

MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
(ETA JOSÉ PALHARES LEMOS)
BROTAS – SP

APROVADO

Por Ricardo Alecsander Corsi às 15:50, 23/12/2025

Setembro/2022

1. INTRODUÇÃO

A elaboração de um projeto elétrico industrial é de suma importância para a funcionalidade das instalações e equipamentos. Devem-se avaliar os equipamentos, diagnosticar a situação atual das instalações, planejar o que será instalado e prever uma segurança operacional.

Com estas informações, aliados ao cumprimento das normas e exigências em qualidade e segurança desenvolveram-se os projetos apresentados a seguir para realização das instalações elétricas, da estação de tratamento de água localizado na ETA José Palhares Lemos, no município de Brotas - SP.

2. OBJETIVO

O presente documento tem por objetivo orientar a execução das instalações, para montagem dos painéis elétricos de comando de motores (CCM), do painel elétrico de automação, como demais painéis necessários para a correta operação do sistema de tratamento de água localizado na Estação José Palhares Lemos (ETA), bem como prestar esclarecimentos e fornecer dados referentes aos projetos dos painéis elétricos e de automação responsáveis pela operação da estação de tratamento de água.

3. NORMAS APLICÁVEIS

Na execução do fornecimento e montagem dos painéis elétricos deverão ser obedecidas as seguintes Normas Técnicas:

- IEC - International Electrical Commission;
- NBR-5037 - Fitas adesivas sensíveis à pressão para fins de isolamento elétrica;
- NBR-5111 - Fios de cobre nu de seção circular para fins elétricos;
- NBR-5281 - Condutores elétricos isolados e composto termoplástico polivinílico (PVC) até 600 V e 69°C;
- NBR-5361 - Disjuntores de Baixa Tensão;

- NBR-5283 - Disjuntores em caixas moldadas;
- NBR-5288 - Determinação das características isoladas composto termoplástico;
- NBR-5290 - Disjuntores em caixas moldadas;
- NBR-5354 - Requisitos gerais para material de instalações elétricas prediais;
- NBR-5361 - Disjuntores secos de baixa tensão;
- NBR-5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR-5414 - Execução de instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR-5413 - Iluminamento de Interiores e Exteriores;
- NBR-5419 - Sistemas de Aterramento;
- NBR-5444 - Símbolos Gráficos para Instalações Elétricas Prediais;
- NBR-5470 - Instalação de baixa tensão – terminologia;
- NBR-5473 - Instalação Elétrica Predial;
- NBR-6120 - Eletrodutos de PVC rígido;
- NBR-6147 - Plugues e Tomadas para Uso Doméstico;
- NBR-6148 - Condutores Elétricos com Isolação Sólida Extrusada de Cloreto de Polivinila (PVC) para Tensões até 750 Volts sem Cobertura;
- NBR-6150 - Eletrodutos de PVC Rígido;
- NBR-6244 - Fios e Cabos Elétricos - Ensaio de Resistência à Chama;
- NBR-6264 - Plugues e Tomadas de Uso Doméstico - Funcionamento do Contato-Terra;
- NBR-6265 - Plugues e Tomadas de Uso Doméstico - Movimento de Conexão e Desconexão – Durabilidade;
- NBR-6527 - Interruptores de Uso Doméstico;
- NBR-6791 - Porta Fusíveis - Rolha e Cartucho;
- NBR-6808 - Quadros Gerais de Baixa Tensão;
- NBR-6980 - Cabos e Cordões Flexíveis com Isolação Extrudada de Cloreto de Polivinila (PVC) para Tensões até 750 V;
- NBR-7288 - Cabos de Potência com Isolação Sólida Extrudada de Cloreto de Polivinila (PVC) ou Polietileno (PE) para tensões de 1 kV a 6 kV;
- NBR-7864 - Aparelhos de Conexão para Instalações Elétricas, Domésticas e Similares – Proteção Contra Choques Elétricos;
- NBR-10160 - Tampões e grelhas de ferro fundido dúctil - Requisitos e métodos de ensaios;

- NBR-14417 - Reatores eletrônicos alimentados em corrente alternada para lâmpadas fluorescentes tubulares — Requisitos gerais e de segurança;
- NBR-14418 - Reatores eletrônicos alimentados em corrente alternada para lâmpadas fluorescentes tubulares – Prescrições de desempenho;
- NBR-14847 - Inspeção de serviços de pintura em superfícies metálicas – Procedimento;
- NBR-15715 - Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações;
- NBR-61537 - Encaminhamento de cabos — Sistemas de Leitões para cabos e sistemas de leitões para cabos;
- NBR IEC 60439-1 - Conjuntos de Controle e Manobra de Baixa Tensão com Ensaios de Tipo Totalmente Testados (TTA).

4. DEFINIÇÕES

São empregados, neste Memorial, os seguintes termos, entendidas segundo suas respectivas definições básicas:

- **EMPRESA CONTRATANTE** – Prefeitura Municipal da Estância Turística de Brotas: Compreende órgão público mantenedor do serviço de abastecimento de água e esgoto da cidade de Brotas.
- **EMPRESA CONTRATADA** – Compreende pessoa jurídica, responsável pela contratação e execução de toda infraestrutura que trata este memorial.
- **FABRICANTE** – Compreende a pessoa jurídica que produz qualquer material, ou equipamento, utilizado para execução da Obra.

5. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

Neste item, descreve-se de forma RESUMIDA (trata-se de apenas um resumo) os serviços que deverão ser realizados pela Empresa Contratada. A obra compreende as instalações eletroeletrônicas e de automação que darão condições para pleno funcionamento automático

e/ou manual do sistema de tratamento de água a ser implantado no município de Brotas, conforme as pranchas de Instalações Elétricas.

5.1.RESUMO DOS SERVIÇOS PARA ETA JOSÉ PALHARES LEMOS

Para esta unidade indica-se a contratação de construtora civil para fazer toda a infraestrutura elétrica.

Assim, a Empresa Contratada se encarregará dos serviços descritos abaixo.

- 5.1.1. Coletar os painéis elétricos de potência (CCM's) e painel de automação no almoxarifado da Contratante. Alocá-los e fixa-los nas posições definidas em pranchas das Instalações Elétricas. A alocação deverá ser feita manualmente, é importante ressaltar que os painéis de potência (CCM's) são grandes e pesados. Instalar as tubulações complementares de interligação entre os painéis elétricos, Quadro de Transferência do Gerador, canaletas, etc.;
- 5.1.2. Executar a instalação hidráulica de todos os instrumentos de medição (nível, pressão e vazão).

5.2.COMISSIONAMENTO

- 5.2.1. Fornecer os cabos de potência, conforme planilha orçamentária. Lançar os cabos, prensar os terminais de potência e realizar todas as conexões, conforme diagrama unifilar. (Atentar-se, alguns cabos podem ser fornecidos e lançados pela construtora civil). De qualquer forma, o comissionamento (conexões) deverá ser feito pela Empresa Contratada;
- 5.2.2. Identificar todos os cabos com anilhas, conforme projetos dos painéis elétricos;
- 5.2.3. Instalar todos os quadros de distribuição. Identificar, interligar os circuitos e testá-los;

- 5.2.4. Fornecer os cabos de comando e cabos de alimentação das instrumentações, conforme planilha orçamentária. Identificar, lançar os cabos, prensar terminais, conectar os equipamentos de instrumentação e controle. Interligar com painel de automação e CCM's;
- 5.2.5. Identificar todos os cabos com anilhas;
- 5.2.6. Organização de cabos – separação dos cabos de potência dos cabos de comando e sinal, obrigatoriamente;
- 5.2.7. Parametrizar todos os instrumentos de medição (nível, pressão, vazão e etc.);
- 5.2.8. Parametrizar todos os equipamentos eletrônicos (Inversores de frequência, multimedidores de grandezas elétricas, etc.);
- 5.2.9. Desenvolver a programação dos acionamentos (linguagem Ladder) e o Sistema Supervisório, inclusive IHM's, conforme Descritivo de Processo e padrão da Contratante;
- 5.2.10. Testes gerais do sistema;
- 5.2.11. Startup do sistema;
- 5.2.12. Operação assistida;
- 5.2.13. As *built* dos projetos elétricos de infraestrutura, painéis, quadros, diagrama unifilar, etc.;
- 5.2.14. Fornecimento de instrumentos de nível, pressão e vazão;
- 5.2.15. Fornecimento, e execução do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (S.P.D.A.).

6. SERVIÇOS DE ENGENHARIA

Antes da execução dos serviços descritos no item anterior, a Contratada deverá seguir toda documentação (pranchas de projetos, planilhas, etc.) de todos os painéis, quadros, e todas as interligações com os instrumentos de campo envolvidos no processo, conforme projeto executivo. Em acordo com o projeto executivo, a Contratada deverá executar os serviços descritos a seguir:

6.1.PROJETO ELÉTRICO DOS PAINÉIS

A contratada deverá seguir os seguintes documentos para execução das tarefas:

- Projetos elétricos dos painéis CCM's (Potência e Comando);
- Projeto elétrico do painel de automação;
- Listas de materiais dos painéis;
- Layouts construtivos dos painéis;

6.2.ENSAIO E TESTES DE ACEITAÇÃO DOS PAINÉIS

A Contratada deverá desenvolver as seguintes tarefas sendo:

- Inspeção visual e dimensional;
- Verificação da continuidade dos circuitos de força e controle;
- Teste de funcionalidade dos circuitos de força e controle, através de operação simulada;
- Teste de interligação;
- Teste de continuidade;
- Teste de acionamento de I/O;
- Teste de isolamento;
- Teste de tensão aplicada.

OBSERVAÇÃO: Todos os equipamentos deverão possuir atestados de calibração atualizados.

6.3.CONFIGURAÇÃO DO CLP

A Contratada terá que desenvolver a aplicação baseada em padrão pré-definido para o programa, conforme DESCRITIVO DE PROCESSO, sendo:

- 6.3.1. Lista de Tag's para o desenvolvimento da programação do CLP em linguagem Ladder. Este item deverá ser apresentado previamente para a equipe de engenharia elétrica da Contratante para aprovação antes do desenvolvimento das aplicações em Ladder;
- 6.3.2. Desenvolvimento do software aplicativo do CLP em linguagem "ladder";
- 6.3.3. Desenvolvimento de lógicas;
- 6.3.4. Desenvolvimento de alarmes, acionamentos e rotinas de controle;
- 6.3.5. Desenvolvimento de rotinas de controle devidamente documentado;
- 6.3.6. Desenvolvimento de rotinas para leitura de variáveis e acionamentos de equipamentos através da rede Modbus. Deverá também disponibilizar nas IHM's e no Supervisório do CCO o status da rede Modbus e de cada "nó" que faz parte da referida rede.

6.4.CONFIGURAÇÃO IHM

A Contratada terá que desenvolver a aplicação baseado nas necessidades e padrões existentes da Contratada, podendo usar o Descritivo de Processos como referência, sendo:

- 6.4.1. Desenvolvimento de telas do processo;
- 6.4.2. Desenvolvimento de alarmes, acionamentos, e rotinas de verificação;
- 6.4.3. Desenvolvimento de rotinas de acesso;

6.5.CONFIGURAÇÃO REDE MODBUS

O CLP se comunicará com os Drivers (Inversores de Frequência, Multimetro de Grandezas Elétricas, QTA do gerador e etc.) através de protocolo de comunicação RS-485, via Rede Modbus RTU. Assim todo acionamento, retorno de status e leitura de variáveis, deverá ser prevista em configuração/programação dos CLP's e Sistema Supervisório.

6.6.CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE SUPERVISÃO

A Contratada terá que desenvolver a aplicação baseada em padrão pré-definido sendo:

- 6.6.1. Desenvolvimento de telas do processo. Todas as telas deverão passar por aprovação prévia da equipe de engenharia elétrica da Contratante;
- 6.6.2. Desenvolvimento de alarmes, acionamentos, e rotinas de verificação;
- 6.6.3. Desenvolvimento de telas tipo POP-UP;
- 6.6.4. Desenvolvimento de telas de histórico de alarmes e tendências;
- 6.6.5. Desenvolvimento de rotinas de acesso.

6.7.TAF – TESTE DE ACEITAÇÃO EM FÁBRICA

O TAF será realizado nas instalações da Contratante, acompanhado por equipe técnica da Contratada, onde serão realizados os seguintes testes:

- 6.7.1. Teste de todas as entradas e saídas, digitais e analógicas de cada CLP;
- 6.7.2. Teste de alarmes de cada CLP;
- 6.7.3. Teste de acionamento e desligamento de motores, válvulas e demais periféricos do sistema.
- 6.7.4. Teste de lógicas do sistema conforme lista de operações;
- 6.7.5. Testes de gráficos de tendência;
- 6.7.6. Testes das redes envolvidas para aplicação;
- 6.7.7. Teste de desempenho de escrita e leitura da rede;

6.8.COMISSIONAMENTO

Com equipe de campo especializada (engenheiros e técnicos), com no mínimo 1 programador desenvolvedor e 1 eletricitista, deverá ser feito o comissionamento de todos os equipamentos envolvidos no processo de automação. Este é um dos itens mais importantes, no qual, são verificados possíveis erros de desenvolvimento e suas correções.

Todas as despesas desta equipe correrão por conta da Empresa Contratada.

6.9.STARTUP (PARTIDA DO SISTEMA)

Com equipe de campo especializada (engenheiros e técnicos), com no mínimo 1 programador desenvolvedor e 1 eletricitista, deverá ser feita a partida das unidades. Esta etapa deve ser bem planejada objetivando a plena operação do sistema de forma integrada.

Todas as despesas desta equipe correrão por conta da Empresa Contratada.

6.10. OPERAÇÃO ASSISTIDA

Com equipe de campo especializada (engenheiros e técnicos), com no mínimo 1 engenheiro eletricitista ou programador desenvolvedor e 1 eletricitista, deverá ser feita o pronto atendimento por um período de 2 dias corridos após o Startup ter sido finalizado, onde este atendimento poderá demorar no máximo 1 hora.

Todas as despesas desta equipe correrão por conta da Empresa Contratada.

7. AS BUILT DOS DOCUMENTOS

A Empresa Contratada deverá entregar todos os arquivos atualizados conforme a instalação de campo. O fornecedor será responsável pelos documentos e arquivos abaixo:

7.1. Software aplicativo do CLP, com detalhe explicativo (campo comentário) do que cada linha de lógica do programa está fazendo;

7.2. Software aplicativo das IHM's;

7.3. Software aplicativo do Sistema Supervisório (Centro de Controle Operacional);

Todos os documentos deverão ser enviados em arquivos editáveis (abertos, ou com senha de uso);

Todos os documentos deverão ser fornecidos impressos em uma (1) via e em folha A4, colorido, encadernados no formato espiral. Também deverá ser fornecido o arquivo digital dos projetos.

8. EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

A Empresa Contratada deverá comprometer-se a respeitar integralmente as diretrizes e especificações do projeto executivo juntamente com o presente Memorial.

A obra deverá ser entregue a Contratante inteiramente concluída e em condições de uso, quando será lavrado o **TERMO DE RECEBIMENTO**, sem que isso venha eximir a Empresa Contratada de eventuais reparos em serviços que estejam em desacordo com a boa técnica e normas construtivas ou, ainda, de substituir quaisquer peças ou equipamentos que apresentarem problemas ao iniciar-se sua utilização.

Ficará a critério de a Contratante impugnar e mandar refazer ou substituir, serviços ou equipamentos executados em desacordo com os projetos, com as especificações, ou incorretos. As despesas decorrentes dessas substituições e da reexecução dos serviços correrão por conta exclusiva da Contratada.

Todos os materiais, peças e equipamentos a serem empregados na obra deverão ser de primeira linha de fabricação, isentos de quaisquer defeitos incompatíveis com as especificações originais do Fabricante (sejam eles defeitos de fabricação, transporte ou manuseio inadequados), produzidos de modo a atenderem integralmente, as especificações da ABNT, deste Memorial Descritivo e estarem de acordo com os projetos e os memoriais específicos; caso não estejam especificados e sendo necessário para o perfeito funcionamento deverá a Contratada fornecer tal equipamento às suas expensas.

Todos os materiais, peças e equipamentos cujas características e aplicações não sejam regulamentadas por disposições normativas da ABNT, deste Memorial Descritivo ou dos Projetos Executivos, especialmente aqueles de fabricação exclusiva, deverão ser aplicados estritamente de acordo com as recomendações e especificações dos respectivos Fabricantes.

É necessário que todos os projetos sejam minuciosamente conhecidos em todas as suas partes, memoriais e plantas. A Contratada não poderá se isentar de eventuais omissões contidas em memorial, plantas ou relação de materiais.

9. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

9.1. Condições Gerais De Fornecimento

As especificações técnicas dos equipamentos, peças, materiais e dispositivos a seguir são parâmetros mínimos requeridos. Os materiais a serem aplicados deverão ser novos e em perfeito estado de funcionamento.

Os equipamentos deverão ser fornecidos de acordo com as normas da ABNT, referentes a cada caso específico.

Os Fabricantes deverão fornecer catálogos dos equipamentos, folhas de dados com os dados nominais, dados dimensionais, vistas e cortes, garantias, peso, embalagem, ensaios e testes previstos.

A Contratada deverá verificar na fábrica os equipamentos, e em datas pré-fixadas ou não, o andamento da fabricação e inspecionará a qualidade dos componentes, materiais e serviços empregados pelo fornecedor na fabricação dos equipamentos.

A Contratada deverá realizar, na obra, os testes e inspeções de funcionamento dos equipamentos instalados.

O Fabricante deverá prover a Contratada de todas as facilidades para inspeção pormenorizada dos materiais e trabalhos concernentes e dará toda a mão-de-obra auxiliar e equipamentos necessários aos ensaios e inspeção dos equipamentos na fábrica e na obra, de acordo com os procedimentos de testes aprovados.

A Contratada deverá impugnar na fábrica, em qualquer fase de fabricação, qualquer peça que não satisfaça as especificações.

A Contratada deverá enviar à Contratante relação dos testes que pretenda realizar na fábrica e na obra, até 45 (quarenta e cinco) dias antes da data da primeira inspeção.

Esta relação estará sujeita à aprovação da Contratante que poderá introduzir modificações ou adições na mesma.

Os ensaios e testes de todos os equipamentos integrantes do fornecimento correrão por conta da Fabricante e Contratada.

Qualquer modificação solicitada pela Contratante, na montagem e/ou no equipamento ficará por conta exclusivamente da Contratada, ficando a Contratante isenta de qualquer ônus financeiro.

Todos os equipamentos deverão seguir as normas e recomendações da ABNT.

A Contratada e seus fornecedores deverão verificar se as características dos produtos ofertados atendem aos documentos do projeto.

No caso deste fato não ocorrer a Contratada deverá fazer as adaptações necessárias.

9.2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE PAINÉIS DE POTÊNCIA (CCM)

9.2.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DOS PAINÉIS AUTOPORTANTE:

- Grau de proteção mínimo: IP-54;
- Cor: cinza RAL 7032 com espessura mínima de 70 µm;
- Dimensões mínimas por módulo:
- Altura mínima: 1800mm;
- Largura mínima: 600mm ou 800mm, conforme lista de materiais mínimos;
- Profundidade mínima: 600mm.
- Estrutura confeccionada em aço carbono com espessura mínima de 2,7mm;
- Fechamento lateral confeccionado em aço carbono com espessura mínima de 1,9;
- Fechamento traseiro confeccionado em aço carbono com espessura mínima de 1,9;
- Teto confeccionado em aço carbono com espessura mínima de 1,9;
- Porta confeccionada em aço carbono com espessura mínima de 1,9;
- Base soleira confeccionada em aço carbono com espessura mínima 2,7mm com 100mm de altura;
- Tampa inferior composta por 2 chapas de aço carbono com espessura mínima de 1,9mm com vedação em Neoprene. Cor: cinza RAL 7032;
- Placa de montagem confeccionada em aço carbono com espessura 2,7mm.
- Pintura em laranja Munsell 2,5 YR 6/14. Dimensões conforme projeto orientativo;
- Todas as portas devem possuir fecho cremona escamoteável com miolo universal;
- O painel deverá possuir elos de suspensão para manuseio.

9.2.2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO PAINEL TIPO CAIXA:

- Grau de proteção mínimo: IP-65;
- Pintura tipo: Eletrostática a pó;
- Cor: cinza RAL 7032 com espessura mínima de 70 μm ;
- Dimensões mínimas: conforme lista de materiais mínimos;
- Caixa confeccionada em chapa de aço carbono com espessura mínima de 1,5mm;
- Placa de montagem confeccionada em aço carbono com espessura mínima de 1,9mm;
- A porta deve possuir fecho cremoneira escamoteável com miolo universal.

9.3. DA MONTAGEM DOS PAINÉIS DE POTÊNCIA (CCM)

Disjuntor geral ou (chave seccionadora) fixado no espelho de montagem centralizando há manopla no centro da porta sendo há altura da manopla padrão e de 1700 mm, podendo ser alterada de acordo com o projeto.

Os barramentos terão os **pontos de contato prateados**. As **partes sem conexão** deverão ser **revestidas com termoencolhível**, conforme padrão de cores padronizados.

Todas as derivações de barramento devem ser feitas com parafuso passante, contendo 1 porca, 2 arruelas lisa, 1 arruela de pressão. O barramento neutro será fixado em paralelo com o barramento terra.

Todos os pontos vivos dos barramentos das fases devem ser protegidos por proteção de policarbonato e devem ser fixados no painel por cantoneiras. Nessa placa de proteção deverá existir um adesivo de alerta.

A Bitola dos condutores mínima:

- A fiação de comando painel (CCM) deve ser de bitola mínima 1,5 mm²;
- A fiação de potência deve ser de bitola mínima 2,5 mm²;
- A fiação de medição deve ser de bitola mínima 4,0 mm²;

Todos os pontos de aterramentos serão derivados do barramento. Os pontos de aterramento para campo serão derivados do barramento terra.

O layout poderá ser montado em espelho de montagem seccionado, para melhor ventilação do painel.

A fixação dos componentes será feita com rebite de rosca. A fixação das canaletas e trilhos deverão ser feitas com parafuso auto brocante.

As identificações das vias de potência serão feitas com luvas ou luvas tipo borboleta.

Para montagem dos componentes nas portas deverá ser utilizado a seguinte sequência abaixo, tanto para acionamento de motores ou outros dispositivos que se fizerem necessários:

- Chave seletora Local/Remoto;
- Botoeira Liga/Desliga;
- Botão de Emergência, tipo cogumelo;
- Sinaleiros, conforme padrão de cores:
 - Ligado: Verde;
 - Desligado: Vermelho;
 - Falha: Amarelo.

Todas as partes metálicas dos aparelhos, instrumentos e da estrutura dos painéis deverão ser ligadas a uma barra de terra na parte inferior do painel. Quando não existir uma perfeita continuidade entre as partes metálicas, deverão ser previstas conexões com cabos flexíveis.

9.4.DA MONTAGEM DO PAINEL DE AUTOMAÇÃO

Todos os pontos vivos dos barramentos das fases, quando necessário, devem ser protegidos por proteção de policarbonato e deve ser fixado no painel. Nessa placa de proteção deverá existir um adesivo de alerta.

