# LISTA DE MATERIAIS — PROJETOS DE INSTALAÇÕES

Quantitativos do hidrossanitário, do elétrico, da climatização, do SPDA e do sistema fotovoltaico

**Obra:**

**Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real**

Pré-escola e ensino fundamental (anos iniciais)

Rua 02, esquina com as Ruas 08 e 09 – Quadra 13 – Jardim Real – Perdigão – MG

**Responsável técnica:**

**Eng.ª Juliana Maciel Marinho Vecci**

CREA-MG 202.696/D

Novembro de 2026 · Revisão 0

# 1. RESUMO

**PROJETOS DE INSTALAÇÕES — RESUMO DOS QUANTITATIVOS**

**Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG · Revisão 1, de 11/11/2026 (a climatização passou à revisão 1: nesta obra entram só os pontos de ar-condicionado; o reservatório elevado ficou com 18 m³ de consumo + 12 m³ de incêndio)**

**Proprietária: Prefeitura Municipal de Perdigão – MG · Responsável técnica: Eng.ª Juliana Maciel Marinho Vecci – CREA-MG 202.696/D · ART a registrar no CREA-MG**

| Grandeza | Valor | Un. | De onde vem |
|---|---|---|---|
| Hidrossanitário | | | |
| Consumo diário | 24 | m³ | população de 240 pessoas × 100 L por dia |
| Reservatório elevado | 30 | m³ | 18 m³ de consumo + 12 m³ de incêndio |
| Cisterna | 10,75 | m³ | duas células |
| Pontos de consumo | 108 | pç | aba Hidrossanitário |
| Vazão das águas pluviais | 6100 | L/min | 30 condutores e 4 redes até a Rua 08 |
| Climatização | | | |
| Aparelhos de ar-condicionado | 35 | cj | aba Climatização |
| Capacidade instalada | 915000 | BTU/h | aba Climatização |
| Capacidade instalada | 76,25 | TR | 12.000 BTU/h = 1 TR |
| Elétrico | | | |
| Circuitos terminais | 161 | pç | aba Elétrico |
| Demanda | 180,98 | kVA | quadro de demanda do QGBT |
| SPDA | | | |
| Cabo de cobre nu 35 mm² (captação) | 469,60 | m | aba SPDA |
| Descidas naturais (pilares) | 46 | pç | armadura dos pilares |
| Sistema fotovoltaico | | | |
| Potência dos módulos | 46,80 | kWp | aba Fotovoltaico |
| Potência em corrente alternada | 42 | kW | aba Fotovoltaico |
| Geração anual estimada | 68972 | kWh | aba Fotovoltaico |

Como usar: as células de quantidade podem ser ajustadas; os subtotais e este resumo são fórmulas e se atualizam sozinhos.

A célula amarela (consumo anual estimado, na aba Fotovoltaico) é uma hipótese de projeto: troque pelo consumo real quando houver contas de energia.

Quantidades sem perdas. Conexões, fixações e miudezas não estão listadas item a item.

## 2. HIDROSSANITÁRIO

QUANTITATIVOS — PROJETO HIDROSSANITÁRIO

**Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG**

**Tubos pelo comprimento do projeto, sem perdas; conexões a levantar na obra (referência: 30 % do comprimento em peças).**

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | Observação |
|---|---|---|---|---|
| | Abastecimento: da rua ao barrilete (calculado à parte) | | | |
| 1 | Cavalete com hidrômetro (padrão COPASA) | cj | 1 | no alinhamento da Rua 09; medidor definido pela COPASA |
| 2 | Tubo PVC soldável DE 32 — alimentador predial (rua → cisterna) | m | 10 | |
| 3 | Tubo PVC soldável DE 25 — ramal de jardim | m | 64,90 | ligado direto ao ramal da rua |
| 4 | Torneira de jardim com caixa de proteção | pç | 5 | |
| 5 | Cisterna de concreto armado, duas células de 1,40 × 2,40 × 1,60 m (úteis) | cj | 1 | volume útil de 10,75 m³ |
| 6 | concreto C30 da cisterna (paredes, fundo e tampa) | m³ | 6,60 | pré-dimensionamento; armadura pelo projeto estrutural |
| 7 | impermeabilização com argamassa polimérica (faces internas) | m² | 35,60 | |
| 8 | tampa de inspeção de 60 × 60 cm com rebordo, fecho e vedação | pç | 2 | |
| 9 | Torneira de boia DE 32 | pç | 2 | uma por célula |
| 10 | Tubo PVC soldável DE 60 — sucção | m | 6 | |
| 11 | Válvula de pé com crivo DE 60 | pç | 2 | |
| 12 | Bomba centrífuga de 1 cv, 4,8 m³/h a 19 mca, trifásica 220 V | pç | 2 | uma de reserva, com revezamento |
| 13 | Quadro de comando das bombas com chaves de nível (reservatório e cisterna) | cj | 1 | revezamento, proteção contra falta de água e alarmes |
| 14 | Tubo PVC soldável classe 15 DE 50 — recalque | m | 44 | inclui a subida no reservatório |
| 15 | Válvula de retenção e registro de gaveta DE 50 (saída de cada bomba) | cj | 2 | |
| 16 | Reservatório elevado metálico tipo taça de 30 m³, com 13 m de altura | pç | 1 | 18 m³ de consumo + 12 m³ de incêndio; escada, guarda-corpo e pintura |
| 17 | Tubo PVC soldável DE 75 — tronco de distribuição (reservatório → barrilete) | m | 52 | enterrado, com a subida até a cobertura |
| | Água fria na edificação (cálculo do programa) | | | |
| 18 | Tubo PVC soldável água fria DE 20 (½") | m | 376,90 | barrilete, colunas, ramais e sub-ramais |
| 19 | Tubo PVC soldável água fria DE 25 (¾") | m | 433,40 | barrilete, colunas, ramais e sub-ramais |
| 20 | Tubo PVC soldável água fria DE 32 (1") | m | 108,60 | barrilete, colunas, ramais e sub-ramais |
| 21 | Tubo PVC soldável água fria DE 40 (1¼") | m | 46,60 | barrilete, colunas, ramais e sub-ramais |
| | Subtotal — tubos de água fria na edificação | m | 965,50 | |
| 22 | Registro de gaveta | pç | 72 | início de cada coluna e de cada ramal |
| 23 | Registro de pressão | pç | 11 | chuveiros |
| Aparelhos e louças | | | | |
| 24 | Lavatório ou cuba | pç | 41 | |
| 25 | Bebedouro | pç | 6 | |
| 26 | Bacia sanitária com caixa acoplada | pç | 28 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 27 | Chuveiro (10 elétricos e o de emergência do laboratório, sem aquecimento) | pç | 11 | |
| 28 | Mictório | pç | 9 | |
| 29 | Tanque | pç | 6 | |
| 30 | Ponto de máquina de lavar roupa | pç | 1 | |
| 31 | Pia industrial (cozinha e higienização) | pç | 4 | |
| 32 | Torneira (lava-pés) | pç | 2 | |
| | Total de pontos de consumo | pç | 108 | |

Esgoto sanitário e ventilação (cálculo do programa)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 33 | Tubo PVC esgoto DN 100 | m | 149,70 | |
| 34 | Tubo PVC esgoto DN 100 (coletores) | m | 76,90 | |
| 35 | Tubo PVC esgoto DN 100 (tubo de queda) | m | 8,60 | |
| 36 | Tubo PVC esgoto DN 150 (coletores) | m | 64,80 | |
| 37 | Tubo PVC esgoto DN 40 | m | 33,30 | |
| 38 | Tubo PVC esgoto DN 40 (ramais de descarga) | m | 105,60 | |
| 39 | Tubo PVC esgoto DN 40 (tubo de queda) | m | 12,90 | |
| 40 | Tubo PVC esgoto DN 50 | m | 4,60 | |
| 41 | Tubo PVC esgoto DN 50 (tubo de queda) | m | 4,30 | |
| 42 | Tubo PVC esgoto DN 75 | m | 33,90 | |
| 43 | Tubo PVC ventilação DN 40 | m | 41,20 | |
| 44 | Tubo PVC ventilação DN 50 | m | 117 | |
| 45 | Tubo PVC ventilação DN 75 | m | 61,10 | |
| | Subtotal — tubos de esgoto e ventilação | m | 713,90 | |
| 46 | Caixa sifonada | pç | 26 | |
| 47 | Caixa de inspeção de 60 × 60 cm | pç | 19 | tampa hermética nas caixas internas |
| 48 | Caixa de gordura especial de 460 L | pç | 1 | no passeio lateral, junto da cozinha |
| Águas pluviais | | | | |
| 49 | Calha de chapa galvanizada (desenvolvimento de 33 a 50 cm) | m | 286,30 | seções na prancha de cobertura |
| 50 | Condutor vertical de PVC DN 100 | m | 224,40 | 30 condutores |
| 51 | Caixa de areia de 60 × 60 cm com grelha (pé de cada condutor) | pç | 30 | |
| 52 | Tubo PVC DN 100 — ramais dos condutores até os coletores | m | 42,50 | |
| 53 | Tubo PVC para infraestrutura DN 150 — coletores pluviais | m | 27,20 | C4 |
| 54 | Tubo PVC para infraestrutura DN 250 — coletores pluviais | m | 123,30 | C1, C2, C3 |
| 55 | Caixa de passagem com queda (fim de cada coletor) | pç | 4 | |
| 56 | Canaleta de concreto de 50 × 13 cm com tampa de chapa de aço xadrez (saída sob o passeio) | m | 15,90 | 4 saídas para a sarjeta da Rua 08 |

# 3. CLIMATIZAÇÃO

QUANTITATIVOS — PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO

**Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG**

**Aparelhos split hi-wall inverter (R-32, quente e frio, 220 V). Linhas pelo comprimento do projeto, sem perdas.**

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | BTU/h (unit.) | Observação |
|---|---|---|---|---|---|
| Aparelhos | | | | | |
| 1 | Conjunto split hi-wall inverter de 9.000 BTU/h (evaporadora e condensadora) | cj | 1 | 9000 | AC-10 |
| 2 | Conjunto split hi-wall inverter de 18.000 BTU/h (evaporadora e condensadora) | cj | 1 | 18000 | AC-02 |
| 3 | Conjunto split hi-wall inverter de 24.000 BTU/h (evaporadora e condensadora) | cj | 21 | 24000 | AC-01, AC-03, AC-04, AC-05, AC-06, AC-07 … |
| 4 | Conjunto split hi-wall inverter de 30.000 BTU/h (evaporadora e condensadora) | cj | 8 | 30000 | AC-15, AC-16, AC-22, AC-23, AC-24, AC-25 … |
| 5 | Conjunto split hi-wall inverter de 36.000 BTU/h (evaporadora e condensadora) | cj | 4 | 36000 | AC-11, AC-12, AC-13, AC-14 |
| | Total de aparelhos | cj | 35 | | |
| | Capacidade instalada | BTU/h | 915000 | | 12.000 BTU/h = 1 TR |
| Linhas, drenos e alimentação | | | | | |
| 6 | Linha frigorígena de cobre 3/8" e 5/8" (líquido e sucção), isolada | m | 195,30 | | comprimento de linha (os dois tubos correm juntos) |
| 7 | Linha frigorígena de cobre 1/4" e 1/2" (líquido e sucção), isolada | m | 8,30 | | comprimento de linha (os dois tubos correm juntos) |
| 8 | Linha frigorígena de cobre 1/4" e 3/8" (líquido e sucção), isolada | m | 5,90 | | comprimento de linha (os dois tubos correm juntos) |
| 9 | Cabo PP de interligação 4 × 1,5 mm² | m | 209,50 | | |
| 10 | Dreno de PVC DN 25 com sifão | m | 253 | | até o ralo ou a rede pluvial |
| 11 | Tubo-camisa de PVC DN 100 com curva de 180° (passagem pela laje e pelo telhado) | pç | 35 | | pode ser comum a aparelhos vizinhos |
| 12 | Coxim antivibração de borracha | pç | 140 | | 4 por condensadora |
| Faixa técnica na cobertura | | | | | |
| 13 | Plataforma de grade metálica galvanizada de 1,20 m (faixa técnica), com pontaletes e rufos | m | 57 | | 5 trechos; projeto de fabricação pelo fornecedor |
| 14 | Passarela técnica de grade metálica de 0,80 m (liga as faixas) | m | 20,20 | | 3 trechos |
| 15 | Alçapão de 0,80 × 0,80 m com escada de marinheiro | cj | 1 | | acesso pelo DML do pavimento superior |
| 16 | Ponto de ancoragem para cinto de segurança (NR-35) | pç | 10 | | dois por faixa |
| Renovação de ar | | | | | |
| 17 | Ventilador em linha com veneziana, tela e filtro G4 | pç | 14 | | 12 ambientes; vazões no quadro da prancha de detalhes |

## 4. SPDA

QUANTITATIVOS — PROJETO DE SPDA

**Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG**

**Nível de proteção IV (NBR 5419:2026). Cabos pelo comprimento do projeto, sem perdas.**

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | Observação |
|---|---|---|---|---|
| | Captação, descidas e aterramento (cálculo do programa) | | | |
| 1 | Cabo de cobre nu 35 mm² — captação (perímetro e malha) | m | 307,60 | |
| 2 | Minicaptor de 30 cm | pç | 27 | |
| 3 | Suporte isolador para cabo (a cada 1,00 m) | pç | 308 | |
| 4 | Ligação do condutor de captação à armadura do pilar (descida natural) | pç | 46 | barra de aço galvanizado Ø 10 mm e conector |
| 5 | Cabo de cobre nu 50 mm² — anel de aterramento | m | 214,80 | a 0,50 m de profundidade |
| 6 | Cabo de cobre nu 50 mm² — ligações dos pilares ao anel | m | 160,60 | |
| 7 | Haste cobreada Ø 5/8" × 2,40 m | pç | 46 | |
| 8 | Caixa de inspeção Ø 30 cm com tampa | pç | 46 | |
| 9 | Solda exotérmica | pç | 146 | |
| 10 | Barra de equipotencialização principal (BEP) | pç | 1 | junto do QGBT |
| | Captação complementar (calculada à parte) | | | |
| 11 | Cabo de cobre nu 35 mm² — cumeeiras, platibanda do fundo e ligações | m | 162 | 130,7 m de projeto + 10 % de ligações + 3 m por mastro |
| 12 | Minicaptor de 60 cm com base | pç | 18 | nas cumeeiras |
| 13 | Mastro captor de 3,00 m com base e fixação | pç | 6 | junto das faixas técnicas |
| 14 | Suporte isolador para cabo (a cada 1,00 m) | pç | 144 | |
| 15 | Cabo de cobre isolado 16 mm² verde — equipotencialização das massas da cobertura | m | 54 | 18 ligações de 3 m |
| 16 | Conector de aperto | pç | 54 | |
| 17 | Aterramento do reservatório elevado (2 hastes e 12 m de cabo de cobre nu 50 mm²) | cj | 1 | ligado ao anel em dois pontos |
| Proteção contra surtos | | | | |
| 18 | DPS classe I, 4 polos, 12,5 kA (10/350 µs) — entrada de energia | cj | 1 | no QGBT |
| 19 | DPS classe I+II, 3 polos — QDFV | cj | 1 | está na aba do sistema fotovoltaico |
| 20 | DPS classe II nos quadros de distribuição | cj | 12 | estão na lista de materiais elétricos |
| | Total de cabo de cobre nu 35 mm² | m | 469,60 | |

# 5. FOTOVOLTAICO

QUANTITATIVOS — SISTEMA FOTOVOLTAICO

**Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG**

**Microgeração ligada à rede, com microinversores. Cabos pelo comprimento do projeto, sem perdas.**

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | Dado unitário | Observação |
|---|---|---|---|---|---|
| Geração | | | | | |
| 1 | Módulo fotovoltaico monocristalino tipo N de 585 Wp (2278 × 1134 × 30 mm) | pç | 80 | 585 | Wp por módulo; campo A: 36, campo B: 28, campo C: 9, campo D: 7 |
| 2 | Microinversor de 4 entradas, 2.000 W, 220 V, IP67 | pç | 21 | 2000 | W por microinversor |
| | Potência dos módulos | kWp | 46,80 | | |
| | Potência em corrente alternada | kW | 42 | | microgeração (até 75 kW) |
| 3 | Sistema de monitoramento (concentrador de dados com acesso à internet) | cj | 1 | | |
| Estrutura de fixação | | | | | |
| 4 | Trilho de alumínio anodizado para módulos | m | 191 | | 2 por coluna de módulos; projeto do fornecedor |
| 5 | Suporte com prisioneiro de aço inox M10 e vedação de EPDM | pç | 228 | | um a cada terça |
| 6 | Grampo intermediário ou final com arruela de aterramento | pç | 320 | | 4 por módulo |
| 7 | Terça de aço Ue 75 × 40 × 15 × 2,00 a acrescentar sob os campos, com pontaletes | m | 132 | | vão dos trilhos de até 1,20 m; conferir com a estrutura |

Corrente alternada: troncos, quadro e ligação ao QGBT

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | Cabo de cobre EPR/XLPE 0,6/1 kV de 25 mm² — tronco FV-A (3 fases) | m | 87 | 29 | comprimento do circuito na coluna E; disjuntor de 63 A |
| 9 | Cabo de cobre isolado verde de 16 mm² — PE do tronco FV-A | m | 29 | 29 | |
| 10 | Cabo de cobre EPR/XLPE 0,6/1 kV de 35 mm² — tronco FV-B (3 fases) | m | 141 | 47 | comprimento do circuito na coluna E; disjuntor de 50 A |
| 11 | Cabo de cobre isolado verde de 16 mm² — PE do tronco FV-B | m | 47 | 47 | |
| 12 | Cabo de cobre EPR/XLPE 0,6/1 kV de 10 mm² — tronco FV-C (3 fases) | m | 84 | 28 | comprimento do circuito na coluna E; disjuntor de 20 A |
| 13 | Cabo de cobre isolado verde de 10 mm² — PE do tronco FV-C | m | 28 | 28 | |
| 14 | Cabo de cobre EPR/XLPE 0,6/1 kV de 10 mm² — tronco FV-D (3 fases) | m | 126 | 42 | comprimento do circuito na coluna E; disjuntor de 20 A |
| 15 | Cabo de cobre isolado verde de 10 mm² — PE do tronco FV-D | m | 42 | 42 | |
| 16 | Cabo de cobre EPR/XLPE 0,6/1 kV de 50 mm² — QDFV ao QGBT (3 fases) | m | 12 | 4 | |
| 17 | Cabo de cobre isolado verde de 25 mm² — PE do QDFV ao QGBT | m | 4 | 4 | |
| 18 | Cabo-tronco com conectores de derivação para microinversores | pç | 21 | | um conector por microinversor |
| 19 | Eletrocalha metálica perfurada de 100 × 50 mm com tampa | m | 116 | | junto das cumeeiras e das faixas técnicas |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 20 | QDFV: quadro com seccionadora geral 3P de 125 A, DPS 3P classe I+II e 4 disjuntores 3P (63, 50, 20, 20 A) | cj | 1 | | no arquivo, ao lado do QGBT |
| 21 | Disjuntor tripolar de 125 A no QGBT (saída para o QDFV) | pç | 1 | | ocupa uma das reservas |
| 22 | Cabo de cobre isolado verde de 6 mm² — equipotencialização de molduras e trilhos | m | 153 | | |
| 23 | Placa de sinalização (padrão de entrada, QGBT e QDFV) | pç | 3 | | textos na prancha do diagrama unifilar |
| Geração estimada (kWh) | | | | | |
| 24 | Geração de janeiro | kWh | 6078 | 5,30 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 25 | Geração de fevereiro | kWh | 5996 | 5,80 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 26 | Geração de março | kWh | 5827 | 5,10 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 27 | Geração de abril | kWh | 5626 | 5,10 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 28 | Geração de maio | kWh | 5236 | 4,60 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 29 | Geração de junho | kWh | 4950 | 4,50 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 30 | Geração de julho | kWh | 5233 | 4,60 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 31 | Geração de agosto | kWh | 6036 | 5,30 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 32 | Geração de setembro | kWh | 6074 | 5,50 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 33 | Geração de outubro | kWh | 6406 | 5,60 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 34 | Geração de novembro | kWh | 5658 | 5,10 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 35 | Geração de dezembro | kWh | 5852 | 5,10 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| | Geração anual estimada | kWh | 68972 | | rendimento global (PR) de 80 % |
| | Consumo anual estimado da escola | kWh | 107828 | | estimativa de projeto; refazer com as contas reais |
| | Parcela do consumo coberta pela geração | % | 0,64 | | |

