



SERVIÇO AUTONOMO DE ÁGUA E ESGOTO – SAAE

PIRAPORA - MG

BAIRRO BOM JESUS II

SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS

**REDES, INTERCEPTORES, ELEVATÓRIAS E ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ESGOTOS**

VOLUME V – Projeto Elétrico

**TOMO I – Memória Descritiva e Justificativa, Memórias de Cálculo e
Especificações Técnicas e Desenhos**

JUNHO/2023



**SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO BOM JESUS -
PIRAPORA**

**BOM JESUS - PIRAPORA – MG
SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS**

**REDES, INTERCEPTORES, ELEVATÓRIAS E ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ESGOTOS**

CONTRATO: UN222-0185/2022

RESUMO:

Este documento apresenta o Projeto Elétrico do Sistema de Esgotamento Sanitário - SES que será implantado no município de BOM JESUS - PIRAPORA – Minas Gerais.

A	23/06/2023	C	ORIGINAL	Eduardo	Rogério Brandão	Rogério Brandão	COPASA
REV	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSIONES

TIPOS	A - PARA APROVAÇÃO B – REVISÃO	C – ORIGINAL D – CÓPIA
-------	-----------------------------------	---------------------------

PROJETISTA:

TECMINAS ENGENHARIA LTDA

Av. Alameda Oscar Niemeyer, 500, sala 202 – Vale do Sereno.

34006-049 – Nova Lima – MG

Tel.: +31 3286-8100



EQUIPE TÉCNICA:

Eng.º Rogério A.A. Brandão

Eng.º Eletricista: Eduardo Martins Moreira

VOLUME:

VOLUME V – PROJETO ELÉTRICO

**TOMO I – Memória Descritiva e Justificativa, Memórias de Cálculo e Especificações
Técnicas e Desenhos**

REFERÊNCIA:

JUN/2023

1 APRESENTAÇÃO

Em conformidade com o Contrato 55/2022, firmado entre o Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE do Município de Pirapora-MG e a Tecminas Engenharia Ltda, apresenta-se, a seguir, o Projeto Básico de Esgotos Sanitários do Bairro Bom Jesus II no Município de Pirapora.

Para elaboração deste trabalho, tomaram-se como base, as Normas Técnicas da ABNT e os procedimentos, normas e padrões adotados pelo SAAE. Os insumos e dados empregados na elaboração deste memorial, especificamente a vazão de contribuição e o levantamento topográfico plani-altimétrico do Bairro Bom Jesus II foram fornecidos pelo SAAE. O Projeto é apresentado em Volume Único abrangendo Memorial Descritivo, Planilhas de Cálculo e Desenhos.

INDICE

1. INTRODUÇÃO	7
2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA.....	9
3. CONCEPÇÃO DO SISTEMA.....	10
3.1. PAINÉIS ELÉTRICOS	10
3.2. ILUMINAÇÃO E TOMADAS	10
3.3. SPDA E ATERRAMENTO	11
4. SUPRIMENTO DE ENERGIA	12
4.1. ÁREA DA EEE	12
5. ELEVATÓRIA EEE	14
6. AUTOMAÇÃO.....	15
6.1. ELEVATÓRIA EEE.....	15
6.1.1. ACIONAMENTO E DESLIGAMENTO	15
6.1.2. MODO DE OPERAÇÃO DOS CONJUNTOS MOTO-BOMBA.....	15
6.1.3. CONTROLE E PROTEÇÃO DOS CONJUNTOS MOTO-BOMBA	16
6.1.4. PROTEÇÕES SISTÊMICAS	16
6.1.5. PROTEÇÕES INDIVIDUAIS.....	16
7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	17
7.1. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA MONTAGEM E EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	17
7.1.1. ENTRADA DE ENERGIA.....	17
7.1.2. ELETRODUTOS	18
7.1.3. CONDULETES	22
7.1.4. CONDUTORES ELÉTRICOS.....	22
7.1.5. TOMADAS DE ENERGIA ELÉTRICA.....	25
7.1.6. INTERRUPTORES.....	25
7.1.7. LUMINÁRIAS	25
7.1.8. POSTE E LUMINÁRIA PARA ÁREA EXTERNA.....	26
7.1.9. RELÉ FOTOELÉTRICO.....	26
7.1.10. PRÉ-OPERAÇÃO.....	26
7.1.11. TESTES DE ACEITAÇÃO.....	27
7.1.12. ESCOPO DA MONTAGEM ELÉTRICA	28
7.2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA MONTAGEM E EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO SPDA	29
7.2.1. INTRODUÇÃO	29
7.2.2. NORMAS TÉCNICAS	29
7.2.3. RECOMENDAÇÕES INICIAIS.....	29

7.2.4. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.....	29
7.2.5. CAPTAÇÃO.....	30
7.2.6. DESCIDAS	31
7.2.7. ATERRAMENTO.....	31
7.2.8. EQUALIZAÇÃO	31
7.2.9. SOLDA EXOTÉRMICA.....	32
7.2.10. TESTES	32
7.3. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA PAINÉIS DE BAIXA TENSÃO	34
7.3.1. OBJETIVO.....	34
7.3.2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS	34
7.3.3. TERMOS E DEFINIÇÕES.....	36
7.3.4. REQUISITOS DE SEGURANÇA	38
7.3.5. REQUISITOS OPERACIONAIS	40
7.3.6. GARANTIA.....	40
7.3.7. VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE COM O OBJETIVO LICITADO	40
7.3.8. DEFINIÇÕES DE PROJETO	41
7.3.9. ANÁLISE E APROVAÇÃO DOS PROJETOS CONSTRUTIVOS.....	42
7.3.10. SANÇÕES POR REANALISE DE PROJETOS CONSTRUTIVOS	43
7.3.11. APRESENTAÇÃO DOS DESENHOS E DOCUMENTOS	44
7.3.12. DIAGRAMA DE FORÇA	45
7.3.13. DIAGRAMA DE COMANDO.....	46
7.3.14. MEMÓRIAS DE CÁLCULO	46
7.3.15. DESENHOS DIMENSIONAIS	47
7.3.16. LISTA DE MATERIAIS.....	47
7.3.17. LISTA DE PLAQUETAS	48
7.3.18. DATA BOOK.....	48
7.3.19. EMBALAGEM E TRANSPORTE.....	49
7.3.20. INSPEÇÃO, ENSAIOS E TESTES.....	50
7.3.21. TESTES E ENSAIOS DE ACEITAÇÃO EM FÁBRICA - TAF.....	51
7.3.22. ENSAIOS DE TIPO	52
7.3.23. ACOMPANHAMENTO DE STARTUP	52
7.3.24. CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE OPERAÇÃO	53
7.3.25. CIRCUITOS DE FORÇA	53
7.3.26. MEDIÇÃO DE GRANDEZAS ELÉTRICA	53
7.3.27. DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA, CURTO CIRCUITO E FALTA DE FASE	55
7.3.28. PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES.....	55
7.3.29. ATERRAMENTO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO.....	56
7.3.30. PROTEÇÃO ADICIONAL CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS.....	57
7.3.31. IMPEDIMENTO DE ENERGIZAÇÃO	57
7.3.32. CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA	57

7.3.33. DISPOSITIVOS DE PARTIDA	58
7.3.34. CIRCUITOS RESERVAS	59
7.3.35. CIRCUITOS DE COMANDO	59
7.3.36. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DOS QUADROS ELÉTRICOS.....	60
7.3.37. PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO	66
7.3.38. VENTILAÇÃO	67
7.3.39. RESISTOR DE AQUECIMENTO	68
7.3.40. ILUMINAÇÃO E TOMADA	68
7.3.41. PORTA DOCUMENTOS	69
7.3.42. CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES INTERNOS AOS QUADROS ELÉTRICOS	69
7.4. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA GRUPO MOTOR GERADOR A DIESEL	82
7.4.1. INTRODUÇÃO	82
7.4.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E CONSTRUTIVAS.....	83
7.4.3. CARACTERÍSTICAS GERAIS E ESPECÍFICAS.....	84
7.4.4. ESCOPO DE FORNECIMENTO	87
7.4.5. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO	88
7.4.6. MANUAL TÉCNICO	88
7.4.7. GARANTIAS	89
7.5. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA INSTRUMENTAÇÃO	89
7.5.1. OBJETIVO.....	89
7.5.2. ESCOPO DO FORNECIMENTO	89
7.5.3. NORMAS ADOTADAS.....	90
7.5.4. INSTALAÇÃO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE OPERAÇÃO.....	90
7.5.5. DESCRIÇÃO GERAL	91
7.5.6. INSPEÇÃO	91
7.5.7. ENSAIOS E CALIBRAÇÃO.....	91
7.5.8. SOBRESSALENTE.....	93
7.5.9. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA.....	93
7.5.10. ACONDICIONAMENTO E MARCAÇÃO.....	94
7.5.11. GARANTIA	95
7.5.12. MEDIDOR DE NÍVEL	97
8. MEMÓRIAS DE CÁLCULO	59
9. ORÇAMENTO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
10. DESENHOS	60

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a memória descritiva e justificativa de cálculo do projeto elétrico e de automação do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), pertencente ao município de BOM JESUS - PIRAPORA – Minas Gerais.

O presente memorial trata do projeto elétrico e de automação que tem por finalidade estabelecer as condições para a execução correta e segura das instalações elétricas e de automação do SES de BOM JESUS - PIRAPORA.

O projeto elaborado atende aos requisitos mínimos e condições estabelecidas na NR-10 – Instalações e Serviços em Eletricidade, do Ministério do Trabalho, objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, garantindo a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

O projeto foi elaborado em conformidade com as recomendações do SAAE, as normas técnicas da CEMIG, da COPASA, ABNT, IEC, IEEE, NEMA, MTE,.

Fazem parte deste trabalho, como referências constantes, as normas:

- ✓ CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais
 - ND 5.1 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária - Rede de Distribuição Aérea – Edificações Individuais.
- ✓ ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
 - NBR-5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
 - NBR-5419:2015 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas;
 - NBR-IEC 61439:2016 – Conjuntos de Manobra e Controle de Baixa Tensão;
 - NBR-IEC 60947:2013 – Dispositivos de Manobra e Comando de Baixa Tensão;
 - NBR-5356-11:2016 – Transformadores de Potência do Tipo Seco – Especificação;
 - NBR-IEC-60529:2005 – Invólucros de Equipamentos Elétricos – Proteção;
- ✓ MTE - Ministério do Trabalho e do Emprego
 - NR-10 Segurança das Instalações e Serviços em Eletricidade.
- ✓ COPASA-MG
 - T.255/1 - Conjuntos de Manobra, Distribuição, Proteção e Controle de Baixa Tensão;
 - CDI.001/0 - Caderno de Detalhes de Instalação - Distribuição de Força e Controle;

-
- CDI.002/0 - Caderno de Detalhes de Instalação - Iluminação e Tomadas;
 - CDI.003/0 - Caderno de Detalhes de Instalação - Aterramento, Proteção e SPDA;
 - CDI.004/0 - Caderno de Detalhes de Instalação - Padrão de Entrada de Baixa Tensão CEMIG.

2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O Sistema de Esgotamento Sanitário projetado contempla a seguinte unidade:

- Elevatória de Esgoto (EEE);

3. CONCEPÇÃO DO SISTEMA

O projeto elétrico e de automação do SES teve como principal diretriz o máximo aproveitamento energético e com opções de operação manual ou automática.

3.1. PAINÉIS ELÉTRICOS

Tendo em vista as características operacionais do sistema e recomendações do SAAE, foram projetados métodos de comando dos motores através de inversor de frequência para a elevatória.

Nas unidades foram previstos:

- Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) para alimentação de painéis e de cargas gerais;
- Quadro de Comando de Motores (QCM) para alimentação de motores;
- Painele de Automação (PDA) com controle automático das elevatórias.

Os painéis de baixa tensão (QGBT, QCM, PDA) deverão ser construídos de acordo com as normas, especificações técnicas e desenhos deste projeto.

3.2. ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Os circuitos de iluminação e tomadas serão protegidos por disjuntores termomagnéticos instalados no Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), além de interruptores diferenciais (DR's) quando necessários, em conformidade com as normas de segurança em instalações.

Para iluminação interna foram adotadas luminárias com lâmpadas de bulbo e tubulares com a tecnologia LED (diodo emissor de luz) com potência indicada em projeto.

A área externa da unidade será iluminada por luminárias com a tecnologia LED com potência indicada em projeto. As luminárias externas deverão ser instaladas em postes de aço de 5 metros de altura útil. Os postes deverão ser do tipo telecônico reto com base flangeada, em aço galvanizado e fornecidos com chumbadores. Para comando da iluminação externa, foi previsto relé-fotoelétrico instalado em cada poste de iluminação.

3.3. SPDA E ATERRAMENTO

Os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA's) previstos serão do tipo não isolados, compostos de malha de captação no telhado, cabos de descida, caixas de inspeção, malha de aterramento em anel com resistência máxima de 10 ohms formada por cabos de cobre nu de seção 50mm² enterrado a 50cm de profundidade, hastes de aterramento de alta camada e barramento de equalização de potenciais (BEP). Seus dimensionamentos foram de acordo com a Norma Técnica da ABNT NBR-5419:2015 – "Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas".

Os aterramentos dos quadros e partes metálicas serão feitos por meio de cabos de cobre nu ou isolado e interligados à malha de aterramento do SPDA através de soldas exotérmicas ou conectores apropriados e terão seus potenciais equalizados no barramento de equalização de potenciais (BEP) instalado no QGBT-01.

4. SUPRIMENTO DE ENERGIA

O SES será implantado em um terreno distinto: área da EEE.

Na elevatória EEE, foi previsto gerador a diesel como fonte de energia suplementar. Na memória de cálculo do projeto elétrico foram apresentados os cálculos para indicação da potência nominal mínima necessária para o gerador: EEE de 30kVA.

O gerador deverá ser trifásico, 220V, conforme especificação deste projeto, e deverá possuir Quadro de Transferência Automática (QTA), responsável por alternar a fonte de alimentação da elevatória, de forma automática, em caso de falta de energia da concessionária.

4.1. ÁREA DA EEE

Foi projetada uma sala elétrica para abrigar os painéis elétricos e de automação em conformidade com a NR-10.

A sala elétrica será responsável pela alimentação das cargas da EEE e também da iluminação externa. No interior da sala foram previstos os seguintes painéis e equipamentos:

- QGBT-01 (220V), com as seguintes cargas:
 - o circuitos de comando e auxiliares;
 - o Iluminação e tomadas da sala elétrica e sala do gerador;
 - o QCM-01 e QCM-02: possuem os inversores de frequência responsáveis pelo acionamento dos 2 motores de 10,0CV da EEE;
 - o PDA-01;
- QCM-01 e QCM-02 (220V), com as seguintes cargas:
 - o circuitos de comando e auxiliares;sistema com inversor de frequência responsável pelo acionamento do motor de 10,0 CV
- PAINEL de Automação 01 (PDA-01);

Para alimentação do QTA-01 da EEE, foi previsto um alimentador trifásico 220/127V subterrâneo com cabos EPR 1kV 16mm² por fase, neutro e terra proveniente do padrão de energia CEMIG do tipo C2 com disjuntor geral de 63A.

Para alimentação do QGBT-01 da EEE, foi previsto um alimentador trifásico 220/127V com cabos EPR 1kV 16mm² por fase, neutro e terra proveniente do quadro de transferência automática (QTA-01) que será fornecido pelo fabricante do gerador de emergência.

5. ELEVATÓRIA EEE

As 2 (1 em operação e 1 reserva) bombas da EEE são submersíveis, potência individual de 10,0CV respectivamente, 220V, e deverão ser instaladas no poço de sucção.

A velocidade de operação dos motores poderá ser controlada por inversores utilizando como referência o nível do poço de sucção obtido por medidor de nível hidrostático.

O comando das bombas será feito pelo respectivo QCM e pelo PDA-01. Para cada bomba foi previsto um QCM com inversor de frequência. As funções de liga/desliga, supervisão de parâmetros elétricos e automação dos QCM's serão executadas pelo PDA-01.

Para proteção dos conjuntos moto-bomba contra sucção a vazio, foi previsto medidor de nível hidrostático instalado no poço de sucção da elevatória. O medidor de nível é interligado ao PDA-01. O medidor de nível envia seu sinal para o PDA-01, e o PDA-01 envia o sinal parametrizado para os inversores dos QCM's, por meio de condutores de controle formado por par de fios com blindagem eletrostática.

6. AUTOMAÇÃO

O sistema de automação aqui descrito tem como objetivo fundamental a operação automática do SES.

Como regra geral, a unidade poderá operar de forma autônoma, segundo o diagrama de comando do PDA-01.

Os controles dos processos de tratamento dos efluentes deverão tomar como referência os memoriais descritivos hidráulicos do SES.

6.1. ELEVATÓRIA EEE

A seguir apresentamos uma descrição detalhada dos elementos envolvidos na automação das elevatórias que compõe as etapas do processo bem como das características funcionais.

6.1.1. Acionamento e Desligamento

O acionamento da elevatória será comandado por meio de medidor de nível hidrostático instalado no poço de sucção, interligado com o PDA-01. Este mesmo medidor será o responsável por comandar o desligamento da elevatória, conforme níveis do poço de sucção, pré-definidos. Ele também será responsável pela proteção de sucção evitando que a bomba opere a vazio.

Como lógica operacional geral, a elevatória deverá entrar em operação sempre que o poço atingir um nível máximo pré-programado. Da mesma forma, a elevatória deverá se manter em operação até que atinja um nível mínimo que determina o seu desligamento.

6.1.2. Modo de Operação dos Conjuntos Moto-Bomba

Cada elevatória possui dois modos de operação determinados pelo PDA-01, MANUAL LOCAL (via botoeiras no PDA e na IHM dos inversores) ou AUTOMÁTICO.

No modo MANUAL LOCAL, a partida e parada dos conjuntos deverão ser realizadas localmente pelo operador através das botoeiras liga/desliga instaladas no PDA-01.

No modo AUTOMÁTICO, as partidas e paradas dos conjuntos serão efetuadas pelo PDA-01, de acordo com o nível do poço de sucção.

6.1.3. Controle e Proteção dos Conjuntos Moto-Bomba

A filosofia operacional considerada consiste no acionamento alternado dos conjuntos de acordo com o revezamento da sequência de partida quando a chave seletora estiver no modo rodizio automático.

A integridade dos conjuntos moto-bomba é assegurada através de proteções classificadas como sistêmicas, comum a todos os conjuntos, e individuais, específica de cada conjunto.

6.1.4. Proteções Sistêmicas

Caso o nível do poço de sucção esteja muito baixo, os conjuntos não funcionarão e será gerado um bloqueio no PDA-01 até que o nível se reestabeleça.

6.1.5. Proteções Individuais

Caso algum dispositivo de proteção interna da bomba atue ou haja falha no inversor de frequência, essa bomba será excluída do rodizio automático e será gerado um bloqueio no PDA-01 até que suas condições mínimas de operação sejam reestabelecidas.

Só será permitida a partida de uma bomba por vez conforme nível do poço de sucção.

Por meio de uma chave seletora no PDA-01, o operador pode selecionar qual conjunto motobomba deverá operar ou optar pelo revezamento automático. O revezamento automático busca atender às premissas de evitar desgastes excessivos de um mesmo conjunto, evitar paradas de longo tempo e possibilitar equalização das horas trabalhadas dos conjuntos.

No QGBT-01, QCMs e PDA-01 estão previstas instalações de DPS's em conformidade com a Norma Técnica da ABNT NBR-5410:2004 – "Instalações Elétricas de Baixa Tensão".

7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

7.1. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA MONTAGEM E EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

O objetivo destas recomendações é estabelecer os requisitos mínimos de qualidade para a montagem de materiais e equipamentos elétricos a serem utilizados no Sistema de Esgotamento Sanitário do município de BOM JESUS - PIRAPORA - MG em implantação pelo SAAE e que deverão ser complementadas pelas recomendações das normas da ABNT, COPASA e da concessionária de energia elétrica local.

7.1.1. Entrada de Energia

A instalação dos materiais que compõem o padrão de entrada, bem como as obras civis necessárias à sua construção deve ser executada pela empreiteira, de acordo com os requisitos estabelecidos conforme norma da CEMIG ND-5.1.

As conexões dentro da caixa de medição deverão ser isoladas através da aplicação de fitas auto-fusão e isolante.

Os materiais e equipamentos constituintes do padrão de entrada, ferragens, isoladores tipo roldana, condutores e eletrodutos do ramal de entrada, caixas para medição e de inspeção, disjuntor, hastes de aterramento e condutor de aterramento, somente são aceitos os modelos aprovados pela concessionária de energia local.

A SAAE deve permitir, em qualquer tempo, o livre acesso dos funcionários da concessionária de energia local e de seus prestadores de serviços devidamente identificados e credenciados ao seu padrão de entrada e fornecer-lhes os dados e informações pertinentes ao funcionamento dos equipamentos e aparelhos.

Ao consumidor só é permitido o acesso à alavanca de acionamento dos disjuntores termomagnéticos, para seu religamento por ocasião de possíveis desarmes.

7.1.2. Eletrodutos

Eletroduto de Aço Galvânizado

Os eletrodutos de Aço Carbono (utilizados nas áreas internas) deverão ser do tipo rígido, com rosca nas extremidades, fornecidos em peças de 3 metros de comprimento e em conformidade com a norma NBR 13.057. Os eletrodutos deverão ser zincados eletroliticamente.

Os eletrodutos de Aço Carbono Galvanizado Pesado (utilizados na nas áreas externas) deverão ser do tipo rígido, com rosca nas extremidades, fornecidos em peças de 3000 mm de comprimento e em conformidade com a norma NBR 5.624. A galvanização será pelo processo de imersão a quente em zinco fundido, revestimento de zinco por imersão à quente.

Os eletrodutos de Aço Carbono serão utilizados nas instalações aparentes ou quando instalados em espaços de construção.

Os eletrodutos aparentes deverão ser adequadamente alinhados com as paredes e teto, e perpendiculares entre si, a menos que expressamente indicados no desenho.

Não serão permitidas curvas com ângulos maiores que 90 graus.

Onde houver necessidade de curvas ou grupos paralelos de eletrodutos, estes deverão ser curvados de modo a formarem arcos concêntricos, mesmo que sejam de diâmetros diferentes. O número máximo de curvas entre duas caixas deverá ser de duas. Deverão ser obrigatoriamente usadas curvas pré-fabricadas em todas as mudanças de direção.

Não será permitido aquecer os eletrodutos para facilitar seu curvamento, sendo que este deverá ser executado ainda, sem enrugamento, amassaduras ou avarias no revestimento.

As emendas de eletrodutos deverão ser realizadas mediante luvas apropriadas.

Os eletrodutos roscados no campo deverão ter rosca em concordância com as normas, devendo permitir o roscamento de no mínimo 5 (cinco) fios de rosca. As roscas que contiverem uma volta ou mais de fios cortados deverão ser rejeitadas, mesmo que a falha não fique na faixa de aperto.

As seções externas deverão ser perpendiculares ao eixo longitudinal do eletroduto, devendo ter a sua parte interna devidamente escarificada para remoção de rebarbas, a fim de impedir danos aos condutores elétricos.

A conexão de eletrodutos às caixas não rosqueáveis, deverá ser por meio de buchas e arruelas apropriadas. Não será permitido o uso de solda no caso dos metálicos e de cola no caso dos de PVC.

Durante a sua instalação e antes da enfição, os eletrodutos deverão ter as suas extremidades fechadas a fim de evitar a entrada de corpos estranhos. Antes da enfição deverão ser instaladas, nas extremidades dos eletrodutos, buchas adequadas a fim de evitar danos no isolamento dos condutores.

Os eletrodutos deverão ser submetidos à cuidadosa limpeza antes da enfição, verificando-se o total desimpedimento no interior dos mesmos.

Onde houver possibilidade de infiltração de água ou condensação na montagem dos lances horizontais de eletrodutos, dever-se-á dar o caimento mínimo nos mesmos, a fim de evitar acúmulo de umidade ou água no seu interior. Não deve haver pontos altos ou baixos que provoquem o acúmulo de água nos dutos.

Em cada eletroduto vazio (reserva) deverá ser colocado um fio-guia de arame galvanizado número 14BWG, ou similar, para facilitar a enfição.

Toda a rede de eletrodutos que atendem ao sistema de iluminação de emergência deverá ser identificada com anéis de 2 cm de largura mínima, na cor laranja, a cada 3 m no máximo. Cada peça de eletroduto deve possuir pelo menos uma identificação.

Os eletrodutos embutidos, ao sobressaírem de pisos, tetos e paredes, não deverão ser rosqueados a menos de 15cm da superfície, de modo a permitirem o eventual futuro corte e rosqueamento.

As curvas para eletrodutos deverão ser pré-fabricadas, com os mesmos materiais dos eletrodutos, possuírem roscas nas extremidades e serem fornecidas com ângulos de 90 graus ou 45 graus.

As luvas deverão ser fabricadas com os mesmos materiais dos eletrodutos, possuírem rosca interna total e fornecidas nos diâmetros indicados.

As buchas e arruelas deverão ser fabricadas em liga de alumínio, e deverão ter o mesmo tipo de rosca dos eletrodutos e serem fornecidas nos diâmetros indicados no projeto para atender à tubulação associada.

Para a suspensão dos eletrodutos aparentes deverão ser utilizadas abraçadeiras e fixação por meio de vergalhões de 1/4" com rosca total. Estes vergalhões serão fixados no teto através de chumbadores 1/4". O comprimento dos vergalhões será o suficiente para ultrapassar as vigas. O espaçamento máximo entre os fixadores será de 1,5 metros.

As abraçadeiras para eletrodutos deverão ser fabricadas em aço galvanizado, nas espessuras mínimas recomendadas pelos fabricantes de maior conceito no mercado, devendo esta espessura variar em função dos diâmetros dos eletrodutos. As abraçadeiras deverão ser galvanizadas do tipo "D" com cunha, conforme especificação na lista de materiais.

Eletroduto Rígidos de PVC

Deverão ser do tipo pesado, tendo a superfície interna completamente lisa, sem rebarbas e livre de substâncias abrasivas.

Não deverão ser sujeitos a deformações no decorrer do tempo devido à ação do calor ou da umidade, suportando sem alteração as temperaturas máximas previstas para os cabos em serviço.

As emendas nos eletrodutos deverão ser feitas com luvas rosqueáveis. Obrigatoriamente deverão ser usadas buchas e arruelas apropriadas nas emendas com as caixas estampadas. Não será permitido o uso de cola.

Todas as curvas deverão ser pré-fabricadas e observados os raios mínimos de curvatura.

Quando necessário, os eletrodutos poderão ser cortados com serra, sendo as roscas feitas com cossinetes. Após as execuções das roscas, as extremidades deverão ser escariadas para eliminação de rebarbas. Não será permitido o uso de material fibroso (cânhamo, estopo, etc.,) para obter estanqueidade nas juntas.

Os eletrodutos deverão ser instalados de modo a não formar cotovelos onde possa acumular água, devendo apresentar uma ligeira e contínua declividade (0,5%) em direção às caixas, nos trechos horizontais.

Os eletrodutos embutidos, quando saírem das paredes ou lajes, deverão ser rosqueados no mínimo a 15 cm da superfície, de modo a permitir eventual futuro corte ou rosqueamento.

Não será permitida a passagem de arame guia nos eletrodutos, na fase de seu assentamento.

Durante a concretagem e enquanto houver construção, deverão ser vedadas as extremidades livres da tubulação, por meio de vedadores adequados, para evitar a penetração de corpos estranhos, água ou umidade.

Eletroduto Flexível Metálico

Deverão ser metálicos e só poderão ser utilizados onde indicado no projeto para a conexão de equipamentos sujeitos à vibração.

Eletroduto Subterrâneo

Os eletrodutos embutidos no piso em área externa, de acordo com a Norma ABNT NBR 15.715 (últimas versões), deverão ser do tipo corrugado helicoidal, flexível, isolante e resistente a agentes químicos em polietileno de alta densidade (PEAD), com acessórios.

Quando não indicado no projeto, deverá ser feita uma declividade entre caixas de passagem de, no mínimo, 0,5%.

O raio de curvatura mínimo de uma rede de eletrodutos subterrâneos deverá ser o raio mínimo permitido para o cabo de maior bitola a ser instalado na rede, obedecendo-se o raio mínimo de curvatura dos eletrodutos.

Os eletrodutos de reserva deverão, após sua limpeza, ser vedados nas entradas e saídas das caixas com tampões adequados.

Para eletrodutos envelopados deverão ser assentados com envoltória de concreto. Deverá ser colocada, no fundo da valeta, uma camada de concreto simples com 5 cm de espessura, uniformemente distribuída.

O concreto a ser empregado no envelopamento deverá ter um $f_{ck} > 150 \text{ kg/cm}^2$.

As dimensões dos envelopes deverão ser determinadas de acordo com as seguintes recomendações:

a distância mínima entre faces externas dos eletrodutos deverá ser de 5 cm;

a distância mínima da face externa de um eletroduto à face do envelope será de 7,5 cm nas laterais e 10 cm na parte inferior e superior.

Deverão ser construídas caixas de alvenaria nos locais e do modo indicado no projeto.

Em terrenos secos, o fundo da caixa deverá ser executado com lastro de 10 a 15 cm de brita no 2, socada. No caso de ser atingido o lençol freático, as caixas deverão ser herméticas, com fundo e paredes revestidas e impermeabilizadas.

7.1.3. Conduletes

Os conduletes deverão ser fixos e fabricados em liga de alumínio fundido, conforme NBR 15701.

7.1.4. Condutores Elétricos

Antes da passagem dos condutores, toda tubulação deverá ser limpa por meio de buchas de estopa e deverá estar completamente seca.

Os cabos deverão ser desenrolados e cortados nos lances necessários, determinando-se seus comprimentos por uma medida real do trajeto e não por escala no desenho. O transporte dos lances e sua colocação deverão ser feitos sem arrastar os cabos, para não danificar sua capa protetora, devendo ser observados os raios mínimos de curvatura permitidos.

Todos os cabos deverão ser identificados em cada extremidade, sendo que os marcadores dos condutores deverão ser construídos de material resistente, de tipo braçadeira, com dimensões adequadas ao diâmetro do condutor.

Os cabos deverão ter suas pontas vedadas para protegê-los contra umidade, durante a armazenagem e instalação.

Em todos os pontos de ligação, deverão ser deixados os cabos com comprimento suficiente para permitir as emendas que forem necessárias.

Os condutores com isolamento termoplástica para 1.000 V não devem ser curvados com raio inferior a 8 vezes seu diâmetro externo.

Os condutores deverão ser instalados quando a rede de eletrodutos estiver completa e concluídos todos os serviços de construção que os possa danificar.

Não será permitida a emenda de condutores no interior dos eletrodutos, sob hipótese alguma.

Para cada circuito elétrico deverá ser lançado o cabo de aterramento, isolado, com bitola compatível com as correntes de curto-circuito previstas.

O puxamento dos cabos poderá ser manual ou mecânico, obedecendo às recomendações do fabricante. No puxamento manual, feito em trechos curtos, a tração manual média deverá ser de 15 a 20 kg/pessoa; no puxamento mecânico, usado em trechos longos, a tensão máxima permissível será de 4kg/mm².

Nas emendas dos condutores não poderá ser utilizada solda. Deverão ser feitas com conectores de pressão. No caso de fios sólidos, até 4 mm², poderá ser utilizado o processo de torção de condutores.

Os conectores de pressão utilizados devem preencher os seguintes requisitos:

- ampla superfície de contato entre condutor e conector;
- capacidade de manter a pressão de contato permanente;
- alta resistência mecânica;
- metais compatíveis de modo a não provocar reação de par galvânico.

As emendas em condutores isolados deverão ser recobertas por isolação equivalente àquela do próprio condutor. Deverão ser limpas com solvente adequado e somente após sua secagem é que deverá ser aplicada a isolação. Para condutores com isolação termoplástica, deverão ser aplicadas camadas de fita adesiva termoplástica, com espessura de 2 vezes a do isolamento original.

A terminação dos condutores de baixa tensão deverá ser feita com terminais de pressão, com exceção dos de 6 mm² e menores, cujas pontas poderão ser conectadas diretamente ao equipamento.

O terminal deverá ser colocado de modo a não deixar nu nenhum trecho do condutor. Se esse resultado não for alcançado, a falha deverá ser completada com fita isolante.

Cabo Isolado

Os condutores deverão ser de fios de cobre nu, têmpera mole, encordoamento extraflexível (classe 5), isolação para 450/750V composto termoplástico em dupla camada de poliolefínico não halogenado, não propagante à chama. Conforme NBR 13.248. Fornecidos em rolos ou bobinas, conforme o caso, nas seções em milímetros quadrados indicados, com certificação pelo Inmetro, com qualidade certificada ISO-9001. Temperatura de serviço contínuo 70°C, de sobrecarga 100°C e de curto-circuito 160°C.

Cabo Unipolares

Os cabos de alimentação geral da edificação deverão ser de cobre, flexíveis, classe 5, com isolação de composto termofixo Etileno Propileno (HEPR) para 0,6/1KV, não propagante à chama, LSZH, conforme NBR 13.248. Temperatura de serviço contínuo 90°C, de sobrecarga 130°C e de curto-circuito 250°C. Fornecidos em rolos ou bobinas, conforme o caso, nas seções em milímetros quadrados indicados, com certificação pelo Inmetro, com qualidade certificada ISO-9001.

Condutor Nu

Deverão ser de cobre, encordoamento classe B, 7 fios, fornecidos nas seções em milímetros quadrados indicados nas listas de materiais e fabricados conforme NBR 5349 ou normas internacionais.

7.1.5. Tomadas de Energia Elétrica

Todas as tomadas comuns deverão ser de 3 pólos (2P+T) ou universal, sendo 1 pólo para fase, 1 para neutro e 1 outro para terra para tomada monofásica, sendo 2 pólos para fases e 1 para terra para tomada bifásica e serem fabricadas com material não propagante à chama e para corrente de 10A em 250V.

Para as tomadas trifásicas deverão ser industrial de 4 pólos (3P+T), sendo 3 pólos para fases e 1 outro para terra e serem fabricadas com material não propagante à chama e para corrente de 20A em 380V.