A Bitola dos condutores mínima:

9.4.1. Cabos de força (entrada de tensão de alimentação) # 2,5 mm² - (mínimo);

- Fase – preto;
- Neutro – azul claro;
- Terra – verde e amarelo (cabo bicolor);

9.4.2. Iluminação de painéis e circuitos elétricos auxiliares (comando) # 1,5mm² – (mínimo)

- Fase – cinza;
- Neutro – azul claro;

- Terra – verde e amarelo (cabo bicolor);

9.4.3. Cabeamento de I/O's para o CLP e aquisitores de dados # 0,5mm² – (mínimo)

- Sinais analógicos:
 - o Positivo – Branco;
 - o Negativo – Preto.
- Sinais digitais (+24 Vdc) – Vermelhos;
- Sinais digitais (0 Vdc) – Pretos.

Todos os pontos de aterramentos serão derivados do barramento. Os pontos de aterramento para campo serão derivados do barramento terra.

Todas as partes metálicas dos aparelhos, instrumentos e da estrutura dos painéis deverão ser ligadas a uma barra de terra na parte inferior do painel. Quando não existir uma perfeita continuidade entre as partes metálicas, deverão ser previstas conexões com cabos flexíveis.

A fixação dos componentes será feita em trilho DIN ou conforme orientação do fabricante. A fixação das caneletas, trilhos será feita com parafuso auto brocante.

9.5.IDENTIFICAÇÃO

Os quadros deverão ser identificados através de plaquetas de acrílico com fundo preto e gravação em letras brancas, ou de acordo com o padrão de identificação do fabricante, afixadas na porta contendo, no mínimo, os seguintes dados:

- Número do quadro (TAG), conforme padrão de numeração do cliente, descrição do tipo de quadro e número de série de fabricação.

Todos os componentes deverão ser identificados por meio de etiquetas com fundo branco e letras pretas colocadas ao lado do respectivo. O texto da etiqueta deverá ser o mesmo daquele indicado no projeto elétrico.

Todos os componentes utilizados do quadro deverão possuir sua identificação no espelho de montagem indicando sua localização de instalação utilizando etiquetas autocolantes com fundo branco e letras pretas.

A fiação de comando deverá ser identificada em sua totalidade por meio de anilhas de comandos elétricos antichama, conforme numeração do esquema funcional do quadro.

As botoeiras, lâmpadas de sinalização e chave geral, deverão ser identificadas por meio de etiquetas de acrílico com fundo preto e letras brancas e colocadas acima do respectivo item. O texto da etiqueta deverá ser o mesmo daquele indicado no esquema unifilar do quadro.

Todos os componentes internos como: chaves, disjuntores, relés e bornes terminais deverão ser identificados com marcas indelévels.

Todos os circuitos de saída deverão ser identificados por meio de etiquetas de acrílico com fundo branco e letras pretas colocadas ao lado do respectivo disjuntor. O texto da etiqueta deverá ser o mesmo daquele indicado no esquema unifilar do quadro.

Todos os barramentos (principal e secundário) deverão ser identificados por meio fita adesiva antichama em intervalos regulares, de acordo com a seguinte regra:

- Fase R – Azul Escuro.
- Fase S – Branco.
- Fase T – Violeta (Roxo).
- Neutro – Azul Claro.
- Terra – Verde.

10. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE MATERIAIS

10.1. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Este item visa descrever características técnicas mínimas de Inversores de Frequência para acionamento e controle de velocidade de motores trifásicos de indução do tipo gaiola.

- Tensão nominal: 380Vac, conforme lista de materiais mínimos;
- Frequência de 50/60 Hz ($\pm 5\%$);
- Corrente nominal mínima: conforme lista de materiais mínimos;
- Modos de operação: V/f, Vetorial Sensor Less e Vetorial Malha Fechada;
- Sobrecarga: 110% durante 60 segundos;
- Frequência de saída: 0 a 200 Hz;

- Tensão de saída: 0 a 100% da tensão de alimentação;
- Temperatura de operação de -10 a 45°C;
- Umidade relativa do ar: 5 % a 90 % sem condensação;
- Altitude: 1000 metros sem derating;
- Rampas de aceleração e desaceleração: 0,1 a 999 segundos;
- Deve possuir oito (8) entradas digitais totalmente programáveis 24Vcc, configuráveis como NPN ou PNP, sem a adição de módulos opcionais;
- Deve possuir quatro (4) saídas digitais a transistor, sem a adição de módulos opcionais;
- Deve possuir uma (1) saída a relé com contatos reversíveis (NAF), sem a adição de módulos opcionais;
- Deve possuir duas (2) entradas analógicas configuráveis (0/4~20 mA, 0~10 Vcc), com resolução mínima de 11 bits, incorporadas ao inversor sem a adição de módulos opcionais;
- Deve possuir duas (2) saídas analógicas (0~10 Vcc ou 4~20 mA), com resolução mínima de 10 bits, incorporadas ao inversor, sem a adição de módulos opcionais;
- Rendimento maior ou igual a 97%;
- Fator de Potência maior ou igual a 0,94;
- Fator de Deslocamento (Cos fi): maior ou igual a 0,98;
- Inversor deve possuir função PID incorporada;
- A IHM customizada de forma a permitir 2 indicações simultâneas como frequência do motor, tensão de saída, corrente de saída, entre outras, e ainda permitir a programação e indicação dos parâmetros do inversor;
- Deve permitir o uso das redes de comunicação: ModBus RTU (RS485), DeviceNet, Profibus DP e CANopen;
- Deve possuir porta de programação USB;
- O inversor deve possuir reatância no link CC e **Filtro RFI incorporados**.
- Níveis de harmônicos em conformidade com a IEEE519;
- Níveis de compatibilidade eletromagnética (EMC) em conformidade com a IEC EN 61800-3, e EN 61000 (4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6), CISPR11 e EN 55011;
- As placas eletrônicas do Inversor devem possuir revestimento com verniz especial

de alta resistência, que possibilite o seu uso em ambientes agressivos, típicos de estações de tratamento de água e esgoto, onde estão presentes gases como: H₂S, NO₂, CL₂, SO₂, etc;

- Deve possuir as seguintes proteções com bloqueio do inversor e alarmes: Sobretensão, Subtensão, Curto-circuito na saída entre fases e fase e terra, Sobretemperatura do inversor, Sobrecorrente, Sobrecarga do motor, Sobrecarga do inversor, Sobrecarga no resistor de frenagem, Falta de fase, Falha / alarme externo, Falha na CPU ou memória, Falha na comunicação de rede, Falha do ventilador do dissipador, Sobre velocidade do motor; Falha de encoder;
- O Inversor deverá reter na memória as últimas 05 falhas ocorridas;
- Inversor deve possuir CLP incorporado, que torne possível o desenvolvimento de aplicações que possa utilizar as suas entradas e saídas analógicas e digitais; realizar operações matemáticas e trigonométricas com ponto flutuante; e blocos de funções. A programação deve ser em linguagem Ladder e a memória do CLP deve ser de no mínimo de 8k bytes. O software de programação deve ser fornecido gratuitamente;
- Deve ser possível a configuração do Inversor através de parâmetros na IHM, software através da porta USB, RS485 ou rede de comunicação, o software de programação deve ser fornecido gratuitamente;
- Deverá possuir slot para cartão de memória, que possua a funcionalidade de backup de parâmetros, atualização de firmware, backup de parâmetros e da aplicação do CLP;
- Deve possuir os modos de controle escalar e vetorial em malha aberta, e vetorial com malha fechada (encoder);
- Deve possuir tecnologia “Plug and Play” para os módulos opcionais e de rede;
- Manual em português completo com instruções detalhadas de instalação e parametrização impressas e em mídia;
- Software de programação em ambiente Windows com licença de uso livre;
- As borneiras das entradas e saídas analógicas e digitais devem ser do tipo removíveis;
- Função que permita partida para enchimento de rede vazia sem ultrapassar a corrente nominal do motor;
- Função que permita detecção de fugas de água;

- Função que permita o inversor hibernar ou repousar;
- Função que permita proteção contra bomba a seca;
- Função para desentupimento para bomba;
- Função para acionamento de bomba auxiliar;
- Fonte interna de 24Vcc para alimentação de sensores de no mínimo 350mA, para acionamento das entradas digitais e alimentação de sensores, sem que haja a necessidade de instalação de módulos opcionais ou do uso de fontes externas.

10.2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CHAVE SECCIONADORA ROTATIVA

- Chave seccionadora rotativa porta fusível, manobra sob carga;
- Acionamento rotativo feito por meio de manopla direta frontal ou através de manoplas externas para porta de painel. A manopla para porta de painel deve permitir travamento por cadeado na posição desligado;
- A chave deve seguir as normas internacionais de desempenho de produto IEC 60947-3 e IEC 60947-1;
- Corpo em material termoplástico auto-extinguível (classe de flamabilidade V0);
- Tensão nominal de operação: até 690VAC;
- Tensão nominal de isolamento: 1000VAC;
- Vida mecânica: no mínimo 8.000 ciclos;
- Corrente nominal mínima: Conforme lista de materiais mínimos;
- Frequência: 50/60 Hz;
- Grau de proteção: IP20.

10.3. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CHAVE SECCIONADORA SACA FUSÍVEL

- Chave seccionadora saca fusível, manobra sob carga;
- A chave deve seguir as normas internacionais de desempenho de produto IEC 60947-3 e IEC 60947-1;
- Corpo em material termoplástico auto-extinguível (classe de flamabilidade V0);
- Tensão nominal de operação: até 690VAC;

- Tensão nominal de isolamento: 1.000VAC;
- Vida mecânica: no mínimo 8.000 ciclos;
- Corrente nominal mínima: Conforme lista de materiais mínimos;
- Frequência: 50/60 Hz;
- Grau de proteção: IP20.

10.4. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA FUSÍVEIS RETARDADOS

- Fusível gL/gG, tipo NH contato faca em latão prateado;
- Corpo cerâmico;
- Preenchimento com areia de quartzo;
- Elemento fusível em cobre eletrolítico;
- Corrente nominal: Conforme lista de materiais mínimos.

10.5. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA FUSÍVEIS ULTRARRÁPIDOS

Os fusíveis ultrarrápidos deverão ser aqueles recomendados pelo fabricante do Drive de partida, tal que seja respeitada a curva da Integral de Joule em função da corrente (I^2t) e, assim garantir efetivamente a proteção dos semicondutores de potência.

- Tipo NH contato faca em cobre prateado;
- Corpo cerâmico;
- Preenchimento com areia de quartzo impregnada;
- Elemento fusível em prata pura;
- Integral de Joule (I^2t) máximo: conforme orientação do fabricante do inversor de frequência;
- Corrente nominal: Conforme lista de materiais mínimos.

10.6. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA-SURTO (DPS)

- Classe II;
- Frequência nominal: 60 Hz;
- Máxima tensão de operação: 275 VAC;
- Corrente de descarga nominal: 20 kA;
- Corrente de descarga máxima: 45 kA;
- Tempo de resposta $\leq 25\text{ns}$;
- Indicação de falha;
- Grau de proteção: IP20;
- Temperatura ambiente (funcionamento): 0° C a 60 °C;
- Montagem em Trilho de fixação 35mm.

10.7. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DISJUNTOR PROTEÇÃO GERAL CAIXA MOLDADA

- Disjuntor caixa moldada fixo;
- Corrente nominal: conforme lista de materiais mínimos;
- Número de pólos: 3 pólos;
- Tensão nominal de operação: até 690VAC;
- Frequência nominal: 60 Hz;
- Tensão nominal de impulso suportável: 6kV;
- Tensão nominal de isolamento: 1.000V;
- Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito (ICC): 25kA em 220VAC;
- Capacidade nominal de curto-circuito em serviço (ICS): 100% de ICC;
- Em conformidade com a norma IEC 60947-2;
- Vida mecânica – número de operações: até 8.500 operações;
- Vida elétrica – número de operações: até 1.500 operações.

10.8. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DISJUNTOR PARA DISTRIBUIÇÃO CAIXA MOLDADA

- Disjuntor tripolar termomagnético tipo caixa moldada;
- Corrente nominal: conforme lista de materiais mínimos;
- Tensão de operação nominal: 690VCA;
- Tensão de impulso nominal suportável: 6kV;
- Capacidade de interrupção máxima de curto-circuito - norma IEC 60947: 10kA em 440Vac.

10.9. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA MINIDISJUNTORES

Minidisjuntores monopolar, bipolar e tripolar, curva de disparo C, para proteção contra sobrecarga e curto-circuito em condutores elétricos. Principais características técnicas:

- Corrente nominal: conforme lista de materiais mínimos;
- Capacidade de interrupção curto-circuito, conforme NBR NM 60898:
- 1-2-3polos F-F: 3kA em 400/440V;

10.10. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DISJUNTOR MOTOR

- Disjuntor motor termomagnético;
- Três polos;
- Tensão nominal de operação: até 690 VAC;
- Capacidade de curto circuito instantâneo: $13 \times I_n$;
- Faixa de ajuste corrente nominal: Conforme lista de materiais mínimos.

10.11. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONTATOR MANOBRA DE MOTOR

- Contator tripolar;
- Contato auxiliar: 1NA;
- Categoria de acionamento: AC-3;

- Corrente nominal mínima: conforme lista de materiais mínimos;
- Tensão de comando: 220VAC;
- Tensão nominal de impulso suportável: 6kV.

10.12. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONTATOR DE COMANDO

Contator auxiliar para comando, demais características conforme abaixo:

- Fixação em trilho DIN 35mm;
- Tensão de comando: 220VAC;
- Corrente dos contatos: 10A;
- Tensão nominal de isolamento: 690V;
- Temperatura de operação: de 0 a 55 °C.

10.13. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA MULTIMEDIDOR DE GRANDEZAS ELÉTRICAS

- Multimetro trifásico: Tensão (V); Corrente (A); Potência Ativa (W); Potência Reativa (VAr); Potência Aparente (VA); fator de potência (Adimensional); frequência (Hz); Energia ativa (kW.h) e reativa (kVA.h), demanda de corrente (A), demanda de potência (W);
- Tensão de alimentação: 90 a 240VAC;
- Sinal de entrada de tensão: 440VAC;
- Sinal de entrada de corrente: 5A;
- Frequência nominal: 60 Hz;
- Classe de exatidão: 0,5%
- Protocolo de comunicação: Modbus-RTU (RS-485);
- Três displays alfanuméricos - 1 linha 16 caracteres.

10.14. ESPECIFICAÇÕES DO CLP - CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

O Hardware de CLP ofertado deverá ser equivalente ao modelo utilizados no projeto. Esse modelo é indicado apenas como referência podendo ser substituído por equipamentos

equivalentes que atendam às necessidades requeridas para operação do sistema.

10.14.1. Controlador Lógico Programável PLC300

- Um (01) Canal de comunicação Ethernet 10/100 Mbps;
- Dez (10) entradas digitais em 24 Vcc;
- Uma (01) entrada analógica configurável;
- Nove (09) saídas digitais em 24 Vcc;
- Uma (01) saída analógica configurável;
- Memória de dados com 1 MBytes;
- Até 512 telas programadas pelo usuário;
- Suportar comunicação em rede Modbus RTU;
- Suportar comunicação em rede CANopen;
- Suportar linguagem de programação “Ladder”;
- Temperatura de operação: de -25 °C a 55 °C;
- Alimentação 24 Vcc;

Referência: Linha PLC300HP, código 13798125, fabricante: Weg.

10.14.2. Módulos de expansão

- Módulo para entradas digitais com 14 pontos operando em tensão 24 Vcc, 10 saídas digitais.

Referência: RUW100.2, Weg.

- Módulo para 8 entradas digitais e 16 saídas digitais com pontos operando em tensão 24 Vcc.

Referência: MOD1.20, Weg.

- Módulo para entradas analógicas com 7 pontos operando em corrente (0-20mA), corrente (4-20mA) ou tensão em (0 – 10V).

Referência: MOD2.00, Weg.

- Módulo para saídas analógicas com 4 pontos operando em corrente (4-20mA) e 4 pontos operando em tensão (0 – 10V).

Referência: MOD3.00, Weg.

10.15. ESPECIFICAÇÕES DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO DC

Fonte de alimentação com chaveamento primário para montagem em trilho de fixação, entrada monofásica bivolt e saída 24 VDC / 5A.

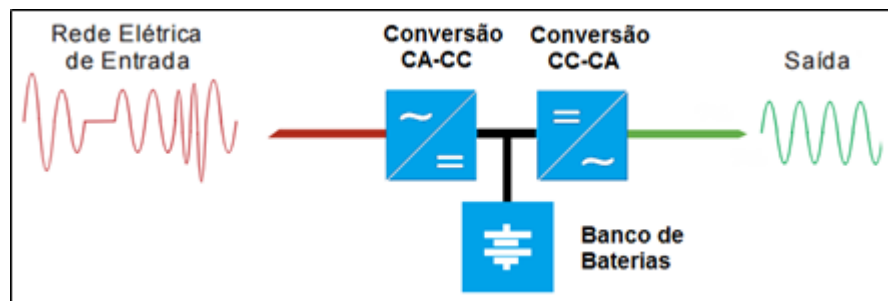
- Conexão a parafuso;
- Tensão nominal de entrada: de 100 a 240 VCA;
- Faixa de frequência: de 45 a 65 Hz;
- Fator de potência ($\cos \phi$): 0,99;
- Eficiência > 97,1%;
- Proteção contra Sobretensão de transientes;
- Tensão nominal de saída: 24 VCC $\pm$ 1%;
- Corrente nominal de saída: 5A;
- Grau de proteção IP20;
- Montagem em trilho DIN 35 mm;

10.16. NO-BREAK ONLINE DUPLA CONVERSÃO

10.16.1. Tecnologia

- Nobreak On Line Dupla Conversão. A Figura 1 representa de forma simplificada o conceito da tecnologia;
- Forma de onda senoidal pura;

Figura 1 – Diagrama de bloco simplificados nobreak dupla conversão



10.16.2. Características de tensão de entrada

- Tensão nominal da rede: 220VAC (F+F+T);
- Variação máxima de tensão admissível: 220VAC $\pm$ 20%;
- Fator de potência: maior ou igual a 0,98;
- Frequência nominal: 60 Hz;
- Variação máxima de frequência admissível: de 40 a 70 Hz;
- Cabo da alimentação de entrada com plugue padrão NBR14136 (10A).

10.16.3. Características da Tensão de saída

- Forma de onda: Senoidal Pura;
- Tensão nominal: 220VAC (F+F+T);
- Fator de potência mínimo: 0,8;
- Fator de Crista: 3:1;
- Regulação de Saída/Estática: $\pm$ 1%;
- Frequência nominal saída: 60 Hz;
- Distorção harmônica (THD): menor ou igual a 3% para carga linear e 6% para carga não linear;
- Conexão de saída: Pelo menos 4 tomas de 10A, padrão NBR14136.

10.16.4. Características gerais

- Compatível com grupo gerador;
- Operar em sincronismo de fase com a rede de entrada da concessionária;
- Rendimento mínimo: 87%;
- Deve possuir Bypass automático com tempo de chaveamento menor que 5 milissegundos, que garanta a alimentação dos equipamentos a ele ligados diretamente da rede elétrica quando ocorrer uma falha no nobreak ou sobrecarga;
- O tempo de transferência entre a Rede de Energia e Baterias deve ser nulo (online dupla conversão);
- Deve possuir filtro de linha interno que atenua os efeitos dos ruídos presentes na rede elétrica;
- Deve possuir proteção contra a descarga total das baterias tal que elas não atinjam

- carga abaixo da mínima recomendada;
- Deve possuir proteção contra sobrecarga e proteção contra sobreaquecimento no inversor;
 - O nobreak deve possuir Display LCD e teclas de navegação;
 - nobreak deve possuir sinalização audiovisual que informe pelo menos os seguintes status de funcionamento:
 - Modo Bypass, modo rede, modo bateria, nível de carga da bateria, nível de carga de saída;
 - Tensões de entrada, Tensão de saída, Tensão da bateria e frequências de entrada e frequência de saída;
 - As baterias devem ser do tipo selada;
 - Deve possuir conexão para banco de baterias externas;
 - Temperatura de operação: de 0 a 40 °C;
 - Umidade relativa do ar: de 20 a 90% sem condensação.

10.17. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA RELÉ FALTA FASE

Relé de supervisão para sistema trifásico com as seguintes características:

- Proteção contra falta de fase, assimetria e inversão da sequência de fase;
- Tensão nominal: 440VAC ou 220VAC, conforme lista de materiais mínimos;
- Um (01) contato reversível;
- Atuação instantânea;
- Vida elétrica: 10 milhões de manobras.

10.18. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COMANDO E SINALIZAÇÃO

- As botoeiras e seletores devem ser do tipo botão comutador (Ø22 mm) com “contatos fixos”, sendo:
 - Acionamento externo sem necessidade de abertura da porta do quadro;
 - Grau de proteção mínimo: IP66;

- Temperatura de operação: Até 70 °C;
- Corrente Térmica, conforme IEC 60947-5-1: 10A;
- Durabilidade mecânica mínima: 1.000.000 ciclos;
- Os Sinaleiros deverão ser do tipo Monobloco com LED (Ø22 mm), sendo:
 - Grau de proteção mínimo IP66;
 - Tensão de alimentação 220VAC;
 - Temperatura de operação: Até 70 °C.

10.19. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA BLOCO DE DISTRIBUIÇÃO MODULAR

Trata-se de *kit* borne para distribuição de energia. Principais Características:

- Bloco bipolar (duas barras de distribuição);
- No mínimo 11 terminais por barra de distribuição;
- Corrente nominal mínima: 40A;
- Montagem em trilho DIN.

10.20. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CHAVE FIM DE CURSO

- Corrente nominal: 20A;
- Temperatura de operação: 0°C a 55°C;
- Haste do tipo: rígida com rolete.

10.21. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONJUNTO DE VENTILAÇÃO/EXAUSTÃO

Deverá ser utilizado um conjunto de exaustão forçado para cada módulo dos painéis ou caixa de montagem, visando à refrigeração dos componentes. O sistema de ventilação deverá ser composto por 01 (um) conjunto teto exaustor e 1 conjunto insuflador composto por motor-grelha-filtro na parte inferior da porta do quadro. Especificações:

- Corpo injetado em termoplástico com filtro progressivo G3;
- Grau de proteção IP54;

- Ventilador axial.
- Cor cinza RAL7032;
- Tensão nominal: 220VAC;
- Fluxo de ar mínimo exaustão: 430 m³/h;
- Fluxo de ar mínimo ventilação: 480 m³/h.

10.22. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA BORNES

- **Borne fusível**
 - Fixação em trilho DIN 35mm;
 - Corrente nominal: 6,3A.
- **Borne de passagem**
 - Fixação em trilho DIN 35mm;
 - Tipo de conexão: Conexão a parafuso ou mola;
 - Corrente nominal: 24A.

10.23. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ANILHAS DE FIOS

A fiação de comando deverá ser identificada em sua totalidade por meio de **anilhas antichama** com identificação conforme numeração do esquema funcional do projeto do painel. As anilhas devem possuir resistência contra corrosão, sujeira, óleos, solventes, água e manipulação excessiva.

10.24. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA LUMINÁRIA PARA PAINEL

- Luminária compacta de 18W;
- Tensão nominal: 220VAC;
- Fabricado em alumínio extrudado;
- Visor de policarbonato;
- Interruptor liga e desliga acoplado;

- Fixado através de parafusos.