# 6. ELÉTRICO

RESUMO — PROJETO ELÉTRICO

**Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG**

**A lista completa de materiais, por quadro, é a planilha gerada pelo programa (arquivo à parte). Aqui, os quadros e os alimentadores.**

| Quadro | Local | Pav. | Circuitos | Instalada (kW) | Demanda (kVA) | Disjuntor (A) | Alimentador (mm²) | Compr. (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| QDC-IL1 | Circulação lateral | Tér. | 17 | 21,91 | 23,80 | 63 | 35 | 44 |
| QDC-IL2 | Arquivo e almoxarifado | Tér. | 9 | 5,83 | 6 | 16 | 2,50 | 9 |
| QDC-COZ | Refeitório | Tér. | 13 | 8,98 | 8,30 | 25 | 16 | 48 |
| QDC-IL4 | Circulação lateral | Sup. | 19 | 18,06 | 18,70 | 50 | 16 | 17 |
| QDC-IL5 | Galeria (direita) | Sup. | 20 | 13,57 | 13,90 | 40 | 35 | 62 |
| QDC-IL6 | Depósito de material esportivo | Tér. | 22 | 42,97 | 33 | 100 | 95 | 80 |
| QDC-IL7 | Circulação de serviço | Tér. | 26 | 30,17 | 28,60 | 80 | 70 | 71 |
| QDC-AC1 | Circulação lateral | Tér. | 6 | 13,11 | 14,20 | 40 | 16 | 46 |
| QDC-AC2 | Arquivo e almoxarifado | Tér. | 4 | 7,70 | 8,40 | 25 | 2,50 | 9 |
| QDC-AC3 | Refeitório | Tér. | 4 | 13,68 | 14,90 | 40 | 16 | 42 |
| QDC-AC4 | Circulação lateral | Sup. | 10 | 25,65 | 27,90 | 80 | 25 | 16 |
| QDC-AC5 | Galeria (direita) | Sup. | 11 | 26,79 | 29,10 | 80 | 50 | 63 |
| Total | 12 quadros de distribuição + QGBT | | 161 | 228,42 | | | | 507 |
| Carga instalada | 228,4 kW | | | | | | | |
| Demanda (fatores gerais da ND-5.1) | 166,5 kW = 181,0 kVA (475 A) | | | | | | | |
| Entrada de energia | CEMIG, tipo F: baixa tensão 127/220 V, ramal subterrâneo e medição indireta | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pré-dimensionamento da entrada | disjuntor de 500 A; 2 × 240 mm² por fase; TC 600/5 A — a confirmar com a CEMIG | | | | | | | |

# PROJETOS DE INSTALAÇÕES — RESUMO DOS QUANTITATIVOS

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG · Revisão 1, de 11/11/2026 (a climatização passou à revisão 1: nesta obra entram só os pontos de ar-condicionado; o reservatório elevado ficou com 18 m³ de consumo + 12 m³ de incêndio)

*Proprietária: Prefeitura Municipal de Perdigão – MG · Responsável técnica: Eng.ª Juliana Maciel Marinho Vecci – CREA-MG 202.696/D · ART a registrar no CREA-MG*

| Grandeza | Valor | Un. | De onde vem |
|---|---|---|---|
| **Hidrossanitário** | | | |
| Consumo diário | 24.0 | m³ | população de 240 pessoas × 100 L por dia |
| Reservatório elevado | 30.0 | m³ | 18 m³ de consumo + 12 m³ de incêndio |
| Cisterna | 10.75 | m³ | duas células |
| Pontos de consumo | 108 | pç | aba Hidrossanitário |
| Vazão das águas pluviais | 6,100 | L/min | 30 condutores e 4 redes até a Rua 08 |
| **Climatização** | | | |
| Aparelhos de ar-condicionado | 35 | cj | aba Climatização |
| Capacidade instalada | 915,000 | BTU/h | aba Climatização |
| Capacidade instalada | 76.3 | TR | 12.000 BTU/h = 1 TR |
| **Elétrico** | | | |
| Circuitos terminais | 161 | pç | aba Elétrico |
| Demanda | 181.0 | kVA | quadro de demanda do QGBT |
| **SPDA** | | | |
| Cabo de cobre nu 35 mm² (captação) | 470 | m | aba SPDA |
| Descidas naturais (pilares) | 46 | pç | armadura dos pilares |
| **Sistema fotovoltaico** | | | |
| Potência dos módulos | 46.80 | kWp | aba Fotovoltaico |
| Potência em corrente alternada | 42.0 | kW | aba Fotovoltaico |
| Geração anual estimada | 68,972 | kWh | aba Fotovoltaico |

*Como usar: as células de quantidade podem ser ajustadas; os subtotais e este resumo são fórmulas e se atualizam sozinhos.*

*A célula amarela (consumo anual estimado, na aba Fotovoltaico) é uma hipótese de projeto: troque pelo consumo real quando houver contas de energia.*

*Quantidades sem perdas. Conexões, fixações e miudezas não estão listadas item a item.*

# QUANTITATIVOS — PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

*Tubos pelo comprimento do projeto, sem perdas; conexões a levantar na obra (referência: 30 % do comprimento em peças).*

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | Observação |
|---|---|---|---|---|
| **Abastecimento: da rua ao barrilete (calculado à parte)** | | | | |
| 1 | Cavalete com hidrômetro (padrão COPASA) | cj | 1 | no alinhamento da Rua 09; medidor definido pela COPASA |
| 2 | Tubo PVC soldável DE 32 — alimentador predial (rua → cisterna) | m | 10.0 | |
| 3 | Tubo PVC soldável DE 25 — ramal de jardim | m | 64.9 | ligado direto ao ramal da rua |
| 4 | Torneira de jardim com caixa de proteção | pç | 5 | |
| 5 | Cisterna de concreto armado, duas células de 1,40 × 2,40 × 1,60 m (úteis) | cj | 1 | volume útil de 10,75 m³ |
| 6 | concreto C30 da cisterna (paredes, fundo e tampa) | m³ | 6.60 | pré-dimensionamento; armadura pelo projeto estrutural |
| 7 | impermeabilização com argamassa polimérica (faces internas) | m² | 35.6 | |
| 8 | tampa de inspeção de 60 × 60 cm com rebordo, fecho e vedação | pç | 2 | |
| 9 | Torneira de boia DE 32 | pç | 2 | uma por célula |
| 10 | Tubo PVC soldável DE 60 — sucção | m | 6.0 | |
| 11 | Válvula de pé com crivo DE 60 | pç | 2 | |
| 12 | Bomba centrífuga de 1 cv, 4,8 m³/h a 19 mca, trifásica 220 V | pç | 2 | uma de reserva, com revezamento |
| 13 | Quadro de comando das bombas com chaves de nível (reservatório e cisterna) | cj | 1 | revezamento, proteção contra falta de água e alarmes |
| 14 | Tubo PVC soldável classe 15 DE 50 — recalque | m | 44.0 | inclui a subida no reservatório |
| 15 | Válvula de retenção e registro de gaveta DE 50 (saída de cada bomba) | cj | 2 | |
| 16 | Reservatório elevado metálico tipo taça de 30 m³, com 13 m de altura | pç | 1 | 18 m³ de consumo + 12 m³ de incêndio; escada, guarda-corpo e pintura |
| 17 | Tubo PVC soldável DE 75 — tronco de distribuição (reservatório → barrilete) | m | 52.0 | enterrado, com a subida até a cobertura |
| **Água fria na edificação (cálculo do programa)** | | | | |
| 18 | Tubo PVC soldável água fria DE 20 (½") | m | 376.9 | barrilete, colunas, ramais e sub-ramais |
| 19 | Tubo PVC soldável água fria DE 25 (¾") | m | 433.4 | barrilete, colunas, ramais e sub-ramais |
| 20 | Tubo PVC soldável água fria DE 32 (1") | m | 108.6 | barrilete, colunas, ramais e sub-ramais |
| 21 | Tubo PVC soldável água fria DE 40 (1¼") | m | 46.6 | barrilete, colunas, ramais e sub-ramais |

# QUANTITATIVOS — PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

*Tubos pelo comprimento do projeto, sem perdas; conexões a levantar na obra (referência: 30 % do comprimento em peças).*

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | Observação |
|---|---|---|---|---|
| | **Subtotal — tubos de água fria na edificação** | **m** | **965.5** | |
| 22 | Registro de gaveta | pç | 72 | início de cada coluna e de cada ramal |
| 23 | Registro de pressão | pç | 11 | chuveiros |
| **Aparelhos e louças** | | | | |
| 24 | Lavatório ou cuba | pç | 41 | |
| 25 | Bebedouro | pç | 6 | |
| 26 | Bacia sanitária com caixa acoplada | pç | 28 | |
| 27 | Chuveiro (10 elétricos e o de emergência do laboratório, sem aquecimento) | pç | 11 | |
| 28 | Mictório | pç | 9 | |
| 29 | Tanque | pç | 6 | |
| 30 | Ponto de máquina de lavar roupa | pç | 1 | |
| 31 | Pia industrial (cozinha e higienização) | pç | 4 | |
| 32 | Torneira (lava-pés) | pç | 2 | |
| | **Total de pontos de consumo** | **pç** | **108** | |
| **Esgoto sanitário e ventilação (cálculo do programa)** | | | | |
| 33 | Tubo PVC esgoto DN 100 | m | 149.7 | |
| 34 | Tubo PVC esgoto DN 100 (coletores) | m | 76.9 | |
| 35 | Tubo PVC esgoto DN 100 (tubo de queda) | m | 8.6 | |
| 36 | Tubo PVC esgoto DN 150 (coletores) | m | 64.8 | |
| 37 | Tubo PVC esgoto DN 40 | m | 33.3 | |
| 38 | Tubo PVC esgoto DN 40 (ramais de descarga) | m | 105.6 | |
| 39 | Tubo PVC esgoto DN 40 (tubo de queda) | m | 12.9 | |
| 40 | Tubo PVC esgoto DN 50 | m | 4.6 | |
| 41 | Tubo PVC esgoto DN 50 (tubo de queda) | m | 4.3 | |
| 42 | Tubo PVC esgoto DN 75 | m | 33.9 | |

# QUANTITATIVOS — PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

*Tubos pelo comprimento do projeto, sem perdas; conexões a levantar na obra (referência: 30 % do comprimento em peças).*

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | Observação |
|---|---|---|---|---|
| 43 | Tubo PVC ventilação DN 40 | m | 41.2 | |
| 44 | Tubo PVC ventilação DN 50 | m | 117.0 | |
| 45 | Tubo PVC ventilação DN 75 | m | 61.1 | |
| | **Subtotal — tubos de esgoto e ventilação** | **m** | **713.9** | |
| 46 | Caixa sifonada | pç | 26 | |
| 47 | Caixa de inspeção de 60 × 60 cm | pç | 19 | tampa hermética nas caixas internas |
| 48 | Caixa de gordura especial de 460 L | pç | 1 | no passeio lateral, junto da cozinha |
| **Águas** | **pluviais** | | | |
| 49 | Calha de chapa galvanizada (desenvolvimento de 33 a 50 cm) | m | 286.3 | seções na prancha de cobertura |
| 50 | Condutor vertical de PVC DN 100 | m | 224.4 | 30 condutores |
| 51 | Caixa de areia de 60 × 60 cm com grelha (pé de cada condutor) | pç | 30 | |
| 52 | Tubo PVC DN 100 — ramais dos condutores até os coletores | m | 42.5 | |
| 53 | Tubo PVC para infraestrutura DN 150 — coletores pluviais | m | 27.2 | C4 |
| 54 | Tubo PVC para infraestrutura DN 250 — coletores pluviais | m | 123.3 | C1, C2, C3 |
| 55 | Caixa de passagem com queda (fim de cada coletor) | pç | 4 | |
| 56 | Canaleta de concreto de 50 × 13 cm com tampa de chapa de aço xadrez (saída sob o passeio) | m | 15.9 | 4 saídas para a sarjeta da Rua 08 |

# QUANTITATIVOS — PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

*Aparelhos split hi-wall inverter (R-32, quente e frio, 220 V). Linhas pelo comprimento do projeto, sem perdas.*

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | BTU/h (unit.) | Observação |
|---|---|---|---|---|---|
| **Aparelhos** | | | | | |
| 1 | Conjunto split hi-wall inverter de 9.000 BTU/h (evaporadora e condensadora) | cj | 1 | 9,000 | AC-10 |
| 2 | Conjunto split hi-wall inverter de 18.000 BTU/h (evaporadora e condensadora) | cj | 1 | 18,000 | AC-02 |
| 3 | Conjunto split hi-wall inverter de 24.000 BTU/h (evaporadora e condensadora) | cj | 21 | 24,000 | AC-01, AC-03, AC-04, AC-05, AC-06, AC-07 … |
| 4 | Conjunto split hi-wall inverter de 30.000 BTU/h (evaporadora e condensadora) | cj | 8 | 30,000 | AC-15, AC-16, AC-22, AC-23, AC-24, AC-25 … |
| 5 | Conjunto split hi-wall inverter de 36.000 BTU/h (evaporadora e condensadora) | cj | 4 | 36,000 | AC-11, AC-12, AC-13, AC-14 |
| | **Total de aparelhos** | **cj** | **35** | | |
| | **Capacidade instalada** | **BTU/h** | **915,000** | | **12.000 BTU/h = 1 TR** |
| **Linhas, drenos e alimentação** | | | | | |
| 6 | Linha frigorígena de cobre 3/8" e 5/8" (líquido e sucção), isolada | m | 195.3 | | comprimento de linha (os dois tubos correm juntos) |
| 7 | Linha frigorígena de cobre 1/4" e 1/2" (líquido e sucção), isolada | m | 8.3 | | comprimento de linha (os dois tubos correm juntos) |
| 8 | Linha frigorígena de cobre 1/4" e 3/8" (líquido e sucção), isolada | m | 5.9 | | comprimento de linha (os dois tubos correm juntos) |
| 9 | Cabo PP de interligação 4 × 1,5 mm² | m | 209.5 | | |
| 10 | Dreno de PVC DN 25 com sifão | m | 253.0 | | até o ralo ou a rede pluvial |
| 11 | Tubo-camisa de PVC DN 100 com curva de 180° (passagem pela laje e pelo telhado) | pç | 35 | | pode ser comum a aparelhos vizinhos |
| 12 | Coxim antivibração de borracha | pç | 140 | | 4 por condensadora |
| **Faixa técnica na cobertura** | | | | | |
| 13 | Plataforma de grade metálica galvanizada de 1,20 m (faixa técnica), com pontaletes e rufos | m | 57.0 | | 5 trechos; projeto de fabricação pelo fornecedor |
| 14 | Passarela técnica de grade metálica de 0,80 m (liga as faixas) | m | 20.2 | | 3 trechos |

# QUANTITATIVOS — PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

*Aparelhos split hi-wall inverter (R-32, quente e frio, 220 V). Linhas pelo comprimento do projeto, sem perdas.*

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | BTU/h (unit.) | Observação |
|---|---|---|---|---|---|
| 15 | Alçapão de 0,80 × 0,80 m com escada de marinheiro | cj | 1 | | acesso pelo DML do pavimento superior |
| 16 | Ponto de ancoragem para cinto de segurança (NR-35) | pç | 10 | | dois por faixa |
| **Renovação de ar** | | | | | |
| 17 | Ventilador em linha com veneziana, tela e filtro G4 | pç | 14 | | 12 ambientes; vazões no quadro da prancha de detalhes |

# QUANTITATIVOS — PROJETO DE SPDA

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

*Nível de proteção IV (NBR 5419:2026). Cabos pelo comprimento do projeto, sem perdas.*

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | Observação |
|---|---|---|---|---|
| **Captação, descidas e aterramento (cálculo do programa)** | | | | |
| 1 | Cabo de cobre nu 35 mm² — captação (perímetro e malha) | m | 307.6 | |
| 2 | Minicaptor de 30 cm | pç | 27 | |
| 3 | Suporte isolador para cabo (a cada 1,00 m) | pç | 308 | |
| 4 | Ligação do condutor de captação à armadura do pilar (descida natural) | pç | 46 | barra de aço galvanizado Ø 10 mm e conector |
| 5 | Cabo de cobre nu 50 mm² — anel de aterramento | m | 214.8 | a 0,50 m de profundidade |
| 6 | Cabo de cobre nu 50 mm² — ligações dos pilares ao anel | m | 160.6 | |
| 7 | Haste cobreada Ø 5/8" × 2,40 m | pç | 46 | |
| 8 | Caixa de inspeção Ø 30 cm com tampa | pç | 46 | |
| 9 | Solda exotérmica | pç | 146 | |
| 10 | Barra de equipotencialização principal (BEP) | pç | 1 | junto do QGBT |
| **Captação complementar (calculada à parte)** | | | | |
| 11 | Cabo de cobre nu 35 mm² — cumeeiras, platibanda do fundo e ligações | m | 162 | 130,7 m de projeto + 10 % de ligações + 3 m por mastro |
| 12 | Minicaptor de 60 cm com base | pç | 18 | nas cumeeiras |
| 13 | Mastro captor de 3,00 m com base e fixação | pç | 6 | junto das faixas técnicas |
| 14 | Suporte isolador para cabo (a cada 1,00 m) | pç | 144 | |
| 15 | Cabo de cobre isolado 16 mm² verde — equipotencialização das massas da cobertura | m | 54 | 18 ligações de 3 m |
| 16 | Conector de aperto | pç | 54 | |
| 17 | Aterramento do reservatório elevado (2 hastes e 12 m de cabo de cobre nu 50 mm²) | cj | 1 | ligado ao anel em dois pontos |
| **Proteção contra surtos** | | | | |
| 18 | DPS classe I, 4 polos, 12,5 kA (10/350 µs) — entrada de energia | cj | 1 | no QGBT |
| 19 | DPS classe I+II, 3 polos — QDFV | cj | 1 | está na aba do sistema fotovoltaico |
| 20 | DPS classe II nos quadros de distribuição | cj | 12 | estão na lista de materiais elétricos |
| | **Total de cabo de cobre nu 35 mm²** | **m** | **469.6** | |

# QUANTITATIVOS — SISTEMA FOTOVOLTAICO

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

*Microgeração ligada à rede, com microinversores. Cabos pelo comprimento do projeto, sem perdas.*

