# MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

Instalações elétricas de baixa tensão

**Obra:**

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

Perdigão - MG

**Responsável técnica:**

Juliana Maciel Marinho Vecci

Engenheira – CREA-MG 202.696/D

Novembro de 2026

# Sumário

1. IDENTIFICAÇÃO....3
2. OBJETIVO....3
3. DOCUMENTOS DO PROJETO....3
4. NORMAS E REFERÊNCIAS....4
5. DESCRIÇÃO GERAL DA INSTALAÇÃO....6
5.1. EDIFICAÇÃO E SETORIZAÇÃO DOS QUADROS....6
5.2. FORNECIMENTO DE ENERGIA E PADRÃO DE ENTRADA....7
5.3. DISTRIBUIÇÃO: QM, QGBT E ALIMENTADORES....7
5.4. ILUMINAÇÃO....8
5.5. TOMADAS DE USO GERAL E DE USO ESPECÍFICO....8
5.6. AR-CONDICIONADO....8
5.7. COZINHA....10
5.8. PROTEÇÕES....10
5.9. ATERRAMENTO....11
5.10. CONDUTORES, ELETRODUTOS E CAIXAS....11
5.11. QUEDAS DE TENSÃO....12
6. DEMANDA E PADRÃO DE ENTRADA....12
7. QUADROS E ALIMENTADORES....13
8. QUADROS DE CARGAS....13
8.1. QDC-IL1 – BLOCO 01 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS....14
8.2. QDC-IL2 – BLOCO 02 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS....15
8.3. QDC-COZ – COZINHA E REFEITÓRIO – ILUMINAÇÃO E TOMADAS....15
8.4. QDC-IL4 – BLOCO 04 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS....16
8.5. QDC-IL5 – BLOCO 05 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS....17
8.6. QDC-IL6 – BLOCO 06 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS....19
8.7. QDC-IL7 – BLOCO 07 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS....20
8.8. QDC-AC1 – BLOCO 01 – AR-CONDICIONADO....21
8.9. QDC-AC2 – BLOCO 02 – AR-CONDICIONADO....22
8.10. QDC-AC3 – BLOCO 03 – AR-CONDICIONADO....23
8.11. QDC-AC4 – BLOCO 04 – AR-CONDICIONADO....23
8.12. QDC-AC5 – BLOCO 05 – AR-CONDICIONADO....24
9. ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS....25
10. EXECUÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E ENSAIOS....28
11. CRITÉRIOS DE PROJETO ADOTADOS....28
12. OBSERVAÇÕES....29

## 1. IDENTIFICAÇÃO

Tabela 1 – Identificação do projeto

| Item | Descrição |
|---|---|
| Escola | Escola Municipal de Tempo Integral - Jardim Real |
| Endereço | Rua 02, esquina com as Ruas 08 e 09 – Perdigão - MG |
| Proprietário | Prefeitura Municipal de Perdigão – MG |
| Contratante | Prefeitura Municipal de Perdigão - MG |
| Empresa projetista | Prefeitura Municipal de Perdigão – MG |
| Projeto | Instalações elétricas de baixa tensão (instalação embutida) |
| Responsável técnica: | Juliana Maciel Marinho Vecci – Engenheira |
| Registro profissional | CREA-MG 202.696/D |
| ART de projeto | a registrar no CREA-MG |
| Data | 11 de novembro de 2026 |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 2. OBJETIVO

Este memorial descreve o projeto das instalações elétricas de baixa tensão da Escola Municipal de Tempo Integral - Jardim Real, em Perdigão - MG, com os critérios de projeto, a descrição da instalação, o cálculo da demanda e do padrão de entrada, o dimensionamento dos quadros, dos alimentadores e dos circuitos e as especificações dos materiais, complementando as pranchas para a perfeita execução dos serviços.

O projeto segue a ABNT NBR 5410 e a norma de fornecimento da CEMIG (ND-5.1). Como boa prática, adota a organização dos projetos elétricos das escolas estaduais de Minas Gerais: quadros setorizados por bloco e por finalidade, iluminação com acionamento parcial e circuitos independentes para os equipamentos de maior potência.

## 3. DOCUMENTOS DO PROJETO

O projeto é composto pelos seguintes documentos:

I. ELE-01 – Bloco 01 – iluminação e tomadas;

II. ELE-02 – Bloco 02 – iluminação e tomadas;

III. ELE-03 – Cozinha e refeitório – iluminação e tomadas;

IV. ELE-04 – Bloco 04 – iluminação e tomadas;

V. ELE-05 – Bloco 05 – iluminação e tomadas;

VI. ELE-06 – Bloco 06 – iluminação e tomadas;

VII. ELE-07 – Bloco 07 – iluminação e tomadas;

VIII. ELE-08 – Bloco 01 – ar-condicionado;

IX. ELE-09 – Bloco 02 – ar-condicionado;

X. ELE-10 – Bloco 03 – ar-condicionado;

XI. ELE-11 – Bloco 04 – ar-condicionado;

XII. ELE-12 – Bloco 05 – ar-condicionado;

XIII. ELE-13 – planta de alimentação;

XIV. ELE-14 – QM, QGBT e alimentadores;

XV. ELE-15 – detalhes;

XVI. Memorial descritivo e de cálculo (este documento);

XVII. Lista de materiais (planilha, por quadro e total);

XVIII. Lista de materiais por quadro (planilha do programa);

XIX. Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do projeto.

As pranchas são entregues em DWG (e também em PDF e DXF), no formato A0, com o carimbo deste projeto; cada folha traz a planta, os diagramas multifilar e unifilar, o quadro de cargas, o quadro de demanda, o quadro executivo, o mapa-chave, a lista de materiais, as legendas e as notas.

## 4. NORMAS E REFERÊNCIAS

Foram observadas as seguintes normas e publicações, nas edições vigentes:

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

II. ABNT NBR 5419:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas (equipotencialização e DPS);

III. ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 – Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior;

IV. ABNT NBR 14136:2012 (Versão Corrigida 2013) – Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V;

V. ABNT NBR NM 60898:2004 – Disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares;

VI. ABNT NBR IEC 60947-2:2013 – Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão – Parte 2: Disjuntores;

VII. ABNT NBR NM 61008-1:2005 – Interruptores a corrente diferencial-residual (DR) sem dispositivo de proteção contra sobrecorrentes;

VIII. ABNT NBR IEC 61643-11:2021 – Dispositivos de proteção contra surtos de baixa tensão;

IX. ABNT NBR NM 247-3:2002 – Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V;

X. ABNT NBR 7286:2022 e NBR 7287:2009 – Cabos de potência com isolação extrudada de EPR e XLPE para tensões de 1 kV a 35 kV;

XI. ABNT NBR 15465:2020 – Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão;

XII. ABNT NBR 15715:2009 – Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações;

XIII. ABNT NBR IEC 61439-1 e 61439-3 – Conjuntos de manobra e comando de baixa tensão (quadros de distribuição);

XIV. Norma Regulamentadora NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;

XV. CEMIG D – ND-5.1 – Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária – Rede de distribuição aérea – Edificações individuais (vigente);

XVI. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais – Caderno de Especificações e padrão de instalação das escolas estaduais;

ABNT NBR 5419:2026 – Proteção contra descargas atmosféricas (DPS e equipotencialização).

# 5. DESCRIÇÃO GERAL DA INSTALAÇÃO

## 5.1. EDIFICAÇÃO E SETORIZAÇÃO DOS QUADROS

A edificação foi dividida em 7 blocos (cômodos encostados formam um bloco; pátios e circulações abertas os separam), com a mesma numeração usada no projeto de climatização. A distribuição é setorizada por bloco e por finalidade: um quadro de distribuição de circuitos (QDC) de iluminação e tomadas por bloco, um QDC exclusivo de ar-condicionado por bloco que tem aparelhos, um QDC exclusivo da cozinha (com as despensas e o refeitório encostados nela) e o quadro geral de baixa tensão (QGBT), alimentado pelo quadro de medição e proteção geral (QM) do padrão de entrada.

Com isso, nenhum quadro concentra grande quantidade de circuitos ou de potência, a manutenção de um setor não desliga os demais e os circuitos de ar-condicionado ficam separados dos de iluminação e tomadas. Os quadros ficam em locais acessíveis e seguros (circulação, administração ou depósito), nunca em sanitários, áreas molhadas ou salas de aula quando houver outra opção.

Tabela 2 – Quadros de distribuição

| Quadro | Finalidade | Local | Circuitos + reservas | Potência instalada (W) | Demanda (kVA) |
|---|---|---|---|---|---|
| QDC-IL1 | Bloco 01 – iluminação e tomadas | Circulação lateral | 17 + 4 | 21.912 | 23,82 |
| QDC-IL2 | Bloco 02 – iluminação e tomadas | Arquivo e almoxarifado | 9 + 3 | 5.830 | 6,01 |
| QDC-COZ | Cozinha e refeitório – iluminação e tomadas | Refeitório | 13 + 4 | 8.982 | 8,30 |
| QDC-IL4 | Bloco 04 – iluminação e tomadas | Circulação lateral | 19 + 4 | 18.064 | 18,70 |
| QDC-IL5 | Bloco 05 – iluminação e tomadas | Galeria (direita) | 21 + 4 | 13.932 | 14,17 |
| QDC-IL6 | Bloco 06 – iluminação e tomadas | Depósito de material esportivo | 22 + 4 | 42.966 | 32,96 |
| QDC-IL7 | Bloco 07 – iluminação e tomadas | Circulação de serviço | 26 + 4 | 30.166 | 28,60 |
| QDC-AC1 | Bloco 01 – ar-condicionado | Circulação lateral | 6 + 2 | 13.110 | 14,25 |
| QDC-AC2 | Bloco 02 – ar-condicionado | Arquivo e almoxarifado | 4 + 2 | 7.700 | 8,37 |
| QDC-AC3 | Bloco 03 – ar-condicionado | Refeitório | 4 + 2 | 13.680 | 14,87 |
| QDC-AC4 | Bloco 04 – ar-condicionado | Circulação lateral | 10 + 3 | 25.650 | 27,88 |
| QDC-AC5 | Bloco 05 – ar-condicionado | Galeria (direita) | 11 + 3 | 26.790 | 29,12 |

| Quadro | Finalidade | Local | Circuitos + reservas | Potência instalada (W) | Demanda (kVA) |
|---|---|---|---|---|---|
| QGBT | Quadro geral de baixa tensão | Arquivo e almoxarifado | 12 saídas + 2 reservas | 228.782 | 181,26 |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 5.2. FORNECIMENTO DE ENERGIA E PADRÃO DE ENTRADA

O fornecimento será em baixa tensão, trifásico a quatro fios (3F + N), 220/127 V, 60 Hz, pela CEMIG D — ND-5.1 (edificações individuais). Tipo F (ND-5.1, 4.5.1.4): carga instalada de 228,8 kW, acima de 75 kW, e demanda de 181,3 kVA, até 304 kVA — atendimento em baixa tensão (127/220 V, 4 fios) por opção do consumidor, com ramal de conexão subterrâneo e medição indireta. Pedido à CEMIG pelo Formulário para Solicitação de Análise de Carga ou Aprovação de Projeto Elétrico de BT (APR WEB), com a ART do projeto e o documento "Opção de Atendimento em Baixa Tensão" (ND-5.1, 4.7.1.2).

O padrão de entrada (QM) fica junto à entrada da escola, no limite da propriedade e com acesso pela via pública, na posição indicada na planta de alimentação, de onde o alimentador segue enterrado até o QGBT. Terá medição indireta (TC) com transformadores de corrente de 600/5 A, disjuntor geral de 500 A e condutores de 2 × 240 mm² por fase, em paralelo (neutro de 2 × 240 mm²), com ramal de conexão subterrâneo. A corrente de curto-circuito presumida no ponto de entrega foi tomada como 10,0 kA (a confirmar com a CEMIG).

**Atenção:** o padrão de entrada foi pré-dimensionado pela corrente de demanda; antes do pedido de ligação, confira a categoria, o disjuntor, os condutores, os transformadores de corrente e o eletroduto nas tabelas da ND-5.1 vigente (Tabela 4 do tipo F e Tabela 5 da medição).

## 5.3. DISTRIBUIÇÃO: QM, QGBT E ALIMENTADORES

Do QM sai o alimentador do QGBT (Arquivo e almoxarifado) e do QGBT sai um alimentador para cada QDC. Os alimentadores são de cabos unipolares de cobre com isolação EPR/XLPE 90 °C, 0,6/1 kV (fases, neutro e condutor de proteção separados, esquema TN-S). Entre blocos, seguem enterrados em eletroduto corrugado de PEAD a 0,60 m de profundidade (116,0 m de vala, 13 caixas de passagem de 60 × 60 × 70 cm

nas mudanças de direção, nas entradas das edificações e a cada 25 m no máximo); dentro das edificações, em eletroduto de PVC rígido aparente. Os percursos estão na planta de alimentação.

## 5.4. ILUMINAÇÃO

A iluminação foi calculada pelo método dos lúmens, com as iluminâncias da ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (salas de aula 300 lx, biblioteca, informática e secretaria 500 lx, circulações 100 lx), fator de manutenção 0,80 e luminárias LED de sobrepor, em grades completas (fileiras iguais).

Para permitir o uso parcial da iluminação, os ambientes com quatro ou mais luminárias têm uma seção comandada por fileira, sendo a primeira a junto às janelas; cada seção tem a sua tecla no interruptor e a letra correspondente nas pranchas. Os circuitos de iluminação têm no máximo 650 VA e atendem a poucos ambientes, de modo que o desligamento de um circuito não apague um bloco inteiro.

A circulação externa recebe luminárias LED de sobrepor IP65 junto às portas, em circuito próprio comandado por relé fotoelétrico.

## 5.5. TOMADAS DE USO GERAL E DE USO ESPECÍFICO

As tomadas são do padrão ABNT NBR 14136 (2P+T), de 10 A nas de uso geral (TUG) e de 20 A nas de uso específico quando a corrente o exigir, nas alturas indicadas nas pranchas (baixa a 0,30 m, média a 1,20 m e alta a 2,20 m). Os circuitos de tomadas de uso geral têm no máximo 1.500 VA.

Toda tomada de uso específico de equipamento com corrente acima de 10 A (chuveiros, aparelhos de ar-condicionado, forno de micro-ondas, liquidificador e processador industriais, freezer, geladeira e coifa da cozinha, entre outros) tem circuito independente, com disjuntor próprio; as de menor corrente podem compartilhar o circuito de tomadas do ambiente.

## 5.6. AR-CONDICIONADO

Os aparelhos de ar-condicionado vêm do projeto de climatização: 35 aparelhos split inverter, cada um com circuito exclusivo em 220 V (F + F + T), tomada 2P+T de 20 A a 2,20 m do piso e disjuntor bipolar com DR individual de 30 mA (a condensadora

fica na área externa), ligados aos QDC exclusivos de ar-condicionado (QDC-AC1, QDC-AC2, QDC-AC3, QDC-AC4 e QDC-AC5).

Nenhum aparelho tem capacidade acima de 36.000 BTU/h: nos ambientes de carga térmica maior foram adotados dois ou mais aparelhos menores, o que melhora a distribuição do ar e mantém parte da climatização durante a manutenção de um deles.

