (m²)	Piso
Lavabo	1,85	porcelanato
Hall de entrada	8,46	porcelanato 90×90 acetinado
Escada (chegada)*	4,24	porcelanato; degraus de madeira
Despensa	5,02	porcelanato
Lavanderia	6,28	porcelanato
Estar	14,16	porcelanato 90×90 acetinado
Jantar	19,45	porcelanato 90×90 acetinado
Cozinha	15,92	porcelanato 90×90 acetinado

Quadro de áreas	m²
Área construída — térreo	94,79
Área construída — superior (sem o vazio da escada)	84,87
Vazio da escada (superior, não computado)	9,92
Área construída total	179,66
Lote-tipo 10 × 25	250,00
Taxa de ocupação	37,9 %
Coeficiente de aproveitamento	0,72

- Alvenaria ESTRUTURAL — bloco de concreto 14×19×39 (família 39). Não demolir, não abrir vão, não rasgar na horizontal.
- Alvenaria de VEDAÇÃO 9×19×39 (não estrutural).
- Enchimento hidráulico 15 cm em bloco de vedação (tubulações); shaft com X.
- JC-... junta de controle, largura 1 cm, vertical em toda a altura: Junta vertical de 1 cm em toda a altura das paredes (embasamento, pavimentos e platibanda) preenchida com selante elástico sobre limitador de espuma; cinta e coroamento interrompidos na junta, com as barras atravessando dentro de bainha (deslizantes) 0,30 m para cada lado; graute com barra nas duas bordas do painel; a treliça horizontal para a 3 cm de cada lado da junta.

Medidas em metros. Vãos livres entre paredes estruturais = múltiplos de 40 cm + 1 cm (modulação da família 39). Todas as paredes estruturais são iguais nos dois pavimentos.
Níveis: 0,00 = topo da fundação; piso acabado = +0,04 (térreo) e +3,00 (superior).
Janelas tracejadas: altas (peitoril 1,60 m), acima do plano de corte.
Orientação solar e implantação: definir POR LOTE.
* Escada e hall íntimo: área útil só da chegada (y 6,58 a 7,90); o resto da caixa é vazio (superior) ou fica sob os lances (térreo).
Escada em concreto armado de duas lajes dobradas (h = 0,12); o L1 apoia no bloco de arranque (30×30), em y 6,58, sobre o aterro compactado. Junta do bloco: 1 cm de EPS contra o embasamento da PB; sobre a borda da sapata da PB fica uma camada de aterro compactado (sem contato rígido com a sapata). Área sob o L2, o patamar e o L1 fechada como depósito: vedação de 9 cm na linha y 6,60 (x 0,14–1,95) até o fundo do L2, com porta de 0,62 m.

PROJETO-MODELO 07 · SOBRADO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO

ARQUITETURA · Térreo

- Planta baixa — térreo
- Quadro de áreas e de ambientes
- Legenda de paredes

Projeto-modelo — estudo de portfólio, não é obra executada

Local: Interior de São Paulo (projeto-modelo)

Responsável técnico: Luiz Ricardo Mantovani da Silva — Engenheiro Civil

CREA-SP 5071695331 · luizmantovani.eng.br

Medidas em metros, exceto onde indicado.

Escala: 1:50

Data: 10/2026

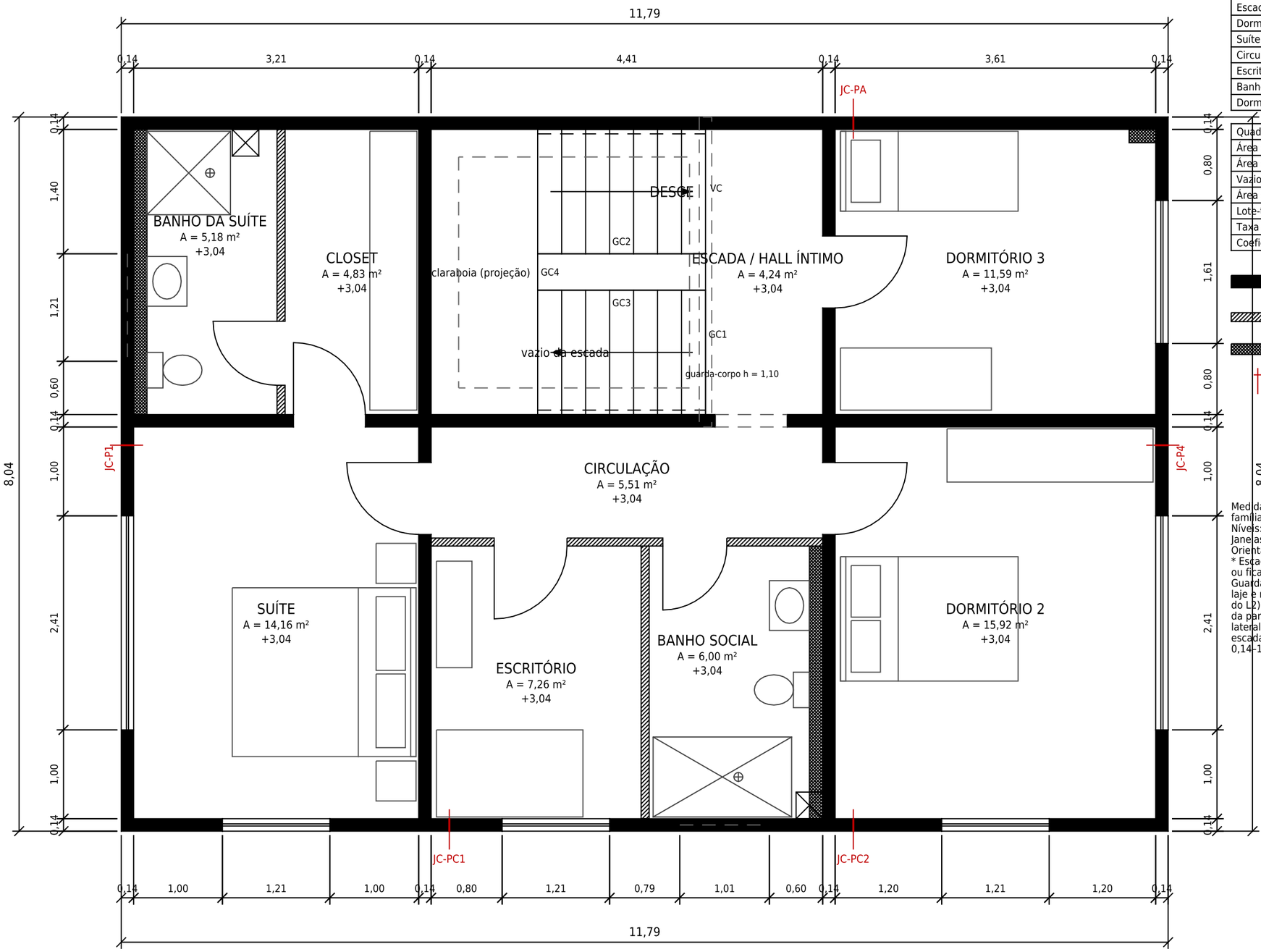
Revisão: R0

ARQ-01

POR LOTE: implantação, sondagem SPT (NBR 6484) e confirmação da fundação, vento local (NBR 6123), entradas de energia, água e esgoto, aprovação na prefeitura e ART de projeto e de execução.

PLANTA BAIXA — PAVIMENTO SUPERIOR

Escala 1:50 · frente da casa à esquerda



Ambiente	Área (m²)	Piso
Banho da suíte	5,18	porcelanato
Closet	4,83	madeira engenheirada
Escada / hall íntimo (chegada)*	4,24	madeira engenheirada
Dormitório 3	11,59	madeira engenheirada
Suíte	14,16	madeira engenheirada
Circulação	5,51	madeira engenheirada
Escritório	7,26	madeira engenheirada
Banho social	6,00	porcelanato
Dormitório 2	15,92	madeira engenheirada

Quadro de áreas	m²
Área construída — térreo	94,79
Área construída — superior (sem o vazio da escada)	84,87
Vazio da escada (superior, não computado)	9,92
Área construída total	179,66
Lote-tipo 10 × 25	250,00
Taxa de ocupação	37,9 %
Coeficiente de aproveitamento	0,72

Alvenaria ESTRUTURAL — bloco de concreto 14×19×39 (família 39).
Não demolir, não abrir vão, não rasgar na horizontal.