10.25. ESPECIFICAÇÃO DE CABOS UTILIZADOS EM CAMPO

Os produtos ofertados neste item, deverão possuir Atestados de Certificação junto a empresas acreditadas pelo INMETRO, atestando assim que o processo de fabricação é regulamentado por normas técnicas vigentes da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

10.25.1. Cabos de potência

Para interligações de sinais de comando digitais, acionamento de motores, bombas dosadoras de produtos químicos, etc., serão utilizados cabos de cobre flexível, formado por fios de cobre nu eletrolítico, tempera mole, encordoamento classe 5, multipolar ou singelo (conforme planilha orçamentária), isolamento em HEPR 90°C, 0,6/1,0 KV, cobertura em PVC ST2. Os cabos devem ser **normatizados**, conforme NBR 7286, NBR NM 280 e NBR NM-IEC 60332-1. Os produtos ofertados deverão possuir Atestados de Certificação junto a empresas acreditadas pelo INMETRO.

10.25.2. Cabos de instrumentação

Para interligações de sinais analógicos dos instrumentos de campo etc., serão utilizados cabos de cobre flexível do tipo PP, isolamento 500V ou superior, sendo 2x1,5mm² + malha (shield). Os produtos ofertados deverão possuir Atestados de Certificação junto a empresas acreditadas pelo INMETRO.

10.25.3. Cabos de rede Ethernet

- Categoria Cat5e blindado para uso externo (outdoor);
- Em conformidade com as normas EIA/TIA 568;
- Possuir no mínimo 03 camadas de proteção:
 - o Primeira camada de polietileno adicionada de UV (ultravioleta) para proteção contra elementos externos;
 - o Segunda camada de PVC – para proteger contra poeira, sol e chuva;
 - o Terceira camada com blindagem STP (Protege os fios de interferência

eletromagnética).

11. LISTA DE MATERIAIS MÍNIMOS

É apresentado a seguir, a respectiva Lista de Materiais Mínimos de cada painel elétrico a ser adquirido pela Contratante, conforme a Tabela 1 e Tabela 2. Essas listas representam o mínimo requerido para a montagem e, também, gerar o custo dos painéis. As marcas e modelos apresentados são apenas de referência e a Contratada poderá ofertar outros modelos/marca desde que em conformidade com as especificações técnicas desse edital.

11.1. PAINEL DE POTÊNCIA CCM – ETA JOSÉ PALHARES LEMOS

Tabela 1: Lista de materiais mínimos painel CCM – ETA José Palhares Lemos

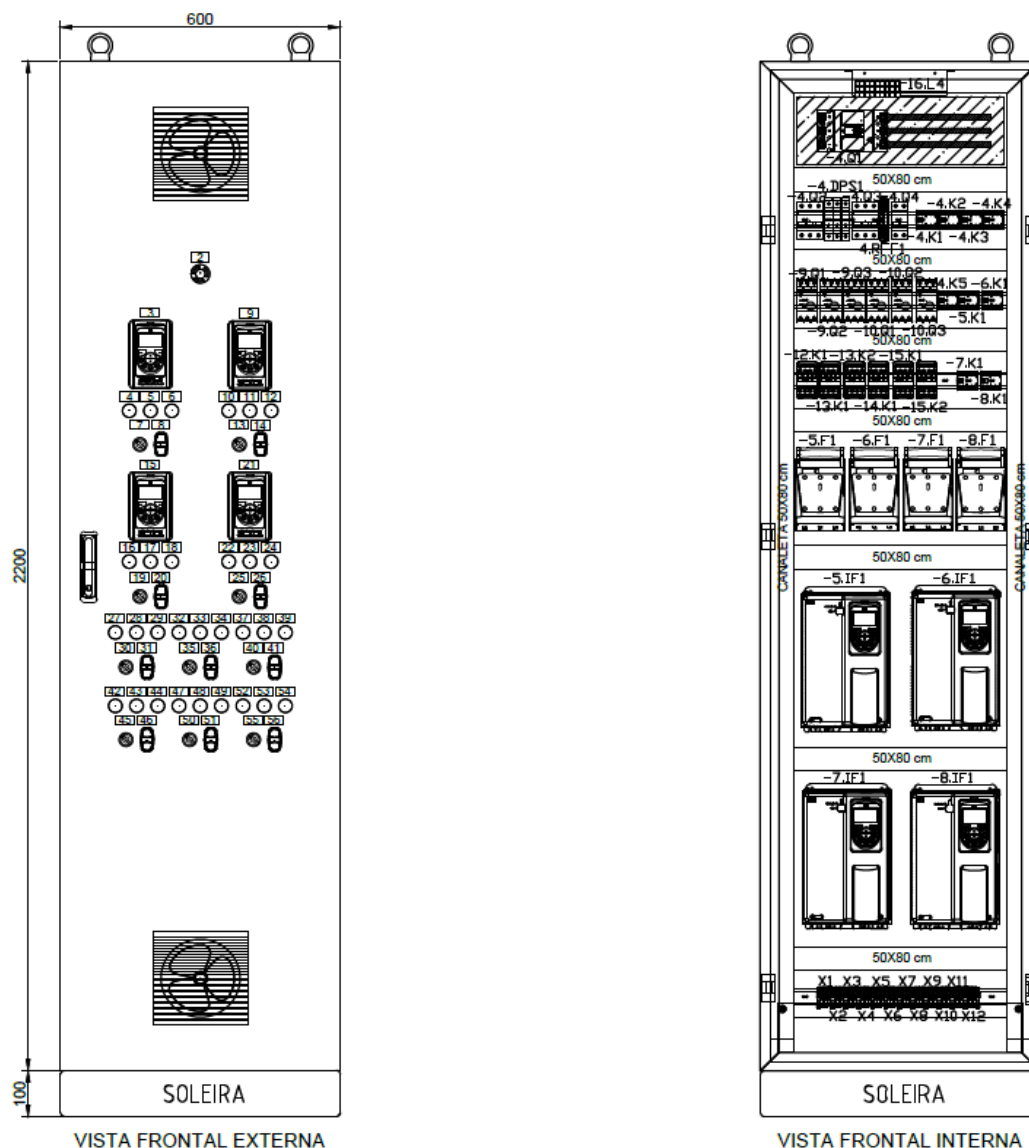
Lista de Materiais – Painel CCM – ETA José Palhares Lemos				
Item	Qtd.	Referência	Fabricante	Descrição
1	1	DWP125L-80-3	WEG	Disjuntor tripolar caixa moldada, In – 80A, Icc - 20kA em 400V, térmico e magnético fixo
2	1	MDW-C16-3	WEG	Minidisjuntor tripolar, curva "C", 440Vca/250Vcc 16A, 50/60Hz
3	3	SPW02-275-20	WEG	Dispositivo de proteção contra surtos, classe II, 275V, 20kA, 50/60Hz
4	1	MDW-C6-3	WEG	Minidisjuntor tripolar, curva "C", 440Vca/250Vcc 6A, 50/60Hz
5	1	RPW-FSF	WEG	Rele sequência e falta de fase, sem neutro, 208 / 480 V – 60Hz
6	2	CAW04-13-00V25	WEG	Minicontator de comando, manobra em regime AC-14/15, 220V, 6A, 60Hz
7	1	MDW-C6-2	WEG	Minidisjuntor bipolar, curva "C", 440Vca/250Vcc 6A, 50/60Hz
8	1	CSW-BESG46-WH	WEG	Botão de emergência cogumelo autotravante, 22mm, gira solta, vermelho, circular com setas. IP66, 1 NC
		AF3F X10	WEG	Flange - 3 posições, CSW
		BC01F-CSW	WEG	Bloco de contato, NF
9	3	CAW04-40-00V25	WEG	Minicontator de comando, manobra em regime AC-14/15, 220V, 6A, 60Hz
10	4	FSW160-3	WEG	Chave seccionadora saca fusível - NH00, manobra em carga, 690/1000V, 160A, NH-00
	12	FNH00-50K-A	WEG	Fusível ultrarrápido NH aR, NH00, 690 Vca, 50 ^a
11	4	CFW110031T4OFAZ	WEG	Inversor de frequência CFW11, In(ND) 31A, In(HD) 25A, 380-480V, trifásico, com opcionais, filtro RFI (C3), IP21, alimentação eletrônica interna, sem parada de segurança
		HMI-01	WEG	Kit interface operação remota, CFW11, com moldura
12	10	CSW-CK3F45-WH	WEG	Chave seletora - 3 posições, 22mm, preto, 2 NA
		AF3F X10	WEG	Flange - 3 posições, CSW
	20	BC10F-CSW	WEG	Bloco de contato, NA
13	10	CSW2-BDF21LD-WH	WEG	Botão duplo faceado liga/desliga, 22mm, pulsador, verde/vermelho, (liga/desliga), IP66, 1 NA, 1NF
		AF3F X10	WEG	Flange - 3 posições, CSW

Lista de Materiais – Pannel CCM – ETA José Palhares Lemos				
Item	Qtd.	Referência	Fabricante	Descrição
		BC10F-CSW	WEG	Bloco de contato, NA
		BC01F-CSW	WEG	Bloco de contato, NF
14	4	CAW04-22-00V25	WEG	Minicontator de comando, manobra em regime AC-14/15, 220V, 6A, 60Hz
15	6	MPW40-3-D025	WEG	Disjuntor motor, MPW40, 1,6-2,5A, 50/60Hz, 690V, IP20
		ACBF-11	WEG	Bloco de contato, MPW18/40/80, 1NA+1NF, parafuso
16	10	CSW-SD2-WH	WEG	Sinaleiro verde, 22mm, 220V, IP66
		AF3F X10	WEG	Flange - 3 posições, CSW
		CSW-BIDLF-0D66	WEG	Bloco de iluminação, CSW F, direta com led integrado
17	10	CSW-SD1-WH	WEG	Sinaleiro vermelho, 22mm, 220V, IP66
		AF3F X10	WEG	Flange - 3 posições, CSW
		CSW-BIDLF-0D66	WEG	Bloco de iluminação, CSW F, direta com led integrado
18	10	CSW-SD3-WH	WEG	Sinaleiro amarelo, 22mm, 220V, IP66
		AF3F X10	WEG	Flange - 3 posições, CSW
		CSW-BIDLF-0D66	WEG	Bloco de iluminação, CSW F, direta com led integrado
19	6	CWM9-10-30D23	WEG	Contator de manobra, AC-3 (Ue = 440 V) 9A, 220V, 9A, 60Hz
20	1	LSW-PF14AP11	WEG	Chave fim de curso, atuação rápida, alavanca com roldana, ajustável, 1NA + 1NF
21	2	96210	TASCO	Conjunto de ventilação, linha STD, 77m³/h, 220V, 20W
22	1	96061	TASCO	Luminária para gabinete (linha ECO), fluorescente, 220V
23	42	BTWP 2,5	WEG	Borne de conexão, parafuso, 24A/750V, BTWP
24	13	PF3-BTW	WEG	Poste final, parafuso, BTW
25	6	BTWP 2,5/4T-VD/AM	WEG	Borne de conexão terra, parafuso, BTWP
26	2	-	-	Trilho metálico tipo DIN - 35mm
27	4	181-00114	HELLERMANN	Canaleta plástica 50x80mm (LxA)
28	1	-	-	Painel metálica tipo autoportante 2200x600x600mm (AxLxP)

Lista de Materiais – Pannel CCM – ETA José Palhares Lemos				
Item	Qtd.	Referência	Fabricante	Descrição
29	1	71160	TASCO	Porta documentos A4
30	3	-	HOLEC	Barramento de cobre 1/2"x3/16"
31	1	I60-M8	HOLEC	Isolador bujão

A Figura 2 apresenta o layout de montagem orientativo do painel elétrico CCM – ETA José Palhares Lemos que será adquirido pela Contratante.

Figura 2: Layout de montagem orientativo do painel elétrico CCM – ETA José Palhares Lemos.



11.2. LISTA DE MATERIAIS MÍNIMOS DO PAINEL DE AUTOMAÇÃO

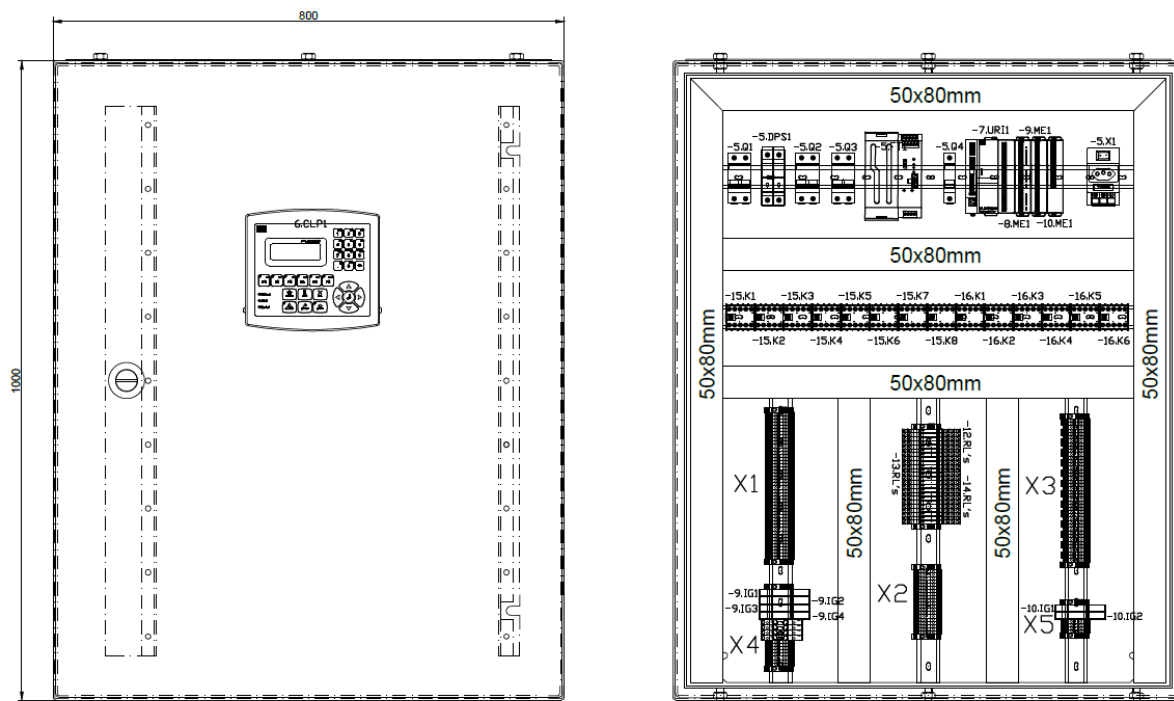
Tabela 4: Lista de materiais mínimos Pannel de Automação.

Lista de Materiais – Pannel de Automação – ETA José Palhares Lemos				
Item	Qtd.	Referência	Fabricante	Descrição
1	1	MDW-C16-2	WEG	Minidisjuntor bipolar, curva "C", 440Vca/250Vcc 16A, 50/60Hz
2	2	SPW02-275-20	WEG	Dispositivo de proteção contra surtos, classe II, 275V, 20kA, 50/60Hz
3	1	13535	TASCO	Tomada auxiliar 10A, 2P+T
4	1	27395	SMS LEGRAND	Nobreak 600VA, bivolt
5	1	MDW-B10-2	WEG	Minidisjuntor bipolar, curva "B", 440Vca/250Vcc 10A, 50/60Hz
6	1	MDW-C4-2	WEG	Minidisjuntor bipolar, curva "C", 440Vca/250Vcc 4A, 50/60Hz
7	1	2320254	PHOENIX CONTACT	Fonte de alimentação ininterrupta - Quint-UPS/ 24DC/ 24DC/ 5/1.3Ah, 24Vdc/5A
8	1	MDW-B6	WEG	Minidisjuntor unipolar, curva "B", 440Vca/250Vcc 6A, 50/60Hz
9	1	PLC300HP-H3	WEG	Controlador lógico programável
10	1	RUW100.02	WEG	Módulo de comunicação remota, 14 entradas digitais, 10 saídas digitais
11	1	MOD1.20	WEG	Módulo de expansão de funções, 8 entradas digitais, 16 saídas digitais
12	1	MOD2.00	WEG	Módulo de expansão de funções, 7 entradas analógicas
13	1	MOD3.00	WEG	Módulo de expansão de funções, 8 saídas analógicas
14	24	BTWR P16E26	WEG	Borne relé, 24 Vdc, 1NA + 1NF
15	14	CAW04-40-00V25	WEG	Minicontator de comando, manobra em regime AC-14/15, 220V, 6A, 60Hz
16	4	BTWS 2S	WEG	Borne fusível, BTWS, 500 Vca, 6A
17	6	6521	CLAMPER	Dispositivo de proteção contra surtos, serie 900, 923.b.0m3.024 faster
18	106	BTWP 2,5	WEG	Borne de conexão, parafuso, 24A/750V, BTWP
19	12	PF3-BTW	WEG	Poste final, parafuso, BTW
20	14	BTWP 2,5/4T-VD/AM	WEG	Borne de conexão terra, parafuso, BTWP
21	1	RB750G3	MIKROTIK	Roteador 5 portas 10/100/1000 Mbps, gerenciável
22	3	181-00114	HELLERMANN	Canaleta plástica 50x80mm (LxA)
23	2	-	-	Trilho metálico tipo DIN - 35mm
24	1	-	-	Painel metálico sobrepor 1000x800x400 (AxLxP)

A Figura 3 apresenta o layout de montagem orientativo do Pannel de Automação que

será adquirido pela Contratante.

Figura 3: Layout de montagem orientativo do Painel de Automação.



12. DA ENTREGA

O prazo de entrega será de 90 dias após o pedido. O local de entrega será na sede administrativa da Contratante localizada no município de Brotas/SP.

Os Painéis deverão ser envolvidos com plástico bolha para proteção contra poeira. Também, deverão ser embalados em engradado de madeira para o transporte. A Contratada será responsável por qualquer dano causado ao painel durante o transporte.

A Contratada será responsável também pelo descarregamento dos painéis no almoxarifado da Contratante e pela contratação de caminhão do tipo *munck*.

Todas as despesas com transporte são por conta da Contratada.

13. GARANTIA DOS EQUIPAMENTO

A Contratada deverá prestar a Contratante garantia integral, com prazo de 12 (doze) meses a contar da data de entrega dos Painéis. Esta garantia deverá incluir partes, peças e componentes oriundos de subfornecimento, cabendo a Contratada executar as negociações correspondentes, sem qualquer ônus para a Contratante.

A Contratada deverá se responsabilizar pelo fornecimento e manutenção de equipamentos e sobressalentes nas instalações da Contratante, em quantidade suficiente para atingir os requisitos de disponibilidade dos equipamentos definidos anteriormente. É decisão da Contratante manter ou não este material como sua propriedade durante o ano de garantia, ou repassá-lo a Contratada.

De todo modo, após a garantia, os equipamentos e sobressalentes deverão passar à propriedade da Contratante.

A Contratada deverá garantir que o Sistema executará todas as funções definidas neste documento, atendendo aos requisitos de desempenho e disponibilidade exigidos.

Deverá ser fornecido pela Contratada o valor de um contrato de manutenção que poderá ser utilizado pela Contratada após o período de garantia do Sistema.

Devem ser informados os valores por itens (incluindo serviços) e por equipamentos.

DESCRITIVO DE PROCESSO ELÉTRICO

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
(ETA JOSÉ PALHARES LEMOS)
BROTAS - SP

Setembro/2022

1. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS DE AUTOMAÇÃO

A Empresa Contratada deverá desenvolver o Sistema Supervisório SCADA, com configuração de banco de dados (SQL – Server, Microsoft). Essa automação dará condições para pleno funcionamento automático do Sistema de Tratamento de Água a serem implantados na ETA José Palhares Lemos.

O Sistema Supervisório SCADA deverá ser definido em acordo com o PADRÃO da CONTRATANTE. Cita-se alguns itens e características como sugestão para implantação do supervisório:

1.1. TELAS EM PROJEÇÃO 3D:

1.1.1. As telas das unidades são desenvolvidas em projeção 3D. Ela deve conter blocos de motores, bombas, reservatórios, tubulações, instrumentação, disjuntores, válvulas elétricas on/off e etc. Cada Tela é desenvolvida com características diferentes umas das outras, ou seja, para cada unidade teremos uma tela específica e não serão aceitos que todas as telas sejam iguais.

1.2. TELA MAPA GERAL:

1.2.1. Tabelas laterais com indicações dos *status* de comunicação, falta fase, status dos motores e etc;

1.2.2. Redes adutoras de interligação entre reservatórios com animação.

1.3. TELAS POP-UP (XControl e XObject):

1.3.1. O XControl é um objeto gráfico que normalmente exibe informações de variáveis que estão no servidor. O XObject é um objeto do servidor que geralmente está associado a um objeto de tela para exibir seus valores de forma gráfica. No supervisório da Contratante, indica-se a utilização do XControl e o XObject simultaneamente, ampliando-se a flexibilidade da aplicação. As telas pop-up mais comuns do sistema, na qual serão utilizados esses elementos são: telas pop-up de

motores, de válvulas elétricas on/off, telas de Set-Point de alarmes e etc.

1.4. SCRIPTS:

Existem diversas linhas de programa em Scripts, dos quais cita-se:

- 1.4.1. Scripts de atualização de data e hora;
- 1.4.2. Scripts de gravação da produção de água tratada;
- 1.4.3. Scripts de abertura e fechamento de válvulas on/off.

1.5. TELA DE RELATÓRIOS:

- 1.5.1. Relatórios de produção de água tratada;
- 1.5.2. Relatórios de Abastecimento de água;
- 1.5.3. Relatórios de níveis estático e dinâmicos.

1.6. GRÁFICOS ANALÓGICOS:

1.6.1. Os gráficos devem possuir todas as funcionalidades pertinentes para sua melhor interpretação no sistema supervisório. A Empresa Contratada deverá configurar o Banco de Dados (SQL Server, versão Standard, fabricante Microsoft) seguindo o padrão definido em acordo com a Contratante.

- 1.6.1.1. Gráficos de vazão;
- 1.6.1.2. Gráficos de pressão;
- 1.6.1.3. Gráficos de níveis em m³;
- 1.6.1.4. Gráficos do nível em porcentagem (%).

1.7. GRÁFICOS DE VÁLVULAS E MOTORES:

1.7.1. Contém os status automático/manual e ligado/desligado de motores e válvulas elétricas on/off.

2. INTRODUÇÃO

Este Descritivo de Processo traz as funções do software de gerenciamento do CLP que controlará a unidade descrita abaixo:

- **ETA José Palhares Lemos:** Estação de Tratamento de Água.

3. SISTEMA DE SUPERVISÃO

Será adotada a nomenclatura “CCO” para o software de Sistema de Supervisão instalado na central de controle das operações existente no sistema da Contratante. Através do CCO será possível monitorar e registrar todas as variáveis de processo, status e falha de todos os equipamentos da unidade de tratamento de água ETA José Palhares Lemos. Além disso, será possível o acionamento remoto de todos os equipamentos das unidades. Através do CCO deverá ser possível a configuração de todos os parâmetros de controle dos processos utilizando senhas divididas em categorias de operação e gerência.

3.1. DO CLP

Será adotada a nomenclatura “CLP” para o controlador lógico programável instalado na unidade de tratamento de água. O CLP serve para armazenar e executar o programa para o monitoramento e acionamento dos equipamentos que farão o controle do processo das unidades. A nomenclatura utilizada para o CLP será “CLP-xxx”, onde o “xxx” será o nome da unidade de tratamento. Teremos, então, 01 (um) CLP com o nome:

- **CLP-ETA:** CLP instalado na ETA – José Palhares Lemos.