Tabela 3 – Aparelhos de ar-condicionado e circuitos

| Aparelho | Ambiente | Capacidade (BTU/h) | Potência (W) | Quadro / circuito | Disjuntor | Cabo (mm²) | DR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AC-01 | Sala dos professores (com copa) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC1 / 128 | 2P 20 A | 2,5 | 30 mA |
| AC-02 | Sala de acolhimento | 18.000 | 1.710 | QDC-AC1 / 133 | 2P 16 A | 2,5 | 30 mA |
| AC-03 | Pré-escola 1 (1º período) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC1 / 129 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-04 | Pré-escola 1 (1º período) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC1 / 130 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-05 | Pré-escola 2 (2º período) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC1 / 131 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-06 | Pré-escola 2 (2º período) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC1 / 132 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-07 | Secretaria | 24.000 | 2.280 | QDC-AC2 / 134 | 2P 20 A | 2,5 | 30 mA |
| AC-08 | Recepção | 24.000 | 2.280 | QDC-AC2 / 135 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-09 | Diretoria | 24.000 | 2.280 | QDC-AC2 / 136 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-10 | Supervisão e coordenação pedagógica | 9.000 | 860 | QDC-AC2 / 137 | 2P 10 A | 2,5 | 30 mA |
| AC-11 | Refeitório | 36.000 | 3.420 | QDC-AC3 / 138 | 2P 32 A | 6,0 | 30 mA |
| AC-12 | Refeitório | 36.000 | 3.420 | QDC-AC3 / 139 | 2P 32 A | 6,0 | 30 mA |
| AC-13 | Refeitório | 36.000 | 3.420 | QDC-AC3 / 140 | 2P 32 A | 6,0 | 30 mA |
| AC-14 | Refeitório | 36.000 | 3.420 | QDC-AC3 / 141 | 2P 32 A | 6,0 | 30 mA |
| AC-15 | Laboratório de ciências e oficina | 30.000 | 2.850 | QDC-AC4 / 142 | 2P 25 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-16 | Laboratório de ciências e oficina | 30.000 | 2.850 | QDC-AC4 / 143 | 2P 25 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-17 | Sala 05 (5º ano) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC4 / 147 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-18 | Sala 05 (5º ano) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC4 / 148 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-19 | Sala de recursos multifuncionais (AEE) e multissensorial | 24.000 | 2.280 | QDC-AC4 / 149 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-20 | Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC4 / 150 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-21 | Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC4 / 151 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-22 | Biblioteca | 30.000 | 2.850 | QDC-AC4 / 144 | 2P 25 A | 6,0 | 30 mA |
| AC-23 | Biblioteca | 30.000 | 2.850 | QDC-AC4 / 145 | 2P 25 A | 6,0 | 30 mA |
| AC-24 | Biblioteca | 30.000 | 2.850 | QDC-AC4 / 146 | 2P 25 A | 6,0 | 30 mA |
| AC-25 | Laboratório de informática e robótica | 30.000 | 2.850 | QDC-AC5 / 152 | 2P 25 A | 6,0 | 30 mA |
| AC-26 | Laboratório de informática e robótica | 30.000 | 2.850 | QDC-AC5 / 153 | 2P 25 A | 6,0 | 30 mA |

| Aparelho | Ambiente | Capacidade (BTU/h) | Potência (W) | Quadro / circuito | Disjuntor | Cabo (mm²) | DR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AC-27 | Laboratório de informática e robótica | 30.000 | 2.850 | QDC-AC5 / 154 | 2P 25 A | 6,0 | 30 mA |
| AC-28 | Sala 01 (1º ano) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC5 / 155 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-29 | Sala 01 (1º ano) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC5 / 156 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-30 | Sala 02 (2º ano) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC5 / 157 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-31 | Sala 02 (2º ano) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC5 / 158 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-32 | Sala 03 (3º ano) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC5 / 159 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-33 | Sala 03 (3º ano) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC5 / 160 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-34 | Sala 04 (4º ano) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC5 / 161 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |
| AC-35 | Sala 04 (4º ano) | 24.000 | 2.280 | QDC-AC5 / 162 | 2P 20 A | 4,0 | 30 mA |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 5.7. COZINHA

A cozinha (com as despensas e o refeitório encostados nela) tem QDC exclusivo, com os equipamentos da lista padrão da cozinha escolar em circuitos independentes e DR individual nos circuitos de tomadas, conforme a NBR 5410 (5.1.3.2.2).

- Forno de micro-ondas (1.500 W, circuito 34);
- Liquidificador industrial (1.200 W, circuito 35);
- Processador de alimentos industrial (800 W, circuito 36);
- Geladeira industrial 4 portas (600 W, circuito 37);
- Freezer horizontal (400 W, circuito 38);
- Coifa/exaustor (400 W, circuito 39).

## 5.8. PROTEÇÕES

Cada circuito é protegido por disjuntor termomagnético (ABNT NBR NM 60898), curva B nos circuitos de iluminação e tomadas e curva C nos de motores e ar-condicionado. A capacidade de interrupção dos disjuntores foi escolhida pela corrente de curto-circuito presumida em cada quadro, calculada desde o ponto de entrega pela impedância dos alimentadores (de 1,5 a 5,9 kA nos QDC e 9,5 kA no QGBT).

Não há DR geral nos quadros: o dispositivo diferencial-residual de 30 mA é individual e só nos circuitos em que a NBR 5410 (5.1.3.2.2) o exige — sanitários e áreas molhadas, cozinha, DML, tomadas externas e aparelhos de ar-condicionado —, num total de 79 circuitos. Assim as pequenas correntes de fuga dos motores e da

eletrônica dos aparelhos não se somam num só DR, evitando desarmes intempestivos e mantendo a continuidade de funcionamento.

Todos os quadros (QGBT e QDC) têm dispositivo de proteção contra surtos (DPS) classe II, ABNT NBR IEC 61643-11, entre cada fase e o neutro e o barramento de proteção (Uc ≥ 175 V, In 20 kA, Imáx 40 kA). Cada QDC tem disjuntor geral tripolar e espaço de reserva para ampliações (NBR 5410, 6.5.4.7): 39 reservas no total.

## 5.9. ATERRAMENTO

O esquema de aterramento é o TN-S: o neutro é aterrado no padrão de entrada e, a partir dele, o neutro e o condutor de proteção (PE) seguem separados até todos os quadros e pontos. A malha de aterramento tem 3 hastes de aço cobreado de 5/8" × 2,40 m em linha, a cada 3 m, interligadas por cabo de cobre nu de 50 mm² a 0,50 m de profundidade, com conexões por solda exotérmica e caixa de inspeção, e é ligada ao barramento de equipotencialização principal (BEP) junto ao QGBT, ao qual se ligam também as massas metálicas, as estruturas e as tubulações metálicas.

Todas as tomadas têm o pino de terra ligado ao condutor de proteção, e todas as carcaças metálicas de quadros, luminárias e equipamentos são aterradas. A resistência de aterramento deve ser medida após a execução e registrada no relatório de ensaios.

## 5.10. CONDUTORES, ELETRODUTOS E CAIXAS

Circuitos terminais em cabo flexível de cobre, isolação de PVC 70 °C, 450/750 V, antichama (NBR NM 247-3), com seção mínima de 1,5 mm² na iluminação e 2,5 mm² nas tomadas; alimentadores em cabo de cobre unipolar EPR/XLPE 90 °C, 0,6/1 kV. Cores: fases R, S e T em branco, preto e vermelho; neutro azul-claro; proteção verde-amarelo; retorno amarelo.

Os eletrodutos são de PVC corrugado embutidos na alvenaria e na laje, com caixas 4" × 2" nas paredes e octogonais 4" × 4" no teto.

O diâmetro de cada trecho segue a taxa de ocupação da NBR 5410 (6.2.11.1.6); o projeto limita a 3 o número de circuitos por eletroduto, com os fatores de agrupamento aplicados no dimensionamento dos condutores. Os percursos dos eletrodutos e a fiação de cada trecho estão nas plantas.

## 5.11. QUEDAS DE TENSÃO

A queda de tensão foi limitada a 5% desde o ponto de entrega até o ponto mais distante (NBR 5410, 6.2.7): no alimentador do QGBT 0,25%, nos alimentadores dos QDC até 1,5% (2% nos de ar-condicionado, cujos circuitos são curtos) e o restante nos circuitos terminais, calculados pelo percurso real dos eletrodutos. A maior queda total calculada é de 4,91%.

## 6. DEMANDA E PADRÃO DE ENTRADA

A demanda foi calculada **uma única vez**, pelos fatores de demanda gerais da concessionária para o tipo de edificação, e o mesmo valor é usado no dimensionamento do padrão de entrada, do alimentador do QGBT e neste memorial (não há um segundo cálculo de demanda no projeto). Nos QDC, a demanda de cada quadro serve apenas para dimensionar o seu alimentador.

Tabela 4 – Cálculo da demanda (QGBT e padrão de entrada)

| Cargas | Potência instalada (kW) | Fator de demanda | Demanda (kW) |
|---|---|---|---|
| Iluminação e tomadas de uso geral (Escolas e semelhantes: 100% dos primeiros 12 kW e 50% do excedente) | 67,83 | 59% | 39,92 |
| Aquecimento (11 aparelhos) | 58,50 | 49% | 28,66 |
| Ar-condicionado (100%) | 86,93 | 100% | 86,93 |
| Motores (maior a 100%, demais a 50%) | 8,96 | 74% | 6,65 |
| Demais equipamentos (70%) | 6,56 | 70% | 4,59 |
| **Total** | **228,78** | | **166,76 kW = 181,26 kVA (FP 0,92)** |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Tabela 5 – Padrão de entrada

| Item | Valor |
|---|---|
| Concessionária e norma | CEMIG D — ND-5.1 (edificações individuais) |
| Fornecimento | Trifásico 3F + N, 220/127 V |
| Carga instalada | 228,78 kW |
| Demanda | 181,26 kVA (475,7 A) |
| Tipo de atendimento | Tipo F |
| Medição | indireta (TC) – TC 600/5 A |
| Ramal de conexão | subterrâneo |
| Disjuntor geral | 500 A |
| Condutores (fase / neutro) | 2 × 240 / 2 × 240 mm² cobre |
| Condutor de aterramento | 240 mm² |

| Item | Valor |
|---|---|
| Situação | pré-dimensionado: conferir as tabelas da ND-5.1 vigente |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 7. QUADROS E ALIMENTADORES

Tabela 6 – Alimentadores (cobre, EPR/XLPE 90 °C, 0,6/1 kV)

| Alimentador | Dem. (kVA) | Ib (A) | Disj. (A) | Fase/N/PE (mm²) | Instalação | Eletroduto | L (m) | ΔV (%) | Icc (kA) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| QM → QGBT | 181,26 | 475,7 | 500 | 2 × 240/2 × 240/240 | enterrada (D) | PEAD 6" | 13 | 0,25 | 9,5 |
| QGBT → QDC-IL1 | 23,82 | 62,5 | 63 | 35/35/16 | enterrada (D) | PEAD 2" | 44 | 1,70 | 3,6 |
| QGBT → QDC-IL2 | 6,01 | 15,8 | 16 | 3/3/3 | enterrada (D) | PEAD 1 1/4" | 9 | 1,32 | 1,5 |
| QGBT → QDC-COZ | 8,30 | 21,8 | 25 | 16/16/16 | enterrada (D) | PEAD 1 1/2" | 48 | 1,46 | 1,7 |
| QGBT → QDC-IL4 | 18,70 | 49,1 | 50 | 16/16/16 | enterrada (D) | PEAD 1 1/2" | 17 | 1,22 | 4,3 |
| QGBT → QDC-IL5 | 14,17 | 37,2 | 40 | 35/35/16 | enterrada (D) | PEAD 2" | 62 | 1,47 | 2,7 |
| QGBT → QDC-IL6 | 32,96 | 86,5 | 100 | 95/95/50 | enterrada (D) | PEAD 2 1/2" | 80 | 1,61 | 4,4 |
| QGBT → QDC-IL7 | 28,60 | 75,1 | 80 | 70/70/35 | enterrada (D) | PEAD 2 1/2" | 71 | 1,72 | 4,0 |
| QGBT → QDC-AC1 | 14,25 | 37,4 | 40 | 16/16/16 | enterrada (D) | PEAD 1 1/2" | 46 | 2,24 | 1,8 |
| QGBT → QDC-AC2 | 8,37 | 22,0 | 25 | 3/3/3 | enterrada (D) | PEAD 1 1/4" | 9 | 1,73 | 1,5 |
| QGBT → QDC-AC3 | 14,87 | 39,0 | 40 | 16/16/16 | enterrada (D) | PEAD 1 1/2" | 42 | 2,15 | 1,9 |
| QGBT → QDC-AC4 | 27,88 | 73,2 | 80 | 25/25/16 | enterrada (D) | PEAD 1 1/2" | 16 | 1,10 | 5,9 |
| QGBT → QDC-AC5 | 29,12 | 76,4 | 80 | 50/50/25 | enterrada (D) | PEAD 2" | 63 | 2,11 | 3,5 |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Os alimentadores foram dimensionados pela corrente de demanda (capacidade de condução da NBR 5410, Tabelas 36 e 37, com o método de instalação e a temperatura do solo ou do ar) e pela queda de tensão no percurso real, e protegidos pelos disjuntores das saídas do QGBT, com capacidade de interrupção compatível com o curto-circuito presumido.

## 8. QUADROS DE CARGAS

Os quadros de cargas completos (com potências por fase, fatores de correção, correntes, seções, capacidades de condução e quedas de tensão) estão nas pranchas de cada QDC. A seguir, o resumo dos circuitos de cada quadro.

## 8.1. QDC-IL1 – BLOCO 01 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Tabela 7 – Circuitos do QDC-IL1 (Circulação lateral)

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Iluminação<br>*Elevador, Sala dos professores (com copa), Sala de acolhimento, Sanitário feminino (adultos)* | F+N+T | 127 | 594 | 5,1 | 1,5 | 1P 6 | — | 13 | 3,21 |
| 2 | Iluminação<br>*Pré-escola 1 (1º período), Galeria do pátio coberto (esquerda), Circulação dos fundos (esquerda)* | F+N+T | 127 | 450 | 3,9 | 1,5 | 1P 6 | — | 31 | 4,44 |
| 3 | Iluminação<br>*Circulação lateral, Sanitário masculino (adultos), Escada 1* | F+N+T | 127 | 378 | 3,2 | 1,5 | 1P 6 | — | 17 | 2,96 |
| 4 | Iluminação<br>*Pré-escola 2 (2º período)* | F+N+T | 127 | 288 | 2,5 | 1,5 | 1P 6 | — | 29 | 3,34 |
| 5 | Iluminação<br>*Sanitário infantil feminino, Sanitário infantil masculino* | F+N+T | 127 | 216 | 1,9 | 1,5 | 1P 6 | 30 mA | 23 | 2,68 |
| 6 | Iluminação externa (circulação)<br>*Circulação lateral, Pré-escola 2 (2º período)* | F+N+T | 127 | 36 | 0,3 | 1,5 | 1P 6 | — | 28 | 1,90 |
| 7 | Tomadas de uso geral<br>*Circulação lateral, Pré-escola 1 (1º período)* | F+N+T | 127 | 1.210 | 11,8 | 4,0 | 1P 13 | — | 23 | 4,07 |
| 8 | Tomadas de uso geral<br>*Pré-escola 1 (1º período), Galeria do pátio coberto (esquerda)* | F+N+T | 127 | 1.150 | 10,8 | 4,0 | 1P 13 | — | 26 | 4,15 |
| 9 | Tomadas de uso geral<br>*Pré-escola 2 (2º período), Circulação dos fundos (esquerda)* | F+N+T | 127 | 1.150 | 10,8 | 4,0 | 1P 13 | — | 34 | 4,91 |
| 10 | Tomadas de uso geral<br>*Sala de acolhimento* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | — | 14 | 3,55 |
| 11 | Tomadas de uso geral<br>*Sala dos professores (com copa)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | — | 16 | 3,81 |
| 12 | Tomadas de uso geral<br>*Sanitário feminino (adultos)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 14 | 3,55 |
| 13 | Tomadas de uso geral<br>*Sanitário masculino (adultos)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 16 | 3,81 |
| 14 | Tomadas de uso geral<br>*Sanitário infantil feminino, Sanitário infantil masculino* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 24 | 4,87 |
| 15 | Tomadas de uso geral<br>*Pré-escola 2 (2º período)* | F+N+T | 127 | 640 | 6,3 | 2,5 | 1P 10 | — | 34 | 4,69 |
| 16 | Chuveiro elétrico 5.500 W<br>*Sanitário infantil feminino* | F+F+T | 220 | 5.500 | 25,0 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 21 | 3,46 |
| 17 | Chuveiro elétrico 5.500 W<br>*Sanitário infantil masculino* | F+F+T | 220 | 5.500 | 25,0 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 23 | 3,63 |
| 163 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 164 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 165 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 166 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Montagem do QDC-IL1: quadro metálico de sobrepor com 60 módulos DIN, disjuntor geral 3P 63 A, DPS classe II (4 polos), 6 DR individuais, 4 reservas; disjuntores de 4,5 kA (curto-circuito presumido de 3,62 kA).

## 8.2. QDC-IL2 – BLOCO 02 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Tabela 8 – Circuitos do QDC-IL2 (Arquivo e almoxarifado)

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | Iluminação<br>*Recepção, Diretoria, Supervisão e coordenação pedagógica* | F+N+T | 127 | 576 | 4,9 | 1,5 | 1P 6 | — | 19 | 3,46 |
| 19 | Iluminação<br>*Arquivo e almoxarifado, Secretaria, Sanitário da administração* | F+N+T | 127 | 396 | 3,4 | 1,5 | 1P 6 | — | 10 | 2,09 |
| 20 | Iluminação externa (circulação)<br>*Recepção* | F+N+T | 127 | 18 | 0,2 | 1,5 | 1P 6 | — | 15 | 1,37 |
| 21 | Tomadas de uso geral<br>*Arquivo e almoxarifado, Secretaria* | F+N+T | 127 | 1.120 | 11,0 | 2,5 | 1P 13 | — | 14 | 3,47 |
| 22 | Tomadas de uso geral<br>*Recepção* | F+N+T | 127 | 800 | 7,9 | 2,5 | 1P 10 | — | 18 | 3,29 |
| 23 | Tomadas de uso geral<br>*Diretoria* | F+N+T | 127 | 800 | 7,9 | 2,5 | 1P 10 | — | 23 | 3,84 |
| 24 | Tomadas de uso geral<br>*Supervisão e coordenação pedagógica* | F+N+T | 127 | 640 | 6,3 | 2,5 | 1P 10 | — | 20 | 3,07 |
| 25 | Tomadas de uso geral<br>*Sanitário da administração* | F+N+T | 127 | 480 | 4,7 | 2,5 | 1P 6 | 30 mA | 12 | 2,11 |
| 26 | Iluminação externa: praça de entrada, letreiro e passeio lateral (LED, relé fotoelétrico)<br>*Arquivo e almoxarifado* | F+F+T | 220 | 1.000 | 4,9 | 2,5 | 2P 6 | — | 10 | 1,71 |
| 167 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 168 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 169 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Montagem do QDC-IL2: quadro metálico de sobrepor com 36 módulos DIN, disjuntor geral 3P 16 A, DPS classe II (4 polos), 1 DR individual, 3 reservas; disjuntores de 4,5 kA (curto-circuito presumido de 1,45 kA).