Alvenaria de VEDAÇÃO 9×19×39 (não estrutural).

Enchimento hidráulico 15 cm em bloco de vedação (tubulações); shaft com X.

JC-... junta de controle, largura 1 cm, vertical em toda a altura:
Junta vertical de 1 cm em toda a altura das paredes (embasamento, pavimentos e platibanda) preenchida com selante elástico sobre limitador de espuma; cinta e coroamento interrompidos na junta, com as barras atravessando dentro de bainha (deslizantes) 0,30 m para cada lado; graute com barra nas duas bordas do painel; a treliça horizontal para a 3 cm de cada lado da junta.

Medidas em metros. Vãos livres entre paredes estruturais = múltiplos de 40 cm + 1 cm (modulação da família 39). Todas as paredes estruturais são iguais nos dois pavimentos.
Níveis: 0,00 = topo da fundação; piso acabado = +0,04 (térreo) e +3,00 (superior).
Janelas tracejadas: altas (peitoril 1,60 m), acima do plano de corte.
Orientação solar e implantação: definir POR LOTE.
* Escada e hall íntimo: área útil só da chegada (y 6,58 a 7,90); o resto da caixa é vazio (superior) ou fica sob os lances (térreo).
Guarda-corpo da escada: altura 1,10 m, vão máximo 0,11 m (NBR 14718), montantes de aço chumbados na laje e na viga de borda (nunca nos blocos). GC1 a GC4: GC1 borda da chegada; GC2 olho da escada (lado do L2); GC3 olho da escada (lado do L1); GC4 borda do patamar sobre o olho. Corrimão a 0,90 m (lado da parede, com chumbador químico em ponto grauteado). Patamar monolítico apoiado só na P2; junta lateral: 1 cm de EPS + selante entre lances/patamar e as paredes PA e PB (sem apoio lateral). Sob a escada: área sob o L2, o patamar e o L1 fechada como depósito: vedação de 9 cm na linha y 6,60 (x 0,14–1,95) até o fundo do L2, com porta de 0,62 m.

PROJETO-MODELO 07 · SOBRADO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO

ARQUITETURA · Pavimento superior

- Planta baixa — pavimento superior
- Quadro de áreas e de ambientes
- Legenda de paredes

Projeto-modelo — estudo de portfólio, não é obra executada

Local: Interior de São Paulo (projeto-modelo)

Responsável técnico: Luiz Ricardo Mantovani da Silva — Engenheiro Civil

CREA-SP 5071695331 · luizmantovani.eng.br

Medidas em metros, exceto onde indicado.

Escala: 1:50

Data: 10/2026

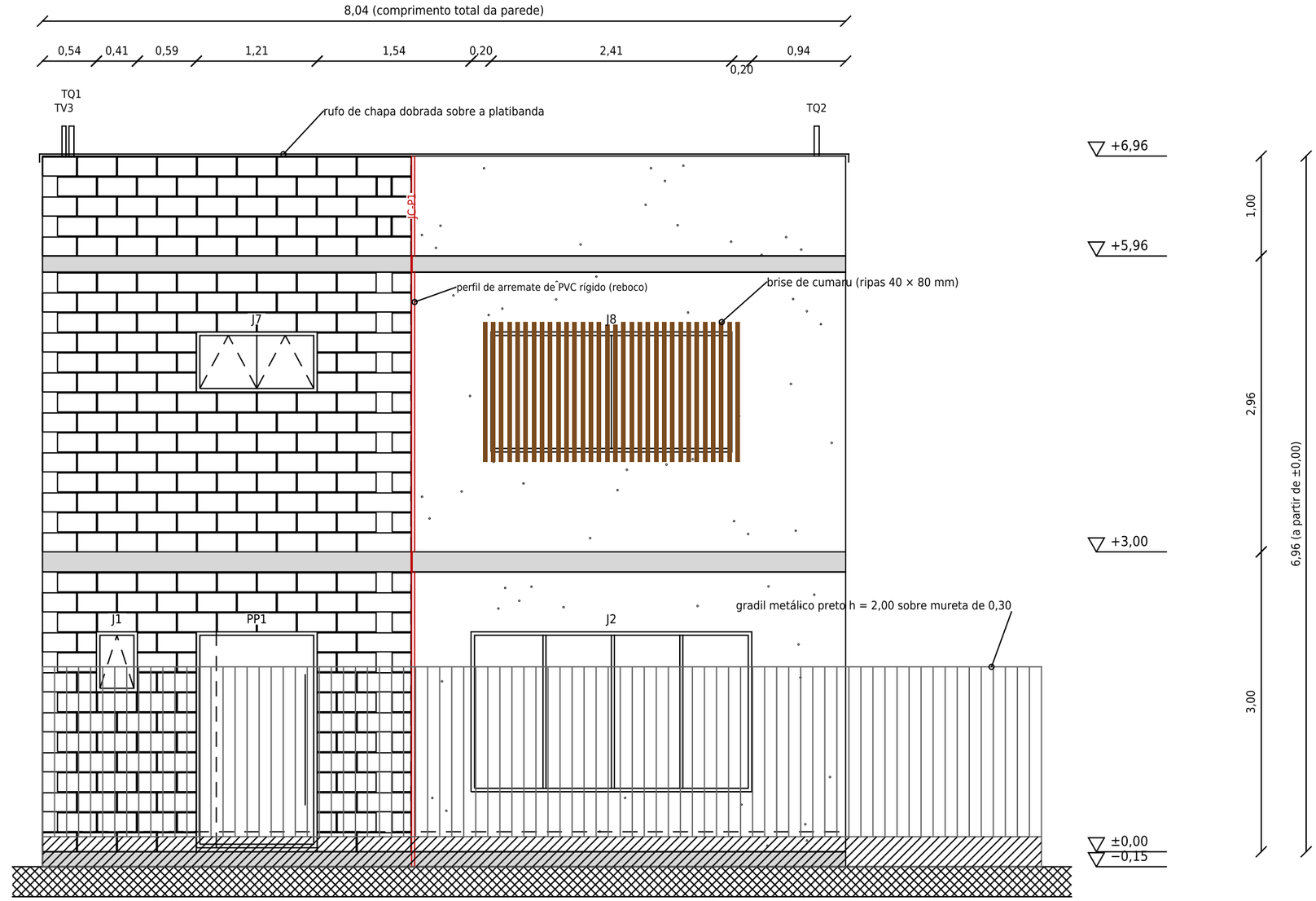
Revisão: R0

ARQ-02

POR LOTE: implantação, sondagem SPT (NBR 6484) e confirmação da fundação, vento local (NBR 6123), entradas de energia, água e esgoto, aprovação na prefeitura e ART de projeto e de execução.

FACHADA FRONTAL (P1)

Escala 1:50 · vista de y = −∞ (frente) · volume oeste em bloco aparente, volume leste rebocado



LEGENDA DE MATERIAIS

- alvenaria estrutural APARENTE (blocos de concreto com junta frisada, hidrofugante) no volume oeste; reboco texturizado branco no volume leste
- Esquadrias: alumínio preto, vidro laminado incolor.
- Brise: ripas de cumaru 40 × 80 mm na janela da suíte.
- Faixa de concreto aparente nas cotas das lajes; rufo de chapa dobrada sobre a platibanda.
- Junta de controle JC-P1: vertical, em toda a altura, selante elástico sobre limitador de espuma no bloco aparente e no reboco; a laje é contínua sobre a junta; na faixa de concreto aparente da laje, friso (junta falsa) de 1 cm alinhado à junta. Na troca de bloco aparente para reboco (JC-P1 e JC-P4) o reboco termina em perfil de arremate de PVC rígido, com o selante na junta. Detalhe das juntas: EST-14.

Muro frontal: gradil metálico preto sobre mureta de 0,30, altura 2,00 m; garagem de 2 vagas atrás do muro (ver ARQ-06).

PROJETO-MODELO 07 · SOBRADO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO

ARQUITETURA · Fachada frontal (P1)

- Fachada frontal (P1)
- Materiais, esquadrias, níveis e cotas gerais
- Legenda de materiais

Projeto-modelo — estudo de portfólio, não é obra executada

Local: Interior de São Paulo (projeto-modelo)

Responsável técnico: Luiz Ricardo Mantovani da Silva — Engenheiro Civil

CREA-SP 5071695331 · luizmantovani.eng.br

Medidas em metros, exceto onde indicado.