O programa *Ladder* deverá ser desenvolvido conforme padrão definido em acordo com a Contratante.

Além disso, o programa *Ladder* deverá ser totalmente documentado, com todos os comentários, obrigatoriamente.

3.2. IHM

Será adotada a nomenclatura “IHM” para a interface homem/máquina instalada na unidade de tratamento. A tela da IHM é em 2D e deverá ser desenvolvida conforme padrão definido com a Contratante. A IHM serve para visualizar os valores das variáveis de processo tais como vazão, nível, etc., visualizar os status dos equipamentos como ligados, desligados ou em falha. Além disso, a IHM também serve para a operação destes equipamentos como ligar motores, abrir válvulas e reconhecimentos de falhas. A nomenclatura utilizada para a IHM será “IHM-xxx”, onde o “xxx” será o nome da unidade de captação ou reservação. Teremos então 01 (um) IHM com o nome:

- **IHM-ETA:** IHM instalado na ETA – José Palhares Lemos.

3.3. DOS SET-POINTS, INTERTRAVAMENTO E BYPASS

Será adotado o termo SP para os “Set-Points” de parâmetros de controle configuráveis na IHM e CCO protegidos por senha de acordo com sua categoria de segurança. Todos os Set-Points deverão ser organizados na “Tela de Parâmetros”. Cada unidade terá sua tela de parâmetros independente umas das outras.

Será denominado “intertravamento”, as condições que fazem com que um determinado equipamento desligue ou impeça de ser ligado. Cada equipamento terá suas próprias condições de intertravamento que atuará tanto em automático como em manual.

Será denominado “Bypass” a seleção virtual que desabilita simultaneamente todas as condições de intertravamento, permitindo assim seu acionamento, tanto em modo automático quanto em modo manual.

3.4. DO ACIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

Todas as bombas, motores e válvulas com acionamento através do CLP deverão conter seleção virtual Automático/Manual e comando para acionamento manual através da IHM e CCO desde que as condições de intertravamento permitam seu acionamento. No momento da

comutação da seleção de Automático para Manual, todos os equipamentos deverão permanecer no estado em que estavam com a seleção Automática, ou seja, caso uma bomba estiver ligada em automático e for passada para manual, a bomba deverá permanecer ligada.

Todas as bombas, motores e demais acionamentos deverão ter alarmes independentes de falha no acionamento e falha por desarme na IHM/CCO e registros no CCO. Para os drivers (inversores, soft-starter), multimedidores de grandezas elétricas, bombas dosadoras, e demais equipamentos automáticos conectados à rede da estação, deverá ser possível fazer a leitura do código da falha, conforme padrão definido em acordo com a Contratante, para exibição no supervisor da Contratante.

Todas as bombas centrífugas e dosadoras deverão possuir horímetro total e parcial de funcionamento e reset através de senha de gerência.

3.4.1. DA LÓGICA DE ACIONAMENTO “FUNÇÃO SEGUNDA RAMPA”

A lógica de acionamento “*FUNÇÃO SEGUNDA RAMPA*” deverá ser utilizada em todas os acionamentos de bombas que farão a retrolavagem dos filtros (Bombas Centrífugas – BC). Essa lógica, deverá habilitar a função segunda rampa de desaceleração sempre que o inversor de frequência estiver em rampa de desaceleração, ou seja, desligando. Para tanto deverá:

- Criar em tela de parâmetros da unidade um *set point* de “rotação (rpm) de comutação entre segunda/primeira rampa” em que o inversor deverá comutar da segunda para a primeira rampa de desaceleração;

A ativação da função primeira e segunda rampa no inversor de frequência se dará pela rede modbus (RS485);

Dessa forma, durante o desligamento, o driver iniciará o desligamento obedecendo o tempo estabelecido para a segunda rampa de desaceleração (parâmetro do próprio driver). Após a rotação ser imediatamente menor que *set point* “rotação (rpm) de comutação entre segunda/primeira rampa” este passará a obedecer ao tempo estabelecido para a primeira rampa de desaceleração (parâmetro do próprio driver) até parar.

Essa aplicação visa diminuir o golpe de aríete nas redes de adução de água. Note que, o golpe de aríete inicia-se a partir do momento que a válvula de retenção se fecha. O fechamento dessa válvula ocorre muito antes da rotação nominal do motor chegar a zero. Assim, é

necessário fazer uma rampa de desaceleração vagarosa a partir da rotação nominal até a rotação (rpm) na qual a válvula de retenção se fecha. Essa rotação (rpm) de ponto de fechamento da válvula será o *set point* de comutação entre a função segunda e primeira rampa e deverá ser encontrada mediante testes em campo.

3.5. DAS VARIÁVEIS ANALÓGICAS, HISTÓRICOS E RELATÓRIOS

Todas as variáveis analógicas de processo (vazão, nível, pressão, medidores de grandezas elétricas, etc.) deverão possuir lógica de verificação de alarmes com 4 (quatro) valores de SP configuráveis, sendo eles “SP Muito Baixo”, “SP Baixo”, “SP Alto” e “SP Muito Alto”. Deverá ser previsto mais dois níveis de alarme por variável caso a Contratante verifique que existe a necessidade de melhorar o controle do processo.

Todas as variáveis de vazão deverão ser totalizadas no CLP, com indicação na IHM/CCO, sendo esta totalização fechada no final do dia, guardada em uma variável com sua respectiva data (dia/mês/ano) e zerada a indicação para totalização do dia seguinte. Estes armazenamentos deverão ser guardados no respectivo CLP em uma tabela por empilhamento dos últimos 4 (quatro) dias, onde no caso de manutenção em sistema de automação, quando restabelecida a comunicação estes dados serão atualizados no banco de dados da Workstation.

Deverão ser criados relatórios destas totalizações de vazões, com a opção de período (data inicial e final), tipo (mensal ou detalhamento diário), seleção de impressão (impressora ou arquivo PDF), sendo fechada em qualquer opção a totalização e a média do período. Além disso, os relatórios deverão ser organizados por ordem crescente de numeração, conforme padrão definido em acordo com a Contratante.

Deverão ser armazenados os históricos de todas as variáveis analógicas de processo por pelo menos 01 (um) ano. Estes dados deverão ser armazenados em banco de dados local instalado na máquina do CCO. A visualização destes dados deverá ser feita de modo “on-line” e “histórico” através de gráficos de linhas.

Deverão, também, ser registrados todos os alarmes e eventos conforme lista abaixo:

- Falha de equipamentos;
- Alarmes de variáveis analógicas;
- Comutação da Seleção para Manual dos Equipamentos com indicação do Operador

que a efetuou;

- Falha de comunicação com qualquer Unidade de Captação, Tratamento ou Reservação.

Os dados históricos das variáveis analógicas, os alarmes e eventos deverão ser gravados em Banco de Dados SQL no CCO da Contratante, seguindo o padrão definido em acordo com a Contratante.

Toda descrição geral acima resume o sistema novo que está sendo projetado para entrar em operação.

3.6. DAS TELAS

As telas da unidade de tratamento de água deverão seguir o padrão definido em acordo com a Contratante. Na automatização desta planta será utilizado, o Software SCADA, conforme as considerações abaixo:

- 3.6.1. Deverá ser criada uma tela denominada “VISÃO GERAL UNIDADE” a unidade descrita acima. Esta tela representa em escala o mapa da estação de tratamento de água em 2D.
- 3.6.2. Deverá ser criado uma “Tabela de Status” (tabela nas laterais esquerda e direita da tela “VISÃO GERAL UNIDADE”) os status de todos os motores e status de falta de energia elétrica.
- 3.6.3. Para a unidade (ETA José Palhares Lemos), deverá ser criada uma Tela em representação 3D, conforme padrão definido em acordo com a Contratante. Nessa tela deverá conter todas variáveis analógicas (níveis, vazões, temperatura, grandezas elétricas, etc.), as representações animadas dos motores e demais equipamentos do processo, tanques de reservação, e etc.

4. ETA JOSÉ PALHARES LEMOS – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Esta Unidade de Tratamento, será composta por um (01) sistema de recepção de água

bruta dotada de calha parshall, sensor para medição de vazão, dosagem de Hidróxido de cálcio e PAC, dois (02) Módulos de tratamento, sendo um compacto, cada um composto por **4 câmaras de floculação, 2 decantadores de alta taxa e 1 filtro de dupla camada de fluxo descendente**, um (01) Reservatório de água tratada, uma (01) Casa de máquinas composta por (02) sopradores para auxílio da retrolavagem dos filtros e também abrigo de painéis, (01) abrigo de bombas composta por duas (02) bombas (1+1) para retrolavagem dos filtros.

Para operação do sistema de recepção de água teremos um (01) sensor ultrassônico (LT_ETA_01) aferindo a vazão da calha parshall, dois (02) macromedidores de vazão (FIT_ETA_1, FIT_ETA_2).

Teremos dois (02) módulos de tratamento de água, os módulos em si, tem automação própria, uma vez que existem equipamentos compactos e automáticos. Os módulos devem se comunicar, via rede Modbus RS485, permitindo que o CCO faça tanto a aquisição dos dados relevantes ao processo, quanto o controle, de forma remota, dos componentes pertencentes aos módulos compactos de tratamento de água.

Teremos um abrigo de bombas com duas (02) bombas (1+1) para retrolavagem dos filtros dos módulos da ETA e dois (02) sopradores (1+1) locados na casa de máquinas para auxílio na retrolavagem dos filtros. Para a ETA compacta, ela tem seu próprio sistema de retrolavagem dos filtros, não necessitando da utilização do sistema implantado.

A casa de químicos é o local onde farão o armazenamento, o preparo e a dosagem de produtos químicos, como PAC, hipoclorito de sódio, Soda e Cal. Para o PAC, teremos duas (02) bombas dosadoras (1+1). Para o hipoclorito de sódio, teremos duas (02) bombas dosadoras (1+1). Para a Soda, teremos duas (02) bombas dosadoras (1+1) e para o Cal teremos duas (02) bombas dosadoras.

4.1. Bomba centrífuga 1 de retrolavagem dos filtros

Essa bomba terá o tempo de trabalho configurável por senha de gerência na IHM/CCO. Também, pela gerência poderá ser efetuado o RESET deste tempo, onde o mesmo volta a ser atribuído automaticamente o valor configurado na variável do tempo de trabalho. Quando o contador regressivo do tempo de trabalho for zerado automaticamente, deverá ser ativada a inversão automática para a bomba reserva.

Este equipamento deverá ser acionado automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Chave de seleção Local/Remoto localizada na porta do painel elétrico em posição Remoto;
- Seleção Automático/Manual estiver em modo Automático;
- Seleção de inversão automática Bomba 1/Bomba 2, selecionado para Bomba 1;

Este equipamento desligará em modo automático quando qualquer uma das condições abaixo for verdadeira:

- Seleção de inversão automática Bomba 1/Bomba 2, selecionado para Bomba 2;

Durante o desligamento, o driver iniciará o desligamento obedecendo o tempo estabelecido para a segunda rampa de desaceleração (parâmetro do próprio driver). Após a rotação ser imediatamente menor que *set point* “rotação (rpm) de comutação entre segunda/primeira rampa” este passará a obedecer ao tempo estabelecido para a primeira rampa de desaceleração (parâmetro do próprio driver) até parar, conforme descrito no item 3.4.1 deste documento.

Condições de Intertravamento:

- “Intervalo entre partidas” - Deverá ser previsto uma variável de contagem de intervalo entre partidas, com tempo de 600 segundos (configurável por senha de gerência) de maneira que faça o intertravamento de uma próxima partida se não tenha decorrido todo o tempo desta variável;
- Função “Presença de Fase”;
- Status de comunicação via rede Modbus RS485 “offline”.

4.2. Bomba centrífuga 2 de retrolavagem dos filtros

Essa bomba terá o tempo de trabalho configurável por senha de gerência na IHM/CCO. Também, pela gerência poderá ser efetuado o RESET deste tempo, onde o mesmo volta a ser atribuído automaticamente o valor configurado na variável do tempo de trabalho. Quando o

contador regressivo do tempo de trabalho for zerado automaticamente, deverá ser ativada a inversão automática para a bomba reserva.

Este equipamento deverá ser acionado automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Chave de seleção Local/Remoto localizada na porta do painel elétrico em posição Remoto;
- Seleção Automático/Manual estiver em modo Automático;
- Seleção de inversão automática Bomba 1/Bomba 2, selecionado para Bomba 2;

Este equipamento desligará em modo automático quando qualquer uma das condições abaixo for verdadeira:

- Seleção de inversão automática Bomba 1/Bomba 2, selecionado para Bomba 1;

Durante o desligamento, o driver iniciará o desligamento obedecendo o tempo estabelecido para a segunda rampa de desaceleração (parâmetro do próprio driver). Após a rotação ser imediatamente menor que *set point* “rotação (rpm) de comutação entre segunda/primeira rampa” este passará a obedecer ao tempo estabelecido para a primeira rampa de desaceleração (parâmetro do próprio driver) até parar, conforme descrito no item 3.4.1.

Condições de Intertravamento:

- “Intervalo entre partidas” - Deverá ser previsto uma variável de contagem de intervalo entre partidas, com tempo de 600 segundos (configurável por senha de gerência) de maneira que faça o intertravamento de uma próxima partida se não tenha decorrido todo o tempo desta variável;
- Função “Presença de Fase”;
- Status de comunicação via rede Modbus RS485 “offline”.

4.3. Soprador de Ar 1 para retrolavagem dos filtros

Esse equipamento terá o tempo de trabalho configurável por senha de gerência na IHM/CCO. Também, pela gerência poderá ser efetuado o RESET deste tempo, onde o mesmo

volta a ser atribuído automaticamente o valor configurado na variável do tempo de trabalho. Quando o contador regressivo do tempo de trabalho for zerado automaticamente, deverá ser ativada a inversão automática para a equipamento reserva.

Este equipamento deverá ser acionado automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Chave de seleção Local/Remoto localizada na porta do painel elétrico em posição Remoto;
- Seleção Automático/Manual estiver em modo Automático;
- Seleção de inversão automática Soprador 1/Soprador 2, selecionado para Soprador 1;
- Bomba centrífuga de retrolavagem estiver em operação.

Este equipamento desligará em modo automático quando qualquer uma das condições abaixo for verdadeira:

- Seleção de inversão automática Soprador 1/Soprador 2, selecionado para Soprador 2;
- Bomba centrífuga de retrolavagem sair de operação.

Durante o desligamento, o driver iniciará o desligamento obedecendo o tempo estabelecido em parâmetro interno, sem a necessidade de utilização da segunda rampa.

Condições de Intertravamento:

- “Intervalo entre partidas” - Deverá ser previsto uma variável de contagem de intervalo entre partidas, com tempo de 600 segundos (configurável por senha de gerência) de maneira que faça o intertravamento de uma próxima partida se não tenha decorrido todo o tempo desta variável;
- Função “Presença de Fase”;
- Status de comunicação via rede Modbus RS485 “offline”.

4.4. Soprador de Ar 2

Esse equipamento terá o tempo de trabalho configurável por senha de gerência na IHM/CCO. Também, pela gerência poderá ser efetuado o RESET deste tempo, onde o mesmo volta a ser atribuído automaticamente o valor configurado na variável do tempo de trabalho. Quando o contador regressivo do tempo de trabalho for zerado automaticamente, deverá ser ativada a inversão automática para a equipamento reserva.

Este equipamento deverá ser acionado automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Chave de seleção Local/Remoto localizada na porta do painel elétrico em posição Remoto;
- Seleção Automático/Manual estiver em modo Automático;
- Seleção de inversão automática Soprador 1/Soprador 2, selecionado para Soprador 2;
- Bomba centrífuga de retrolavagem estiver em operação.

Este equipamento desligará em modo automático quando qualquer uma das condições abaixo for verdadeira:

- Seleção de inversão automática Soprador 1/Soprador 2, selecionado para Soprador 1;
- Bomba centrífuga de retrolavagem sair de operação.

Durante o desligamento, o driver iniciará o desligamento obedecendo o tempo estabelecido em parâmetro interno, sem a necessidade de utilização da segunda rampa.

Condições de Intertravamento:

- “Intervalo entre partidas” - Deverá ser previsto uma variável de contagem de intervalo entre partidas, com tempo de 600 segundos (configurável por senha de gerência) de maneira que faça o intertravamento de uma próxima partida se não tenha decorrido todo o tempo desta variável;
- Função “Presença de Fase”;

- Status de comunicação via rede Modbus RS485 “offline”.

4.5. XV_ETA_1 Válvula Hidráulica de Controle Elétrico “Proporcional”

Este equipamento deverá ser **ABERTO** automaticamente e gradualmente através de parâmetros definidos em campo, onde cada ETA tem sua capacidade de tratamento, e quando o macromedidor de vazão FIT_ETA_1 medir que a quantidade de água de entrada é maior que a capacidade de tratamento da ETA, esta válvula deverá fechar proporcionalmente até atingir o nível adequado para o tratamento da ETA.

4.6. XV_ETA_2 Válvula Hidráulica de Controle Elétrico “Proporcional”

Este equipamento deverá ser **ABERTO** automaticamente e gradualmente através de parâmetros definidos em campo, onde cada ETA tem sua capacidade de tratamento, e quando o macromedidor de vazão FIT_ETA_2 medir que a quantidade de água de entrada é maior que a capacidade de tratamento da ETA, esta válvula deverá fechar proporcionalmente até atingir o nível adequado para o tratamento da ETA.

4.7. XV_ETA_3 Válvula Hidráulica de Controle Elétrico “ON/OFF”

Este equipamento deverá ser **ABERTO** automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Soprador 2 entrar em funcionamento.
- Seleção de módulo de retrolavagem da ETA selecionado para módulo 2.

Este equipamento deverá ser **FECHADO** automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Soprador 2 sair de funcionamento.

4.8. XV_ETA_4

Este equipamento deverá ser **ABERTO** automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Soprador 1 entrar em funcionamento;
- Seleção de módulo de retrolavagem da ETA selecionado para Módulo 1.

Este equipamento deverá ser **FECHADO** automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Soprador 1 sair de funcionamento.

4.9. XV_ETA_5

Este equipamento deverá ser **ABERTO** automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Bomba centrífuga de retrolavagem entrar em funcionamento.
- Seleção de módulo de retrolavagem da ETA selecionado para Módulo 1.

Este equipamento deverá ser **FECHADO** automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Bomba centrífuga de retrolavagem sair de funcionamento.

4.10. XV_ETA_6

Este equipamento deverá ser **ABERTO** automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Bomba centrífuga de retrolavagem entrar em funcionamento.
- Seleção de módulo de retrolavagem da ETA selecionado para Módulo 1.

Este equipamento deverá ser **FECHADO** automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Bomba centrífuga de retrolavagem sair de funcionamento.

4.11. XV_ETA_7

Este equipamento deverá ser **ABERTO** automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Bomba centrífuga de retrolavagem entrar em funcionamento.
- Seleção de módulo de retrolavagem da ETA selecionado para Módulo 2.

Este equipamento deverá ser **FECHADO** automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Bomba centrífuga de retrolavagem sair de funcionamento.

4.12. XV_ETA_8

Este equipamento deverá ser **ABERTO** automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Bomba centrífuga de retrolavagem entrar em funcionamento.
- Seleção de módulo de retrolavagem da ETA selecionado para Módulo 2.

Este equipamento deverá ser **FECHADO** automaticamente quando todas as condições descritas abaixo forem verdadeiras:

- Bomba centrífuga de retrolavagem sair de funcionamento.

4.13. Função “Presença de Fase”

Nos painéis de potência da estação teremos um Relé de Falta de Fase, por painel, que farão a leitura de energia de cada painel CCM. Este sinal será lido diretamente por uma entrada digital do CLP, individualmente. Caso ocorra um evento de Falta, deverá ser gerado um “ALARME” na IHM e CCO.

Deverá ser criada uma variável no CLP, que temporize 30 segundos (configurável por

senha de gerência) a confirmação de retorno no caso de um evento de falta de energia (“Presença de Fase”).

Esta variável é utilizada para o intertravamento de acionamento dos motores.

MEMORIAL DESCRITIVO

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

Estação de Tratamento de Água - José Palhares Lemos

São Carlos – SP
2022

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	3
1.1	Dados do cliente	3
1.2	Dados da avaliação	3
2.	A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE RISCO DE UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA).....	4
3.	DIRETRIZES PARA EXECUÇÃO DA INSPEÇÃO	5
4.	METODOLOGIA UTILIZADA	6
4.1	Descrição geral do sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA.	6
4.2	Subsistema de captação	7
4.3	Subsistema de Descida	8
4.4	Subsistema de Aterramento	8
4.5	Equipotencialização.....	10
5.	RECEBIMENTO DO SPDA.....	11
5.1	Teste Obrigatório.....	12
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	13
6.1	A Periodicidade das Inspeções	13
7.	VISITA TÉCNICA.....	15
8.	Bibliografia.....	35

1. INTRODUÇÃO

A realização de um projeto elétrico industrial é de suma importância para a funcionalidade das instalações e equipamentos. Devem-se avaliar os equipamentos, diagnosticar a situação atual das instalações, planejar o que será instalado e prever uma segurança operacional.

Este memorial, tem por finalidade, realizar o Gerenciamento e Análise de Risco, Projeto SPDA e Aterramento na Estação de Tratamento de Água José Palhares Lemos, em Brotas – SP, inspecionar e atestar tecnicamente os parâmetros, especificações e qualidade utilizando a norma (NBR-5419, 2015) conforme legislação vigente e Crea –SP.

Com estas informações, aliado ao cumprimento das normas e exigências em qualidade e segurança, realizou-se a execução do projeto e inspeções em campo e serão apresentados no decorrer desse memorial, afim de assegurar e garantir que todo sistema de proteção SPDA e seus componentes, estejam em conformidade.

1.1 Dados do cliente

Obra/Cliente: ETA José Palhares Lemos – SAAE Brotas

Cidade/Estado: Brotas/SP

Endereço: Rua Augusto Inocêncio de Almeida

CNPJ/CPF: 46.362.927/0001-72

Atividade: Tratamento de Água

1.2 Dados da avaliação

Código do documento: OP235_ETA_ELE_MD_01_00.

Número da revisão: 00

Resp. técnico: Eng. Eduardo Fernandes Richieri

Credenciamento: 5069123636-SP

Nome da empresa: Novaes Engenharia e Construções LTDA – EPP

CNPJ/CPF: 13.359.577/0001-36

2. A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE RISCO DE UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

Um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) tem por objetivo principal evitar a incidência direta de raios na estrutura a ser protegida, através da constituição de pontos preferenciais de incidência para as descargas que eventualmente atingiriam a estrutura na ausência do sistema, sendo que a descarga de um raio possui intensidade típica de 30 mil Ampères, cerca de mil vezes a intensidade de um chuveiro elétrico podendo durar até dois segundos, mas, em geral cerca de 1/2 a 1/3 de segundo. No entanto, cada descarga que compõe o raio dura apenas frações de milésimos de segundos.

A análise de risco é muito importante, já que possibilita a previsão de riscos e ações para proteção de pessoas, animais e bens contra as descargas atmosféricas, sendo o Brasil o país em que mais acontecem descargas atmosféricas e também mais de 100 mortes por ano.