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | Dado unitário | Observação |
|---|---|---|---|---|---|
| **Geração** | | | | | |
| 1 | Módulo fotovoltaico monocristalino tipo N de 585 Wp (2278 × 1134 × 30 mm) | pç | 80 | 585 | Wp por módulo; campo A: 36, campo B: 28, campo C: 9, campo D: 7 |
| 2 | Microinversor de 4 entradas, 2.000 W, 220 V, IP67 | pç | 21 | 2,000 | W por microinversor |
| | **Potência dos módulos** | **kWp** | **46.80** | | |
| | **Potência em corrente alternada** | **kW** | **42.0** | | **microgeração (até 75 kW)** |
| 3 | Sistema de monitoramento (concentrador de dados com acesso à internet) | cj | 1 | | |
| **Estrutura de fixação** | | | | | |
| 4 | Trilho de alumínio anodizado para módulos | m | 191 | | 2 por coluna de módulos; projeto do fornecedor |
| 5 | Suporte com prisioneiro de aço inox M10 e vedação de EPDM | pç | 228 | | um a cada terça |
| 6 | Grampo intermediário ou final com arruela de aterramento | pç | 320 | | 4 por módulo |
| 7 | Terça de aço Ue 75 × 40 × 15 × 2,00 a acrescentar sob os campos, com pontaletes | m | 132 | | vão dos trilhos de até 1,20 m; conferir com a estrutura |
| **Corrente alternada: troncos, quadro e ligação ao QGBT** | | | | | |
| 8 | Cabo de cobre EPR/XLPE 0,6/1 kV de 25 mm² — tronco FV-A (3 fases) | m | 87 | 29 | comprimento do circuito na coluna E; disjuntor de 63 A |
| 9 | Cabo de cobre isolado verde de 16 mm² — PE do tronco FV-A | m | 29 | 29 | |
| 10 | Cabo de cobre EPR/XLPE 0,6/1 kV de 35 mm² — tronco FV-B (3 fases) | m | 141 | 47 | comprimento do circuito na coluna E; disjuntor de 50 A |
| 11 | Cabo de cobre isolado verde de 16 mm² — PE do tronco FV-B | m | 47 | 47 | |
| 12 | Cabo de cobre EPR/XLPE 0,6/1 kV de 10 mm² — tronco FV-C (3 fases) | m | 84 | 28 | comprimento do circuito na coluna E; disjuntor de 20 A |
| 13 | Cabo de cobre isolado verde de 10 mm² — PE do tronco FV-C | m | 28 | 28 | |
| 14 | Cabo de cobre EPR/XLPE 0,6/1 kV de 10 mm² — tronco FV-D (3 fases) | m | 126 | 42 | comprimento do circuito na coluna E; disjuntor de 20 A |
| 15 | Cabo de cobre isolado verde de 10 mm² — PE do tronco FV-D | m | 42 | 42 | |
| 16 | Cabo de cobre EPR/XLPE 0,6/1 kV de 50 mm² — QDFV ao QGBT (3 fases) | m | 12 | 4 | |
| 17 | Cabo de cobre isolado verde de 25 mm² — PE do QDFV ao QGBT | m | 4 | 4 | |

# QUANTITATIVOS — SISTEMA FOTOVOLTAICO

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

*Microgeração ligada à rede, com microinversores. Cabos pelo comprimento do projeto, sem perdas.*

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | Dado unitário | Observação |
|---|---|---|---|---|---|
| 18 | Cabo-tronco com conectores de derivação para microinversores | pç | 21 | | um conector por microinversor |
| 19 | Eletrocalha metálica perfurada de 100 × 50 mm com tampa | m | 116 | | junto das cumeeiras e das faixas técnicas |
| 20 | QDFV: quadro com seccionadora geral 3P de 125 A, DPS 3P classe I+II e 4 disjuntores 3P (63, 50, 20, 20 A) | cj | 1 | | no arquivo, ao lado do QGBT |
| 21 | Disjuntor tripolar de 125 A no QGBT (saída para o QDFV) | pç | 1 | | ocupa uma das reservas |
| 22 | Cabo de cobre isolado verde de 6 mm² — equipotencialização de molduras e trilhos | m | 153 | | |
| 23 | Placa de sinalização (padrão de entrada, QGBT e QDFV) | pç | 3 | | textos na prancha do diagrama unifilar |
| **Geração estimada (kWh)** | | | | | |
| 24 | Geração de janeiro | kWh | 6,078 | 5.3 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 25 | Geração de fevereiro | kWh | 5,996 | 5.8 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 26 | Geração de março | kWh | 5,827 | 5.1 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 27 | Geração de abril | kWh | 5,626 | 5.1 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 28 | Geração de maio | kWh | 5,236 | 4.6 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 29 | Geração de junho | kWh | 4,950 | 4.5 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 30 | Geração de julho | kWh | 5,233 | 4.6 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 31 | Geração de agosto | kWh | 6,036 | 5.3 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 32 | Geração de setembro | kWh | 6,074 | 5.5 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 33 | Geração de outubro | kWh | 6,406 | 5.6 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 34 | Geração de novembro | kWh | 5,658 | 5.1 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| 35 | Geração de dezembro | kWh | 5,852 | 5.1 | irradiação horizontal (kWh/m².dia) na coluna E |
| | **Geração anual estimada** | **kWh** | **68,972** | | **rendimento global (PR) de 80 %** |
| | **Consumo anual estimado da escola** | **kWh** | **107,828** | | **estimativa de projeto; refazer com as contas reais** |
| | **Parcela do consumo coberta pela geração** | **%** | **64%** | | |

# RESUMO — PROJETO ELÉTRICO

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

*A lista completa de materiais, por quadro, é a planilha gerada pelo programa (arquivo à parte). Aqui, os quadros e os alimentadores.*

| Quadro | Local | Pav. | Circuitos | Instalada (kW) | Demanda (kVA) | Disjuntor (A) | Alimentador (mm²) | Compr. (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| QDC-IL1 | Circulação lateral | Tér. | 17 | 21.9 | 23.8 | 63 | 35 | 44 |
| QDC-IL2 | Arquivo e almoxarifado | Tér. | 9 | 5.8 | 6.0 | 16 | 3 | 9 |
| QDC-COZ | Refeitório | Tér. | 13 | 9.0 | 8.3 | 25 | 16 | 48 |
| QDC-IL4 | Circulação lateral | Sup. | 19 | 18.1 | 18.7 | 50 | 16 | 17 |
| QDC-IL5 | Galeria (direita) | Sup. | 20 | 13.6 | 13.9 | 40 | 35 | 62 |
| QDC-IL6 | Depósito de material esportivo | Tér. | 22 | 43.0 | 33.0 | 100 | 95 | 80 |
| QDC-IL7 | Circulação de serviço | Tér. | 26 | 30.2 | 28.6 | 80 | 70 | 71 |
| QDC-AC1 | Circulação lateral | Tér. | 6 | 13.1 | 14.2 | 40 | 16 | 46 |
| QDC-AC2 | Arquivo e almoxarifado | Tér. | 4 | 7.7 | 8.4 | 25 | 3 | 9 |
| QDC-AC3 | Refeitório | Tér. | 4 | 13.7 | 14.9 | 40 | 16 | 42 |
| QDC-AC4 | Circulação lateral | Sup. | 10 | 25.7 | 27.9 | 80 | 25 | 16 |
| QDC-AC5 | Galeria (direita) | Sup. | 11 | 26.8 | 29.1 | 80 | 50 | 63 |
| **Total** | **12 quadros de distribuição + QGBT** | | **161** | **228.4** | | | | **507** |

**Carga instalada** 228,4 kW

**Demanda (fatores gerais da ND-5.1)** 166,5 kW = 181,0 kVA (475 A)

**Entrada de energia** CEMIG, tipo F: baixa tensão 127/220 V, ramal subterrâneo e medição indireta

**Pré-dimensionamento da entrada** disjuntor de 500 A; 2 × 240 mm² por fase; TC 600/5 A — a confirmar com a CEMIG

# MEMORIAL DE CÁLCULO

Climatização

**Obra:**

**Escola Municipal de Tempo Integral - Jardim Real**

Perdigão - MG

Área: 1.946,68 m²

**Responsável técnica:**

Juliana Maciel Marinho Vecci

Engenheira – CREA-MG 202.696/D

Novembro de 2026

# Sumário

PARÂMETROS GERAIS....3
NOTAS GERAIS....4
1. SALA DOS PROFESSORES (COM COPA)....6
2. SALA DE ACOLHIMENTO....7
3. PRÉ-ESCOLA 1 (1º PERÍODO)....8
4. PRÉ-ESCOLA 2 (2º PERÍODO)....9
5. SECRETARIA....10
6. RECEPÇÃO....11
7. DIRETORIA....12
8. SUPERVISÃO E COORDENAÇÃO PEDAGÓGICA....13
9. REFEITÓRIO....14
10. LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS E OFICINA....16
11. SALA 05 (5º ANO)....17
12. SALA DE RECURSOS MULTIFUNCIONAIS (AEE) E MULTISSENSORIAL....18
13. SALA 06 (MULTIUSO: CINEMA, AUDITÓRIO E REFORÇO)....19
14. BIBLIOTECA....20
15. LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA E ROBÓTICA....21
16. SALA 01 (1º ANO)....22
17. SALA 02 (2º ANO)....23
18. SALA 03 (3º ANO)....24
19. SALA 04 (4º ANO)....25
20. RESUMO DA CARGA TÉRMICA E DOS EQUIPAMENTOS....26
21. CÁLCULO DO PESO DOS EQUIPAMENTOS....26
22. ADEQUAÇÃO DA ESTRUTURA PARA SUA FIXAÇÃO E POSICIONAMENTO 28
OBSERVAÇÕES....29

## PARÂMETROS GERAIS

- Localização: Perdigão - MG.
- Temperatura de bulbo seco externa: 32,9 °C (frequência anual de 1%).
- Temperatura de bulbo úmido externa (coincidente): 21,7 °C.
- Temperatura de conforto interna: 24,0 °C, com 50% de umidade relativa.
- Amplitude térmica diária: 11,2 K; latitude 19,94° S; altitude 810 m; mês de projeto (mais quente): fevereiro.
- Fonte dos dados climáticos: Normais Climatológicas do INMET 1981–2010, estação DIVINOPOLIS (83635), a 33 km. Critério: TBS de projeto de 1% (≈ 88 h/ano acima) estimada pela distribuição das temperaturas máximas diárias das Normais Climatológicas do INMET 1981–2010 (médias mensais e números de dias com máxima ≥ 25, 30, 35 e 40 °C); TBU coincidente pelo ponto de orvalho médio do mês mais quente menos 1 °C; amplitude diária igual a 0,85 × (média das máximas − média das mínimas) do mês mais quente; valores interpolados de 4 estações do INMET (pesos pelo inverso do quadrado da distância, a mais próxima é DIVINOPOLIS, a 33 km) com correção de altitude de 0,6 °C por 100 m.
- Horário de cálculo: de 8 h às 18 h (hora solar), com o pico de cada ambiente na maior soma horária das parcelas.
- Fator de segurança sobre a carga de pico: 10%.

### Envoltória e cargas internas

- Paredes externas: tijolo cerâmico 6 furos deitado, 19 cm, com U = 2,02 W/m².K e cor média.
- Paredes internas (divisas com ambientes não climatizados): tijolo cerâmico 6 furos, 14 cm, rebocado, com U = 2,48 W/m².K.
- Cobertura: telha termoacústica (sanduíche 30 mm de EPS) + laje mista 12 cm, com U = 0,79 W/m².K; lajes entre pavimentos com U = 2,30 W/m².K.
- Janelas: vidro simples incolor 6 mm, com U = 5,68 W/m².K; sem proteção.
- Iluminação: potência das luminárias do projeto elétrico de cada ambiente.

- Equipamentos: conforme o uso de cada ambiente (ou o valor informado no projeto).
- Insolação: conforme a orientação das fachadas na planta (norte a 74° do eixo vertical do desenho).
- População: conforme o projeto arquitetônico (ocupação informada) ou a densidade de ocupação do uso.

**NOTAS GERAIS**

- Todos os equipamentos devem possuir direcionadores de ar ajustados para o teto, a fim de evitar o jato de ar direto sobre os alunos e usuários.
- Todos os equipamentos devem ser instalados conforme o manual do fabricante, que deve acompanhar este memorial na execução.
- Todos os ambientes com taxa de renovação de ar exterior inferior a 3 trocas por hora são dispensados de equipamentos para renovação de ar, uma vez que as próprias aberturas das esquadrias suprem essa demanda; nos demais, e nos ambientes sem janelas, prevê-se ventilador de ar exterior com filtro.
- A vazão de ar exterior segue NBR 16401-3:2008 (nível 1), com as vazões por pessoa e por área de cada uso, ou 27 $m^3/h$ por pessoa quando maior; a carga do ar exterior entra no total de cada ambiente, qualquer que seja o meio de suprimento.
- Método: carga térmica hora a hora no dia de projeto (NBR 16401-1): paredes e cobertura pela temperatura sol-ar e pela resposta periódica de cada construção (NBR 15220 e ISO 13786), janelas pela condução e pelo ganho solar de céu claro (ASHRAE), divisas com ambientes não climatizados, pessoas, iluminação, equipamentos e ar exterior (psicrometria ASHRAE).
- Parcelas nulas indicam que a divisa não troca calor na condição de projeto (ambiente climatizado vizinho ou piso sobre o solo, mais frio que o ambiente no verão).

- A capacidade nominal instalada em cada ambiente é igual ou maior que a carga de pico acrescida do fator de segurança.
- Os equipamentos de referência podem ser substituídos por equivalentes técnicos, mantidas a capacidade, a vazão de ar, o fluido refrigerante e a tecnologia inverter.
- Os gráficos mostram a carga térmica de cada ambiente hora a hora no dia de projeto: fora do horário de uso restam só as parcelas da envoltória.

## 1. SALA DOS PROFESSORES (COM COPA)

- Tamanho: 23,71 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 77,8 m³).
- Ocupação: 6 pessoas.
- Fachadas: O com 0,15 m; S com 6,72 m (10,80 m² de janelas); E com 3,53 m (5,40 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 9 h):

- Parede externa:.....32 W
- Teto:.....0 W
- Janelas:.....4.191 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....162 W
- Iluminação:.....216 W
- Equipamentos elétricos:.....360 W
- Pessoas (sensível / latente):.....420 W / 270 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....52 W / 417 W

**Total = 6,1 kW / 20.885 BTU/h** (sensível 5.434 W e latente 687 W); com o fator de segurança de 10%: **22.974 BTU/h** (1,91 TR).

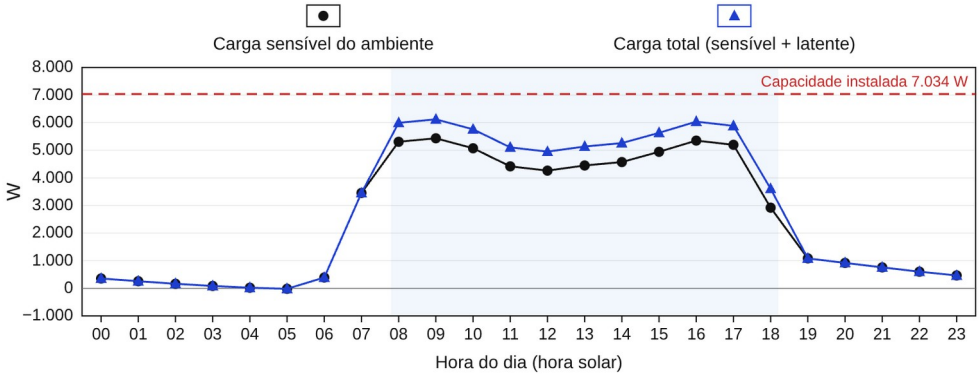
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 1 unidade de 24.000 BTU/h.
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-01.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 162 m³/h (2,1 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Não (2,1 trocas/h < 3).

Figura 1 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Sala dos professores (com copa)




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 9 h.

## 2. SALA DE ACOLHIMENTO

- Tamanho: 15,13 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 49,6 m³).
- Ocupação: 2 pessoas.
- Fachadas: E com 2,25 m (3,60 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 8 h):

- Parede externa:.....3 W
- Teto:.....0 W
- Janelas:.....2.292 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....431 W
- Iluminação:.....216 W
- Equipamentos elétricos:.....300 W
- Pessoas (sensível / latente):.....150 W / 110 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....−9 W / 139 W

**Total = 3,6 kW / 12.393 BTU/h** (sensível 3.383 W e latente 249 W); com o fator de segurança de 10%: **13.632 BTU/h** (1,14 TR).

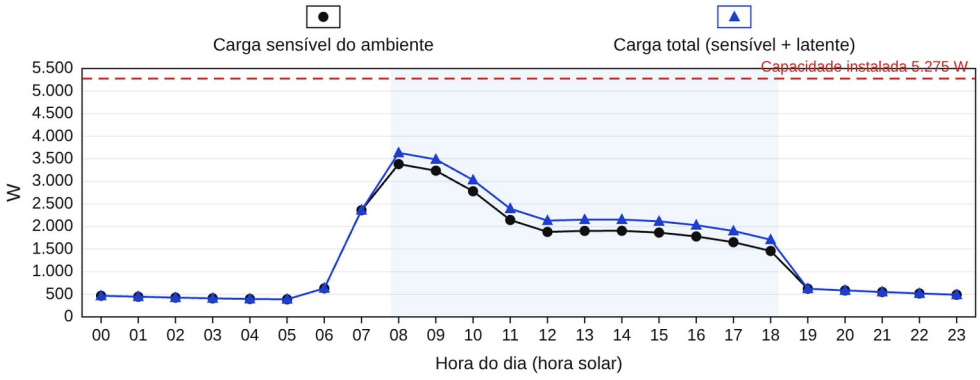
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 1 unidade de 18.000 BTU/h.
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 18.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-02.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 54 m³/h (1,1 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Não (1,1 trocas/h < 3).

Figura 2 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Sala de acolhimento




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 8 h.

## 3. PRÉ-ESCOLA 1 (1º PERÍODO)

- Tamanho: 48,42 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 158,8 m³).
- Ocupação: 27 pessoas.
- Fachadas: O com 0,15 m; S com 7,20 m (9,66 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 16 h):

- Parede externa:.....253 W
- Teto:.....0 W
- Janelas:.....2.422 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....984 W
- Iluminação:.....288 W
- Equipamentos elétricos:.....350 W
- Pessoas (sensível / latente):.....1.890 W / 1.215 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....2.133 W / 1.878 W

**Total = 11,4 kW / 38.944 BTU/h** (sensível 8.321 W e latente 3.093 W); com o fator de segurança de 10%: **42.838 BTU/h** (3,57 TR).

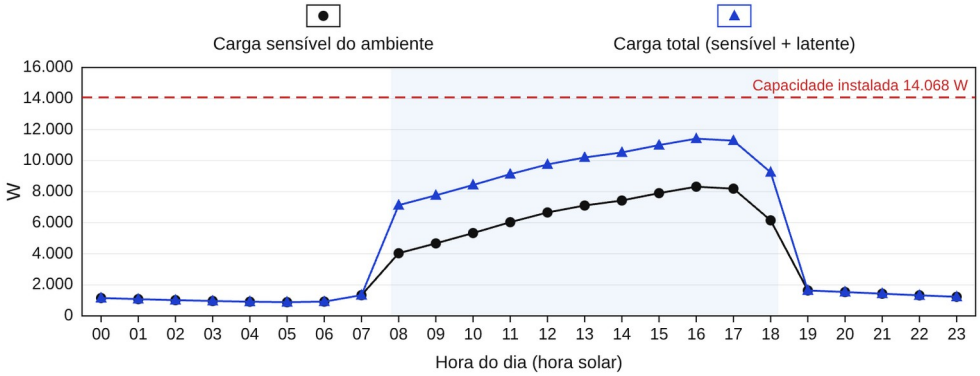
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 2 unidades de 24.000 BTU/h (total 48.000 BTU/h).
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-03 e AC-04.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 729 m³/h (4,6 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Sim, ventilador com filtro G4 (4,6 trocas/h ≥ 3).