Escala: 1:50

Data: 10/2026

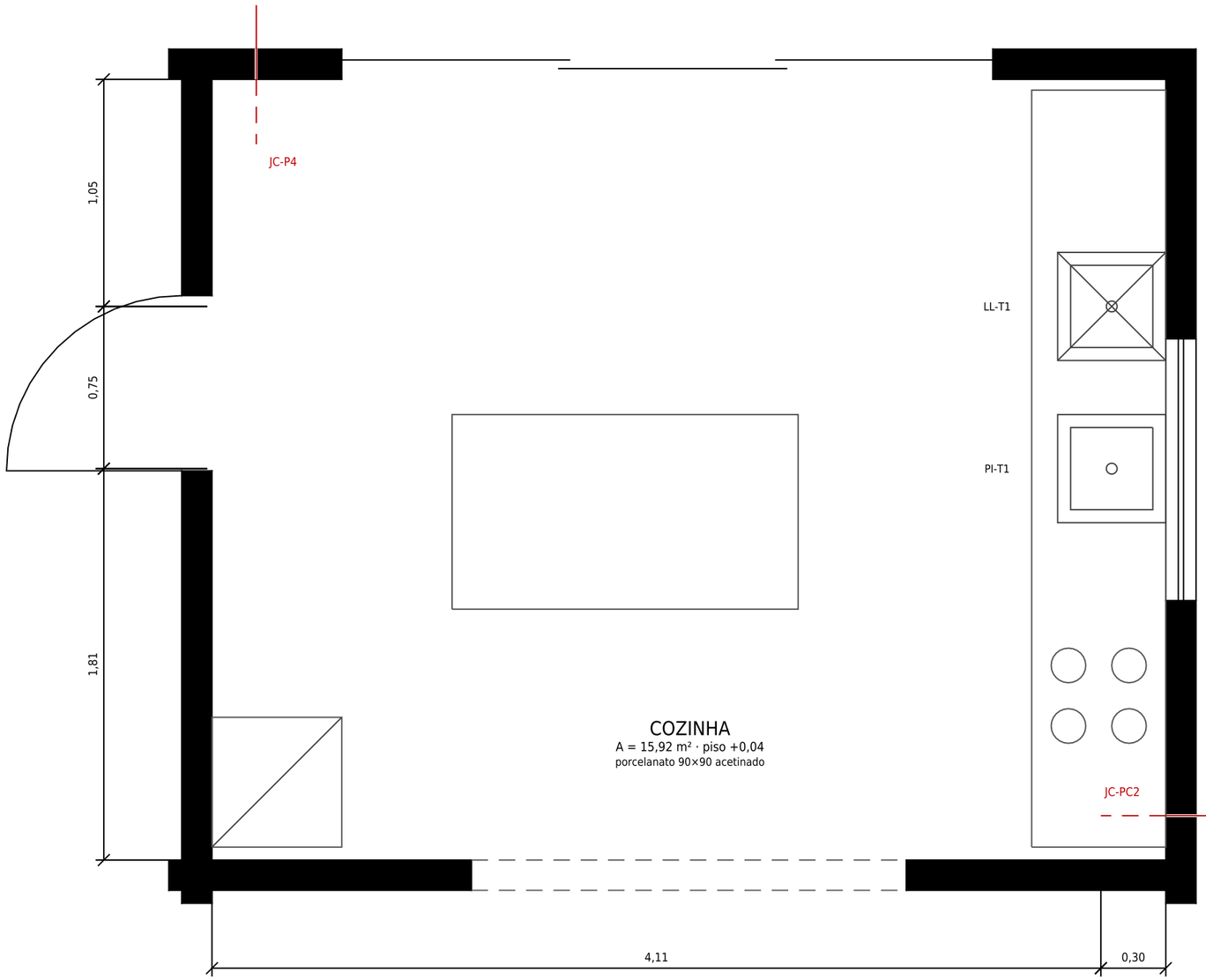
Revisão: R0

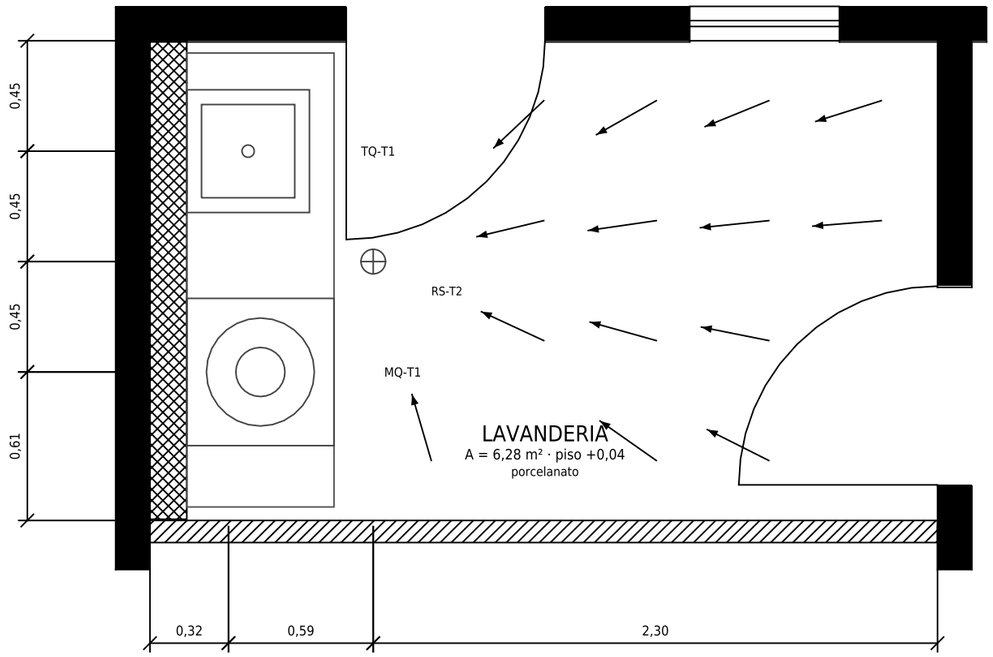
ARQ-04

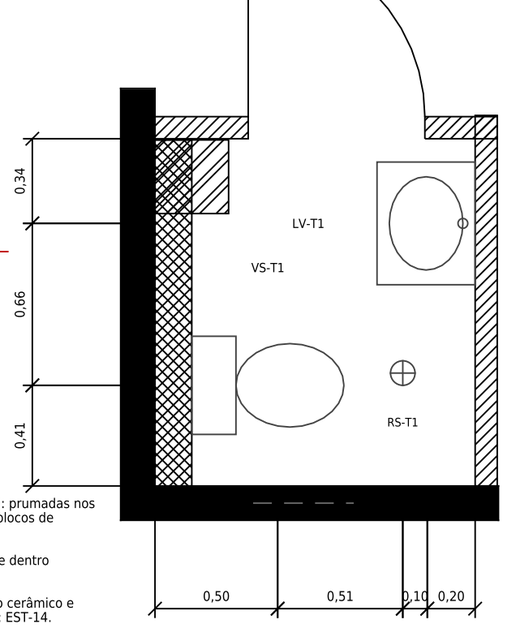
POR LOTE: implantação, sondagem SPT (NBR 6484) e confirmação da fundação, vento local (NBR 6123), entradas de energia, água e esgoto, aprovação na prefeitura e ART de projeto e de execução.

COZINHA · LAVANDERIA · LAVABO — AMPLIADOS

Escala 1:25 · planta com x para a direita e y para cima (frente da casa embaixo) · cozinha e lavabo no térreo







LEGENDA

- Alvenaria estrutural de bloco 14×19×39 (não rasgar, não embutir tubulação).
- Alvenaria de vedação 9×19×39 (não estrutural).
- Parede hidráulica: enchimento de 15 cm em blocos de vedação (PH), onde correm os ramais.
- Shaft (SH-A, SH-B): prumadas AF, TQ e TV.
- Seta: caimento do piso de 1 % para o ralo (RS).