Além da necessidade da proteção contra descargas atmosféricas da estrutura, pode ser muito útil a verificação dos benefícios econômicos da instalação das medidas de proteção no sentido de reduzir as perdas econômicas. A análise dos componentes de risco permite ao usuário avaliar o custo da perda econômica com ou sem as medidas de proteção adotadas (RUPPENTHAL, 2013).

O SPDA, além de captar a descarga atmosférica, deve direcionar o fluxo da corrente associada diretamente para o solo, seguindo percursos definidos, constituído pelos condutores do sistema de proteção.

O SPDA tem duas funções distintas:

- a) Preventiva: Neutraliza a eletricidade das nuvens situadas acima das edificações, não se concretizando a formação dos raios;
- b) Corretiva: O SPDA deve ser colocado no ponto mais alto da edificação a ser protegida e oferecer uma impedância mais baixa à passagem da corrente elétrica do raio. Se a nuvem for de intensidade suficiente para criar uma descarga atmosférica irá preferir o caminho através do SPDA.

3. DIRETRIZES PARA EXECUÇÃO DA INSPEÇÃO

A inspeção foi realizada na Estação de Tratamento de Água José Palhares Lemos na cidade de Brotas– SP. Sendo realizado o levantamento de toda estrutura do sistema de proteção contra descargas Atmosférica (SPDA), fora realizado os registros fotográficos dos ambientes vistoriados. Nesta etapa foi realizada uma análise visual das condições que se encontram toda a estrutura do sistema de proteção onde foi constatado que o local não possui sistema de proteção contra descargas atmosféricas em acordo com as especificações da (NBR-5419, 2015), sendo necessário a execução de um projeto executivo para adequação das instalações, bem como a contratação de empresa devidamente especializada e certificada para executar a instalação do sistema em acordo com o projeto executivo.

4. METODOLOGIA UTILIZADA

4.1 Descrição geral do sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA

O presente memorial refere-se ao projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), visando reduzir os riscos de choques elétricos e perdas de equipamentos. Para o desenvolvimento do mesmo foram seguidos os conceitos estabelecidos na (NBR-5419, 2015).

A necessidade da instalação do SPDA foi avaliada de acordo com a metodologia estabelecida em norma onde foi constatado que há necessidade de instalar um SPDA no local. Foi definido o nível de proteção NP IV, como medidas de proteção contra surtos (MPS) foram definidos a instalação de DPS'S classe I e II a serem instalados nos prédios do Abrigo de Bombas, Abrigo dos Polímeros e Abrigo do Sistema de Ar e a instalação de DPS classe I no padrão de entrada de energia da ETA.

Os cálculos encontram-se explicitados no relatório de gerenciamento de risco, item que deve ser observado junto com as pranchas do projeto executivo e o presente memorial. O projeto foi elaborado dentro das diretrizes da (NBR-5419, 2015), o método de proteção utilizado, foi definido após a execução do cálculo de gerenciamento de risco.

Normas utilizadas para elaboração do projeto:

- a) NBR 5419 / 2015 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas, (NBR-5410, 2004);
- b) NBR 5410 / 2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, (NBR-5419, 2015).

Foi projetado um sistema de captação das descargas atmosféricas da seguinte maneira.

Observar as notas de orientação no documento OP235_ETA_GR_ELE_MC_01_00 / OP235_ETA_GR_ELE_MC_02_00 / OP235_ETA_GR_ELE_MC_03_00.

Para que o cabo de cobre seja fixado ao guarda corpo, tubulações e qualquer massa metálica não energizada localizado próximo as descida e anel, deve-se lixar a parte da estrutura (guarda corpo, tubulações) até que seja retirada completamente a camada de tinta existente na superfície. Após a fixação, seja por solda ou parafuso, deve ser aplicada tinta com alto teor de zinco sobre os locais lixados para evitar futuras corrosões.

A tabela 7 da norma (NBR-5419, 2015) traz orientações sobre quais materiais podem estar em contato direto com o solo, concreto, etc. O cobre 50mm² não pode estar em contato com o concreto para que não haja reação química e inutilização do mesmo em pouco tempo. O cobre não pode estar em contato direto com o alumínio/ aço galvanizado a quente, pois o mesmo pode ser destruído por acoplamento galvânico, para isso utiliza-se conectores bi metálicos.

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas, foi projetado para realizar a proteção das instalações da Estação de Tratamento de Água José Palhares Lemos. O local é constituído por área que engloba a instalação de todo o sistema de tratamento de água como: motores, bombas, sopradores, sensores e eletrônica de comandos.

A elaboração do projeto levou em consideração os fatores como:

- a) Análise das definições de arquitetura;
- b) Avaliação dos ambientes físicos, englobando as facilidades de passagem e encaminhamento dos cabos.

Os condutores utilizados no projeto de SPDA não poderão ser lançados, em hipótese alguma, junto aos condutores e conduites de eletricidade e cabeamento estruturado. Os condutores de SPDA devem ser lançados conforme projeto respeitando as determinações da (NBR-5419, 2015). Todos os materiais especificados e citados no projeto deverão obedecer às suas respectivas normas técnicas. Essas normas técnicas são estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Em caso de omissão da NBR (ABNT) deverá ser observado às normas internacionais como a ANSI, ISO, IEC, por exemplo. As pranchas do projeto de SPDA é apresentado em folha A1 sendo acompanhado por este memorial descritivo e o gerenciamento de risco.

4.2 Subsistema de captação

O subsistema de captação é um dos subsistemas que compõe o SPDA, os componentes desse subsistema são posicionados no topo em pontas expostas ou nos cantos saliente da edificação, componentes como captor Franklin, minicaptor, terminal aéreo de inserção, barra chata de alumínio, cabo de cobre nu e etc., fazem parte do subsistema de captação (SANTOS, 2018).

Há três métodos de cálculo para dimensionar um subsistema de captação, estes métodos estão descritos na (NBR-5419, 2015) e são:

- a) método das malhas, ou método da gaiola de Faraday;

- b) método do ângulo de proteção, ou método Franklin;
- c) método da esfera rolante, ou método eletrogeométrico.

Para o presente projeto, foi utilizado minicaptadores em barra chata de alumínio de 300mm e anel superior em barra chata de alumínio 7/8”x 1/4” devido a arquitetura do local. As instalações possuem alambrados, guarda – corpo e escadas que são utilizados como captadores naturais e foram interligadas a malha de aterramento.

4.3 Subsistema de Descida

O subsistema de descida é destinado a conduzir a corrente de descargas atmosféricas do subsistema de captação até o subsistema de aterramento, a instalação do subsistema pode ser embutida na estrutura, aproveitando a ferragem da estrutura e também pode ser externo a estrutura da edificação. Para as descidas, pode se utilizar cabo de cobre nu com 16 mm² para edificações com até 20 m de altura, acima disso deve se utilizar cabos de 35 mm² ou barra chata de alumínio com pelo menos 70 mm² (GUIMARÃES, 2020).

Para este projeto, a descida foi projetada com barra chata de alumínio 7/8”x 1/4” e interligada com cabo de cobre nu 50mm² interligando a descida na malha de aterramento, onde há massas metálicas como, alambrados, os mesmos também foram interligados a malha de aterramento. A NBR 5419/2015 exige para o nível de proteção selecionado no mínimo uma descida a cada 15 metros linear ao entorno do perímetro.

4.4 Subsistema de Aterramento

O subsistema de aterramento é a parte do SPDA destinado a conduzir e dispersar a corrente das descargas atmosféricas no solo. Para uma dispersão eficiente, deve se avaliar a geometria e as dimensões deste subsistema, o objetivo é obter a menor resistência de aterramento possível, levando em consideração a topologia da instalação, os eletrodos de aterramento e a resistividade do solo no local da instalação (SANTOS, 2018).

O aterramento será executado em anel, composto por uma malha de cabo de cobre nu, de 50 mm² de seção, interligada às hastes de aterramento do tipo COPPERWELD, alta camada de 254 microns x 2,40, embutidos no solo, equalizando o potencial.

Todas as hastes de terra deverão ser interligadas por um cabo de cobre nu de 50 mm², 7 fios, de modo a formar um anel em torno do perímetro da edificação. O eletrodo de aterramento em anel deve ser enterrado na profundidade mínima de 0,5 m e ficar posicionado à distância aproximada de 1 m ao redor das paredes externas. Eletrodos de aterramento devem ser instalados de tal maneira a permitir sua inspeção durante a construção. As massas metálicas não energizadas, (janelas, escadas, tubulações, grades, alambrado, guarda corpo e etc.) que estejam próximo as descidas e anel de aterramento, deverão ser aterradas através da conexão com cabo de cobre nu 50 mm². Para a segurança dos operadores, deverão ser inseridas, placas de alerta de riscos de choque em cada descida.

As conexões deverão ser feitas com solda exotérmica ou conectores específicos (ver detalhes do projeto).

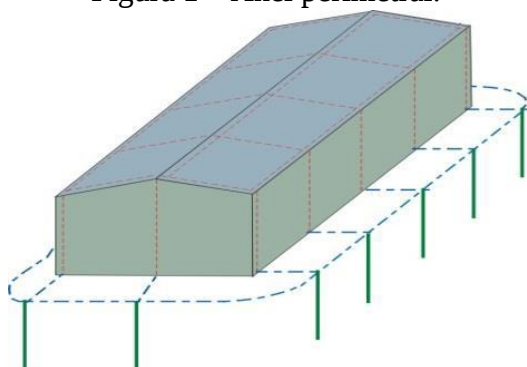
No caso da impossibilidade técnica da construção do anel externo à edificação, este pode ser instalado internamente. Para isto, devem ser tomadas medidas visando minimizar os riscos causados por tensões superficiais.

Após a execução de todo o subsistema de aterramento deverá ser entregue a fiscalização um laudo, assinado por um engenheiro competente, acompanhado de sua ART (anotação de responsabilidade técnica), informando, dentre outras coisas, o valor da resistência de aterramento do SPDA. O valor dessa medição não poderá ser superior a 0,200 ohms.

Todos os materiais deverão ter alto nível de qualidade, com padrão tecnológico atualizado e perfeito enquadramento normativo.

A Figura 1 ilustra um exemplo de instalação do anel de aterramento interligado ao subsistema de descida em uma edificação.

Figura 1 – Anel perimetral.



Fonte: (ALVES, 2015).

4.5 Equipotencialização

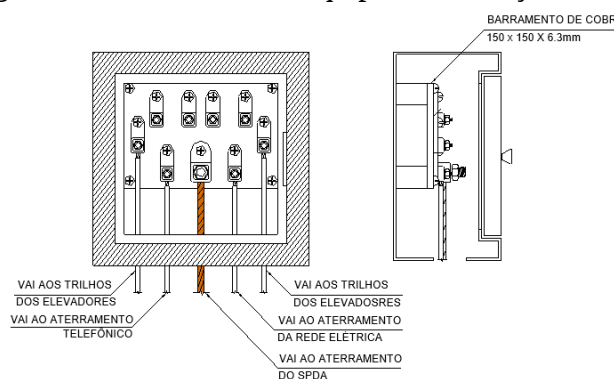
Próximo à entrada de energia de baixa tensão uma ligação equipotencial deve ser efetuada. Os condutores de ligação equipotencial devem ser conectados a barra de ligação equipotencial principal, a mesma deve ser instalada de modo a permitir fácil acesso para inspeção. A barra de ligação equipotencial deve estar conectada aos condutores de aterramento do SPDA e dos condutores de aterramento da entrada de energia. Próximo as descidas e as hastes que formam a malha, toda a massa metálica deverá ser interligada ao sistema para reduzir os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos. Para isso, utilizar cabos de cobre com bitola de 50 mm².

A ligação equipotencial principal (LEP) será constituída de uma barra de cobre onde serão interligadas as seguintes ligações equipotenciais:

- condutor de ligação equipotencial de aterramento das fundações;
- condutor de proteção principal (PE);
- condutor neutro (uma única ligação no LEP, pois trata-se de um sistema TN-S);
- condutor de ligação equipotencial de aterramento isolado e telecomunicações (TAT);
- condutor de ligação equipotencial de aterramento de equipamentos eletrônicos;
- condutor de ligação equipotencial de canalizações metálicas das entradas de água, telefone, energia, etc.

A Figura 2 apresenta a ilustração de uma caixa com barramento de equipotencialização BEP.

Figura 2 – Barramento de equipotencialização.



Fonte: Autoria própria.

5. RECEBIMENTO DO SPDA

Ao término da instalação do projeto, deverão ser realizados testes de continuidade elétrica em todas as descidas, conforme anexo F da NBR 5419-3:2015.

A continuidade elétrica das armaduras de uma edificação deve ser determinada medindo-se com o instrumento adequado a resistência ôhmica entre a parte superior e inferior da estrutura, procedendo as diversas medições entre pontos diferentes.

O instrumento adequado para medir a resistência, injeta uma corrente elétrica entre 1 A e 10 A, com corrente contínua ou alternada em frequência diferente de 60Hz e seus múltiplos, entre os pontos extremos da armadura sob ensaio, sendo capaz de medir a queda de tensão entre os mesmos.

A resistência é calculada dividindo-se a tensão medida, pela corrente aplicada, para que o ensaio esteja em conformidade com a (NBR-5419, 2015), o resultado dessa equação não poderá ser superior a 1 ohm.

Casos em que os valores de resultado não sejam atingidos, conforme orienta a norma, não será possível utilizar a estrutura como descida e o SPDA não poderá ser recebido. Esses testes deverão ser entregues a fiscalização do contrato, devendo estar acompanhado por uma ART (anotação de responsabilidade técnica), logo deve ser elaborado e assinado por engenheiro competente.

5.1 Teste Obrigatório

Para as descidas deverão ser efetuados ensaios com a utilização do equipamento denominado Mili-Ohmímetro Figura 3, com intuito de verificar a resistividade das descidas bem como da malha superior.

Figura 3 – Mili-ohmímetro Digital Instrum.



Fonte: Adaptado de (INSTRUM, 2019).

O mili-ohmímetro deve ter no mínimo as seguintes características:

- a) precisão: 1% do valor de leitura;
- b) corrente de teste gerado pelo instrumento (corrente contínua): 1.2 A;
- c) dimensões: (260 x 145 x 100) mm;
- d) peso: 1,3 kg;
- e) alimentação: Baterias Recarregáveis (Autonomia de 2 horas contínuas).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segue em anexo o gerenciamento de risco realizado para verificação da necessidade de instalação do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), onde foi verificado a necessidade de MPS e SPDA, para aumentar a proteção e diminuir os riscos, foi definido a necessidade de DPS I e II (coordenados), aterramento e equipotencialização das edificações que abrigam as bombas, sopradores, macromedidores, alambrados e tubulações metálicas da Estação de Tratamento de Água José Palhares Lemos. A execução desse projeto de SPDA necessita do acompanhamento de um Engenheiro Eletricista que será o responsável técnico pela execução do mesmo.

6.1 A Periodicidade das Inspeções

O sistema deverá ter uma manutenção preventiva anual e sempre que atingido por descargas atmosféricas, para verificar eventuais irregularidades e garantir a eficiência das medidas de proteção contra surtos (MPS) e SPDA, conforme (NBR-5419, 2015). As inspeções devem seguir os seguintes itens:

- a) Uma inspeção visual do SPDA deve ser efetuada anualmente;
- b) Inspeções completas devem ser efetuadas periodicamente, em intervalos de:
 - 5 anos, para estruturas destinadas a fins residenciais, comerciais, administrativos, agrícolas ou industriais, excetuando-se áreas classificadas com risco de incêndio ou explosão;
 - 3 anos, para estruturas destinadas a grandes concentrações públicas (por exemplo: hospitais, escolas, teatros, cinemas, estádios de esporte, centros comerciais e pavilhões), indústrias contendo áreas com risco de explosão, conforme a ABNT NBR 9518, e depósitos de material inflamável;
 - 1 ano, para estruturas contendo munição ou explosivos, ou em locais expostos à corrosão atmosférica severa (regiões litorâneas, ambientes industriais com atmosfera agressiva etc.).

Conforme a norma (NBR-5419, 2015), no projeto de SPDA é necessário conter escalas mostrando as dimensões dos sistemas de captação, as descidas e aterramento, os materiais e as

posições de todos os componentes do SPDA inclusive os eletrodos de aterramento. Não é função do SPDA a proteção de equipamentos eletroeletrônicos. Para tal, deve ser previsto supressores de surtos de tensão no projeto elétrico na Estação de Tratamento de Água José Palhares Lemos. Os materiais escolhidos para a execução desse projeto devem funcionar perfeitamente em conjunto, sob pena de impugnação dos mesmos pela fiscalização.

Importante:

- a) todas as massas metálicas externas próximo as descidas e não energizadas, deverão ser equipotencializados para que não haja diferença de potencial que, em caso de surtos, provocam a queima de equipamentos;
- b) ao medir a resistência do solo e a mesma não atingir os valores especificados em norma, deveram ser inseridas mais hastes até que a resistência do solo esteja em conformidade.
- c) as hastes não poderão ser posicionadas a distância inferior ao seu tamanho.

7. VISITA TÉCNICA

A visita técnica foi realizada no dia 07/06, com o acompanhamento de um técnico do SAAEB e Engenheiros do Grupo Novaes Engenharia. Foram observadas as condições em que se encontra a planta da Estação de Tratamento de Água na cidade de Brotas no interior do estado de São Paulo.

Visualmente não foram localizados pontos e ou vestígios de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas instalados anteriormente no local. As instalações possuem diversas massas metálicas sem equipotencialização / aterramento.

Partes das instalações elétricas existentes estão em inconformidade e podem ser a causa de acidentes com pessoas e animais.

Devido à grande oxidação nas massas metálicas das escadas, alambrados, grades e tubulações, é necessário que esse problema seja sanado antes da instalação de um sistema de proteção efetivo.

O gerenciamento de risco realizado para a ETA orienta a instalação de Medidas de proteção contra surtos (MPS), essas medidas têm por objetivo minimizar a diferença de potencial que pode surgir nos terminais dos equipamentos elétricos ou eletrônicos.

A (NBR-5419, 2015) recomenda a equipotencialização das massas metálicas não energizadas para evitar que gerem descargas elétricas inesperadas e indesejáveis e a instalação de Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS). O objetivo é fazer com que o potencial elétrico em diferentes sistemas, máquinas estruturas, etc. sejam igualados ou equivalentes. É necessário melhorar o roteamento / encaminhamento dos cabos, diminuir os laços (excesso de cabo), protegê-los mecanicamente e sinalizar sobre os riscos de elétricos.

Abaixo seguem imagens da ETA José Palhares Lemos, utilizadas na execução do projeto executivo e por fim, apontar e corrigir as falhas encontradas no que se refere ao Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas do local.

A análise foi realizada com base em normas técnicas no bom senso e boas práticas dos profissionais envolvidos.

As imagens subsequentes (Figura 4 e Figura 5), mostram a entrada aérea de energia na Estação de Tratamento de Água de Brotas.

Figura 4 - Entrada de Energia



Fonte: Autoria própria.

Figura 5 – Interior da cabine de medição



Fonte: Autoria própria

A Figura 6 mostra o gerador de energia da ETA.

Figura 6 - Gerador



Fonte: Autoria própria.

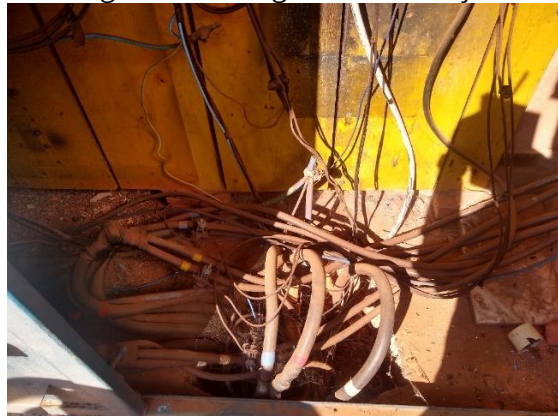
As figuras (Figura 7 e Figura 8) mostram as ligações do abrigo de distribuição de energia. É possível observar a formação de laços, roteamento indevido dos cabos e sujeira.

Figura 7 – Abrigo de distribuição



Fonte: Autoria própria.

Figura 8 – Abrigo de distribuição



Fonte: Autoria própria.

As figuras (Figura 9 e Figura 10), mostram o banco de capacitores existente no local.

Figura 9 - Banco de Capacitores Automático



Fonte: Autoria própria.

Figura 10 – Interior do banco de capacitores.



Fonte: Autoria própria.

As figuras (Figura 11 e Figura 12), ilustram o local onde o painel das bombas está alocado. A Figura 13 mostra a formação de laços na parte superior do painel.

Figura 11 – Local de Instalação do Painei de bombas



Fonte: Autoria própria.

Figura 12 – Painei de Bombas



Fonte: Autoria própria.

Figura 13 – Formação de laços na parte superior do painei



Fonte: Autoria própria.

A Figura 14 mostra a formação de laços pelo roteamento inadequado dos cabos junto ao telhado

Figura 14 – Formação de Laços



Fonte: Autoria própria.

As figuras subsequentes (Figura 15 a Figura 25), mostram a instalação dos painéis elétricos, bombas e suas condições no interior da Casa de bombas.

Figura 15 - Interior da sala de bombas



Fonte: Autoria própria.

Figura 16 - Interior da sala de bombas



Fonte: Autoria própria.

Figura 17 - Bombas



Fonte: Autoria própria.

Figura 18 - Bombas



Fonte: Autoria própria.

Figura 19 – Painel Elétrico



Fonte: Autoria própria.

Figura 20 - Painel Elétrico



Fonte: Autoria própria.

Figura 21 – Base de fusíveis



Fonte: Autoria própria.

Figura 22 - Painel Elétrico



Fonte: Autoria própria.

Figura 23 - Chave seccionadora



Fonte: Autoria própria.

Figura 24 - Painel Elétrico



Fonte: Autoria própria.

Figura 25 - Chave seccionadora



Fonte: Autoria própria.

As imagens subsequentes (Figura 26 a Figura 29) mostram os painéis de soft – Starter.

Figura 26 - Painel de Soft-Starter



Fonte: Autoria própria.

Figura 27 - Painel de Soft-Starter



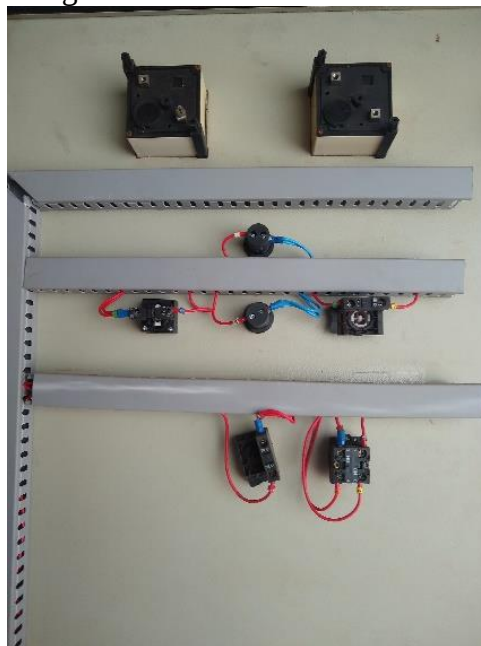
Fonte: Autoria própria.

Figura 28 - Pannel do Soft-Starter



Fonte: Autoria própria.

Figura 29 - Pannel do Soft-Starter



Fonte: Autoria própria.