Figura 3 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Pré-escola 1 (1º período)




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 16 h.

## 4. PRÉ-ESCOLA 2 (2º PERÍODO)

- Tamanho: 48,25 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 158,3 m³).
- Ocupação: 27 pessoas.
- Fachadas: N com 0,15 m; O com 6,73 m; S com 7,18 m (9,66 m² de janelas); E com 0,15 m.

**Carga térmica** (pico às 17 h):

- Parede externa:.....1.045 W
- Teto:.....0 W
- Janelas:.....2.437 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....653 W
- Iluminação:.....288 W
- Equipamentos elétricos:.....350 W
- Pessoas (sensível / latente):.....1.890 W / 1.215 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....1.938 W / 1.878 W

**Total = 11,7 kW / 39.898 BTU/h** (sensível 8.600 W e latente 3.093 W); com o fator de segurança de 10%: **43.887 BTU/h** (3,66 TR).

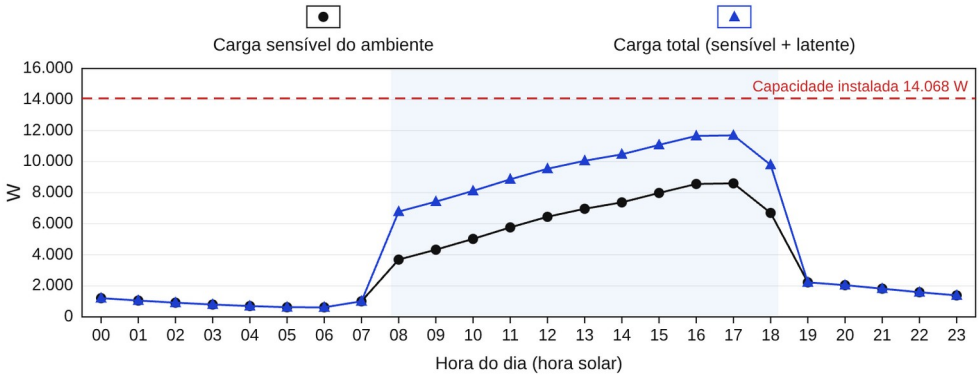
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 2 unidades de 24.000 BTU/h (total 48.000 BTU/h).
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-05 e AC-06.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 729 m³/h (4,6 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Sim, ventilador com filtro G4 (4,6 trocas/h ≥ 3).

Figura 4 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Pré-escola 2 (2º período)




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 17 h.

## 5. SECRETARIA

- Tamanho: 20,91 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 68,6 m³).
- Ocupação: 3 pessoas.
- Fachadas: E com 4,95 m (5,40 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 8 h):

- Parede externa:.....9 W
- Teto:.....0 W
- Janelas:.....3.439 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....440 W
- Iluminação:.....288 W
- Equipamentos elétricos:.....450 W
- Pessoas (sensível / latente):.....225 W / 165 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....−14 W / 209 W

**Total = 5,2 kW / 17.779 BTU/h** (sensível 4.837 W e latente 374 W); com o fator de segurança de 10%: **19.557 BTU/h** (1,63 TR).

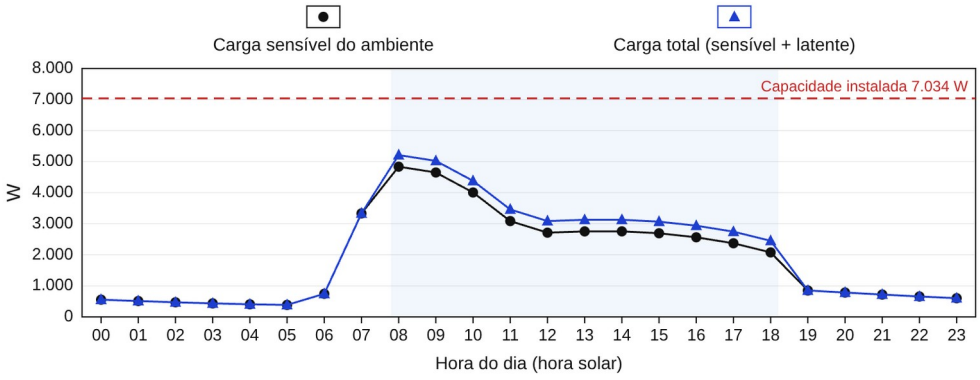
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 1 unidade de 24.000 BTU/h.
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-07.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 81 m³/h (1,2 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Não (1,2 trocas/h < 3).

Figura 5 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Secretaria




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 8 h.

## 6. RECEPÇÃO

- Tamanho: 22,74 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 74,6 m³).
- Ocupação: 7 pessoas.
- Fachadas: N com 0,15 m; S com 0,15 m; O com 0,15 m; E com 4,05 m (4,67 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 8 h):

- Parede externa:.....6 W
- Teto:.....0 W
- Janelas:.....2.977 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....300 W
- Iluminação:.....216 W
- Equipamentos elétricos:.....150 W
- Pessoas (sensível / latente):.....525 W / 385 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....−33 W / 487 W

**Total = 5,0 kW / 17.103 BTU/h** (sensível 4.141 W e latente 872 W); com o fator de segurança de 10%: **18.813 BTU/h** (1,57 TR).

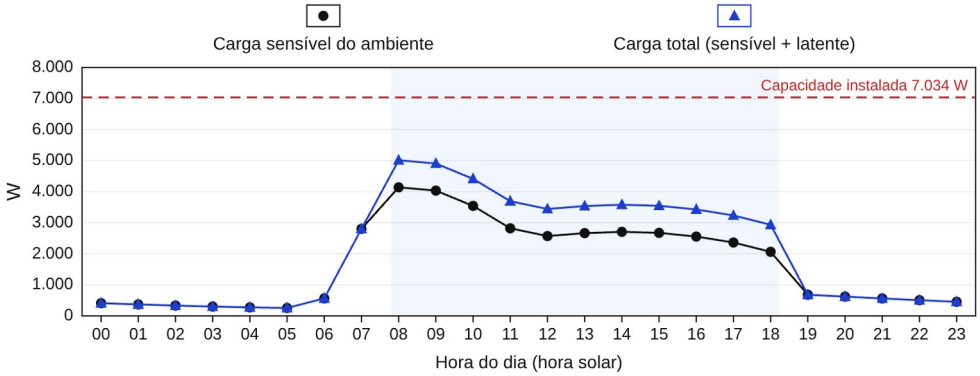
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 1 unidade de 24.000 BTU/h.
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-08.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 189 m³/h (2,5 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Não (2,5 trocas/h < 3).

Figura 6 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Recepção




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 8 h.

## 7. DIRETORIA

- Tamanho: 18,38 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 60,3 m³).
- Ocupação: 3 pessoas.
- Fachadas: E com 4,35 m (5,40 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 8 h):

- Parede externa:.....7 W
- Teto:.....249 W
- Janelas:.....3.439 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....0 W
- Iluminação:.....216 W
- Equipamentos elétricos:.....450 W
- Pessoas (sensível / latente):.....225 W / 165 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....−14 W / 209 W

**Total = 4,9 kW / 16.876 BTU/h** (sensível 4.572 W e latente 374 W); com o fator de segurança de 10%: **18.564 BTU/h** (1,55 TR).

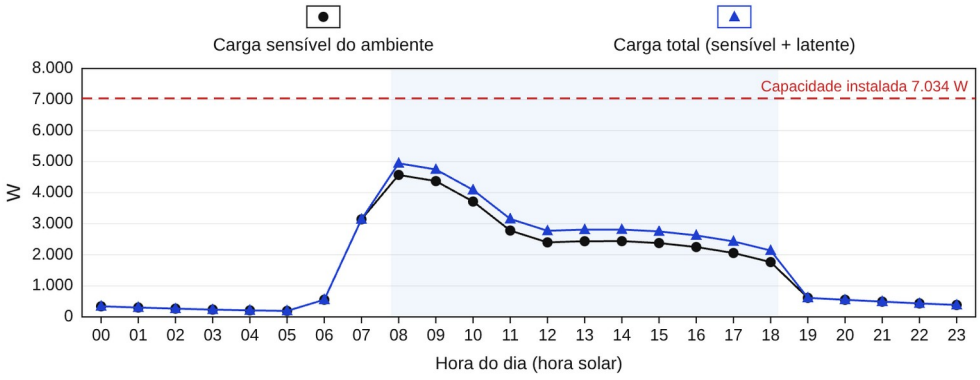
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 1 unidade de 24.000 BTU/h.
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-09.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 81 m³/h (1,3 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Não (1,3 trocas/h < 3).

Figura 7 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Diretoria




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 8 h.

## 8. SUPERVISÃO E COORDENAÇÃO PEDAGÓGICA

- Tamanho: 10,22 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 33,5 m³).
- Ocupação: 1 pessoa.
- Fachadas: sem parede externa.

**Carga térmica** (pico às 15 h):

- Parede externa:.....0 W
- Teto:.....139 W
- Janelas:.....0 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....209 W
- Iluminação:.....144 W
- Equipamentos elétricos:.....150 W
- Pessoas (sensível / latente):.....75 W / 55 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....82 W / 70 W

**Total = 0,9 kW / 3.150 BTU/h** (sensível 799 W e latente 125 W); com o fator de segurança de 10%: **3.465 BTU/h** (0,29 TR).

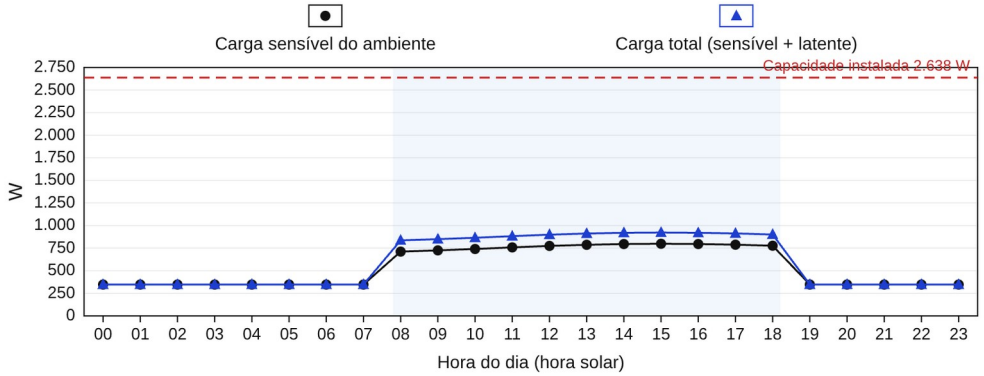
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 1 unidade de 9.000 BTU/h.
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 9.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-10.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 27 m³/h (0,8 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Sim, ventilador com filtro G4 (ambiente sem janelas: ventilador de ar exterior com filtro).

Figura 8 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Supervisão e coordenação pedagógica




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 15 h.

## 9. REFEITÓRIO

- Tamanho: 121,89 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 399,8 m³).
- Ocupação: 81 pessoas.
- Fachadas: N com 18,13 m (29,92 m² de janelas); O com 0,15 m; S com 0,30 m; E com 6,73 m (13,20 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 10 h):

- Parede externa:.....225 W
- Teto:.....0 W
- Janelas:.....12.750 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....855 W
- Iluminação:.....432 W
- Equipamentos elétricos:.....300 W
- Pessoas (sensível / latente):.....6.480 W / 6.480 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....1.964 W / 5.634 W

**Total = 35,1 kW / 119.830 BTU/h** (sensível 23.006 W e latente 12.114 W); com o fator de segurança de 10%: **131.813 BTU/h** (10,98 TR).

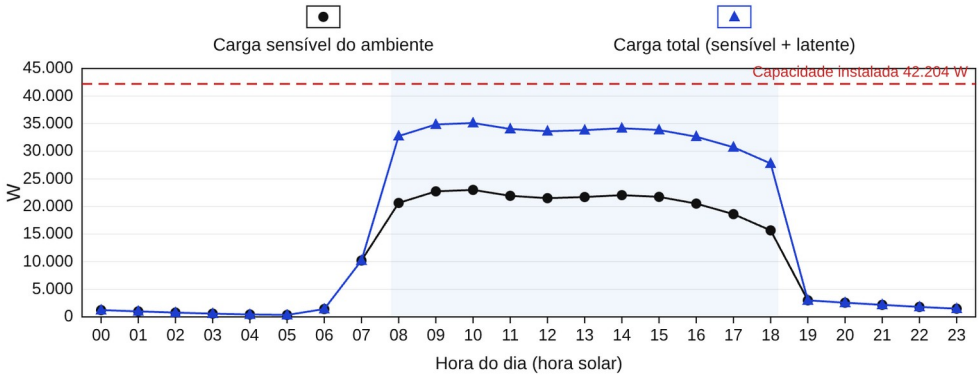
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 4 unidades de 36.000 BTU/h (total 144.000 BTU/h).
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 36.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-11 a AC-14.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 2.187 m³/h (5,5 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Sim, ventilador com filtro G4 (5,5 trocas/h ≥ 3).

Figura 9 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Refeitório




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 10 h.

## 10. LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS E OFICINA

- Tamanho: 39,85 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 130,7 m³).
- Ocupação: 26 pessoas.
- Fachadas: O com 0,15 m; S com 6,72 m (10,80 m² de janelas); E com 5,92 m (9,00 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 16 h):

- Parede externa:.....477 W
- Teto:.....363 W
- Janelas:.....3.781 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....600 W
- Iluminação:.....432 W
- Equipamentos elétricos:.....398 W
- Pessoas (sensível / latente):.....1.950 W / 1.430 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....2.054 W / 1.809 W

**Total = 13,3 kW / 45.357 BTU/h** (sensível 10.055 W e latente 3.239 W); com o fator de segurança de 10%: **49.893 BTU/h** (4,16 TR).

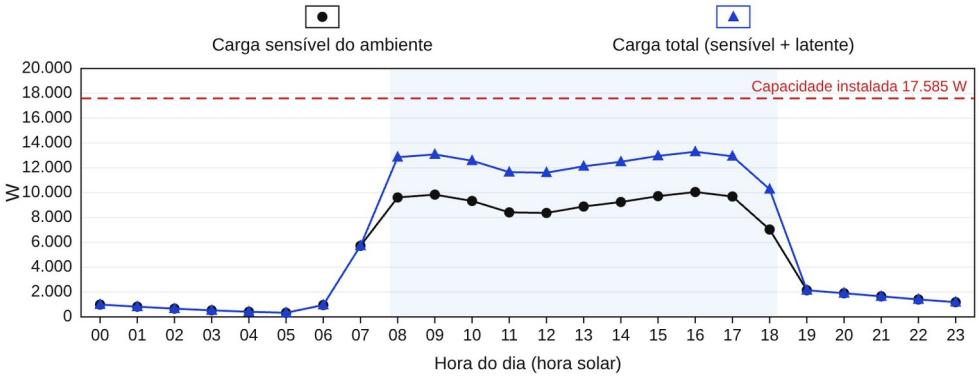
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 2 unidades de 30.000 BTU/h (total 60.000 BTU/h).
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 30.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-15 e AC-16.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 702 m³/h (5,4 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Sim, ventilador com filtro G4 (5,4 trocas/h ≥ 3).

Figura 10 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Laboratório de ciências e oficina




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 16 h.

## 11. SALA 05 (5º ANO)

- Tamanho: 48,42 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 158,8 m³).
- Ocupação: 26 pessoas.
- Fachadas: S com 7,20 m (11,52 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 16 h):

- Parede externa:.....209 W
- Teto:.....441 W
- Janelas:.....2.889 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....668 W
- Iluminação:.....288 W
- Equipamentos elétricos:.....350 W
- Pessoas (sensível / latente):.....1.820 W / 1.170 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....2.054 W / 1.809 W

**Total = 11,7 kW / 39.912 BTU/h** (sensível 8.719 W e latente 2.979 W); com o fator de segurança de 10%: **43.904 BTU/h** (3,66 TR).

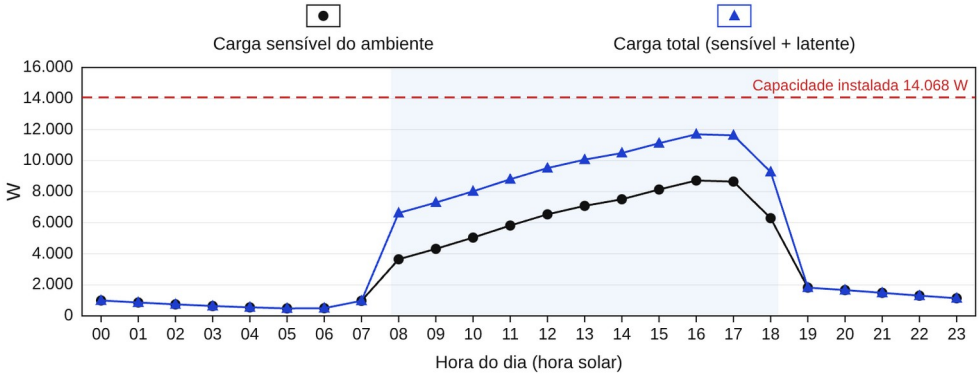
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 2 unidades de 24.000 BTU/h (total 48.000 BTU/h).
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-17 e AC-18.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 702 m³/h (4,4 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Sim, ventilador com filtro G4 (4,4 trocas/h ≥ 3).

Figura 11 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Sala 05 (5º ano)




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 16 h.

## 12. SALA DE RECURSOS MULTIFUNCIONAIS (AEE) E MULTISSENSORIAL

- Tamanho: 23,20 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 76,1 m³).
- Ocupação: 6 pessoas.
- Fachadas: S com 3,45 m (5,40 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 16 h):

- Parede externa:.....102 W
- Teto:.....211 W
- Janelas:.....1.354 W
- Piso:.....457 W
- Parede interna:.....166 W
- Iluminação:.....288 W
- Equipamentos elétricos:.....900 W
- Pessoas (sensível / latente):.....450 W / 330 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....474 W / 417 W

**Total = 5,1 kW / 17.570 BTU/h** (sensível 4.402 W e latente 747 W); com o fator de segurança de 10%: **19.327 BTU/h** (1,61 TR).

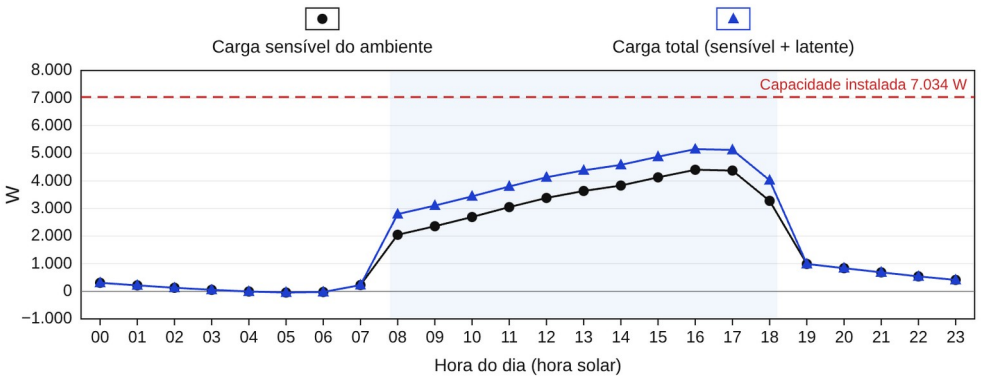
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 1 unidade de 24.000 BTU/h.
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-19.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 162 m³/h (2,1 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Não (2,1 trocas/h < 3).