## 8.3. QDC-COZ – COZINHA E REFEITÓRIO – ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Tabela 9 – Circuitos do QDC-COZ (Refeitório)

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 | Iluminação<br>*Refeitório* | F+N+T | 127 | 432 | 3,7 | 1,5 | 1P 6 | — | 21 | 3,24 |
| 28 | Iluminação<br>*Cozinha, Despensa* | F+N+T | 127 | 342 | 2,9 | 1,5 | 1P 6 | — | 13 | 2,33 |
| 29 | Iluminação externa (circulação)<br>*Refeitório* | F+N+T | 127 | 18 | 0,2 | 1,5 | 1P 6 | — | 8 | 1,49 |

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | Tomadas — Cozinha<br>*Cozinha* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 13 | 3,18 |
| 31 | Tomadas — Cozinha<br>*Cozinha* | F+N+T | 127 | 800 | 7,9 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 15 | 3,11 |
| 32 | Tomadas de uso geral<br>*Despensa, Refeitório* | F+N+T | 127 | 800 | 7,9 | 2,5 | 1P 10 | — | 23 | 3,99 |
| 33 | Tomadas de uso geral<br>*Refeitório* | F+N+T | 127 | 730 | 7,0 | 2,5 | 1P 10 | — | 26 | 4,02 |
| 34 | Forno de micro-ondas 1.500 W<br>*Cozinha* | F+N+T | 127 | 1.500 | 12,4 | 2,5 | 1P 13 | 30 mA | 9 | 3,02 |
| 35 | Liquidificador industrial 1.200 W<br>*Cozinha* | F+F+T | 220 | 1.200 | 6,4 | 2,5 | 2P 10 | 30 mA | 9 | 1,93 |
| 36 | Processador de alimentos industrial 800 W<br>*Cozinha* | F+F+T | 220 | 800 | 4,3 | 2,5 | 2P 6 | 30 mA | 7 | 1,70 |
| 37 | Geladeira industrial 4 portas 600 W<br>*Cozinha* | F+N+T | 127 | 600 | 5,6 | 2,5 | 1P 6 | 30 mA | 14 | 2,55 |
| 38 | Freezer horizontal<br>*Cozinha* | F+N+T | 127 | 400 | 3,7 | 2,5 | 1P 6 | 30 mA | 13 | 2,13 |
| 39 | Coifa/exaustor 400 W<br>*Cozinha* | F+F+T | 220 | 400 | 2,1 | 2,5 | 2P 6 | 30 mA | 13 | 1,69 |
| 170 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 171 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 172 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 173 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Montagem do QDC-COZ: quadro metálico de sobrepor com 60 módulos DIN, disjuntor geral 3P 25 A, DPS classe II (4 polos), 8 DR individuais, 4 reservas; disjuntores de 4,5 kA (curto-circuito presumido de 1,71 kA).

## 8.4. QDC-IL4 – BLOCO 04 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Tabela 10 – Circuitos do QDC-IL4 (Circulação lateral)

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 | Iluminação<br>*Sala de recursos multifuncionais (AEE) e multissensorial, Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço)* | F+N+T | 127 | 576 | 4,9 | 1,5 | 1P 6 | — | 23 | 3,81 |
| 41 | Iluminação<br>*Circulação lateral, Sanitário feminino (alunas), Sanitário masculino (alunos), Escada 1* | F+N+T | 127 | 504 | 4,3 | 1,5 | 1P 6 | — | 15 | 2,70 |
| 42 | Iluminação<br>*Galeria (frente), Biblioteca* | F+N+T | 127 | 486 | 4,2 | 1,5 | 1P 6 | — | 24 | 3,50 |
| 43 | Iluminação<br>*Laboratório de ciências e oficina, Elevador* | F+N+T | 127 | 468 | 4,0 | 1,5 | 1P 6 | — | 21 | 3,14 |
| 44 | Iluminação<br>*Biblioteca, Circulação do fundo (esquerda)* | F+N+T | 127 | 432 | 3,7 | 1,5 | 1P 6 | — | 23 | 3,16 |

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 45 | Iluminação<br>*Sala 05 (5º ano), Galeria (esquerda)* | F+N+T | 127 | 378 | 3,2 | 1,5 | 1P 6 | — | 15 | 2,33 |
| 46 | Tomadas de uso geral<br>*Circulação lateral, Sala 05 (5º ano)* | F+N+T | 127 | 1.210 | 11,8 | 2,5 | 1P 13 | — | 16 | 3,84 |
| 47 | Tomadas de uso geral<br>*Sala 05 (5º ano), Galeria (esquerda)* | F+N+T | 127 | 1.150 | 10,8 | 2,5 | 1P 13 | — | 18 | 3,92 |
| 48 | Tomadas de uso geral<br>*Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço), Circulação do fundo (esquerda)* | F+N+T | 127 | 1.150 | 10,8 | 4,0 | 1P 13 | — | 26 | 3,67 |
| 49 | Tomadas de uso geral<br>*Sala de recursos multifuncionais (AEE) e multissensorial* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | — | 20 | 3,85 |
| 50 | Tomadas de uso geral<br>*Biblioteca* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | — | 28 | 4,91 |
| 51 | Tomadas de uso geral<br>*Biblioteca* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | — | 28 | 4,91 |
| 52 | Tomadas de uso geral<br>*Sanitário masculino (alunos)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 14 | 3,06 |
| 53 | Tomadas de uso geral<br>*Sanitário feminino (alunas)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 16 | 3,33 |
| 54 | Tomadas de uso geral<br>*Laboratório de ciências e oficina* | F+N+T | 127 | 800 | 7,9 | 2,5 | 1P 10 | — | 21 | 3,53 |
| 55 | Tomadas de uso geral<br>*Laboratório de ciências e oficina* | F+N+T | 127 | 640 | 6,3 | 2,5 | 1P 10 | — | 25 | 3,42 |
| 56 | Tomadas de uso geral<br>*Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço)* | F+N+T | 127 | 640 | 6,3 | 2,5 | 1P 10 | — | 28 | 3,68 |
| 57 | Tomadas de uso geral<br>*Galeria (frente)* | F+N+T | 127 | 480 | 4,7 | 2,5 | 1P 6 | — | 24 | 2,80 |
| 58 | Elevador (motor de 5 cv; quadro de comando)<br>*Elevador* | 3F+N+T | 220 | 4.350 | 13,4 | 4,0 | 3P 16 | — | 17 | 2,21 |
| 174 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 175 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 176 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 177 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Montagem do QDC-IL4: quadro metálico de sobrepor com 48 módulos DIN, disjuntor geral 3P 50 A, DPS classe II (4 polos), 2 DR individuais, 4 reservas; disjuntores de 4,5 kA (curto-circuito presumido de 4,25 kA).

## 8.5. QDC-IL5 – BLOCO 05 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Tabela 11 – Circuitos do QDC-IL5 (Galeria (direita))

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 59 | Iluminação<br>*Laboratório de informática e robótica* | F+N+T | 127 | 540 | 4,6 | 1,5 | 1P 6 | — | 21 | 3,68 |
| 60 | Iluminação<br>*Galeria (direita), Sala 03 (3º ano)* | F+N+T | 127 | 414 | 3,6 | 1,5 | 1P 6 | — | 12 | 2,44 |

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | Iluminação<br>*Circulação da frente, Sala 01 (1º ano)* | F+N+T | 127 | 396 | 3,4 | 1,5 | 1P 6 | — | 24 | 3,33 |
| 62 | Iluminação<br>*Sala 02 (2º ano)* | F+N+T | 127 | 324 | 2,8 | 1,5 | 1P 6 | — | 17 | 2,55 |
| 63 | Iluminação<br>*Sala 04 (4º ano)* | F+N+T | 127 | 324 | 2,8 | 1,5 | 1P 6 | — | 19 | 2,67 |
| 64 | Iluminação<br>*Sanitário PNE, Circulação do fundo (direita), DML e depósito* | F+N+T | 127 | 198 | 1,7 | 1,5 | 1P 6 | — | 15 | 2,05 |
| 65 | Iluminação<br>*Galeria (fundo)* | F+N+T | 127 | 126 | 1,1 | 1,5 | 1P 6 | — | 17 | 1,89 |
| 66 | Tomadas de uso geral<br>*Laboratório de informática e robótica* | F+N+T | 127 | 1.120 | 11,0 | 2,5 | 1P 13 | — | 21 | 4,70 |
| 67 | Tomadas de uso geral<br>*Laboratório de informática e robótica* | F+N+T | 127 | 1.120 | 11,0 | 4,0 | 1P 13 | — | 26 | 3,98 |
| 68 | Tomadas de uso geral<br>*Laboratório de informática e robótica, Circulação da frente* | F+N+T | 127 | 1.120 | 11,0 | 4,0 | 1P 13 | — | 24 | 3,78 |
| 69 | Tomadas de uso geral<br>*Galeria (direita), Sala 03 (3º ano)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | — | 16 | 3,58 |
| 70 | Tomadas de uso geral<br>*Circulação do fundo (direita), Sala 04 (4º ano)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | — | 23 | 4,50 |
| 71 | Tomadas de uso geral<br>*Sala 03 (3º ano)* | F+N+T | 127 | 830 | 7,6 | 2,5 | 1P 10 | — | 15 | 3,06 |
| 72 | Tomadas de uso geral<br>*Sala 02 (2º ano)* | F+N+T | 127 | 830 | 7,6 | 2,5 | 1P 10 | — | 22 | 3,81 |
| 73 | Tomadas de uso geral<br>*Sala 04 (4º ano)* | F+N+T | 127 | 830 | 7,6 | 2,5 | 1P 10 | — | 19 | 3,49 |
| 74 | Tomadas de uso geral<br>*Sala 01 (1º ano)* | F+N+T | 127 | 830 | 7,6 | 2,5 | 1P 10 | — | 29 | 4,55 |
| 75 | Tomadas de uso geral<br>*Galeria (fundo)* | F+N+T | 127 | 730 | 7,0 | 2,5 | 1P 10 | — | 20 | 3,43 |
| 76 | Tomadas de uso geral<br>*Sala 02 (2º ano)* | F+N+T | 127 | 640 | 6,3 | 2,5 | 1P 10 | — | 22 | 3,40 |
| 77 | Tomadas de uso geral<br>*Sala 01 (1º ano)* | F+N+T | 127 | 640 | 6,3 | 2,5 | 1P 10 | — | 29 | 4,02 |
| 78 | Tomadas de uso geral<br>*Sanitário PNE, DML e depósito* | F+N+T | 127 | 640 | 6,3 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 19 | 3,14 |
| 79 | Rack FD-2 (tomada dedicada)<br>*Laboratório de informática e robótica* | F+N+T | 127 | 360 | 3,1 | 2,5 | 1P 6 | — | 20 | 2,35 |
| 178 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 179 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 180 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 181 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Montagem do QDC-IL5: quadro metálico de sobrepor com 48 módulos DIN, disjuntor geral 3P 40 A, DPS classe II (4 polos), 1 DR individual, 4 reservas; disjuntores de 4,5 kA (curto-circuito presumido de 2,72 kA).

## 8.6. QDC-IL6 – BLOCO 06 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Tabela 12 – Circuitos do QDC-IL6 (Depósito de material esportivo)

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | Iluminação<br>*Quadra poliesportiva coberta* | F+N+T | 127 | 450 | 3,9 | 1,5 | 1P 6 | — | 31 | 4,34 |
| 81 | Iluminação<br>*Quadra poliesportiva coberta* | F+N+T | 127 | 450 | 3,9 | 1,5 | 1P 6 | — | 37 | 4,87 |
| 82 | Iluminação<br>*Quadra poliesportiva coberta* | F+N+T | 127 | 450 | 3,9 | 1,5 | 1P 6 | — | 32 | 4,43 |
| 83 | Iluminação<br>*Quadra poliesportiva coberta* | F+N+T | 127 | 450 | 3,9 | 1,5 | 1P 6 | — | 30 | 4,25 |
| 84 | Iluminação<br>*Vestiário masculino (alunos), Vestiário feminino (alunas)* | F+N+T | 127 | 324 | 2,8 | 1,5 | 1P 6 | 30 mA | 20 | 2,88 |
| 85 | Iluminação<br>*Galeria coberta da arquibancada, Central de GLP, Abrigo de resíduos* | F+N+T | 127 | 234 | 2,0 | 1,5 | 1P 6 | — | 43 | 3,60 |
| 86 | Iluminação<br>*Depósito de material esportivo, Casa de máquinas da piscina e bombas, Depósito da piscina e de jardinagem* | F+N+T | 127 | 162 | 1,4 | 1,5 | 1P 6 | — | 11 | 1,96 |
| 87 | Iluminação externa (circulação)<br>*Depósito da piscina e de jardinagem, Vestiário masculino (alunos), Vestiário feminino (alunas), Abrigo de resíduos, Central de GLP* | F+N+T | 127 | 108 | 0,9 | 1,5 | 1P 6 | — | 46 | 2,60 |
| 88 | Tomadas de uso geral<br>*Depósito de material esportivo, Casa de máquinas da piscina e bombas, Depósito da piscina e de jardinagem, Quadra poliesportiva coberta* | F+N+T | 127 | 1.050 | 10,2 | 6,0 | 1P 13 | — | 47 | 4,39 |
| 89 | Tomadas de uso geral<br>*Galeria coberta da arquibancada, Central de GLP, Abrigo de resíduos* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 6,0 | 1P 10 | — | 46 | 4,13 |
| 90 | Tomadas de uso geral<br>*Vestiário masculino (alunos)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 17 | 3,85 |
| 91 | Tomadas de uso geral<br>*Vestiário feminino (alunas)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 23 | 4,64 |
| 92 | Chuveiro elétrico 5.500 W<br>*Vestiário feminino (alunas)* | F+F+T | 220 | 5.500 | 25,0 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 21 | 3,37 |
| 93 | Chuveiro elétrico 5.500 W<br>*Vestiário feminino (alunas)* | F+F+T | 220 | 5.500 | 25,0 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 20 | 3,29 |
| 94 | Chuveiro elétrico 5.500 W<br>*Vestiário feminino (alunas)* | F+F+T | 220 | 5.500 | 25,0 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 20 | 3,29 |
| 95 | Chuveiro elétrico 5.500 W<br>*Vestiário masculino (alunos)* | F+F+T | 220 | 5.500 | 25,0 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 13 | 2,70 |
| 96 | Chuveiro elétrico 5.500 W<br>*Vestiário masculino (alunos)* | F+F+T | 220 | 5.500 | 25,0 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 11 | 2,53 |
| 97 | Chuveiro elétrico 5.500 W<br>*Vestiário masculino (alunos)* | F+F+T | 220 | 5.500 | 25,0 | 4,0 | 2P 25 | 30 mA | 11 | 3,00 |
| 98 | Iluminação externa: deck da piscina, pomar, horta e parquinho (refletores LED, relé fotoelétrico)<br>*Depósito da piscina e de jardinagem* | F+F+T | 220 | 1.200 | 5,9 | 2,5 | 2P 6 | — | 14 | 2,28 |
| 99 | Bomba de recalque de água B1 (1 cv)<br>*Casa de máquinas da piscina e bombas* | F+F+T | 220 | 736 | 4,2 | 2,5 | 2P 6 | — | 15 | 2,12 |
| 100 | Bomba de recalque de água B2 (1 cv, reserva)<br>*Casa de máquinas da piscina e bombas* | F+F+T | 220 | 736 | 4,2 | 2,5 | 2P 6 | — | 14 | 2,08 |

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 | Motobomba do filtro da piscina (1 cv)<br>*Casa de máquinas da piscina e bombas* | F+F+T | 220 | 736 | 4,2 | 2,5 | 2P 6 | — | 15 | 2,12 |
| 182 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 183 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 184 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 185 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Montagem do QDC-IL6: quadro metálico de sobrepor com 96 módulos DIN, disjuntor geral 3P 100 A, DPS classe II (4 polos), 9 DR individuais, 4 reservas; disjuntores de 4,5 kA (curto-circuito presumido de 4,36 kA).