A Figura 30 e Figura 31, mostram os painéis elétricos

Figura 30 - Pannel CLP



Fonte: Autoria própria.

Figura 31 - Pannel Elétrico



Fonte: Autoria própria.

As imagens subsequentes (Figura 32 a Figura 35) mostram os painéis da ETA compacta e painel dosador pneumático.

Figura 32 - Pannel da ETA Compacta



Fonte: Autoria própria.

Figura 33 – Interior do Pannel da ETA Compacta



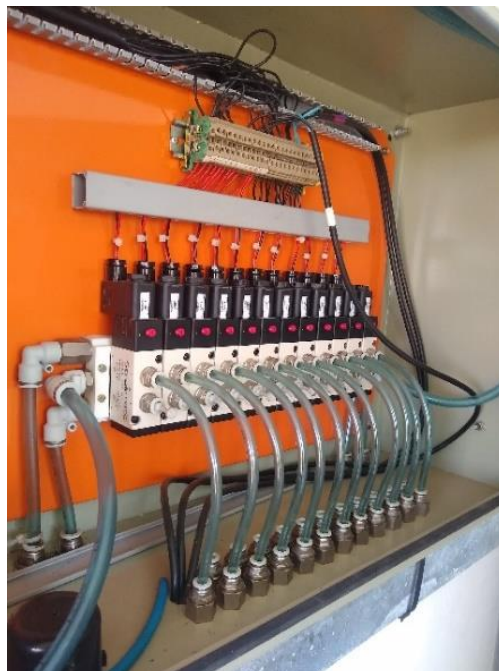
Fonte: Autoria própria.

Figura 34 - Pannel de Atuador de Válvula Pneumática



Fonte: Autoria própria.

Figura 35 - Interior do Pannel de Atuador de Válvula Pneumática



Fonte: Autoria própria.

A Figura 36 e Figura 37 mostram o painel dos misturadores.

Figura 36 - Painel dos Misturadores



Fonte: Autoria própria.

Figura 37 - Interior do Painel dos Misturadores



Fonte: Autoria própria.

A Figura 38 e Figura 39 mostram a instalação da bomba de abastecimento da ETA.

Figura 38 - Abrigo da bomba de abastecimento



Fonte: Autoria própria.

Figura 39 - Bomba de abastecimento



Fonte: Autoria própria.

A Figura 40 mostra a instalação da bomba da captação do poço.

Figura 40 – Bomba do Poço



Fonte: Autoria própria.

As imagens subsequentes (Figura 41 a Figura 49) mostram as instalações da Casa de Química.

Figura 41 - Reservatórios de produtos químicos



Fonte: Autoria própria.

Figura 42 - Reservatórios de produtos químicos



Fonte: Autoria própria.

Figura 43 – Compressor Alternativo e soprador



Fonte: Autoria própria

Figura 44 - Paineira de Química



Fonte: Autoria própria

Figura 45 - Paineira de Química



Fonte: Autoria própria

Figura 46 - Instalações da Casa de Química



Fonte: Autoria própria

Figura 47 - Instalações da Casa de Química



Fonte: Autoria própria

Figura 48 - Instalações da Casa de Quimica



Fonte: Autoria própria

Figura 49 - Instalações da Casa de Quimica



Fonte: Autoria própria

A Figura 50 e Figura 51 e Figura 52 ilustram o Quadro de Transferência do Gerador e o seu local de instalação.

Figura 50 - Quadro de Transferência do Gerador



Fonte: Autoria própria

Figura 51 - Abrigo das Entradas de Energia



Fonte: Autoria própria

A Figura 52 ilustra o medidor de nível ultrassônico instalado em Calha Parshall.

Figura 52 - Transmissor Ultrassônico para Medir Nível



Fonte: Autoria própria

As imagens subsequentes (Figura 53 a Figura 67) ilustram as instalações da Estação de Tratamento de Água de Brotas.

Figura 53 - Exterior da Casa de Bombas



Fonte: Autoria própria

Figura 54 - Casa de Preparo e Dosagem de Cal



Fonte: Autoria própria

Figura 55 - Vista das Grades e Tubulações Metálicas da ETA



Fonte: Autoria própria

Figura 56 - Grades Metálicas da ETA



Fonte: Autoria própria

Figura 57 - Vista ETA



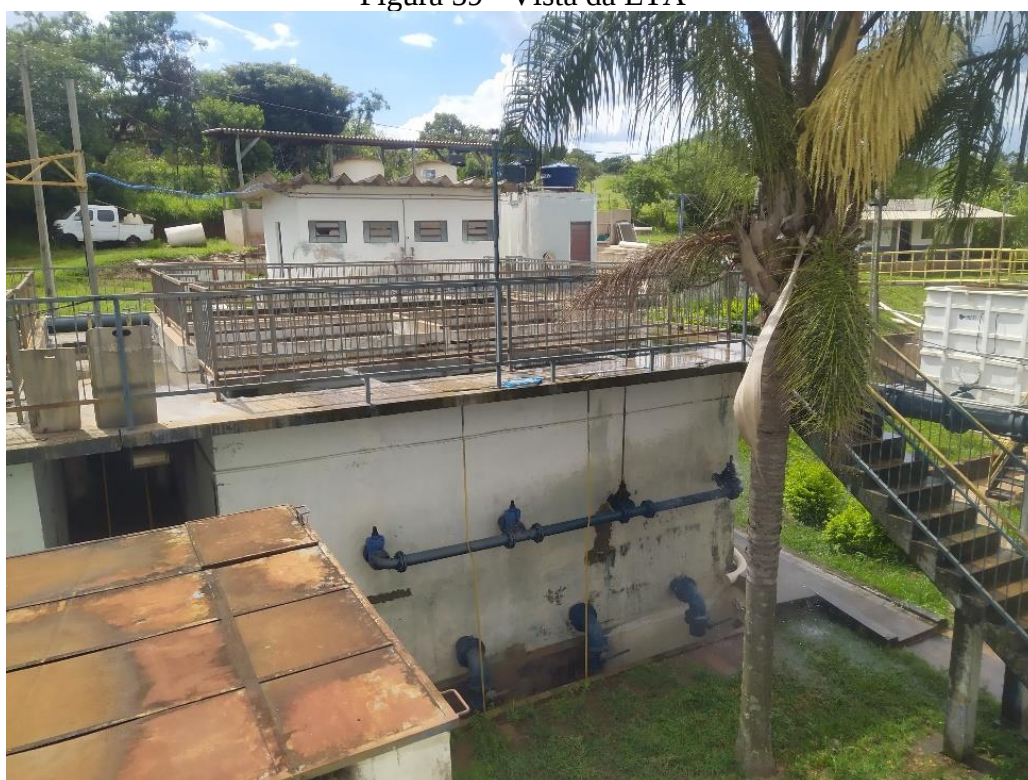
Fonte: Autoria própria

Figura 58 - Vista Superior das Instalações da ETA



Fonte: Autoria própria

Figura 59 - Vista da ETA



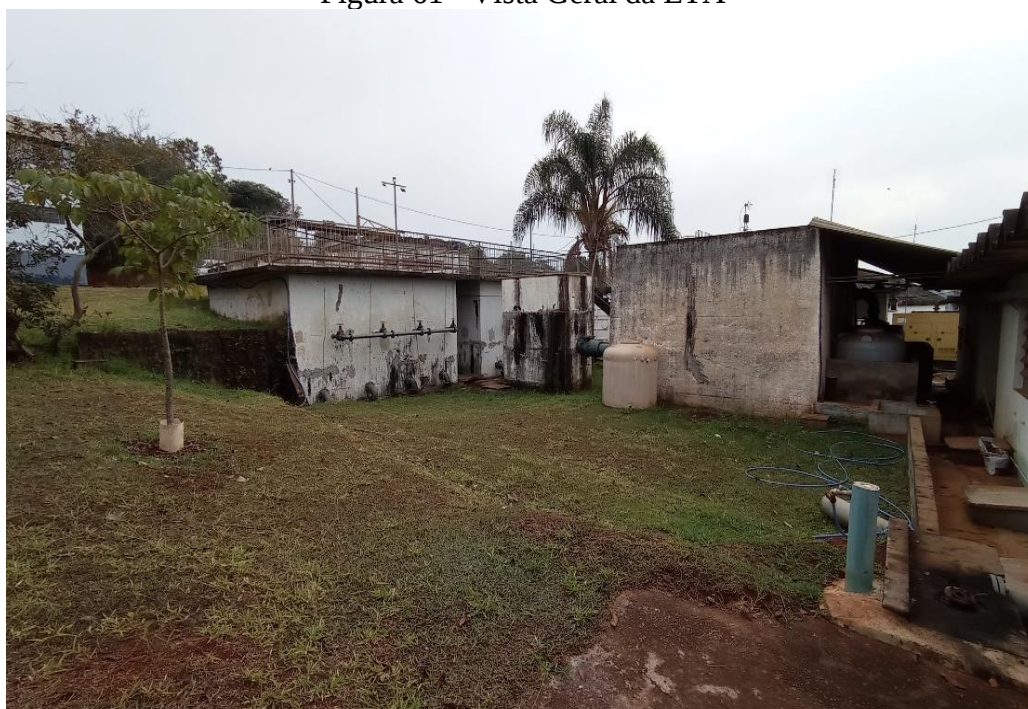
Fonte: Autoria própria

Figura 60 - Vista da ETA



Fonte: Autoria própria

Figura 61 - Vista Geral da ETA



Fonte: Autoria própria

Figura 62 - Escada Metálica do Tanque Intermediário



Fonte: Autoria própria

Figura 63 - Escada Metálica do Reservatório



Fonte: Autoria própria

Figura 64 - ETA Compacta



Fonte: Autoria própria

Figura 65 - ETA Compacta



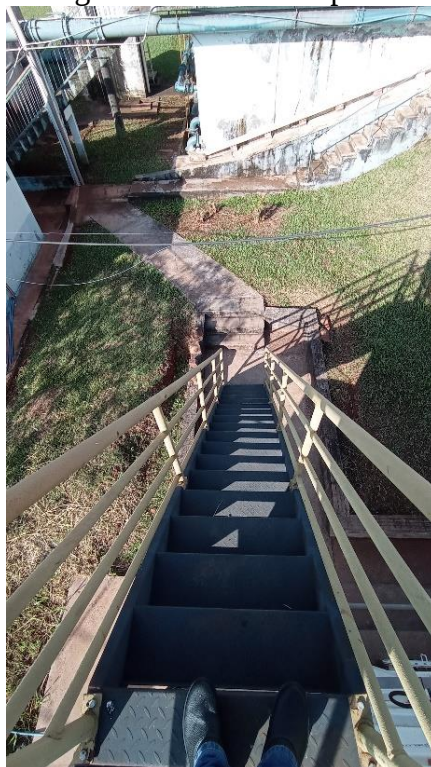
Fonte: Autoria própria

Figura 66 - ETA Compacta



Fonte: Autoria própria

Figura 67 - ETA Compacta



Fonte: Autoria própria

As instalações da Estação de Tratamento de Água de Brotas possuem diversas massas metálicas (alambrado, grades e tubulações), essas massas devem ser equipotencializadas para que o sistema de aterramento, SPDA e MPS sejam eficazes.

É importante salientar que as estruturas vistoriadas em sua grande maioria sofrem oxidação e para que a equipotencialização dessas estruturas seja eficiente, é necessário uma reforma e adequação anterior a instalação de SPDA e MPS.

8. BIBLIOGRAFIA

ALVES, N. Abracopel. **Site da Abracopel**, 2015. Disponível em: <https://abracopel.org/wp-content/uploads/2015/09/Normando.pdf>. Acesso em: 6 Junho 2022.

ALVES, N. Como validar um eletrodo de aterramento de acordo com a NBR5419/2015. **Site da Termotécnica**, 2019. Disponível em: <https://tel.com.br/como-validar-um-eletrodo-de-aterramento-de-acordo-com-nbr5419-2015/>. Acesso em: 10 Junho 2022.

GUIMARÃES, P. Engenheiro Pablo Guimarães. **Site do Engenheiro Pablo Guimarães**, 2020. Disponível em: <https://www.pabloguimaraes-professor.com.br/post/diferen%C3%A7a-entre-subsistema-de-descida-subsistema-de-capta%C3%A7%C3%A3o-e-subsistema-de-aterramento>. Acesso em: 10 Junho 2022.

INSTRUM. Instrum do Brasil. **Site da Instrum do Brasil**, 2019. Disponível em: <https://www.instrumbrasil.com.br/eletrica/milli-ohmimetro/milliohmimetro-p-nbr-5419-2015-modelo-milliohm-1-marca-instrum--p>. Acesso em: 6 Junho 2021.

NBR-5410, A. B. D. N. T. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, p. 218. 2004.

NBR-5419, A. B. D. N. T. **NBR 5419: Proteção contra descargas atmosféricas**. Rio de Janeiro, p. 309. 2015.

RUPPENTHAL, J. E. **Gerenciamento de riscos**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, p. 118. 2013.

SANTOS, M. SPDA - O que é um subsistema de captação? **FAM engenharia e projetos**, 2018. Disponível em: <https://engfam.com.br/subsistema-de-captacao/>. Acesso em: 10 Junho 2022.

SANTOS, S. R. Universo Lamda. **Site da Universo Lamda**, 2018. Disponível em: <https://universolambda.com.br/o-aterramento/>. Acesso em: 10 Junho 2022.

MEMORIAL DESCRITIVO

GERENCIAMENTO DE RISCO

Memorial de Cálculo

ETA José Palhares Lemos – Abrigo de Bombas

São Carlos – SP

2022

SUMÁRIO

1	Introdução	4
1.1	Dados do cliente.....	4
1.2	Dados da avaliação	4
2	Características da estrutura	5
2.1	Influências ambientais	5
2.2	Medidas de proteção da estrutura	6
2.3	Atributos da linha de ENERGIA conectada	6
2.3.1	Estrutura principal.....	6
2.3.2	Estrutura adjacente.....	7
2.4	Atributos da linha de SINAL conectada	7
2.4.1	Estrutura principal.....	7
2.4.2	Estrutura adjacente.....	8
2.5	Áreas de exposição equivalente da estrutura e linhas na edificação.....	9
2.6	Número esperado anual de eventos perigosos na edificação	10
3	Resumo das proteções.....	12
3.1	Características das zonas.....	12
3.2	Análises das componentes de riscos	13
3.2.1	Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas na estrutura.....	13
3.2.2	Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto da estrutura.....	13
3.2.3	Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas a uma linha conectada à estrutura	14
3.2.4	Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura	14
3.3	Composição dos componentes de risco	15
3.4	Resultado das componentes de risco.....	15
4	Resumo das zonas	20

4.1	Zona 01: GR – ETA José Palhares Lemos.....	20
5	Instalação de DPS	23

1 INTRODUÇÃO

A realização de um projeto elétrico industrial é de suma importância para a funcionalidade das instalações e equipamentos. Devem-se avaliar os equipamentos, diagnosticar a situação atual das instalações, planejar o que será instalado e prever uma segurança operacional.

O presente documento tem por finalidade descrever o Gerenciamento de Risco de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015 com revisão em 2018.

1.1 Dados do cliente

Obra/Cliente: ETA José Palhares Lemos – SAAE Brotas

Cidade/Estado: Brotas/SP

Endereço: Rua Augusto Inocêncio de Almeida

CNPJ/CPF: 46.362.927/0001-72

Atividade: Tratamento de Água

1.2 Dados da avaliação

Nome da análise: GR – Abrigo de Bombas Centrifugas

Código do documento: OP235_ETA_GR_ELE_MC_01_00

Número da revisão: 00

Data de análise: 19/09/2022

Resp. técnico: Eng. Eduardo Fernandes Richieri

Credenciamento: 5069123636-SP

Nome da empresa: Novaes Engenharia e Construções LTDA – EPP

CNPJ/CPF: 13.359.577/0001-36

2 CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

A característica da estrutura é adotada conforme o seu formato geométrico de abrangência, podendo ser formato prismático simples (quadrado ou retangular), ou estudo com formatos complexos.

Abaixo, os dados da área são lançados nos tópicos (“a” e “b”), sendo que o tópico “a” é preenchido quando a área possui formatos prismáticos simples o tópico resultando na área de exposição equivalente conforme a Tabela 3. Em casos em que o estudo é feito com formas complexas, a Tabela 1 não é preenchida e no tópico “b” o “*Estudo com formas complexas*” é selecionado e o cálculo é realizado a partir da planta de situação

- a) Dados da edificação para formatos prismáticos simples são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados da edificação.

Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
3,80	3,30	3,10

- b) Tipo de estudo da estrutura:
- Estudo com formas prismático simples

A área de exposição equivalente (A_d) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

$$A_d = 416,32 \text{ m}^2$$

2.1 Influências ambientais

- a) Localização da estrutura:

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$CD = 0,25$$

b) Densidade e descargas atmosféricas para a terra (Ng) (1/km²/ano):

9,00

2.2 Medidas de proteção da estrutura

a) Nível de proteção do SPDA (NP):

Estrutura protegida por SPDA IV

$$Pb = 0,2$$

b) Número de pessoas em toda edificação:

10 *pessoas*

2.3 Atributos da linha de ENERGIA conectada

2.3.1 Estrutura principal

a) Possui linha de energia entrando na edificação?

Sim – Tem esta linha de potência ou sinal conectada à estrutura.

b) Como a linha de energia adentra a edificação [Fator C1]:

Aéreo

$$CI/p = 1$$

c) Comprimento da linha em metros:

$$LL/p = 100,00$$

d) Fator tipo da linha:

Linha de energia em AT (com transformador AT/BT)

$$CT/p = 0,20$$

e) Fator ambiental:

Rural

$$CE = 1$$

f) Blindagem da linha:

Não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento

$$RS/p = -$$

g) Condições de blindagem, aterramento, isolamento:

Linha enterrada não blindada # Indefinida

$$CLD/p = 1,0$$

$$CLI/p = 1$$

2.3.2 Estrutura adjacente

a) Possui estrutura adjacente?

Contem estrutura adjacente a linha

b) Dimensões da estrutura adjacente são apresentadas na Tabela 2:

Tabela 2 – Dimensões da estrutura adjacente.

Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
18,50	18,50	4,50

c) Fator de localização da estrutura adjacente:

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$CDJ/p = 0,50$$

d) Tensão suportável do sistema interno (kV):

Tensão suportável UW – 2,5 kV

$$UW/p = 2,50$$

e) Tipo de linha de estrutura adjacente:

Linhas de energia

$$PLI/p = 0,30$$

Parâmetros resultantes

$$KS4/p = 0,40$$

Este valor muda em função da blindagem da linha e tensão suportável

$$PLD/p = 1,00$$

2.4 Atributos da linha de SINAL conectada

2.4.1 Estrutura principal

a) Possui linha de energia entrando na edificação?

Sim – Tem esta linha de potência ou sinal conectada à estrutura

- b) Como a linha de energia adentra a edificação [Fator C1]:

Aéreo

$$CI/t = 1$$

- c) Comprimento da linha em metros:

$$LL/t = 100,00$$

- d) Fator tipo da linha:

Linha de energia em AT (com transformador AT/ BT)

$$CT/t = 0,20$$

- e) Fator ambiental:

Rural

$$CE = 1$$

- f) Blindagem da linha:

Não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento

$$RS/t = -$$

- g) Condições de blindagem, aterramento, isolamento:

Linha enterrada não blindada (energia ou sinal) # Blindagem NÃO interligada

$$CLD/t = 1,00$$

$$CLI/t = 1,00$$

2.4.2 Estrutura adjacente

- a) Possui estrutura adjacente?

Contem estrutura adjacente a linha

- b) Dimensões da estrutura adjacente:

As dimensões da estrutura adjacente são apresentadas na Tabela 2.

- c) Fator de localização da estrutura adjacente:

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$CDJ/t = 0,50$$

- d) Tensão suportável do sistema interno (kV):

Tensão suportável UW – 1,5 kV

$$UW/t = 1,50$$

- e) Tipo de linha da estrutura adjacente:

Linhas de sinais

$$PLI/t = 0,00$$

Parâmetros resultantes

$$KS4/t = 0,00$$

Este valor muda em função da blindagem da linha e tensão suportável

$$PLD/t = 0,00$$

2.5 Áreas de exposição equivalente da estrutura e linhas na edificação

A Tabela 3 apresenta a equação e o resultado equivalente da área de exposição da estrutura da edificação.

Tabela 3 – Área de exposição da estrutura.

Estrutura	
Equação	Resultado (m ²)
$AD = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$	416,32
$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$	792.498,16

A Tabela 4 apresenta a equação e o resultado equivalente da área de exposição da linha de energia da edificação.

Tabela 4 – Área de exposição da linha de energia.

Linha de energia	
Equação	Resultado (m ²)
$AL/P = 40 \times LL$	4.000,00
$AL/P = 4.000 \times LL$	400.000,00
$AD = LJ/p \times WJ/p + 2 \times (3 \times HJ/p) \times (LJ/p + WJ/p) + \pi \times (3 \times HJ/p)^2$	1.913,81

A Tabela 5 apresenta a equação e o resultado equivalente da área de exposição da linha de sinal da edificação.

Tabela 5 – Área de exposição da linha de sinal.

Linha de sinal	
Equação	Resultado (m ²)
$AL/T = 40 \times LL$	4.000,00
$AL/T = 4.000 \times LL$	400.000,00
$AD = LJ/t \times WJ/t + 2 \times (3 \times HJ/t) \times (LJ/t + WJ/t) + \pi \times (3 \times HJ/t)^2$	1.913,81

2.6 Número esperado anual de eventos perigosos na edificação

A Tabela 6 apresenta a equação e o resultado da estimativa anual de eventos perigosos na estrutura da edificação.

Tabela 6 – Previsão de eventos perigosos na edificação.

Estrutura	
Equação	Resultado (1/ano)
$ND = NG \times AD \times CD \times 10^{-6}$	9,37E-04
$NM = NG \times AM \times 10^{-6}$	7,13E+00

A Tabela 7 apresenta a equação e o resultado da estimativa anual de eventos perigosos na linha de energia da edificação.

Tabela 7 – Previsão de eventos perigosos na linha de energia.

Linha de energia	
Equação	Resultado (1/ano)
$NL/P = NG \times AL/P \times CI/P \times CE/P \times CT/P \times 10^{-6}$	7,20E-03
$NI/P = NG \times AI/P \times CI/P \times CE/P \times CT/P \times 10^{-6}$	7,20E-01
$NDJ/P = NG \times ADJ/P \times CDJ/P \times CT/P \times 10^{-6}$	1,72E-03

A Tabela 8 apresenta a equação e o resultado da estimativa anual de eventos perigosos na linha de sinal da edificação.

Tabela 8 – Previsão de eventos perigosos na linha de sinal.

Linha de sinal	
Equação	Resultado (1/ano)
$NL/T = NG \times AL/T \times CI/T \times CE/T \times CT/T \times 10^{-6}$	7,20E-03
$NI/T = NG \times AI/T \times CI/T \times CE/T \times CT/T \times 10^{-6}$	7,20E-01
$NDJ/T = NG \times ADJ/T \times CDJ/T \times CT/T \times 10^{-6}$	1,72E-03

3 RESUMO DAS PROTEÇÕES

3.1 Características das zonas

As medidas de proteção como SPDA, condutores de blindagem, blindagens magnéticas e DPS determinam as zonas de proteção contra descargas atmosféricas “raio” (ZPR).