LAVABO
A = 1,85 m² · piso +0,04
porcelanato

PONTOS DE ÁGUA FRIA

Ponto	Aparelho	Coluna	DN (mm)	Altura (m)	Pressão (mca)	c/ pressurizador
PI-T1	pia	AF2	20	1,14	3,8	—
LL-T1	pia	AF2	20	1,14	3,7	—
TQ-T1	tanque	AF2	20	0,94	2,3	—
MQ-T1	maquina	AF2	20	0,94	2,4	—
VS-T1	vaso	AF1	20	0,34	4,1	—
LV-T1	lavatorio	AF1	20	0,64	3,8	—

NOTAS

- Nenhuma tubulação de água ou esgoto embutida em parede estrutural (NBR 16868-1, 10.2.1): prumadas nos shafts SH-A e SH-B; ligações dos aparelhos nas paredes hidráulicas (enchimento de 15 cm em blocos de vedação).
- Caimento do piso: 1 % para o ralo. Cotas de eixo das louças a partir das faces das paredes.
- Cozinha (PI-T1 e LL-T1): pelo contrapiso, vindo da coluna AF2 pela soleira do vão T-P3-02; sobe dentro do armário da bancada (sem parede).
- Mobiliário indicativo (marcenaria).
- Juntas de controle JC-PC2 e JC-P4 passam na cozinha: Junta de movimentação no revestimento cerâmico e na pintura alinhada a cada junta (cozinha: JC-PC2 e JC-P4) (traço tracejado). Detalhe das juntas: EST-14.

PROJETO-MODELO 07 · SOBRADO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO

ARQUITETURA · Cozinha, lavanderia e lavabo ampliados

- Cozinha, lavanderia e lavabo ampliados
- Louças nas posições da instalação hidráulica; paredes hidráulicas e shafts
- Ralos, caimento do piso, box e cotas

Projeto-modelo — estudo de portfólio, não é obra executada

Local: Interior de São Paulo (projeto-modelo)

Responsável técnico: Luiz Ricardo Mantovani da Silva — Engenheiro Civil

CREA-SP 5071695331 · luizmantovani.eng.br

Medidas em metros, exceto onde indicado.

Escala: 1:25

Data: 10/2026

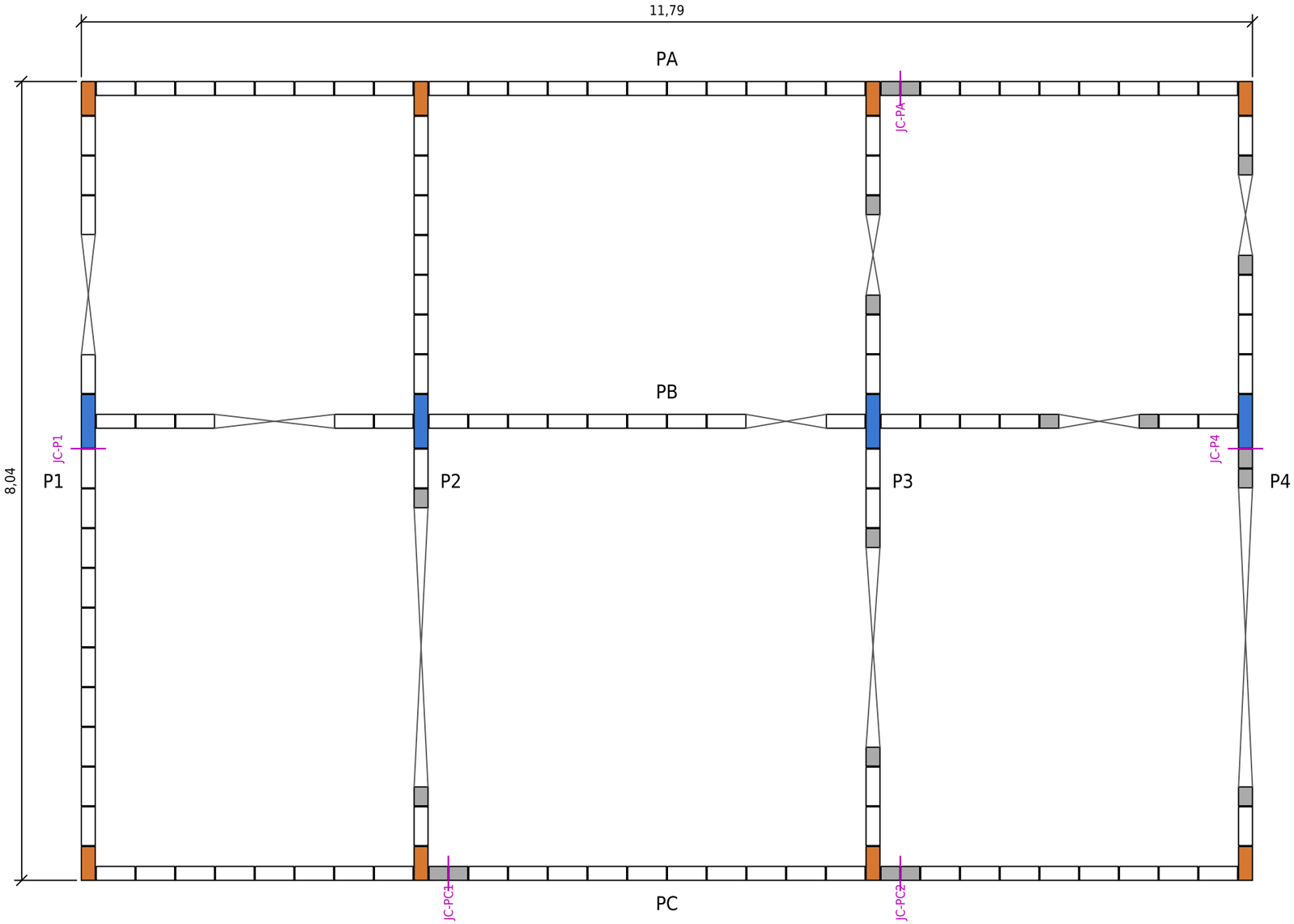
Revisão: R0

ARQ-08

POR LOTE: implantação, sondagem SPT (NBR 6484) e confirmação da fundação, vento local (NBR 6123), entradas de energia, água e esgoto, aprovação na prefeitura e ART de projeto e de execução.

PLANTA DA 1ª FIADA — PAGINAÇÃO

Escala 1:50 · vale para o térreo e para o pavimento superior (vãos do térreo)



- Bloco inteiro 14×19×39
- Meio-bloco 14×19×19
- Amarração em L / ponta de T — 14×19×34
- Amarração em T — 14×19×54
- Vão (porta / passagem nesta fiada)
- Junta de controle JC (vertical, toda a altura)

Peças da 1ª fiada (térreo)	un.
Bloco 14×19×54	4
Bloco 14×19×39	109
Bloco 14×19×34	8
Meio-bloco 14×19×19	19

Amarração DIRETA em todos os encontros: nas fiadas ímpares as paredes P1–P4 (eixo x) passam; nas pares, PA, PB e PC (eixo y). L: peça de 34 na parede que passa. T: peça de 54 centrada na parede que chega; na fiada seguinte, a que chega atravessa com a peça de 34.
Juntas verticais desencontradas de 20 cm em TODAS as paredes (portão automático: nenhuma junta a prumo, nenhum corte e nenhum compensador). Juntas de 10 mm.
Vãos livres entre faces = 40·n + 1 cm; jambas nas posições do módulo de 20 cm.
Peças especiais de linha: 14×19×34 (Muralha Blocos, Bloco Renger; SINAPI) e 14×19×54 (JB Blocos, família 14, classe A). Confirmar a linha com o fornecedor da região antes da obra.
Juntas de controle (JC-PA, JC-PC1, JC-PC2, JC-P1, JC-P4): junta vertical de 1 cm em toda a altura (embasamento, pavimentos e platibanda), no lugar de uma junta de argamassa; as peças terminam nela. Detalhe e critério: notas das elevações (EST-03 a EST-09).
Pontos de graute, armaduras, vergas e cintas: pranchas de elevação das paredes (EST-03 em diante).

PROJETO-MODELO 07 · SOBRADO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO

ESTRUTURA — ALVENARIA · Modulação — 1ª fiada (térreo e superior)

- Paginação da 1ª fiada, peça a peça
- Peças especiais de amarração (34 e 54)
- Quantitativo da fiada

Projeto-modelo — estudo de portfólio, não é obra executada
Local: Interior de São Paulo (projeto-modelo)
Responsável técnico: Luiz Ricardo Mantovani da Silva — Engenheiro Civil
CREA-SP 5071695331 · luizmantovani.eng.br
Medidas em metros, exceto onde indicado.

Escala: 1:50
Data: 10/2026
Revisão: R0

EST-01

POR LOTE: implantação, sondagem SPT (NBR 6484) e confirmação da fundação, vento local (NBR 6123), entradas de energia, água e esgoto, aprovação na prefeitura e ART de projeto e de execução.