Altura das tomadas:

- Tomada baixa: 0,30m do eixo central ao piso acabado.
- Tomada média: 1,20m do eixo central ao piso acabado.
- Tomada alta: 2,10m do eixo central ao piso acabado.

7.1.6. Interruptores

Os interruptores deverão possuir teclas fosforescentes, serem fabricados com material não propagante a chama, possuírem bornes enclausurados e contatos prateados de alta durabilidade para correntes de 10A em 250 V com parafusos de fixação niquelados.

A altura dos interruptores será 1,20m do eixo central ao piso acabado.

7.1.7. Luminárias

Todas as luminárias deverão ser novas e deverão ter suas carcaças aterradas.

As luminárias, hermética, paflon's, spot's e arandelas a serem utilizadas serão de sobrepor, conforme especificadas na simbologia.

No caso de luminárias a serem montadas na obra, deve-se verificar antes da instalação e fixação, se todas as ligações foram feitas corretamente.

A colocação de luminárias deverá ser de acordo com recomendações contidas no manual do fabricante, sem causar danos mecânicos à luminária e seus acessórios e sem esforços excessivos, a fim de que sua remoção em qualquer tempo possa ser feita sem dificuldade.

Uma vez fixadas as luminárias, deve-se verificar o seu alinhamento com as demais.

7.1.8. Poste e Luminária para área externa

Para iluminação da área externa deverão ser utilizadas luminárias LED. Poste reto escalonado, h=4,0m livres, três tubos cilíndricos com diâmetros distintos, ponteira de diâmetro de 60mm no topo para fixação de luminária, fornecido com base. Fabricado em aço, galvanizado a fogo e/ou com acabamento em pintura eletrostática. Incluindo base em concreto FCK=15 MPA (40x40x50)cm para fixação, conforme detalhe em projeto. Com uma luminária LED, corpo em alumínio injetado, difusor em vidro liso plano, grau de proteção IP66. Driver interno, temperatura de cor de 4000K, potência máxima de 100W, fluxo luminoso de mínimo de 6500lm e rendimento mínimo de 92 (lm/W), para instalação em topo de poste.

7.1.9. Relé Fotoelétrico

O relé fotoelétrico 1800VA, tensão 220V, corpo de polipropileno de boa rigidez dielétrica, tampa de polipropileno estabilizado contra radiações ultravioletas, resistente às intempéries, choques térmicos e mecânicos, pára-raios interno, protetor contra surtos de tensão, com parafuso e porca adequadas para fixação.

7.1.10. Pré-Operação

Esta fase se inicia após o término de todos os trabalhos de construção e montagem, inclusive pintura, e compreenderá as operações de limpeza, testes preliminares dos equipamentos, ajustes e verificação dos sistemas de proteção, calibração das seguranças e ajustes dos controles.

Essencialmente, a pré-operação destina-se à verificação e correção das montagens dos equipamentos, preparando-se para os testes de aceitação.

A condição final desta fase será a unidade completamente acabada, limpa e em perfeitas condições para submeter-se aos testes de aceitação.

Na pré-operação, os operadores da contratante somente acompanharão os trabalhos que serão desenvolvidos pela empreiteira e pelos técnicos dos fabricantes dos equipamentos.

7.1.11. Testes de Aceitação

Instalações de Iluminação/Tomadas:

- verificar se as ligações, nas caixas de derivação e nos pontos de iluminação, foram executadas conforme as Normas e recomendações das especificações;
- verificação da continuidade dos circuitos;
- verificação do isolamento das instalações por meio de “megger”;
- verificação da existência de eventuais pontos quentes nas caixas de conexões (derivação) quando a instalação entra em serviço.

Instalações de Força:

O objetivo desses testes é verificar a integridade física dos cabos e a correta execução dos terminais. Os testes serão executados após a fiação totalmente terminada.

Os cabos deverão ser desligados dos equipamentos correspondentes e seus terminais isolados.

Deverá ser feita a verificação da resistência de isolamento por meio de medida feita entre fases e entre fases e terra (incluindo eletrodutos metálicos e carcaças). Este teste se destina a determinar a presença de pontos de fuga à terra ou de curtos-circuitos.

A mínima resistência permissível da resistência de isolamento é de 1 megohm, medida com “megger” de 500 V. Para cabos de alta tensão, o valor mínimo permissível será de 1.000 Ohm por Volt, com “megger” de 5.000 V.

Deverá ser feita uma das seguintes provas:

- ✓ Teste de tensão aplicada contínua:

A tensão de prova será de 3 a 5 vezes a tensão nominal de isolamento entre um condutor isolado e terra (valor eficaz), na frequência industrial. Antes de se aplicar a tensão, o cabo deverá ser testado com megômetro. A tensão deve ser aplicada por 15 minutos, ligando o pólo positivo do aparelho à terra e o negativo ao condutor a ser testado. Após a prova, o condutor deverá ser descarregado através de um seccionador para aterrar.

✓ **Teste de tensão aplicada alternada:**

A tensão de prova deverá ser 2 vezes a tensão nominal. Esta tensão deverá ser aplicada durante 5 minutos entre cada condutor e terra.

Os testes acima descritos deverão ser feitos na presença da fiscalização, com todas as precauções de segurança:

- aviso ao pessoal;
- cerca nas áreas de teste;
- afastamento de pessoal alheio aos testes.

7.1.12. Escopo da Montagem Elétrica

A montagem elétrica deverá ser executada de acordo com os desenhos do projeto, NR-10 e instruções dos fabricantes dos equipamentos.

A construção civil e a montagem elétrica deverão ser executadas de forma coordenada.

Escopo dos serviços:

- execução da rede de eletrodutos;
- instalação das luminárias, tomadas e interruptores;
- instalação dos painéis elétricos;
- execução da cablagem de força, comando, iluminação e instrumentação;
- execução das interligações;
- testes de continuidade;
- testes de isolamento;
- medição de resistência de aterramento;
- energização;
- pré-operação.

7.2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA MONTAGEM E EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO SPDA

7.2.1. Introdução

O presente memorial descritivo destina-se a apresentação dos conceitos utilizados para elaboração do Projeto Executivo do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas. Abrange toda infraestrutura e materiais que serão implantados no Sistema de Esgotamento Sanitário do município de BOM JESUS - PIRAPORA - MG em implantação pelo SAAE.

Foram previstas instalações modernas e eficientes com a finalidade de garantir a segurança necessária a seus ocupantes e usuários e o perfeito funcionamento da EEE.

7.2.2. Normas Técnicas

A Contratada deverá executar todos os serviços dentro das normas elaboradas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) segundo suas últimas versões. Na falta ou omissão das mesmas deverão ser observadas as normas reconhecidas internacionalmente.

- NBR 5419 / 2015 – Proteção de Edificações contra Descargas Elétricas e Atmosféricas;
- NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Procedimentos;
- NR10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;

7.2.3. Recomendações Iniciais

Todos os componentes a serem utilizados nas instalações deverão obedecer às prescrições das normas respectivas da ABNT.

As instalações do sistema de prevenção contra descargas atmosféricas (SPDA) deverão ser executadas obedecendo ao projeto, especificações técnicas e listas de materiais, em conformidade com as prescrições da Norma NBR 5419/2015.

7.2.4. Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

O sistema deverá ser do tipo gaiola de faraday. Será composto por malha de captação, na cobertura, descidas e aterramento. Assim sendo, através da instalação de uma malha de captação sobre a cobertura conectada as descidas aparente, bem como da conexão das

descidas a malha de aterramento no solo a ser instalada, o que constitui a referida “Gaiola de Faraday”.

Conforme comprovado pelos estudos físicos, relativos ao assunto, eventual descarga atmosférica deverá fluir pelas descidas periféricas, até a terra, e a somatória dos campos magnéticos induzidos dentro da “gaiola” (e da edificação) deverá ser nula.

Este princípio deverá viabilizar que eventuais danos causados diretamente pelas correntes elétricas das descargas atmosféricas sejam minimizados e ainda restritos à periferia das edificações. Os interiores das edificações deverão estar protegidos de campos magnéticos induzidos.

Considerando a natureza da edificação e as recomendações previstas no cálculo do gerenciamento de risco, conforme previsto pela NBR 5419/2015, foi considerado o grau de proteção IV para a edificação.

Os condutores do sistema de captação da proteção contra descargas atmosféricas deverão ser de cobre nu, com seções determinadas pelo projeto.

Todos os parafusos de fixação, porcas e arruelas do SPDA deverão ser em aço inoxidável.

Os cabos da gaiola, na cobertura, deverão ser fixados com espaçamento máximo de 1,0 metro, utilizando conectores apropriados conforme projeto.

Todos os elementos metálicos localizados na cobertura do edifício (telhas, tubulações, rufos, etc.) deverão estar eletricamente ligados aos condutores do SPDA. Esta conexão deverá ser realizada através de elementos fabricados em material estanhado para se evitar corrosão por par eletrolítico.

Todos os furos para conexões das malhas de captação deverão ser vedados com material tipo poliuretano para se evitar infiltração de água.

7.2.5. Captação

A captação será feita através de cabos horizontais (conforme planta e detalhes). Os condutores de captação na cobertura serão em cobre nu seção #35mm² e deverão ser interligados a

descidas em eletrodutos de PVC com cabos de cobre nu seção #35mm² instalados de forma aparente.

Caso venham ser instaladas estruturas metálicas no topo na cobertura da edificação, tais como antena de rádio, deverá ser instalado um captor tipo Franklin para protegê-la contra descargas diretas;

7.2.6. Descidas

As descidas serão feitas através de cabos de cobre nu seção #35mm² em eletrodutos de PVC instalados nos pilares da edificação, conforme detalhes indicados em projeto.

Nos locais de fácil acesso de pessoas, as descidas deverão ser protegidas com eletroduto de pvc rígido 1" e 2 metros de comprimento, fixados por abraçadeiras, de forma a proteger os cabos contra danos mecânicos.

Para cada descida deverá ser instalada uma haste de aterramento tipo cantoneira F.G. 2,5x2,5mm e 2400mm de comprimento (alta camada) e interligadas ao anel de aterramento;

7.2.7. Aterramento

O subsistema de aterramento a ser instalado, deverá ser composto por uma malha de aterramento constituída por cabos de cobre nu seção #50mm² enterrados no piso e circundando todo o perímetro da edificação e hastes de aterramento e caixas de inspeção, formando um anel fechado.

As hastes de aterramento deverão ter um espaçamento, no mínimo, igual ao comprimento da mesma (2,4m).

7.2.8. Equalização

A equalização de potencial será realizada pelo barramento de equalização de potenciais (BEP) instalado no QGBT, onde deverão ser conectadas todas as partes metálicas do local passíveis de contato humano, incluindo prumada de incêndio, recalque, tubos metálicos de gás, água, ferragens da estrutura da edificação e demais estruturas metálicas existentes.

Esta equalização deverá ser feita através de condutores de cobre, bitola conforme projeto, com isolamento para 750V.

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas prevê a proteção de pessoas que permaneçam em seu interior, sem contato com partes metálicas, ou em suas proximidades, (mesmo considerando-se a equalização das mesmas), bem como protege a edificação quanto à sua construção. Porém, não é função deste sistema externo a proteção de quaisquer equipamentos ligados às tomadas elétricas ou de telecomunicações, ou quaisquer sistemas que se utilizem de sinais para seu funcionamento. Para tal proteção deverá ser utilizada a instalação de supressores de surtos nos quadros de distribuição, bem como supressores individuais específicos conectados diretamente às tomadas de ligação dos equipamentos que deverão ser protegidos.

7.2.9. Solda Exotérmica

A empreiteira deverá possuir o ferramental necessário para a realização de qualquer tipo de solda exotérmica requisitada pelas configurações das conexões constantes no projeto.

A realização das soldas deverá seguir as recomendações das normas NBR5410 e NBR5419.

7.2.10. Testes

Cabos sistema equipotencialização

Executar os seguintes testes:

- Verificação dos terminais e conexões.

Barramento de aterramento

Executar os seguintes testes:

- Inspeção das conexões, estado de isoladores e conexões entre barras na baixa tensão.
- Identificação do sistema de aterramento.

Malha de aterramento

Executar os seguintes testes:

- Medição da resistência do solo.
- Inspeção das conexões de terra em todos os painéis, carcaça de equipamentos, terminais de cabos e demais elementos metálicos.

Observações complementares

Os procedimentos indicados deverão ser obedecidos, ressalvando os casos em que houver indicação em contrário no projeto.

Nos assuntos em que esta especificação for omissa, deverão ser obedecidas às recomendações da NBR-5419.

O construtor executará os trabalhos complementares ou correlatos à instalação do SPDA, tais como preparo, fechamentos de recintos, abertura e recomposição de rasgos para condutores e tubulações, bem como os arremates decorrentes da execução das instalações.

Os condutores para ligação à terra deverão ser tão curtos e retilíneos quanto possível, sem emendas, e não poderão conter quaisquer dispositivos que possibilitem sua interrupção, a não ser ligações desmontáveis por ferramentas, para fim de ensaio.

O condutor de ligação à terra deverá ser preso aos equipamentos elétricos por meios mecânicos, tais como abraçadeiras, orelhas, conectores e semelhantes que assegurem bom e permanente contato elétrico. Os materiais colocados em contato deverão ser compatíveis de modo a evitar eletrólise.

Na execução da ligação de um condutor de aterramento ao elemento da malha de aterramento, deve-se garantir a continuidade elétrica e a integridade do conjunto.

A instalação deverá ser executada por empresa especializada, registrada no CREA-MG, a qual deverá emitir relatório técnico da instalação e anotação de responsabilidade técnica (ART).

7.3. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA PAINÉIS DE BAIXA TENSÃO

7.3.1. Objetivo

Esta Norma estabelece os critérios e exigências aplicáveis ao projeto, fabricação e fornecimento de Conjuntos de Manobra, Distribuição, Proteção e Controle de Baixa Tensão (Painéis e Quadros Elétricos). No decorrer desta norma o termo Quadros Elétricos será utilizado para designar um Conjunto de Manobra, Distribuição, Proteção e Controle de Baixa Tensão.

Aplica-se a todos os Quadros e Painéis Elétricos a serem instalados em sistemas operados pelo Sistema de Esgoto Sanitário de BOM JESUS - PIRAPORA-MG, adquiridos diretamente pelo SAAE, contratados a terceiros ou a serem incorporados pela SAAE (empreendimentos particulares), em que a tensão nominal não exceda 1000V em corrente alternada, ou 1500V em corrente contínua.

Os Quadros Elétricos devem ser fornecidos ao SAAE completos, de forma a garantir o pleno funcionamento do mesmo. Desta forma, o Fornecedor deve incluir no seu fornecimento os serviços, equipamentos e materiais necessários, para garantir a entrega ao SAAE dos Quadros Elétricos completos, ainda que estes não tenham sido explicitamente detalhados no projeto de referência.

Entende-se como pleno funcionamento, a operação e proteção de todos os elementos que compõem o quadro, seja de forma separada e/ou conjunta, em suas condições normais de operação.

7.3.2. Referências normativas

Os documentos citados a seguir serviram como referência para elaboração desta norma e deverão ser consultados para obtenção de informações complementares, quando necessário.

- Da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT

ABNT NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão (versão corrigida 2008).

ABNT NBR 5419-1:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte1: Princípios Gerais.

ABNT NBR 5419-2:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 2: Gerenciamento de Risco.

ABNT NBR 5419-4:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;

ABNT NBR IEC 61439-1:2016– Conjuntos de manobra e comando de baixa tensão. Parte 1: Regras gerais.

ABNT NBR IEC 61439-2:2016 – Conjuntos de manobra e comando de baixa NORMA TÉCNICA Conjuntos de Manobra, Distribuição, Proteção e Controle de Baixa Tensão N°: Subst.: Aprov.: Pág.: T.255/1 T.255/0 18/02/21 05/55 tensão. Parte 2: Conjuntos de Manobra e Comando de potência;

ABNT NBR IEC 60947-1:2013 – Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão. Parte 1: Regras gerais.

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

ABNT NBR IEC 60947-3:2014 – Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão. Parte 3: Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e unidades combinadas com fusíveis. ABNT NBR IEC 60947-4-1:2018 – Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão. Parte 4-1: Contatores e chaves de partidas de motores – Contatores e chaves de partidas de motores eletromecânicos.

ABNT NBR IEC 60947-4-2:2011 – Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão. Parte 4-1: Contatores e partida de motores – Controladores de partida de motores c.a.a semicondutores.

ABNT NBR IEC 60947-5-1:2014 – Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão. Parte 5-1: Dispositivos e elementos de comutação para circuitos de comando – Dispositivos eletromecânicos para circuito de comando.

ABNT NBR IEC 60947-5-5:2014 – Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão. Parte 5-5: Dispositivos e elementos de comutação para circuitos de comando – Dispositivos de parada de emergência elétrico com travamento mecânico.

ABNT NBR IEC 60947-6-1:2015 – Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão. Parte 6-1: Equipamentos com funções múltiplas – Equipamentos de comutação de transferência.

ABNT NBR IEC 60947-7-1:2014 – Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão. Parte 7-1: Equipamentos auxiliares – Blocos de conexão para condutores de cobre.

ABNT NBR IEC 60947-7-1:2014 – Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão. Parte 7-1: Equipamentos auxiliares – Blocos de conexão para condutor de proteção para condutores de cobre.

ABNT NBR IEC 61643-1:2007 – Dispositivos de proteção contra surtos em baixa tensão. Parte 1: Dispositivos de distribuição de energia de baixa tensão. – Requisitos de desempenho e métodos de ensaio.

ABNT NBR 6856:2015 - Transformador de corrente - Especificação e ensaios.

ABNT NBR IEC 60529:2017 – Graus de proteção providos por invólucros (Códigos NORMA TÉCNICA Conjuntos de Manobra, Distribuição, Proteção e Controle de Baixa Tensão N°: Subst.: Aprov.: Pág.: T.255/1 T.255/0 18/02/21 06/55 IP).

ABNT NBR IEC 62208:2013 – Invólucros vazios destinados a conjunto de manobra e controle de baixa tensão — Requisitos gerais.

ABNT NBR 16680:2018 – Sistemas e revestimentos protetores de invólucros para conjuntos de manobra e controle – Requisitos.

ABNT NBR 11003:2009 – Tintas - Determinação da aderência.

- Da International Electrotechnical Commission - IEC

IEC 61000-3-12: Limits For Harmonic Currents Produced By Equipment Connected To Public Low-Voltage Systems With Input Current >16 A And ≤ 75 A Per Phase.

- Do Ministério da Economia

Norma Regulamentadora 10 – NR10 – Segurança em Instalação e Serviços em Eletricidade.

Norma Regulamentadora 12 – NR12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

Norma Regulamentadora 26 – NR26 – Sinalização de Segurança.

- Da COPASA MG

Diretrizes para Elaboração de Estudos e Projetos:

Volume I – Diretrizes Gerais.

Volume VI – Projeto Elétrico.

Volume XII – Empreendimentos Particulares.

Norma COPASA T.263 - Diretrizes de Automação, Informática Industrial e Comunicação

Cada referência citada nesta norma deve ser observada em sua edição em vigor, desde que mantidos os mesmos objetivos da data de aprovação da presente Norma.

7.3.3. Termos e definições

Quadro Geral de Baixa Tensão – QGBT: É o primeiro quadro de distribuição de circuitos após a entrada da linha elétrica na edificação. São numerados de forma sequencial com dois dígitos, Ex.: QGBT-01.

Quadro de Distribuição de Circuitos – QDC: São quadros de distribuição de circuitos secundários, geralmente alimentados à partir do QGBT. São numerados de forma sequencial com dois dígitos, Ex.: QDC-01.

Quadro de Comando de Motor – QCM: São Quadros Elétricos modulares que abrigam os circuitos e equipamentos de proteção e acionamento de motores elétricos. São Conjuntos de Manobra, Distribuição, Proteção e Controle de Baixa Tensão numerados de forma sequencial com dois dígitos, Ex.: QCM-01.

Centro de Comando de Motores – CCM: São Quadros Elétricos autoportantes, compartimentados, multicolunas, forma de separação 4a ou 4b, conforme ABNT NBR IEC 61.439-2, que abrigam os circuitos e equipamentos de proteção e acionamento de motores elétricos. São numerados de forma sequencial com dois dígitos, Ex.: CCM-01. 3.4.1 Na forma de separação 4, o barramento principal encontra-se separado das unidades funcionais e dos terminais dos condutores externos, além das partes funcionais estarem separadas entre si. A variação 4a e 4b, correspondem às unidades onde os terminais de condutores externos estão no mesmo compartimento da sua unidade funcional e às unidades onde os terminais de condutores externos estão em compartimento distinto da sua unidade funcional, respectivamente.

Painel de Automação – PDA: São Quadros Elétricos modulares que abrigam os circuitos de sinalização, comando e controle dos equipamentos. São numerados de forma sequencial com dois dígitos, Ex. PDA-01.

Quadro de Distribuição de Luz – QDL: São Quadros Elétricos modulares que abrigam os circuitos de iluminação de uma unidade quando a iluminação necessita de algum tipo de automatismo para o seu acionamento. São numerados de forma sequencial com dois dígitos, Ex. QDL-01.

Quadro de Equipotencialização – QEP: Quadro modular que abriga o barramento de equipotencialização, destinado a interligação das massas de todos os elementos.

Em sistemas mais complexos com diversas unidades, inclusive com monitoramento através de sistemas supervisórios, poderá, a critério do SAAE, ser adotado sistema de numeração que possibilite uma melhor identificação das áreas e subáreas.

Barreiras: Dispositivo que impede todo e qualquer contato com as partes vivas. As barreiras não devem permitir a remoção sem o uso de chaves ou ferramentas ou, alternativamente, sem que as partes protegidas sejam previamente desligadas. As barreiras devem ser firmemente fixadas e somente podem ser removidas com uso de ferramenta.

7.3.4. Requisitos de segurança

Os Quadros Elétricos devem possuir placa de advertência informando o risco elétrico e a proibição expressa de abertura do mesmo por pessoa não autorizada.

Os Quadros Elétricos devem possuir fecho em suas portas que impeçam a abertura do mesmo sem o uso de ferramentas.

Os Quadros Elétricos destinados a operações de liga/desliga de equipamentos elétricos e abertura/fechamento de válvulas (PDA), por pessoa não advertida, devem possuir quadros separados dos Quadros Elétricos destinados ao acionamento de NORMA TÉCNICA Conjuntos de Manobra, Distribuição, Proteção e Controle de Baixa Tensão e equipamentos de tração (QCM e CCMs).

Os Quadros Elétricos exclusivos para distribuição de circuitos (QGBT e QDC), estes quadros devem permitir o acesso à manopla dos disjuntores para operações de liga/desliga. Porém, devem possuir barreiras metálicas devidamente isoladas ou em policarbonato que impeçam o contato com as partes energizadas.

As barreiras quando em policarbonato, devem ser em material transparente, isolante e resistente (espessura mínima de 3mm, o correto dimensionamento da espessura desta barreira é responsabilidade do fornecedor do Quadro Elétrico), não propagante a chamas. Quando metálica, deve ser instalada em distância segura das partes energizadas, estar eletricamente conectada a estrutura do quadro e passar por processo de pintura semelhante ao invólucro.

Todos os Quadros Elétricos devem conter dispositivo destinado ao seccionamento geral, especificado em função da corrente mínima permanente que deve suportar.

Os Quadros Elétricos que possuem circuito de potência (QCM, CCM dentre outros) devem possuir sistema de seccionamento geral sob carga, com sistema de acionamento externo, a partir da porta do Quadro (ou da gaveta, no caso de CCM) de forma que, a abertura do Quadro Elétrico, somente será possível com o circuito de potência desligado. As partes que

permanecerem energizadas (polos do dispositivo de seccionamento e circuitos auxiliares, como iluminação interna e resistência de aquecimento) devem possuir barreiras em policarbonato transparente, isolante e resistente (espessura mínima de 3mm), não propagante a chamas e devem possuir placas de advertência informando que estão energizados.

Os Quadros Elétricos que possuem circuitos provenientes de outros quadros elétricos que irão permanecer energizados, ou com possibilidade de energização, mesmo após o seccionamento geral (gavetas de CCM, QCM e PDA) devem possuir placas de advertência informando inclusive o nível de tensão.

O dispositivo de seccionamento deve possuir função simultânea de seccionamento e bloqueio do circuito na posição desligado. Deve possuir ainda, trava de segurança para bloqueio por cadeado na posição desligado.

Os Quadros Elétricos de acionamento de equipamentos devem possuir botoeira de emergência com retenção e método de girar para destravar. O botão de emergência deve atuar diretamente no dispositivo de acionamento.

Os dispositivos de segurança e proteção devem enviar sinal de “sem falhas” aos circuitos de proteção. Desta forma, falhas em cabos e terminais e no próprio dispositivo serão percebidos, garantindo que seja monitorada a integridade do sistema de segurança e proteção.

Os dispositivos de proteção e acionamento devem ser adequados em função dos equipamentos utilizados, de forma a se garantir a coordenação Tipo “2”, conforme NBR IEC 60.947-4-1. Ou seja, em condições de curto-circuito, o sistema não deve ocasionar perigo para as pessoas ou para as instalações e pode ser colocado em regime de carga em seguida (após reset manual).

Em caso de defeitos, os equipamentos somente poderão entrar em funcionamento novamente, após reset manual, inclusive Inversores e Softstarters.

Todas as partes metálicas dos Quadros Elétricos devem ser devidamente aterradas e conectadas à barra de equipotencialização. As partes móveis dos Quadros Elétricos devem possuir pontos para conexão de cabo de aterramento às partes fixas.

Os Quadros Elétricos de circuitos de potência instalados em locais de elevado nível de curto-circuito devem possuir sistema de proteção contra arco elétrico de forma a desligar a alimentação na detecção de pré arco.

7.3.5. Requisitos operacionais

Os Quadros Elétricos, quando fornecidos em painéis modulares, devem possuir quadros distintos para cada conjunto motobomba (QCM), assim como para o QGBT e o PDA.

Quando o acionamento for por partida direta, e não houver restrições operacionais, poderá ser utilizado um único QCM para acionamento de mais de um motor.

No caso de CCM, cada acionamento deve ser instalado em gavetas distintas, considerando os requisitos de segurança para cada gaveta.

7.3.6. Garantia

Os Quadros devem ser fornecidos com Garantia, que deverá cobrir quaisquer defeitos de projeto, fabricação e falha de componentes ou do conjunto com validade de 24 meses a partir da data de entrega.

Na hipótese de parte ou totalidade dos componentes, peças e acessórios do equipamento não ser de fabricação do Fornecedor, em nome do qual será emitida a Ordem de Compra, fica o mesmo responsável pela garantia no que se refere a estes materiais, peças e acessórios fornecidos por terceiros.

A proposta deve confirmar o "Termo de Garantia", sendo que a não confirmação será considerada pelo SAAE como indicação de aceitação do mesmo.

Eventuais serviços referentes à remoção e recolocação, configuração e comissionamento dos equipamentos defeituosos, além da remessa dos mesmos à assistência técnica serão responsabilidade do Fornecedor durante o período de garantia.

7.3.7. Verificação de conformidade com o objetivo licitado

A verificação de conformidade com o objeto licitado será realizada na apresentação do projeto construtivo pela empresa CONTRATADA para o fornecimento.

Na apresentação do projeto construtivo, a CONTRATADA deve apresentar a “Folha de Dados” do Quadro Elétrico.

Nos casos em que não seja disponibilizada uma folha de dados, a CONTRATADA deve apresentar a lista de materiais com a relação de todos os componentes para montagem do Quadro Elétrico, tendo como base o projeto de referência, contendo 4 (quatro) colunas a saber:

- a) Coluna 1: Identificação do material/equipamento (TAG);
- b) Coluna 2: Características técnicas do material/equipamento;
- c) Coluna 3: Fabricante/Modelo do material/equipamento;
- d) Coluna 4: Quantidade do material/equipamento.

Os projetos que forem apresentados com características inferiores ao especificados pelo SAAE na documentação do edital serão reprovados, ficando a CONTRATADA sujeita a aplicação de sanções a partir da segunda reprovação.

7.3.8. Definições de projeto

Os projetos dos painéis elétricos são divididos em duas categorias: Projetos de Referência e Projetos Construtivos. Os projetos de referência são projetos disponibilizados neste volume no processo licitatório para caracterização do painel a ser fornecido. Os projetos construtivos são os projetos que serão utilizados na fabricação e montagem dos quadros e devem ser elaborados com base nos projetos de referência.

É responsabilidade do fornecedor do Quadro Elétrico a elaboração do projeto construtivo do mesmo a partir do projeto de referência.

Os Quadros Elétricos devem ser projetados e fabricados conforme as informações contidas no projeto de referência e de acordo com os requisitos da presente norma técnica.

Os projetos de referência definem os requisitos básicos mínimos e funcionais do Quadro Elétrico, sendo o Fornecedor do Quadro Elétrico responsável pelo dimensionamento de todos os componentes internos, referente à capacidade de condução de corrente, suportabilidade à

elevação de temperatura, suportabilidade à curto circuito, isolamento elétrico e proteções elétricas. Desta forma, o Fornecedor do Quadro Elétrico deve recolher Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, junto ao CREA, referente ao projeto e fabricação dos Quadros Elétricos.

7.3.9. Análise e aprovação dos projetos construtivos

Antes da montagem do Quadro Elétrico, o Fornecedor deve elaborar o projeto construtivo do mesmo e submetê-lo à aprovação do SAAE.

O projeto construtivo do Quadro Elétrico somente será analisado quando apresentado juntamente com a ART assinada pelo responsável técnico e com o catálogo de todos os componentes utilizados pelo Fornecedor.

O SAAE fará a análise do projeto em um prazo de 30 dias. No caso de reanálise dos projetos, o prazo também será de 30 dias.

Os prazos referentes à elaboração do projeto pelo Fornecedor e análise do SAAE estão incluídos no prazo de entrega total do equipamento, fixado no Edital de Licitação.

O Fornecedor deve encaminhar o projeto ao SAAE para análise em 02 (duas) vias.

Após a análise, uma das vias será devolvida ao Fornecedor com um dos seguintes registros:

"APROVADO" – O fornecedor poderá iniciar a fabricação;

"NÃO APROVADO" – O fornecedor não poderá iniciar a fabricação. Com as devidas alterações o projeto deverá ser novamente submetido à aprovação.

Quando aprovado, a segunda via será encaminhada à Divisão de Suprimentos da SAAE contendo o carimbo de aprovação e carimbo e assinatura do responsável pela aprovação.

Deverá ainda ser apresentado o arquivo do projeto com assinatura digital, para inclusão do projeto no sistema digital de arquivos da SAAE, conforme estabelece as "Diretrizes para Elaboração de Estudos e Projetos" da SAAE.

Caso o Fornecedor inicie a fabricação antes da aprovação da SAAE, todos os riscos serão de sua inteira responsabilidade, devendo providenciar, sem acréscimo de custo e prazo, eventuais modificações solicitadas.

O SAAE se reserva o direito de solicitar, além da documentação já mencionada, todas as outras informações que julgar necessárias à aprovação, instalação, operação e manutenção dos Quadros Elétricos.

A análise da SAAE refere-se à conformidade do projeto apresentado com o objeto contratado, desta forma a aprovação pelo SAAE, dos documentos de projeto, não exime o Fornecedor da responsabilidade sobre o bom desempenho e operação do objeto de seu fornecimento, além da responsabilidade técnica pelos dimensionamentos internos dos componentes dos Quadros Elétricos.

7.3.10. Sansões por reanálise de projetos construtivos

Os atrasos de fornecimento decorrentes da reanálise dos projetos construtivos, a partir da segunda reanálise, nos casos onde o projeto apresentado não estiver em conformidade, ou seja, esteja com desvios em relação ao objeto licitado, projeto de referência, folha de dados, baixa qualidade e demais requisitos definidos nesta norma, são de responsabilidade única e exclusiva da CONTRATADA, ficando a mesma sujeita a aplicação de multas pelo atraso no fornecimento do Quadro Elétrico, conforme definido no edital de licitação e regulamento de contratações do SAAE.

Para melhor entendimento o fluxo será:

- a) Fornecedor emite projeto construtivo → O SAAE faz a análise e estando em conformidade emite laudo de aprovação;
- b) Fornecedor emite projeto construtivo → O SAAE faz a análise e não estando em conformidade emite laudo de reprovação → Fornecedor revisa o projeto construtivo e submete a reanálise → O SAAE faz a reanálise e estando em conformidade emite laudo de aprovação;
- c) Fornecedor emite projeto construtivo → O SAAE faz a análise e não estando em conformidade emite laudo de reprovação → Fornecedor revisa o projeto construtivo e submete a reanálise → O SAAE faz a reanálise e não estando em conformidade emite laudo de reprovação. A partir deste momento, todos os atrasos de fornecimento decorrentes das

reanálises do projeto são de responsabilidade única e exclusiva da CONTRATADA, ficando a mesma sujeita às multas por atraso no fornecimento do Quadro Elétrico.

7.3.11. Apresentação dos desenhos e documentos

Disposições gerais

Os desenhos deverão ser executados nos formatos A1 (841 x 594) mm ou A3 (420 x 297) mm. Os desenhos e documentos em formatos A3 devem, necessariamente, possuir capa de apresentação.

Cada folha deverá ser dividida em colunas e linhas para facilitar a localização dos componentes, a numeração das colunas se fará da esquerda para a direita (em números decimais) e das linhas de cima para baixo (em ordem alfabética).

A documentação deverá ser apresentada na seguinte sequência:

- a) Capa;
- b) Índice;
- c) Índice de revisões;
- d) Simbologia e legenda;
- e) Diagrama de Força;
- f) Diagrama de Comando;
- g) Borneira;
- h) Diagrama de serviços auxiliares. (Iluminação, aquecimento e tomadas);
- i) Lista de materiais;
- j) Lista de plaquetas;
- k) Desenhos dimensionais e construtivos do Quadro Elétrico.

As alíneas “a”, “b” e “c” do item anterior somente são aplicadas quando elaborado em formato A3.

7.3.12. Diagrama de Força

Deverá ser representado por um diagrama trifilar, contendo todos os componentes dos circuitos de força, circuitos de proteção e medição e indicação das características principais destes componentes.