## 8.7. QDC-IL7 – BLOCO 07 – ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Tabela 13 – Circuitos do QDC-IL7 (Circulação de serviço)

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 102 | Iluminação<br>*Circulação de serviço, DML, Sanitário PNE, Galeria do pátio coberto (fundo), Sanitário masculino (alunos), Sanitário feminino (alunas)* | F+N+T | 127 | 558 | 4,8 | 1,5 | 1P 6 | — | 20 | 3,91 |
| 103 | Iluminação<br>*Pátio coberto* | F+N+T | 127 | 540 | 4,6 | 1,5 | 1P 6 | — | 26 | 4,47 |
| 104 | Iluminação<br>*Lavanderia, Antecâmara da cozinha (barreira sanitária), Higienização de utensílios, Galeria do pátio coberto (direita)* | F+N+T | 127 | 252 | 2,2 | 1,5 | 1P 6 | — | 25 | 2,96 |
| 105 | Iluminação<br>*Vestiário masculino (funcionários), Vestiário feminino (funcionárias)* | F+N+T | 127 | 144 | 1,2 | 1,5 | 1P 6 | 30 mA | 12 | 2,06 |
| 106 | Iluminação<br>*Galeria do pátio coberto (frente)* | F+N+T | 127 | 126 | 1,1 | 1,5 | 1P 6 | — | 31 | 2,49 |
| 107 | Iluminação<br>*Recebimento e pré-higienização* | F+N+T | 127 | 108 | 0,9 | 1,5 | 1P 6 | — | 22 | 2,19 |
| 108 | Iluminação externa (circulação)<br>*Recebimento e pré-higienização* | F+N+T | 127 | 18 | 0,2 | 1,5 | 1P 6 | — | 22 | 1,80 |
| 109 | Tomadas de uso geral<br>*Circulação de serviço, Galeria do pátio coberto (fundo)* | F+N+T | 127 | 1.050 | 10,2 | 2,5 | 1P 13 | — | 22 | 4,85 |
| 110 | Tomadas de uso geral<br>*Pátio coberto* | F+N+T | 127 | 1.050 | 10,2 | 4,0 | 1P 13 | — | 34 | 4,76 |
| 111 | Tomadas — Lavanderia<br>*Lavanderia* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 16 | 3,83 |
| 112 | Tomadas — Higienização de utensílios<br>*Higienização de utensílios* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 19 | 4,23 |
| 113 | Tomadas — Antecâmara da cozinha (barreira sanitária)<br>*Antecâmara da cozinha (barreira sanitária)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 17 | 3,96 |

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 114 | Tomadas — Recebimento e pré-higienização<br>*Recebimento e pré-higienização* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 4,0 | 1P 10 | 30 mA | 25 | 3,79 |
| 115 | Tomadas de uso geral<br>*Vestiário masculino (funcionários), Vestiário feminino (funcionárias)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 14 | 3,57 |
| 116 | Tomadas de uso geral<br>*Sanitário masculino (alunos)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 18 | 4,10 |
| 117 | Tomadas de uso geral<br>*Sanitário feminino (alunas)* | F+N+T | 127 | 960 | 9,4 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 20 | 4,36 |
| 118 | Tomadas de uso geral<br>*Galeria do pátio coberto (direita), Galeria do pátio coberto (frente)* | F+N+T | 127 | 800 | 7,9 | 4,0 | 1P 10 | — | 33 | 4,00 |
| 119 | Tomadas — Recebimento e pré-higienização<br>*Recebimento e pré-higienização* | F+N+T | 127 | 640 | 6,3 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 24 | 3,83 |
| 120 | Tomadas de uso geral<br>*DML, Sanitário PNE* | F+N+T | 127 | 640 | 6,3 | 2,5 | 1P 10 | 30 mA | 15 | 3,04 |
| 121 | Tomadas — Lavanderia<br>*Lavanderia* | F+N+T | 127 | 560 | 5,5 | 2,5 | 1P 6 | 30 mA | 17 | 3,03 |
| 122 | Tomadas — Higienização de utensílios<br>*Higienização de utensílios* | F+N+T | 127 | 480 | 4,7 | 2,5 | 1P 6 | 30 mA | 22 | 3,17 |
| 123 | Tomadas — Antecâmara da cozinha (barreira sanitária)<br>*Antecâmara da cozinha (barreira sanitária)* | F+N+T | 127 | 480 | 4,7 | 2,5 | 1P 6 | 30 mA | 18 | 2,91 |
| 124 | Chuveiro elétrico 5.500 W<br>*Vestiário feminino (funcionárias)* | F+F+T | 220 | 5.500 | 25,0 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 13 | 2,81 |
| 125 | Chuveiro elétrico 5.500 W<br>*Vestiário masculino (funcionários)* | F+F+T | 220 | 5.500 | 25,0 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 13 | 2,81 |
| 126 | Secadora de roupa 3.500 W<br>*Lavanderia* | F+F+T | 220 | 3.500 | 15,9 | 2,5 | 2P 16 | 30 mA | 16 | 3,77 |
| 127 | Máquina de lavar roupa 1.500 W<br>*Lavanderia* | F+N+T | 127 | 1.500 | 13,1 | 2,5 | 1P 16 | 30 mA | 15 | 4,47 |
| 186 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 187 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 188 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |
| 189 | Reserva | | | | | | 1P 16 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Montagem do QDC-IL7: quadro metálico de sobrepor com 96 módulos DIN, disjuntor geral 3P 80 A, DPS classe II (4 polos), 17 DR individuais, 4 reservas; disjuntores de 4,5 kA (curto-circuito presumido de 4,01 kA).

## 8.8. QDC-AC1 – BLOCO 01 – AR-CONDICIONADO

Tabela 14 – Circuitos do QDC-AC1 (Circulação lateral)

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 128 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-01)<br>*Sala dos professores (com copa)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 2,5 | 2P 20 | 30 mA | 7 | 2,89 |

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 129 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-03) *Pré-escola 1 (1º período)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 14 | 3,06 |
| 130 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-04) *Pré-escola 1 (1º período)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 16 | 3,17 |
| 131 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-05) *Pré-escola 2 (2º período)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 23 | 3,58 |
| 132 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-06) *Pré-escola 2 (2º período)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 26 | 3,76 |
| 133 | Ar-condicionado hi-wall 18.000 BTU/h (AC-02) *Sala de acolhimento* | F+F+T | 220 | 1.710 | 8,6 | 2,5 | 2P 16 | 30 mA | 4 | 2,52 |
| 190 | Reserva | | | | | | 2P 20 | | | |
| 191 | Reserva | | | | | | 2P 20 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Montagem do QDC-AC1: quadro metálico de sobrepor com 48 módulos DIN, disjuntor geral 3P 40 A, DPS classe II (4 polos), 6 DR individuais, 2 reservas; disjuntores de 4,5 kA (curto-circuito presumido de 1,78 kA).

## 8.9. QDC-AC2 – BLOCO 02 – AR-CONDICIONADO

Tabela 15 – Circuitos do QDC-AC2 (Arquivo e almoxarifado)

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 134 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-07) *Secretaria* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 2,5 | 2P 20 | 30 mA | 6 | 2,29 |
| 135 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-08) *Recepção* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 8 | 2,20 |
| 136 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-09) *Diretoria* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 15 | 2,61 |
| 137 | Ar-condicionado hi-wall 9.000 BTU/h (AC-10) *Supervisão e coordenação pedagógica* | F+F+T | 220 | 860 | 4,3 | 2,5 | 2P 10 | 30 mA | 13 | 2,19 |
| 192 | Reserva | | | | | | 2P 20 | | | |
| 193 | Reserva | | | | | | 2P 20 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Montagem do QDC-AC2: quadro metálico de sobrepor com 36 módulos DIN, disjuntor geral 3P 25 A, DPS classe II (4 polos), 4 DR individuais, 2 reservas; disjuntores de 4,5 kA (curto-circuito presumido de 1,45 kA).

## 8.10. QDC-AC3 – BLOCO 03 – AR-CONDICIONADO

Tabela 16 – Circuitos do QDC-AC3 (Refeitório)

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 138 | Ar-condicionado hi-wall 36.000 BTU/h (AC-11) *Refeitório* | F+F+T | 220 | 3.420 | 17,3 | 6,0 | 2P 32 | 30 mA | 10 | 2,73 |
| 139 | Ar-condicionado hi-wall 36.000 BTU/h (AC-12) *Refeitório* | F+F+T | 220 | 3.420 | 17,3 | 6,0 | 2P 32 | 30 mA | 4 | 2,38 |
| 140 | Ar-condicionado hi-wall 36.000 BTU/h (AC-13) *Refeitório* | F+F+T | 220 | 3.420 | 17,3 | 6,0 | 2P 32 | 30 mA | 5 | 2,44 |
| 141 | Ar-condicionado hi-wall 36.000 BTU/h (AC-14) *Refeitório* | F+F+T | 220 | 3.420 | 17,3 | 6,0 | 2P 32 | 30 mA | 9 | 2,67 |
| 194 | Reserva | | | | | | 2P 20 | | | |
| 195 | Reserva | | | | | | 2P 20 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Montagem do QDC-AC3: quadro metálico de sobrepor com 36 módulos DIN, disjuntor geral 3P 40 A, DPS classe II (4 polos), 4 DR individuais, 2 reservas; disjuntores de 4,5 kA (curto-circuito presumido de 1,94 kA).

## 8.11. QDC-AC4 – BLOCO 04 – AR-CONDICIONADO

Tabela 17 – Circuitos do QDC-AC4 (Circulação lateral)

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 142 | Ar-condicionado hi-wall 30.000 BTU/h (AC-15) *Laboratório de ciências e oficina* | F+F+T | 220 | 2.850 | 14,4 | 4,0 | 2P 25 | 30 mA | 10 | 1,83 |
| 143 | Ar-condicionado hi-wall 30.000 BTU/h (AC-16) *Laboratório de ciências e oficina* | F+F+T | 220 | 2.850 | 14,4 | 4,0 | 2P 25 | 30 mA | 13 | 2,05 |
| 144 | Ar-condicionado hi-wall 30.000 BTU/h (AC-22) *Biblioteca* | F+F+T | 220 | 2.850 | 14,4 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 16 | 1,87 |
| 145 | Ar-condicionado hi-wall 30.000 BTU/h (AC-23) *Biblioteca* | F+F+T | 220 | 2.850 | 14,4 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 17 | 1,92 |
| 146 | Ar-condicionado hi-wall 30.000 BTU/h (AC-24) *Biblioteca* | F+F+T | 220 | 2.850 | 14,4 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 18 | 1,97 |
| 147 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-17) *Sala 05 (5º ano)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 12 | 1,80 |
| 148 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-18) *Sala 05 (5º ano)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 12 | 1,80 |
| 149 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-19) *Sala de recursos multifuncionais (AEE) e multissensorial* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 15 | 1,97 |

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 150 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-20)<br>*Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 16 | 2,03 |
| 151 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-21)<br>*Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 17 | 2,09 |
| 196 | Reserva | | | | | | 2P 20 | | | |
| 197 | Reserva | | | | | | 2P 20 | | | |
| 198 | Reserva | | | | | | 2P 20 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Montagem do QDC-AC4: quadro metálico de sobrepor com 72 módulos DIN, disjuntor geral 3P 80 A, DPS classe II (4 polos), 10 DR individuais, 3 reservas; disjuntores de 6,0 kA (curto-circuito presumido de 5,87 kA).

## 8.12. QDC-AC5 – BLOCO 05 – AR-CONDICIONADO

Tabela 18 – Circuitos do QDC-AC5 (Galeria (direita))

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 152 | Ar-condicionado hi-wall 30.000 BTU/h (AC-25)<br>*Laboratório de informática e robótica* | F+F+T | 220 | 2.850 | 14,4 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 15 | 2,83 |
| 153 | Ar-condicionado hi-wall 30.000 BTU/h (AC-26)<br>*Laboratório de informática e robótica* | F+F+T | 220 | 2.850 | 14,4 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 13 | 2,73 |
| 154 | Ar-condicionado hi-wall 30.000 BTU/h (AC-27)<br>*Laboratório de informática e robótica* | F+F+T | 220 | 2.850 | 14,4 | 6,0 | 2P 25 | 30 mA | 12 | 2,69 |
| 155 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-28)<br>*Sala 01 (1º ano)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 15 | 2,98 |
| 156 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-29)<br>*Sala 01 (1º ano)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 18 | 3,16 |
| 157 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-30)<br>*Sala 02 (2º ano)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 7 | 2,52 |
| 158 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-31)<br>*Sala 02 (2º ano)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 5 | 2,40 |
| 159 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-32)<br>*Sala 03 (3º ano)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 6 | 2,46 |
| 160 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-33)<br>*Sala 03 (3º ano)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 8 | 2,57 |
| 161 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-34)<br>*Sala 04 (4º ano)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 9 | 2,63 |
| 162 | Ar-condicionado hi-wall 24.000 BTU/h (AC-35)<br>*Sala 04 (4º ano)* | F+F+T | 220 | 2.280 | 11,5 | 4,0 | 2P 20 | 30 mA | 10 | 2,69 |

| Circ. | Descrição | Esquema | V | W | Ib (A) | mm² | Disj. (A) | DR | L (m) | ΔV total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 199 | Reserva | | | | | | 2P 20 | | | |
| 200 | Reserva | | | | | | 2P 20 | | | |
| 201 | Reserva | | | | | | 2P 20 | | | |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

Montagem do QDC-AC5: quadro metálico de sobrepor com 72 módulos DIN, disjuntor geral 3P 80 A, DPS classe II (4 polos), 11 DR individuais, 3 reservas; disjuntores de 4,5 kA (curto-circuito presumido de 3,53 kA).

## 9. ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS

Os materiais devem ser novos, de primeira qualidade, com certificação do INMETRO quando exigida, e atender às normas citadas. As quantidades estão na lista de materiais (por quadro e total). Especificações:

### Quadros e proteção

- Disjuntor termomagnético bipolar DIN (NBR NM 60898), curva B;
- Disjuntor termomagnético tripolar DIN (NBR NM 60898), curva C;
- Disjuntor termomagnético unipolar DIN (NBR NM 60898), curva B;
- Disjuntor termomagnético unipolar DIN (NBR NM 60898), curva C;
- Dispositivo de proteção contra surtos (DPS) classe II, NBR IEC 61643-11;
- Identificação dos circuitos (anilhas e etiquetas) e diagrama unifilar plastificado na porta do quadro;
- Interruptor diferencial residual (DR) bipolar, IΔn 30 mA, tipo A (NBR NM 61008);
- Quadro de distribuição metálico de embutir, com porta e fechadura, barramentos de fase, neutro e terra (IP40 interno; IP54 na circulação);
- Disjuntor termomagnético bipolar DIN (NBR NM 60898), curva C;
- Disjuntor tripolar em caixa moldada (NBR IEC 60947-2);
- Quadro geral de baixa tensão (QGBT) metálico de sobrepor, com porta, fechadura, barramentos de cobre de fase, neutro e terra e contraporta.

**Condutores**

- Cabo flexível de cobre, isolação de PVC 70 °C, 450/750 V, antichama (NBR NM 247-3).

**Eletrodutos**

- Eletroduto de PVC corrugado reforçado (NBR 15465);
- Eletroduto de PVC corrugado leve (NBR 15465).

**Conduletes e caixas**

- Caixa de PVC 4" × 2" para embutir;
- Caixa octogonal de PVC 4" × 4" com fundo móvel;
- Caixa de passagem de PVC 4" × 4" com tampa.

**Acessórios para eletrodutos**

- Curva 90° de PVC rígido roscável.

**Fixação**

- Abraçadeira tipo cunha de aço galvanizado, com bucha e parafuso.

**Dispositivos (tomadas e interruptores)**

- Interruptor 10 A — 250 V com placa 4" × 2";
- Tomada 2P+T (NBR 14136) com placa 4" × 2";
- Tomada 2P+T (NBR 14136) com placa 4" × 2" — uso específico.

**Comando**

- Relé fotoelétrico com base, para iluminação externa.

**Luminárias**

- Luminária LED de sobrepor para área externa, IP65, com lâmpada;
- Luminária de sobrepor 2 × tubular LED T8 18 W;
- Plafon LED de sobrepor 18 W;
- Luminária industrial LED 150 W (high bay).

**Alimentadores**

- Cabo de cobre unipolar, isolação EPR/XLPE 90 °C, 0,6/1 kV (NBR 7286/7287);

- Caixa de passagem de alvenaria 60 × 60 × 70 cm, com tampa de concreto e brita no fundo (dreno);
- Eletroduto corrugado de PEAD para rede subterrânea (NBR 15715), enterrado a 0,60 m;
- Eletroduto de PVC rígido roscável antichama, aparente (NBR 15465);
- Escavação de vala 0,40 × 0,70 m, colchão e envoltória de areia, fita de advertência "PERIGO — ELETRICIDADE" a 0,30 m e reaterro compactado.

**Padrão de entrada**

- Cabo de cobre unipolar, isolação EPR/XLPE 90 °C, 0,6/1 kV;
- Caixa de inspeção do ramal subterrâneo (ponto de conexão), conforme ND-5.1, Desenho 49;
- Caixa de medição indireta (com transformadores de corrente) padrão CEMIG, conforme ND-5.1 (tipo F);
- Disjuntor tripolar em caixa moldada (NBR IEC 60947-2) — proteção geral;
- Eletroduto do ramal de conexão subterrâneo (poste da CEMIG até a caixa de inspeção e a medição).