Figura 12 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Sala de recursos multifuncionais (AEE) e multissensorial




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 16 h.

## 13. SALA 06 (MULTIUSO: CINEMA, AUDITÓRIO E REFORÇO)

- Tamanho: 48,25 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 158,3 m³).
- Ocupação: 26 pessoas.
- Fachadas: N com 0,15 m; O com 6,73 m; S com 7,18 m (11,52 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 17 h):

- Parede externa:.....993 W
- Teto:.....498 W
- Janelas:.....2.906 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....337 W
- Iluminação:.....288 W
- Equipamentos elétricos:.....350 W
- Pessoas (sensível / latente):.....1.820 W / 1.170 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....1.866 W / 1.809 W

**Total = 12,0 kW / 41.071 BTU/h** (sensível 9.059 W e latente 2.979 W); com o fator de segurança de 10%: **45.178 BTU/h** (3,76 TR).

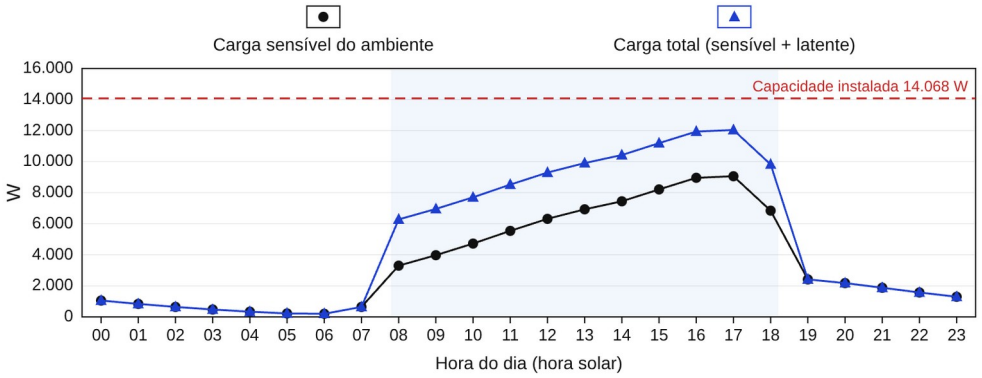
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 2 unidades de 24.000 BTU/h (total 48.000 BTU/h).
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-20 e AC-21.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 702 m³/h (4,4 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Sim, ventilador com filtro G4 (4,4 trocas/h ≥ 3).

Figura 13 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço)




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 17 h.

## 14. BIBLIOTECA

- Tamanho: 75,66 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 248,2 m³).
- Ocupação: 27 pessoas.
- Fachadas: E com 11,25 m (22,14 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 8 h):

- Parede externa:.....12 W
- Teto:.....−220 W
- Janelas:.....14.099 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....1.185 W
- Iluminação:.....720 W
- Equipamentos elétricos:.....300 W
- Pessoas (sensível / latente):.....1.890 W / 1.215 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....−127 W / 1.878 W

**Total = 21,0 kW / 71.493 BTU/h** (sensível 17.860 W e latente 3.093 W); com o fator de segurança de 10%: **78.642 BTU/h** (6,55 TR).

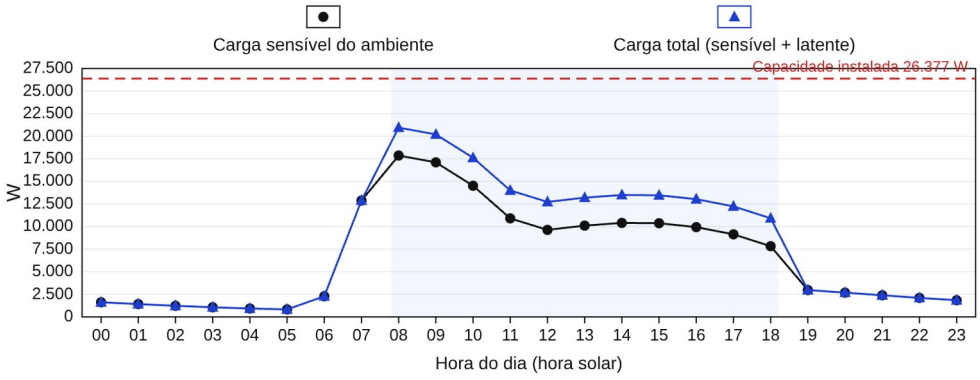
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 3 unidades de 30.000 BTU/h (total 90.000 BTU/h).
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 30.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-22 a AC-24.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 729 m³/h (2,9 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Não (2,9 trocas/h < 3).

Figura 14 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Biblioteca




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 8 h.

## 15. LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA E ROBÓTICA

- Tamanho: 46,07 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 151,1 m³).
- Ocupação: 26 pessoas.
- Fachadas: N com 0,15 m; O com 6,85 m (10,80 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 16 h):

- Parede externa:.....308 W
- Teto:.....420 W
- Janelas:.....7.279 W
- Piso:.....625 W
- Parede interna:.....967 W
- Iluminação:.....540 W
- Equipamentos elétricos:.....3.380 W
- Pessoas (sensível / latente):.....1.820 W / 1.170 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....2.054 W / 1.809 W

**Total = 20,4 kW / 69.508 BTU/h** (sensível 17.393 W e latente 2.979 W); com o fator de segurança de 10%: **76.459 BTU/h** (6,37 TR).

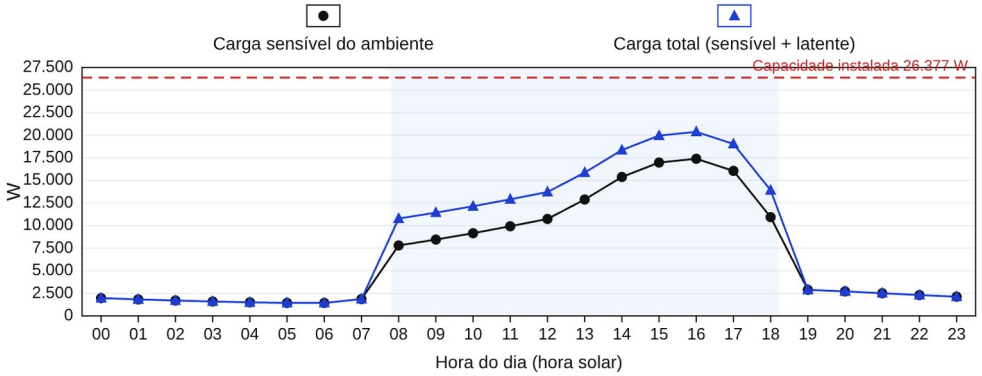
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 3 unidades de 30.000 BTU/h (total 90.000 BTU/h).
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 30.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-25 a AC-27.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 702 m³/h (4,6 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Sim, ventilador com filtro G4 (4,6 trocas/h ≥ 3).

Figura 15 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Laboratório de informática e robótica




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 16 h.

## 16. SALA 01 (1º ANO)

- Tamanho: 45,23 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 148,3 m³).
- Ocupação: 26 pessoas.
- Fachadas: N com 6,72 m (10,80 m² de janelas); E com 6,73 m (5,40 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 10 h):

- Parede externa:.....281 W
- Teto:.....−101 W
- Janelas:.....4.881 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....323 W
- Iluminação:.....324 W
- Equipamentos elétricos:.....350 W
- Pessoas (sensível / latente):.....1.820 W / 1.170 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....630 W / 1.809 W

**Total = 11,5 kW / 39.194 BTU/h** (sensível 8.508 W e latente 2.979 W); com o fator de segurança de 10%: **43.113 BTU/h** (3,59 TR).

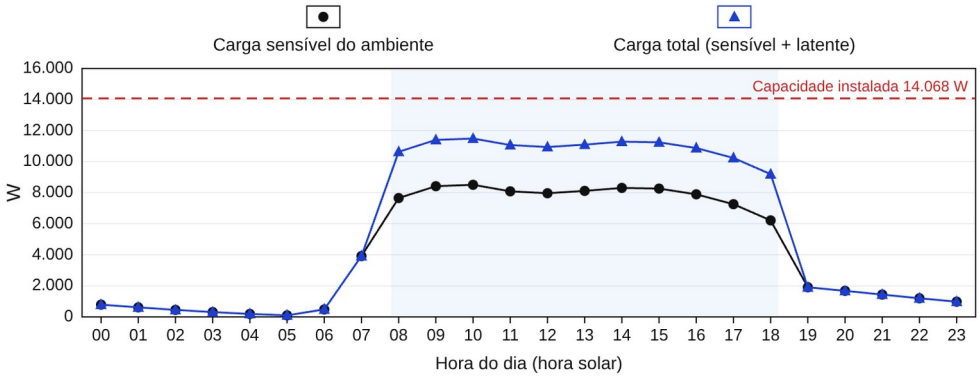
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 2 unidades de 24.000 BTU/h (total 48.000 BTU/h).
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-28 e AC-29.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 702 m³/h (4,7 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Sim, ventilador com filtro G4 (4,7 trocas/h ≥ 3).

Figura 16 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Sala 01 (1º ano)




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 10 h.

## 17. SALA 02 (2º ANO)

- Tamanho: 45,39 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 148,9 m³).
- Ocupação: 26 pessoas.
- Fachadas: N com 6,75 m (10,80 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 15 h):

- Parede externa:.....233 W
- Teto:.....334 W
- Janelas:.....1.554 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....324 W
- Iluminação:.....324 W
- Equipamentos elétricos:.....350 W
- Pessoas (sensível / latente):.....1.820 W / 1.170 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....2.135 W / 1.809 W

**Total = 10,1 kW / 34.296 BTU/h** (sensível 7.073 W e latente 2.979 W); com o fator de segurança de 10%: **37.725 BTU/h** (3,14 TR).

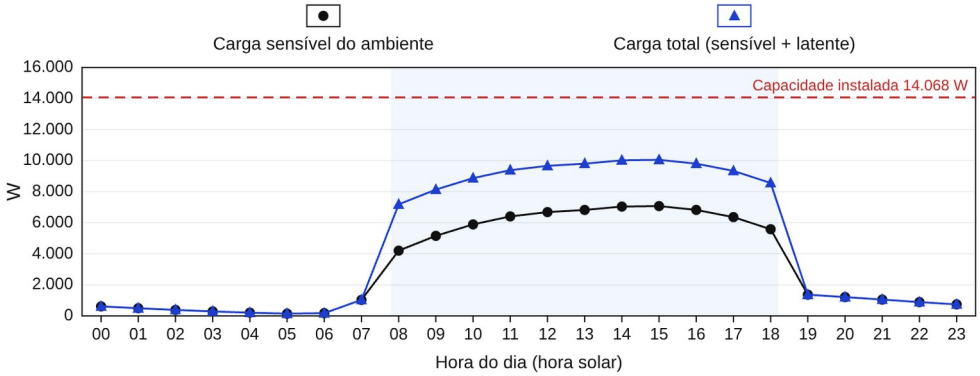
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 2 unidades de 24.000 BTU/h (total 48.000 BTU/h).
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-30 e AC-31.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 702 m³/h (4,7 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Sim, ventilador com filtro G4 (4,7 trocas/h ≥ 3).

Figura 17 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Sala 02 (2º ano)




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 15 h.

## 18. SALA 03 (3º ANO)

- Tamanho: 45,39 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 148,9 m³).
- Ocupação: 26 pessoas.
- Fachadas: N com 6,75 m (10,80 m² de janelas).

**Carga térmica** (pico às 15 h):

- Parede externa:.....233 W
- Teto:.....334 W
- Janelas:.....1.554 W
- Piso:.....0 W
- Parede interna:.....324 W
- Iluminação:.....324 W
- Equipamentos elétricos:.....350 W
- Pessoas (sensível / latente):.....1.820 W / 1.170 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....2.135 W / 1.809 W

**Total = 10,1 kW / 34.296 BTU/h** (sensível 7.073 W e latente 2.979 W); com o fator de segurança de 10%: **37.725 BTU/h** (3,14 TR).

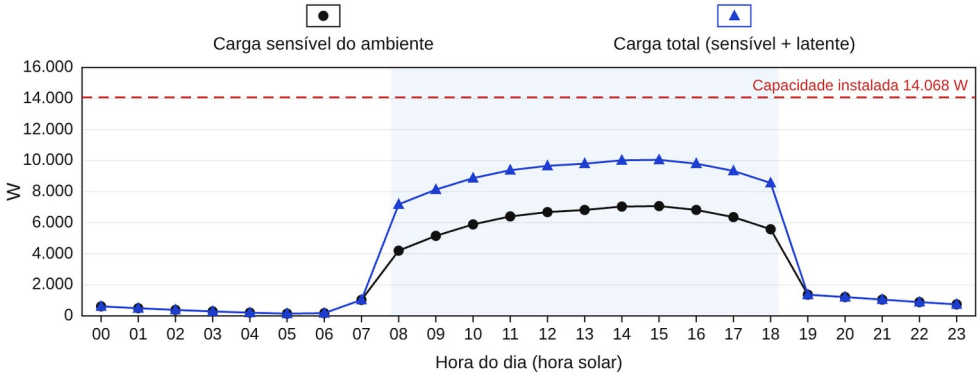
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 2 unidades de 24.000 BTU/h (total 48.000 BTU/h).
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-32 e AC-33.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 702 m³/h (4,7 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Sim, ventilador com filtro G4 (4,7 trocas/h ≥ 3).

Figura 18 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Sala 03 (3º ano)




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 15 h.

## 19. SALA 04 (4º ANO)

- Tamanho: 45,23 m².
- Pé-direito: 3,28 m (volume de 148,3 m³).
- Ocupação: 26 pessoas.
- Fachadas: N com 6,73 m (10,80 m² de janelas); O com 6,73 m.

**Carga térmica** (pico às 15 h):

- Parede externa:.....626 W
- Teto:.....333 W
- Janelas:.....1.554 W
- Piso:.....614 W
- Parede interna:.....323 W
- Iluminação:.....324 W
- Equipamentos elétricos:.....350 W
- Pessoas (sensível / latente):.....1.820 W / 1.170 W
- Ar exterior (sensível / latente):.....2.135 W / 1.809 W

**Total = 11,1 kW / 37.722 BTU/h** (sensível 8.077 W e latente 2.979 W); com o fator de segurança de 10%: **41.495 BTU/h** (3,46 TR).

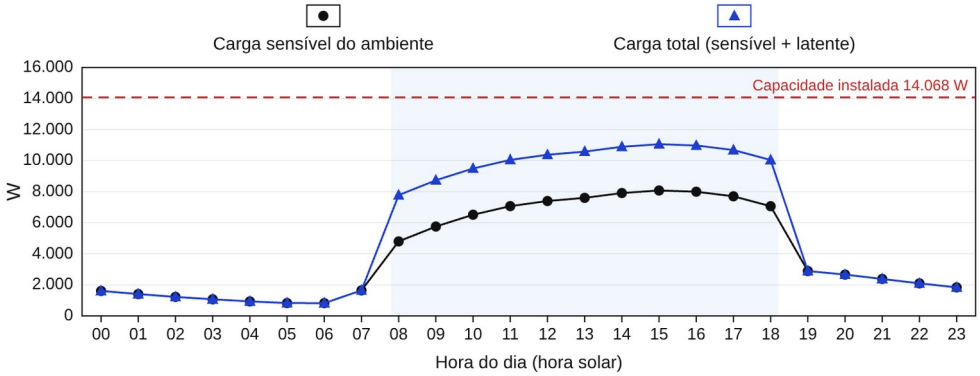
**Equipamentos:**

- Tipo de sistema: ar-condicionado tipo split hi-wall inverter.
- Quantidade de unidades: 2 unidades de 24.000 BTU/h (total 48.000 BTU/h).
- Equipamento de referência: Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico.
- Identificação: AC-34 e AC-35.

**Renovação do ar:**

- Vazão de ar exterior necessária: 702 m³/h (4,7 trocas por hora).
- Equipamento extra para renovação de ar: Sim, ventilador com filtro G4 (4,7 trocas/h ≥ 3).

Figura 19 – Carga térmica ao longo do dia de projeto – Sala 04 (4º ano)




Fonte: elaborada pelo autor (2026). Faixa sombreada: horário de uso; pico às 15 h.

## 20. RESUMO DA CARGA TÉRMICA E DOS EQUIPAMENTOS

Tabela 1 – Carga térmica e aparelhos por ambiente

| Ambiente | Área (m²) | Pessoas | Carga (kW) | Com FS (BTU/h) | Aparelhos (BTU/h) | Ar exterior (m³/h) | Equip. extra |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sala dos professores (com copa) | 23,71 | 6 | 6,12 | 22.974 | 1 × 24.000 | 162 | Não |
| Sala de acolhimento | 15,13 | 2 | 3,63 | 13.632 | 1 × 18.000 | 54 | Não |
| Pré-escola 1 (1º período) | 48,42 | 27 | 11,41 | 42.838 | 2 × 24.000 | 729 | Sim |
| Pré-escola 2 (2º período) | 48,25 | 27 | 11,69 | 43.887 | 2 × 24.000 | 729 | Sim |
| Secretaria | 20,91 | 3 | 5,21 | 19.557 | 1 × 24.000 | 81 | Não |
| Recepção | 22,74 | 7 | 5,01 | 18.813 | 1 × 24.000 | 189 | Não |
| Diretoria | 18,38 | 3 | 4,95 | 18.564 | 1 × 24.000 | 81 | Não |
| Supervisão e coordenação pedagógica | 10,22 | 1 | 0,92 | 3.465 | 1 × 9.000 | 27 | Sim |
| Refeitório | 121,89 | 81 | 35,12 | 131.813 | 4 × 36.000 | 2.187 | Sim |
| Laboratório de ciências e oficina | 39,85 | 26 | 13,29 | 49.893 | 2 × 30.000 | 702 | Sim |
| Sala 05 (5º ano) | 48,42 | 26 | 11,70 | 43.904 | 2 × 24.000 | 702 | Sim |
| Sala de recursos multifuncionais (AEE) e multissensorial | 23,20 | 6 | 5,15 | 19.327 | 1 × 24.000 | 162 | Não |
| Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço) | 48,25 | 26 | 12,04 | 45.178 | 2 × 24.000 | 702 | Sim |
| Biblioteca | 75,66 | 27 | 20,95 | 78.642 | 3 × 30.000 | 729 | Não |
| Laboratório de informática e robótica | 46,07 | 26 | 20,37 | 76.459 | 3 × 30.000 | 702 | Sim |
| Sala 01 (1º ano) | 45,23 | 26 | 11,49 | 43.113 | 2 × 24.000 | 702 | Sim |
| Sala 02 (2º ano) | 45,39 | 26 | 10,05 | 37.725 | 2 × 24.000 | 702 | Sim |
| Sala 03 (3º ano) | 45,39 | 26 | 10,05 | 37.725 | 2 × 24.000 | 702 | Sim |
| Sala 04 (4º ano) | 45,23 | 26 | 11,06 | 41.495 | 2 × 24.000 | 702 | Sim |
| **Total** | **792,33** | **398** | **210,22** | **789.003** | **915.000** | **10.746** | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026). Capacidade instalada total de 915.000 BTU/h (76,3 TR), em 35 aparelhos.