Os contatos dos relés deverão ser mencionados perto de sua bobina, indicando-se a folha e a coluna onde serão utilizados.

Os barramentos principais deverão ser representados na posição horizontal e os barramentos secundários, cabos e outros componentes representados na posição vertical.

Os bornes terminais deverão ser mostrados já devidamente identificados, essa identificação será obrigatoriamente a mesma a ser utilizada nos diagramas de interligação.

Deverá mostrar o fluxo de potência desde os pontos de recebimento de energia até os pontos de utilização da mesma e conter no mínimo as seguintes informações:

- a) Material, bitola, classe de tensão e corrente nominal dos barramentos;
- b) Tipo, classe de tensão, corrente nominal, capacidade de interrupção, dispositivos de operação e tensão de controle (quando houver) dos disjuntores;
- c) Tipo, classe de tensão e corrente nominal de chaves seccionadoras;
- d) Tipo, classe de tensão, corrente nominal, capacidade de interrupção e tensão de controle dos contadores;
- e) Corrente nominal dos inversores de frequência e softstarter;
- f) Tipo, classe de tensão, corrente nominal e capacidade de interrupção de fusíveis;
- g) Tipo, classe de tensão, quantidade, relação de transformação e classe de precisão de transformadores de corrente e de potencial;
- h) Tipo, escala quantidade e classe de precisão dos instrumentos de medição.
- i) Tipo, quantidade, código numérico de função, faixa de ajuste, corrente mínima de atuação e tempo de operação dos relés de proteção;
- j) Indicação de intertravamento e alarmes;
- k) Indicação da quantidade e seção nominal de cabos ou barras de entrada e saída

7.3.13. Diagrama de Comando

Os diagramas de comando devem ser representados na posição vertical, colocados entre duas linhas horizontais que representem o barramento de comando.

A denominação dos componentes deve ficar ao lado esquerdo do símbolo e a denominação dos bornes ao lado direito do símbolo.

Os barramentos de comando devem ser interligados e claramente diferenciados dos demais por sua própria designação.

Na parte superior da folha deve ser deixado um espaço para indicações relativas a diferentes funções e sub funções apresentadas na folha.

Na parte inferior da folha, e na mesma coluna de cada bobina de relé ou de contator, deverá ser colocada uma tabela com informações sobre todos os contatos do dispositivo em questão. A tabela deverá ser identificada pelas letras “NA” (normalmente aberto) e “NF” (normalmente fechado), a marcação dos contatos terá como propósito definir o endereço de onde serão usados, feito através de dois conjuntos de números separados por “:”: o número da folha e o número da coluna e linha onde se encontra o contato.

Os contatos deverão ser caracterizados pela própria designação do relé ou contator a que pertencem, abaixo da designação do contato e separados por “:”, aparecerão dois conjuntos de números representando, respectivamente, o número da folha e o número da coluna onde será encontrado o componente ao qual pertence o contato.

Nos casos em que a bobina do relé ou contator e os respectivos contatos encontrarem-se na mesma folha, poderá ser dispensada a indicação da folha.

7.3.14. Memórias de Cálculo

O SAAE reserva-se no direito de solicitar a apresentação de memórias de cálculos utilizadas na elaboração do Quadro Elétrico, tais como: Dimensionamento dos esforços para valores de curto-circuito, dissipação térmica e sistema de ventilação do Quadro Elétrico, emissão de harmônicos e medidas de mitigação, dentre outros.

7.3.15. Desenhos Dimensionais

Nos projetos de referência devem ser apresentadas as dimensões do Quadro Elétrico e a vista frontal externa onde deve ser mostrada a distribuição externa dos equipamentos (botões de comando, lâmpadas de sinalização, instrumentos de medição, etc).

No projeto construtivo deve ser apresentado o projeto eletromecânico do Quadro Elétrico onde deve constar as vistas frontais e laterais interna e externa do mesmo. Nas vistas externas deve ser mostrando a distribuição externa dos equipamentos (botões de comando, lâmpadas de sinalização, instrumentos de medição, etc). No arranjo interno devem ser mostradas as dimensões do equipamento e detalhes de fixação, bem como a disposição física dos barramentos, disjuntores, seccionadoras, fusíveis, relés, inversores, softstarter, controladores, régua de bornes, etc. As dimensões (altura, largura e profundidade) devem ser informadas no desenho.

Os desenhos dimensionais, nos projetos construtivos, devem apresentar os arranjos físicos e exigências de montagem do equipamento.

Os equipamentos instalados nos Quadros Elétricos deverão ser identificados de acordo com os esquemáticos e nas listas de equipamentos.

7.3.16. Lista de Materiais

Deve ser emitida uma lista detalhada dos materiais, equipamentos e acessórios que fazem parte do Quadro Elétrico.

Nos projetos de referência, a lista de materiais não deve caracterizar um fabricante específico. Porém, no projeto construtivo, a lista de materiais deve trazer todos os elementos necessários para identificação do material no catálogo do fabricante precisando as características principais e os acessórios.

A lista de materiais deve conter as seguintes informações:

- a) Quantidade;
- b) Características técnicas;
- c) Modelo;
- d) Código do fabricante;

- e) Nome do fabricante;
- f) Designação do componente no projeto;
- g) Função do componente;
- h) Localização do componente.

7.3.17. Lista de Plaquetas

A lista de plaquetas deverá conter as seguintes informações:

- a) Inscrição, quantidade, tipo e material de cada plaqueta;
- b) Cor de plaqueta e dos caracteres;
- c) Dimensões da plaqueta e dos caracteres;
- d) Desenho na escala 1.1 de cada tipo de plaqueta.

7.3.18. Data book

O Data book corresponde ao conjunto de documentos do Quadro Elétrico e deve conter todos os desenhos aprovados e manuais dos equipamentos internos aos Quadros Elétricos.

O Data Book deve ser fornecido na entrega do Quadro Elétrico e deve ser dividido da seguinte forma:

Manuseio: Esta seção deve conter informações completas e detalhadas quando ao sistema de marcação adotado durante a fabricação, indicação dos pontos de levantamento e apoio, restrições quanto à posição de movimentação e instruções sobre armazenagem.

Montagem: Esta seção deve conter instruções de todos os procedimentos e precauções a serem observados durante o assentamento e interligação dos Quadros Elétricos:

- a) Preparação;
- b) Instalação;
- c) Fixação;
- d) Conexões de baixa tensão;
- e) Conexões dos cabos de força;
- f) Conexões dos circuitos de aterramento;
- g) Acessórios de proteção pessoal.

Ensaio de Campo: Esta seção deve incluir as diretrizes a serem seguidas e os métodos a serem adotados para a verificação da exatidão da montagem dos Quadros Elétricos (Testes de Aceitação em Campo – TAC). Deve incluir também uma descrição de todos os instrumentos a serem utilizados e um roteiro de execução dos testes.

Operação: Esta seção deve conter instruções para a efetiva operação do Quadro Elétrico, tais como os procedimentos para operação, inclusive uma lista completa de todas as verificações e suas sequências, detalhes de todas as medidas rotineiras, de cuidados e de emergência, recomendações quanto a observações a serem registradas periodicamente. Deve conter também, os manuais de operação, montagem e manutenção de todos os equipamentos internos.

Manutenção: Esta seção deve conter as instruções detalhadas para possibilitar a manutenção dos Quadros Elétricos, tais como:

- a) Informações detalhadas para pesquisa de defeitos, calibração e operação dos circuitos eletrônicos de todos os componentes eletrônicos;
- b) Lista de sobressalentes, ferramentas e instrumentos especiais à manutenção;
- c) Roteiro com discriminação e detalhamento para realização de manutenção preventiva e corretiva do Quadro Elétrico e seus componentes.

O Data Book deve ser fornecido em 2(duas) vias em meio físico e 1(uma) em mídia digital.

7.3.19. Embalagem e transporte

São de inteira responsabilidade do Fornecedor o transporte, manuseio e estocagem dos equipamentos e materiais, desde a saída da fábrica até o canteiro de obras ou almoxarifado do SAAE.

Todas as questões referentes à segurança, seguro e regras de tráfego e integridade dos Quadros Elétricos são de responsabilidade do Fornecedor.

O Quadro Elétrico deve ser adequadamente acondicionado para transporte rodoviário e armazenamento não abrigado (ao tempo).

A embalagem deve ser suficientemente robusta para suportar as manobras usuais de transporte e manuseio, sem danificação do conteúdo.

As dimensões, pesos e tipos de volume devem atender às regulamentações determinadas pelos órgãos competentes, para transporte pesado rodoviário e marítimo, conforme o caso.

Quaisquer acidentes ou avarias nos equipamentos durante o transporte, manuseio e armazenagem são de inteira responsabilidade do Fornecedor.

Cada volume deve conter, em local bem visível, e em caracteres de fácil leitura, as seguintes indicações:

- a) SAAE- Serviço Autônomo de Água e Esgoto de BOM JESUS - PIRAPORA;
- b) Nome da cidade;
- c) Nome da unidade do sistema para a qual o equipamento é destinado;
- d) Identificação do conteúdo;
- e) Número da ordem de compra;
- f) Número da fatura de transporte do conteúdo;
- g) Nome do fabricante;
- h) Indicação da posição e lado(s) da abertura do volume;
- i) Peso bruto do volume;
- j) Peso líquido do conteúdo.

7.3.20. Inspeção, ensaios e testes

Fica reservado ao SAAE ou entidade por ela credenciada, o direito de inspecionar os equipamentos em qualquer fase de fabricação, a fim de certificar-se que o mesmo está sendo fabricado, ensaiado e acabado conforme descrito na presente norma, edital de licitação e normas aplicáveis.

O fornecedor deve assegurar ao SAAE ou a seu representante, o acesso às suas instalações, as informações solicitadas e todas as facilidades inerentes à inspeção, testes e ensaios dos Quadros Elétricos.

Concluído o processo de fabricação dos Quadros Elétricos, deverão ser executados os testes funcionais e ensaios na presença de inspetor do SAAE ou seu preposto.

O projeto construtivo a ser utilizado na inspeção deve conter o carimbo de aprovação pelo SAAE

O Fornecedor deve confirmar ao SAAE, com antecedência mínima de 10 (dez) dias úteis, a data e o local onde os Quadros Elétricos estarão prontos para serem testados, bem como a duração prevista para a execução dos testes, devendo as datas definitivas serem marcadas de comum acordo com o SAAE.

Em caso de alteração da data e local marcados para realização dos testes, o Fornecedor do Quadro Elétrico deve comunicar ao SAAE com antecedência mínima de 72 horas a alteração da programação dos testes. Caso contrário ficará o Fornecedor obrigado a ressarcir ao SAAE as despesas efetuadas pela FISCALIZAÇÃO para o acompanhamento dos testes.

Caso haja defeito de fabricação, mão-de-obra inadequada ou outra causa que demonstre imperícia ou ineficácia do fabricante relacionada com o fornecimento dos equipamentos, na fabricação ou condução dos testes, os equipamentos que não passarem nos ensaios a que serão submetidos deverão ser testados novamente após realizadas as devidas adequações. Os custos para repetição dos testes, bem como as despesas de viagem, condução, alimentação, alojamento, etc. da FISCALIZAÇÃO ficarão a cargo do Fornecedor.

7.3.21. Testes e ensaios de Aceitação em Fábrica - TAF

Todo Quadro Elétrico a ser fornecido ao SAAE deverá ser ensaiado e testado conforme estabelecido abaixo.

Todos os ensaios e testes devem ser realizados pelo Fornecedor em sua fábrica, e em todas as unidades a serem fornecidas, com o acompanhamento do SAAE ou seu preposto. Os ensaios mínimos exigidos são:

- a) Verificação do fornecimento em relação ao atendimento à presente norma, ao projeto e listas de materiais aprovados;
- b) Inspeção visual e dimensional, conforme documentação aprovada, verificando acabamento, marcação dos terminais e identificação;
- c) Verificação do grau de proteção;
- d) Verificação e medição da espessura da camada de pintura;

- e) Verificação da aderência da tinta utilizada na pintura;
- f) Verificação de barramentos, fiação e anilhamento;
- g) Ensaio de Propriedades Dielétricas (Resistencia de Isolamento), conforme norma ABNT NBR IEC 61439-2 e ABNT NBR 5410;
- h) Ensaio de Tensão Aplicada à Frequência Industrial, conforme norma ABNT NBR IEC 61439-2 e ABNT NBR 5410;
- i) Ensaio de operação mecânica;
- j) Ensaio de operação elétrica e fiação de controle (simulação funcional);
- k) Ensaios funcionais em equipamentos de subfornecedores.

É encargo/responsabilidade do Fornecedor os custos do arranjo e providências relativas à assistência, materiais, eletricidade, combustível, armazenamento, aparelhos, máquinas e instrumentos, laboratórios, mão de obra especializada, dentre outros, necessários à execução dos testes, ensaios e inspeções.

Os equipamentos somente serão considerados liberados para remessa, após a aprovação pelo SAAE ou seu preposto das inspeções, testes e ensaios de fábrica.

7.3.22. Ensaios de Tipo

Quando solicitado pelo SAAE, os ensaios de Tipo devem atender aos requisitos estabelecidos na norma ABNT NBR IEC 61439.

7.3.23. Acompanhamento de Startup

Caso solicitado na licitação o fornecedor do Quadro Elétrico deve fazer o acompanhamento do startup dos Quadros fornecidos, devendo prestar todas as orientações necessárias ao correto funcionamento dos mesmos.

O Fornecedor do Quadro será informado com 10 (dez) dias de antecedência sobre a data do startup.

7.3.24. Condições ambientais de operação

Os Quadros Elétricos devem ser apropriados para instalação em ambientes industriais e sujeitos à presença de atmosfera poluída típica de sistemas de tratamento de água e sistemas de tratamento de esgoto, e devem operar sob as seguintes condições ambientais:

- a) Altitude em relação ao nível de mar: 1000 m;
- b) Temperatura máxima: 40°C;
- c) Temperatura mínima: 5°C;
- d) Temperatura média máxima em 24 horas: 35°C;
- e) Umidade relativa do ar (média mensal): 95 %;
- f) Clima: Tropical úmido.

7.3.25. Circuitos de força

Tensão nominal

A tensão nominal do circuito de força deve ser aquela definida a seguir:

- a) Para motores de potência inferior a 100cv a tensão padronizada do circuito de força é 220 V;
- b) Para motores de potência igual ou superior a 100cv, a tensão padronizada do circuito de força é de 440 V.

Em instalações onde as distâncias entre os motores e a sala elétrica forem elevadas, deve ser avaliado a utilização de tensão em 440V para motores com potência inferior a 100cv.

7.3.26. Medição de Grandezas Elétrica

Os Quadros Elétricos destinados a entrada de energia (QGBT e Coluna de entrada de CCM) devem utilizar multimetido de grandezas elétricas, permitindo uma melhor leitura das grandezas elétricas.

Em sistemas de pequeno porte e quando definido no projeto de referência, poderá ser realizada apenas a medição de tensão de entrada do QGBT.

Para os Quadros Elétricos destinados ao acionamento de motores, deve ser previsto a medição de corrente, individual para cada equipamento.

A medição de corrente, descrita no item anterior, deve ser realizada por meio da Interface Homem Máquina – IHM dos inversores de frequência ou softstarters, que devem ser instaladas na porta dos quadros ou das gavetas (no caso de CCM). Nos demais casos, devem ser utilizados amperímetros.

Para o caso de Quadro Elétrico com medidor individual de tensão, deve ser utilizado 1 (um) voltímetro associado a uma chave comutadora com posições RS-ST-TR de fixação pelo topo e protegido por um disjuntor eletromagnético trifásico.

A medição de tensão deve ser direta, ou seja, não deve ser usado TP (transformador de potencial).

A escala do voltímetro e do multimetido deve ser especificada em função da tensão do circuito de força.

A derivação para medição da tensão deve ser feita após a chave geral, considerando-se o sentido fonte-carga.

As medições de corrente devem ser sempre através de transformadores de corrente.

Para o caso de Quadro Elétrico com medidor individual de corrente, deve ser utilizado 1 (um) amperímetro associado a uma chave comutadora para amperímetro com posições O, R, S, e T.

A conexão entre os multimedidores de grandezas elétricas e os transformadores de corrente deve ser realizada utilizando chaves de aferição.

O amperímetro deve ser dimensionado de tal forma que o valor de leitura da corrente nominal do motor encontre-se no ponto de maior precisão da escala.

O TC do circuito de medição de corrente é exclusivo para tal finalidade e não deve ser utilizado para alimentar qualquer outro equipamento.

7.3.27. Dispositivo de proteção contra sobrecarga, curto circuito e falta de fase

Todos os circuitos elétricos devem ser protegidos contra sobrecarga e curto circuito. Para circuitos com motores deve ser acrescido ainda a proteção contra falta de fase.

Para os motores acionados por inversor de frequência ou softstarter, a proteção deve ser feita por funcionalidades incorporadas a estes equipamentos. Nos demais casos de acionamento de motores, as proteções devem ser realizadas por disjuntores motores, com as funções simultâneas de proteção contra sobrecarga e curto circuito além do monitor de falta de fase.

Os ajustes das proteções devem ser informados nos projetos construtivos e serem realizados pelo Fornecedor do Quadro Elétrico, de forma que os mesmos sejam entregues ajustados.

7.3.28. Proteção contra sobretensões

Todos os dispositivos de proteção, controle e medição, especialmente estáticos, devem ser protegidos contra sobretensões, tanto induzidas fora dos Quadros Elétricos pela fiação a ele conectada, quanto no interior dos mesmos pelo seccionamento de circuito indutivos ou capacitivos.

Todos os Quadros Elétricos devem possuir proteção contra sobretensões utilizando Dispositivos de Proteção Contra Surtos – DPS.

Os DPS devem possuir dispositivo de backup (disjuntor ou fusível) conforme estabelece a ABNT NBR 5410. Este dispositivo, sempre que possível, deve ser um disjuntor monopolar, dimensionado conforme recomendações do fabricante do DPS e de forma a prover a máxima utilização possível das características do DPS.

O condutor DPS-PE instalado nos Quadros Elétricos de entrada das edificações (QGBT ou coluna de entrada de CCM, dentre outros) deve ter seção mínima de 16mm². Para os demais casos a seção mínima a ser adotada para o condutor DPS-PE deve ser de 4mm². O comprimento do cabo DPS-PE não deve ser superior à 50cm, conforme estabelece a ABNT NBR 5410.

Nos Quadros Elétricos destinados a entrada de energia na edificação (QGBT e coluna de entrada de CCM, dentre outros) o DPS a ser utilizado é o CLASSE I+II (combinado), para os demais Quadros Elétricos, deve ser utilizado o DPS CLASSE II.

A fim de prevenir a geração interna de sobretensão nos componentes de corrente contínua, as bobinas dos relés, disjuntores, contadores ou outros componentes alimentados com este tipo de corrente devem ser providos de circuitos de descarga devidamente dimensionados para tal finalidade.

Nos circuitos de entrada e saídas de controle para uso remoto (sujeitos a descargas atmosféricas e sobretensões), provenientes de circuitos eletrônicos, deverão possuir isolamento galvânica com isolamento mínimo de 1.000 volts.

7.3.29. Aterramento e Equipotencialização

Os Quadros Elétricos devem possuir 1 (uma) barra de neutro e 1 (uma) barra de terra, que devem ser isoladas entre si (sistema de aterramento TN-S). Para os Quadros Elétricos com circuitos exclusivamente trifásicos (QCM), não é necessário a barra de neutro.

A barra de aterramento deve ser aparafusada à carcaça do Quadro Elétrico, em cobre eletrolítico, devidamente calculada em função do circuito de força, porém com de dimensões mínimas 6 x 25 mm.

No projeto deve constar o aterramento de todos os circuitos, bem como a especificação dos condutores.

Para o caso de sistemas de pequeno porte onde as cargas estão próximas, a barra de terra do QGBT poderá acumular a função de Barra Equipotencialização – BEP.

As Barras de Aterramento e de Neutro devem ser estanhada e possuir pontos de conexão reserva espaçados de 5 (cinco) centímetros.

As partes móveis dos Quadros Elétricos devem ser aterradas à carcaça da parte fixa que abriga a barra de aterramento.

7.3.30. Proteção adicional contra choques elétricos

Além da proteção por aterramento de todas as carcaças metálicas e equipotencialização, circuitos que alimentem tomadas em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagem e externas a edificação devem possuir proteção adicional contra choques elétricos a ser provida por dispositivo de proteção contra corrente diferencial-residual - DR com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior à 30mA.

O DR deve ser individual para cada circuito e deve possuir resistência a curto circuito igual ao disjuntor termomagnético associado, porém não inferior à 5kA.

7.3.31. Impedimento de energização

Os Quadros Elétricos devem possuir dispositivo mecânico adequado para impedir sua energização por pessoas não autorizadas, com capacidade para, no mínimo, 2 cadeados.

7.3.32. Correção de fator de potência

Nos casos de fornecimento de energia onde houver o monitoramento do fator de potência por parte da concessionária de energia, há necessidade de correção do fator de potência da instalação. O projetista deve dimensionar o sistema de correção e acessórios de comando e proteção, sendo que os cálculos devem constar na memória de cálculo. O fator de potência a ser obtido deve ser valor mínimo fixado pela legislação, acrescido de 0,02.

Nos sistemas onde as cargas são acionadas majoritariamente por inversores de frequência, a correção deve ser realizada por filtros passivos, quando realizada individualmente para cada acionamento, ou por filtros ativos, quando realizado para um conjunto de cargas.

O sistema de correção de fator de potência, quando necessário, pode ser instalado fora do Quadro Elétrico, em invólucro adequado para tal, mas ainda assim o fornecimento e solução de acionamento será de responsabilidade do Fabricante do quadro, motivo pelo qual estes equipamentos devem constar na Relação de Materiais.

A derivação para a instalação da correção do fator de potência, no circuito de força, deve ser antes da medição de corrente e depois da chave seccionadora geral.

No caso de partida através de chave estrela-triângulo, compensadora ou softstarter, o capacitor só pode ser ligado quando o respectivo motor estiver funcionando a plena tensão.

Havendo a necessidade de correção de fator de potência onde não haja exigência da concessionária de energia, ou seja, a critério exclusivo do SAAE, esta correção será informada no projeto de referência.

7.3.33. Dispositivos de partida

Os tipos de partida previamente admitidos são: partida direta, partida através de chave estrela-triângulo, partida através de chave compensadora (autotransformador), partida utilizando softstarter e partida utilizando inversor de frequência.

O tipo de partida deve ser definido em função dos requisitos técnicos do sistema a ser acionado, devendo ainda ser considerado a determinação das normas vigentes da concessionária de energia elétrica. A alternativa a ser adotada é a que apresentar maiores vantagens sob o aspecto técnico-econômico, desde que atenda às exigências da concessionária.

Os dispositivos de partida poderão ter acionamento manual através de botoeiras "liga" e "desliga" e automático pela atuação de dispositivos de automatização.

As chaves compensadora e estrela-triângulo devem ter sempre a transferência para tensão plena ou para ligação triângulo temporizada automaticamente pela utilização de relés de tempo.

Os quadros de comando destinados ao acionamento de conjuntos submersos ou submersíveis não devem utilizar a chave estrela-triângulo para a partida, já que normalmente não possuem 6 terminais para a utilização deste método.

Nos casos de acionamento por Softstarter ou Inversor de frequência, o Fornecedor do Quadro Elétrico deverá apresentar no projeto construtivo todos os parâmetros a serem programados (quando diferentes dos parâmetros de fábrica). Este quadro deve conter as seguintes colunas: Nº do parâmetro, Ajuste de Fábrica, Ajuste Realizado, Ajuste de Campo e descrição. O Ajuste de Campo, correspondem aos parâmetros que devem sofrer ajuste fino durante o startup, como é o caso de frequência mínima de operação de inversores de frequência.

7.3.34. Circuitos Reservas

Os quadros de distribuição (QGBT e QDC) devem possuir circuitos reservas para ampliações futuras, conforme descrito abaixo.

- a) Quadro com até 6 circuitos: 2 reservas;
- b) Quadro com 6 a 12 circuitos: 3 reservas;
- c) Quadro com 13 a 30 circuitos: 4 reservas;
- d) Quadro com $N > 30$ circuitos: $0,15N$ reservas.

7.3.35. Circuitos de comando

Todo projeto de comando (seja ele de referência ou construtivo) deve ser acompanhado de memorial descritivo que apresente de forma clara e detalhada o funcionamento do circuito. Para os comandos que utilizem CLP, o memorial descritivo deverá detalhar todas as lógicas que deverão ser implementadas no programa a ser desenvolvido.

A tensão do circuito de comando dos Quadros Elétricos deve ser em 24Vcc. Casos específicos, devidamente autorizado pela equipe técnica do SAAE, onde se verificar a necessidade técnica do comando ser em corrente alternada, a tensão deverá ser em 220Vca.

Os PDAs serão alimentados em 220V, devem ter proteção geral através de disjuntor termomagnético e DPS.

Caso a tensão do circuito de força seja diferente de 220V, prever transformador de comando com taps secundários para 220V, isolação a seco, classe de tensão 600V.

Os dispositivos de automatização tais como chaves-bóia, pressostatos, etc, devem ser claramente identificados e, no caso de dispositivos a serem instalados fora do Quadro Elétrico, os mesmos deverão ser destacados no desenho através de contorno tracejado.

A régua de bornes deve indicar claramente as entradas e saídas de cada um dos bornes (origem e destino).

Os sistemas devem ser projetados com opções de comando manual e automático/remoto, selecionáveis por meio de chave seletora.

Elevatórias com mais de um conjunto motobomba devem possuir chave seletora com opções de seleção manual de qual motor irá operar ou através de automatismo, quando o comando fará automaticamente o rodízio dos motores.

Para o caso de um único autotransformador ser usado na partida de mais de um motor deverá ser previsto, obrigatoriamente, intertravamento elétrico de partida, bem como temporização para a partida do segundo motor.

Para QCM's de motores de bombas de recalque deverão ser previstos horímetros para 10.000 horas, um para cada motor.

Cada equipamento deve possuir sinalização de Ligado, Desligado e Defeito/Falha.

Para os comandos de Elevatórias de Esgoto, deve ser prevista as proteções de umidade e temperatura para cada conjunto motobomba submersível, além das proteções de sucção e automatismos de recalque.

Para os comandos das Elevatórias de Água, devem ser previstas as proteções de sucção e automatismo de recalque.

7.3.36. Características construtivas dos Quadros Elétricos

Disposições gerais

Os Quadros Elétricos devem ser construídos somente com materiais capazes de resistir esforços mecânicos, elétricos e térmicos, bem como aos efeitos da umidade típicos de Sistemas de Abastecimento de Água – SAA e Sistemas de Esgotamento Sanitário – SES. A proteção contra corrosão deve ser assegurada pelo uso de materiais apropriados ou pela aplicação de camadas protetoras equivalentes em superfície exposta. Os dispositivos e os circuitos dos Quadros Elétricos devem ser dispostos de maneira que facilite a sua operação, manutenção e, ao mesmo tempo, assegure o grau necessário de segurança.

Chaparia

Os Quadros Elétricos autoportantes devem ser construídos em chapas e estruturados em perfis, ambos em aço carbono, sendo a estrutura de bitola mínima de 12 USG (2,778mm) e 14 USG (1,984mm) para a chaparia de fechamento e portas. As chapas devem ser fixadas à estrutura sem utilização de solda.

Os Quadros Elétricos construídos em caixa de montagem de corpo único devem ser fornecidos em chapa de aço carbono com bitola mínima de 14 USG (1,984mm).

A placa de montagem dos Quadros Elétricos deve ser em chapa de aço carbono bitola mínima de 12 USG (2,778mm).

Para Quadros de Distribuição de Circuitos – QDC, instalados em ambientes de baixa agressividade e corrente nominal do barramento principal máxima de 150A, tais com escritórios e laboratórios, permite-se o uso de chaparia com bitola mínima de 18 USG (1,270mm).

Os Quadros Elétricos devem ter grau de proteção mínimo IP55 para instalação ao tempo e IP44 para instalação abrigada.

As portas devem ser equipadas com dobradiças internas em número adequado e com fecho. No caso de Quadros Elétricos para instalação externa, que devem ser providos de porta interna e porta externa, as portas externas devem ser providas de fechaduras de segurança.

Os Quadros com acesso traseiro devem possuir, também, tela de proteção articulável e removível, de material leve e resistente, localizada entre as partes energizadas e a porta traseira de forma a permitir um processo de termovisão sem a retirada da mesma.

Os Quadros devem possuir fechaduras com fecho lingueta em aço inox, frontal redondo e miolo tipo triângulo. No caso de Quadros Elétricos para instalação ao tempo a porta externa deve possuir fecho lingueta em aço inox, com frontal redondo e miolo Yale, nesse caso a chave somente pode ser retirada com o fecho na posição fechada. Para ambos os casos, deve ser fornecida uma chave para cada Quadro Elétrico fornecido.

Para os QGBTs e QDCs, que possuem partes ativas protegidas por barreiras, as fechaduras devem ser com fecho lingueta em aço inox, frontal redondo e miolo tipo borboleta ou manopla.

Os Quadros Elétricos com altura igual ou superior a 800mm devem ser providos de olhais aparafusados para içamento, de forma a permitir o fácil manuseio e transporte.

Os Quadros Elétricos com altura superior a 1200mm devem ser autossustentáveis e providos de base em perfil "U" de espessura mínima de 12 USG (2,778mm), apropriada para fixação em piso de concreto. A fixação das bases será através de chumbadores tipo "Expansão", os quais são parte integrante do fornecimento. Casos específicos de painéis com altura inferior a 1200mm que necessitem de base soleiras serão indicados em projeto.

Para Quadros Elétricos com profundidade inferior a 400mm, deve ser prevista a fixação em parede e incluídos os elementos de fixação no fornecimento.

Os Quadros Elétricos devem ser fornecidos com flanges aparafusados na face inferior, destinados à passagem dos cabos de interligação externa, provendo área suficiente para a instalação e passagem dos cabos elétricos através do fornecimento de dispositivos adequados à vedação, isolamento elétrico, segregação e fixação dos cabos de interligação externa na entrada dos painéis. Os furos para conexão de dutos aos Quadros Elétricos, após a pintura, somente podem realizados na chapa do flange.

Dimensões

As dimensões e arranjo dos Quadros Elétricos devem seguir a premissa de segurança e otimização do espaço, sem prejuízo no espaço para manutenção, bem como a otimização da refrigeração interna dos mesmos, devendo obrigatoriamente manter a temperatura interna inferior a máxima permitida para operação dos equipamentos em suas condições plenas.

O Fornecedor que, durante elaboração do projeto construtivo do Quadro Elétrico, verificar a necessidade de dimensões superiores às definidas no projeto de referência, deverá apresentar ao SAAE a nova solução para aprovação, antes do detalhamento do projeto. O aceite de Quadros Elétricos com dimensões superiores às estabelecidas no projeto de referência estará condicionada às dimensões do local onde os mesmos serão instalados.

Pintura

Os Quadros Elétricos devem ser preparados e pintados conforme norma ABNT NBR 16680 categoria de corrosividade C5-I.

Todas as superfícies metálicas condutoras de corrente elétrica deverão submetidas a tratamento e pintura de forma a proporcionar boa resistência a óleos e graxas, grande durabilidade de cores, resistência à corrosão, boa aparência e fino acabamento.

Deve ser realizada a eliminação de respingos de soldas e carepas com rebolos ou politrizes, eliminação de rebarbas e quebrar cantos.

A preparação das superfícies deve seguir as etapas sequenciais: desengraxe, lavagem, decapagem, lavagem, refinamento, fosfatização, lavagem, passivação, lavagem com água deionizada e secagem.

O revestimento deve ter espessura final mínima de 170µm e ser aplicado da seguinte forma: a) Aplicação de uma demão de tinta de fundo em pó epóxi, por meio de processo eletrostático, com espessura mínima de 90µm. b) Aplicação de uma demão de tinta de acabamento em poliéster, por meio de processo eletrostático, com espessura mínima de 80µm.

As cores de acabamento final devem ser: a) Superfícies internas e externas: Cinza claro – RAL 7032; b) Placa de Montagem: Laranja segurança – Munsell 2,5 YR 6/14 (RAL 2000); c) Base, quando houver: Preto Fosco.

Todos os parafusos, porcas e arruelas deverão ser zincados ou bicromatizados por imersão a quente.

A aderência mínima deverá ser Gr.1, conforme ABNT NBR 11003.

Barramento

Quando houver barramentos, estes devem ser constituídos de cobre eletrolítico, com 99% de pureza, em barras retangulares, dimensionadas de acordo com as correntes nominais dos circuitos e fixadas rigidamente à estrutura por meio de suportes isolantes.

Os barramentos devem ser adequados para suportar os esforços eletrodinâmicos correspondentes à máxima corrente de curto circuito prevista.

Os barramentos devem ser dimensionados com um fator de segurança igual a 1,3 à temperatura de 50°C, utilizando a tabela apresentada no ANEXO A, e identificados ao longo de toda a sua extensão utilizando-se as seguintes cores:

- a) Fase A – Vermelha;
- b) Fase B – Amarela;
- c) Fase C – Violeta;
- d) Barra de Terra – Cinza.

Fiação

O cabeamento deve ser feito com cabos de cobre eletrolítico flexível encordoamento classe 4 ou 5, e de bitola adequada à corrente a ser transportada conforme ABNT NBR 5410, porém nunca inferior a:

- a) 0,75mm² – Para os circuitos em 24Vcc;
- b) 1,50mm² – Para os circuitos de iluminação e comando em CA;
- c) 2,50mm² – Para os circuitos de força e medição de tensão;
- d) 4,00mm² - Para os circuitos de força de motores e medição de corrente.

O isolamento dos cabos deverá ser para, no mínimo, 1kV e 90°C para os circuitos de força, 750V e 70°C para demais circuitos em corrente alternada e 300V e 70°C para os circuitos em 24Vcc, todos em termoplástico, não higroscópico, não propagante de chamas.