Como regra geral de proteção, a estrutura a ser protegida deve estar em uma ZPR cujas características eletromagnéticas sejam compatíveis com sua capacidade de suportar solicitações que, de outra forma, causariam danos (dano físico ou falha de sistemas elétricos e eletrônicos devido a sobretensões).

a) Quantas zonas estão sendo utilizados:

1 zonas estão sendo avaliadas nesse gerenciamento de risco

As zonas foram especificadas e escolhidas para determinar a melhor solução em “custo benefício”, buscando escolher as medidas de proteção adequadas para cada necessidade.

b) Quais zonas estão sendo avaliadas?

Abaixo estão as zonas que foram escolhidas de acordo com análise técnica do local.

A Tabela 9 apresenta uma descrição das zonas avaliadas.

Tabela 9 – Zonas avaliadas.

Nº da zona	Nº pessoas na zona	Nome da zona	Está sendo utilizada?
Zona 01	10	GR – Abrigo das Bombas	SIM
Zona 02	0	Zona não avaliada	NÃO
Zona 03	0	Zona não avaliada	NÃO

3.2 Análises das componentes de riscos

3.2.1 Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas na estrutura

- a) RA: componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora nas zonas até 3 m ao redor dos condutores de descidas. Perda de tipo L1 e, no caso de estruturas contendo animais vivos, as perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também aumentar;
- b) RB: componente relativo a danos físicos causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem aumentar;
- c) RC: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por pulsos eletromagnéticos (LEMP – *Lightning Eletromagnetic Impulse*). Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.2.2 Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto da estrutura

- a) RM: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por pulsos eletromagnéticos LEMP. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.2.3 Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas a uma linha conectada à estrutura

- a) RU: componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura. Perda do tipo L1 e, no caso de propriedades agrícolas, perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também ocorrer;
- b) RV: componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura) devido à corrente da descarga atmosférica transmitida ou ao longo das linhas. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem ocorrer;
- c) RW: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.2.4 Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura

- a) RZ: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.3 Composição dos componentes de risco

Os componentes de risco a serem considerados para cada tipo de perda na estrutura são listados a seguir:

- a) R1: Risco de perda de vida humana:

$$R1 = RA1 + RB1 + RC1 + RM1 + RU1 + RV1 + RW1 + RZ1$$

- b) R2: Risco de perdas do serviço ao público:

$$R2 = RB2 + RC2 + RM2 + RV2 + RW2 + RZ2$$

- c) R3: Risco de perdas de patrimônio cultural:

$$R3 = RB3 + RV3$$

- d) R4: Risco de perdas de valor econômico:

$$R4 = RA4 + RB4 + RC4 + RM4 + RU4 + RV4 + RW4 + RZ4$$

3.4 Resultado das componentes de risco

A Figura 1 apresenta o resumo do resultado global dos riscos de perdas avaliados nesse gerenciamento de risco.

Figura 1 – Resumo do resultado global.
RESULTADO GLOBAL FINAL

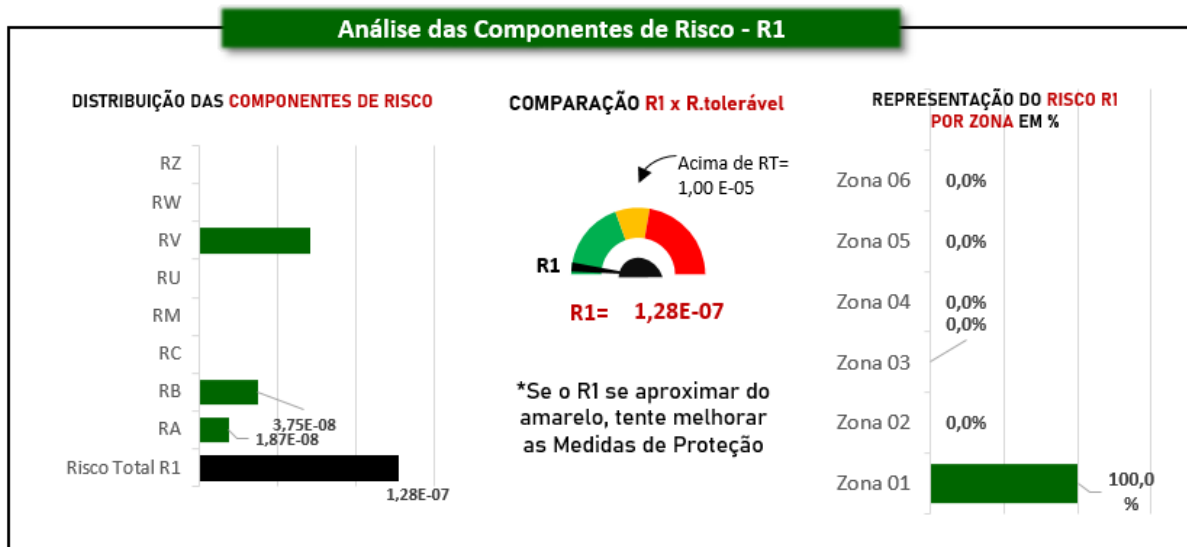


- a) R1: Risco de perda de vida humana:

$$R1 = RA1 + RB1 + RC1 + RM1 + RU1 + RV1 + RW1 + RZ1$$

A Figura 2 apresenta a análise das componentes de riscos para R1 total, e a representação em % das zonas especificadas.

Figura 2 – Análise das componentes de risco para R1.



A Tabela 10 apresenta os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de vida humana.

Tabela 10 – Componentes de risco relacionadas a perda de vida humana.

R1 – Valores somadas das zonas avaliadas

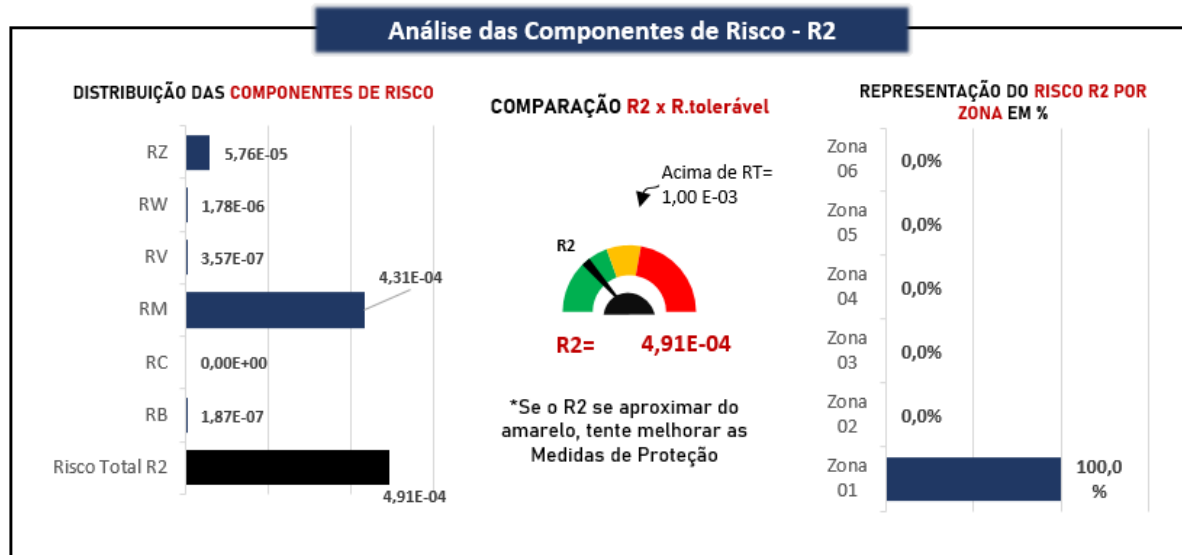
	RA	1,87E-08
S1 – Estruturas	RB	3,75E-08
	RC	0,00E+00
	RM	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RU	0,00E+00
	RV	7,14E-08
S3 – Na linha	RW	0,00E+00
	RZ	0,00E+00
S4 – Perto da linha		
R1 total:	R1t	1,28E-07

b) R2: Risco de perdas de serviço ao público:

$$R2 = RB2 + RC2 + RM2 + RV2 + RW2 + RZ2$$

A Figura 3 apresenta a análise das componentes de riscos para R2 total, e a representação em % das zonas especificadas.

Figura 3 – Análise das componentes de risco para R2.



A Tabela 11 apresenta os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de serviço público.

Tabela 11 – Componentes de risco relacionadas a perda de serviço público.

R2 – Valores somados das zonas avaliadas

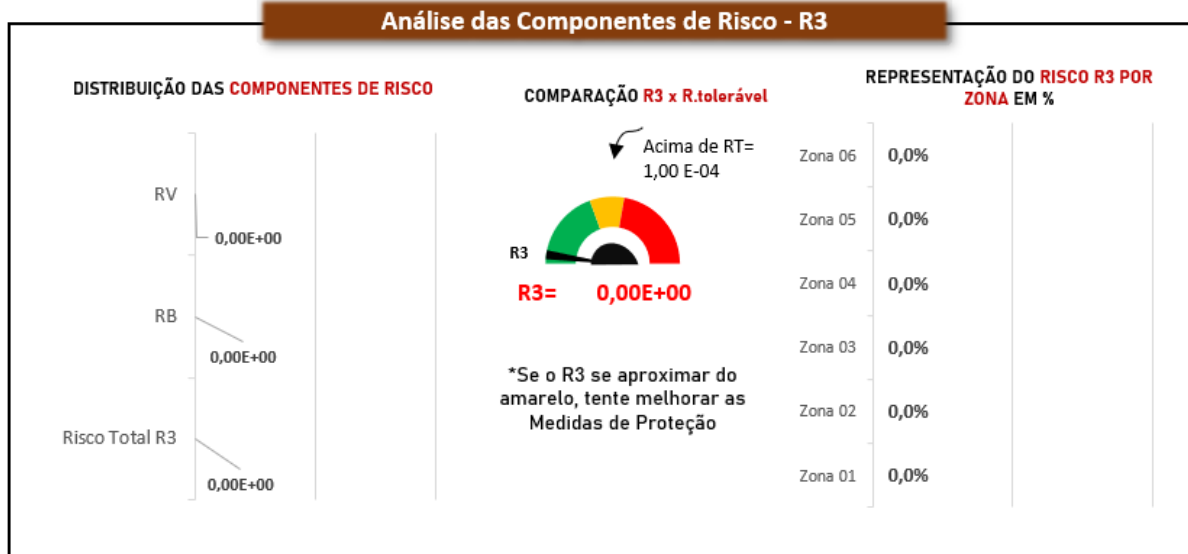
	RB	1,87E-07
S1 - Estrutura	RC	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RM	4,31E-04
S3 – Na linha	RV	3,57E-07
	RW	1,78E-06
S4 – Perto da linha	RZ	5,76E-05
R2 total:	R2t	4,91E-04

c) R3: Risco de perdas de patrimônio cultural:

$$R3 = RB3 + RV3$$

A Figura 4 apresenta a análise das componentes de riscos para R3 total, e a representação em % das zonas especificadas.

Figura 4 – Análise das componentes de risco para R3.



A Tabela 12 apresenta os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de patrimônio cultural.

Tabela 12 – Componentes de risco relacionadas a perda de patrimônio cultural.

R3 – Valores somados das zonas avaliadas

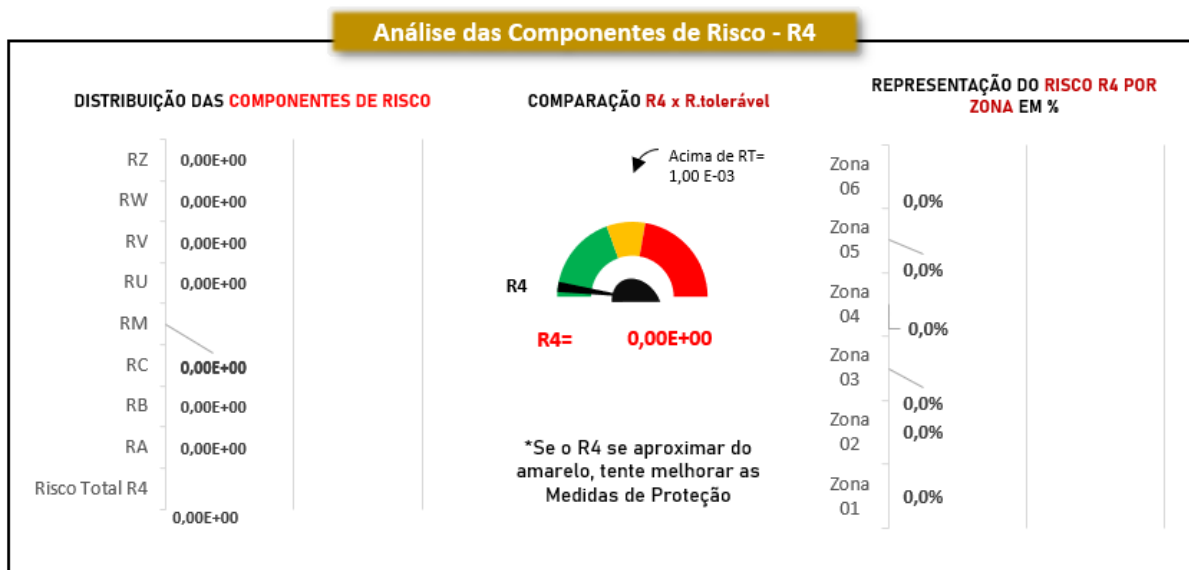
S1 – Estrutura	RB	0,00E+00
S3 – Na linha	RV	0,00E+00
R3 total:	R3t	0,00E+00

d) R4: Risco de perdas de valor econômico:

$$R4 = RA4 + RB4 + RC4 + RM4 + RU4 + RV4 + RW4 + RZ4$$

A Figura 5 apresenta a análise das componentes de riscos para R4 total, e a representação em % das zonas especificadas.

Figura 5 – Análise das componentes de risco para R4.



A Tabela 13 apresenta os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de valor econômico.

Tabela 13 – Componentes de risco relacionadas a perda de valor econômico.

R4 – Valores somadas das zonas avaliadas

	RA	0,00E+00
S1 – Estruturas	RB	0,00E+00
	RC	0,00E+00
	RM	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RU	0,00E+00
	RV	0,00E+00
	RW	0,00E+00
S3 – Na linha	RZ	0,00E+00
	R4t	0,00E+00
S4 – Perto da linha		
R4 total:	R4t	0,00E+00

4 RESUMO DAS ZONAS

4.1 Zona 01: GR – ETA José Palhares Lemos

O Quadro 1 apresenta o resumo das características da Zona 01.

Quadro 1 – Características da zona 01.

Condições da zona	
ZONA está sendo avaliada?	SIM
Este projeto contém risco de explosão?	NÃO
Existe atendimento ao público?	SIM
Pode haver perda de patrimônio cultural?	NÃO
Este projeto contém animais?	NÃO
Haverá avaliação econômica?	NÃO

No Quadro 2 consta o resumo das medidas protetivas na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Quadro 2 – Medidas protetivas da zona 01.

Medidas protetivas	
Blindagem espacial externa	SEM blindagem espacial
Proteção contra choque (descarga atmosférica na estrutura)	Nenhuma medida de proteção
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)	Restrições físicas
Proteção contra incêndio	Nenhuma providência
Fiação interna	
Energia (LINHA 01)	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (a)
Sinal (LINHA 02)	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (a)
Sistema de DPS	
Tipo de DPS	DPS-II
Tipo coordenação de DPS	Sistema de DPS coordenado – I

Na Tabela 14 consta o resumo das componentes de risco R1 na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Tabela 14 – Resumo das componentes de risco R1 na Zona 01.

R1 – Valores somadas das zonas avaliadas		
	RA	1,87E-08
S1 – Estruturas	RB	3,75E-08
	RC	0,00E+00
	RM	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RU	0,00E+00
	RV	7,14E-08
S3 – Na linha	RW	0,00E+00
	RZ	0,00E+00
S4 – Perto da linha		
R1 total:	R1t	1,28E-07

Na Tabela 15 consta o resumo das componentes de risco R2 na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Tabela 15 – Resumo das componentes de risco R2 na Zona 01.

R2 – Valores somados das zonas avaliadas		
	RB	1,87E-07
S1 – Estrutura	RC	0,00E+00
	RM	4,31E-04
S2 – Perto da estrutura	RV	3,57E-07
	RW	1,78E-06
S3 – Na linha	RZ	5,76E-05
S4 – Perto da linha		
R2 total:	R2t	4,91E-04

Na Tabela 16 consta o resumo das componentes de risco R3 na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Tabela 16 – Resumo das componentes de risco R3 na Zona 01.

R3 – Valores somados das zonas avaliadas

S1 – Estrutura	RB	0,00E+00
S3 – Na linha	RV	0,00E+00
R3 total:	R3t	0,00E+00

Na Tabela 17 consta o resumo das componentes de risco R4 na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Tabela 17 – Resumo das componentes de risco R4 na Zona 01.

R4 – Valores somados das zonas avaliadas

	RA	0,00E+00
S1 – Estruturas	RB	0,00E+00
	RC	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RM	0,00E+00
	RU	0,00E+00
S3 – Na linha	RV	0,00E+00
	RW	0,00E+00
S4 – Perto da linha	RZ	0,00E+00

5 INSTALAÇÃO DE DPS

Os DPS definidos no Quadro 2, devem ser instalados conforme sua classe.

- a. O DPS classe I deverá ser instalado na entrada de energia do abrigo;
- b. O DPS classe II deverá ser instalado no painel de distribuição de cargas.

MEMORIAL DESCRITIVO

GERENCIAMENTO DE RISCO

Memorial de Cálculo

ETA José Palhares Lemos – Abrigo dos Polímeros

São Carlos – SP

2022

SUMÁRIO

1	Introdução	4
1.1	Dados do cliente.....	4
1.2	Dados da avaliação	4
2	Características da estrutura	5
2.1	Influências ambientais	5
2.2	Medidas de proteção da estrutura	6
2.3	Atributos da linha de ENERGIA conectada	6
2.3.1	Estrutura principal.....	6
2.3.2	Estrutura adjacente.....	7
2.4	Atributos da linha de SINAL conectada	7
2.4.1	Estrutura principal.....	7
2.4.2	Estrutura adjacente.....	8
2.5	Áreas de exposição equivalente da estrutura e linhas na edificação.....	9
2.6	Número esperado anual de eventos perigosos na edificação	10
3	Resumo das proteções.....	12
3.1	Características das zonas.....	12
3.2	Análises das componentes de riscos	13
3.2.1	Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas na estrutura.....	13
3.2.2	Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto da estrutura.....	13
3.2.3	Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas a uma linha conectada à estrutura	14
3.2.4	Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura	14
3.3	Composição dos componentes de risco	15
3.4	Resultado das componentes de risco.....	15
4	Resumo das zonas	20

4.1	Zona 01: GR – ETA José Palhares Lemos.....	20
5	Instalação de DPS	23

1 INTRODUÇÃO

A realização de um projeto elétrico industrial é de suma importância para a funcionalidade das instalações e equipamentos. Devem-se avaliar os equipamentos, diagnosticar a situação atual das instalações, planejar o que será instalado e prever uma segurança operacional.

O presente documento tem por finalidade descrever o Gerenciamento de Risco de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015 com revisão em 2018.

1.1 Dados do cliente

Obra/Cliente: ETA José Palhares Lemos – SAAE Brotas

Cidade/Estado: Brotas/SP

Endereço: Rua Augusto Inocêncio de Almeida

CNPJ/CPF: 14.192.039/0001-62

Atividade: Tratamento de Água

1.2 Dados da avaliação

Nome da análise: GR – Abrigo dos Polímeros

Código do documento: OP235_ETA_GR_ELE_MC_02_00

Número da revisão: 00

Data de análise: 19/09/2022

Resp. técnico: Eng. Eduardo Fernandes Richieri

Credenciamento: 5069123636-SP

Nome da empresa: Novaes Engenharia e Construções LTDA – EPP

CNPJ/CPF: 13.359.577/0001-36

2 CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

A característica da estrutura é adotada conforme o seu formato geométrico de abrangência, podendo ser formato prismático simples (quadrado ou retangular), ou estudo com formatos complexos.

Abaixo, os dados da área são lançados nos tópicos (“a” e “b”), sendo que o tópico “a” é preenchido quando a área possui formatos prismáticos simples o tópico resultando na área de exposição equivalente conforme a Tabela 3. Em casos em que o estudo é feito com formas complexas, a Tabela 1 não é preenchida e no tópico “b” o “*Estudo com formas complexas*” é selecionado e o cálculo é realizado a partir da planta de situação

- a) Dados da edificação para formatos prismáticos simples são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados da edificação.

Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
8,00	5,00	3,50

- b) Tipo de estudo da estrutura:
- Estudo com formas prismático simples

A área de exposição equivalente (A_d) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

$$A_d = 659,36 \text{ m}^2$$

2.1 Influências ambientais

- a) Localização da estrutura:

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$CD = 0,50$$

b) Densidade e descargas atmosféricas para a terra (Ng) (1/km²/ano):

9,00

2.2 Medidas de proteção da estrutura

a) Nível de proteção do SPDA (NP):

Estrutura protegida por SPDA IV

$$Pb = 0,2$$

b) Número de pessoas em toda edificação:

10 *pessoas*

2.3 Atributos da linha de ENERGIA conectada

2.3.1 Estrutura principal

a) Possui linha de energia entrando na edificação?

Sim – Tem esta linha de potência ou sinal conectada à estrutura.

b) Como a linha de energia adentra a edificação [Fator C1]:

Aéreo

$$CI/p = 1$$

c) Comprimento da linha em metros:

$$LL/p = 100,00$$

d) Fator tipo da linha:

Linha de energia em AT (com transformador AT/BT)

$$CT/p = 0,20$$

e) Fator ambiental:

Rural

$$CE = 1$$

f) Blindagem da linha:

Não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento

$$RS/p = -$$

g) Condições de blindagem, aterramento, isolamento:

Linha enterrada não blindada # Indefinida

$$CLD/p = 1,0$$

$$CLI/p = 1$$

2.3.2 Estrutura adjacente

a) Possui estrutura adjacente?

Contem estrutura adjacente a linha

b) Dimensões da estrutura adjacente são apresentadas na Tabela 2:

Tabela 2 – Dimensões da estrutura adjacente.

Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
18,50	18,50	4,50

c) Fator de localização da estrutura adjacente:

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$CDJ/p = 0,50$$

d) Tensão suportável do sistema interno (kV):

Tensão suportável UW – 2,5 kV

$$UW/p = 2,50$$

e) Tipo de linha de estrutura adjacente:

Linhas de energia

$$PLI/p = 0,30$$

Parâmetros resultantes

$$KS4/p = 0,40$$

Este valor muda em função da blindagem da linha e tensão suportável

$$PLD/p = 1,00$$

2.4 Atributos da linha de SINAL conectada

2.4.1 Estrutura principal

a) Possui linha de energia entrando na edificação?

Sim – Tem esta linha de potência ou sinal conectada à estrutura

- b) Como a linha de energia adentra a edificação [Fator C1]:

Aéreo

$$CI/t = 1$$

- c) Comprimento da linha em metros:

$$LL/t = 100,00$$

- d) Fator tipo da linha:

Linha de energia em AT (com transformador AT/ BT)

$$CT/t = 0,20$$

- e) Fator ambiental:

Rural

$$CE = 1$$

- f) Blindagem da linha:

Não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento

$$RS/t = -$$

- g) Condições de blindagem, aterramento, isolamento:

Linha enterrada não blindada (energia ou sinal) # Blindagem NÃO interligada

$$CLD/t = 1,00$$

$$CLI/t = 1,00$$

2.4.2 Estrutura adjacente

- a) Possui estrutura adjacente?