**Aterramento**

- Barramento de equipotencialização principal (BEP) em cobre, com isoladores;
- Cabo de cobre nu (interligação das hastes, enterrado a 0,50 m);
- Caixa de inspeção de aterramento em PVC ou concreto, com tampa;
- Condutor de aterramento (malha → BEP/QGBT), cobre, isolação verde-amarelo;
- Haste de aterramento de aço cobreado (alta camada), com conector;
- Solda exotérmica (conexão cabo × haste).

## 10. EXECUÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E ENSAIOS

a) Os serviços devem ser executados por profissionais qualificados, conforme a NR-10, sob a responsabilidade de profissional habilitado com ART de execução.

b) Seguir as pranchas, este memorial e as recomendações dos fabricantes; alterações só com a aprovação da responsável técnica do projeto e da fiscalização da obra.

c) Identificar todos os circuitos com anilhas nos condutores e etiquetas nos disjuntores; fixar na porta de cada quadro o diagrama unifilar plastificado.

d) Antes da energização, realizar os ensaios da NBR 5410, capítulo 7: continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais, resistência de isolamento, polaridade, ensaio de funcionamento dos DR, medição da resistência de aterramento e verificação dos DPS; registrar os resultados em relatório.

e) Ao final, entregar o projeto como construído (as built), com as alterações feitas durante a obra.

## 11. CRITÉRIOS DE PROJETO ADOTADOS

Resumo dos critérios adotados no projeto e de como foram atendidos:

Tabela 19 – Critérios e soluções adotadas

| Critério | Solução no projeto |
|---|---|
| **Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)** | A ART de elaboração do projeto elétrico é emitida pelo responsável técnico e entregue com o projeto (a registrar no CREA-MG). |
| **DR e DPS** | Não há DR geral: o DR de 30 mA é individual, só nos circuitos em que a NBR 5410 (5.1.3.2.2) o exige (79 circuitos), evitando a soma das correntes de fuga de vários equipamentos num só dispositivo. DPS classe II em todos os quadros (QGBT e QDC). |
| **Iluminação parcial** | Os circuitos de iluminação foram divididos para uso parcial: nos ambientes com quatro ou mais luminárias há uma seção por fileira, com tecla própria (55 ambientes com mais de uma seção), circuitos de no máximo 650 VA e iluminação externa em circuito próprio com relé fotoelétrico. |
| **Tomadas de uso específico (TUE)** | Toda TUE de equipamento com corrente acima de 10 A tem circuito independente com disjuntor próprio (ar-condicionado, chuveiros e equipamentos da cozinha). |

| Critério | Solução no projeto |
|---|---|
| **Padrão de energia** | Padrão dimensionado pela ND-5.1 da CEMIG para a demanda de 181,26 kVA. Tipo F (ND-5.1, 4.5.1.4): carga instalada de 228,8 kW, acima de 75 kW, e demanda de 181,3 kVA, até 304 kVA — atendimento em baixa tensão (127/220 V, 4 fios) por opção do consumidor, com ramal de conexão subterrâneo e medição indireta. Disjuntor geral 500 A, condutores 2 × 240 mm² por fase, TC 600/5 A (valores a conferir nas Tabelas 4 e 5 da norma vigente). |
| **Cálculo da demanda** | A demanda é calculada uma única vez (fatores gerais da concessionária) e o mesmo valor aparece no quadro de demanda do QGBT, no padrão de entrada e no memorial; as demandas dos QDC servem só para dimensionar os seus alimentadores. |
| **Capacidade dos aparelhos de ar-condicionado** | Não há aparelhos de 48.000 ou 60.000 BTU/h: o maior tem 36.000 BTU/h, e os ambientes de carga maior têm dois ou mais aparelhos menores. |
| **QDC exclusivos do ar-condicionado** | Os aparelhos de ar-condicionado são alimentados por 5 QDC exclusivos (QDC-AC1, QDC-AC2, QDC-AC3, QDC-AC4, QDC-AC5), separados dos quadros de iluminação e tomadas, um por bloco. |
| **Setorização dos QDC** | Quadros por finalidade e por setor: 12 QDC (QDC-IL1, QDC-IL2, QDC-COZ, QDC-IL4, QDC-IL5, QDC-IL6, QDC-IL7, QDC-AC1, QDC-AC2, QDC-AC3, QDC-AC4, QDC-AC5) e o QGBT, com QDC exclusivo da cozinha, QDC de ar-condicionado por bloco e QDC de iluminação e tomadas por bloco; nenhum quadro concentra grande quantidade de circuitos ou de potência. |

Fonte: elaborada pelo autor (2026).

## 12. OBSERVAÇÕES

- Padrão de entrada pré-dimensionado pela corrente de demanda: confira a Tabela 4 (tipo F) e a Tabela 5 (medição) da ND-5.1 da CEMIG vigente.
- Fatores de demanda gerais (a conferir com a ND-5.1 da CEMIG): Escolas e semelhantes: 100% dos primeiros 12 kW e 50% do excedente.

Condensadoras na cobertura: os aparelhos de ar-condicionado têm a unidade externa na faixa técnica da cobertura. Cada circuito sobe junto das linhas frigorígenas até o aparelho; com esse trecho a mais, a queda de tensão chega a 1,81 % no circuito e a 4,05 % no total (limites de 4 % e 5 % da NBR 5410).

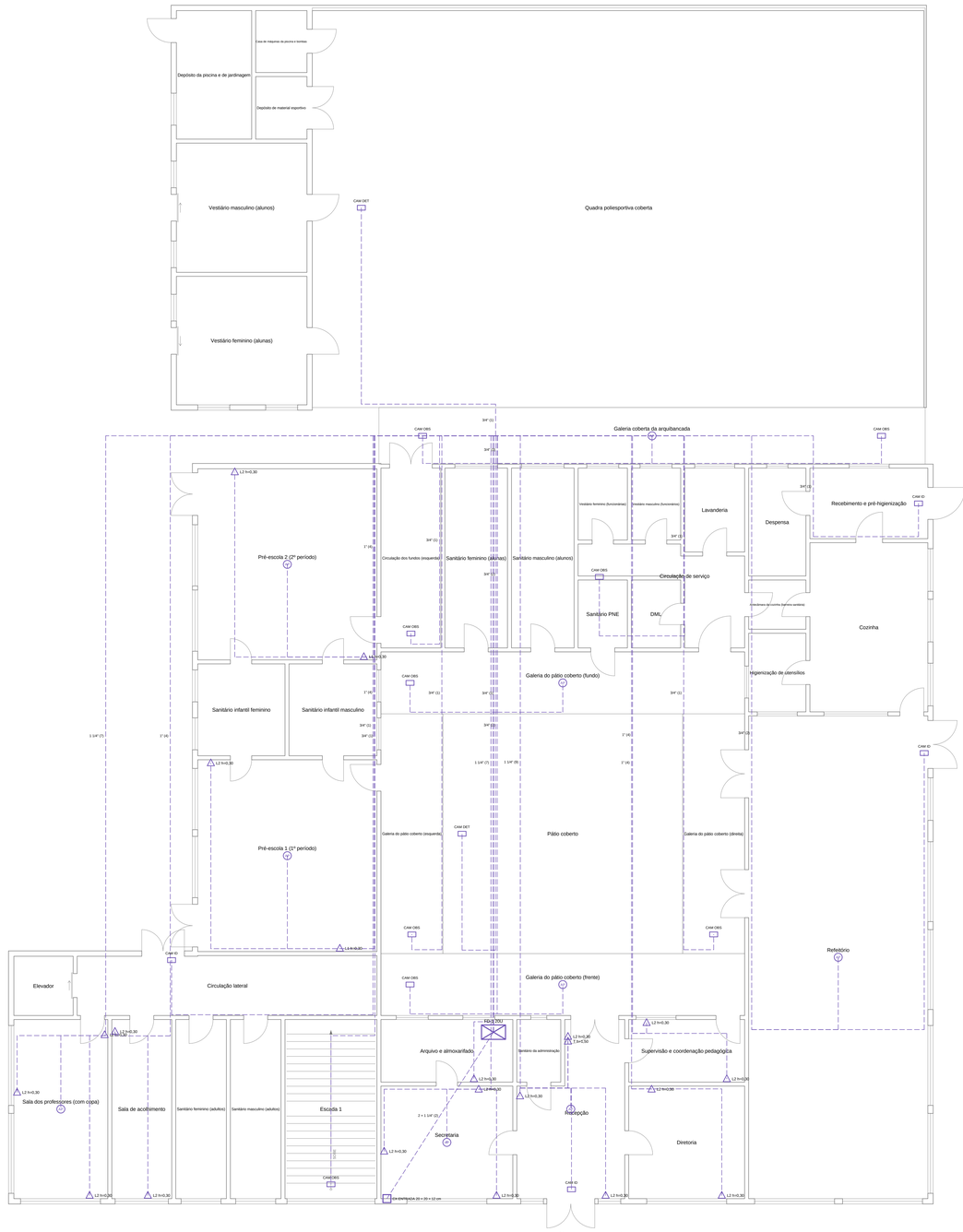
Sistema fotovoltaico: uma das reservas do QGBT recebe o disjuntor tripolar de 125 A do QDFV (microgeração de 42 kW, com 80 módulos e 21 microinversores; ver o projeto fotovoltaico). O medidor da CEMIG passa a ser bidirecional.

Proteção contra descargas atmosféricas: DPS classe I na entrada e classe II em todos os quadros, conforme o projeto de SPDA (nível de proteção IV).

Perdigão – MG, 11 de novembro de 2026.

_____

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




# PLANTA DE TELECOMUNICAÇÕES — TÉRREO

ESCALA - 1/75

LEGENDA

Triângulo cheio: tomada RJ-45 (Ln = quantidade) a 0,30 m

Triângulo vazado: interfone ou voz (T)

Círculo AP: ponto de acesso Wi-Fi no teto

Retângulo CAM: câmera (ID, OBS ou DET)

Retângulo com X: distribuidor (rack ou quadro)

Tracejado: eletroduto seco com arame-guia (diâmetro e cabos)

PONTOS POR AMBIENTE (NBR 14565)

| AMBIENTE | RJ-45 | Wi-Fi | CÂMERAS | VOZ | CABOS |
|---|---|---|---|---|---|
| Sala dos professores (com copa) | 6 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| Circulação lateral | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Sala de acolhimento | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Pré-escola 1 (1º período) | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Pré-escola 2 (2º período) | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Escada 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Secretaria | 6 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| Arquivo e almoxarifado | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Circulação dos fundos... | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Recepção | 6 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| Circulação de serviço | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Diretoria | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Supervisão e coordenação... | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Refeitório | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Recebimento e pré-higienização | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Pátio coberto | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Galeria do pátio coberto (frente) | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Galeria do pátio coberto (fundo) | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Galeria do pátio coberto... | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Galeria do pátio coberto (direita) | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Quadra poliesportiva coberta | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Galeria coberta da arquibancada | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 |

DISTRIBUIDORES

| ID | RACK OU QUADRO | COMPOSIÇÃO |
|---|---|---|
| FD-1 | Rack 19", 20U de parede, 570 mm | 3 PP, 1 SW 48p, 600 VA |

**NOTAS**

1. Medidas em cm. Cabeamento em estrela Cat 6 U/UTP, sem emendas, enlace permanente de até 90 m; identificação das tomadas e dos cabos nas duas pontas (padrão TIA-606).
2. Tubulação seca com arame-guia, ocupação até 40%, no máximo 2 curvas de 90° e 30 m entre caixas; separada das instalações elétricas. Certificar todos os enlaces.
3. Os racks ficam em salas fechadas: o FD-1 no arquivo e almoxarifado (térreo) e o FD-2 no laboratório de informática (pavimento superior). Diagrama do cabeamento, ocupação dos racks, quadros e detalhes na prancha TEL-03.
4. O traçado dos eletrodutos é esquemático: os ramais correm sob a laje (acima do forro, onde houver) e descem embutidos até os pontos. A caixa de entrada fica na fachada da Rua 02; o ramal é definido com a operadora.
5. Câmeras só em circulações, acessos, pátio, refeitório, quadra, biblioteca e laboratório de informática. Nenhuma em salas de aula, sanitários ou vestiários.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PERDIGÃO – MG

ESTADO DE MINAS GERAIS

PROJETO DE TELECOMUNICAÇÕES – ESCOLA MUNICIPAL DE TEMPO INTEGRAL – PRÉ-ESCOLA E ENSINO FUNDAMENTAL

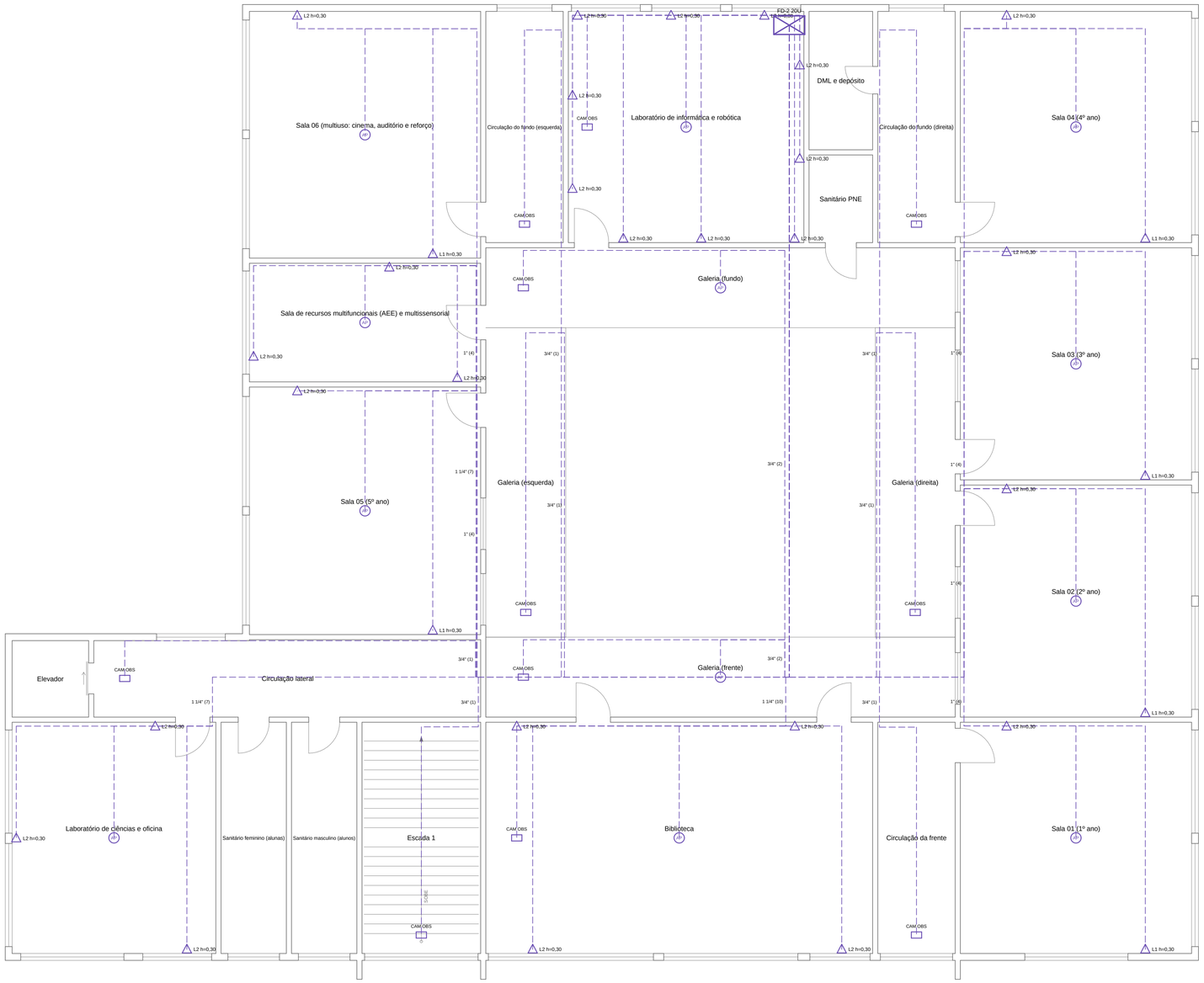
| | | |
|---|---|---|
| ENDEREÇO DA OBRA: Rua 02, esquina com as Ruas 08 e 09 | | BAIRRO: Jardim Real |
| LOTE: Área de 48,00 × 48,00 m | QUADRA: 13 | CIDADE: Perdigão - MG |

| | |
|---|---|
| PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE PERDIGÃO - MG | RESPONSÁVEL TÉCNICA: Juliana Maciel Marinho Vieco<br>Engenheira · CREA-MG 202.696/D |

ÁREAS

| | |
|---|---|
| ÁREA CONSTRUÍDA: | OCUPAÇÃO: EDUCACIONAL (ESCOLA E PRÉ-ESCOLA) |
| ÁREA A CONSTRUIR: | DIVISÃO / DESCRIÇÃO: E-1 E E-5 (DECRETO 47.998/2020 – CBMMG) |
| ÁREA TOTAL: | |

| | | |
|---|---|---|
| CONTEÚDO: TELECOMUNICAÇÕES — TÉRREO | ESCALA: 1/75 | DATA: 11/11/2026 |
| | REVISÃO: R0 | FOLHA: 01/03 |