Sempre que possível, o cabeamento relativo ao circuito de controle deve ser instalado em canaletas ventiladas, com ocupação máxima de 50%. A fiação exposta deve ser a mínima possível e sempre agrupada em conjuntos compactos e instalada nos cantos, horizontal ou verticalmente, com dobras quase retas.

Não serão aceitas emendas nos cabos. Todas as conexões devem ser feitas através de bornes. O cabeamento deve ser feito de forma que haja no máximo dois cabos em qualquer dos bornes das régua e nos terminais dos aparelhos.

Todos os jumpers necessários devem ser realizados com pontes conectoras nos bornes. Para isto, todos os bornes de mesmo potencial devem estar agrupados em um único bloco de uma mesma régua.

Nas ligações entre as partes fixas e móveis dos Quadros Elétricos, (por exemplo, portas) os cabos devem ter comprimento e flexibilidade suficientes e pelo menos uma das extremidades do cabo deverá ser conectada à régua de bornes.

Todas as extremidades dos cabos de controle devem receber conectores terminais de compressão tipo "pino", "olhal" ou "garfo" apropriados para fixação aos terminais dos aparelhos e aos bornes das régua por meio de parafusos.

Todos os cabos para circuito de “corrente” (medição e proteção), devem ter terminais do tipo olhal e serão conectados em bornes apropriados para este tipo de terminal.

Os terminais dos cabos que serão conectados barramentos que não possuem isolamento, devem ser isolados utilizando tubo termo retrátil.

As régua devem ser constituídas de bornes individuais, do tipo moldado, fixados a trilhos metálicos. Não será permitido o uso de bornes em que o parafuso de fixação entre em contato direto com o cabo, ou bornes que prendam o cabo através de pressão de molas. Bornes sobressalentes devem ser fornecidos e instalados num total de 20% para cada tipo utilizado.

Todos os parafusos, porcas e arruelas a serem utilizados em pontos de conexão elétrica ou em fixação dos barramentos, devem ser bicromatizados ou cadmiados.

Os bornes devem possuir marcação visível de acordo com os diagramas elementares e de interligação.

As conexões às régua de bornes devem ser agrupadas, tendo em vista o arranjo interno. As régua devem ser localizadas de forma a facilitar a conexão da fiação externa.

Para facilidade de manutenção, os cabos devem ser codificados por cores e, identificados, com porta identificadores transparentes e identificadores na cor branca e escrita em preto, em ambas as extremidades. Deve ser utilizando o método de identificação “De/Para”, exemplo: um cabo que será conectado no borne A1 do contator K1 e a outra extremidade no borne 14 de

K2, a identificação do borne de K1 ficará K1.A1/K2.14 e viceversa. Todas estas identificações devem estar estritamente de acordo com os diagramas funcionais.

A fiação interna dos Quadros Elétricos deve obedecer ao seguinte código de cores:

- a) Força em corrente alternada < 1000 V: preta;
- b) Positivo em corrente contínua: Vermelha;
- c) Negativo em corrente contínua: Azul Escuro;
- d) Comando: Cinza;
- e) Terra: Verde;
- f) Neutro: Azul Claro;
- g) Medição de tensão (TP): Branca;
- h) Medição de Corrente (TC): Amarela.

As réguas de bornes devem ser distintas, sendo divididas nos seguintes grupos:

- a) Interligações dos circuitos de força;
- b) Interligações dos circuitos de controle;
- c) Interligações dos circuitos de instrumentação;
- d) Rede de comunicação;

7.3.37. Placas de Identificação

Os Quadros Elétricos e os acessórios instalados nos mesmos, devem ser identificados de maneira apropriada, interna e externamente.

As plaquetas de identificação serão parafusadas ou rebitadas com rebite de nylon, não sendo aceito o uso de cola. Devem ser confeccionadas com lâminas de acrílico de 3 mm de espessura e não podem ser instaladas em partes removíveis dos Quadros Elétricos.

As inscrições devem ser gravadas em branco, com fundo preto, de material durável e facilmente legível.

Todas as peças, componentes e acessórios internos devem ser identificados por crachás afixados através de braçadeiras plásticas, com gravações pretas em fundo branco, sem códigos ou abreviações.

A marca ou símbolo do fabricante não deve aparecer na parte frontal dos Quadros Elétricos.

No interior dos Quadros Elétricos deve ser instalada uma placa de identificação de alumínio anodizado com, pelo menos, as seguintes indicações:

- a) Identificação do Quadro Elétrico;
- b) Nome do fabricante;
- c) Ano e local de fabricação;
- d) Tipo ou série de fabricação;
- e) Tensão e frequência nominais;
- f) Tensão máxima de operação;
- g) Corrente nominal;
- h) Máxima corrente de curto-circuito;
- i) Nível básico de isolamento;
- j) Peso do Quadro Elétrico.

7.3.38. Ventilação

Os Quadros Elétricos devem possuir sistema de ventilação, equipada com filtros removíveis que impeçam a entrada de insetos e objetos estranhos. O sistema de ventilação deve ser projetado de forma que seja mantida a temperatura interna do quadro que garanta a integridade de todos os seus componentes, não podendo ser superior à 45°C, para uma temperatura ambiente, externa a quadro, de 35°C.

Os Quadros Elétricos com partida através de inversores de frequência e softstarters devem possuir sistema de ventilação e exaustão forçada, devidamente intertravados com o funcionamento do equipamento. O sistema de ventilação e exaustão deve ser dimensionado seguindo as recomendações do fabricante do inversor e softstarters acrescido de um fator de segurança de 25%. Os cálculos devem ser elaborados considerando a perda de carga causada pelos filtros e venezianas

Para os demais Quadros Elétricos as aberturas deverão ser suficientes para transferir para o exterior, por ventilação natural, o calor gerado por condutores e/ou componentes.

O Fornecedor do Quadro Elétrico deve levar em consideração, no dimensionamento do sistema de ventilação, que não serão utilizados ar-condicionado na sala elétrica e nem acoplado ao Quadro Elétrico.

7.3.39. Resistor de aquecimento

Deve ser previsto instalação de resistor de aquecimento, com o respectivo termostato regulável, em cada Quadro Elétrico ou coluna do CCM, de potência suficiente para evitar condensação de umidade nos componentes.

Nos acionamentos de motores, a resistência de aquecimento deve possuir intertravamento para ser deligada quando o motor estiver em operação.

A tensão para alimentação dos resistores será de 220 V, 60 Hz.

Deverão ser previstos meios de se energizar estes resistores durante o período de armazenagem, sem que para isto seja necessária a retirada total ou parcial da embalagem do equipamento.

Os QDCs instalados em locais de baixa umidade como laboratórios e escritórios, dispensam o uso de resistor de aquecimento.

7.3.40. Iluminação e tomada

Os Quadros Elétricos devem possuir iluminação interna através de lâmpadas LED, de potência suficiente, em 220 V, 60 Hz, localizada preferencialmente no teto. O comando de iluminação far-se-á automaticamente através de interruptor pela abertura da porta.

Nos Quadros Elétricos de acionamento (QCM e CCM) e de automação (PDA) deve ser instalada uma tomada para manutenção em 220 V - 10A - bifásica (2 fases + terra). Essa tomada deve ter identificação do seu nível de tensão através de plaqueta acrílica afixada no espelho da mesma. No caso de CCM, devem ser instaladas, uma tomada por coluna.

O QGBT e QDC dispensam a instalação de tomada de serviço.

Para o QDC instalado em laboratórios e escritórios, dispensa-se a instalação de iluminação interna.

7.3.41. Porta documentos

Os Quadros Elétricos devem ser fornecidos com porta documento afixado externamente em sua lateral ou em parede próxima, o que for mais adequado e apropriado para guarda dos respectivos desenhos, permitindo-se acesso aos mesmos sem a necessidade de abertura da porta do painel.

Para o caso de quadros de distribuição (QDC), não é necessário o fornecimento de porta documentos, devendo ser afixado na parte interna da porta, o diagrama trifilar do quadro com a identificação de todos os circuitos em material autocolante.

7.3.42. Características dos componentes internos aos Quadros Elétricos

Disposições gerais

Os componentes internos aos Quadros Elétricos devem suportar temperatura mínima de 45°C em condições normais de operação, mantendo-se as características elétricas mínimas definidas por esta norma e pelo projeto de referência, e temperatura mínima de 50°C permitindo-se redução das características elétricas de, no máximo, 2% / °C, no intervalo entre 45° e 50°C.

Os equipamentos com circuitos eletrônicos devem ter suas placas de circuito impresso revestida com verniz apropriado à proteção dos mesmos para operação em ambientes agressivos, típicos de sistemas de tratamento de esgoto e sistemas de tratamento de água.

Os componentes a serem instalados nos Quadro Elétricos devem possuir certificação de conformidade de, pelo menos, uma das seguintes organizações: a) Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO; b) Underwriters Laboratories – UL; c) Certificação Europeia – CE.

Todos os componentes dos Quadros Elétricos devem ser dimensionados em função da corrente nominal do circuitos e motores, ou seja, devem levar em consideração o fator de potência e o rendimento.

Disjuntor termomagnético

Os disjuntores a serem usados nos Quadros Elétricos (tripolares, bipolares e monopulares) devem ser do tipo termomagnéticos, ou seja, equipados com disparador térmico de sobrecarga e magnético fixos ou ajustáveis, conforme indicação no projeto de referência, proporcionando coordenação e seletividade adequadas, curvas características de atuação e corrente nominal conforme natureza da carga.

As características dos disjuntores devem ser definidas no projeto de referência levando em consideração o sistema elétrico onde o Quadro Elétrico será inserido, porém não devem ser inferiores a:

- a) Tensão de Isolação mínima (U_i): 500Vca;
- b) Tensão de Operação (U_e): 440Vca;
- c) Frequência Nominal: 60Hz;
- d) Capacidade de interrupção mínima em curto circuito: ✓ 5kA em 220V (monopulares, bipolares e tripolares até 100A); ✓ 10kA em 220V (monopulares, bipolares e tripolares acima de 125A, inclusive).

Todos os disjuntores devem ser fornecidos com dispositivo que permita o travamento do mesmo, na posição desligado, utilizando cadeado.

Demais características devem ser conforme norma ABNT NBR IEC 60.947-2.

Disjuntor motor

Todos os disjuntores para proteção de motores serão do tipo “disjuntor motor” tripolares, equipados com disparador térmico de sobrecarga e magnético.

Devem possuir disparador térmico de sobrecarga ajustável a partir do ajuste da corrente nominal. A faixa de ajuste de corrente do disjuntor deve ser definida de forma que a corrente nominal do motor a ser acionado fique o mais próximo possível da faixa inferior do ajuste.

As características dos disjuntores motor devem ser definidas no projeto de referência levando em consideração o sistema elétrico onde o Quadro Elétrico será inserido e as características do motor, porém não devem ser inferiores a:

- a) Tensão de Isolação mínima (U_i): 500Vca;
- b) Tensão de Operação (U_e): 440Vca;
- c) Frequência Nominal: 60Hz;
- d) Capacidade de interrupção mínima em curto circuito: 30kA em 220V;
- e) Indicação de Ligado/Trip/Desligado; f) Sensíveis a falta de fase

Todos os disjuntores devem ser fornecidos com dispositivo que permita o travamento do mesmo, não posição desligado, utilizando cadeado.

Demais características devem ser conforme norma ABNT NBR IEC 60.947-2 e ABNT NBR IEC 60.947-4-1.

Chave seccionadora sob carga

As chaves seccionadoras sobre carga devem ser dimensionadas com fator de segurança de 1,25 vezes superior à corrente nominal. Para o caso de seccionadoras instaladas na entrada de softstarters ou inversores de frequência, o fator de segurança a ser aplicado é de 1,10 vezes superior à corrente nominal do softstarter ou inversor de frequência.

As características das seccionadoras sob carga devem ser definidas no projeto de referência levando em consideração a carga a ser operada, porém não devem ser inferiores a:

- a) Tensão de Isolação mínima (U_i): 500Vca;
- b) Tensão de Operação (U_e): 440Vca;
- c) Frequência Nominal: 60Hz;
- d) Número de Polos: 3;
- e) Categoria de utilização: AC-23A.

As seccionadoras devem ser fornecidas com dispositivo que permita o travamento da mesma, não posição desligado, utilizando cadeado.

Demais características devem ser conforme norma ABNT NBR IEC 60.947-3.

Contator eletromagnético

Os contatores para manobra de circuitos de potência devem ser dimensionados com fator de segurança de 1,25 vezes superior à corrente nominal da carga a ser acionada e serem

específicos para categoria de utilização definida na norma ABNT NBR IEC 60.947- 4-1. Para o caso de contadores instalados na entrada de softstater, o fator de segurança a ser aplicado é de 1,10 vezes superior à corrente nominal do softstater.

As características dos contadores devem ser definidas no projeto de referência levando em consideração a carga a ser operada, porém não devem ser inferiores a:

- a) Tensão de Isolação mínima (U_i): 500Vca;
- b) Tensão de Operação (U_e): 440Vca;
- c) Frequência Nominal: 60Hz; d) Número de Polos: 3;
- e) Tensão de acionamento da bobina: 220Vca ou 24Vcc (conforme projeto de referência);
- f) Categoria de utilização: AC-3 para acionamento de motores e AC-6b para acionamento de bancos de capacitores.

As bobinas dos contadores devem suportar sobretensão de 10% e fechar com segurança, com 80% da tensão nominal.

Os contadores para acionamento de banco de capacitores devem possuir resistores de pré-carga para limitar as correntes de in-rush quando os capacitores são manobrados.

Demais características devem ser conforme norma ABNT NBR IEC 60.947-4-1.

Softstarter

As Chaves de Partida e Parada Suave (softstarters) devem ser utilizadas para partida e parada de motores onde se verifique a necessidade de redução da corrente de partida para atender aos critérios da concessionária de energia.

Os softstarters devem ser dimensionados com fator de segurança de, no mínimo, 1,25 vezes superior à corrente nominal da carga a ser acionada, em regime contínuo, e possuir as características definidas no projeto de referência, porém deve apresentar as seguintes características mínimas:

- a) Controle de Tensão nas 3 (três) fases;
- b) By-pass trifásico incorporado;
- c) Rampa de Tensão na aceleração e desaceleração;

- d) Permitir, no mínimo, 4 (quatro) partidas por hora;
- e) Mínimo de 2 (duas) entradas discretas programáveis;
- f) Mínimo de 2 (duas) saídas discretas a relé;
- g) Fazer a medição de corrente e tensão;
- h) Proteções:
 - ✓ Falta de Fase na Alimentação;
 - ✓ Falta de Fase na saída para o motor;
 - ✓ Sobretemperatura interna;
 - ✓ Sobrecorrente;
 - ✓ Sobrecarga no motor.

Os softstarters devem ser fornecidos com Interface Homem Máquina – IHM, destacável, com suporte e acessórios para instalação na porta do Quadro Elétrico. Deve permitir a operação e configuração das funções do softstarter e ser protegida por senha.

O fornecedor do Quadro Elétrico, deve fazer a configuração do softstarter para que o mesmo apresente, de forma simultânea, na tela inicial da IHM as medições de: Tensão de entrada, tensão de saída e corrente de saída.

Os softstarters devem, obrigatoriamente, ser protegidos por fusíveis ultrarrápidos instalados em base e com sistema de retirada dos mesmos. Estes fusíveis devem ser dimensionados para garantir a integridade dos elementos semicondutores internos aos softstarters na ocorrência de curto circuitos. Devem ser dimensionados conforme recomendações do fabricante, levando em consideração que o fusível deve abrir quando atingir, no máximo, 75% da capacidade térmica I² t dos semicondutores.

Todos os elementos do circuito de força devem ser projetados para a corrente nominal do softstarter fornecido.

Inversor de Frequência

Os Inversores de Frequência devem ser utilizadas para acionamento onde se verifique a necessidade de variação da velocidade da carga a ser operada. Devem possuir capacidade de torque para atender às características da carga a ser acionada.

Em localidades onde não houver o fornecimento de energia trifásica e verificada a viabilidade técnica, poderá ser utilizado inversor de frequência sendo alimentado por uma rede bifásica para acionamento de um motor trifásico. Neste caso, o fabricante deverá atestar a capacidade do inversor de frequência trabalhar nestas condições mantendo-se a sua garantia.

Os inversores de frequência devem ser dimensionados com fator de segurança de, no mínimo, 1,25 vezes superior à corrente nominal da carga a ser acionada, em regime contínuo, e possuir as características definidas no projeto de referência, porém deve apresentar as seguintes características mínimas:

- a) Eficiência: >95%;
- b) Permitir, no mínimo, 4 (quatro) partidas por hora;
- c) Mínimo de 3 (três) entradas discretas programáveis;
- d) Mínimo de 2 (duas) saídas discretas a relé;
- e) Mínimo de 1 (uma) entrada analógica de 4-20mA;
- f) Mínimo de 1 (uma) saída analógica de 4-20mA;
- g) Fazer a medição de corrente e tensão de entrada e saída;
- h) Capacidade de sobrecarga: mínimo de 110% por 60s;
- i) Filtro RFI (Radio-Frequency Interference) incorporado;
- j) Função de controle PID incorporada;
- k) Proteções:
 - ✓ Falta de fase na Alimentação;
 - ✓ Falta de fase na saída para o motor;
 - ✓ Sobretensão e subtensão;
 - ✓ Sobretemperatura interna;
 - ✓ Sobrecorrente;
 - ✓ Sobrecarga no motor;
 - ✓ Curto circuito na saída.

Para o caso descrito no item 16.7.2, a corrente do inversor de frequência deve ser, no mínimo, 2,165 vezes a corrente nominal do motor, que corresponde à aplicação da correção de corrente relativa à potência aparente do motor trifásico aplicada em um circuito bifásico, ou seja, $\sqrt{3}$ 2 vezes maior além do fator de segurança de 1,25.

Os inversores de frequência devem ser fornecidos com Interface Homem Máquina – IHM, destacável, com suporte e acessórios para instalação na porta do Quadro Elétrico. Deve permitir a operação e configuração das funções do inversor de frequência e ser protegida por senha.

O fornecedor do Quadro Elétrico, deve fazer a configuração do inversor de frequência para que o mesmo apresente, de forma simultânea, na tela inicial da IHM, as medições de: Tensão de entrada, frequência e corrente de saída.

Os inversores de frequência devem, obrigatoriamente, ser protegidos por fusíveis ultrarrápidos instalados em base e com sistema de retirada dos mesmos. Estes fusíveis devem ser dimensionados para garantir a integridade dos elementos semicondutores internos aos inversores de frequência na ocorrência de curto circuitos. Devem ser dimensionados conforme recomendações do fabricante, levando em consideração que o fusível deve abrir quando atingir, no máximo, 75% da capacidade térmica I² t dos semicondutores.

O inversor de frequência deve ser fornecido com reatância de rede ou no link CC de forma a atender aos limites de emissão de corrente harmônica definidos pela norma IEC 61000-3-12, incluído os inversores com corrente nominal superior a 75A.

O inversor (ou conjunto de inversores operando simultaneamente em uma mesma instalação) com corrente nominal igual ou superior a 200A em 220V (ou 100A em 440V) deve, obrigatoriamente, ser fornecido com filtro de entrada (reatância ou filtro passivo sintonizado) que garanta um fator de potência igual ou superior a 0,92, com o inversor a 75% da carga nominal. No caso de conjunto de inversores o filtro deve ser individual, ou seja, para cada inversor fornecido, considerando filtros passivos, ou para um conjunto de cargas quando utilizado filtro ativo.

A comprovação do item anterior será por meio da apresentação de estudo que comprove que o filtro utilizando garante o fator de potência igual ou superior a 0,92. Este estudo deve ser apresentado juntamente com o projeto construtivo, pela empresa CONTRATADA para o fornecimento.

Todo inversor de frequência deve ser fornecido com sistema de compensação dos efeitos de descargas parciais provocado pelo inversor (devido ao alto chaveamento da frequência de saída) nos cabos de interligação e no motor, da seguinte forma:

- a) Para distâncias menores ou iguais a 100 metros: compensação mínima para 100 metros;
- b) Para distâncias maior que 100 metros: compensação conforme a distância de projeto com 25% de fator de segurança.

Para acionamento de motores de potência elevada, a compensação descrita no item anterior deve ser realizada, obrigatoriamente, por meio da instalação de reatâncias, filtro RLC ou filtro dV/dt na saída do inversor.

Todos os elementos do circuito de força devem ser projetados para a corrente nominal do inversor de frequência fornecido.

Transformador de corrente

Os transformadores de corrente para medição devem possuir as seguintes características mínimas:

- a) Corrente secundária nominal: 5A;
- b) Corrente primária nominal: conforme projeto de referência;
- c) Classe de exatidão (ANSI): 1,2C;
- d) Fator térmico: 1,5.

Os transformadores de corrente para proteção devem possuir as seguintes características mínimas:

- a) Corrente secundária nominal: 5A;
- b) Corrente primária nominal: conforme projeto de referência;
- c) Classe de exatidão (ANSI): 20B;
- d) Fator de sobrecorrente: $20I_n$; e) Fator térmico: 1,5.

Multimedidor de Grandezas Elétricas - MMGE

O Multimedidor de grandezas elétricas (MMGE), eletrônico, microprocessado e programável, para medição de sistemas elétricos monofásicos, bifásicos e trifásicos, em baixa tensão. Deve ser próprio para instalação na porta dos Quadros Elétricos.

Deverá ser provido de display iluminado e teclado para possibilitar efetuar a programação diretamente no equipamento e visualização simultânea de, no mínimo, 3 grandezas. Dotado de porta de comunicação para leitura dos dados medidos e programação através de PC local.

Deve fazer a leitura de, no mínimo, as seguintes variáveis:

- a) Tensão e corrente para as três fases e valores médios;
- b) Potência ativa, reativa e aparente;
- c) Fator de potência;
- d) Frequência;
- e) Distorção harmônica total de corrente e tensão;
- f) Energia consumida.

O MMGE deve ser fornecido com porta de comunicação, compatível com a tecnologia utilizada no painel de automação local, para enviar os dados de medição ao sistema de monitoramento remoto.

Amperímetros

Os amperímetros devem ser fornecidos com as seguintes características mínimas:

- a) Tipo: Ferro Móvel;
- b) Faixa de medição: $1,5I_n$ de projeto;
- c) Forma de onda: Senoidal, 60Hz;
- d) Sobrecarga permanente: $1,2I_n$;
- e) Sobrecarga de curta duração: $10I_n/0,5\text{seg}$;
- f) Classe de Precisão: 1,5%; g) Dimensões: 96x96mm.

Voltímetros

Os voltímetros devem ser fornecidos com as seguintes características mínimas:

- a) Tipo: Ferro Móvel;
- b) Faixa de medição:
 $\sqrt{0}$ a 300V, em sistemas 127/220V;

✓ 0 a 500V, em sistemas 254/440V;

c) Forma de onda: Senoidal, 60Hz

d) Sobretensão permanente: $1,2V_n$;

e) Sobretensão de curta duração: $2xV_n/0,5\text{seg}$;

f) Classe de Precisão: 1,5%;

g) Dimensões: 96x96mm.

Sinaleiros e botoeiras

Os sinaleiros devem ser do tipo multiled para instalação semi embutida, furação Ø22mm e devem obedecer aos seguintes códigos de cores:

- a) Equipamento desligado/válvula aberta: Verde;
- b) Equipamento ligado/válvula fechada: Vermelha;
- c) Proteções: Amarela;
- d) Indicação de demais status de equipamento: Branca.

As botoeiras devem ser do tipo pulsador para instalação semi embutida, furação Ø22mm e devem obedecer aos seguintes códigos de cores.

- a) Comando Liga/Abre: Verde;
- b) Comando Desliga/Fecha: Vermelha;
- c) Emergência: Vermelha;
- d) Reset de alarmes: Amarela;
- e) Teste de Lâmpadas: Preta.

Todos os quadros que não possuam indicação de tensão, quer seja através de multimedidores, quer seja através de voltímetro, deve ter um sinalizador na porta frontal, na cor vermelha e com plaqueta de identificação “Equipamento Energizado”, exceto QDC localizados em laboratórios ou escritórios.

Dispositivos de Proteção Contra Sobretensões - DPS

Os dispositivos de proteção contra surtos e transitórios devem ser coordenados com os dispositivos à montante, interligados entre fases e terra e entre neutro e terra, conforme indicado nos respectivos projetos de referência.

O DPS deve ser projetado em conformidade com o sistema elétrico ao qual será inserido, porém, devem ter no mínimo as seguintes características:

DPS CLASSE I/II, que corresponde à proteção combinada contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas diretas a edificação ou em suas proximidades, sobretensões de origem atmosférica transmitidas pela linha externa de alimentação e contra sobretensões de manobras:

- a) Nível de proteção (U_p): máximo de 1,5kV;
- b) Máxima tensão de operação contínua (U_c): mínimo de 1,1xVf (tensão fase-neutro);
- c) Corrente de Impulso (I_{imp}): mínimo de 12,5kA (10/350 μ s);
- d) Corrente de descarga nominal (I_n): mínimo de 20kA (8/20 μ s).

DPS CLASSE II, que corresponde à proteção contra sobretensões de origem atmosférica transmitidas pela linha externa de alimentação e contra sobretensões de manobra:

- a) Nível de proteção (U_p): máximo de 1,5kV;
- b) Máxima tensão de operação contínua (U_c): mínimo de 1,1xVf (tensão fase-neutro);
- c) Corrente de descarga nominal (I_n): mínimo de 20kA (8/20 μ s).

Controlador Lógico Programável - CLP

Os CLPs devem ser utilizados em aplicações onde o nível de complexidade relativo ao comando indiquem o uso desta solução. Também devem ser utilizados em aplicações que utilizem redes de campo para comunicação com os equipamento e/ou redes de controle para comunicação com sistemas de supervisão.

O CLP terá a finalidade de fazer aquisição dos dados de processo, e após processá-los, enviar os sinais de comando para os elementos finais de controle. Também colocará à disposição os dados necessários para o Sistema Digital de Supervisão e Controle, de onde receberá os comandos remotos, quando for o caso.

O CLP deve ter a robustez necessária para instalação industrial, em atmosfera sujeita a umidade e sólidos em suspensão, imunidade a ruídos elétricos, magnéticos e interferência de alta frequência.

Todos os cartões devem ser protegidos contra contatos acidentais, ter todas as partes condutoras de encaixe (terminais e bornes) de alta condutividade elétrica.

A fiação destinada às entradas e saídas do CLP devem ser ligadas a conectores extraíveis que devem possibilitar a troca dos módulos sem necessidade de ferramentas e sem a remoção da fiação.

Os sinais de entradas e saídas discretas do CLP devem ser isolados eletricamente dos sinais de campo, de forma a evitar que eventuais distúrbios de campo danifiquem os semicondutores do CLP. Este isolamento deve ser realizado utilizando bornes relé ou contadores auxiliares. Para os sinais analógicos devem ser previstos bornes fusíveis. Para o caso de distâncias elevadas em áreas externas, com possibilidade de sobretensões, deve ser avaliado o uso de protetores de surto ou isoladores galvânicos, conforme as características necessárias a proteção das entradas analógicas. Os sinais de rede de campo devem ser protegidos por supressores de surtos adequados.

O CLP deve, obrigatoriamente, possuir driver de comunicação com os principais softwares de supervisão existentes no mercado. A comunicação entre o CLP e os níveis superiores (supervisão, gestão, manutenção, etc.) deve ser feita através de rede Ethernet com protocolo TCP/IP.

Todos os acessórios necessários à conexão de uma estação remota (notebook) ao CLP devem ser fornecidos pelo Fornecedor do Quadro Elétrico.

Os projetos de referência e construtivos que utilizem CLP devem ser fornecidos com memorial descritivo onde deve ser detalhada todas as lógicas que devem ser implementadas internamente. Esse descritivo deve ter informações suficiente para interpretação do diagrama funcional, precisando quais as interações entre entradas e saídas do CLP. Também junto ao memorial descritivo deve ser apresentada a relação de entradas e saídas do CLP.

O Quadros Elétricos que utilizem CLP devem ser fornecidos devidamente programados conforme lógica de funcionamento da unidade onde o mesmo será instalado. Estes programas devem ser validados por meio de testes funcionais a serem realizados durante a inspeção em fábrica. É responsabilidade da CONTRATADA a elaboração de todo arranjo necessário a realização dos testes funcionais.

Os programas desenvolvidos para os CLPs devem ser devidamente comentados e entregues ao SAAE abertos, ou seja, não podem ser protegidos por senha, ou quando protegidos por senhas, estas devem ser informadas na documentação entregue ao SAAE.

Os programas dos CLPs devem ser submetidos a análise do SAAE juntamente com o projeto construtivos dos Quadros Elétricos.

Os CLPs devem ser fornecidos juntamente com seu software de configuração e programação, este software deve ser aberto ou devidamente licenciado para utilização pelo SAAE. Esse licenciamento deve permitir a utilização de todas as funcionalidades disponíveis no software.

O software deve possibilitar a comunicação com o CLP para a realização de diagnósticos, configurações, controle de execução do programa, monitoração e alteração de valores de variáveis. Deve ainda permitir alterações no programa on-line, sem a necessidade de parar sua execução.

O software de programação deve permitir a criação de comentários de instrução, mnemônicos para palavras e bits e comentários de linha associados a qualquer endereço, para facilitar a documentação do programa. Os comentários devem permanecer junto com o programa fonte na operação de Upload e Download.

O CLP deve possuir memória não volátil de forma a manter o seu programa fonte na falta de energia. Após o reestabelecimento da energia, o CLP deve entrar em operação novamente sem a necessidade de intervenção humana.

O CLP deve, obrigatoriamente, possuir programação compatível com a norma IEC 61131-3. Deve possuir as instruções, funções e blocos de função conforme norma IEC 61131-3. A lista abaixo relaciona as instruções, funções e blocos de funções exigidas como características mínimas.

- a) Operações lógicas (E, OU, Negação e suas combinações);
- b) Detecção de borda de subida/descida;
- c) Set/reset de variáveis de saída;
- d) Temporizadores na energização e desenergização;
- e) Contador crescente/decrecente;

- f) Adição, subtração, multiplicação e divisão em todos os tipos de dados numéricos suportados;
- g) Operações booleanas em palavras e bytes;
- h) Cálculo de escala (conversão para valores de engenharia);
- i) Funções de comparação (>, =, <=, =, <>, limites);
- j) Operações com ponto flutuante;
- k) Instruções de manipulação de palavras e bits:
 - ✓ Deslocamento à direita e esquerda;
 - ✓ Rotação à direita e esquerda;
 - ✓ Seleção binária, multiplex e demultiplex;
 - ✓ Conversão binária-BCD/BCD-binária.
- l) Bloco PID.

Os requisitos apresentados neste item são mínimos para o fornecimento de Quadros Elétricos com CLP, devendo o Fabricante atender às demais exigências do projeto de referência e especificação do CLP

7.4. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA GRUPO MOTOR GERADOR A DIESEL

7.4.1. Introdução

O objetivo da presente Especificação é fixar diretrizes e procedimentos básicos a serem observados na fabricação, fornecimento, execução de testes de fábrica, transporte, instalação e “start up”, de GRUPOS GERADORES A DIESEL para acionamento automático e eventual no caso de falha e/ou intermitência no fornecimento de energia elétrica para as Elevatórias de Esgotos (EEE), considerando a alimentação de seus painéis de comando com partida de bombas por inversor de frequência, iluminação externa e demais cargas auxiliares, no município de BOM JESUS - PIRAPORA, Minas Gerais.

O objeto do fornecimento consistirá em um GRUPO GERADORE ACIONADO POR MOTOR DIESEL, com as características técnicas apresentadas nesta especificação.

A partida e parada dos grupos geradores deve ser automática, a bateria fornecida e montada na base do grupo gerador e o tanque de combustível incorporado nesta mesma base do grupo gerador.

O regime de operação deste grupo gerador poderá ser eventual (“stand-by”) ou “prime” sempre que ocorrer falhas e/ou intermitências no fornecimento de energia elétrica pela prestadora deste serviço (CEMIG).

Os equipamentos fornecidos deverão atender à presente especificação e aos projetos da elevatória, bem como, os requisitos pertinentes às normas das seguintes entidades:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ISO – International Organization for Standardization;
- IEC - International Electrotechnical Commission;
- DIN - Deutsches Institut für Normung;
- ASTM - American Society for Testing and Material;
- ANSI - American National Standard Institute;
- AWS - American Welding Society;
- AWWA – American Water Works Association;
- HI - Hydraulic Institute;
- AISI - American Iron and Steel Institute.

O Fornecedor poderá sugerir normas similares, desde que justifique as vantagens de sua utilização, mostrando com clareza as diferenças existentes e anexando cópias das mesmas, ficando a critério do SAAE sua aceitação.

7.4.2. Características Técnicas e Construtivas

A função dos grupos geradores será manter a condição de operação da Elevatória onde foi instalado, mesmo que ocorra alguma falha e/ou intermitência no fornecimento de energia elétrica pela CEMIG, evitando paralisações no recalque do esgoto bruto.

Foi previsto na EEE, sala para abrigo do grupo gerador. Para verificação da adequabilidade do gerador à sala disponível, e dimensionamento para construção da base de alvenaria necessária para instalação do mesmo, bem como, encaminhamento dos cabos elétricos de interligação do grupo gerador às instalações elétricas da elevatória, o Fornecedor deverá considerar o projeto da referida elevatória.

7.4.3. Características Gerais e Específicas

Potência Atendida

Os grupos geradores a diesel deverão atender às seguintes condições de carga:

- **Elevatória de Esgoto (EEE):**

O gerador deverá prover energia suficiente para partir o conjunto moto-bomba da unidade, a partir de seu repouso, considerando que o quadro de comando de motor é equipado com inversor de frequência.

A potência do conjunto moto-bomba da EEE é **26cv**, trifásico, 220V. Para suprir o atendimento na partida do motor, utilizando-se inversor de frequência, foi estimado que o gerador deverá possuir potência nominal, no mínimo, igual ou acima demanda da EEE.

Portanto, a potência mínima do gerador a diesel da EEE deverá ser **30kVA**, trifásico, 220V, conforme memória de cálculo deste projeto.

Caberá ao **Fornecedor** do gerador, com base nas informações deste projeto, e também nas características construtivas e operacionais do seu gerador, verificar se a potência mínima aqui exigida atende à necessidade de partida e operação da carga da Elevatória.