## 21. CÁLCULO DO PESO DOS EQUIPAMENTOS

### OBJETIVO

- Apresentar o memorial de cálculo e o critério de fixação das unidades condensadoras dos aparelhos de ar-condicionado tipo split hi-wall inverter,

capacidades de 9.000, 18.000, 24.000, 30.000 e 36.000 BTU/h, para aprovação junto ao órgão contratante e para a execução.

## NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

- ABNT NBR 6120:2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações.
- ABNT NBR 8800:2024 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios (suportes metálicos).
- ABNT NBR 16401-1:2024 – Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 1: Projetos das instalações.
- Recomendações dos fabricantes dos equipamentos e dos sistemas de ancoragem.
- Boas práticas de engenharia.

## PREMISSAS ADOTADAS

- Equipamentos split inverter, marca de referência ou equivalente técnico.
- Instalação das condensadoras sobre base apoiada no piso ou na laje, com coxins.
- Condensadoras na faixa técnica da cobertura (plataforma de grade metálica com 1,20 m de largura, na cota +7,30, apoiada por pontaletes na laje, sobre as paredes das galerias), assentadas em coxins; não há suporte em fachada.
- Linhas frigorígenas conforme o projeto, com até 9,6 m por aparelho.
- Utilização de coxins antivibração.
- Aplicação de fator de segurança mínimo FS = 1,5.

## CARGAS CONSIDERADAS

As cargas consideradas correspondem ao peso total instalado de cada condensadora (equipamento, suporte metálico, linhas frigorígenas e acessórios), majorado pelo fator de segurança, conforme a Tabela 2. Os pesos são típicos de mercado e devem ser conferidos na ficha técnica do modelo adquirido.

Tabela 2 – Cargas de cálculo das condensadoras

| Capacidade (BTU/h) | Condensadora (kg) | Suporte, linhas e acessórios (kg) | Peso instalado (kg) | FS | Carga de cálculo (kg) | Local de fixação | Braço (cm) | Quant. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9.000 | 24 | 12 | 36 | 1,5 | 54,0 | Piso ou laje | 45 | 1 |
| 18.000 | 36 | 20 | 56 | 1,5 | 84,0 | Piso ou laje | 45 | 1 |
| 24.000 | 44 | 22 | 66 | 1,5 | 99,0 | Piso ou laje | 45 | 21 |
| 30.000 | 52 | 24 | 76 | 1,5 | 114,0 | Piso ou laje | 50 | 8 |
| 36.000 | 60 | 24 | 84 | 1,5 | 126,0 | Piso ou laje | 50 | 4 |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 22. ADEQUAÇÃO DA ESTRUTURA PARA SUA FIXAÇÃO E POSICIONAMENTO

A edificação foi avaliada quanto à capacidade de receber as cargas das condensadoras dos aparelhos de ar-condicionado tipo split inverter, considerando as cargas permanentes, os esforços dinâmicos e os efeitos de vibração, conforme as diretrizes da ABNT NBR 6120.

As condensadoras não são fixadas em paredes: ficam na faixa técnica da cobertura (plataforma de grade metálica com 1,20 m de largura, na cota +7,30, apoiada por pontaletes na laje, sobre as paredes das galerias). Assim não aparecem nas fachadas, e o peso vai direto para as vigas.

O peso em operação chega a 71 kg por metro de faixa (aparelhos, plataforma e acessórios), com fator de segurança mínimo FS = 1,5 nas fixações dos aparelhos à plataforma. A verificação final da laje e das vigas cabe ao responsável pela estrutura, com o projeto de fabricação da plataforma.

O posicionamento dos equipamentos foi definido para garantir os afastamentos mínimos de ventilação e de manutenção, evitar interferências com esquadrias, circulações e elementos estruturais sensíveis e minimizar a transmissão de vibrações à edificação, com coxins antivibração.

Conclui-se que a estrutura se encontra adequada para a fixação e o posicionamento dos equipamentos, desde que observados os critérios e

procedimentos deste memorial e que a execução seja feita sob a responsabilidade de profissional legalmente habilitado, com a respectiva ART ou RRT.

## OBSERVAÇÕES

a) Supervisão e coordenação pedagógica: cômodo sem parede externa: condensadora na faixa técnica da cobertura, com as linhas pelo forro até a prumada.

b) Biblioteca: alcance do jato de 11,3 m maior que o típico do aparelho de 30.000 BTU/h (≈ 9,5 m): confira a distribuição do ar.

c) Janelas voltadas para o norte em 5 ambientes (Refeitório, Sala 01 (1º ano), Sala 02 (2º ano), Sala 03 (3º ano), Sala 04 (4º ano)): recebem mais sol no outono e no inverno; confira a carga nesses meses.

Perdigão – MG, 11 de novembro de 2026.

_____

**Prefeitura Municipal de Perdigão – MG**
Juliana Maciel Marinho Vecci
Engenheira – CREA-MG 202.696/D

# MEMORIAL DESCRITIVO

Climatização

**Obra:**

**Escola Municipal de Tempo Integral - Jardim Real**

Perdigão - MG

Área: 1.946,68 m²

**Responsável técnica:**

Juliana Maciel Marinho Vecci

Engenheira – CREA-MG 202.696/D

Novembro de 2026

# Sumário

1. OBJETIVO....3
2. DOCUMENTOS DO PROJETO....3
3. NORMAS TÉCNICAS....3
4. BASE DE CÁLCULOS....4
5. DESCRIÇÃO DA INSTALAÇÃO....5
5.1. MODELOS DE REFERÊNCIA....6
5.2. CONDENSADORAS....7
5.3. EVAPORADORAS....7
5.4. FLUIDO REFRIGERANTE....7
5.5. SUPORTES....7
5.6. TUBULAÇÃO....8
5.7. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS....9
5.8. DRENOS....9
5.9. FILTRO DE AR....10
5.10. SUPRIMENTO DE AR EXTERNO....10
5.11. NÍVEL DE RUÍDO....11
5.12. GENERALIDADES....13
6. DEVERES DA INSTALADORA....13
7. PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE – PMOC....14
8. PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA (PMOC) – SISTEMA DE AR-CONDICIONADO....15
9. FIXAÇÃO E CARGAS DOS EQUIPAMENTOS DE AR-CONDICIONADO....16

## 1. OBJETIVO

O presente memorial descritivo estabelece os critérios técnicos para a implantação do sistema de ar-condicionado da obra Escola Municipal de Tempo Integral - Jardim Real, especificando e complementando o projeto para o perfeito entendimento da execução. Os dados da arquitetura foram os parâmetros usados na elaboração deste projeto. Os serviços devem seguir bons padrões de execução, acabamento e segurança.

## 2. DOCUMENTOS DO PROJETO

O projeto é composto por este memorial, pelo memorial de cálculo, pelo plano de manutenção, operação e controle (PMOC) e pelos seguintes desenhos:

I. CLI-01 – Planta do bloco 1 — Térreo;

II. CLI-02 – Planta do bloco 2 — Térreo;

III. CLI-03 – Planta do bloco 3 — Térreo;

IV. CLI-04 – Planta do bloco 1 — Pavimento superior;

V. CLI-05 – Planta do bloco 2 — Pavimento superior;

VI. CLI-06 – Planta de cobertura: condensadoras e faixa técnica;

VII. CLI-07 – Corte esquemático, detalhes e quadros.

## 3. NORMAS TÉCNICAS

O projeto foi elaborado com base nas seguintes normas técnicas e publicações:

I. ABNT NBR 5410:2004 (Versão Corrigida 2008) – Instalações elétricas de baixa tensão;

II. ABNT NBR 5648:2018 – Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria;

III. ABNT NBR 7541 – Tubo de cobre sem costura para refrigeração e ar-condicionado (edição vigente);

IV. ABNT NBR 10152:2017 (Versão Corrigida 2020) – Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações;

V. ABNT NBR 15220 – Desempenho térmico de edificações (partes 2 e 3);

VI. ABNT NBR 16401-1:2024 – Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 1: Projetos das instalações;

VII. ABNT NBR 16401-2:2024 – Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 2: Parâmetros de conforto térmico;

VIII. ABNT NBR 16401-3:2008 – Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 3: Qualidade do ar interior (a edição de 2024 está suspensa);

IX. ABNT NBR 17037:2023 – Qualidade do ar interior em ambientes não residenciais climatizados artificialmente – Padrões referenciais;

X. Portaria MS/GM nº 3.523/1998 do Ministério da Saúde;

XI. Resolução RE nº 09/2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa;

XII. Lei Federal nº 13.589/2018 (PMOC);

XIII. ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Handbook – Fundamentals).

## 4. BASE DE CÁLCULOS

O projeto foi elaborado com base nos seguintes parâmetros:

- Localização: Perdigão - MG.
- Temperatura de bulbo seco externa: 32,9 °C (frequência anual de 1%).
- Temperatura de bulbo úmido externa (coincidente): 21,7 °C.
- Temperatura de conforto interna: 24,0 °C, com 50% de umidade relativa.
- Amplitude térmica diária: 11,2 K; latitude 19,94° S; altitude 810 m; mês de projeto (mais quente): fevereiro.
- Fonte dos dados climáticos: Normais Climatológicas do INMET 1981–2010, estação DIVINOPOLIS (83635), a 33 km. Critério: TBS de projeto de 1% (≈ 88 h/ano acima) estimada pela distribuição das temperaturas máximas diárias das Normais Climatológicas do INMET 1981–2010 (médias mensais

e números de dias com máxima ≥ 25, 30, 35 e 40 °C); TBU coincidente pelo ponto de orvalho médio do mês mais quente menos 1 °C; amplitude diária igual a 0,85 × (média das máximas − média das mínimas) do mês mais quente; valores interpolados de 4 estações do INMET (pesos pelo inverso do quadrado da distância, a mais próxima é DIVINOPOLIS, a 33 km) com correção de altitude de 0,6 °C por 100 m.

- Horário de cálculo: de 8 h às 18 h (hora solar), com o pico de cada ambiente na maior soma horária das parcelas.
- Fator de segurança sobre a carga de pico: 10%.
- Paredes externas: tijolo cerâmico 6 furos deitado, 19 cm, com U = 2,02 W/m².K e cor média.
- Paredes internas (divisas com ambientes não climatizados): tijolo cerâmico 6 furos, 14 cm, rebocado, com U = 2,48 W/m².K.
- Cobertura: telha termoacústica (sanduíche 30 mm de EPS) + laje mista 12 cm, com U = 0,79 W/m².K; lajes entre pavimentos com U = 2,30 W/m².K.
- Janelas: vidro simples incolor 6 mm, com U = 5,68 W/m².K; sem proteção.
- Iluminação: potência das luminárias do projeto elétrico de cada ambiente.
- Equipamentos: conforme o uso de cada ambiente (ou o valor informado no projeto).
- Insolação: conforme a orientação das fachadas na planta (norte a 74° do eixo vertical do desenho).
- População: conforme o projeto arquitetônico (ocupação informada) ou a densidade de ocupação do uso.

## 5. DESCRIÇÃO DA INSTALAÇÃO

Os aparelhos de ar-condicionado adotados neste projeto são todos independentes, do tipo split hi-wall inverter, com unidade condensadora remota resfriada a ar, com capacidade, vazão de ar e demais características técnicas conforme especificado. O sistema totaliza 35 aparelhos e 915.000 BTU/h (76,3 TR) instalados em 19 ambientes.

Para a execução das instalações devem ser atendidas todas as exigências deste memorial e as normas da ABNT aplicáveis. As exigências aqui formuladas são as mínimas que devem reger cada caso, prevalecendo as normas técnicas e as especificações dos fabricantes dos equipamentos.

As atividades de planejamento, projeto, instalação, operação e manutenção devem estar em conformidade com os manuais de instalação, operação e manutenção do fabricante, com as normas e com a legislação vigentes, e devem ser realizadas por profissionais qualificados ou capacitados, sob a orientação de responsável técnico habilitado.

O executor das obras civis, antes da instalação dos drenos, deve verificar no manual de instalação do fabricante da evaporadora adquirida a posição do ponto de dreno do equipamento e a sua correta instalação.

## 5.1. MODELOS DE REFERÊNCIA

Para a elaboração do projeto foi adotado um equipamento de referência para fins de dimensionamento e de representação gráfica. É permitida a substituição por equipamentos de outra marca e modelo, desde que apresentem características técnicas iguais ou superiores quanto à vazão de ar, à capacidade térmica (BTU/h), ao fluido refrigerante e à tecnologia de funcionamento (split inverter), com plena compatibilidade com o desempenho previsto no projeto.

Tabela 1 – Equipamentos de referência

| Capacidade | Tipo | Quantidade | Equipamento de referência | Identificação |
|---|---|---|---|---|
| 9.000 BTU/h | hi-wall | 1 | Split hi-wall inverter 9.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico (marca de referência ou equivalente técnico) | AC-10 |
| 18.000 BTU/h | hi-wall | 1 | Split hi-wall inverter 18.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico (marca de referência ou equivalente técnico) | AC-02 |
| 24.000 BTU/h | hi-wall | 21 | Split hi-wall inverter 24.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico (marca de referência ou equivalente técnico) | AC-01, AC-03 a AC-09, AC-17 a AC-21 e AC-28 a AC-35 |
| 30.000 BTU/h | hi-wall | 8 | Split hi-wall inverter 30.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico (marca de referência ou equivalente técnico) | AC-15, AC-16 e AC-22 a AC-27 |
| 36.000 BTU/h | hi-wall | 4 | Split hi-wall inverter 36.000 BTU/h, R-32, quente/frio, 220 V monofásico (marca de referência ou equivalente técnico) | AC-11 a AC-14 |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 5.2. CONDENSADORAS

As condensadoras devem ser instaladas sobre base nivelada no piso ou na laje, com coxins, nas posições indicadas no projeto, respeitando os afastamentos mínimos de ventilação e de manutenção do fabricante.

As unidades condensadoras (externas) devem ter gabinete de material resistente às intempéries e tecnologia inverter.

## 5.3. EVAPORADORAS

As evaporadoras devem ser instaladas a pelo menos 15 cm do teto e das paredes laterais, com a base a 2,30 m do piso (ou mais), nas posições cotadas no projeto. Os drenos das evaporadoras e das condensadoras devem ser encaminhados à rede pluvial, conforme o projeto.

Nos pontos das evaporadoras devem ser instaladas caixas de passagem de material termoplástico resistente, embutidas na parede e com tampa, para evitar a entrada de sujeira. No interior das caixas devem ficar as extremidades das linhas de líquido e de sucção, devidamente lacradas, e o ponto de conexão com a rede de dreno.

Todos os comandos dos equipamentos serão do tipo remoto, com sensor na unidade evaporadora, e devem indicar os modos de ventilação e de refrigeração e de aquecimento (ciclo reverso). Os controles devem ser fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos.

## 5.4. FLUIDO REFRIGERANTE

Todos os aparelhos devem operar com o fluido refrigerante R-32.

## 5.5. SUPORTES

As unidades evaporadoras serão fixadas pelos suportes metálicos próprios, fornecidos com o conjunto.

As unidades condensadoras ficam na faixa técnica da cobertura (plataforma de grade metálica com 1,20 m de largura, na cota +7,30, apoiada por pontaletes na laje,

sobre as paredes das galerias), assentadas em coxins de borracha e presas à plataforma por parafusos de aço inoxidável. A plataforma é galvanizada a fogo.

Todas as tubulações devem ser apoiadas ou suspensas em suportes apropriados, de modo a permitir a sua flexibilidade e a não transmitir vibrações à estrutura do prédio.

## 5.6. TUBULAÇÃO

A rede frigorígena deve ser executada em tubos de cobre sem costura, próprios para refrigeração (NBR 7541), com diâmetros conforme o projeto e o manual do fabricante e espessura de parede compatível com a pressão do fluido R-32 (em geral, 0,8 mm até 1/2" e 1,0 mm em 5/8" e 3/4"). Os acessórios e conexões (curvas, tês, porcas-flange) devem ser do mesmo material da tubulação, de fabricantes especializados, não sendo aceita a sua confecção em campo.

Na execução das linhas frigorígenas devem ser seguidas as recomendações do fabricante quanto aos desníveis entre as unidades, como o sifão na linha de sucção junto da evaporadora quando a condensadora estiver acima dela e a leve inclinação da linha no sentido da condensadora.

As conexões entre tubos e acessórios devem ser soldadas com solda prata 15%, com o interior do tubo em atmosfera de nitrogênio durante a soldagem, para impedir a oxidação interna e o depósito de óxidos nos demais componentes. Os trechos danificados ou amassados devem ser substituídos. As conexões aos equipamentos devem ser desmontáveis (porcas-flange ou uniões próprias para refrigeração).

O isolamento térmico das linhas de líquido e de sucção deve ser de borracha elastomérica preta, antichama, classe M, com espessura mínima de 19 mm em toda a extensão; não são permitidas emendas com fitas plásticas adesivas, apenas com a cola adesiva específica. Os trechos externos, expostos ao tempo, devem receber proteção contra radiação ultravioleta (manta de alumínio nos trechos retos e emulsão asfáltica nas curvas e conexões).

Os tubos devem ser limpos internamente com nitrogênio, testados quanto à estanqueidade com nitrogênio seco na pressão indicada pelo fabricante (em geral,

4,15 MPa ≈ 600 psig para R-32) durante 24 horas e mantidos pressurizados até a interligação das unidades.

Após a interligação, deve ser feita a desidratação do circuito por vácuo (até cerca de 500 mícrons, conforme o fabricante) e a carga de fluido R-32, complementada conforme as tabelas do fabricante em função do comprimento das linhas.

As passagens das tubulações pelas paredes de alvenaria devem ser protegidas por tubos-camisa de PVC, para proteger o isolamento e evitar o contato do cobre com a argamassa de cimento e cal.

## 5.7. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

As alimentações elétricas, desde o quadro de distribuição até as unidades condensadoras, estão previstas no projeto elétrico, em circuitos exclusivos com disjuntor e dispositivo DR, e sua execução faz parte do escopo das obras civis.

Ficam a cargo do instalador as interligações entre as unidades evaporadoras e condensadoras, com cabos tipo PP (4 × 1,5 mm² ou 4 × 2,5 mm², conforme a capacidade e o fabricante), paralelos às linhas frigorígenas, dentro de eletroduto flexível de PVC de 25 mm nos trechos internos e de eletroduto e caixas de passagem nos trechos externos. As conexões dos condutores devem ser feitas com terminais e anilhas de identificação.

Não é permitido o uso de transformadores de tensão na alimentação das unidades, pois aumentam o consumo de energia e a possibilidade de paradas do sistema.

## 5.8. DRENOS

A rede de drenagem é prevista em conjunto com o projeto hidrossanitário: os pontos de coleta são de responsabilidade do contratante, e o instalador responde pelas interligações dos equipamentos.

Os drenos devem ser de tubo de PVC rígido soldável (NBR 5648), com diâmetro mínimo de 25 mm e caimento mínimo de 1% no sentido do deságue na rede

pluvial, com sifão junto de cada evaporadora para evitar o retorno de odores. A montagem é convencional, com curvas e conexões soldadas.

## 5.9. FILTRO DE AR

Os filtros serão montados na própria evaporadora, do tipo permanente e lavável; os ventiladores de ar exterior terão filtro classe G4.