ELEVAÇÃO DA PAREDE P1 — FACHADA FRONTAL

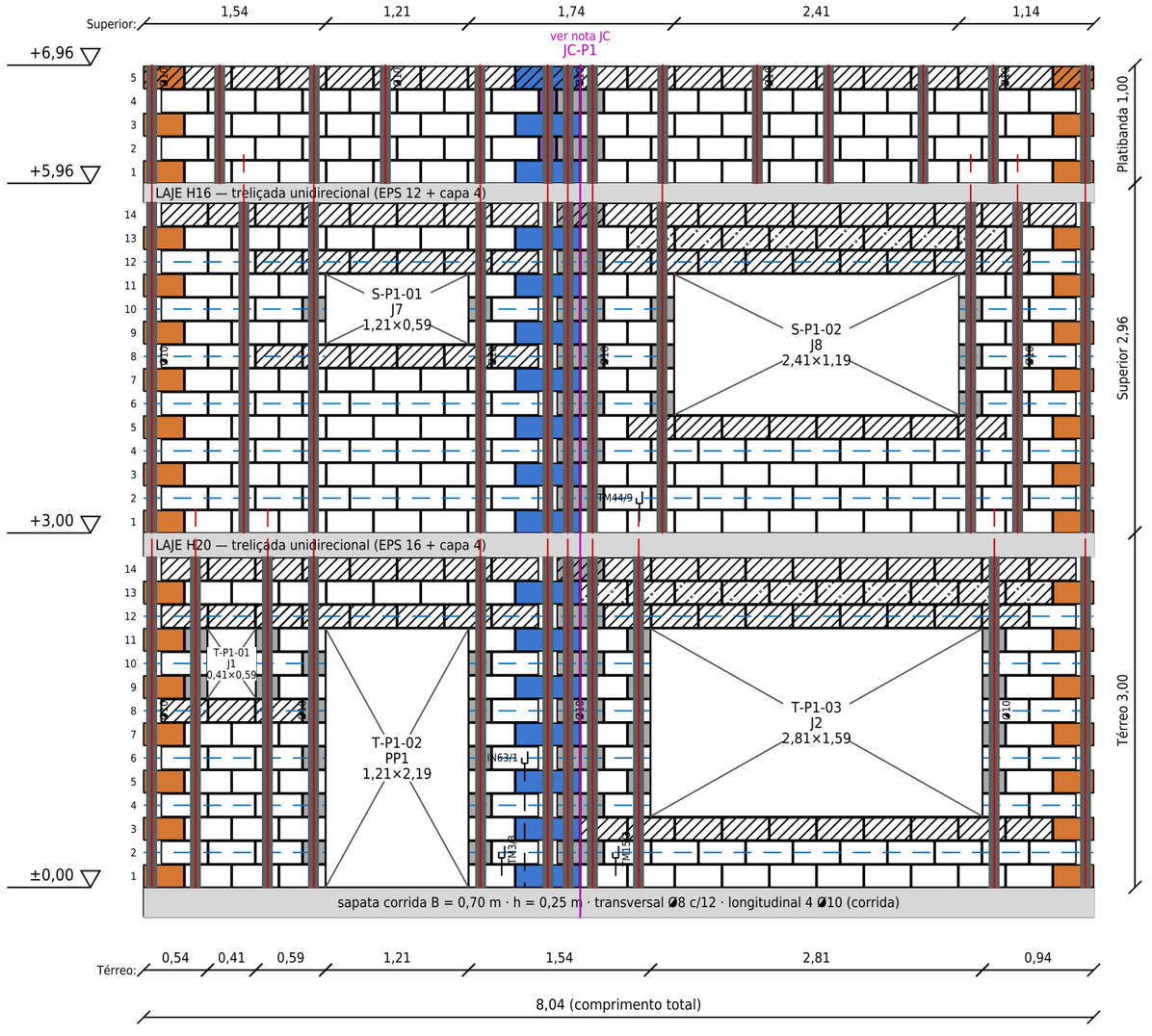
Escala 1:50 · vista pela face sul (fachada) · a = coordenada ao longo da parede (m), crescente para a direita · fiadas numeradas à esquerda

Caixa elétrica 4×2 (0,05 × 0,10 m): contínuo = face desta vista; tracejado = face oposta · rótulo = código/circuito · eletroduto vertical (traço fino) até a laje (h ≥ 1,10 m) ou até o piso, em furo não grauteado

Peças desenhadas	Térreo	Superior	Platib.	Total
Bloco 14×19×54	7	7	3	17
Bloco 14×19×39	142	196	87	425
Bloco 14×19×34	14	14	6	34
Meio-bloco 14×19×19	36	22	4	62
Bloco 14×19×14	0	0	2	2
Total	199	239	102	540

Bloco 14×19×39
Meio-bloco 14×19×19
Bloco 14×19×34 (L / ponta de T)
Bloco 14×19×54 (T)
Bloco 14×19×14 (platibanda)
Canaleta grauteada (cinta, verga, contraverga)
Canaleta SEM FUNDO (2ª fiada da verga de 2 fiadas)
Concreto (laje, sapata)

Graute vertical + barra no eixo
Graute de fixação (sem barra)
Treliça horizontal (tracejado azul)
Viga de chegada VC (encaixe na cinta)
Junta de controle JC (vertical, toda a altura)
Espera de 50 cm (traspasse)
Vão (porta / janela / passagem)



QUADRO DE ARMADURAS — PAREDE P1

Vergas

Abertura	Fiadas	Trecho a (m)	Barras	Estribos
T-P1-01	12	0,15–1,34	1 Ø10	—
T-P1-02	12	0,95–3,34	1 Ø10	—
T-P1-03	12–13	3,70–7,69	1 Ø10	Ø6,3 c/17,5
S-P1-01	12	0,95–3,34	1 Ø10	—
S-P1-02	12–13	3,90–7,49	1 Ø10	Ø6,3 c/17,5

Verga de 2 fiadas (T-P1-03, S-P1-02): 1ª fiada: canaleta U; 2ª fiada: canaleta SEM FUNDO (U com o fundo serrado ou bloco J sem fundo), grauteadas juntas, para o estribo fechado envolver as barras de baixo e a viga trabalhar inteira (NBR 16868-1 11.4.3). Detalhe 1:10 na EST-14.

Contravergas

Abertura	Fiada	Trecho a (m)	Barras
T-P1-01	8	0,15–1,34	1 Ø10
T-P1-03	3	3,70–7,69	1 Ø10
S-P1-01	8	0,95–3,34	1 Ø10
S-P1-02	5	4,10–7,29	1 Ø10

Cinta de respaldo / coroamento

Pav.	Fiada	Barras	Tipo
Térreo	14	2 Ø10	cinta de respaldo (apoio da laje)
Superior	14	2 Ø10	cinta de respaldo (apoio da laje)
Platibanda	5	2 Ø8	coroamento da platibanda

Grautes verticais

Pav.	Nº de grautes	Barra	Compr. de barra (m)
Térreo	11	Ø10	36,30
Superior	11	Ø10	36,30
Platibanda	14	Ø10	14,00
Total	36		86,60

Compr. de barra = Σ (altura grauteada + espera onde há pavimento acima da parede).

Treliça horizontal (fiadas e trechos)

Pav.	Fiadas	Trechos a (m)	Taxa %
Térreo	2, 4, 6, 8, 10, 12	0,00–3,66; 3,73–8,04	0,049
Superior	2, 4, 6, 8, 10, 12	0,00–3,66; 3,73–8,04	0,049

treliça plana Ø4,2 CA-60 galvanizada (2 fios); traspasse 30 cm; peças de canto pré-fabricadas (L e T) nos encontros. Trechos interrompidos a 3 cm de cada junta de controle e nos vãos.