Motor e Gerador

O motor do grupo geradore deverá atender, no mínimo, às características a seguir:

- Motor de 4 tempos;
- Refrigeração a água por radiador;
- Aspiração: Natural;
- Sistema elétrico: alternador para carga de bateria e motor de partida em 12 Vcc;
- Regulagem de velocidade: mecânica.

O gerador deverá atender, no mínimo, às características a seguir:

- Gerador síncrono, sem escovas (Brushless), trifásico, classe de isolamento H, com impregnação a vácuo, ligação estrela com neutro acessível, 4 pólos, de mancal único com acoplamento por discos flexíveis, enrolamento do estator com passo encurtado, com excitatriz rotativa e regulador eletrônico de tensão;
- Fator de potência 0,8;

- Tensão nominal: 220V trifásico, 60 Hz;
- Grau de proteção: IP21.

Base Metálica

O grupo gerador deverá ser fornecido com base metálica em aço carbono ASTM A36 construída em longarinas de chapa dobrada tipo "U", com travessas soldadas, suportes de apoio para motor e gerador e pontos para colocação dos amortecedores de vibração.

Deverá ser fornecido, também, amortecedores de vibração de elastômero, com corpo metálico resistente a cisalhamento, montados entre o motor/gerador e a base metálica.

Quadro de Comando

Painel de comando e proteção micro processado, montado junto ao grupo gerador ou junto ao QTA, totalmente automático, compartimentos separados para comando e força, com visor digital para supervisionamento externo dos instrumentos, operação por controle automático e manual, supervisão da corrente alternada comandando a partida e parada do grupo gerador, registro de eventos, possibilidade de testes, indicação de tensões, correntes, frequência, temperatura do motor e pressão do óleo, horímetro, indicação de modo de operação, proteção contra: sub e sobre tensões, sobre correntes, sobre frequência e subfrequência, alta temperatura da água e baixa pressão do óleo, programador horário para partidas e paradas pré determinadas.

Deverá possuir sinalização do modo de operação, indicação de alarme ativo, status do grupo gerador, status da chave de grupo, status da chave de rede.

Deverá possuir proteções contra sobre / subtensão; sobre / subfrequência; sobre / subtensão de bateria; alta temperatura da água; baixa pressão do óleo lubrificante.

Deverá, ainda, possibilitar a programação por horário para partidas e paradas

Circuito de Força

O circuito de força do grupo gerador poderá estar no interior do QTA, em compartimento separado do circuito de comando, devendo possuir disjuntor tripolar de proteção contra curto-

circuito e sobrecarga, chave de transferência composta por dois contadores, tripolares, montada no compartimento de força do quadro de comando.

Tanque de Combustível, Cabine Acústica e Outros

Deverá ser fornecido com o grupo gerador o seguinte itens, além dos já enumerados:

- Tanque de combustível de consumo, com graduação de nível e capacidade mínima para 6 horas em operação a plena carga;
- Cabine Acústica / Carenagem deverá ser composta de dispositivos e tratamentos acústicos com nível máximo de ruído de 75 dB(A) a 1,5 metros de distância, com portas de acesso ao motor e ao painel de controle / comando além de possibilidade de visualização externa do visor digital desse painel de comando, construção com chapas de aço carbono fixadas entre si e entradas e saídas de ar;
- Sistema de escapamento e descarga de gases montado no interior da carenagem;
- Baterias dotadas de cabos e terminais;
- Carregador automático de baterias;
- Regulador eletrônico de velocidade e pré-aquecimento do líquido refrigerante.

A base metálica, motor, alternador, painel de comando, radiador e proteção deverão receber tratamento anticorrosivo com pintura protetiva conforme padrão do fabricante e a cabine acústica / carenagem deverá receber tratamento anticorrosivo com pintura protetiva com espessura mínima de película seca de 100 micrometros e cores de acabamento conforme padrão do fabricante.

Deverá ser instalada / fixada internamente à Cabine Acústica / Carenagem do grupo gerador uma bacia de contenção de líquidos com dreno ou deverá ser confeccionada externamente à Cabine Acústica / Carenagem do grupo gerador uma bacia de contenção em alvenaria com caixa de separação de água e óleos interligada a rede pluvial da instalação, sendo que qualquer uma dessas duas opções de bacias de contenção deverão ter a capacidade de suportar até 110% de todos os líquidos contidos no interior da Carenagem (óleos, lubrificantes, fluídos de arrefecimento).

7.4.4. Escopo de Fornecimento

Na fase de entrega e execução dos serviços, o Fornecedor será responsável pelo seguinte escopo de fornecimento:

- Um grupo gerador a diesel completo, conforme esta especificação, para a EEE de BOM JESUS - PIRAPORA;
- Todos os recursos materiais e aparelhos de medição certificados necessários para realização dos ensaios na fábrica;
- Embalagem adequada e o transporte do grupo gerador até o local da obra;
- Folha de Dados e Desenhos dimensionais do grupo gerador;
- Manual técnico de operação, instalação e manutenção do grupo gerador;
- Catálogos técnicos do grupo gerador e seus acessórios;
- Desenvolvimento dos projetos executivos civil e eletromecânico para instalação / interligação do grupo gerador completo considerando-se o projeto básico fornecido e eventuais esclarecimentos prestados pelo SAAE, incluindo projeto estrutural da base de alvenaria para posicionamento do grupo gerador e projeto detalhando todo o encaminhamento de cabos através de eletrodutos entre o grupo gerador e o painel de transferência, o painel de transferência e o painel de carga. O prazo para análise e aprovação pelo SAAE dos projetos executivos desenvolvidos pelo Fornecedor é de 20 dias úteis, inclusos no prazo total de entrega dos serviços escopo desta Especificação e contados após o recebimento formal desses projetos pelo SAAE;
- Fornecer todos os acessórios e materiais necessários para execução da instalação e interligação do grupo gerador completo;
- Instalação e interligação completas do grupo gerador pelo Fornecedor, conforme projetos executivos desenvolvidos. O Fornecedor estará autorizado a iniciar os serviços necessários para instalação do grupo gerador na elevatória, após a análise e aprovação desses projetos executivos pelo SAAE;
- Segurança do canteiro de obras durante a execução dos serviços na elevatória e até a entrega técnica ("start up") ao SAAE;
- Recuperação e recomposição das áreas atingidas na execução dos serviços escopo dessa Especificação;
- Bota-fora de todo entulho gerado na execução dos serviços escopo dessa Especificação;
- Execução da entrega técnica ("start up") do grupo gerador pelo fabricante, quando o equipamento estiver devidamente instalado, apto a operar e munido de óleo diesel (tanque com o primeiro abastecimento completo), lubrificantes e líquido de

arrefecimento, os quais deverão ser conferidos e fornecidos por completo para este “start up” pelo próprio Fornecedor;

- Termo de Garantia;
- Data Book completo em “as built” contendo toda a Documentação Técnica requerida nesta Especificação, incluindo os manuais, Relatórios dos testes, desenhos dimensionais, projetos desenvolvidos, dentre outros em 01 via de papel e 01 via digital entregue em CD ou DVD;
- Manutenção do grupo gerador pelo período de 12 (doze) meses contados a partir da entrega técnica (“start up”) do grupo gerador pelo Fornecedor;
- Disponibilização em plena operação para o SAAE do grupo gerador completo, incluindo a realização da entrega técnica (“start up”) em um prazo de, no máximo, 60 dias após a assinatura do contrato de fornecimento entre o Fornecedor e o SAAE.

7.4.5. Placa de Identificação

A placa de identificação do equipamento deverá ser fabricada em aço inoxidável e afixada em local visível, devendo informar, pelo menos:

- Nome do fabricante;
- Tamanho, modelo e tipo do equipamento;
- Mês e ano de fabricação;
- Número da ordem de fornecimento ou do contrato firmado com o SAAE;
- Número de série do equipamento;
- Outros dados dimensionais relevantes que possam facilitar a rastreabilidade, a critério do Fornecedor.

7.4.6. Manual Técnico

Junto com o equipamento deverá ser fornecido um manual contendo minimamente as seções conforme descrito abaixo:

Seção 1 – Manuseio

Esta seção deve conter informações completas e detalhadas quanto ao manuseio dos equipamentos durante o transporte e o armazenamento.

Seção 2 – Montagem

Esta seção deve conter instruções de todos os procedimentos e precauções a serem

observados durante a montagem.

Seção 3 – Operação

Esta seção deve conter instruções para a efetiva operação dos equipamentos, tais como os procedimentos para operação, inclusive uma lista completa de todas as verificações e suas sequências, detalhes de todas as medidas rotineiras, de cuidados e de emergência, recomendações quanto a observações a serem registradas periodicamente, etc.

Seção 4 – Manutenção

Esta seção deve conter instruções detalhadas para possibilitar a manutenção dos equipamentos.

7.4.7. Garantias

Os equipamentos e os serviços executados deverão ser garantidos pelo Fornecedor durante um período de 24 (vinte e quatro) meses após a data de entrega técnica (“start up”) do grupo gerador.

As garantias deverão cobrir quaisquer deficiências de projeto, fabricação, desempenho dos sistemas ou equipamentos, com garantia de assistência técnica própria pelo fabricante no Estado de Minas Gerais e garantia de disponibilidade de peças de reposição para no mínimo cinco (05) anos.

Os documentos de Garantia deverão ser formalmente entregues ao SAAE, neles constando claramente as suas vigências, através de datas de início e término.

7.5. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA INSTRUMENTAÇÃO

7.5.1. Objetivo

A presente especificação tem por objetivo, estabelecer as condições básicas para projeto, fabricação, ensaios e fornecimento da Instrumentação a ser utilizada no Sistema de Esgotamento Sanitário do município de BOM JESUS - PIRAPORA, em implantação pelo SAAE.

7.5.2. Escopo do Fornecimento

O escopo do fornecimento, objeto desta especificação, compreende a instrumentação completa, ensaiada, com a devida entrega dos certificados de aferição em fábrica e a devida calibração em campo, e em condições de entrar em operação, com todas as características,

peças, componentes e acessórios constantes desta Especificação, inclusive aquelas que, embora não explicitamente aqui mencionadas, sejam indispensáveis ao seu perfeito funcionamento e operação.

7.5.3. Normas Adotadas

Os instrumentos devem ser projetados, fabricados, ensaiados e fornecidos de acordo com os itens subsequentes desta especificação e folhas de dados anexas, últimas revisões aplicáveis das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e do Instituto Brasileiro de Petróleo - IBP.

Somente quando as referidas normas da ABNT e do IBP forem incompletas e/ou omissas, ou quando claramente indicado nesta especificação, devem ser utilizadas normas de outras associações.

A Contratada poderá, no entanto, sugerir normas similares de outras associações, desde que justifique as vantagens de sua utilização, mostrando com clareza as diferenças existentes e anexando cópia das mesmas, ficando a critério do SAAE a sua aceitação.

7.5.4. Instalação e Condições Ambientais de Operação

A Instrumentação e equipamentos associados devem ser apropriados para instalação abrigada (ou ao tempo conforme citado nas folhas de dados) e operação sob as seguintes condições ambientais:

- Altitude em relação ao nível de mar 1000m
- Temperatura máxima..... 45°C
- Temperatura mínima..... 05°C
- Temperatura média máxima em 24 horas..... 30°C
- Umidade relativa do ar (média mensal)95 %
- Clima.....Tropical úmido

7.5.5. Descrição Geral

A instrumentação deve ser eletrônica, microprocessada, usando sinais padronizados de 4 - 20 mA e alimentação em 115Vca ou 220Vca ou 24Vcc (conforme indicado em planta).

Cada instrumento deve possuir uma plaqueta de identificação de seu "tag", intercambiável para marcação no campo.

Os instrumentos deverão possuir identificação (TAG's) conforme definido em projeto no fluxograma geral do processo.

Todos os transmissores serão instalados em locais de grande umidade e com presença constante na atmosfera de emanações químicas diversas.

O proponente deverá verificar no projeto a distância real do sensor com o propósito de fornecer o cabo sensor com as dimensões adequadas.

7.5.6. Inspeção

O SAAE reserva-se o direito de realizar por sua conta ou através de representante credenciado, inspeção do equipamento em qualquer fase de projeto ou fabricação, a fim de certificar-se de que o mesmo está sendo projetado, fabricado, ensaiado e acabado conforme itens desta especificação, normas aplicáveis e condições constantes da proposta final de fornecimento.

A Contratada deve assegurar ao comprador ou seu representante o acesso às suas instalações, informações solicitadas e todas as facilidades inerentes à inspeção do equipamento.

7.5.7. Ensaios e Calibração

Ensaios

Todos os ensaios devem estar de acordo com as últimas revisões aplicáveis da ABNT e IBP, e devem ser efetivados na presença do Inspetor do SAAE ou de seu preposto.

Em cada instrumento devem ser efetuados os seguintes ensaios:

- ✓ ensaios de operação mecânica e elétrica individual dos componentes e do conjunto, quando for o caso;
- ✓ ensaios de resistência mecânica e impacto dos instrumentos de campo;
- ✓ ensaio de isolamento;
- ✓ ensaios de fiação;
- ✓ ensaio de precisão e repetibilidade;
- ✓ ensaio de calibração;
- ✓ ensaio de performance.

Outros ensaios podem ser exigidos pelo SAAE de acordo com as características e o tipo do instrumento.

A Contratada deve responsabilizar-se também pela execução e envio dos relatórios de ensaios de peças componentes e acessórios fabricados por terceiros e utilizados em seu equipamento.

Toda a aparelhagem de campo e/ou laboratório, bem como materiais, mão-de-obra e tudo o mais necessário à execução dos ensaios solicitados estão a cargo da Contratada.

Os instrumentos somente serão considerados liberados para remessa após verificação, análise e aprovação pelo SAAE dos ensaios solicitados.

Para tal, devem ser fornecidos todos os relatórios de ensaios solicitados, os quais devem conter no mínimo:

- ✓ identificação dos instrumentos;
- ✓ número da ordem de compra;
- ✓ número da ordem de fabricação;
- ✓ identificação e quantidades de unidades ensaiadas;
- ✓ descrição dos ensaios efetuados com indicação das normas adotadas, aparelhos utilizados, condições ambientais e, obviamente, resultados obtidos;
- ✓ descrição detalhada de todas as inspeções efetuadas.

Calibragem

A calibragem de toda a instrumentação deve ser feita pela Contratada antes do embarque da mesma. Devem ser fornecidos ao cliente, meios para futuras calibrações e para o ajuste fino no campo, como o ajuste de zero e de final de escala.

Todos os certificados de aferição deverão ser entregues ao SAAE.

7.5.8. Sobressalentes

Acessórios sobressalentes que julgar necessários para o "start up" e para manutenção pelo período de 1 (um) ano, bem como ferramentas especiais para montagem e manutenção, caso necessário.

A proposta deve indicar o custo unitário e total dos sobressalentes, devidamente itemizados e em separado dos demais preços.

7.5.9. Documentação Técnica

A Contratada deve enviar o SAAE a documentação abaixo relacionada e outros documentos e informações que julgar necessários à apreciação de sua proposta:

Catálogos e/ou desenhos completos do equipamento, com dimensões, peso, vistas e cortes, detalhes construtivos e detalhes de montagem e fixação;

Lista de material com características de todos os componentes do sistema;

Lista detalhada de peças de reserva recomendadas para o período de 01 (um) ano;

Garantia de fornecimento de peças de reposição;

Lista de ferramentas especiais e instrumentos necessários para a instalação e manutenção do equipamento fornecido.

No máximo 30 (trinta) dias após a assinatura do contrato de fornecimento, devem ser enviados os documentos finais de projeto em 03 (três) conjuntos de cópias em papel sulfite de boa qualidade para análise e aprovação.

Dentre tais documentos devem constar, obrigatoriamente:

Todos os documentos citados acima;

Protocolo de comunicação dos instrumentos, mesmo que no momento a interface de comunicação não esteja sendo utilizada;

Desenhos de dimensões externas e peso de cada volume para transporte;

Manual de instruções para montagem, operação e manutenção do equipamento, contendo diagramas eletrônicos dos cartões utilizados, redigidos obrigatoriamente na língua portuguesa.

Detalhes típicos de montagens dos instrumentos, com a respectiva lista de material.

O SAAE irá verificar e analisar tais documentos e emitirá parecer técnico que poderá ter uma

das seguintes classificações: "APROVADO", "APROVADO COM COMENTÁRIOS" e "NÃO APROVADO".

Todos os documentos classificados como "APROVADOS COM COMENTÁRIOS" ou "NÃO APROVADOS", devem obrigatoriamente ser modificados pela Contratada, sem ônus adicional o SAAE.

No mínimo 20 (vinte) dias antes do início dos ensaios dos instrumentos, a Contratada deve comunicar e enviar o SAAE 3 (três) conjuntos de cópias heliográficas dos documentos finais relativos ao fornecimento.

Nota: Na proposta deverá ser informada a possibilidade do fornecimento de toda ou parte da documentação exigida, em língua portuguesa, ser apresentada em CD, devendo, neste último caso, informar o editor de texto utilizado.

Após os ensaios e liberação da instrumentação, deve ser fornecido um conjunto de documentos executados com os símbolos da ABNT, dentro dos formatos A1, A2, A3 ou A4. Todos os documentos pertinentes ao presente fornecimento (projetos, memórias, manuais, relações de materiais, etc.) deverão ser entregues em meio magnético (CD). Os desenhos em AUTOCAD RELEASE 14 em arquivos editáveis. DWG e serem apresentados, para análise, plotados em papel SULFIT, os textos em WORD 97 e EXCEL nos formatos.DOC e .XLS respectivamente, também editáveis, conforme Norma T-181/0, do SAAE.

Os desenhos e documentos em formato A3 e A4 deverão necessariamente possuir “Capa de Apresentação”.

O SAAE reserva-se o direito de solicitar, além da documentação já mencionada, todas as informações que julgar necessárias à aprovação, instalação, operação e manutenção da instrumentação.

A aprovação pelo SAAE dos documentos finais de projeto, não exime a Contratada de responsabilidade sobre o bom desempenho e operação dos instrumentos.

7.5.10. Acondicionamento e Marcação

Os instrumentos devem ser adequadamente acondicionados para transporte rodoviário e armazenamento abrigado.

As embalagens devem ser suficientemente robustas para suportar as manobras usuais de transporte e manuseio, sem danificação do conteúdo.

Cada volume deve conter em local bem visível e em caracteres de fácil leitura, as seguintes indicações:

Sistema de Esgotamento Sanitário de BOM JESUS - PIRAPORA

Identificação do conteúdo

Número da ordem de compra

Número da fatura de transporte do conteúdo

Nome do fabricante

Indicação da posição e lado(s) de abertura do volume

Peso bruto do volume

Peso líquido do conteúdo

Quaisquer outras informações exigidas pela ordem de compra

Quaisquer outras informações que a Contratada julgar necessárias

O custo da embalagem corre por conta da Contratada, bem como os seguros contra danos e avarias no transporte.

A Contratada deve indicar em sua proposta preço itemizado para embalagem e seguro.

7.5.11. Garantia

A Contratada deve apresentar juntamente com sua proposta um "Termo de Garantia" que deve cobrir quaisquer defeitos de projeto, fabricação, falha de material e mão-de-obra, relativos à instrumentação.

Este "Termo de Garantia" deve ter validade mínima de 12 (doze) meses a partir da data dos testes em campo dos instrumentos.

A data dos referidos testes de campo será informada aos fabricantes dos instrumentos em tempo hábil.

Na hipótese de parte ou totalidade dos componentes, peças e acessórios da instrumentação, não ser de fabricação da Contratada em nome do qual será emitida a ordem de compra, fica o mesmo responsável pela garantia no que se refere a componentes, peças e acessórios fornecidos por terceiros.

A proposta deve confirmar o "Termo de Garantia" e os prazos solicitados. A ausência de confirmação será considerada pelo SAAE como indicação de aceitação dos mesmos.

O "termo de garantia" está obviamente restrito às condições normais de manuseio e operação da instrumentação, não podendo ser substituído pelas "condições gerais de vendas e garantias" da Contratada, a menos que tais "condições gerais" confirmem e incluam claramente em seu texto as exigências desta especificação.

7.5.12. Medidor de Nível

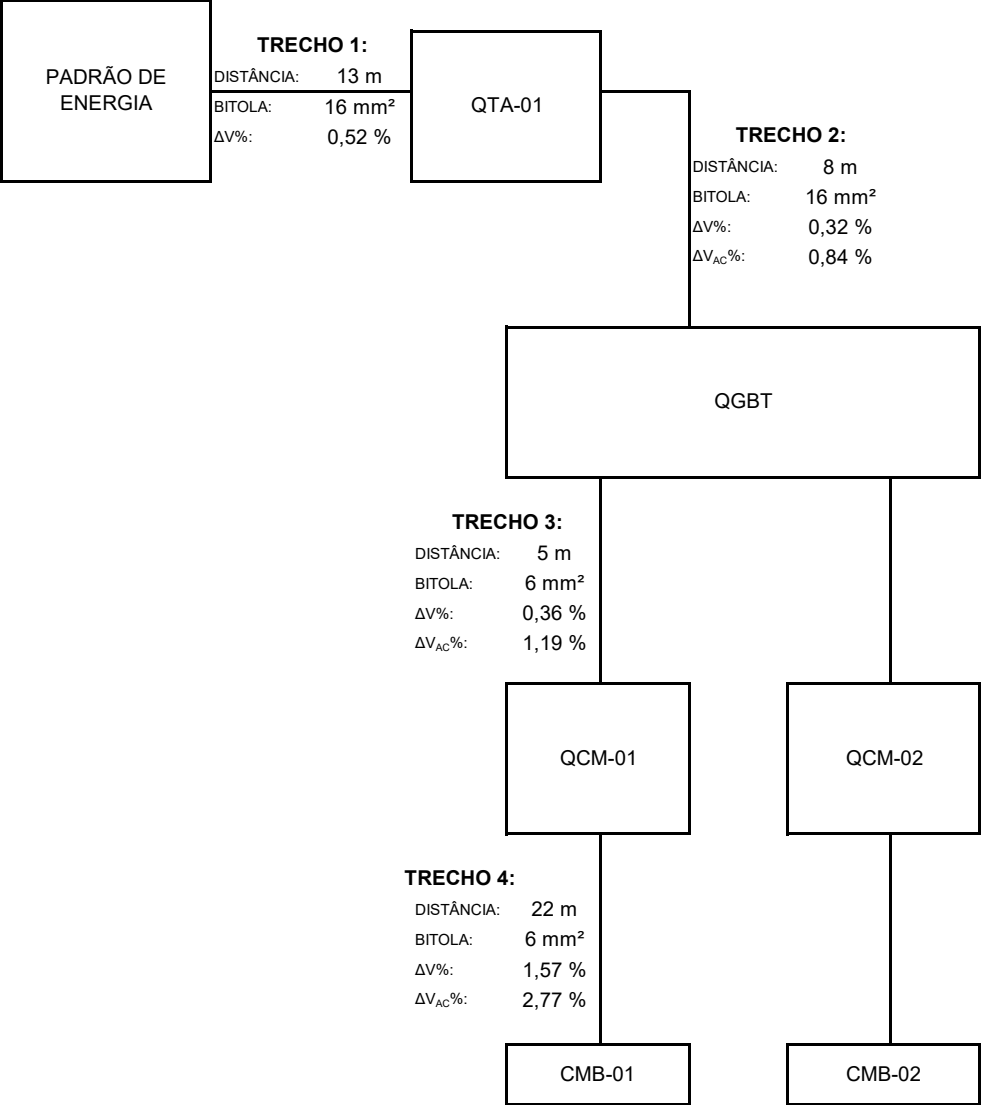
O sensor de nível usado em poços deverá ser do tipo hidrostático, apresentando medição contínua, grau de proteção IP-67 e imune a incrustação de quaisquer detritos. Alimentação de 24Vcc (conforme indicado em planta) e sinais de saída de 4 – 20 mA e de pulso conforme folhas de dados e com manual de operação.

SAAE		Folha de dados
LOCAL: BOM JESUS - PIRAPORA – MG		Medidor de nível
GERAL	Tipo	Hidrostático
	Local de Instalação e Quantidade	Poços de sucção
	Saída Analógica	4 – 20 mA
	Precisão	0,25% da leitura
SENSOR	Comprimento do cabo	Máximo 300m
	Faixa de medição	0,25 a 10,0m
	Material do transdutor	Polipropileno (PP) ou PVDF
	Material do revestimento	Polipropileno (PP) ou PVDF
	Proteção Mecânica	IP-67
	Pressão de trabalho	0,3 a 6 bar
	Ângulo de abertura	5°
	Alimentação	Máximo de 24Vcc, 60mA
ACESSÓRIOS	Parafusos fixação	Em aço inox AISI 316
	Anéis / eletrodos aterramento	Em aço inox AISI 316
CONDIÇÕES OPERAÇÃO	Fluído	Esgoto
	Temperatura	-30°C a 80°C
	Altitude relativa nível mar	< 1300m
	Umidade Relativa	95%

8. MEMÓRIAS DE CÁLCULO

MEMÓRIA DE CÁLCULO CABOS ELÉTRICOS			Folha	
			1	de 5
UNIDADE/ÁREA/CIDADE:	Estação Elevatória de Esgoto (EEE) - Bom Jesus - Pirapora / MG			
EMPRESA PROJETISTA:	Tecminas engenharia Ltda.			
RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Eduardo Martins Moreira	CREA:	254160/MG	

DIAGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS



MEMÓRIA DE CÁLCULO CABOS ELÉTRICOS

Folha

2

de

5

CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO ENTRADA - MÉTODO SIMPLIFICADO

$$P_{cc} = P_{Trafo} / (Z_{Trafo} \% * 100) \quad e \quad I_{cs} = P_{cc} / (V_{ff} * \sqrt{3})$$

Potência trafo distribuição (kVA):	Tensão V_f (V):	Impedância Z (%):	Pot. curto-circuito P_{cc} (kVA):	Corrente curto-circuito I_{cs} (kA):	I_{cs} adotada (kA):
45,0	220	3,5	1.286	3,4	5,0

Esse método prioriza a segurança por apresentar o I_{cs} máximo possível considerando um transformador da subestação de 45kVA com primário conectado a um barramento de potência infinita. Desta forma, considerando as perdas e limitações do sistema que reduzem a corrente de curto circuito, a adoção de $I_{cs} = 5kA$ atende aos requisitos de curto circuito máximo da instalação.

TRECHO 1: ALIMENTADOR DO QTA (ENTRE PADRÃO DE ENTRADA E QTA NA SALA DO GERADOR)

DADOS DO CIRCUITO

Tipo circuito:	Pot. Instalada (W):	Fator de demanda:	Fator de Potência:	P. Demandada(VA):	Corrente I_n (A):	Distancia - d (m):
Trifásico+Neutro+Terra	22.914	0,53	0,83	14.462	37,95	13
Tipo de Instalação, conforme ABNT NBR 5410:			Método Referência:	Temperatura (°C):	Qte de circuitos:	Tipo de cabo:
Número Cabos unipolares em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não ventilada enterrado(a).			D	25	1	EPR 1kV 90°C

DIMENSIONAMENTO PELO CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

$$I_b = (1,10 * I_n) < I_{zc} \leq I_z \quad e \quad I_{zc} = I_z * F_t * F_a$$

Bitola do cabo (mm²):	Capacidade condução cabo I_z (A)	Fator de correção de temperatura F_t :	Fator de correção de agrupamento F_a :	Capacidade de condução do cabo corrigida I_{zc} (A):	Corrente nominal do disjuntor $I_n < I_{disj} < I_{zc}$:
16	79	0,96	1,00	75,84	63A

Sendo $I_{zc} > I_n$ ($75,84A > 37,95A$), o cabo de $16mm^2$, EPR 90°C - 1kV, atende ao critério de capacidade de condução de corrente conforme norma ABNT NBR 5410

DIMENSIONAMENTO PELO CRITÉRIO DA QUEDA DE TENSÃO

$$\Delta V = \sqrt{3} * I_n * d * (R_{ca} \cos \phi + X_L \sin \phi) \quad e \quad \Delta V \% = (\Delta V / V_{ff}) * 100$$

Bitola do cabo (mm²):	Ângulo F. Potencia ϕ (rad):	Resistência cabo R_{ca} (Ω/km):	Reatância cabo X_L (Ω/km):	Queda tensão ΔV :	Queda tensão ΔV %:
16	0,585	1,54	0,09	1,14	0,52

Pelo critério da máxima queda de tensão, o uso do cabo de $16mm^2$, EPR 90°C - 1kV, resultará em uma queda de tensão de 0,52%, e queda de tensão acumulada nos demais trechos inferior a 5% atendendo ao critério de queda de tensão definido pela norma ABNT NBR 5410.

DIMENSIONAMENTO PELO CRITÉRIO DA SUPORTABILIDADE A CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO

$$S_c = (\sqrt{T_e} * I_{cs}) / (0,34 * \sqrt{\log(234 + T_f) / (234 + T_i)})$$

Temperatura max. em curto cabo T_f (°C):	Temperatura max. em regime cabo T_f (°C):	Tempo aprox. atuação da proteção T_e (s):	Seção mínima cabo S_c (mm²):
EPR 1kV 90°C	250	EPR 1kV 90°C	90
		Mini-disjuntor - 5kA	0,01
			3,52

CONCLUSÃO

O cabo que atende aos critérios de capacidade de condução de corrente, queda de tensão e suportabilidade a corrente de curto-circuito, conforme norma ABNT NBR 5410, é o cabo unipolar de $16mm^2$, EPR 1kV 90°C.

MEMÓRIA DE CÁLCULO CABOS ELÉTRICOS					Folha 3 de 5	
TRECHO 2: ALIMENTADOR DO QGBT (ENTRE QTA E QGBT NA SALA ELÉTRICA)						
DADOS DO CIRCUITO						
Tipo circuito:	Pot. Instalada (W):	Fator de demanda:	Fator de Potência:	P. Demandada(VA):	Corrente I _n (A):	Distancia - d (m):
Trifásico+Neutro+Terra	22.914	0,53	0,83	14.462	37,95	8
Tipo de Instalação, conforme ABNT NBR 5410:			Método Referência:	Temperatura (°C):	Qte de circuitos:	Tipo de cabo:
Número Cabos unipolares em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não ventilada enterrado(a). 61A			D	25	1	EPR 1kV 90°C
DIMENSIONAMENTO PELO CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE						
$I_b = (1,10 * I_n) < I_{zc} \leq I_z \quad e \quad I_{zc} = I_z * F_t * F_a$						
Bitola do cabo (mm²):	Capacidade condução cabo I _z (A)	Fator de correção de temperatura F _t :	Fator de correção de agrupamento F _a :	Capacidade de condução do cabo corrigida I _{zc} (A):	Corrente nominal do disjuntor I _n < I _{disj} < I _{zc} :	
16	79	0,96	1,00	75,84	63A	
Sendo I _{zc} > I _n (75,84A > 37,95A), o cabo de 16mm², EPR 90°C - 1kV, atende ao critério de capacidade de condução de corrente conforme norma ABNT NBR 5410						
DIMENSIONAMENTO PELO CRITÉRIO DA QUEDA DE TENSÃO						
$\Delta V = \sqrt{3} * I_n * d * (R_{ca} \cos \phi + X_L \sin \phi) \quad e \quad \Delta V\% = (\Delta V / V_{ff}) * 100$						
Bitola do cabo (mm²):	Ângulo F. Potencia Ø (rad):	Resistência cabo R _{ca} (Ω/km):	Reatância cabo X _L (Ω/km):	Queda tensão ΔV:	Queda tensão ΔV%:	
16	0,585	1,54	0,09	0,70	0,32	
Tendo em vista que a máxima queda de tensão para circuitos terminais é de 4%, e que a soma das quedas não deve exceder 5%, o cabo de 16mm², EPR 1kV 90°C, com queda de tensão de 0,32% no circuito terminal e 0,84% de queda total, atende ao critério de queda de tensão conforme norma ABNT NBR 5410.						
DIMENSIONAMENTO PELO CRITÉRIO DA SUPORTABILIDADE A CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO						
$S_c = (\sqrt{T_e} * I_{CS}) / (0,34 * \sqrt{\log(234 + T_f) / (234 + T_i)})$						
Temperatura max. em curto cabo T _f (°C):	Temperatura max. em regime cabo T _f (°C):	Tempo aprox. atuação da proteção T _e (s):	Seção mínima cabo S _c (mm²):			
EPR 1kV 90°C 250	EPR 1kV 90°C 90	Mini-disjuntor - 5kA 0,01	3,52			
CONCLUSÃO						
O cabo que atende aos critérios de capacidade de condução de corrente, queda de tensão e suportabilidade a corrente de curto-circuito, conforme norma ABNT NBR 5410, é o cabo unipolar de 16mm², EPR 1kV 90°C.						

Folha	4	de	5
-------	---	----	---

DADOS DO CIRCUITO

DIMENSIONAMENTO PELO CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

Sendo $I_{zc} > I_n$ ($46,08A > 25,88A$), o cabo multipolar de $6mm^2$, EPR $90^\circ C - 1kV$, atende ao critério de capacidade de condução de corrente conforme norma ABNT NBR 5410.

Tendo em vista que a máxima queda de tensão para circuitos terminais é de 4%, e que a soma das quedas não deve exceder 5%, o cabo de 6mm², EPR 1kV 90°C, com queda de tensão de 0,36% no circuito terminal e 1,19% de queda total, atende ao critério de queda de tensão conforme norma ABNT NBR 5410.

CONCLUSÃO

O cabo que atende aos critérios de capacidade de condução de corrente, queda de tensão e suportabilidade a corrente de curto-circuito, conforme norma ABNT NBR 5410, é o cabo tetrapolar de 6mm², EPR 1kV 90°C.