## 5.10. SUPRIMENTO DE AR EXTERNO

Todos os ambientes com taxa de renovação de ar exterior inferior a 3 trocas por hora são dispensados de equipamentos para renovação de ar, uma vez que as próprias aberturas das esquadrias suprem essa demanda; nos demais, e nos ambientes sem janelas, prevê-se ventilador de ar exterior com filtro. A vazão necessária segue NBR 16401-3:2008 (nível 1), com as vazões por pessoa e por área de cada uso, ou 27 m³/h por pessoa quando maior.

Tabela 2 – Ar exterior por ambiente

| Ambiente | Volume (m³) | Vazão (m³/h) | Trocas por hora | Equipamento extra |
|---|---|---|---|---|
| Sala dos professores (com copa) | 77,8 | 162 | 2,1 | Não |
| Sala de acolhimento | 49,6 | 54 | 1,1 | Não |
| Pré-escola 1 (1º período) | 158,8 | 729 | 4,6 | Sim |
| Pré-escola 2 (2º período) | 158,3 | 729 | 4,6 | Sim |
| Secretaria | 68,6 | 81 | 1,2 | Não |
| Recepção | 74,6 | 189 | 2,5 | Não |
| Diretoria | 60,3 | 81 | 1,3 | Não |
| Supervisão e coordenação pedagógica | 33,5 | 27 | 0,8 | Sim |
| Refeitório | 399,8 | 2.187 | 5,5 | Sim |
| Laboratório de ciências e oficina | 130,7 | 702 | 5,4 | Sim |
| Sala 05 (5º ano) | 158,8 | 702 | 4,4 | Sim |
| Sala de recursos multifuncionais (AEE) e multissensorial | 76,1 | 162 | 2,1 | Não |
| Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço) | 158,3 | 702 | 4,4 | Sim |
| Biblioteca | 248,2 | 729 | 2,9 | Não |
| Laboratório de informática e robótica | 151,1 | 702 | 4,6 | Sim |
| Sala 01 (1º ano) | 148,3 | 702 | 4,7 | Sim |
| Sala 02 (2º ano) | 148,9 | 702 | 4,7 | Sim |
| Sala 03 (3º ano) | 148,9 | 702 | 4,7 | Sim |
| Sala 04 (4º ano) | 148,3 | 702 | 4,7 | Sim |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 5.11. NÍVEL DE RUÍDO

O nível de ruído nos ambientes deve obedecer aos limites das normas vigentes, e o ruído dos equipamentos instalados deve ser conferido com os valores de referência do fabricante.

### 5.11.1. ANÁLISE ACÚSTICA PREDITIVA DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

A análise acústica do sistema considera o ruído das unidades evaporadoras internas e das unidades condensadoras externas dos aparelhos split inverter previstos. A avaliação é preditiva e especificativa, compatível com a fase de projeto, e deve ser confirmada na aquisição, instalação, partida e comissionamento dos equipamentos, com as fichas técnicas dos fabricantes e a verificação da operação normal dos aparelhos.

Os equipamentos devem ter nível de pressão sonora compatível com o uso dos ambientes atendidos, especialmente salas de aula, biblioteca, secretaria e ambientes administrativos, observados os valores de referência da ABNT NBR 10152 para ambientes internos, sem prejuízo da ABNT NBR 10151 e da Resolução CONAMA nº 001/1990 quando houver avaliação da emissão sonora para áreas externas ou vizinhança.

Foram consideradas como fontes principais de ruído os ventiladores das evaporadoras, os compressores e ventiladores das condensadoras, a vibração transmitida por suportes, linhas frigorígenas, eletrodutos e drenos, e os ruídos decorrentes de instalação inadequada, desbalanceamento ou falta de manutenção.

### 5.11.2. CRITÉRIOS MÍNIMOS PARA SELEÇÃO E ACEITAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Somente devem ser aceitos equipamentos cuja documentação técnica indique níveis de ruído compatíveis com a ocupação. Na ausência de marca e modelo definitivos, a contratada deve apresentar a ficha técnica dos aparelhos propostos antes da instalação, para aprovação da fiscalização e do responsável técnico.

Tabela 3 – Critérios acústicos dos equipamentos

| Componente | Parâmetro de controle | Critério mínimo | Observação técnica |
|---|---|---|---|
| Unidade evaporadora | Nível de pressão sonora em operação normal ou baixa rotação | Preferencialmente ≤ 45 dB(A) nos ambientes de permanência prolongada | Preferir equipamentos com função silenciosa ou controle de velocidade do ventilador. |
| Unidade condensadora | Nível de pressão sonora do catálogo técnico | Compatível com a instalação externa, os afastamentos e a ausência de incômodo nos ambientes internos e na vizinhança | Evitar a instalação junto de janelas de ambientes de permanência prolongada. |
| Conjunto instalado | Vibração, ruído estrutural e ruído de funcionamento | Sem vibração perceptível em paredes, lajes, forros e suportes; sem ruído anormal | Partida assistida, inspeção e relatório de funcionamento no fim dos serviços. |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

### 5.11.3. MEDIDAS DE CONTROLE ACÚSTICO E VIBRATÓRIO

- Instalar as condensadoras em áreas externas ventiladas, afastadas de janelas de ambientes de permanência prolongada.
- Utilizar coxins antivibração, bases niveladas e suportes metálicos adequadamente dimensionados, evitando a transmissão de vibração às paredes e lajes.
- Evitar o agrupamento excessivo de condensadoras num único ponto sem afastamento mínimo, barreira física ou avaliação complementar de ruído.
- Executar linhas frigorígenas, drenos e eletrodutos com fixações e abraçadeiras adequadas, passagens vedadas e isolamento, evitando contatos rígidos.
- Realizar a partida, os testes operacionais e a inspeção final, corrigindo ruídos anormais, vibrações, folgas em suportes, ventiladores desbalanceados e ressonâncias.
- Prever a manutenção periódica dos equipamentos, pois a falta de manutenção eleva significativamente o nível de ruído.

### 5.11.4. COMPROVAÇÃO DURANTE A EXECUÇÃO

Antes da aquisição e da instalação, a contratada deve apresentar à fiscalização as fichas técnicas dos aparelhos com, no mínimo, capacidade térmica, vazão de ar, tecnologia, fluido refrigerante, alimentação elétrica e níveis de ruído em dB(A) das unidades evaporadoras e condensadoras. Na entrega do sistema deve ser

apresentado relatório de partida e verificação funcional; ruídos incompatíveis com o uso devem ser corrigidos sem ônus ao contratante.

#### 5.11.5. CONCLUSÃO DA ANÁLISE ACÚSTICA

Com os critérios acima, considera-se atendida a análise acústica do sistema de climatização no âmbito deste memorial, contemplando o ruído dos aparelhos especificados, as condições de instalação, as medidas de mitigação e os procedimentos de comprovação na execução.

### 5.12. GENERALIDADES

Os serviços devem ser realizados por empresa especializada, que deve fornecer, na conclusão, o projeto como construído (as built) com as eventuais modificações, o relatório com os parâmetros de desempenho registrados na partida de cada equipamento e os termos de garantia do fabricante e dos serviços, de no mínimo 12 (doze) meses a partir do início do funcionamento.

Quaisquer danos decorrentes da execução dos serviços são de responsabilidade da contratada, que deve retirar os entulhos, manter o local limpo e fazer os reparos necessários, fornecendo todo o material, ferramentas e equipamentos adequados à perfeita execução.

## 6. DEVERES DA INSTALADORA

A empresa instaladora compromete-se a:

- Executar a instalação rigorosamente conforme o projeto executivo aprovado.
- Notificar previamente o responsável técnico sobre alterações necessárias durante a execução.
- Construir bases e suportes adequados para a fixação dos equipamentos, conforme as especificações técnicas.
- Dispor de ferramentas apropriadas e de equipe habilitada e treinada.
- Providenciar o transporte vertical e horizontal dos equipamentos até os locais de instalação.

- Manter o local de trabalho limpo, organizado e seguro durante toda a execução.
- Treinar os operadores quanto ao uso adequado e seguro dos sistemas instalados.
- Realizar vistoria prévia no local antes do início das atividades.
- Apresentar a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) da execução dos serviços.
- Registrar em planta as modificações realizadas em relação ao projeto original, mantendo-as atualizadas.
- Verificar o superaquecimento e o sub-resfriamento conforme o fabricante e ajustar a carga de fluido refrigerante até que os parâmetros fiquem nas faixas recomendadas.
- Oferecer garantia da instalação de 12 (doze) meses a partir da aceitação final, cobrindo falhas de instalação ou manuseio pela instaladora.
- Realizar a pré-operação do sistema, avaliando o desempenho e corrigindo falhas ou desvios.
- Testar todos os equipamentos e as suas funcionalidades e realizar os testes de estanqueidade das redes.
- Proceder à limpeza completa dos equipamentos, tubulações e acessórios ao fim da instalação, incluindo filtros, serpentinas e grelhas.
- Remover entulhos, restos de materiais e embalagens, com destinação ambientalmente adequada.
- Considerar a instalação aceita somente após a montagem, os testes, a pré-operação, a limpeza e a entrega dos desenhos como construído e dos manuais de operação e manutenção.

## 7. PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE – PMOC

A Lei nº 13.589/2018 tornou obrigatório, em todos os edifícios de uso público e coletivo, o Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) dos sistemas de ar-condicionado. É responsabilidade da administração da edificação contratar a empresa

responsável pela execução do PMOC, que acompanha este projeto em documento próprio.

## 8. PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA (PMOC) – SISTEMA DE AR-CONDICIONADO

### OBJETIVO

Estabelecer o plano de manutenção preventiva do sistema de climatização, visando o funcionamento contínuo, eficiente e seguro dos equipamentos instalados.

### CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

Sistema composto por equipamentos tipo split inverter, conforme os quantitativos:

- 9.000 BTU/h (hi-wall) – 1 unidade;
- 18.000 BTU/h (hi-wall) – 1 unidade;
- 24.000 BTU/h (hi-wall) – 21 unidades;
- 30.000 BTU/h (hi-wall) – 8 unidades;
- 36.000 BTU/h (hi-wall) – 4 unidades;
- Total de 35 equipamentos instalados (915.000 BTU/h).

### ROTINAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

- Mensal (a cada 30 dias): limpeza e higienização dos filtros; inspeção da evaporadora; verificação do dreno; checagem de ruídos, vibração e funcionamento geral.
- Trimestral (a cada 90 dias): limpeza da serpentina da evaporadora; inspeção elétrica; verificação do isolamento térmico e do desempenho térmico.
- Semestral (a cada 6 meses): limpeza da condensadora; inspeção de ventiladores, coxins e suportes; medição da corrente elétrica.
- Anual (a cada 12 meses): higienização completa; inspeção de vazamentos; avaliação da eficiência e relatório anual.

### ORGANIZAÇÃO, REGISTROS E CONTROLE

As manutenções devem ser programadas para não interferir nas atividades da edificação, preferencialmente fora do horário letivo, e todas as atividades devem ser registradas em relatórios com data, identificação do equipamento (AC-01 a AC-35), serviço executado, responsável técnico e observações.

## 9. FIXAÇÃO E CARGAS DOS EQUIPAMENTOS DE AR-CONDICIONADO

As cargas consideradas correspondem ao peso total instalado de cada condensadora (equipamento, suporte metálico, linhas e acessórios), majorado pelo fator de segurança FS = 1,5, de modo a considerar esforços dinâmicos, vibrações e incertezas do sistema de ancoragem, conforme os princípios da ABNT NBR 6120. O sistema contempla equipamentos de 9.000, 18.000, 24.000, 30.000 e 36.000 BTU/h, num total de 35 unidades.

Tabela 4 – Cargas de cálculo das condensadoras

| Capacidade (BTU/h) | Peso instalado (kg) | FS | Carga de cálculo (kg) | Local de fixação |
|---|---|---|---|---|
| 9.000 | 36 | 1,5 | 54,0 | Piso ou laje |
| 18.000 | 56 | 1,5 | 84,0 | Piso ou laje |
| 24.000 | 66 | 1,5 | 99,0 | Piso ou laje |
| 30.000 | 76 | 1,5 | 114,0 | Piso ou laje |
| 36.000 | 84 | 1,5 | 126,0 | Piso ou laje |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

As condensadoras ficam apoiadas na faixa técnica da cobertura, sobre coxins antivibração. O posicionamento considera os afastamentos mínimos para ventilação, o acesso para manutenção pelas passarelas técnicas e a mitigação da transmissão de vibrações. O peso em operação chega a 71 kg por metro de faixa e deve ser confirmado pelo responsável pela estrutura.

Atendidos os critérios descritos e as recomendações técnicas de execução, o sistema de fixação apresenta capacidade adequada para as cargas previstas, garantindo segurança estrutural, desempenho operacional e durabilidade, devendo os serviços ser executados sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado, com a respectiva ART ou RRT.

Perdigão – MG, 11 de novembro de 2026.

**Prefeitura Municipal de Perdigão – MG**
Juliana Maciel Marinho Vecci
Engenheira – CREA-MG 202.696/D

# PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE

PMOC – Sistema de climatização

**Obra:**

**Escola Municipal de Tempo Integral - Jardim Real**

Perdigão - MG

Área: 1.946,68 m²

**Responsável técnica:**

Juliana Maciel Marinho Vecci

Engenheira – CREA-MG 202.696/D

Novembro de 2026

Tabela 1 – Identificação do plano

| Campo | Informação |
|---|---|
| Obra | Escola Municipal de Tempo Integral - Jardim Real |
| Local | Perdigão - MG |
| Área de referência | 1.946,68 m² |
| Sistema | Equipamentos de ar-condicionado tipo split hi-wall inverter, com unidades evaporadoras e condensadoras individuais |
| Capacidade instalada prevista | 35 equipamentos – 915.000 BTU/h, equivalente a 76,3 TR |
| Responsável técnico do projeto | Juliana Maciel Marinho Vecci – Engenheira – CREA-MG 202.696/D |
| Finalidade do documento | Estabelecer o plano de manutenção preventiva, operação e controle que garante o funcionamento contínuo, eficiente e seguro do sistema de climatização |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 1. OBJETIVO

Este Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) estabelece as rotinas mínimas de inspeção, limpeza, higienização, operação, controle, manutenção preventiva e corretiva e os registros técnicos do sistema de climatização da obra Escola Municipal de Tempo Integral - Jardim Real, em Perdigão - MG.

O objetivo principal é garantir o funcionamento contínuo, eficiente, seguro e higiênico dos equipamentos de ar-condicionado, preservando o desempenho térmico, a qualidade do ar interior, a vida útil dos equipamentos e as condições de conforto dos usuários. Este documento complementa o memorial descritivo de climatização.

## 2. ABRANGÊNCIA DO PLANO

O plano abrange todos os equipamentos e componentes do sistema de climatização indicados no projeto: unidades evaporadoras e condensadoras, filtros, serpentinas, ventiladores, drenos, linhas frigorígenas, suportes, pontos elétricos de alimentação, controles, sensores, proteções e demais acessórios.

As atividades devem ser executadas por empresa especializada e por profissionais habilitados ou capacitados, observando as orientações dos fabricantes, as normas técnicas, as normas de segurança do trabalho e os procedimentos administrativos da unidade gestora da edificação.

## 3. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

Conforme o memorial descritivo, o sistema é composto por equipamentos individuais tipo split inverter, com condensadoras remotas e evaporadoras nos ambientes atendidos. A marca e o modelo indicados no projeto são referenciais, admitindo-se equipamentos equivalentes ou superiores quanto à capacidade térmica, vazão de ar, eficiência energética, ruído, fluido refrigerante e tecnologia.

Tabela 2 – Inventário sintético dos equipamentos

| Capacidade nominal | Tipo | Quantidade | Capacidade total | Codificação | Ambientes |
|---|---|---|---|---|---|
| 9.000 BTU/h | hi-wall | 1 un. | 9.000 BTU/h | AC-10 | Supervisão e coordenação pedagógica |
| 18.000 BTU/h | hi-wall | 1 un. | 18.000 BTU/h | AC-02 | Sala de acolhimento |
| 24.000 BTU/h | hi-wall | 21 un. | 504.000 BTU/h | AC-01, AC-03 a AC-09, AC-17 a AC-21 e AC-28 a AC-35 | Sala dos professores (com copa), Pré-escola 1 (1º período), Pré-escola 2 (2º período), Secretaria, Recepção, Diretoria, Sala 05 (5º ano), Sala de recursos multifuncionais (AEE) e multissensorial, Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço), Sala 01 (1º ano), Sala 02 (2º ano), Sala 03 (3º ano), Sala 04 (4º ano) |
| 30.000 BTU/h | hi-wall | 8 un. | 240.000 BTU/h | AC-15, AC-16 e AC-22 a AC-27 | Laboratório de ciências e oficina, Biblioteca, Laboratório de informática e robótica |
| 36.000 BTU/h | hi-wall | 4 un. | 144.000 BTU/h | AC-11 a AC-14 | Refeitório |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

A capacidade total prevista é de 915.000 BTU/h, equivalente a 76,3 TR (1 TR = 12.000 BTU/h). A codificação é a do projeto (AC-01 a AC-35) e deve ser marcada fisicamente nos equipamentos e conferida no cadastro como construído.

## 4. REFERÊNCIAS NORMATIVAS E LEGAIS

- Lei Federal nº 13.589/2018 – manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes.

- Portaria MS/GM nº 3.523/1998 – regulamento técnico de verificação visual, limpeza, remoção de sujidades e manutenção dos componentes dos sistemas de climatização.
- ABNT NBR 13971 – Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento – Manutenção programada.
- ABNT NBR 16401 – Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários, no que for aplicável.
- ABNT NBR 17037:2023 – Qualidade do ar interior em ambientes não residenciais climatizados artificialmente – Padrões referenciais.
- Resolução RE ANVISA nº 09/2003 – padrões referenciais de qualidade do ar interior, quando aplicável e enquanto exigida pelo órgão competente.
- NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.
- NR-35 – Trabalho em altura, nas intervenções em condensadoras em fachadas, paredes externas ou locais elevados.
- Manuais de instalação, operação e manutenção dos fabricantes dos equipamentos fornecidos.

Em caso de divergência entre este plano, as normas, a legislação e os manuais dos fabricantes, prevalecem os requisitos mais restritivos e as orientações específicas do fabricante do equipamento instalado.

## 5. RESPONSABILIDADES

Tabela 3 – Responsabilidades

| Responsável ou envolvido | Responsabilidades mínimas |
|---|---|
| Administração ou gestor da edificação | Manter o PMOC vigente; contratar empresa ou profissional habilitado; disponibilizar acesso aos equipamentos; arquivar relatórios; providenciar as correções recomendadas; garantir a operação conforme o fabricante. |
| Responsável técnico pela manutenção | Profissional habilitado indicado pela administração, com ART ou RRT do PMOC; aprova as rotinas, os relatórios e as ações corretivas. |
| Empresa mantenedora | Executar as rotinas preventivas e corretivas; fornecer equipe treinada; usar EPIs e ferramentas adequadas; registrar as intervenções; comunicar falhas críticas; cumprir as normas de segurança e as recomendações do fabricante. |
| Usuários e operadores locais | Operar os equipamentos adequadamente; manter portas e janelas fechadas durante o uso; comunicar ruídos, vazamentos, falhas, odores, perda de rendimento ou gotejamento; não remover filtros ou componentes. |

| Responsável ou envolvido | Responsabilidades mínimas |
|---|---|
| Fiscalização ou contratante | Conferir os registros; exigir os checklists; acompanhar os indicadores; autorizar os serviços corretivos; manter o histórico de manutenção e desempenho do sistema. |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 6. CONDIÇÕES OPERACIONAIS RECOMENDADAS

- Operar os equipamentos em temperaturas compatíveis com o conforto térmico e a eficiência energética (em geral, entre 23 °C e 25 °C), evitando ajustes extremos.
- Manter portas e janelas fechadas durante o funcionamento, salvo procedimento específico de ventilação natural.
- Evitar o bloqueio das entradas e saídas de ar das evaporadoras e das condensadoras.
- Não usar os equipamentos com filtros removidos, saturados ou danificados.
- Comunicar imediatamente gotejamento, mau cheiro, ruído anormal, vibração excessiva, perda de rendimento, desligamentos recorrentes ou falhas elétricas.
- Programar as manutenções fora do horário letivo, em finais de semana, feriados ou recessos, minimizando o impacto nas atividades.