NOTAS

- Graute fgk ≥ 20 MPa; aço CA-50; argamassa fa ≥ 8,0 MPa.
- Espera de 50 cm (traspasse) acima de cada graute que atravessa a laje.
- Furos com eletroduto NÃO são grauteados.
- Proibido embutir tubulação de água/esgoto em parede estrutural (NBR 16868-1, 10.2.1).
- Pontos elétricos: ver projeto elétrico (Lote 3).
- Junta de controle JC-P1 (a = 3,69): junta vertical de 1 cm em toda a altura das paredes (embasamento, pavimentos e platibanda) preenchida com selante elástico sobre limitador de espuma; cinta e coroamento interrompidos na junta, com as barras atravessando dentro de bainha (deslizantes) 0,30 m para cada lado; graute com barra nas duas bordas do painel; a treliça horizontal para a 3 cm de cada lado da junta. Critério: NBR 16868-1 10.2.3 Tabela 10: bloco de concreto, parede externa, t ≥ 14 cm, armadura horizontal ≥ 0,04 % → 9 m; com abertura, NOTA 1 (−15 %) → 7,65 m; blocos curados a vapor (NOTAS 2 e 3 não se aplicam).
- Faixa cinza-escura = graute (furo cheio); linha vermelha = barra no eixo; rótulo da bitola em 1 a cada 3.

Altura de peça 0,19 m + junta 0,01 m = fiada de 0,20 m.

PROJETO-MODELO 07 · SOBRADO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO

ESTRUTURA — ALVENARIA · Elevação da parede P1

- Elevação da parede P1 — fachada frontal
- Peças, vãos, vergas, grautes e armaduras
- Quadro de armaduras e notas

Projeto-modelo — estudo de portfólio, não é obra executada

Local: Interior de São Paulo (projeto-modelo)

Responsável técnico: Luiz Ricardo Mantovani da Silva — Engenheiro Civil

CREA-SP 5071695331 · luizmantovani.eng.br

Medidas em metros, exceto onde indicado.

Escala: 1:50

Data: 10/2026

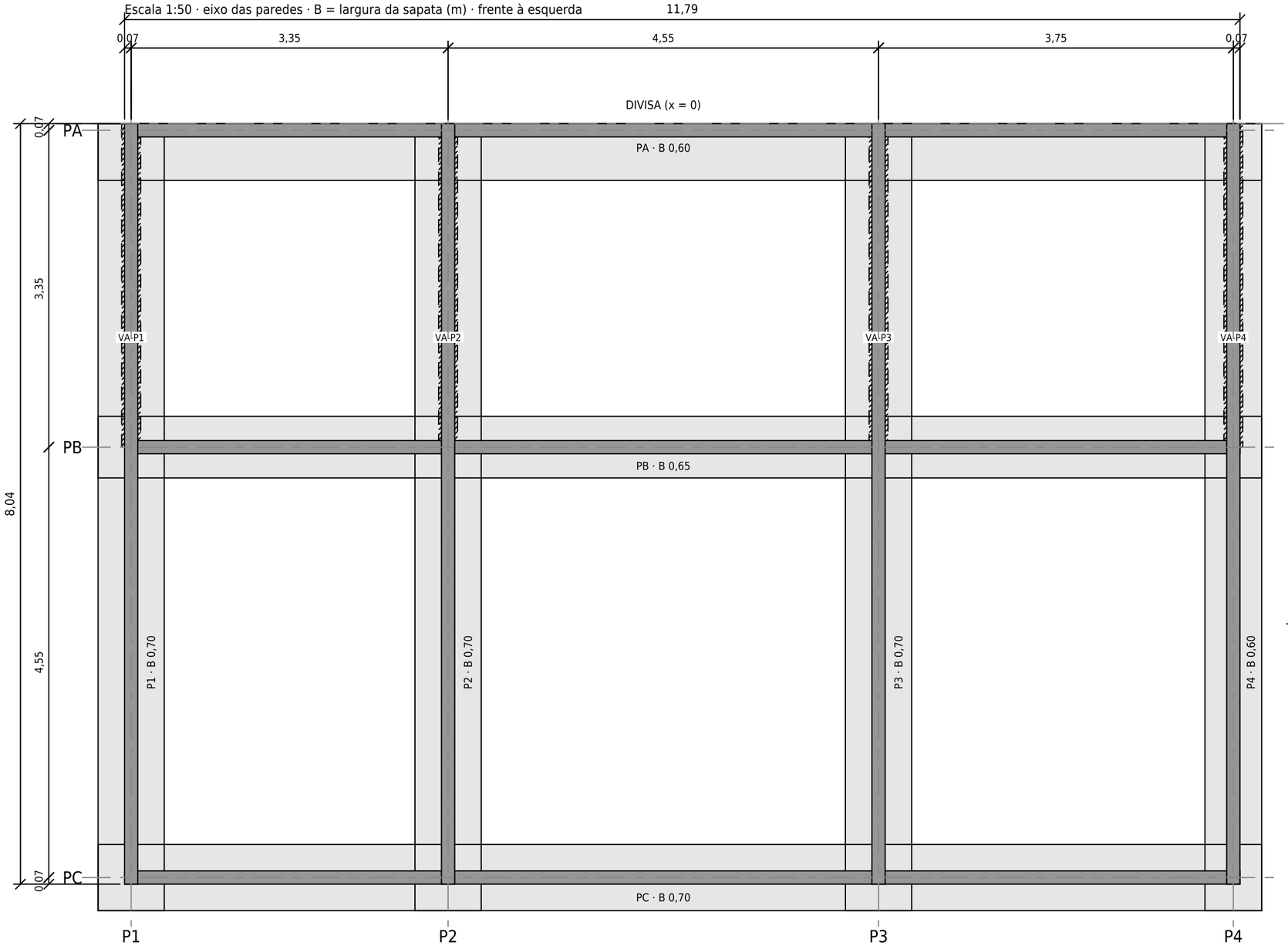
Revisão: R0

EST-06

POR LOTE: implantação, sondagem SPT (NBR 6484) e confirmação da fundação, vento local (NBR 6123), entradas de energia, água e esgoto, aprovação na prefeitura e ART de projeto e de execução.

PLANTA DE LOCAÇÃO DAS SAPATAS CORRIDAS

Escala 1:50 · eixo das paredes · B = largura da sapata (m) · frente à esquerda



QUADRO DE SAPATAS (comprimento incluindo balanços de ponta)

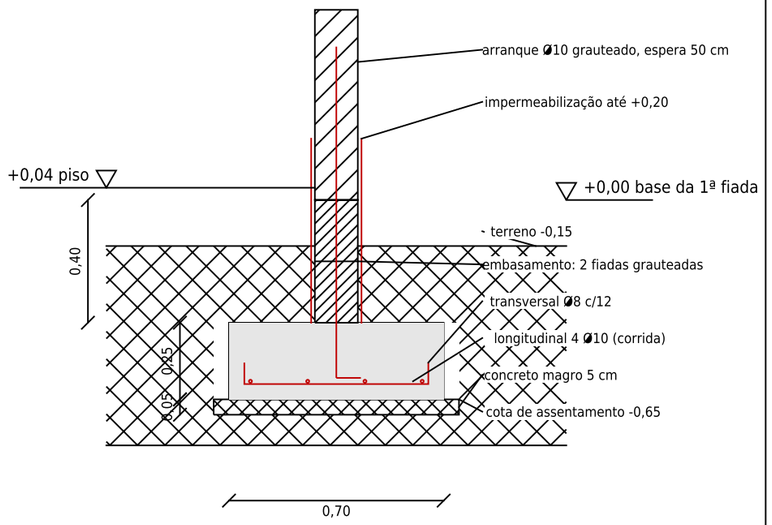
Par.	B (m)	h (m)	L (m)	Nmáx kN/m	σ kPa	Conc. m³
P1	0,70	0,25	8,32	60,5	96,3	1,46
P2	0,70	0,25	8,32	59,3	94,6	1,46
P3	0,70	0,25	8,32	59,3	94,6	1,46
P4	0,60	0,25	8,32	51,2	95,1	1,25
PA	0,60	0,25	12,30	37,0	95,8	1,84
PB	0,65	0,25	12,30	56,9	97,4	2,00
PC	0,70	0,25	12,30	62,0	98,4	2,15
Total			70,18			11,61

ARMADURA POR SAPATA

Par.	Transversal	Longitudinal	As cm²/m	Md kN·m/m
P1	◪8 c/12	4 ◪10 (corrida)	3,75	4,74
P2	◪8 c/12	4 ◪10 (corrida)	3,75	4,65
P3	◪8 c/12	4 ◪10 (corrida)	3,75	4,65
P4	◪8 c/12	4 ◪10 (corrida)	3,75	3,16
PA	estr. fech. ◪10 c/12	8 ◪10 (torção)	3,75	7,41
PB	◪8 c/12	4 ◪10 (corrida)	3,75	3,99
PC	◪8 c/12	4 ◪10 (corrida)	3,75	4,86