MEMÓRIA DE CÁLCULO CABOS ELÉTRICOS						Folha 5 de 5							
TRECHO 4: ALIMENTADOR DO CMB-01 / 02 (ENTRE QCM-01 / 02 E CMB- 01 / 02)													
DADOS DO CIRCUITO													
Tipo circuito: Trifásico+Terra		Potência W (CV): 7.360 (10CV)		Rendimento (%): 91		Fator de Potência: 0,82		Potência (VA): 9.863		Corrente I_n (A): 25,88		Distancia - d (m): 22	
Tipo de Instalação, conforme ABNT NBR 5410: Número 61 Cabo Multipolar em eletroduto (de secção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a)						Método Referência: D		Temperatura (°C): 25		Qte de circuitos: 1		Tipo de cabo: EPR 90°C	
DIMENSIONAMENTO PELO CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE													
Bitola do cabo(mm²): 6		Capacidade condução cabo I_z (A): 46		Fator de correção de temperatura F_t : 0,96		Fator de correção de agrupamento F_g : 1,00		Capacidade de condução do cabo corrigida I_{zc} (A): 44,16		Corrente nominal do disjuntor $I_n < I_{disj} < I_{zc}$: Protegido pelo Inversor			
Sendo $I_{zc} > I_n$ ($44,16A > 25,88A$), o cabo multipolar de $6mm^2$, EPR 90°C - 1kV, atende ao critério de capacidade de condução de corrente conforme norma ABNT NBR 5410.													
DIMENSIONAMENTO PELO CRITÉRIO DA QUEDA DE TENSÃO													
Bitola do cabo(mm²): 6		Ângulo F. Potencia Ø (rad): 0,609		Resistência cabo R_{ca} (Ω/km): 4,21		Reatância cabo X_L (Ω/km): 0,1		Queda tensão ΔV: 3,46		Queda tensão ΔV%: 1,57			
Tendo em vista que a máxima queda de tensão para circuitos terminais é de 4%, e que a soma das quedas não deve exceder 5%, o cabo de $6mm^2$, EPR 1kV 90°C, com queda de tensão de 1,57% no circuito terminal e 2,77% de queda total, atende ao critério de queda de tensão conforme norma ABNT NBR 5410.													
DIMENSIONAMENTO PELO CRITÉRIO DA SUPORTABILIDADE A CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO													
Temperatura max. em curto cabo T_f (°C): EPR 90°C 250		Temperatura max. em regime cabo T_f (°C): EPR 90°C 90		Tempo de atuação da proteção T_e (s): Mini-disjuntor - 5kA 0,01		Seção mínima cabo S_c (mm²): 3,52							
CONCLUSÃO													
O cabo que atende aos critérios de capacidade de condução de corrente, queda de tensão e suportabilidade a corrente de curto-circuito, conforme norma ABNT NBR 5410, é o cabo tetrapolar de $6mm^2$, EPR 1kV 90°C.													
Considerado fator de agrupamento no trecho 4 devido aos cabos das CMB-01 e CMB-02 passarem em um mesmo eletroduto no banco de dutos.													

9. DESENHOS

RELAÇÃO DE DESENHOS

01/07 - Estação Elevatoria EE Bom Jesus – Implantação, Diagrama Unifilar e Quadro de Cargas

02/07 - Estação Elevatoria EE Bom Jesus – Sala do Gerador/Sala Elétrica – Planta e Corte AA

03/07 - Estação Elevatoria EE Bom Jesus – Elevatória EE – Planta, Corte BB e SPDA Sala Gerador e Sala Elétrica

04/07 - Estação Elevatoria EE Bom Jesus – Quadro – QGBT - 01

05/07 - Estação Elevatoria EE Bom Jesus – Quadro - QCM

06/07 - Estação Elevatoria EE Bom Jesus - Quadro - PDA

07/07 - Estação Elevatoria EE Bom Jesus - Detalhes

P:\Projeto\2022-Bom Jesus-1\Projeto Elétrico\Desenhos\01 - Bom Jesus - EE - Localização Implantação.dwg

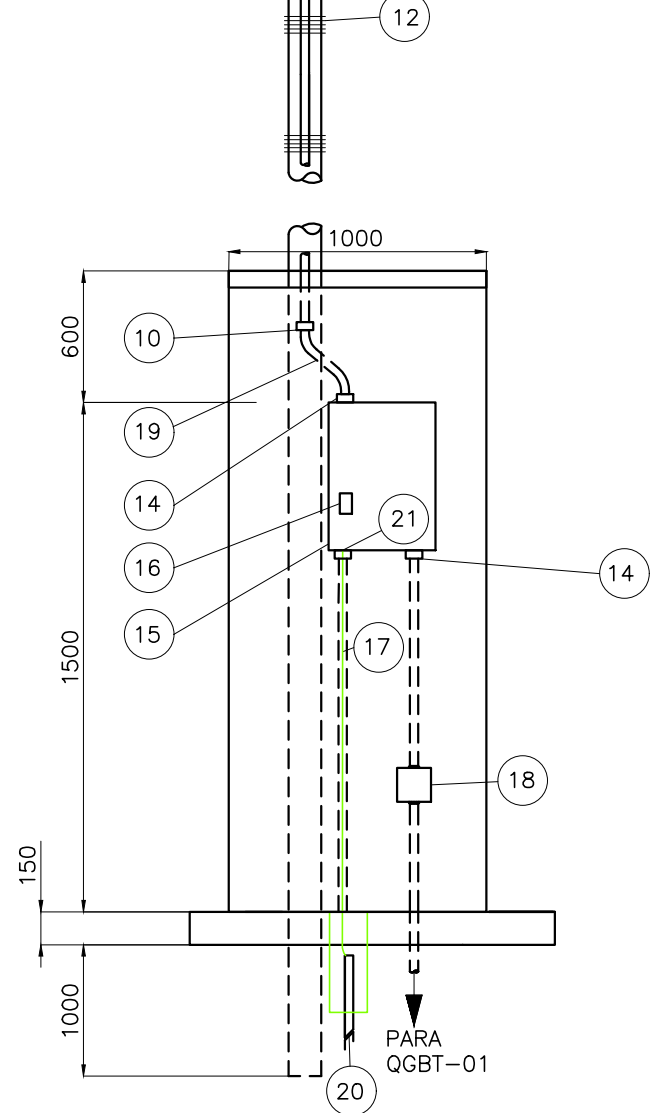
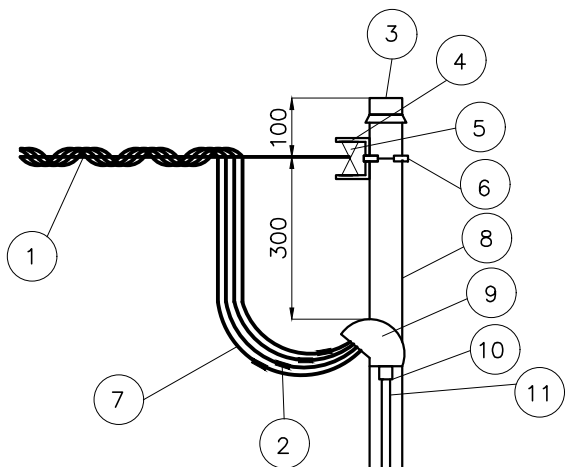
ASSINTO

APLICAÇÃO

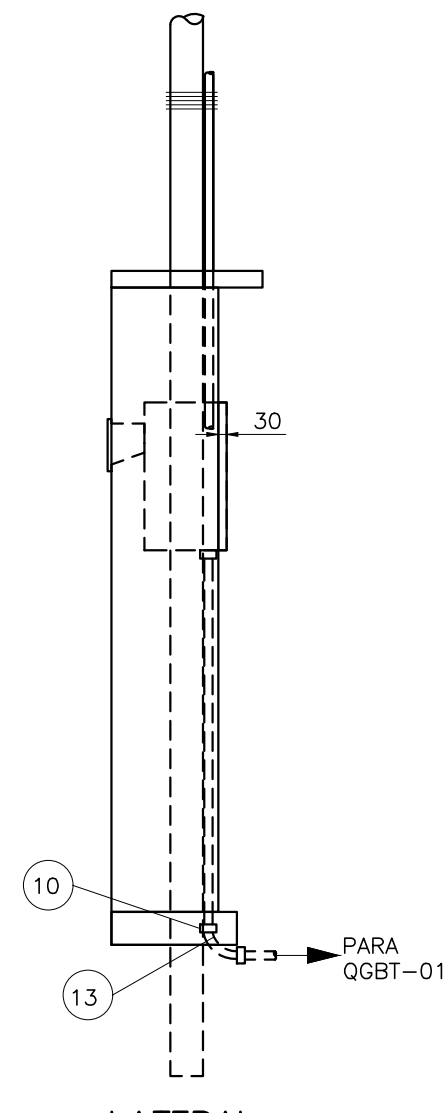
CLASSIFICAÇÃO

PADRÃO DE ENERGIA

FORNECIMENTO TIPO C, FAIXA C2 CONFORME NORMA ND-5.1 CEMIG



FRONTAL

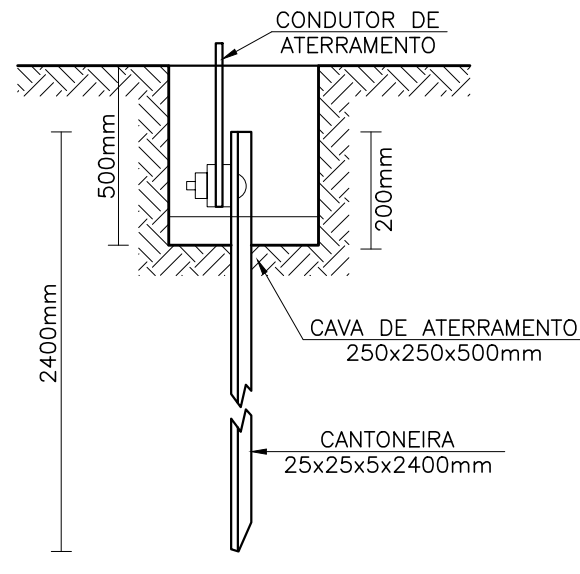
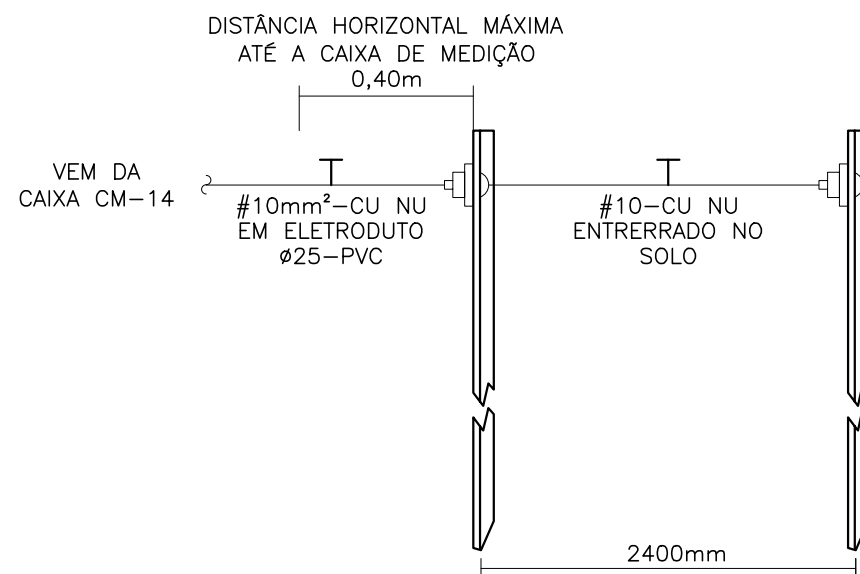


LATERAL

PLANTA

OBS:

- 1 - COTAS EM mm
2 - (12) 6 VOLTAS ESTREITAS E APERTADAS

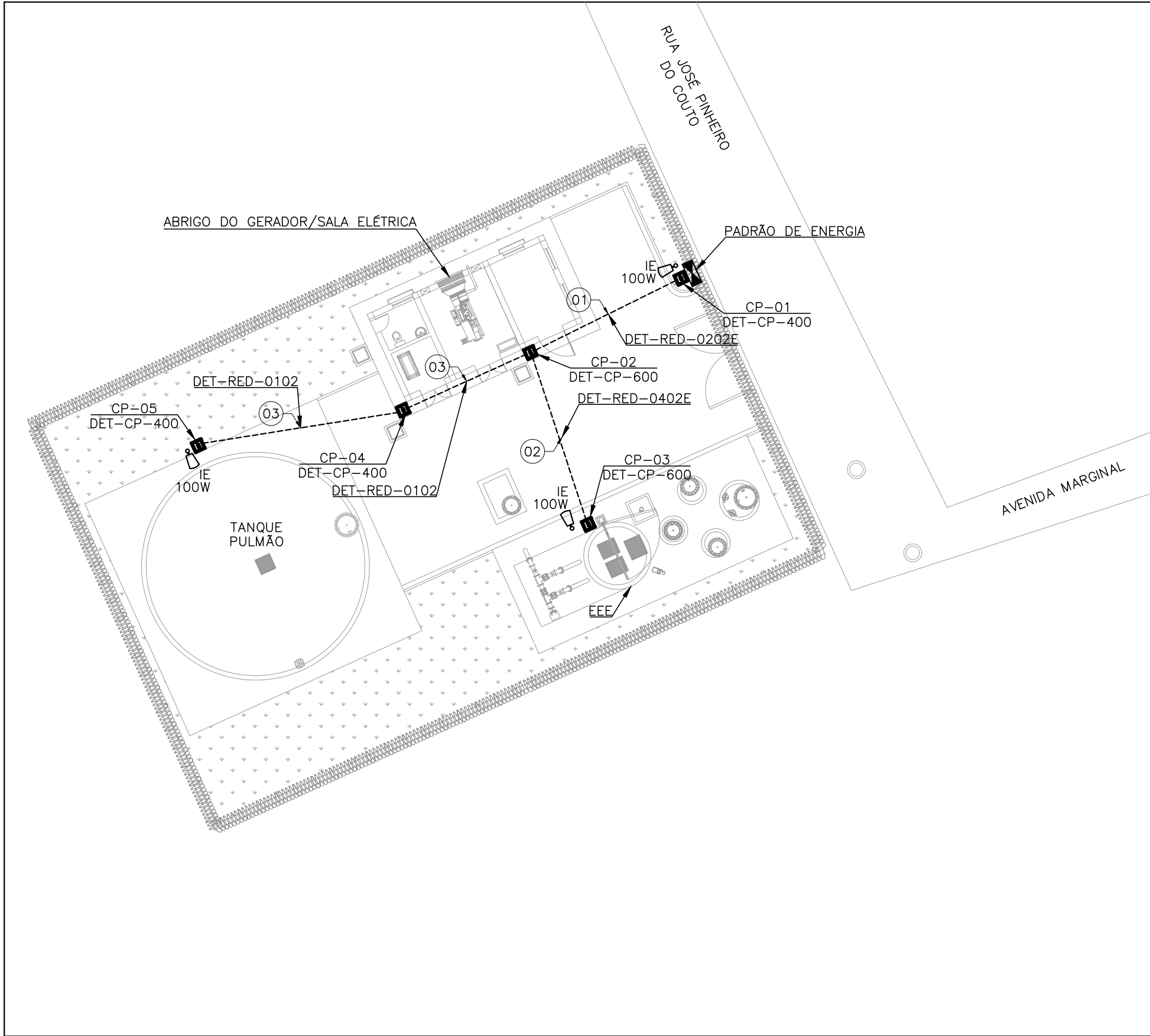


ATERAMENTO DO PADRÃO DE ENTRADA

DETALHE DA MONTAGEM DO ATERRAMENTO ELÉTRICO SEM ESCALA

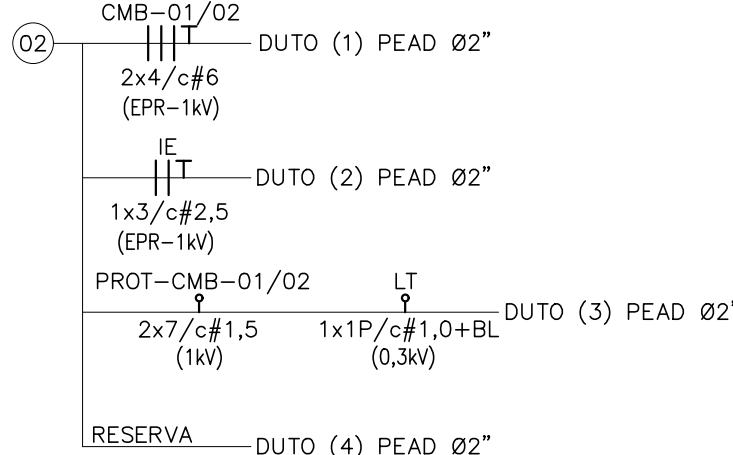
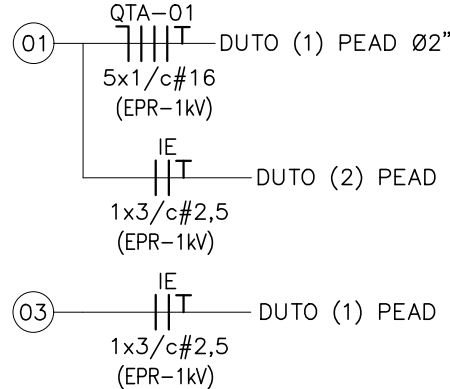
LISTA DE MATERIAIS		
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT
1	CONDUTOR DE COBRE OU ALUMÍNIO TIPO WPP	*
2	CONECTOR DE PARAFUSO FENDIDO COM ESPAÇADOR	*
3	TAMPÃO DE AÇO GALVANIZADO Ø 102mm	1
4	ARMAÇÃO SECUNDÁRIA DE 1 ESTRIBO	1
5	ISOLADOR ROLDANA PARA BAIXA TENSÃO	1
6	CINTA ZINCADA COM PARAFUSOS Ø 102mm	1
7	CABO # 16mm ²	35m
8	POSTE DE AÇO GALVANIZADO Ø 102mm x 7m	1
9	CABECOTE DE ALUMÍNIO Ø 25mm x 135°	1
10	LUVA DE AÇO GALVANIZADO Ø 25mm	4
11	ELETRODUTO DE AÇO GALVANIZADO Ø 25mm	6m
12	ARAME DE FERRO ZINCADO N° 14 BWG	2
13	CURVA DE AÇO GALVANIZADO 90° Ø 25mm	2
14	PAR BUCHA-ARRUELA DE AÇO GALVANIZADO Ø 25mm	3
15	CAIXA PARA MEDIADOR POLIFÁSICO PADRÃO CEMIG TIPO CM14	1
16	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR 63A	1
17	CONDUTOR DE COBRE NU 10mm ²	9m
18	CAIXA DE PASSAGEM DE EMBUTIR EM AÇO GALVANIZADO 40X40X12CM	1
19	CURVA EM "S" DE AÇO GALVANIZADO Ø 25mm	1
20	HASTE DE ATERRAMENTO 2,4m 25x25x5mm TIPO CANTONEIRA	2
21	TERMINAL PARA ATERRAMENTO CAIXA	1

* FORNECIMENTO CONCESSIONÁRIA



IMPLANTAÇÃO

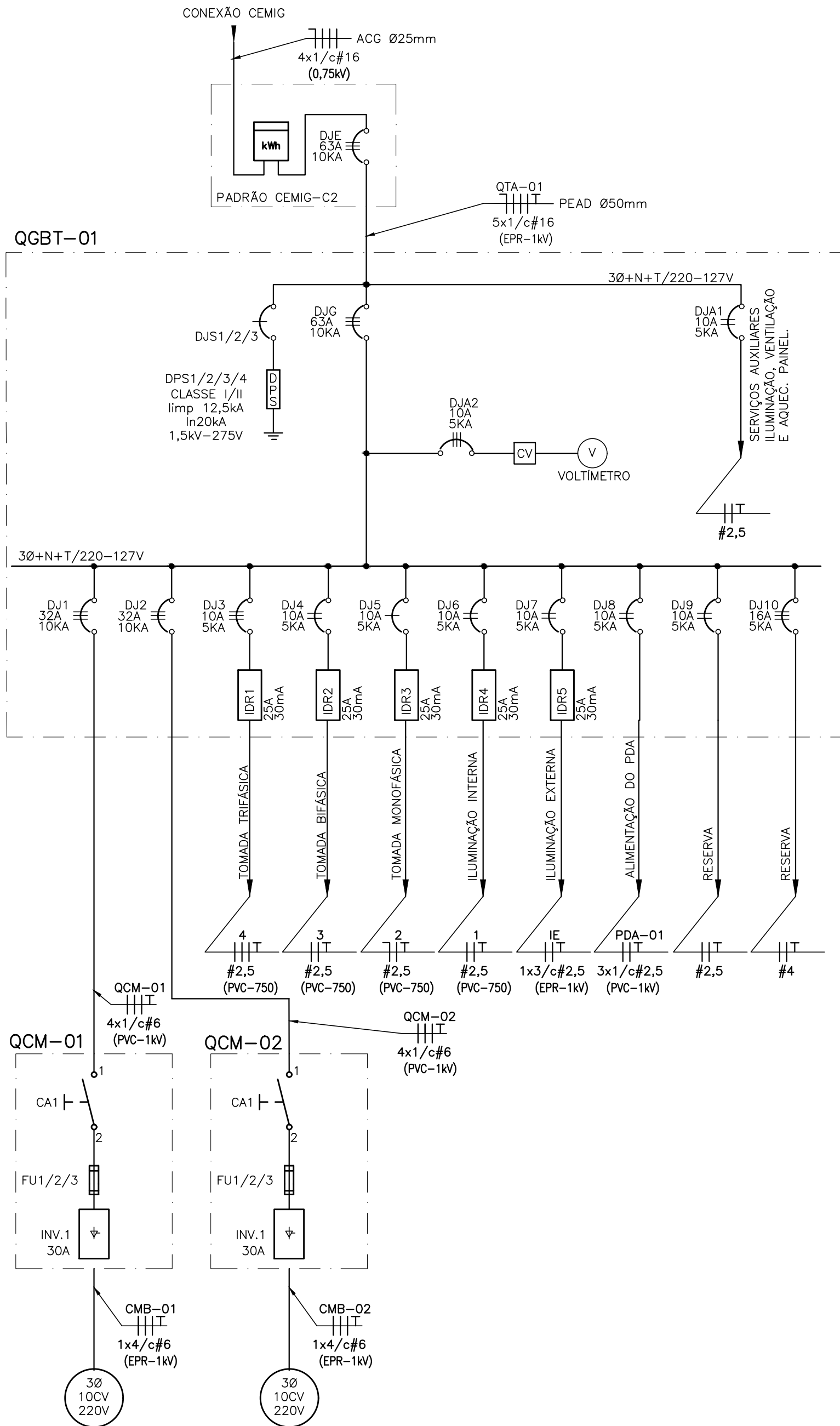
ESC. 1:200



QGBT-01

Circuito	Tensão	Proteção	Cabo	In(A)	Cargas							Potência Instalada				Distribuição por Fase (W)			Potência Demandada			Tipo de Carga	
					Lâmpada LED 9W	Lâmpada tubo LED 20W	Luminária LED 100W	Tomada 100VA	Tomada 600VA	Tomada 1000VA	PDA	P(CV)	cos(θ)	n(%)	W	VA	Fase L1	Fase L2	Fase L3	Fator de Demanda	W		VA
DJ1	220 – 3Ø	32A	6,0mm²	25,9								10,0	0,82	0,91	8088	9863	2696	2696	2696	0,50	4044	4932	QCM–01
DJ2	220 – 3Ø	32A	6,0mm²	25,9								10,0	0,82	0,91	8088	9863	2696	2696	2696	0,50	4044	4932	QCM–02
DJ3	220 – 3Ø	10A	2,5mm²	2,6						1			0,80	1,00	800	1000	267	267	267	0,60	480	600	Tomada trifásica
DJ4	220 – 2Ø	10A	2,5mm²	9,1						2			0,80	1,00	1600	2000		800	800	0,60	960	1200	Tomada bifásica
DJ5	127 – 1Ø	10A	2,5mm²	7,1				3	1				0,80	1,00	720	900	720			0,80	576	720	Tomada monofásica
DJ6	220 – 2Ø	10A	2,5mm²	1,6		16							0,92	1,00	320	348		160	160	1,00	320	348	Iluminação interna
DJ7	220 – 2Ø	10A	2,5mm²	1,5			3						0,92	1,00	300	326	150	150		1,00	300	326	Iluminação externa
DJ8	220 – 2Ø	10A	2,5mm²	5,9							1		1,00	1,00	1300	1300	650		650	1,00	1300	1300	PDA–01
DJ9	220 – 2Ø	10A	2,5mm²	4,5						1			0,80	1,00	800	1000	400	400		0,10	80	100	Reserva
DJ10	220 – 3Ø	16A	4mm²	2,6						1			0,80	1,00	800	1000	267	267	267	0,10	80	100	Reserva
DJA1	220 – 2Ø	10A	2,5mm²	0,5	1			1					0,75	1,00	89	118		45	45	1,00	89	118	Iluminação e aquecimento do painel
DJA2	220 – 2Ø	10A	2,5mm²	0,1	1								0,50	1,00	9	18		5	5	1,00	9	18	Voltímetro
TOTAL	220 – 3Ø	63A	16mm²	37,95	2	16	3	4	1	5	1		0,83		22914	27490	7845	7484	7584	0,52	12282	14461	

DIAGRAMA UNIFILAR



NOTAS:

- TODOS OS CABOS DE COBRE PARA ATERRAMENTO TERÃO SEU ISOLAMENTO NA COR VERDE.
- COTAS EM MILÍMETROS, ELEVÇÕES EM METRO, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.
- CABOS NÃO COTADOS = #2,5mm². DIÂMETRO DE ELETRODUTOS NÃO COTADOS = Ø3/4"
- ELETRODUTOS EXPOSTOS AO TEMPO DEVERÃO SER DE AÇO GALVANIZADO NORMA NBR5598, SALVO INDICAÇÃO EM CONTRÁRIO.
- PARA DETALHES DE INSTALAÇÃO DA REDE DE DUTOS (DET-RED-XXXX) E CAIXA DE PASSAGEM (DET-CP-XXXX) VER DETALHES.
- PARA DETALHES DE INSTALAÇÃO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS (DET-ILU-XXXX) VER DETALHES.
- PARA DETALHES DE INSTALAÇÃO DE ATERRAMENTO, PROTEÇÃO E SPDA (DET-ATP-XXXX) VER DETALHES.
- PARA INSTALAÇÃO DO PADRÃO DE ENTRADA DE ENERGIA VER DETALHES.
- SIGLAS:
 - CTM: CONDUITE METÁLICO FLEXÍVEL;
 - LT: MEDIDOR DE NÍVEL;
 - FT: MEDIDOR DE VAZÃO;
 - ACG: ELETRODUTO DE AÇO CARBONO GALVANIZADO;
 - PVC: ELETRODUTO DE POLICLORETO DE VINILA;
 - PEAD: ELETRODUTO CORRUGADO DE POLIÉTILENO DE ALTA DENSIDADE.
- A MALHA DE ATERRAMENTO DEVE SER INTERLIGADA AO BARRAMENTO DE TERRA DO QGBT. ESTE BARRAMENTO TERÁ A FUNÇÃO DE BARRA DE EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS, DESTA FORMA, A CARGA DE TODOS OS PAINÉIS E EQUIPAMENTOS DEVERÁ SER INTERLIGADA A ESTE BARRAMENTO.
- TODAS AS ESTRUTURAS METÁLICAS, PORTÕES E GRADES DEVEM SER CONECTADAS À MALHA DE ATERRAMENTO UTILIZANDO CABO DE COBRE #6mm².

EMPRESA:



RT.: ENG. EDUARDO MARTINS MOREIRA

PROJ.: EDUARDO

DES.: EDUARDO



VISTO:

APROV.:

DATA:

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO

PIRAPORA - MG

SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS

PROJETO ELÉTRICO E AUTOMAÇÃO

ESTÁÇÃO ELEVATÓRIA EE BOM JESUS

IMPLANTAÇÃO, DIAGRAMA UNIFILAR E QUADRO DE CARGAS

ESCALA :

INDICADA

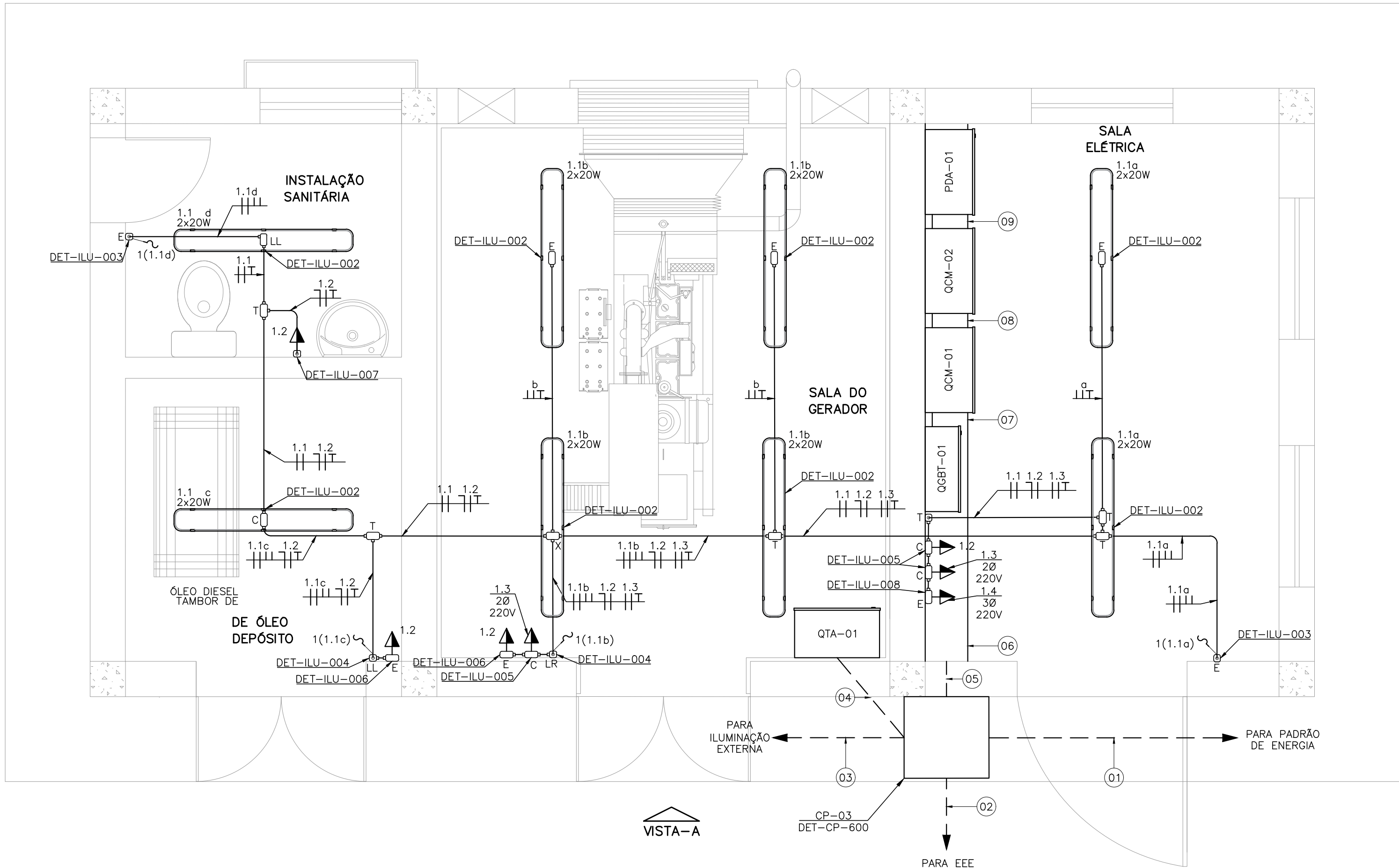
N°

FOLHA :