## 7. ROTINAS MÍNIMAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

As rotinas abaixo constituem o conjunto mínimo de atividades preventivas. A periodicidade pode ser reduzida em função de poeira excessiva, alta ocupação, uso intensivo, proximidade de vias com tráfego, obras, umidade, recomendações do fabricante ou perda de desempenho.

Tabela 4 – Rotinas mínimas de manutenção preventiva

| Periodicidade | Componentes | Atividades mínimas | Registro ou critério de aceitação |
|---|---|---|---|
| Diária / uso | Operação geral | Verificar a operação normal pelo usuário: resfriamento, ausência de ruído anormal, vibração, odor, gotejamento ou desligamento inesperado. | Ocorrências registradas em livro ou planilha de operação. |
| Mensal | Filtros das evaporadoras | Remover, limpar, higienizar e reinstalar os filtros; verificar integridade, encaixe e saturação. | Filtro limpo, íntegro e corretamente encaixado. |

| Periodicidade | Componentes | Atividades mínimas | Registro ou critério de aceitação |
|---|---|---|---|
| Mensal | Evaporadoras | Inspeção visual da carcaça, aletas, grelhas, controles, sensores, fixação, ruídos e vibrações. | Checklist mensal por equipamento. |
| Mensal | Drenos | Verificar escoamento, gotejamento, obstruções, refluxo, fungos ou mau cheiro. | Dreno livre e sem vazamentos. |
| Trimestral | Serpentinas e bandejas | Limpeza técnica de serpentinas, bandejas, ventiladores e pontos sujeitos a condensação, com produto adequado. | Sem incrustações, biofilme, sujidade ou odor. |
| Trimestral | Instalações elétricas | Verificar alimentação, cabos, conectores, disjuntores, terminais, aterramento, aperto das conexões e sinais de aquecimento. | Sem aquecimento, mau contato ou danos. |
| Trimestral | Linhas frigorígenas | Inspecionar isolamento térmico, acabamento, suportação, trechos expostos, vibração e sinais de óleo ou vazamento. | Isolamento íntegro e sem indícios de vazamento. |
| Semestral | Condensadoras | Limpeza das serpentinas; inspeção de ventiladores, compressores, suportes, coxins, parafusos, ancoragens e afastamentos de ventilação. | Unidade limpa, ventilada e fixada adequadamente. |
| Semestral | Desempenho | Medir corrente elétrica, tensão, diferencial de temperatura e condição operacional conforme o fabricante. | Parâmetros compatíveis com o manual e a ficha técnica. |
| Anual | Sistema completo | Higienização geral, revisão completa, inspeção de vazamentos, avaliação da eficiência, condição dos suportes e atualização do cadastro de equipamentos. | Relatório anual consolidado. |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 8. PLANO DE MANUTENÇÃO POR PERIODICIDADE

### 8.1. ROTINA MENSAL

1. Identificar o equipamento pela codificação (AC-01 a AC-35) ou pelo número patrimonial.
2. Desligar o equipamento e adotar os procedimentos de segurança antes da intervenção.
3. Remover os filtros da evaporadora, limpar, higienizar, secar e reinstalar.
4. Verificar a fixação da evaporadora, ruídos, vibrações e a integridade da carcaça, aletas e grelhas.
5. Verificar o controle remoto, os sensores e os modos de operação.
6. Inspecionar o dreno, a bandeja de condensado e a ausência de gotejamento interno.

7. Registrar a data, a equipe, a atividade executada, as não conformidades e as providências.

## 8.2. ROTINA TRIMESTRAL

1. Executar as atividades mensais.
2. Limpar tecnicamente as serpentinas das evaporadoras, com produto compatível com alumínio e cobre e recomendado pelo fabricante.
3. Inspecionar conexões elétricas, bornes, disjuntores, cabos, aterramento e sinais de aquecimento.
4. Verificar o isolamento térmico das linhas frigorígenas e corrigir danos, ressecamentos ou trechos expostos.
5. Avaliar o desempenho térmico pela diferença de temperatura entre o ar de retorno e o ar insuflado, conforme o fabricante.
6. Avaliar ruídos, vibrações e a fixação dos componentes internos.

## 8.3. ROTINA SEMESTRAL

1. Executar as atividades mensais e trimestrais cabíveis.
2. Limpar as serpentinas das condensadoras, removendo poeira, folhas, detritos e obstruções.
3. Inspecionar ventiladores, hélices, grades, carcaças, coxins antivibração, suportes metálicos e ancoragens.
4. Medir a corrente e a tensão de alimentação e confrontar com a placa e o manual do equipamento.
5. Inspecionar sinais de vazamento de fluido refrigerante, manchas de óleo, perda de rendimento e congelamento.
6. Verificar as condições de acesso seguro às unidades externas.

## 8.4. ROTINA ANUAL

1. Executar a revisão completa do sistema: evaporadoras, condensadoras, linhas, drenos, suportes, controles e circuitos elétricos.

2. Atualizar o inventário de equipamentos (substituições, remanejamentos, baixas e troca de componentes principais).
3. Consolidar o relatório anual com o histórico de falhas, manutenções, peças substituídas, equipamentos críticos e recomendações.
4. Avaliar o consumo, o rendimento, as condições de conforto, a recorrência de falhas e a necessidade de substituições.
5. Revisar este plano, adequando periodicidades, procedimentos e critérios conforme a experiência operacional e as recomendações dos fabricantes.

## 9. MANUTENÇÃO CORRETIVA E SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

A manutenção corretiva deve ser acionada sempre que houver falha, risco à segurança, perda de desempenho, vazamento, aquecimento elétrico, ruído anormal, vibração excessiva, gotejamento, odor, falha de partida, desligamento recorrente ou qualquer condição que comprometa a saúde dos usuários, a segurança da edificação ou a vida útil dos equipamentos.

Tabela 5 – Ações corretivas

| Ocorrência | Ação imediata | Providência técnica |
|---|---|---|
| Falha elétrica, cheiro de queimado ou aquecimento | Desligar o equipamento e isolar o circuito, se necessário. | Avaliar alimentação, disjuntor, cabos, conexões, placa e motor; liberar somente após a correção. |
| Gotejamento interno | Suspender o uso do equipamento afetado. | Desobstruir o dreno, limpar a bandeja, corrigir a inclinação e verificar o isolamento térmico. |
| Ruído ou vibração excessiva | Reduzir o uso e avaliar o risco de queda ou soltura. | Inspecionar suportes, coxins, hélices, ventiladores, carenagens, parafusos e balanceamento. |
| Perda de rendimento | Registrar o ambiente, o horário e a condição de uso. | Verificar filtros, serpentinas, carga térmica, fluido refrigerante, temperaturas e parâmetros elétricos. |
| Vazamento de fluido refrigerante | Desligar o equipamento e ventilar o local, quando aplicável. | Localizar e corrigir o vazamento, testar a estanqueidade, fazer vácuo e carga conforme o fabricante. |
| Mau cheiro ou suspeita de contaminação | Suspender o uso do equipamento afetado. | Higienização completa; verificar dreno, bandeja, filtros, serpentinas e a necessidade de análise da qualidade do ar. |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 10. CONTROLE DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

A manutenção preventiva deve contribuir para a qualidade do ar interior pela limpeza e higienização periódica de filtros, serpentinas, bandejas, drenos e superfícies internas das evaporadoras, e pela preservação das condições de ventilação, renovação de ar e operação adequada dos ambientes, com o suprimento de ar exterior previsto no projeto.

Quando exigido pelo órgão fiscalizador, pela legislação ou pelo responsável técnico, devem ser feitas avaliações da qualidade do ar interior por laboratório ou profissional habilitado, com relatório de metodologia, pontos de medição, resultados e recomendações. Ambientes com alta ocupação, odores, queixas, umidade, mofo ou falhas de manutenção têm prioridade.

## 11. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESEMPENHO OPERACIONAL

A manutenção deve preservar a eficiência energética, evitando perda de rendimento, aumento de consumo e sobrecarga dos equipamentos: filtros e serpentinas limpos, insuflamento e retorno livres, isolamentos íntegros, parâmetros elétricos adequados e afastamentos mínimos das condensadoras preservados. Na substituição de equipamentos, adotar unidade de capacidade e desempenho iguais ou superiores aos do projeto, preferencialmente inverter, de baixo ruído e com o fluido refrigerante do projeto (R-32).

## 12. SEGURANÇA DO TRABALHO

- Antes de qualquer intervenção, desligar o equipamento e adotar bloqueio e sinalização quando houver risco elétrico.
- Serviços em quadros, circuitos e componentes energizados devem observar a NR-10 e ser executados por profissional qualificado.
- Serviços em altura ou no acesso a unidades externas em fachadas, escadas ou plataformas devem observar a NR-35.
- Utilizar EPIs adequados (luvas, óculos, máscara, calçado de segurança e cinto quando aplicável), conforme a análise de risco.

- Produtos de limpeza e higienização devem ser compatíveis com os sistemas de climatização e usados conforme a ficha técnica e a FISPQ.
- Não liberar equipamento para operação com risco de choque, incêndio, queda de componentes, vazamento significativo ou falha de fixação.

## 13. REGISTROS, FORMULÁRIOS E RASTREABILIDADE

Todas as manutenções devem ser documentadas com rastreabilidade por equipamento, e os registros devem ficar arquivados pela administração da edificação, disponíveis para fiscalização, auditoria ou acompanhamento técnico.

Tabela 6 – Registros mínimos

| Documento ou registro | Conteúdo mínimo |
|---|---|
| Cadastro de equipamentos | Código, ambiente, capacidade, marca e modelo, número de série, data de instalação e localização da evaporadora e da condensadora (ver o cadastro dos equipamentos). |
| Checklist mensal | Equipamento, data, filtros, dreno, ruído, vibração, funcionamento, limpeza, responsável e observações. |
| Relatório trimestral ou semestral | Atividades executadas, medições, não conformidades, fotos quando necessário, peças substituídas e recomendações. |
| Relatório anual consolidado | Histórico de manutenção, falhas recorrentes, indicadores, equipamentos críticos, recomendações e planejamento do próximo ciclo. |
| Registro de manutenção corretiva | Chamado, causa provável, diagnóstico, peças, serviço executado, data de retorno à operação e responsável. |
| Comprovantes técnicos | ART ou RRT, certificados de calibração quando aplicável, fichas técnicas, notas de serviço e treinamentos. |
| Controle da qualidade do ar | Relatórios laboratoriais ou técnicos, pontos de coleta, resultados, conclusões e ações corretivas, quando aplicável. |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 14. INDICADORES MÍNIMOS DE ACOMPANHAMENTO

Tabela 7 – Indicadores

| Indicador | Meta ou referência | Forma de controle |
|---|---|---|
| Cumprimento do cronograma preventivo | 100% das manutenções programadas executadas ou justificadas | Planilha mensal e relatório consolidado. |
| Tempo de resposta a falhas críticas | Atendimento priorizado conforme a gravidade e o contrato | Registro de chamado e ordem de serviço. |
| Recorrência de falhas por equipamento | Identificar equipamentos com falhas repetidas | Histórico por código (AC-01 a AC-35). |
| Condição de filtros e serpentinas | Sem saturação, odor, biofilme ou obstrução | Checklist e fotos quando necessário. |
| Desempenho térmico | Ambientes sem perda anormal de rendimento | Medições e registros dos usuários e da fiscalização. |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 15. CRONOGRAMA ANUAL REFERENCIAL

O cronograma é referencial e deve ser ajustado ao calendário de uso da edificação, priorizando férias, recessos, finais de semana ou horários de menor impacto às atividades pedagógicas.

Tabela 8 – Cronograma anual

| Mês | Mensal | Trimestral | Semestral | Anual | Observações |
|---|---|---|---|---|---|
| Janeiro | X | – | – | – | Preferir recesso ou férias. |
| Fevereiro | X | – | – | – | Programar fora do horário letivo. |
| Março | X | X | – | – | Programar fora do horário letivo. |
| Abril | X | – | – | – | Programar fora do horário letivo. |
| Maio | X | – | – | – | Programar fora do horário letivo. |
| Junho | X | X | X | – | Programar fora do horário letivo. |
| Julho | X | – | – | – | Preferir recesso ou férias. |
| Agosto | X | – | – | – | Programar fora do horário letivo. |
| Setembro | X | X | – | – | Programar fora do horário letivo. |
| Outubro | X | – | – | – | Programar fora do horário letivo. |
| Novembro | X | – | – | – | Programar fora do horário letivo. |
| Dezembro | X | X | X | X | Preferir recesso ou férias. |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 16. CADASTRO DOS EQUIPAMENTOS

Cadastro inicial dos equipamentos do projeto. Marca, modelo, número de série e data de instalação devem ser preenchidos na entrega da obra e mantidos atualizados.

Tabela 9 – Cadastro dos equipamentos

| Código | Ambiente | Pavimento | Tipo | Capacidade (BTU/h) | Marca / modelo | Nº de série | Instalação |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AC-01 | Sala dos professores (com copa) | Térreo | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-02 | Sala de acolhimento | Térreo | hi-wall | 18.000 | | | |
| AC-03 | Pré-escola 1 (1º período) | Térreo | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-04 | Pré-escola 1 (1º período) | Térreo | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-05 | Pré-escola 2 (2º período) | Térreo | hi-wall | 24.000 | | | |

| Código | Ambiente | Pavimento | Tipo | Capacidade (BTU/h) | Marca / modelo | Nº de série | Instalação |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AC-06 | Pré-escola 2 (2º período) | Térreo | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-07 | Secretaria | Térreo | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-08 | Recepção | Térreo | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-09 | Diretoria | Térreo | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-10 | Supervisão e coordenação pedagógica | Térreo | hi-wall | 9.000 | | | |
| AC-11 | Refeitório | Térreo | hi-wall | 36.000 | | | |
| AC-12 | Refeitório | Térreo | hi-wall | 36.000 | | | |
| AC-13 | Refeitório | Térreo | hi-wall | 36.000 | | | |
| AC-14 | Refeitório | Térreo | hi-wall | 36.000 | | | |
| AC-15 | Laboratório de ciências e oficina | Pavimento superior | hi-wall | 30.000 | | | |
| AC-16 | Laboratório de ciências e oficina | Pavimento superior | hi-wall | 30.000 | | | |
| AC-17 | Sala 05 (5º ano) | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-18 | Sala 05 (5º ano) | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-19 | Sala de recursos multifuncionais (AEE) e multissensorial | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-20 | Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço) | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-21 | Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço) | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-22 | Biblioteca | Pavimento superior | hi-wall | 30.000 | | | |
| AC-23 | Biblioteca | Pavimento superior | hi-wall | 30.000 | | | |
| AC-24 | Biblioteca | Pavimento superior | hi-wall | 30.000 | | | |
| AC-25 | Laboratório de informática e robótica | Pavimento superior | hi-wall | 30.000 | | | |
| AC-26 | Laboratório de informática e robótica | Pavimento superior | hi-wall | 30.000 | | | |
| AC-27 | Laboratório de informática e robótica | Pavimento superior | hi-wall | 30.000 | | | |
| AC-28 | Sala 01 (1º ano) | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-29 | Sala 01 (1º ano) | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |

| Código | Ambiente | Pavimento | Tipo | Capacidade (BTU/h) | Marca / modelo | Nº de série | Instalação |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AC-30 | Sala 02 (2º ano) | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-31 | Sala 02 (2º ano) | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-32 | Sala 03 (3º ano) | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-33 | Sala 03 (3º ano) | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-34 | Sala 04 (4º ano) | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |
| AC-35 | Sala 04 (4º ano) | Pavimento superior | hi-wall | 24.000 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 17. CHECKLIST SINTÉTICO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

O checklist abaixo é o registro mínimo por equipamento e pode ser substituído por formulário próprio da empresa mantenedora que contenha as mesmas informações.

Tabela 10 – Checklist por equipamento

| Item | Verificação | Conforme? | Observações |
|---|---|---|---|
| 1 | Identificação do equipamento e do ambiente conferida. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 2 | Equipamento desligado e condição de segurança verificada. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 3 | Filtro limpo, higienizado e corretamente reinstalado. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 4 | Evaporadora sem sujeira excessiva, odor, ruído ou vibração. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 5 | Serpentina e aletas sem obstrução aparente. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 6 | Dreno desobstruído, sem gotejamento e sem mau cheiro. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 7 | Controle remoto e sensor funcionando corretamente. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 8 | Condensadora limpa e com ventilação livre. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 9 | Suportes, coxins e fixações íntegros. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 10 | Linhas frigorígenas e isolamento térmico íntegros. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 11 | Conexões elétricas sem aquecimento, mau contato ou dano visível. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 12 | Corrente e tensão medidas, quando aplicável. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 13 | Ruído e vibração dentro da normalidade. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 14 | Ambiente atinge a condição de conforto esperada. | ( ) Sim ( ) Não | |
| 15 | Necessidade de manutenção corretiva registrada. | ( ) Sim ( ) Não | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 18. CRITÉRIOS DE ACEITE DO PLANO

- Plano apresentado como anexo ao memorial descritivo de climatização.
- Periodicidade definida para as manutenções mensal, trimestral, semestral e anual.
- Responsabilidades definidas para a administração, o responsável técnico, a empresa mantenedora, os usuários e a fiscalização.
- Registros de manutenção e rastreabilidade por equipamento.
- Ações corretivas e tratamento de falhas.
- Controle da qualidade do ar interior e higienização dos componentes.
- Atualização do inventário e relatório anual consolidado.
- Vinculação às normas legais e técnicas aplicáveis.

## 19. CONCLUSÃO

Com a adoção deste Plano de Manutenção, Operação e Controle, o projeto passa a contemplar procedimento formal para o funcionamento contínuo, eficiente, seguro e higiênico do sistema de climatização. A execução do plano ocorre na fase de operação da edificação, sob a responsabilidade da administração e de empresa ou profissional habilitado, com a emissão dos registros técnicos correspondentes. Este documento deve ser mantido junto do memorial descritivo, dos projetos, dos manuais dos equipamentos, das fichas técnicas e dos relatórios de manutenção.

## 20. TERMO DE CIÊNCIA E RESPONSABILIDADE

Tabela 11 – Termo de ciência

| Campo | Informação |
|---|---|
| Obra | Escola Municipal de Tempo Integral - Jardim Real |
| Local | Perdigão - MG |
| Plano | Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC do sistema de climatização |
| Data | Novembro de 2026 |
| Responsável técnico do projeto | Juliana Maciel Marinho Vecci – Engenheira – CREA-MG 202.696/D |
| Responsável pela execução do PMOC | A ser definido pela administração ou contratante na fase de operação, com a respectiva responsabilidade técnica |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Perdigão – MG, 11 de novembro de 2026.

_____

**Prefeitura Municipal de Perdigão – MG**
Juliana Maciel Marinho Vecci
Engenheira – CREA-MG 202.696/D