SEÇÃO-TIPO DA SAPATA — P1: B = 0,70 × h = 0,25

Escala 1:20 · as demais variam em B (quadro acima)



POR LOTE: premissa de solo σadm = 100 kPa — confirmar com sondagem SPT (NBR 6484).
- Sapata corrida de concreto armado sob todas as paredes + embasamento de 2 fiadas de blocos grauteados.
- PA na divisa: sapata de DIVISA excêntrica (borda em x = 0) com vigas alavanca (B = 0,60 m), assentada a −1,65 com pescoço de concreto b = 0,20 m de −1,40 a −0,40; NBR 6122:2022 — fundação rasa junto à divisa com terreno vizinho: profundidade mínima de 1,5 m (salvo sobre rocha) — detalhes, armaduras e vigas alavanca VA na EST-13B.
- Demais sapatas assentadas a −0,65.
- Concreto da sapata fck = 25 MPa; aço CA-50; cobrimento 50 mm.
- Embasamento e baldrame com impermeabilização betuminosa até +0,20.
- Barra vertical de arranque ◪10 ancorada na sapata, com espera de 50 cm acima do nível de projeto, no furo grauteado (graute fgk ≥ 20 MPa).
- Assentar a sapata em solo firme, na cota indicada; fundo da vala limpo e nivelado.

PROJETO-MODELO 07 · SOBRADO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO

ESTRUTURA — FUNDAÇÃO · Fundação — locação das sapatas corridas e seção-tipo

- Planta de locação das sapatas corridas
- Seção-tipo da sapata
- Quadro de sapatas e armaduras

Projeto-modelo — estudo de portfólio, não é obra executada

Local: Interior de São Paulo (projeto-modelo)

Responsável técnico: Luiz Ricardo Mantovani da Silva — Engenheiro Civil

CREA-SP 5071695331 · luizmantovani.eng.br

Medidas em metros, exceto onde indicado.

Escala: 1:50 e 1:20

Data: 10/2026

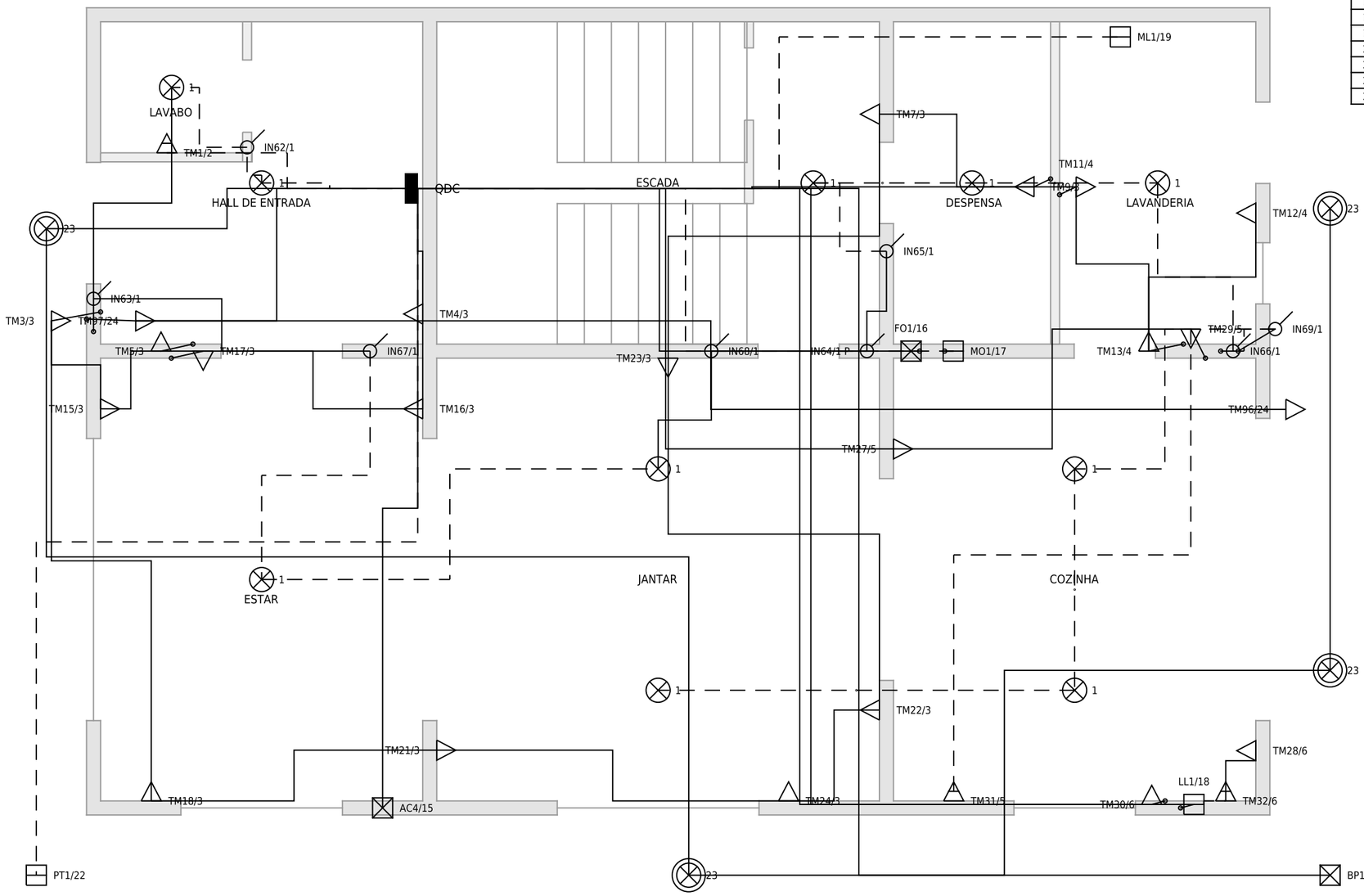
Revisão: R0

EST-13

POR LOTE: implantação, sondagem SPT (NBR 6484) e confirmação da fundação, vento local (NBR 6123), entradas de energia, água e esgoto, aprovação na prefeitura e ART de projeto e de execução.

PLANTA ELÉTRICA — TÉRREO

Escala 1:50 · frente da casa à esquerda · eletrodutos esquemáticos: o traçado definitivo é de obra, respeitando as notas



CIRCUITOS COM PONTOS NESTE PAVIMENTO

Nº	Circuito	Pontos	Seção	Disj. (A)	VA
1	Iluminação térreo	18	4,0	16	1280
2	Tomadas banheiros térreo	1	2,5	10	600
3	Tomadas térreo	13	4,0	16	1300
4	Tomadas lavanderia	3	4,0	16	1800
5	Tomadas cozinha 1	3	4,0	16	1800
6	Tomadas cozinha 2	3	4,0	16	1300
15	TUE AC4	1	2,5	10	1400
16	TUE FO1	1	4,0	16	2500
17	TUE MO1	1	4,0	16	1500
18	TUE LL1	1	4,0	16	1500
19	TUE ML1	1	4,0	16	1500
21	TUE BP1	1	2,5	10	800
22	TUE PT1	1	2,5	10	600
23	Iluminação externa	4	1,5	10	460
24	Tomadas externas	2	2,5	10	200

LEGENDA

- Luminária no teto (número = circuito)
- Luminária externa (fachada/jardim)
- Tomada baixa — h = 0,30 m
- Tomada média — h = 1,10 m
- Interruptor — h = 1,10 m
- TUE 127 V (código do equipamento)
- TUE 220 V (código do equipamento)
- QDC de sobrepor
- Eletroduto na laje (pontos altos)
- Eletroduto no contrapiso/solo (pontos baixos)

- Rótulo TM/IN + nº / nº do circuito = índice do ponto em dados/instalacoes.json / circuito (o mesmo código das caixas nas elevações EST-03 a EST-09).
- Eletroduto SÓ vertical, em furo NÃO grauteado, subindo à laje ou descendo ao piso pelo lado que não cruza verga/contraverga; caixa 4×2 no bloco; nenhum rasgo horizontal em parede estrutural (NBR 16868-1).
- "P" no rótulo = interruptor paralelo (three-way): a luz da escada acende e apaga da base e da chegada.
- Distribuição horizontal na laje (pontos altos, luminárias) e no contrapiso (tomadas baixas). Quadro de SOBREPOR.
- Pontos agrupados na mesma posição são espalhados no desenho, com fio-guia até a posição real.
- Pontos fora do edifício: POR LOTE (padrão de entrada, muro e jardim).