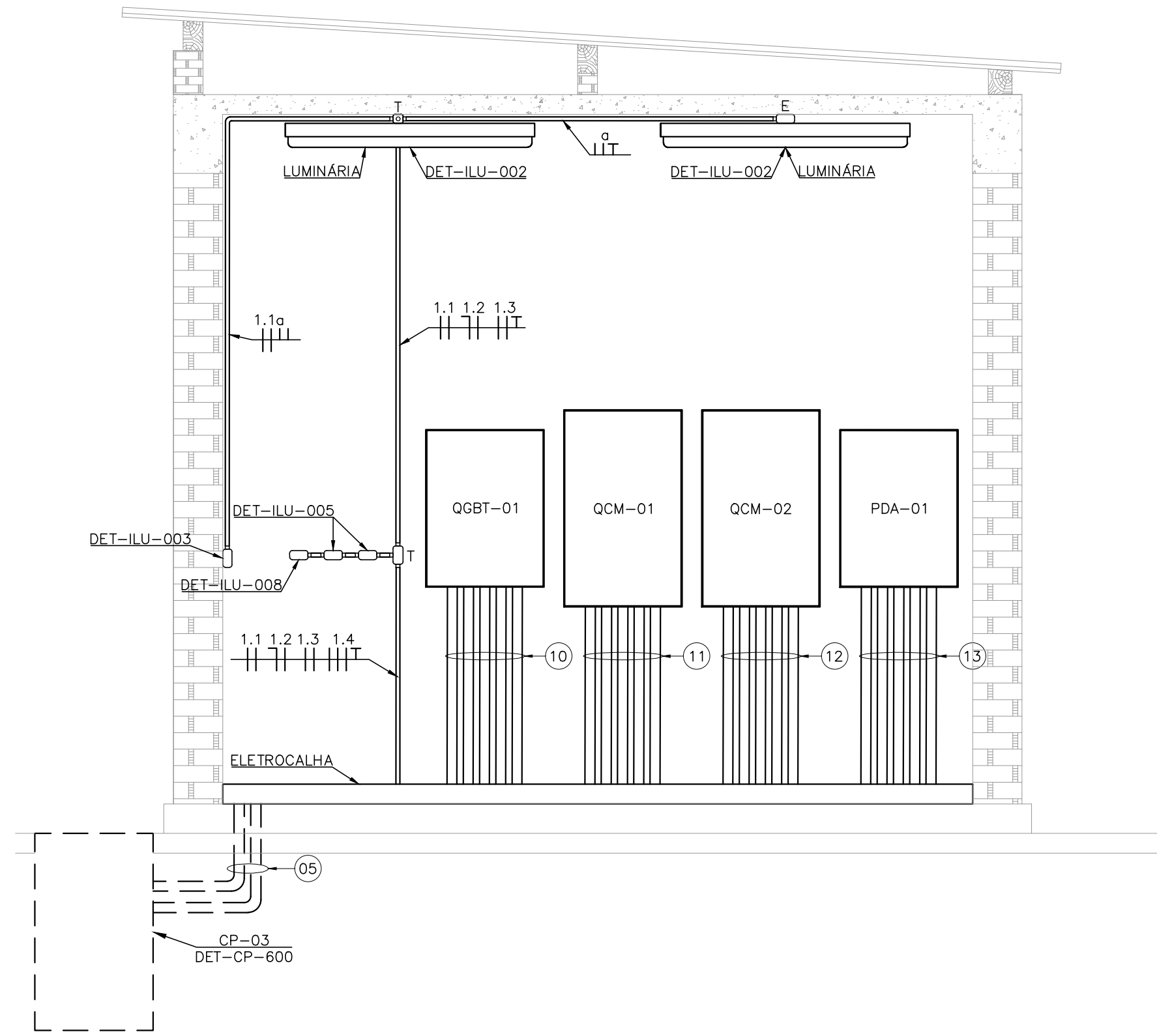
01 DE 07

A1

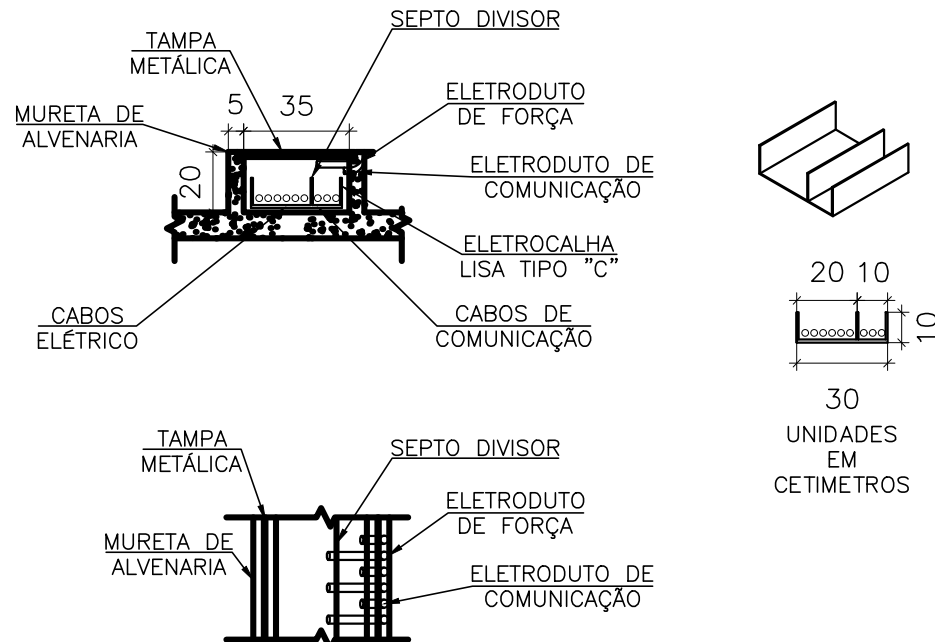
FORMATO



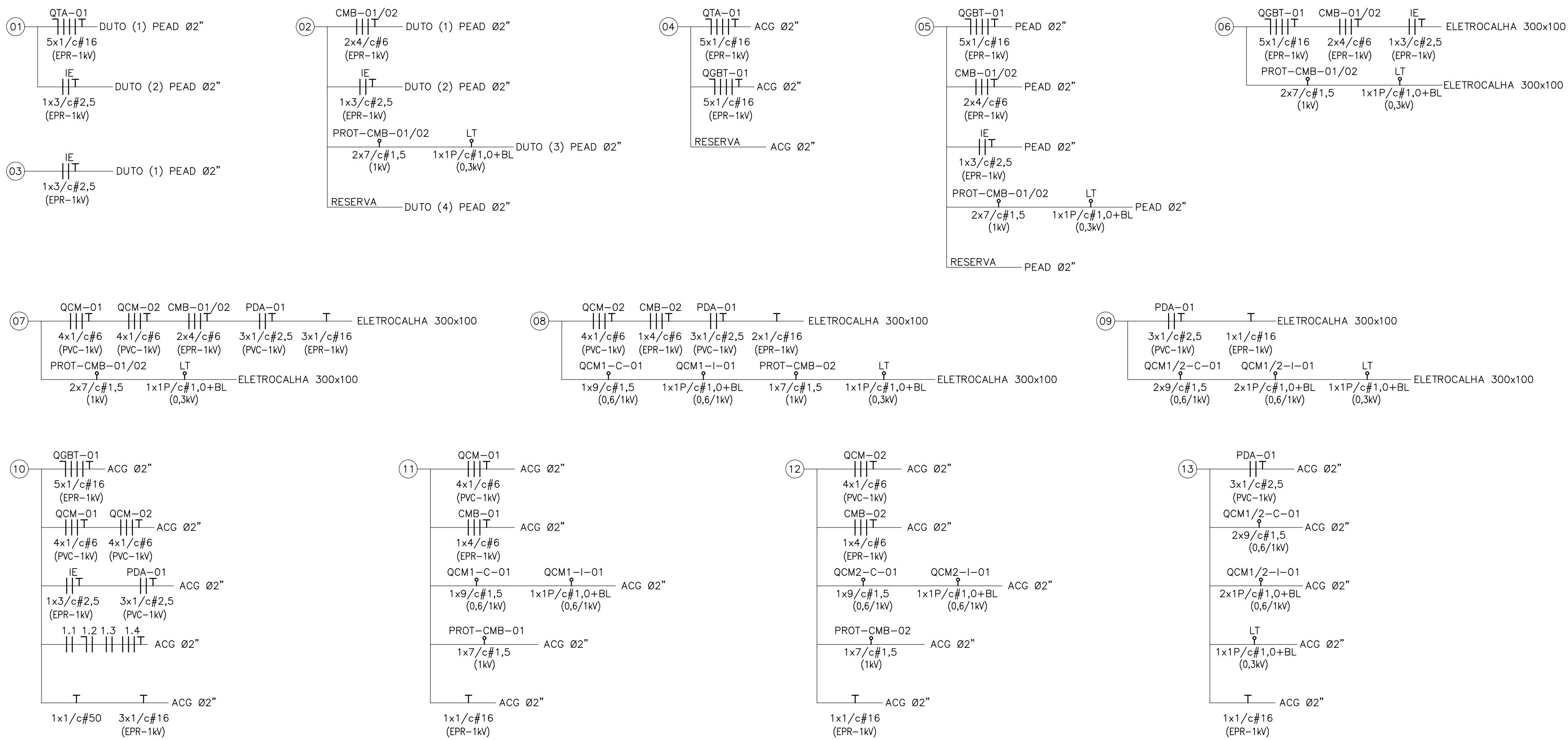
PLANTA – SALA DO GERADOR / SALA ELÉTRICA
ESC. 1:25



CORTE AA – SALA DO GERADOR / SALA ELÉTRICA
ESC. 1:25



DETALHE ELETROCALHA
CANALETA – ELETROCALHA DE PISO
ESC. 1:25



SIMBOLOGIA/NOMENCLATURA

	INTERRUPTOR 1 SEÇÃO CIRCUITO C, RETORNO R		TUBULAÇÃO QUE DESCE
	TOMADA A 2,10m DO PISO		CAIXA TIPO CONDULETE DE ALUMÍNIO DO TIPO "E"
	TOMADA A 1,30m DO PISO		LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA
	TOMADA A 0,30m DO PISO		LUMINÁRIA COM n LÂMPADAS TUBULARES EM LED DE POTÊNCIA W, CIRCUITO C, RETORNO R
	INDICA CONDUTORES FASE, RETORNO, NEUTRO, TERRA E CONTROLE		ELETRODUTO APARENTE
	TUBULAÇÃO QUE SOBE		ELETRODUTO EMBUTIDO EM PISO OU PAREDE
	CABO DE COBRE NU APARENTE FIXADO EM TELHADO/ALVENARIA		CABO DE COBRE NU DIRETAMENTE ENTERRADO NO SOLO
	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOPOLAR		DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS
	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR		INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL
	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR		CHAVE SECCIONADORA
	CHAVE COMUTADORA PARA VOLTÍMETRO		CHAVE SECCIONADORA COM FUSÍVEL
	VOLTÍMETRO DE FERRO MÓVEL		INVERSOR DE FREQUÊNCIA
	PERFILADO 38x38		REATÂNCIA DE ENTRADA OU SAÍDA
	CAIXA DE TOMADA INSTALAÇÃO EM PERFILADO		SAÍDA LATERAL DE PERFILADO PARA ELETRODUTO

CLASSIFICAÇÃO

Technical drawing of a mechanical part showing dimensions and tolerances. The drawing includes a top view and a side view. Key dimensions and tolerances are: 1x3/c#2,5 (EPR-1K), 3x1/c#2,5 (PVC-1K), 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, ACG Ø2", 1x1/c#50, 3x1/c#16 (EPR-1K), and ACG Ø2".	
c	
b	
a	

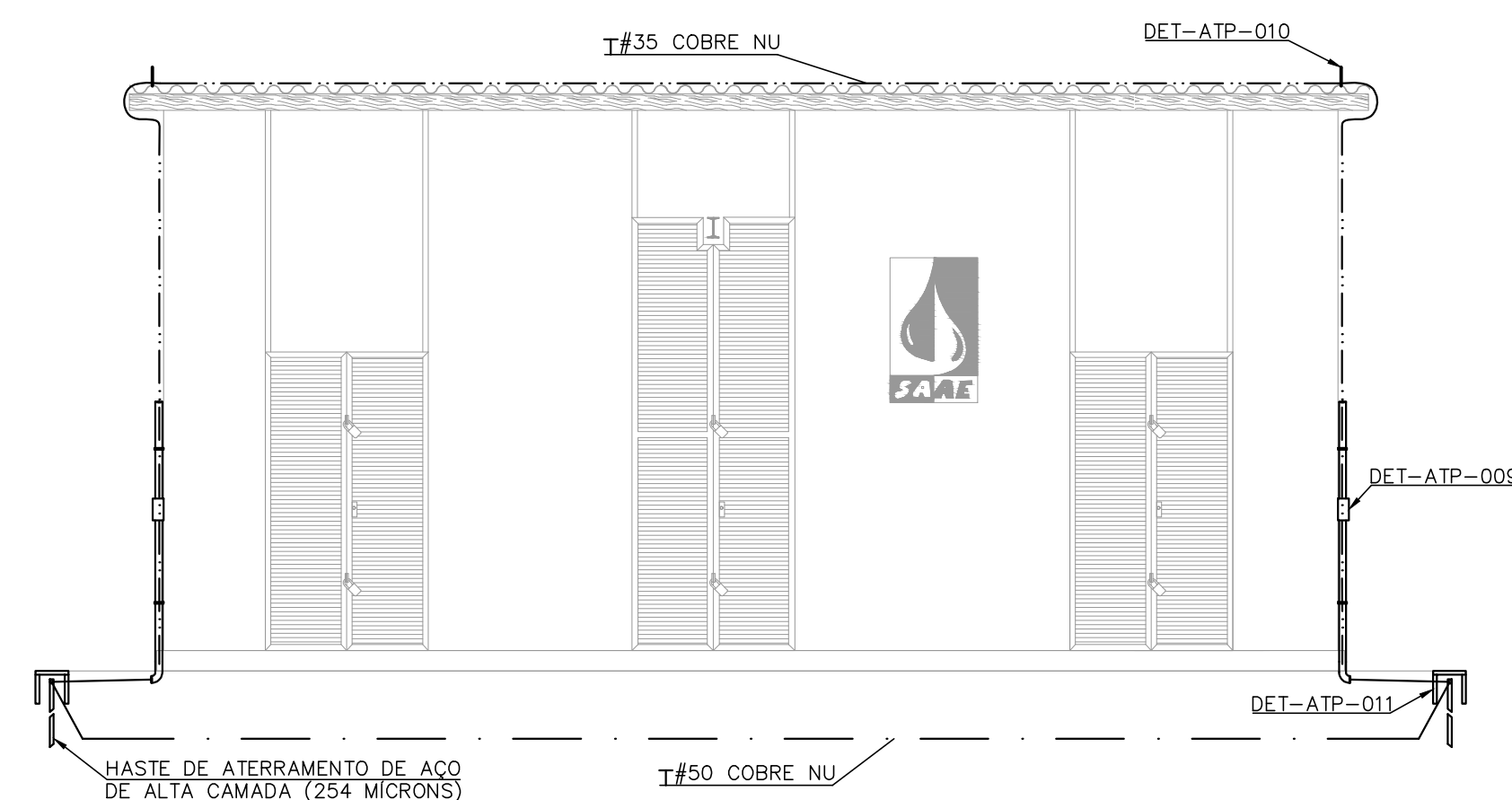
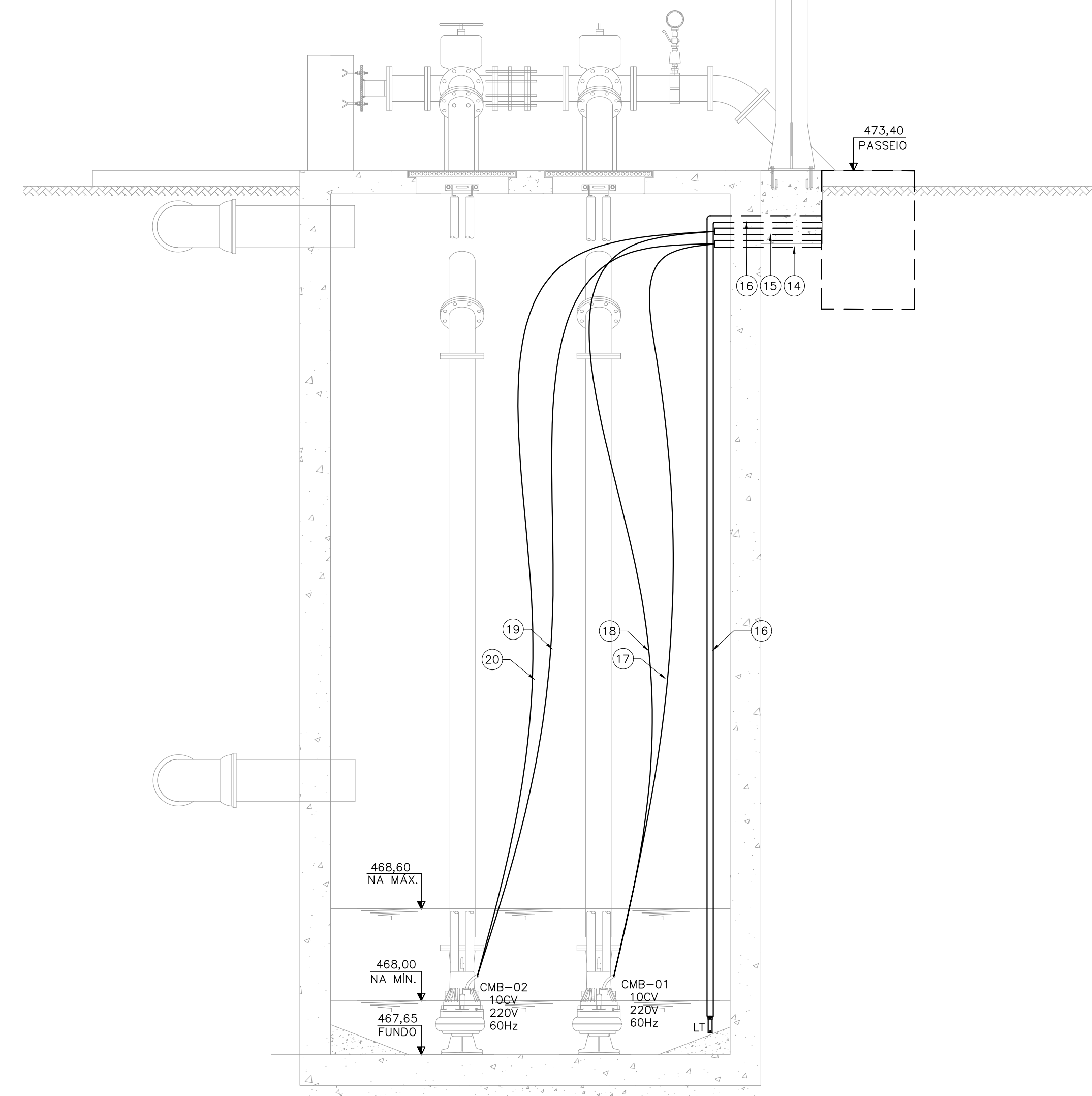
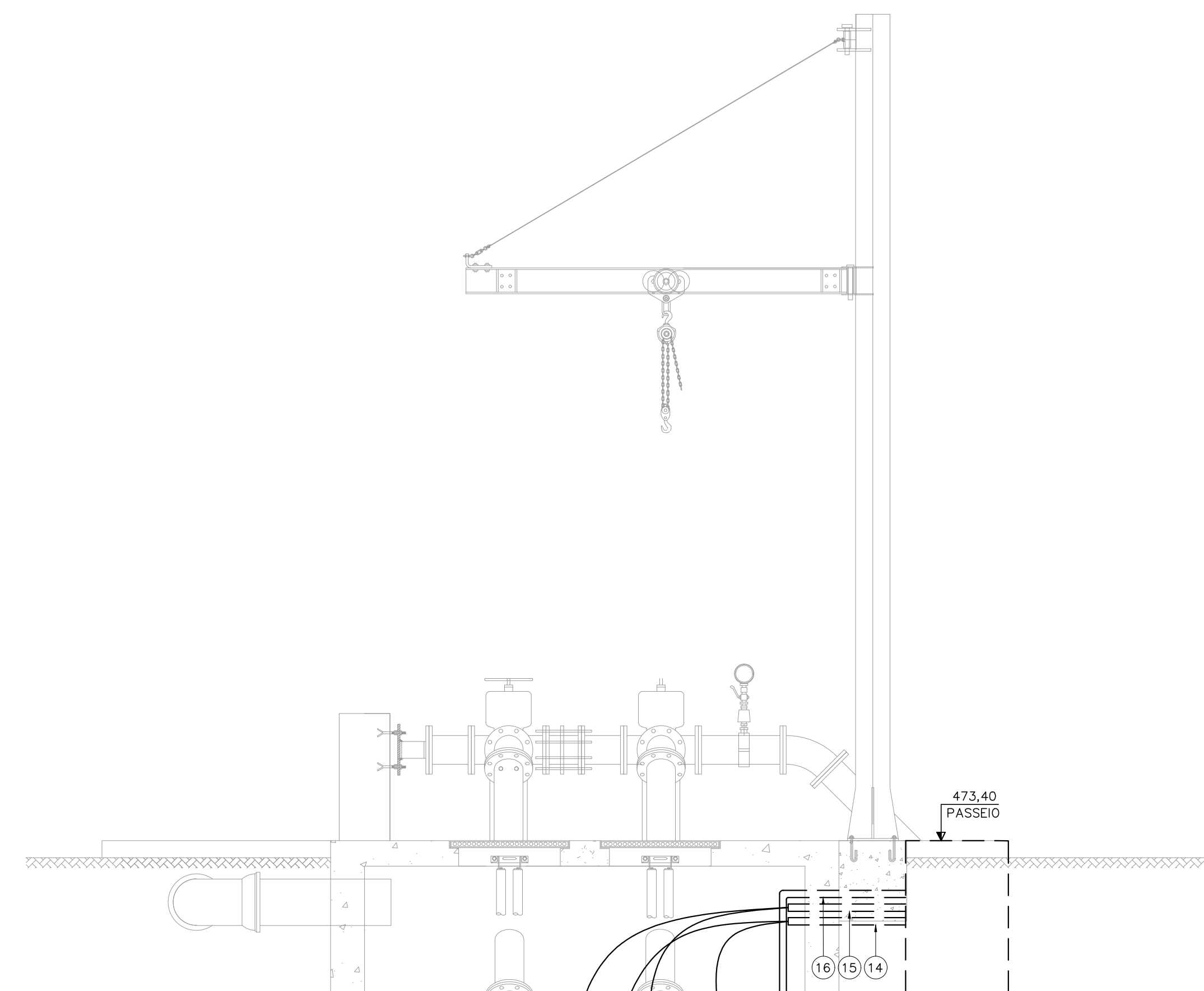
EMPRESA: **TECMINAS**
ENGENHARIA LTDA.
RT.: [ENGR] EDUARDO MARTINS MOREIRA
PROJ.: EDUARDO
DES.: EDUARDO
CREA: 254160/MG
APROV.:
DATA: JUNHO/2023

VISTO:
APROV.:
DATA:

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO
PIRAPORA – MG
SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS
PROJETO ELÉTRICO E AUTOMAÇÃO
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE BOM JESUS
SALA DO GERADOR/SALA ELÉTRICA – PLANTA E CORTE-AA

ESCALA :
INDICADA
N°
FOLHA : **02** DE **07**

A1



FACHADA SPDA – SALA DO GERADOR / SALA ELÉTRICA

CLASSIFICAÇÃO	c				
	b				
	a				
		DATA	FEITO	VISTO	APROV.
	ALTERAÇÕES				

EMPRESA:




SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO
PIRAPORA - MG

RT.:  ENGº EDUARDO MARTINS MOREIRA CREA: 254160/MG VISTO:

PROJ.: EDUARDO APROV.: APROV.:

DES.: EDUARDO DATA: JUNHO/2023 DATA:

**SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS
PROJETO ELÉTRICO E AUTOMAÇÃO**

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE BOM JESUS

ELEVATÓRIA EE - PLANTA - CORTE BB E SPDA SALA GERADOR E SALA ELÉTRICA

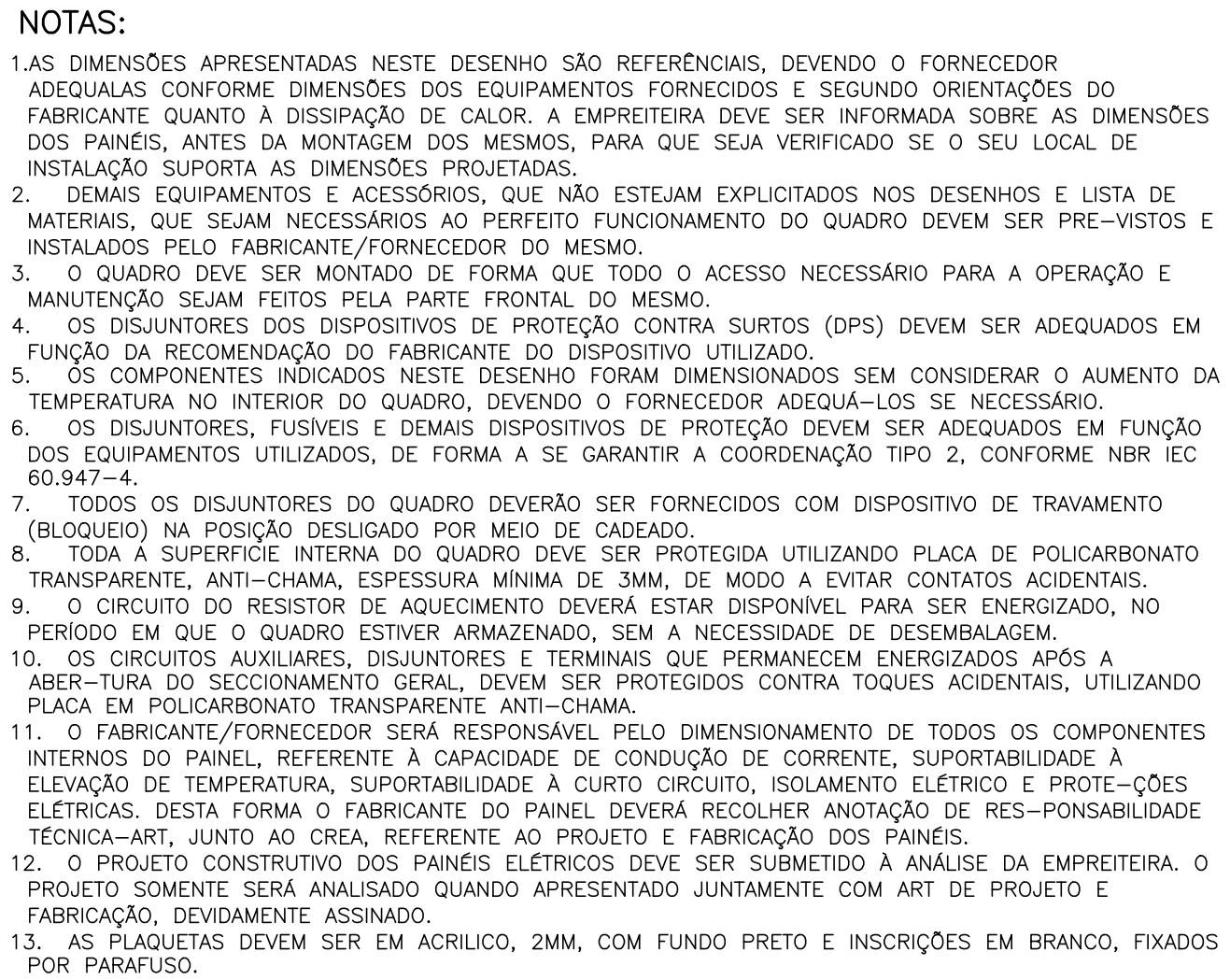
ESCALA : INDICADA

Nº

FOLHA : 03 DE 07

A1

FORMATO



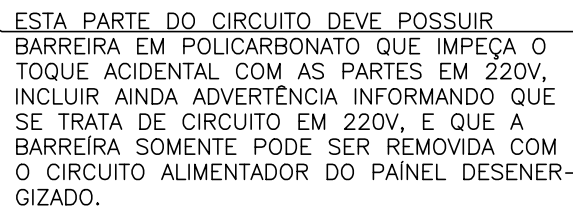
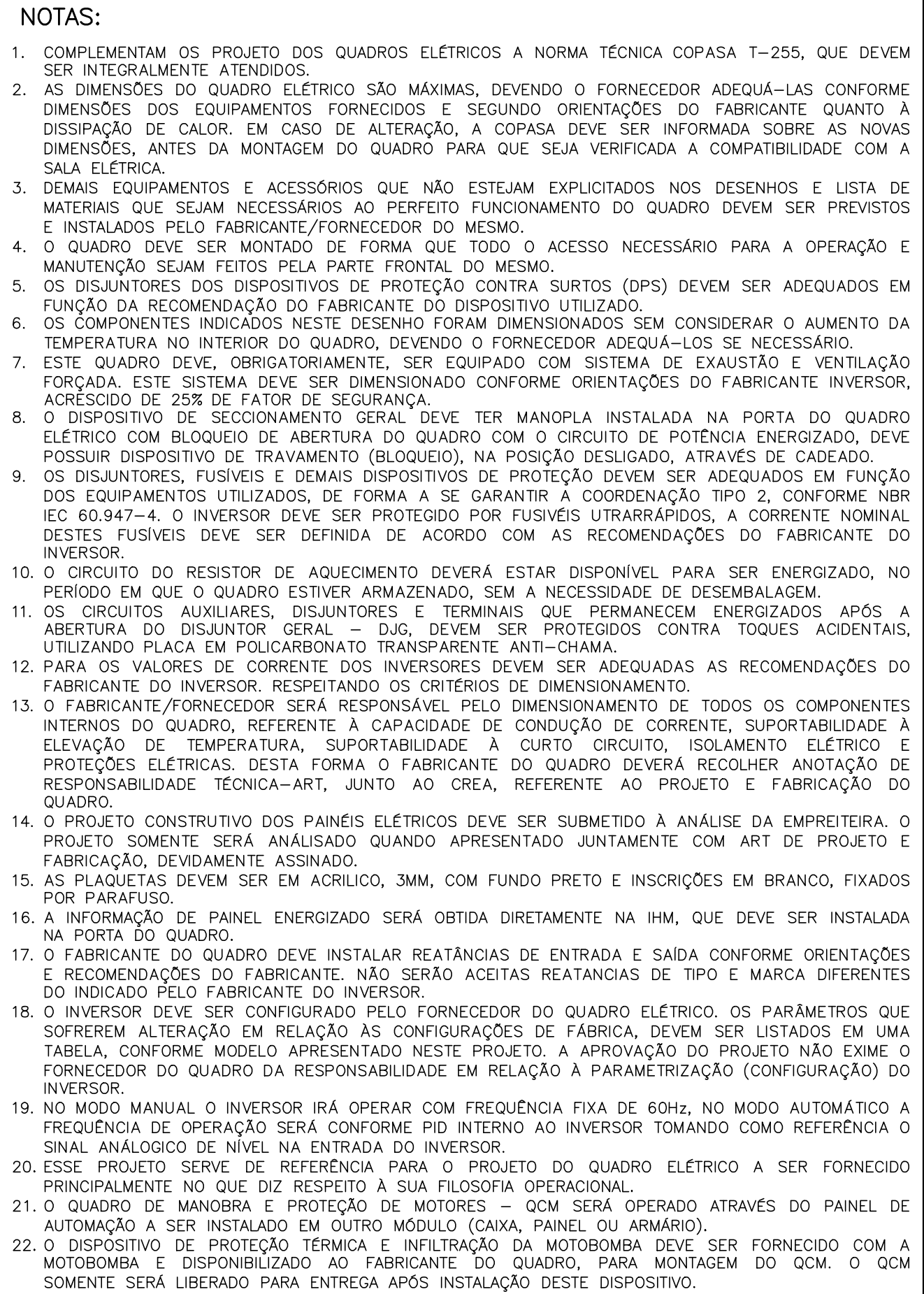
QGBT – RELAÇÃO DE PLAQUETAS
SEM ESCALA

20	CV	CHAVE COMUTADORA PARA VOLTIMETRO, 4 POSIÇÕES –0-RS-ST-TR, TENSÃO NOMINAL 500V	PC	01
19	V	VOLTIMETRO DE FERRO MÓVEL ESCALA DE 0 A 300V, CLASSE NÍVEL 1,5%, FIXAÇÃO EM PAINEL	PC	01
18	IDR1	INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL TETRAPOLAR, CORRENTE NOMINAL DE 25A, SENSIBILIDADE DE 30mA, ICC DE 5KA, TENSÃO DE OPERAÇÃO 220V	PC	01
17	IDR2a5	INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL BIPOLAR, CORRENTE NOMINAL DE 25A, SENSIBILIDADE DE 30mA, ICC DE 5KA, TENSÃO DE OPERAÇÃO 220V	PC	04
16	DJ11	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR DE 16A, TENSÃO DE OPERAÇÃO 220V, ICC=5KA, (NBR-IEC 60947-2), CURVA DE DISPARO C	PC	01
15	DJ9	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR DE 40A, TENSÃO DE OPERAÇÃO 220V, ICC=5KA, (NBR-IEC 60947-2), CURVA DE DISPARO C	PC	01
14	DJ5	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOPOLAR DE 10A, TENSÃO DE OPERAÇÃO 220V, ICC=5KA, (NBR-IEC 60947-2), CURVA DE DISPARO C	PC	01
13	DJ4/DJ8 a5/DJ10	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR DE 10A, TENSÃO DE OPERAÇÃO 220V, ICC=5KA, (NBR-IEC 60947-2), CURVA DE DISPARO C	PC	05
12	DJ3	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR DE 10A, TENSÃO DE OPERAÇÃO 220V, ICC=5KA, (NBR-IEC 60947-2), CURVA DE DISPARO C	PC	01
11	DJ1/2	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR DE 32A, TENSÃO DE OPERAÇÃO 220V, ICC=10KA, (NBR-IEC 60947-2), CURVA DE DISPARO C	PC	02
10	DJ2	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR DE 10A, TENSÃO DE OPERAÇÃO 220V, ICC=5KA, (NBR-IEC 60947-2), CURVA DE DISPARO C	PC	01
9	DJA1	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR DE 10A, TENSÃO DE OPERAÇÃO 220V, ICC=5KA, (NBR-IEC 60947-2), CURVA DE DISPARO C	PC	01
8	DJS1/2/3	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO UNIPOLAR OU FUSÍVEL (CORRENTE E ICC CONFORME FABRICANTE DO DPS), CONFORME NORMA ABNT NBR-IEC-60947-2	PC	03
7	DPS1 DPS2 DPS3 DPS4	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS, TENSÃO DE TRABALHO 275VCA, NÍVEL DE PROTEÇÃO DE 1,5kV, CORRENTE DE DESCARGA (8/20) DE 20kA, 1 POLO, CLASS. I/II, CONFORME NORMA IEC 61643-1. CORRENTE DE DESCARGA MÁXIMA 40kA	CJ	04
6	DJG	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR, CORRENTE NOMINAL 63A, ICC DE 10KA (NBR IEC 60947-2), TENSÃO DE OPERAÇÃO 220V, CURVA DE DISPARO C, SISTEMA DE AQUECIMENTO (CADEIRA) NA POSIÇÃO DESLIGADO	PC	01
5	—	— PORTA DOCUMENTOS, A4, INJETADO EM POLIESTIRENO DE ALTO IMPACTO.	PC	01
4	LL1	LÂMPADA LED, 220V, 60Hz, COM BASE E27, POTENCIA 9 WATTS.	PC	01
3	RL1,TT1	RESISTOR DE AQUECIMENTO+TERMOSTATO REGULÁVEL, 220V (COM POTÊNCIA ADEQUADA PARA EVITAR A CONDENSAÇÃO DO AR NO INTERIOR DO QUADRO)	CJ	01
2	MS1	CHAVE FIM DE CURSO ROLANDA, CONTATOS EM COBRE COM CAPACIDADE PARA 6A EM 220V, IP54, CONEXÕES ELÉTRICAS ATRAVÉS DE PARAFUSOS DE LATÃO.	PC	01
1	—	QUADRO EM CHAPA DE AÇO TRATADA, DIMENSÕES (VER NOTA 02), NA COR CINZA RAL 7032, USO ABRIGADO, GRAU DE PROTEÇÃO IP-44.	PC	01
ITEM	TAG	DESCRIÇÃO	UN	QTE