# PLANTA DE TELECOMUNICAÇÕES — PAVIMENTO SUPERIOR

ESCALA - 1/75

## LEGENDA

Triângulo cheio: tomada RJ-45 (Ln = quantidade) a 0,30 m

Triângulo vazado: interfone ou voz (T)

Círculo AP: ponto de acesso Wi-Fi no teto

Retângulo CAM: câmera (ID, OBS ou DET)

Retângulo com X: distribuidor (rack ou quadro)

Tracejado: eletroduto seco com arame-guia (diâmetro e cabos)

## PONTOS POR AMBIENTE (NBR 14565)

| AMBIENTE | RJ-45 | WI-FI | CÂMERAS | VOZ | CABOS |
|---|---|---|---|---|---|
| Laboratório de ciências e oficina | 6 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| Circulação lateral | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Sala 05 (5º ano) | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Sala de recursos multifunciona… | 6 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| Sala 06 (multiuso: cinema… | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Escada 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Biblioteca | 8 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| Circulação do fundo (esquerda) | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Laboratório de informática e… | 20 | 1 | 1 | 0 | 22 |
| Circulação da frente | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Circulação do fundo (direita) | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Sala 01 (1º ano) | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Sala 02 (2º ano) | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Sala 03 (3º ano) | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Sala 04 (4º ano) | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Galeria (frente) | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Galeria (fundo) | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Galeria (esquerda) | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Galeria (direita) | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

## DISTRIBUIDORES

| ID | RACK OU QUADRO | COMPOSIÇÃO |
|---|---|---|
| FD-2 | Rack 19" 20U de parede, 570 mm | 4 PP, 2 SW 48p, 600 VA |

**NOTAS**

1. Medidas em cm. Cabeamento em estrela Cat 6 U/UTP, sem emendas, enlace permanente de até 90 m; identificação das tomadas e dos cabos nas duas pontas (padrão TIA-606).
2. Tubulação seca com arame-guia, ocupação até 40%, no máximo 2 curvas de 90° e 30 m entre caixas; separada das instalações elétricas. Certificar todos os enlaces.
3. Os racks ficam em salas fechadas: o FD-1 no arquivo e almoxarifado (térreo) e o FD-2 no laboratório de informática (pavimento superior). Diagrama do cabeamento, ocupação dos racks, quadros e detalhes na prancha TEL-03.
4. O traçado dos eletrodutos é esquemático: os ramais correm sob a laje (acima do forro, onde houver) e descem embutidos até os pontos. A caixa de entrada fica na fachada da Rua 02; o ramal é definido com a operadora.
5. Câmeras só em circulações, acessos, pátio, refeitório, quadra, biblioteca e laboratório de informática. Nenhuma em salas de aula, sanitários ou vestiários.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PERDIGÃO – MG

ESTADO DE MINAS GERAIS

PROJETO DE TELECOMUNICAÇÕES – ESCOLA MUNICIPAL DE TEMPO INTEGRAL – PRÉ-ESCOLA E ENSINO FUNDAMENTAL

| | | |
|---|---|---|
| ENDEREÇO DA OBRA: Rua 02, esquina com as Ruas 08 e 09 | | BAIRRO: Jardim Real |
| LOTE: Área de 48,00 × 48,00 m | QUADRA: 13 | CIDADE: Perdigão - MG |

ASSINATURAS

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE PERDIGÃO - MG

RESPONSÁVEL TÉCNICA: Juliana Maciel Marinho Vecci, Engenheira · CREA-MG 202.696/D

ÁREAS

ÁREA CONSTRUÍDA:

ÁREA A CONSTRUIR:

ÁREA TOTAL:

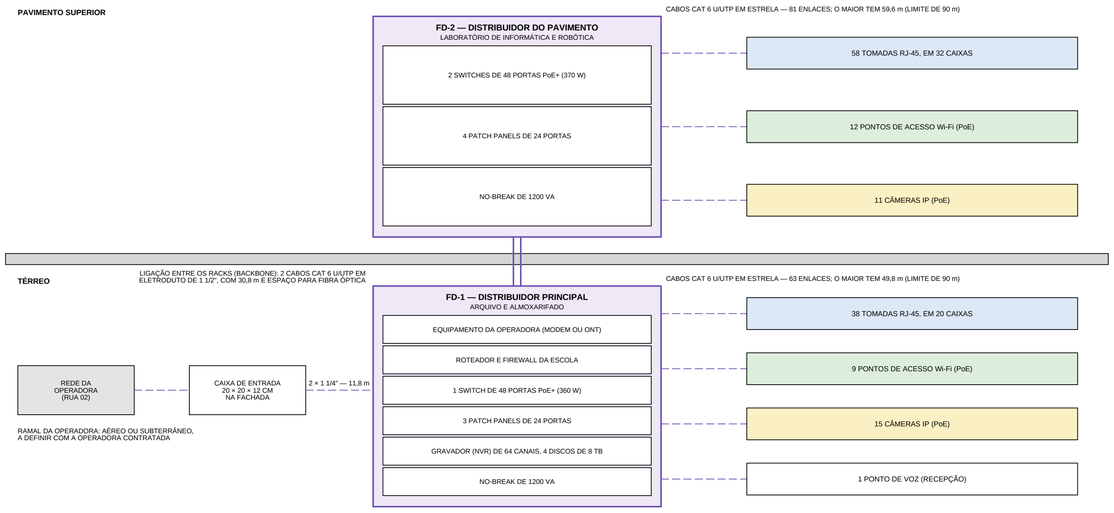
OCUPAÇÃO: EDUCACIONAL (ESCOLA E PRÉ-ESCOLA)

DIVISÃO / DESCRIÇÃO: E-1 E E-5 (DECRETO 47.998/2020 – CBMMG)

| | | |
|---|---|---|
| CONTEÚDO: TELECOMUNICAÇÕES — PAVIMENTO SUPERIOR | ESCALA: 1/75 | DATA: 11/11/2026 |
| | REVISÃO: R0 | FOLHA: 02/03 |

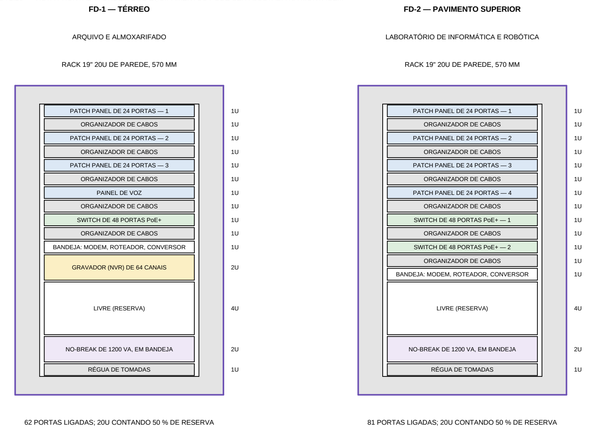
## DIAGRAMA DO CABEAMENTO ESTRUTURADO

SEM ESCALA — TOPOLOGIA EM ESTRELA (NBR 14565): CADA PONTO TEM UM CABO PRÓPRIO ATÉ O RACK DO SEU PAVIMENTO




## RACKS — OCUPAÇÃO

ESCALA 1:10 — VISTA FRONTAL; A ORDEM DOS EQUIPAMENTOS PODE SER AJUSTADA NA MONTAGEM




**SIMBOLOGIA DAS PLANTAS (TEL-01 E TEL-02)**

- TOMADA DE TELECOMUNICAÇÕES (Ln = n CONECTORES RJ-45), A 0,30 m
- PONTO DE ACESSO Wi-Fi, NO TETO (AP)
- DISTRIBUIDOR (RACK)
- PONTO DE VOZ OU INTERFONE (T), A 1,50 m
- CÂMERA: ID (IDENTIFICAÇÃO), OBS (OBSERVAÇÃO) OU DET (DETECÇÃO)
- ELETRODUTO SECO, COM ARAME-GUIA (DIÂMETRO E NÚMERO DE CABOS)

**DISTRIBUIDORES**

| ITEM | FD-1 (térreo) | FD-2 (pavimento superior) |
|---|---|---|
| Local | Arquivo e almoxarifado | Laboratório de informática e robótica |
| Tomadas RJ-45 | 38, em 20 caixas | 58, em 32 caixas |
| Pontos de acesso | 9 | 12 |
| Câmeras | 15 | 11 |
| Pontos de voz | 1 | 0 |
| Portas nos patch panels | 62 (3 de 24 portas) | 81 (4 de 24 portas) |
| Switches | 1 de 48 portas PoE+ (45 portas em uso) | 2 de 48 portas PoE+ (54 portas em uso) |
| Potência PoE | 285 W ligados; fonte de 360 W | 290 W ligados; fonte de 370 W |
| Consumo e no-break | 422 W; mínimo de 586 VA; adotado 1200 VA | 430 W; mínimo de 597 VA; adotado 1200 VA |
| Rack | Rack 19" 20U de parede, 570 mm | Rack 19" 20U de parede, 570 mm |
| Maior enlace | 49,8 m | 59,6 m |

**CABOS E ENLACES**

| ITEM | VALOR |
|---|---|
| Cabo | Cat 6 U/UTP, de 4 pares, sem emendas |
| Enlaces | 144 (96 tomadas, 21 pontos de acesso, 26 câmeras e 1 ponto de voz) |
| Comprimentos | 3893 m no total; 27,0 m em média; 59,6 m no maior (o limite do enlace permanente é 90 m) |
| Caixas de 305 m | 14 |

**ELETRODUTOS (TUBULAÇÃO SECA, PVC RÍGIDO)**

| DIÂMETRO | COMPRIMENTO | CABOS (MAIOR TRECHO) | CABEM | ONDE |
|---|---|---|---|---|
| 3/4" | 1116,2 m | 3 | 3 | descidas e ligações dos pontos, ramais dos cômodos |
| 1" | 151,8 m | 4 | 6 | ramais dos cômodos |
| 1 1/4" | 99,8 m | 10 | 11 | ramais dos cômodos |
| 1 1/2" | 30,8 m | 2 | 16 | ligação entre os racks |
| 2 × 1 1/4" | 11,8 m | 2 | 22 | entrada da operadora |

**CFTV**

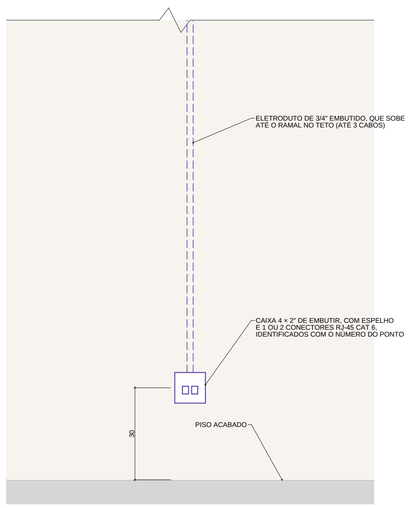
| ITEM | VALOR |
|---|---|
| Câmeras | 26 câmeras IP de 4 MP, lente de 2,8 mm (100° na horizontal), PoE |
| Alcance (IEC 62676-4) | detecção até 43,0 m; observação até 17,2 m; reconhecimento até 8,6 m; identificação até 4,3 m |
| Função | 4 de identificação, nas entradas; 20 de observação; 2 de detecção (quadra e pátio) |
| Gravação | 30 dias, contínua, a 2,5 Mbps por câmera: 25,1 TB — 4 discos de 8 TB |
| Gravador | NVR de 64 canais, no rack FD-1 (sobra para câmeras externas) |

### NOTAS

1. Projeto pela ABNT NBR 14565 (cabeamento estruturado) e pela NBR 16415 (caminhos e espaços); CFTV pela IEC 62676-4. As quantidades e os comprimentos são os do cálculo feito no Engenna; as plantas são as pranchas TEL-01 e TEL-02.
2. Cabos Cat 6 U/UTP inteiros, do patch panel até a tomada, sem emendas. Sobra de 3 m no rack e de 0,30 m na tomada. Raio de curvatura mínimo de 4 vezes o diâmetro do cabo.
3. Tubulação seca exclusiva para telecomunicações, separada dos eletrodutos de energia, com no máximo duas curvas de 90° e 30 m entre caixas, e com arame-guia. A ocupação não passa de 40 % da seção.
4. Todos os pontos são identificados na tomada e no patch panel (por exemplo, T-012: térreo, ponto 12) e certificados de ponta a ponta, com relatório.
5. Cada rack tem tomada em circuito próprio, no-break e barra de aterramento ligada à equipotencialização da edificação. Esses circuitos devem entrar no projeto elétrico.
6. As câmeras não ficam em salas de aula, sanitários nem vestiários. Os ambientes monitorados levam aviso, e o acesso às imagens é restrito, como pede a Lei Geral de Proteção de Dados.
7. O ramal de entrada, o tipo de acesso (fibra óptica, na prática) e o equipamento da operadora dependem do contrato de internet da Prefeitura.

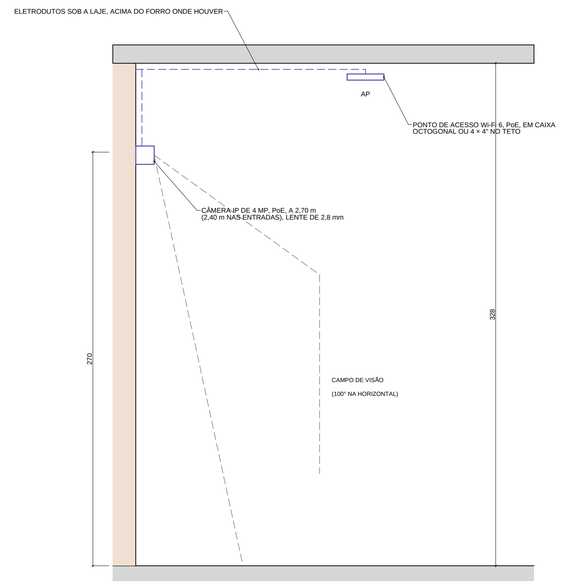
## DETALHE 1 — TOMADA DE TELECOMUNICAÇÕES

ESCALA 1:10 — MEDIDAS EM cm — VISTA DA PAREDE



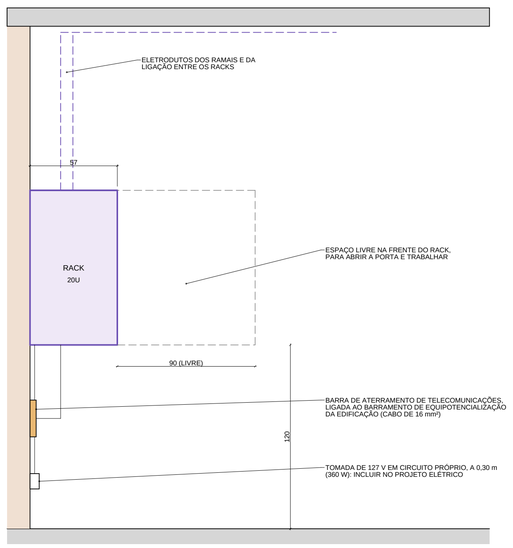

## DETALHE 2 — PONTO DE ACESSO E CÂMERA

ESCALA 1:20 — MEDIDAS EM cm — CORTE DE UM AMBIENTE




## DETALHE 3 — RACK DE PAREDE, ENERGIA E ATERRAMENTO

ESCALA 1:20 — MEDIDAS EM cm — VISTA LATERAL




## DIAGRAMA DO CABEAMENTO, RACKS E DETALHES

ESCALAS INDICADAS

PREFEITURA MUNICIPAL DE PERDIGÃO – MG

ESTADO DE MINAS GERAIS

PROJETO DE TELECOMUNICAÇÕES – ESCOLA MUNICIPAL DE TEMPO INTEGRAL – PRÉ-ESCOLA E ENSINO FUNDAMENTAL

| | | |
|---|---|---|
| ENDEREÇO DA OBRA: Rua 02, esquina com as Ruas 08 e 09 | | BAIRRO: Jardim Real |
| LOTE: Área de 48,00 × 48,00 m | QUADRA: 13 | CIDADE: Perdigão - MG |

ASSINATURAS

| | |
|---|---|
| PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE PERDIGÃO - MG | RESPONSÁVEL TÉCNICA: Juliana Maciel Marinho Vecci, Engenheira - CREA-MG 202.696/D |

ÁREAS

| | |
|---|---|
| ÁREA CONSTRUÍDA: | OCUPAÇÃO: EDUCACIONAL (ESCOLA E PRÉ-ESCOLA) |
| ÁREA A CONSTRUIR: | DIVISÃO / DESCRIÇÃO: E-1 E E-5 (DECRETO 47.998/2020 – CBMMG) |
| ÁREA TOTAL: | |

| | | |
|---|---|---|
| CONTEÚDO: DIAGRAMA DO CABEAMENTO ESTRUTURADO, COMPOSIÇÃO DOS RACKS, QUADROS DE DISTRIBUIDORES, CABOS, ELETRODUTOS E CFTV, E DETALHES DOS PONTOS | ESCALA: escalas indicadas | DATA: 11/11/2026 |
| | REVISÃO: R0 | FOLHA: 03/03 |

# MEMORIAL DESCRITIVO

Projeto de telecomunicações: rede lógica, Wi-Fi, CFTV e voz

**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

# Sumário

1. Objeto e documentos....3
2. Normas e referências....3
3. O que o projeto atende....4
4. Descrição do sistema....4
4.1. Como a rede é organizada....4
4.2. Tomadas de rede....5
4.3. Rede sem fio....5
4.4. CFTV....6
4.5. Voz....6
4.6. Entrada da operadora....6
4.7. Eletrodutos....6
4.8. Energia, no-break e aterramento....7
5. Materiais....7
6. Execução, identificação e ensaios....8
7. Operação e proteção de dados....8
8. Compatibilização com os outros projetos....9
9. O que ainda depende de confirmação....9

## 1. Objeto e documentos

Este memorial descreve o projeto de telecomunicações da Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real, em Perdigão – MG: o cabeamento estruturado da rede de dados, a rede sem fio (Wi-Fi), o circuito fechado de TV (CFTV) e o ponto de voz. Os critérios e as contas estão no memorial de cálculo, que acompanha este documento.