PROJETO-MODELO 07 · SOBRADO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO

ELÉTRICA · Térreo

- Planta elétrica — térreo
- Pontos, circuitos e eletrodutos esquemáticos
- Legenda e notas

Projeto-modelo — estudo de portfólio, não é obra executada

Local: Interior de São Paulo (projeto-modelo)

Responsável técnico: Luiz Ricardo Mantovani da Silva — Engenheiro Civil

CREA-SP 5071695331 · luizmantovani.eng.br

Medidas em metros, exceto onde indicado.

Escala: 1:50

Data: 10/2026

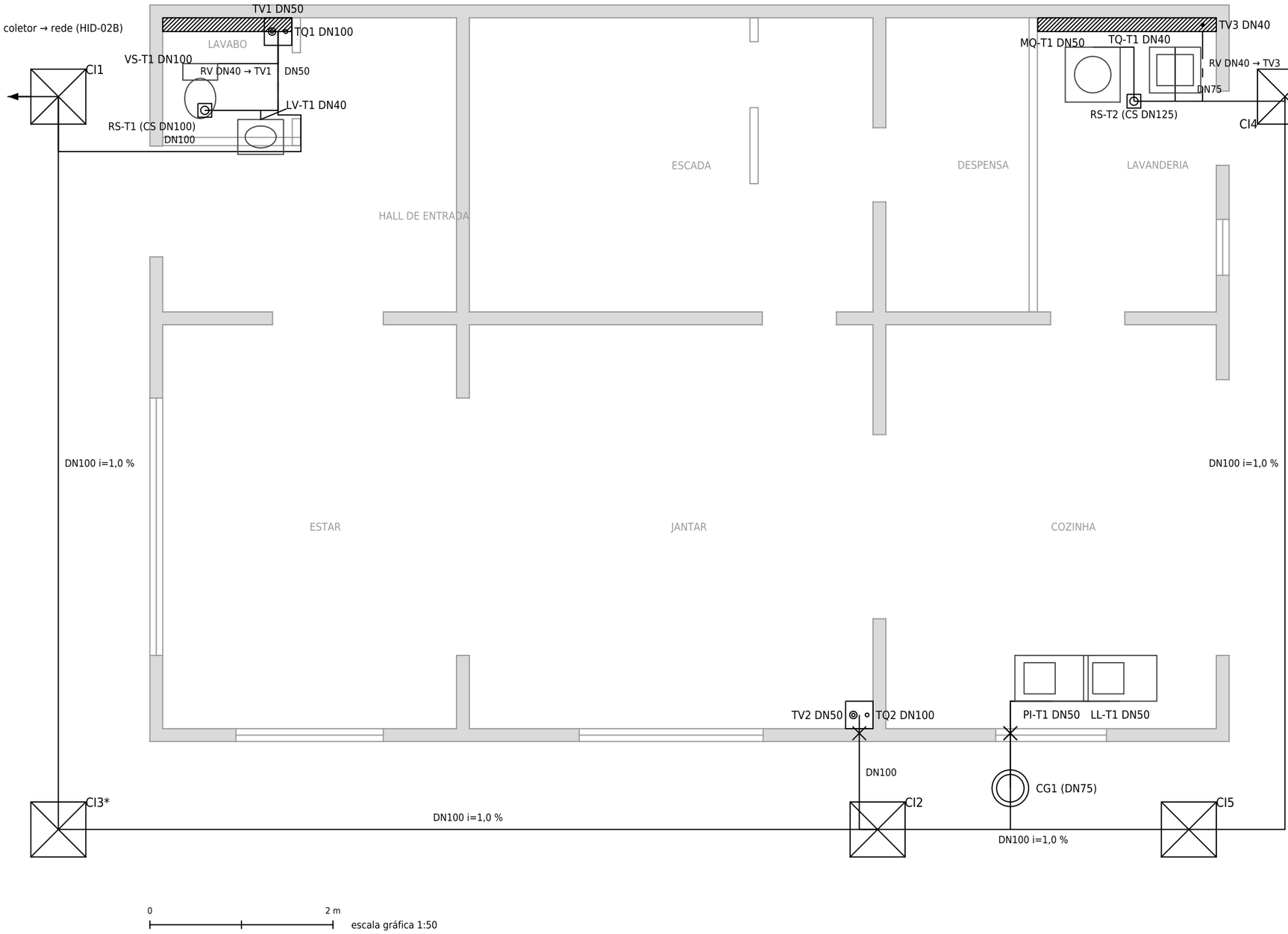
Revisão: R0

ELE-01

POR LOTE: implantação, sondagem SPT (NBR 6484) e confirmação da fundação, vento local (NBR 6123), entradas de energia, água e esgoto, aprovação na prefeitura e ART de projeto e de execução.

ESGOTO E VENTILAÇÃO — PLANTA DO TÉRREO

Escala 1:50 · frente da casa à esquerda · ramais no contrapiso/aterro · coletor no corredor leste



QUADRO DE UHC POR APARELHO (NBR 8160, Tab. 3)

Aparelho	Tipo	UHC	DN desc.
VS-T1	Vaso sanitário	6	100
LV-T1	Lavatório	1	40
PI-T1	Pia de cozinha	3	50
LL-T1	Pia de cozinha	3	50
TQ-T1	Tanque	3	40
MQ-T1	Máquina de lavar	3	50
CH-S1	Chuveiro (ralo do box)	2	40
LV-S1	Lavatório	1	40
VS-S1	Vaso sanitário	6	100
CH-S2	Chuveiro (ralo do box)	2	40
LV-S2	Lavatório	1	40
VS-S2	Vaso sanitário	6	100
RS-T1	Ralo sifonado / caixa sifonada	1	40
RS-T2	Ralo sifonado / caixa sifonada	1	40
RS-S1	Ralo sifonado / caixa sifonada	1	40
RS-S2	Ralo sifonado / caixa sifonada	1	40
Σ	Total (coletor predial)	41	

LEGENDA

- Aparelho sanitário (louça)
- Ramal de descarga/esgoto no contrapiso
- Ramal sob a laje (superior)
- Subcoletor / coletor predial (DN, i %)
- Tubo de queda (TQ) e coluna de ventilação (TV)
- Caixa sifonada / ralo sifonado (CS)
- Caixa de inspeção (CI)
- Caixa de gordura (CG)
- Luva em travessia de parede estrutural
- Parede hidráulica (enchimento)
- Parede estrutural

NOTAS

Compatibilização com a alvenaria estrutural (NBR 16868-1 10.2.1): NENHUMA tubulação de água ou esgoto é embutida em parede estrutural. As prumadas descem nos shafts SH-A e SH-B; as ligações dos aparelhos ficam nas paredes hidráulicas (enchimento de 15 cm em blocos de vedação).
Ramais do superior correm sob a laje, com forro de gesso no térreo; ramais do térreo correm no contrapiso/aterro. Travessia de parede estrutural só no embasamento, com luva prevista antes da concretagem.
Declividades mínimas dos ramais: DN ≤ 75 → 2 %; DN ≥ 100 → 1 %. Coletor predial: DN mínimo 100, declividade adotada 1,0 %.
Tampas e ligação à rede: CI3: tampa de ferro fundido para tráfego de veículos (garagem) (marcadas *). coletor público sob a calçada, em frente ao lote (POR LOTE: cota e posição da ligação). trecho CI3→CI1 sob a garagem: tubo PVC série reforçada, protegido por placa de concreto armado sobre o tubo.

PROJETO-MODELO 07 · SOBRADO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO

HIDROSSANITÁRIO · Esgoto e ventilação — térreo

- Planta de esgoto e ventilação do térreo, 1:50
- Caixas de inspeção CI1–CI5, caixa de gordura CG1, coletor
- Quadro de UHC por aparelho e legenda

Projeto-modelo — estudo de portfólio, não é obra executada

Local: Interior de São Paulo (projeto-modelo)

Responsável técnico: Luiz Ricardo Mantovani da Silva — Engenheiro Civil

CREA-SP 5071695331 · luizmantovani.eng.br

Medidas em metros, exceto onde indicado.

Escala: 1:50

Data: 10/2026

Revisão: R0

HID-02

POR LOTE: implantação, sondagem SPT (NBR 6484) e confirmação da fundação, vento local (NBR 6123), entradas de energia, água e esgoto, aprovação na prefeitura e ART de projeto e de execução.