RELAÇÃO DE MATERIAIS DO QGBT-01

RELAÇÃO DE MATERIAIS DO QGBT-01

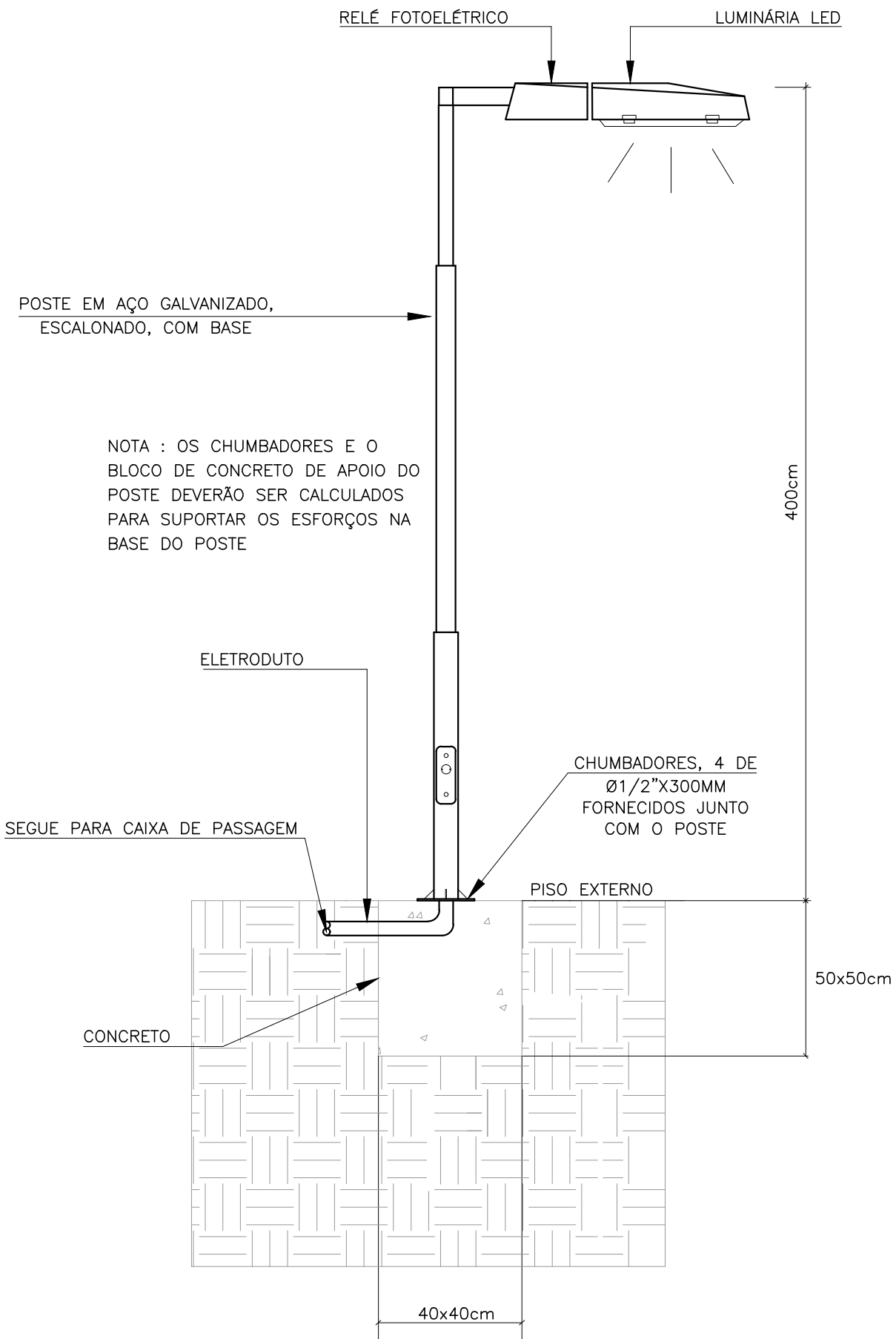
EMPRESA:  TECMINAS ENGENHARIA LTDA.				SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO PIRAPORA - MG		ESCALA : INDICADA	
 RT.: ENGº EDUARDO MARTINS MOREIRA		CREA: 254160/MG		SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS PROJETO ELÉTRICO E AUTOMAÇÃO ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE BOM JESUS QUADRO - OGBT-01		Nº	
PROJ.: EDUARDO		APROV.:				A1	
DES.: EDUARDO		DATA: JUNHO/2023				FOLHA : 04 DE 07	



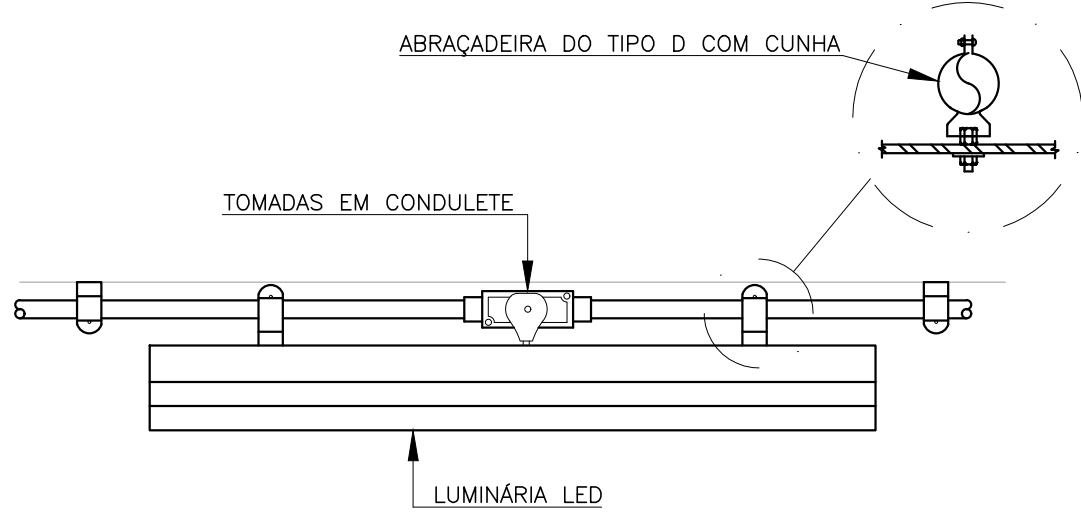
Nº PARÂM.	CONFIG. DE FÁBRICA	AJUSTE MONTADOR	AJUSTE DE CAMPO	DESCRIÇÃO
XXXX	XXXXX	XXXXX		XXXXXX
XXXX	XXXXX	XXXXX		XXXXXX

EMPRESA:  TECMINAS ENGENHARIA LTDA.				SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO PIRAPORA - MG		ESCALA : INDICADA	
 CREA: 25416/MG RT.: ENGº EDUARDO MARTINS MOREIRA		VISTO:		SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS PROJETO ELÉTRICO E AUTOMAÇÃO ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE BOM JESUS QUADRO - QCM		Nº	
PROJ.: EDUARDO		APROV.:				FOLHA : 05 DE 07	
DES.: EDUARDO		DATA: JUNHO/2023				FORMATO	

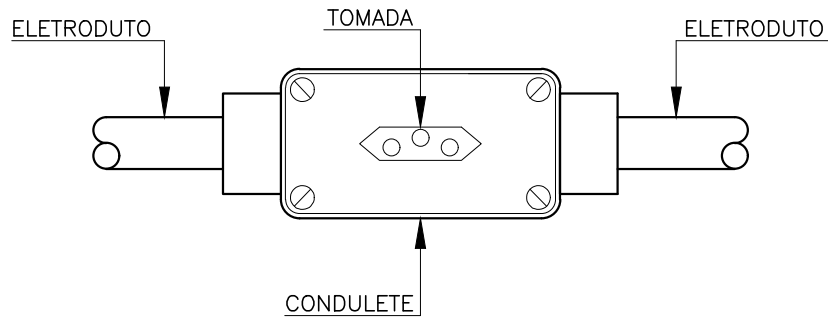
DET-ILU-001
DETALHE DE INSTALAÇÃO LUMINÁRIA
S/ESCALA



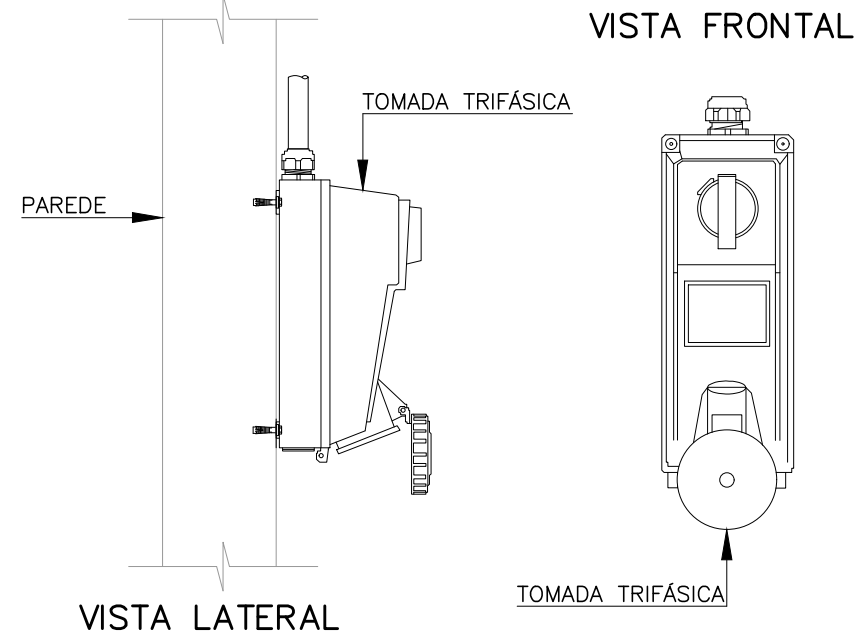
DET-ILU-002
DETALHE DE INSTALAÇÃO LUMINÁRIA
S/ESCALA



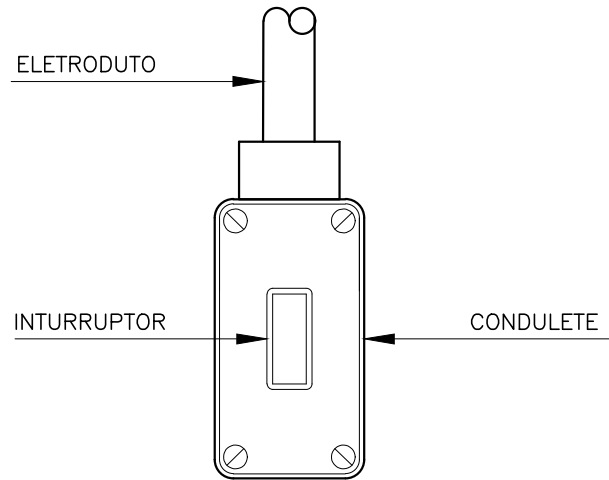
DET-ILU-005
DETALHE DE INSTALAÇÃO TOMADA
S/ESCALA



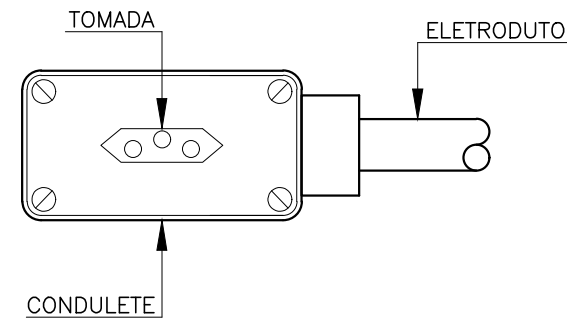
DET-ILU-008
DETALHE DE INSTALAÇÃO TOMADA
S/ESCALA



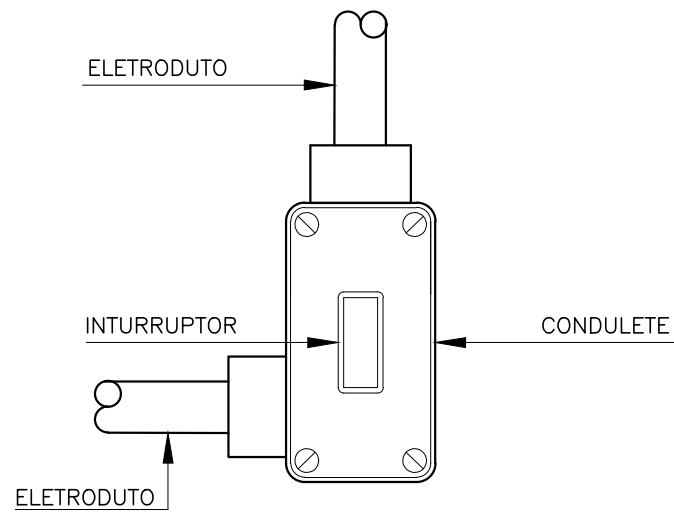
DET-ILU-003
DETALHE DE INSTALAÇÃO INTERRUPTOR
S/ESCALA



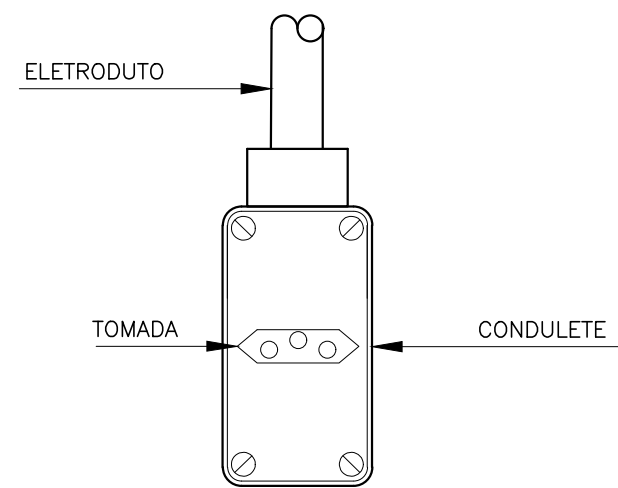
DET-ILU-006
DETALHE DE INSTALAÇÃO TOMADA
S/ESCALA



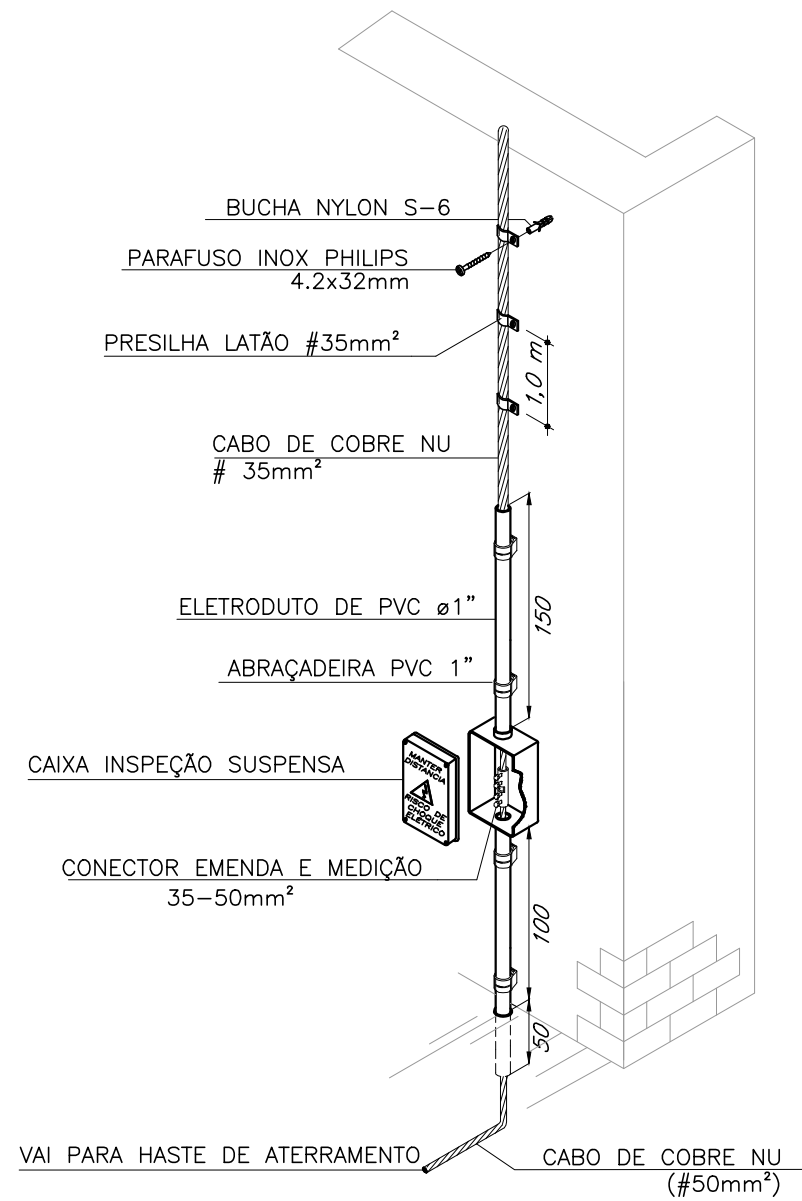
DET-ILU-004
DETALHE DE INSTALAÇÃO INTERRUPTOR
S/ESCALA



DET-ILU-007
DETALHE DE INSTALAÇÃO TOMADA
S/ESCALA

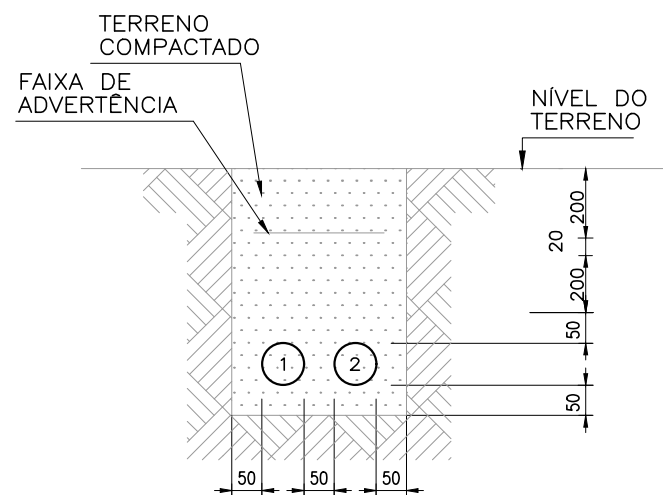


DET-ATP-009
CAIXA DE INSPEÇÃO SUSPensa

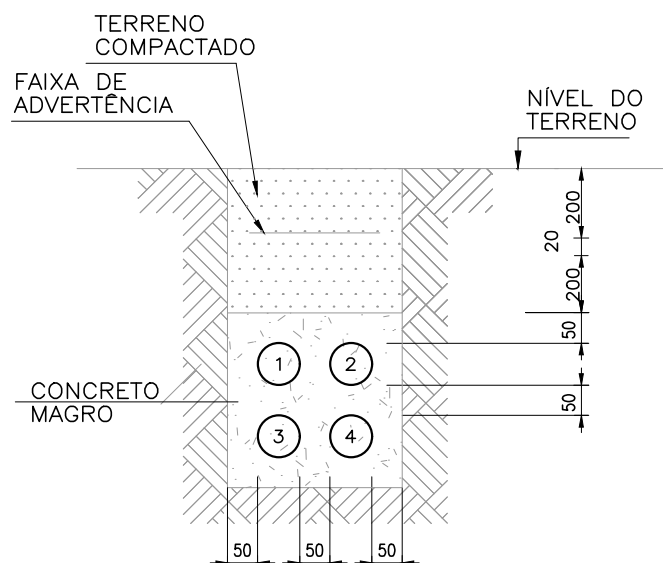


DETALHE BANCO DE DUTOS
S/ESCALA

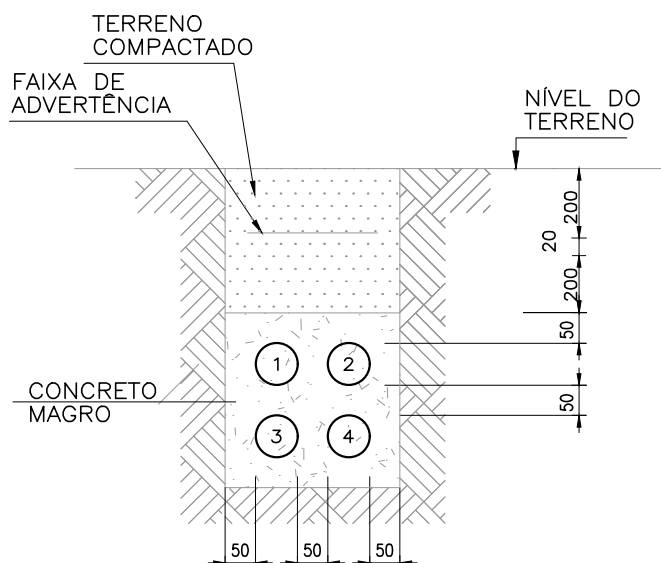
DET-RED-0202



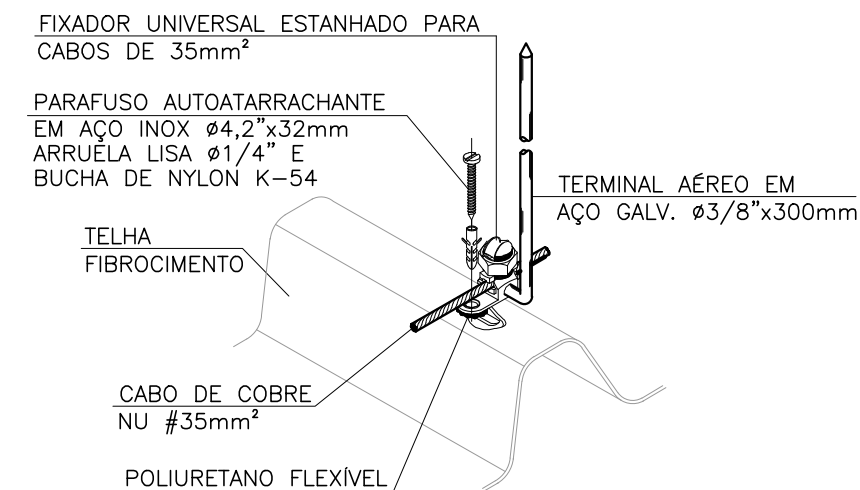
DET-RED-0402E



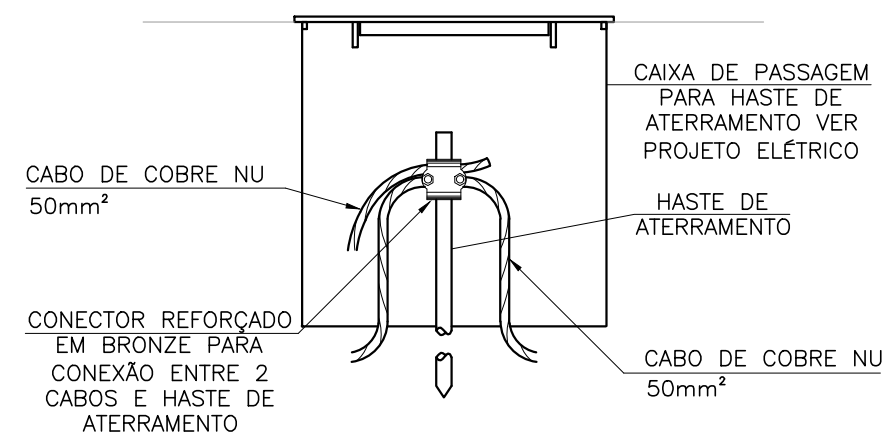
DET-RED-0404E



DET-ATP-010
TERMINAL AÉREA EM TELHA FIBROCIMENTO

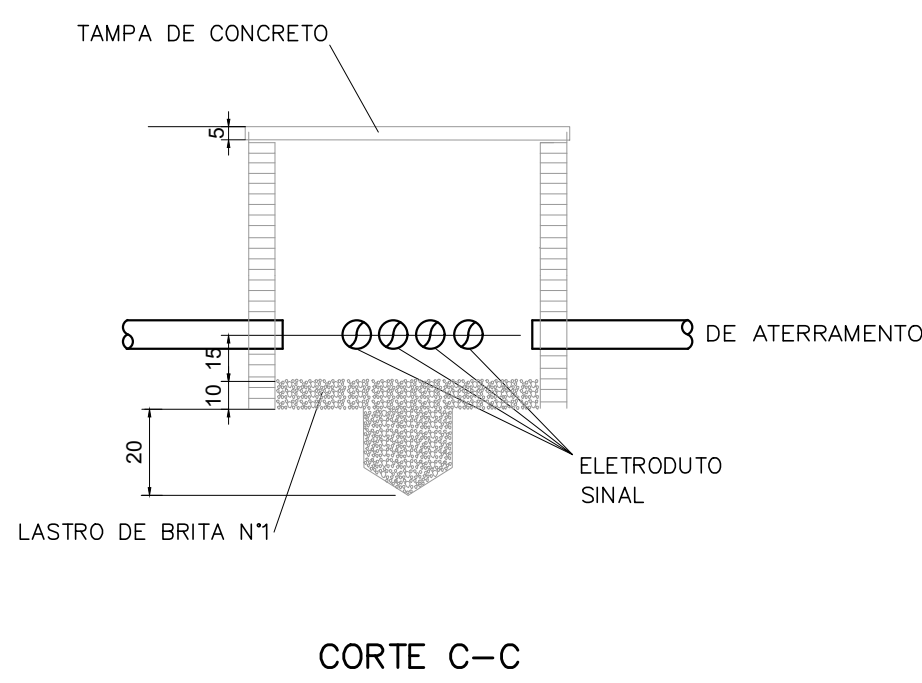
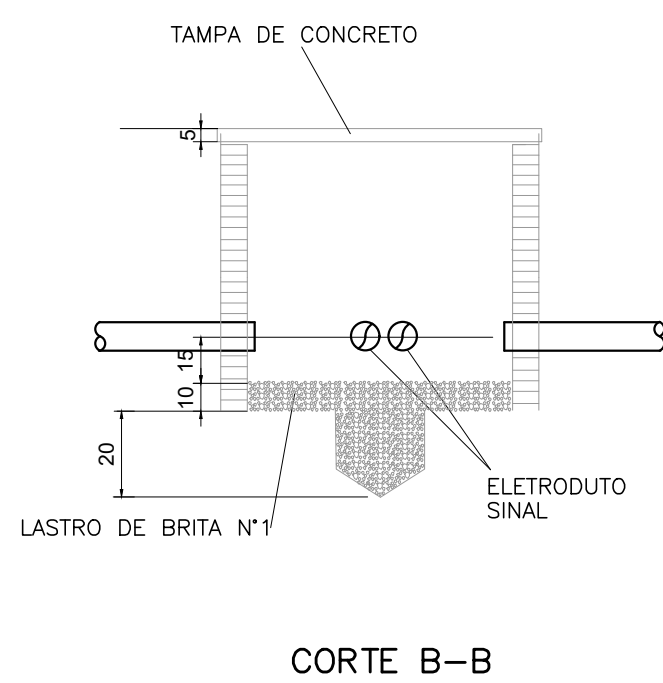
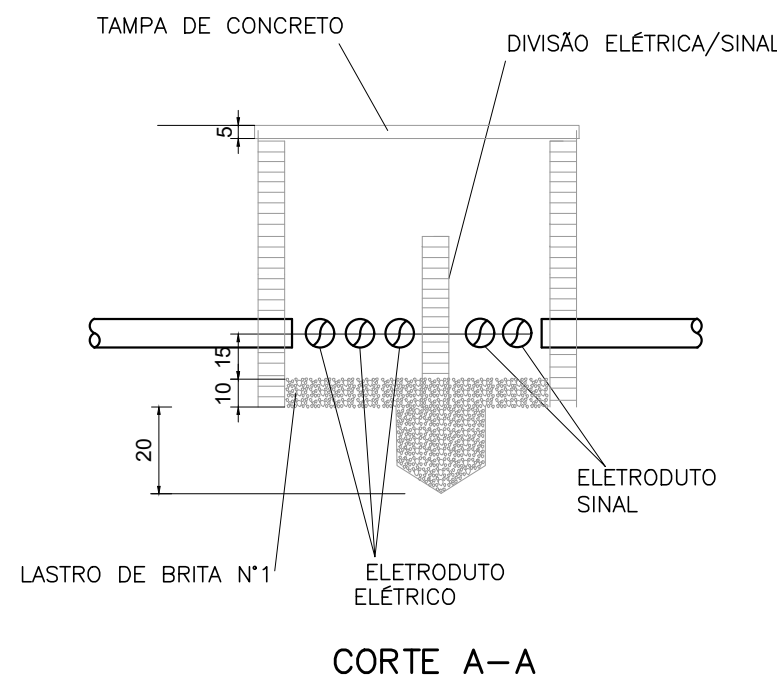
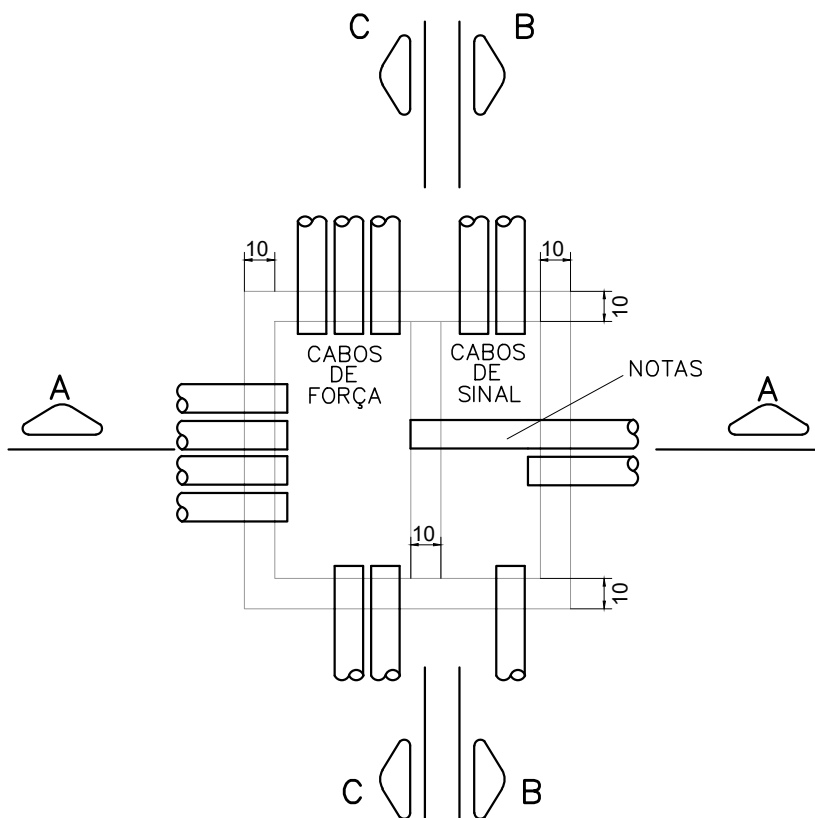


DET-ATP-011
HASTE DE ATERRAMENTO COM CAIXA



DETALHE CAIXA PASSAGEM
S/ESCALA

CAIXA DE PASSAGEM			
TIPO	TAMANHO(mm)	QUANTIDADE	ENVELOPADO
DET-CP-300	300x300	500	
DET-CP-400	400x400	900	
DET-CP-600	600x600	1000	
DET-CP-800	800x800	1200	
DET-CP-1000	1000x1000	1200	



NOTAS:

1. TODO CABO DE COBRE PARA ATERRAMENTO TERÁ SEU ISOLAMENTO NA COR VERDE.
2. COTAS EM MILÍMETROS, ELEVACOES EM METRO, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.
3. CABOS NÃO COTADOS = #2.5mm², DIÂMETRO DE ELETRODUTOS NÃO COTADOS = Ø3/4"
4. ELETRODUTOS EXPOSTOS AO TEMPO DEVERÃO SER DE AÇO GALVANIZADO NORMA NBR5598, SALVO INDICAÇÃO EM CONTRÁRIO.
5. PARA DETALHES DE INSTALAÇÃO DA REDE DE DUTOS (DET-RED-XXXX) E CAIXA DE PASSAGEM (DET-CP-XXXX) VER DETALHES.
6. PARA DETALHES DE INSTALAÇÃO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS (DET-ILU-XXXX) VER DETALHES.
7. PARA DETALHES DE INSTALAÇÃO DE ATERRAMENTO, PROTEÇÃO E SPDA (DET-ATP-XXXX) VER DETALHES.
8. PARA INSTALAÇÃO DO PADRÃO DE ENTRADA DE ENERGIA VER DETALHES.
9. SIGLAS:
 - CTM: CONDUTE METÁLICO FLEXÍVEL;
 - LT: MEDIDOR DE NÍVEL;
 - FT: MEDIDOR DE VAZÃO;
 - ACC: ELETRODUTO DE AÇO CARBONO GALVANIZADO;
 - PVC: ELETRODUTO DE PÓLICLORETO DE VINILA;
 - PEAD: ELETRODUTO CORRUGADO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE.
10. A MALHA DE ATERRAMENTO DEVE SER INTERLIGADA AO BARRAMENTO DE TERRA DO QGBT. ESTE BARRAMENTO TERÁ A FUNÇÃO DE BARRA DE EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS, DESTA FORMA, A CARGA DE TODOS OS PAINÉIS E EQUIPAMENTOS DEVEM SER INTERLIGADAS A ESTE BARRAMENTO.
11. TODAS AS ESTRUTURAS METÁLICAS, PORTÕES E GRADES DEVEM SER CONECTADAS A MALHA DE ATERRAMENTO UTILIZANDO CABO DE COBRE #6mm².

EMPRESA:



RT.:111 ENGº EDUARDO MARTINS MOREIRA

CREA: 254160/MG

VISTO:

PROJ.: EDUARDO

APROV.:

APROV.:

DES.: EDUARDO

DATA: JUNHO/2023

DATA:

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO
PIRAPORA - MG

ESCALA :

INDICADA

SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS
PROJETO ELÉTRICO E AUTOMAÇÃO
ESTÇÃO ELEVATÓRIA EE BOM JESUS

Nº

A1

DETALHES

FOLHA :

07

DE

07

FORMATO