O projeto é da **Prefeitura Municipal de Perdigão – MG**. A responsável técnica é a **Eng.ª Juliana Maciel Marinho Vecci** (CREA-MG 202.696/D). O campo da ART está em branco nas pranchas e será preenchido depois do registro no CREA-MG.

O lançamento e o cálculo foram feitos no Engenna, cômodo por cômodo, com os ajustes descritos no memorial de cálculo. O projeto segue a arquitetura na revisão 3 e os outros projetos de instalações.

Tabela 1 — Pranchas do projeto de telecomunicações

| Prancha | Formato | Conteúdo |
|---|---|---|
| TEL-01 | A0 | planta do térreo: tomadas, pontos de acesso, câmeras, ponto de voz, rack FD-1, eletrodutos e entrada da operadora |
| TEL-02 | A1 | planta do pavimento superior: tomadas, pontos de acesso, câmeras, rack FD-2 e eletrodutos |
| TEL-03 | A1 | diagrama do cabeamento, ocupação dos racks, quadros de distribuidores, cabos, eletrodutos e CFTV, simbologia e detalhes |

Tabela 2 — Documentos do projeto

| Documento | Conteúdo |
|---|---|
| Memorial descritivo (este documento) | descrição do sistema, materiais, execução, ensaios e compatibilização |
| Memorial de cálculo | pontos por ambiente, distribuidores, enlaces, eletrodutos, alimentação e CFTV |
| Quantitativos (planilha) | materiais e serviços, sem perdas |
| Obra para o Engenna | arquivo da obra com o lançamento das telecomunicações |

## 2. Normas e referências

- ABNT NBR 14565 — Cabeamento estruturado para edifícios comerciais.
- ABNT NBR 16415 — Caminhos e espaços para cabeamento estruturado.

- ABNT NBR 5410 — Instalações elétricas de baixa tensão (alimentação dos racks e equipotencialização).
- ABNT NBR 5419 — Proteção contra descargas atmosféricas (equipotencialização e proteção contra surtos).
- IEC 62676-4 — Sistemas de videomonitoramento: diretrizes de aplicação (níveis de detecção, observação, reconhecimento e identificação).
- Lei nº 13.709/2018 — Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (uso das imagens).

As edições em vigor devem ser conferidas na data da execução.

## 3. O que o projeto atende

Tabela 3 — Resumo do sistema

| | |
|---|---|
| **Tomadas de rede (RJ-45)** | 96, em 52 caixas |
| **Pontos de acesso Wi-Fi** | 21 |
| **Câmeras** | 26 |
| **Ponto de voz** | 1, na recepção |
| **Distribuidores (racks)** | 2: FD-1 no térreo e FD-2 no pavimento superior |
| **Cabo** | Cat 6 U/UTP, 144 enlaces e 3.893 m |
| **Maior enlace** | 59,6 m (o limite é 90 m) |
| **Eletrodutos** | 1.410 m de tubulação seca de PVC rígido |

Não fazem parte deste projeto: os computadores, as impressoras, os projetores e as lousas digitais; o servidor e os programas; o contrato de internet; a sonorização, o alarme de intrusão e o controle de acesso. As tomadas e os eletrodutos previstos servem a esses equipamentos, que podem ser ligados depois.

## 4. Descrição do sistema

### 4.1. Como a rede é organizada

A rede é em estrela: cada tomada, ponto de acesso e câmera tem um cabo próprio, inteiro, que vai até o rack do seu pavimento. Os dois racks são ligados entre si.

O equipamento da operadora, o roteador e o gravador das câmeras ficam no rack principal.

Tabela 4 — Distribuidores

| Item | FD-1 — térreo | FD-2 — pavimento superior |
|---|---|---|
| Local | Arquivo e almoxarifado | Laboratório de informática e robótica |
| Tomadas RJ-45 | 38 | 58 |
| Pontos de acesso | 9 | 12 |
| Câmeras | 15 | 11 |
| Ponto de voz | 1 | 0 |
| Patch panels de 24 portas | 3 | 4 |
| Switches PoE+ de 48 portas | 1 | 2 |
| Gravador de vídeo | NVR de 64 canais, com 4 discos de 8 TB | — |
| No-break | 1200 VA | 1200 VA |
| Rack | Rack 19" 20U de parede, 570 mm | Rack 19" 20U de parede, 570 mm |

O rack FD-1 fica no arquivo e almoxarifado, que só tem acesso pela secretaria. O rack FD-2 fica no laboratório de informática, que concentra a maior parte dos pontos do pavimento superior. Os dois são de parede, fechados, com chave, a 1,20 m do piso e com 0,90 m livres na frente.

A ligação entre os racks tem 2 cabos Cat 6 U/UTP num eletroduto de 1 1/2", com 30,8 m. O eletroduto tem espaço para uma fibra óptica, se a escola quiser aumentar a velocidade entre os pavimentos.

### 4.2. Tomadas de rede

As tomadas ficam a 0,30 m do piso, em caixas de 4 × 2", com um ou dois conectores RJ-45. Cada sala de aula tem três: uma para o professor, uma para o projetor ou a televisão e uma de reserva. O laboratório de informática tem 20, e as salas da administração têm de 4 a 6. A relação completa está no memorial de cálculo e nas plantas.

### 4.3. Rede sem fio

São 21 pontos de acesso Wi-Fi 6, de teto, alimentados pelo próprio cabo de rede (PoE): um em cada sala de aula e de pré-escola, no laboratório de informática, no laboratório de ciências, na biblioteca, na sala de recursos, na secretaria, na recepção,

na sala dos professores e no refeitório, e mais os das galerias, que cobrem o pátio e a arquibancada da quadra.

### 4.4. CFTV

São 26 câmeras IP de 4 megapixels, com lente de 2,8 mm e infravermelho, alimentadas por PoE. Ficam nas entradas (4 câmeras, para identificar quem entra), nas circulações, galerias e escadas, no pátio, no refeitório, na quadra, na biblioteca e no laboratório de informática. Não há câmeras em salas de aula, sanitários nem vestiários.

O gravador (NVR) fica no rack FD-1 e guarda 30 dias de imagens de todas as câmeras. Tem 64 canais: sobram canais para câmeras externas (portões, estacionamento e piscina), que podem ser acrescentadas depois.

### 4.5. Voz

Há um ponto de voz na recepção, a 1,50 m do piso, para telefone IP ou interfone. Outros aparelhos de telefone IP podem ser ligados em qualquer tomada de rede.

### 4.6. Entrada da operadora

A caixa de entrada, de 20 × 20 × 12 cm, fica na fachada da Rua 02, perto da entrada de energia. Dela saem 2 × 1 1/4" até o rack FD-1, com 11,8 m. O ramal da rua até a caixa (aéreo ou subterrâneo) e o tipo de acesso dependem da operadora contratada pela Prefeitura.

### 4.7. Eletrodutos

Os cabos correm em tubulação seca de PVC rígido, só de telecomunicações, separada dos eletrodutos de energia. De cada rack sai um ramal para a caixa de cada cômodo, sob a laje (acima do forro, onde houver); da caixa, os eletrodutos descem embutidos até os pontos.

Tabela 5 — Eletrodutos

| Diâmetro | Comprimento (m) | Onde |
|---|---|---|
| 3/4" | 1.116,2 | descidas e ligações dos pontos, ramais dos cômodos |
| 1" | 151,8 | ramais dos cômodos |
| 1 1/4" | 99,8 | ramais dos cômodos |
| 1 1/2" | 30,8 | ligação entre os racks |
| 2 × 1 1/4" | 11,8 | entrada da operadora |

### 4.8. Energia, no-break e aterramento

Cada rack tem uma tomada de 127 V em circuito próprio (360 W), a incluir no projeto elétrico, e um no-break de 1200 VA, que mantém a rede, o Wi-Fi e as câmeras por alguns minutos na falta de energia e protege os equipamentos. Em cada rack há uma barra de aterramento, ligada ao barramento de equipotencialização da edificação.

## 5. Materiais

Tabela 6 — Especificação dos materiais

| Item | Especificação |
|---|---|
| Cabo | Cat 6 U/UTP, 4 pares, 23 AWG, capa de baixa emissão de fumaça e sem halogênios (LSZH), em caixas de 305 m |
| Conectores e patch panels | categoria 6, RJ-45, com terminação por contato de deslocamento de isolação (IDC) |
| Cordões | de fábrica, categoria 6: 1,5 m nos racks e 2,5 m nas áreas de trabalho |
| Switches | gerenciáveis, de 48 portas gigabit PoE+ (IEEE 802.3at), com portas de uplink |
| Pontos de acesso | Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax), de teto, PoE, com controle centralizado |
| Câmeras | IP de 4 MP, tipo dome ou turret, lente de 2,8 mm, infravermelho, PoE; nas áreas abertas, com grau de proteção IP66 |
| Gravador | NVR de 64 canais, com 4 discos de 8 TB próprios para vigilância |
| Racks | de parede, 19", 20U, com 570 mm de profundidade, porta com chave, ventilação e régua de tomadas |
| No-breaks | 1200 VA, senoidais, um por rack |
| Eletrodutos | PVC rígido roscável, com caixas de passagem e arame-guia |
| Caixa de entrada | 20 × 20 × 12 cm, de embutir, com tampa |

A capa LSZH é uma recomendação deste projeto para a escola, por causa da fumaça em caso de incêndio. Os equipamentos ativos (switches, pontos de acesso, câmeras e gravador) devem ser de um mesmo fabricante ou comprovadamente compatíveis.

## 6. Execução, identificação e ensaios

- Cabos inteiros, do patch panel até a tomada, sem emendas, com sobra de 3 m no rack e de 0,30 m na tomada. Raio de curvatura mínimo de 4 vezes o diâmetro do cabo. Não se usa abraçadeira apertada: os feixes são presos com fita de velcro.
- Tubulação com no máximo duas curvas de 90° e 30 m entre caixas, com ocupação de até 40 % da seção.
- Onde os eletrodutos atravessam as paredes e a laje do setor da pré-escola (compartimentação do projeto de incêndio), a passagem recebe selagem corta-fogo.
- Cada ponto recebe um número, marcado na tomada, no cabo (nas duas pontas) e no patch panel. Sugestão: T-012 para o ponto 12 do térreo e S-034 para o ponto 34 do pavimento superior.
- Todos os 144 enlaces são certificados para a categoria 6 com equipamento próprio, e o relatório é entregue à Prefeitura com a planta "como construído".
- As câmeras são ajustadas no local (campo de visão e foco), e o gravador é configurado para 30 dias de gravação.

## 7. Operação e proteção de dados

- Os ambientes com câmera levam aviso de que o local é monitorado.
- O acesso às imagens gravadas é restrito à direção e a quem ela autorizar, com senha individual. As imagens são guardadas só pelo prazo definido e fornecidas a terceiros apenas nos casos previstos em lei.
- A rede sem fio deve ter, no mínimo, uma rede para a administração e outra para os alunos, separadas, com senhas próprias.
- Os racks ficam trancados. As senhas dos equipamentos são trocadas na entrega e guardadas pela direção.

## 8. Compatibilização com os outros projetos

- **Elétrico.** Incluir as duas tomadas dos racks, em circuitos próprios de 360 W, e as ligações das barras de aterramento ao barramento de equipotencialização. Prever proteção contra surtos nesses circuitos.
- **Arquitetura.** O arquivo e almoxarifado passa a abrigar o rack FD-1: reservar a parede do fundo e manter 0,90 m livres na frente. A sala precisa de ventilação, porque o rack dissipa cerca de 422 W.
- **Climatização.** Conferir se o arquivo e almoxarifado e o laboratório de informática comportam o calor dos racks (cerca de 422 W e 430 W).
- **Incêndio.** Selagem corta-fogo nas passagens dos eletrodutos pelo setor compartimentado da pré-escola.
- **Estrutura.** Passagem do eletroduto de 1 1/2" pela laje, entre os racks, a prever sem cortar vigas.

## 9. O que ainda depende de confirmação

- **ART.** A responsável técnica deve conferir o projeto e registrar a ART. A atribuição profissional para telecomunicações deve ser confirmada no CREA-MG.
- **Padrão da Prefeitura.** Confirmar com o setor de tecnologia da Prefeitura a marca dos equipamentos, o número de pontos por sala e se a escola terá telefonia IP.
- **Operadora.** Tipo de acesso, velocidade e forma de entrada do ramal.
- **Câmeras externas.** Não foram lançadas câmeras nos portões, no estacionamento nem na piscina, porque dependem dos postes e dos muros. O gravador tem canais de sobra para elas.
- **Local dos racks.** O programa sugeria os racks nas galerias; aqui eles foram levados para salas fechadas. Confirmar se o arquivo e o laboratório de informática ficam como salas dos racks.

- **No-breaks.** Foram adotados 1200 VA, o dobro do mínimo calculado, para dar alguns minutos de autonomia. Se a escola quiser manter as câmeras por mais tempo, o no-break do rack FD-1 deve ser maior.

Perdigão – MG, 11 de novembro de 2026.

_____

**Juliana Maciel Marinho Vecci**
Engenheira — CREA-MG 202.696/D
Responsável técnica

# MEMORIAL DE CÁLCULO

Projeto de telecomunicações: rede lógica, Wi-Fi, CFTV e voz

**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

# Sumário

1. Objeto e critérios....3
2. Pontos por ambiente....3
   2.1. Critérios....3
   2.2. Relação dos pontos....4
3. Distribuidores....5
4. Enlaces....6
5. Eletrodutos....7
6. CFTV....7
   6.1. Alcance das câmeras....7
   6.2. Gravação....8
7. Resumo dos resultados....8

## 1. Objeto e critérios

Este memorial reúne os critérios e as contas do projeto de telecomunicações da Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real, em Perdigão – MG: os pontos por ambiente, os distribuidores, os comprimentos dos enlaces, os eletrodutos, a alimentação e o CFTV. A descrição do sistema está no memorial descritivo.

O projeto é da **Prefeitura Municipal de Perdigão – MG**. A responsável técnica é a **Eng.ª Juliana Maciel Marinho Vecci** (CREA-MG 202.696/D). O campo da ART está em branco nas pranchas e será preenchido depois do registro no CREA-MG. O cálculo foi feito no Engenna e deve ser conferido por ela antes do registro da ART.

Tabela 1 — Parâmetros do cálculo

| | |
|---|---|
| **Cabo** | Cat 6 U/UTP (diâmetro de 6,0 mm) |
| **Limite do enlace permanente** | 90 m (ABNT NBR 14565) |
| **Eletrodutos** | PVC rígido, com ocupação de até 40 % da seção |
| **Câmeras** | 4 MP, lente de 2,8 mm (100° na horizontal) |
| **Gravação** | 30 dias, contínua |
| **Alimentação pelo cabo (PoE)** | 10 W por câmera e 15 W por ponto de acesso |
| **Reserva** | 25 % na fonte PoE, nos canais do gravador e no armazenamento; 50 % na altura dos racks |

## 2. Pontos por ambiente

### 2.1. Critérios

- **Tomadas de rede.** Sala de aula e de pré-escola: 3. Laboratório de informática: uma a cada 2,5 m², mais 2. Salas da administração, sala dos professores e sala de recursos: duas a cada 10 m². Biblioteca: duas a cada 20 m². Laboratório de ciências: duas a cada 15 m². Recepção: o mesmo da administração, mais o ponto de voz. Arquivo: 2.
- **Pontos de acesso.** Um por sala de aula e por laboratório; nos outros ambientes, um para cada 140 m², mais ou menos. O programa punha esses últimos nas circulações; neste projeto eles foram postos onde as pessoas

ficam: secretaria, recepção, sala dos professores, refeitório, biblioteca e sala de recursos, e nas galerias da frente e do fundo, que cobrem o pátio.

- **Câmeras.** Uma por entrada, para identificação; nas circulações, uma a cada 17 m, mais ou menos (alcance de observação); no pátio, no refeitório e na quadra, uma para cada 400 m² (detecção); uma no laboratório de informática e uma na biblioteca. Nenhuma em sala de aula, sanitário ou vestiário.
- **Ajustes sobre o cálculo automático.** Foram tiradas as tomadas da despensa, do depósito da piscina e do DML, e as câmeras do abrigo de resíduos, da central de GLP e do depósito da piscina (o programa as punha por causa das portas para fora). Foi acrescentada a câmera da biblioteca.

## 2.2. Relação dos pontos

Tabela 2 — Pontos do térreo

| Ambiente | Área (m²) | RJ-45 | Wi-Fi | Câmeras | Voz | Cabos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Arquivo e almoxarifado | 11,6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Circulação de serviço | 12,5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Circulação dos fundos (esquerda) | 15,2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Circulação lateral | 25,2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Diretoria | 18,4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Escada 1 | 23,2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Galeria coberta da arquibancada | 43,6 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 |
| Galeria do pátio coberto (direita) | 20,9 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Galeria do pátio coberto (esquerda) | 20,9 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Galeria do pátio coberto (frente) | 31,7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Galeria do pátio coberto (fundo) | 31,7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Pátio coberto | 81,0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Pré-escola 1 (1º período) | 48,4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Pré-escola 2 (2º período) | 48,3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Quadra poliesportiva coberta | 345,0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Recebimento e pré-higienização | 11,7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Recepção | 22,7 | 6 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| Refeitório | 121,9 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Sala de acolhimento | 15,1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Sala dos professores (com copa) | 23,7 | 6 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| Secretaria | 20,9 | 6 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| Supervisão e coordenação pedagógica | 10,2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| **Total** | | **38** | **9** | **15** | **1** | **63** |

Tabela 3 — Pontos do pavimento superior

| Ambiente | Área (m²) | RJ-45 | Wi-Fi | Câmeras | Voz | Cabos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Biblioteca | 75,7 | 8 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| Circulação da frente | 15,1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Circulação do fundo (direita) | 15,1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Circulação do fundo (esquerda) | 15,1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Circulação lateral | 25,2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Escada 1 | 23,2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Galeria (direita) | 20,9 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Galeria (esquerda) | 20,9 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Galeria (frente) | 31,7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Galeria (fundo) | 31,7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Laboratório de ciências e oficina | 39,8 | 6 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| Laboratório de informática e robótica | 46,1 | 20 | 1 | 1 | 0 | 22 |
| Sala 01 (1º ano) | 45,2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Sala 02 (2º ano) | 45,4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Sala 03 (3º ano) | 45,4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Sala 04 (4º ano) | 45,2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Sala 05 (5º ano) | 48,4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Sala 06 (multiuso: cinema, auditório e reforço) | 48,3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Sala de recursos multifuncionais (AEE) e multissensorial | 23,2 | 6 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| **Total** | | **58** | **12** | **11** | **0** | **81** |

No total: 96 tomadas RJ-45, 21 pontos de acesso, 26 câmeras e 1 ponto de voz, ou 144 enlaces.

## 3. Distribuidores

Há um distribuidor por pavimento. As contas de cada um:

Tabela 4 — Dimensionamento dos distribuidores

| Item | FD-1 — térreo | FD-2 — pavimento superior |
|---|---|---|
| Pontos ligados (RJ-45 + Wi-Fi + câmeras) | 38 + 9 + 15 = 62 | 58 + 12 + 11 = 81 |
| Patch panels: portas ÷ 24, arredondado para cima | 3 | 4 |
| Portas de switch: metade das tomadas + Wi-Fi + câmeras + 2 | 19 + 9 + 15 + 2 = 45 | 29 + 12 + 11 + 2 = 54 |
| Switches de 48 portas | 1 | 2 |
| Carga PoE: 10 W × câmeras + 15 W × pontos de acesso | 285 W | 290 W |
| Fonte PoE necessária (carga × 1,25) | 360 W | 370 W |

| Item | FD-1 — térreo | FD-2 — pavimento superior |
|---|---|---|
| Consumo dos equipamentos | 422 W | 430 W |
| No-break mínimo: consumo × 1,25 ÷ 0,9 | 586 VA | 597 VA |
| No-break adotado | 1200 VA | 1200 VA |
| Altura ocupada no rack, com 50 % de reserva | 20U | 20U |
| Rack | 20U de parede | 20U de parede |

- Só metade das tomadas é ligada a portas de switch na entrega: é o uso esperado no começo. As outras ficam prontas no patch panel e são ligadas quando forem usadas; os switches de 48 portas têm folga para isso.
- O consumo soma os switches (60 W cada), o gravador (25 W, mais 8 W por disco), 20 W para o modem e o roteador e a carga PoE.
- O no-break mínimo fica em 586 e 597 VA, muito perto dos 600 VA comerciais. Foi adotado o tamanho seguinte, de 1200 VA, para dar alguns minutos de autonomia.

## 4. Enlaces

O comprimento de cada enlace foi estimado pelo caminho real dos cabos: a distância em planta até o rack, medida em ângulo reto, mais as subidas e descidas, com 10 % a mais, e 3,30 m de sobras nas pontas.

Tabela 5 — Enlaces por distribuidor

| Distribuidor | Enlaces | Comprimento total (m) | Maior enlace (m) | Limite (m) |
|---|---|---|---|---|
| FD-1 | 63 | 1.470 | 49,8 | 90 |
| FD-2 | 81 | 2.422 | 59,6 | 90 |
| **Total** | **144** | **3.893** | **59,6** | |

- Comprimento médio: 27,0 m.
- Cada caixa de 305 m dá 11 enlaces desse comprimento, sem emendas: 144 ÷ 11 = **14 caixas**.
- O maior enlace, de 59,6 m, é do laboratório de ciências. Todos ficam com folga em relação aos 90 m.
- Ligação entre os racks: 30,8 m, também dentro dos 90 m do cabo de cobre.

## 5. Eletrodutos

O número de cabos que cabe em cada eletroduto foi tirado da ocupação de 40 % da seção, para o cabo de 6,0 mm.

Tabela 6 — Eletrodutos de PVC rígido

| Diâmetro | Cabem (cabos) | Maior número de cabos num trecho | Ocupação no pior trecho | Comprimento (m) |
|---|---|---|---|---|
| 3/4" | 3 | 3 | 23 % | 1.116,2 |
| 1" | 6 | 4 | 19 % | 151,8 |
| 1 1/4" | 11 | 10 | 28 % | 99,8 |
| 1 1/2" | 16 | 2 | 4 % | 30,8 |
| 2 × 1 1/4" | 22 | 2 | 3 % | 11,8 |
| **Total** | | | | **1.410** |

O ramal de cada cômodo leva todos os cabos do cômodo; a descida de cada ponto leva de 1 a 3 cabos, em eletroduto de 3/4".

## 6. CFTV

### 6.1. Alcance das câmeras

O alcance depende de quantos pontos da imagem (pixels) cobrem cada metro da cena. Para a câmera de 4 MP (2.560 pixels na horizontal) com lente de 2,8 mm (100°), a distância máxima é d = 2.560 ÷ [densidade × 2 × tan(50°)].

Tabela 7 — Distâncias máximas (IEC 62676-4)

| Nível | Para que serve | Densidade (pixels/m) | Distância máxima (m) |
|---|---|---|---|
| Detecção | perceber que há uma pessoa | 25 | 43,0 |
| Observação | ver o que a pessoa faz | 62,5 | 17,2 |
| Reconhecimento | reconhecer uma pessoa conhecida | 125 | 8,6 |
| Identificação | identificar um desconhecido | 250 | 4,3 |

Por isso as 4 câmeras das entradas ficam a 2,40 m de altura, junto das portas, e as das circulações ficam a 2,70 m, uma a cada 17 m, mais ou menos.

### 6.2. Gravação

- Taxa por câmera: 2,5 Mbps (compressão H.265, 15 quadros por segundo, gravação contínua).
- Por dia e por câmera: 2,5 × 3.600 × 24 ÷ 8 ÷ 1.024 = 26,4 GB.
- Para 26 câmeras e 30 dias, com 25 % de reserva: 26,4 × 26 × 30 × 1,25 ÷ 1.024 = **25,1 TB**: 4 discos de 8 TB.
- Canais do gravador: 26 × 1,25 = 33; o tamanho comercial seguinte é o de **64 canais**.

## 7. Resumo dos resultados

Tabela 8 — Resumo

| | |
|---|---|
| **Pontos** | 96 tomadas RJ-45, 21 pontos de acesso, 26 câmeras e 1 ponto de voz |
| **Enlaces** | 144; maior de 59,6 m (limite de 90 m) |
| **Cabo** | 3.893 m de Cat 6 U/UTP: 14 caixas de 305 m |
| **Rack FD-1** | Arquivo e almoxarifado: 3 patch panels, 1 switch PoE+ de 48 portas, gravador de 64 canais, no-break de 1200 VA, rack de 20U |
| **Rack FD-2** | Laboratório de informática e robótica: 4 patch panels, 2 switches PoE+ de 48 portas, no-break de 1200 VA, rack de 20U |
| **Eletrodutos** | 1.410 m |
| **Gravação** | 30 dias: 25,1 TB |

Perdigão – MG, 11 de novembro de 2026.

_____

**Juliana Maciel Marinho Vecci**

Engenheira — CREA-MG 202.696/D

Responsável técnica

# LISTA DE MATERIAIS — TELECOMUNICAÇÕES

Quantitativos do cabeamento estruturado, dos racks, do Wi-Fi e do CFTV

**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

**QUANTITATIVOS — PROJETO DE TELECOMUNICAÇÕES**

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

**Revisão 0, de 11/11/2026. Quantidades sem perdas, tiradas do cálculo feito no Engenna e das pranchas TEL-01 a TEL-03.**

| | |
|---|---|
| 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 |
| Sistema | 96 tomadas RJ-45, 21 pontos de acesso, 26 câmeras · 2 distribuidores |
| Cabo | Cat 6 U/UTP, em estrela, com enlaces de até 59,6 m |
| Enlaces | 144 |
| Caixas de cabo de 305 m | 14 |
| Eletrodutos (m) | 1422,20 |

As células amarelas são estimativas, a conferir na obra ou com a Prefeitura.

As quantidades calculadas são fórmulas: mudando um dado nas abas, o resto se refaz.

Preços: entram na planilha orçamentária da obra, que usa estas quantidades.

## 2. CABEAMENTO

QUANTITATIVOS — CABEAMENTO ESTRUTURADO

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

**Quantidades do cálculo feito no Engenna (pranchas TEL-01 a TEL-03), sem perdas. As linhas calculadas são fórmulas.**

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | Observação |
|---|---|---|---|---|
| Pontos (dados) | | | | |
| 1 | Conectores RJ-45 nas tomadas | un | 96 | tomadas de rede |
| 2 | Caixas de tomada (com 1 ou 2 conectores) e do ponto de voz | un | 53 | |
| 3 | Pontos de acesso Wi-Fi | un | 21 | |
| 4 | Câmeras | un | 26 | |
| 5 | Pontos de voz | un | 1 | recepção |
| 6 | Enlaces (cabos) | un | 144 | um cabo por conector, ponto de acesso, câmera e ponto de voz |
| 7 | Comprimento total dos enlaces | m | 3892,50 | soma dos 144 enlaces; médio de 27,0 m |
| Cabos, conectores e cordões | | | | |
| 8 | Cabo Cat 6 U/UTP de 4 pares, capa LSZH, em caixas de 305 m | cx | 14 | 11 enlaces inteiros por caixa, sem emendas |
| 9 | Cabo Cat 6 U/UTP para a ligação entre os racks | m | 67,60 | 2 cabos de 30,8 m, mais 3 m de sobra em cada rack |
| 10 | Conector RJ-45 fêmea (keystone) Cat 6 | un | 97 | tomadas e ponto de voz |
| 11 | Espelho 4 × 2" com 1 ou 2 posições RJ-45 | un | 53 | |
| 12 | Caixa 4 × 2" de embutir | un | 53 | |
| 13 | Caixa octogonal ou 4 × 4" para ponto de acesso e câmera | un | 47 | |
| 14 | Conector RJ-45 macho Cat 6 (pontos de acesso e câmeras) | un | 47 | o cabo termina em conector macho no equipamento |
| 15 | Cordão de manobra (patch cord) Cat 6 de 1,5 m | un | 143 | um por porta de patch panel ligada |
| 16 | Cordão de área de trabalho Cat 6 de 2,5 m | un | 96 | um por tomada |
| 17 | Etiquetas de identificação (tomada, cabo nas duas pontas e patch panel) | cj | 144 | um conjunto por enlace |
| 18 | Certificação de enlace Cat 6, com relatório | un | 146 | todos os enlaces e a ligação entre os racks |

## 3. RACKS E EQUIPAMENTOS

QUANTITATIVOS — RACKS E EQUIPAMENTOS

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

**Composição dos dois racks (prancha TEL-03). Total = FD-1 + FD-2.**

| Item | Descrição | Un. | FD-1 | FD-2 | Total | Observação |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Racks e acessórios | | | | | | |
| 1 | Rack de parede 19", 20U, 570 mm, com porta e chave | un | 1 | 1 | 2 | Arquivo e almoxarifado e Laboratório de informática e robótica |
| 2 | Patch panel de 24 portas Cat 6 | un | 3 | 4 | 7 | |
| 3 | Organizador de cabos horizontal de 1U | un | 5 | 6 | 11 | |
| 4 | Painel de voz de 1U | un | 1 | 0 | 1 | para o ponto de voz da recepção |
| 5 | Bandeja fixa de 1U | un | 2 | 1 | 3 | equipamento da operadora, roteador e no-break |
| 6 | Régua de 8 tomadas 2P+T para rack | un | 1 | 1 | 2 | |
| 7 | Barra de aterramento de telecomunicações, com cabo de 16 mm² até a equipotencialização | cj | 1 | 1 | 2 | comprimento do cabo no projeto elétrico |
| Equipamentos ativos | | | | | | |
| 8 | Switch gerenciável de 48 portas gigabit PoE+ | un | 1 | 2 | 3 | fonte PoE de 360 W e de 370 W, no mínimo |
| 9 | Roteador e firewall | un | 1 | 0 | 1 | a definir com o setor de tecnologia da Prefeitura |
| 10 | Gravador de vídeo em rede (NVR) de 64 canais | un | 1 | 0 | 1 | 30 dias de gravação |
| 11 | Disco rígido de vigilância de 8 TB | un | 4 | 0 | 4 | 25,1 TB necessários |
| 12 | No-break senoidal de 1.200 VA | un | 1 | 1 | 2 | mínimo calculado: 586 e 597 VA |

## 4. WI-FI, CFTV E VOZ

**QUANTITATIVOS — PONTOS DE ACESSO, CÂMERAS E VOZ**

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

**Equipamentos dos pontos (pranchas TEL-01 e TEL-02).**

| Item | Descrição | Un. | Quantidade | Observação |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ponto de acesso Wi-Fi 6 de teto, PoE (802.3at) | un | 21 | um por sala de aula e laboratório; os outros nos ambientes de permanência e nas galerias |
| 2 | Câmera IP de 4 MP, dome ou turret, lente de 2,8 mm, infravermelho, PoE | un | 26 | 4 de identificação nas entradas; as de áreas abertas com proteção IP66 |
| 3 | Aparelho de voz (telefone IP) ou interfone | un | 1 | recepção |
| 4 | Placa de aviso de ambiente monitorado | un | 8 | entradas, galerias, refeitório, quadra, biblioteca e laboratório de informática |
| 5 | Configuração da rede, do Wi-Fi e do gravador, com treinamento | vb | 1 | |

# 5. ELETRODUTOS

**QUANTITATIVOS — TUBULAÇÃO SECA DE TELECOMUNICAÇÕES**

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

**Comprimentos do cálculo, sem perdas. A coluna "com 5 %" é fórmula.**

| Item | Descrição | Un. | Comprimento | Com 5 % de perdas | Observação |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Eletroduto de PVC rígido de 3/4" | m | 1116,20 | 1172,01 | descidas e ligações dos pontos, ramais dos cômodos |
| 2 | Eletroduto de PVC rígido de 1" | m | 151,80 | 159,39 | ramais dos cômodos |
| 3 | Eletroduto de PVC rígido de 1 1/4" | m | 99,80 | 104,79 | ramais dos cômodos |
| 4 | Eletroduto de PVC rígido de 1 1/2" | m | 30,80 | 32,34 | ligação entre os racks |
| 5 | Eletroduto de PVC rígido de 1 1/4" (entrada da operadora: 2 tubos lado a lado) | m | 23,60 | 24,78 | entrada da operadora |
|  | Total | m | 1422,20 | 1493,31 |  |
| 6 | Arame-guia de aço galvanizado | m | 1422,20 | 1564,42 | em toda a tubulação (10 % a mais) |
| 7 | Caixa de passagem para os ramais (15 × 15 cm), a cada 30 m ou a cada duas curvas | un | 45 |  | estimativa: uma por cômodo com pontos, mais as dos ramais longos |
| 8 | Caixa de entrada de telecomunicações de 20 × 20 × 12 cm | un | 1 |  | na fachada da Rua 02 |
| 9 | Selagem corta-fogo das passagens pelo setor da pré-escola | un | 4 |  | estimativa: conferir com o projeto de incêndio (prancha INC-07) |