Contem estrutura adjacente a linha

- b) Dimensões da estrutura adjacente:

As dimensões da estrutura adjacente são apresentadas na Tabela 2.

- c) Fator de localização da estrutura adjacente:

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$CDJ/t = 0,50$$

- d) Tensão suportável do sistema interno (kV):

Tensão suportável UW – 1,5 kV

$$UW/t = 1,50$$

- e) Tipo de linha da estrutura adjacente:

Linhas de sinais

$$PLI/t = 0,00$$

Parâmetros resultantes

$$KS4/t = 0,00$$

Este valor muda em função da blindagem da linha e tensão suportável

$$PLD/t = 0,00$$

2.5 Áreas de exposição equivalente da estrutura e linhas na edificação

A Tabela 3 apresenta a equação e o resultado equivalente da área de exposição da estrutura da edificação.

Tabela 3 – Área de exposição da estrutura.

Estrutura	
Equação	Resultado (m ²)
$AD = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$	659,36
$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$	798.398,16

A Tabela 4 apresenta a equação e o resultado equivalente da área de exposição da linha de energia da edificação.

Tabela 4 – Área de exposição da linha de energia.

Linha de energia	
Equação	Resultado (m ²)
$AL/P = 40 \times LL$	4.000,00
$AL/P = 4.000 \times LL$	400.000,00
$AD = LJ/p \times WJ/p + 2 \times (3 \times HJ/p) \times (LJ/p + WJ/p) + \pi \times (3 \times HJ/p)^2$	495,81

A Tabela 5 apresenta a equação e o resultado equivalente da área de exposição da linha de sinal da edificação.

Tabela 5 – Área de exposição da linha de sinal.

Linha de sinal	
Equação	Resultado (m²)
$AL/T = 40 \times LL$	4.000,00
$AL/T = 4.000 \times LL$	400.000,00
$AD = LJ/t \times WJ/t + 2 \times (3 \times HJ/t) \times (LJ/t + WJ/t) + \pi \times (3 \times HJ/t)^2$	495,71

2.6 Número esperado anual de eventos perigosos na edificação

A Tabela 6 apresenta a equação e o resultado da estimativa anual de eventos perigosos na estrutura da edificação.

Tabela 6 – Previsão de eventos perigosos na edificação.

Estrutura	
Equação	Resultado (1/ano)
$ND = NG \times AD \times CD \times 10^{-6}$	2,97E-03
$NM = NG \times AM \times 10^{-6}$	7,19E+00

A Tabela 7 apresenta a equação e o resultado da estimativa anual de eventos perigosos na linha de energia da edificação.

Tabela 7 – Previsão de eventos perigosos na linha de energia.

Linha de energia	
Equação	Resultado (1/ano)
$NL/P = NG \times AL/P \times CI/P \times CE/P \times CT/P \times 10^{-6}$	7,20E-03
$NI/P = NG \times AI/P \times CI/P \times CE/P \times CT/P \times 10^{-6}$	7,20E-01
$NDJ/P = NG \times ADJ/P \times CDJ/P \times CT/P \times 10^{-6}$	4,46E-04

A Tabela 8 apresenta a equação e o resultado da estimativa anual de eventos perigosos na linha de sinal da edificação.

Tabela 8 – Previsão de eventos perigosos na linha de sinal.

Linha de sinal	
Equação	Resultado (1/ano)
$NL/T = NG \times AL/T \times CI/T \times CE/T \times CT/T \times 10^{-6}$	7,20E-03
$NI/T = NG \times AI/T \times CI/T \times CE/T \times CT/T \times 10^{-6}$	7,20E-01
$NDJ/T = NG \times ADJ/T \times CDJ/T \times CT/T \times 10^{-6}$	4,46E-04

3 RESUMO DAS PROTEÇÕES

3.1 Características das zonas

As medidas de proteção como SPDA, condutores de blindagem, blindagens magnéticas e DPS determinam as zonas de proteção contra descargas atmosféricas “raio” (ZPR).

Como regra geral de proteção, a estrutura a ser protegida deve estar em uma ZPR cujas características eletromagnéticas sejam compatíveis com sua capacidade de suportar solicitações que, de outra forma, causariam danos (dano físico ou falha de sistemas elétricos e eletrônicos devido a sobretensões).

a) Quantas zonas estão sendo utilizados:

1 zonas estão sendo avaliadas nesse gerenciamento de risco

As zonas foram especificadas e escolhidas para determinar a melhor solução em “custo benefício”, buscando escolher as medidas de proteção adequadas para cada necessidade.

b) Quais zonas estão sendo avaliadas?

Abaixo estão as zonas que foram escolhidas de acordo com análise técnica do local.

A Tabela 9 apresenta uma descrição das zonas avaliadas.

Tabela 9 – Zonas avaliadas.

Nº da zona	Nº pessoas na zona	Nome da zona	Está sendo utilizada?
Zona 01	10	GR – Abrigo dos Polímeros	SIM
Zona 02	0	Zona não avaliada	NÃO
Zona 03	0	Zona não avaliada	NÃO

3.2 Análises das componentes de riscos

3.2.1 Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas na estrutura

- a) RA: componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora nas zonas até 3 m ao redor dos condutores de descidas. Perda de tipo L1 e, no caso de estruturas contendo animais vivos, as perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também aumentar;
- b) RB: componente relativo a danos físicos causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem aumentar;
- c) RC: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por pulsos eletromagnéticos (LEMP – *Lightning Eletromagnetic Impulse*). Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.2.2 Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto da estrutura

- a) RM: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por pulsos eletromagnéticos LEMP. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.2.3 Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas a uma linha conectada à estrutura

- a) RU: componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura. Perda do tipo L1 e, no caso de propriedades agrícolas, perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também ocorrer;
- b) RV: componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura) devido à corrente da descarga atmosférica transmitida ou ao longo das linhas. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem ocorrer;
- c) RW: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.2.4 Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura

- a) RZ: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.3 Composição dos componentes de risco

Os componentes de risco a serem considerados para cada tipo de perda na estrutura são listados a seguir:

- a) R1: Risco de perda de vida humana:

$$R1 = RA1 + RB1 + RC1 + RM1 + RU1 + RV1 + RW1 + RZ1$$

- b) R2: Risco de perdas do serviço ao público:

$$R2 = RB2 + RC2 + RM2 + RV2 + RW2 + RZ2$$

- c) R3: Risco de perdas de patrimônio cultural:

$$R3 = RB3 + RV3$$

- d) R4: Risco de perdas de valor econômico:

$$R4 = RA4 + RB4 + RC4 + RM4 + RU4 + RV4 + RW4 + RZ4$$

3.4 Resultado das componentes de risco

A Figura 1 apresenta o resumo do resultado global dos riscos de perdas avaliados nesse gerenciamento de risco.

Figura 1 – Resumo do resultado global.
RESULTADO GLOBAL FINAL

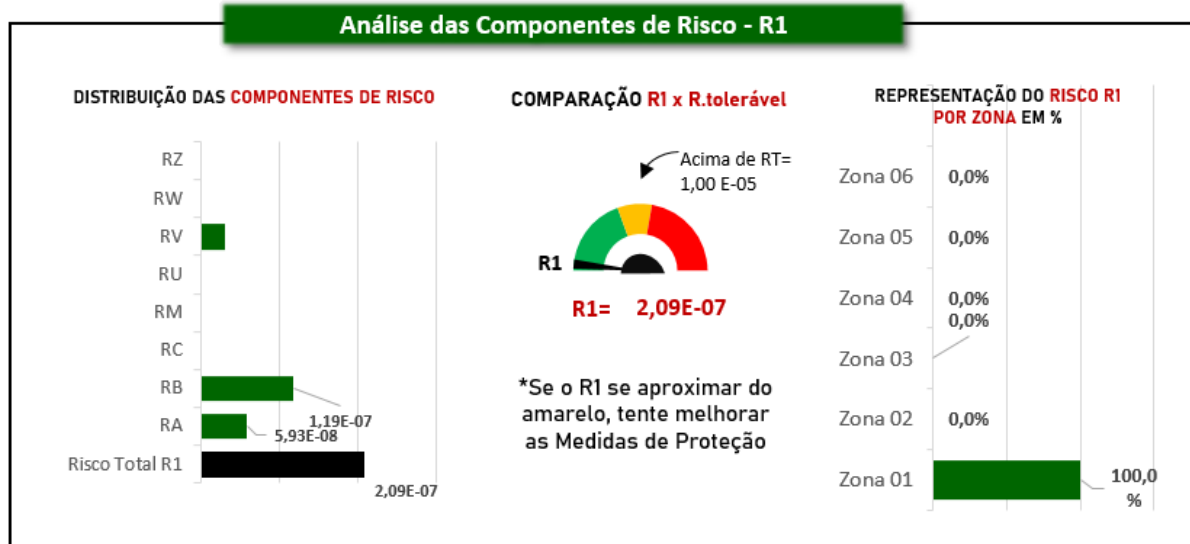


- a) R1: Risco de perda de vida humana:

$$R1 = RA1 + RB1 + RC1 + RM1 + RU1 + RV1 + RW1 + RZ1$$

A Figura 2 apresenta a análise das componentes de riscos para R1 total, e a representação em % das zonas especificadas.

Figura 2 – Análise das componentes de risco para R1.



A Tabela 10 apresenta os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de vida humana.

Tabela 10 – Componentes de risco relacionadas a perda de vida humana.

R1 – Valores somadas das zonas avaliadas

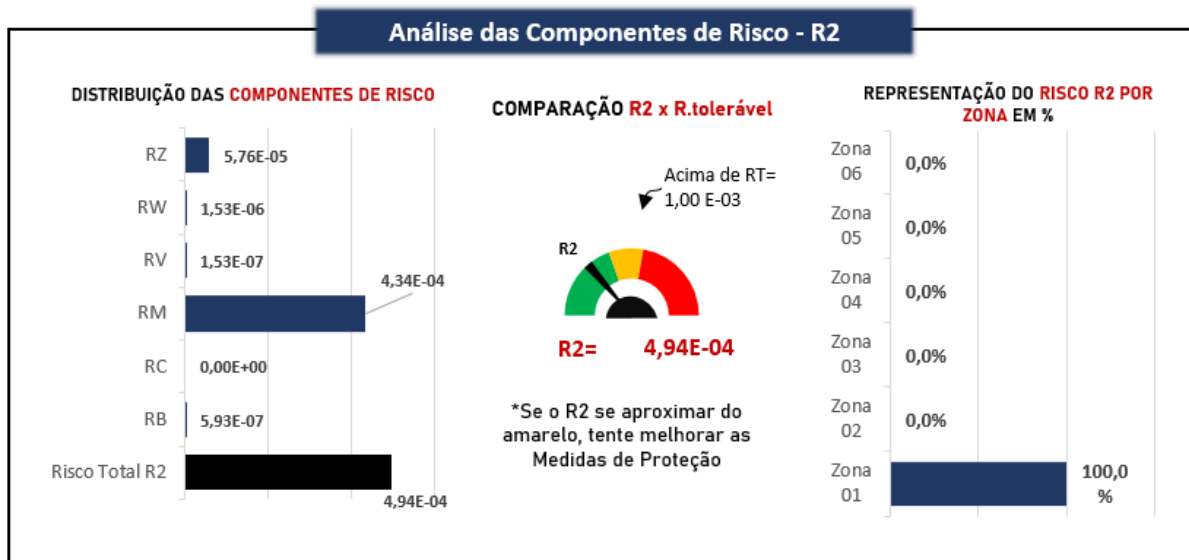
	RA	5,93E-08
S1 – Estruturas	RB	1,19E-07
	RC	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RM	0,00E+00
	RU	0,00E+00
S3 – Na linha	RV	3,06E-08
	RW	0,00E+00
S4 – Perto da linha	RZ	0,00E+00
R1 total:	R1t	2,09E-07

b) R2: Risco de perdas de serviço ao público:

$$R2 = RB2 + RC2 + RM2 + RV2 + RW2 + RZ2$$

A Figura 3 apresenta a análise das componentes de riscos para R2 total, e a representação em % das zonas especificadas.

Figura 3 – Análise das componentes de risco para R2.



A Tabela 11 apresenta os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de serviço público.

Tabela 11 – Componentes de risco relacionadas a perda de serviço público.

R2 – Valores somados das zonas avaliadas

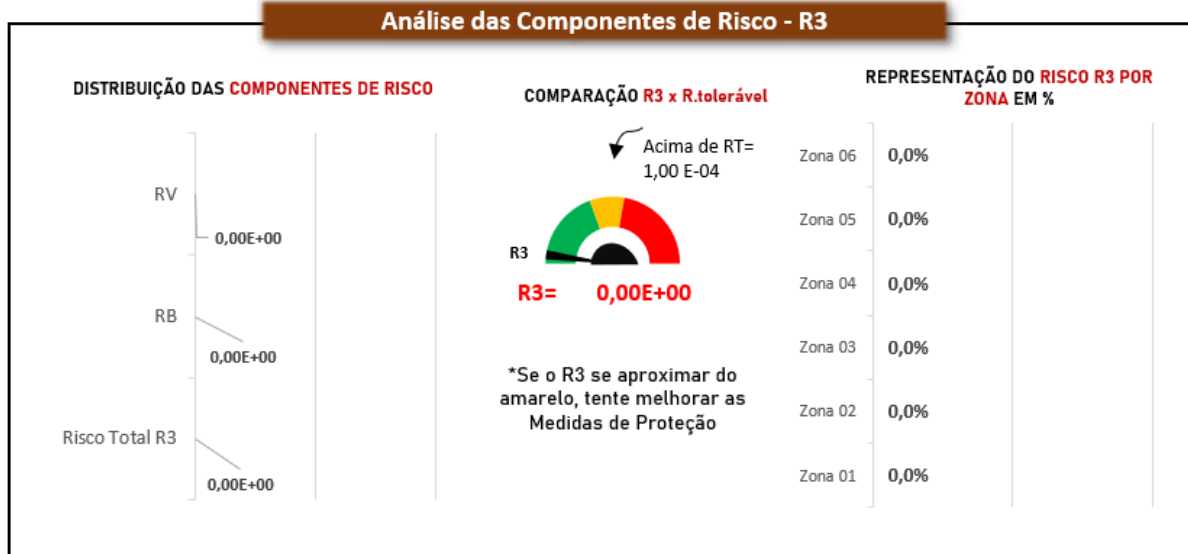
S1 - Estrutura	RB	5,93E-07
	RC	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RM	4,34E-04
	RV	1,53E-07
S3 – Na linha	RW	1,53E-06
	RZ	5,76E-05
S4 – Perto da linha		
R2 total:	R2t	4,94E-04

c) R3: Risco de perdas de patrimônio cultural:

$$R3 = RB3 + RV3$$

A Figura 4 apresenta a análise das componentes de riscos para R3 total, e a representação em % das zonas especificadas.

Figura 4 – Análise das componentes de risco para R3.



A Tabela 12 apresenta os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de patrimônio cultural.

Tabela 12 – Componentes de risco relacionadas a perda de patrimônio cultural.

R3 – Valores somados das zonas avaliadas

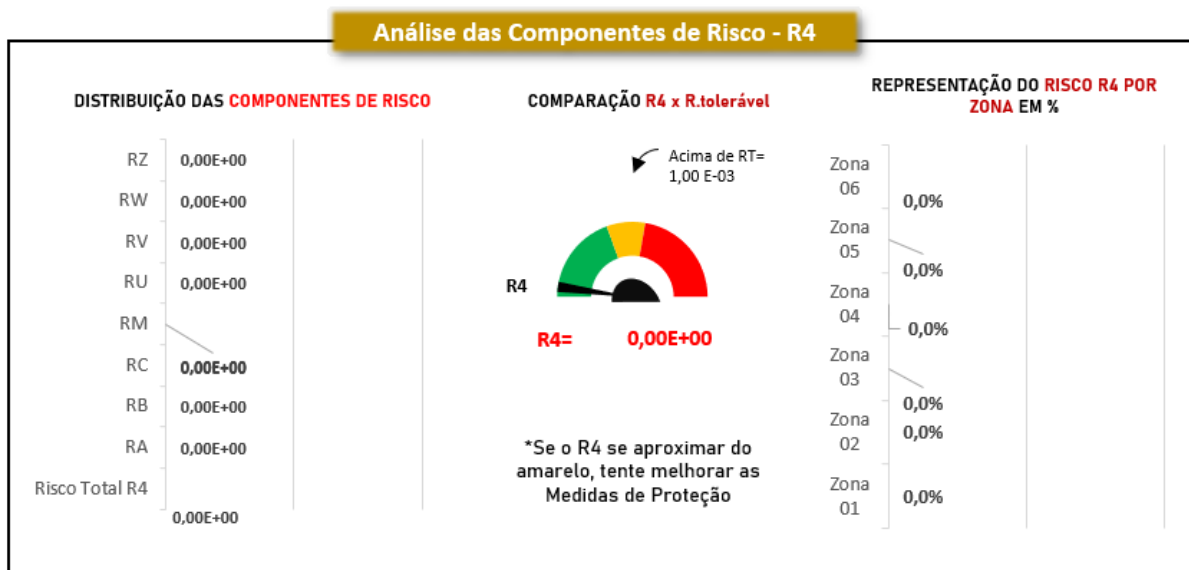
S1 – Estrutura	RB	0,00E+00
S3 – Na linha	RV	0,00E+00
R3 total:	R3t	0,00E+00

d) R4: Risco de perdas de valor econômico:

$$R4 = RA4 + RB4 + RC4 + RM4 + RU4 + RV4 + RW4 + RZ4$$

A Figura 5 apresenta a análise das componentes de riscos para R4 total, e a representação em % das zonas especificadas.

Figura 5 – Análise das componentes de risco para R4.



A Tabela 13 apresenta os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de valor econômico.

Tabela 13 – Componentes de risco relacionadas a perda de valor econômico.

R4 – Valores somadas das zonas avaliadas

	RA	0,00E+00
S1 – Estruturas	RB	0,00E+00
	RC	0,00E+00
	RM	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RU	0,00E+00
	RV	0,00E+00
S3 – Na linha	RW	0,00E+00
	RZ	0,00E+00
S4 – Perto da linha		
R4 total:	R4t	0,00E+00

4 RESUMO DAS ZONAS

4.1 Zona 01: GR – ETA José Palhares Lemos

O Quadro 1 apresenta o resumo das características da Zona 01.

Quadro 1 – Características da zona 01.

Condições da zona	
ZONA está sendo avaliada?	SIM
Este projeto contém risco de explosão?	NÃO
Existe atendimento ao público?	SIM
Pode haver perda de patrimônio cultural?	NÃO
Este projeto contém animais?	NÃO
Haverá avaliação econômica?	NÃO

No Quadro 2 consta o resumo das medidas protetivas na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Quadro 2 – Medidas protetivas da zona 01.

Medidas protetivas	
Blindagem espacial externa	SEM blindagem espacial
Proteção contra choque (descarga atmosférica na estrutura)	Nenhuma medida de proteção
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)	Restrições físicas
Proteção contra incêndio	Nenhuma providência
Fiação interna	
Energia (LINHA 01)	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (a)
Sinal (LINHA 02)	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (a)
Sistema de DPS	
Tipo de DPS	DPS-I
Tipo coordenação de DPS	Sistema de DPS coordenado – I

Na Tabela 14 consta o resumo das componentes de risco R1 na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Tabela 14 – Resumo das componentes de risco R1 na Zona 01.

R1 – Valores somadas das zonas avaliadas

	RA	5,93E-08
S1 – Estruturas	RB	1,19E-07
	RC	0,00E+00
	RM	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RU	0,00E+00
	RV	3,06E-08
S3 – Na linha	RW	0,00E+00
	RZ	0,00E+00
S4 – Perto da linha		
R1 total:	R1t	2,09E-07

Na Tabela 15 consta o resumo das componentes de risco R2 na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Tabela 15 – Resumo das componentes de risco R2 na Zona 01.

R2 – Valores somados das zonas avaliadas

	RB	5,93E-07
S1 – Estrutura	RC	0,00E+00
	RM	4,34E-04
S2 – Perto da estrutura	RV	1,53E-07
	RW	1,53E-06
S3 – Na linha	RZ	5,76E-05
S4 – Perto da linha		
R2 total:	R2t	4,94E-04

Na Tabela 16 consta o resumo das componentes de risco R3 na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Tabela 16 – Resumo das componentes de risco R3 na Zona 01.

R3 – Valores somados das zonas avaliadas

S1 – Estrutura	RB	0,00E+00
S3 – Na linha	RV	0,00E+00
R3 total:	R3t	0,00E+00

Na Tabela 17 consta o resumo das componentes de risco R4 na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Tabela 17 – Resumo das componentes de risco R4 na Zona 01.

R4 – Valores somados das zonas avaliadas

	RA	0,00E+00
S1 – Estruturas	RB	0,00E+00
	RC	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RM	0,00E+00
	RU	0,00E+00
S3 – Na linha	RV	0,00E+00
	RW	0,00E+00
S4 – Perto da linha	RZ	0,00E+00

5 INSTALAÇÃO DE DPS

Os DPS definidos no Quadro 2, devem ser instalados conforme sua classe.

- a. O DPS classe I deverá ser instalado na entrada de energia do abrigo;
- b. O segundo DPS também classe I deverá ser instalado no painel de distribuição de cargas.

MEMORIAL DESCRITIVO

GERENCIAMENTO DE RISCO

Memorial de Cálculo

ETA José Palhares Lemos – Abrigo do Sistema de Ar

São Carlos – SP

2022

SUMÁRIO

1	Introdução	4
1.1	Dados do cliente.....	4
1.2	Dados da avaliação	4
2	Características da estrutura	5
2.1	Influências ambientais	5
2.2	Medidas de proteção da estrutura	6
2.3	Atributos da linha de ENERGIA conectada	6
2.3.1	Estrutura principal.....	6
2.3.2	Estrutura adjacente.....	7
2.4	Atributos da linha de SINAL conectada	7
2.4.1	Estrutura principal.....	7
2.4.2	Estrutura adjacente.....	8
2.5	Áreas de exposição equivalente da estrutura e linhas na edificação.....	9
2.6	Número esperado anual de eventos perigosos na edificação	10
3	Resumo das proteções.....	12
3.1	Características das zonas.....	12
3.2	Análises das componentes de riscos	13
3.2.1	Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas na estrutura.....	13
3.2.2	Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto da estrutura.....	13
3.2.3	Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas a uma linha conectada à estrutura	14
3.2.4	Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura	14
3.3	Composição dos componentes de risco	15
3.4	Resultado das componentes de risco.....	15
4	Resumo das zonas	20

4.1	Zona 01: GR – ETA José Palhares Lemos.....	20
5	Instalação de DPS	23

1 INTRODUÇÃO

A realização de um projeto elétrico industrial é de suma importância para a funcionalidade das instalações e equipamentos. Devem-se avaliar os equipamentos, diagnosticar a situação atual das instalações, planejar o que será instalado e prever uma segurança operacional.

O presente documento tem por finalidade descrever o Gerenciamento de Risco de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015 com revisão em 2018.

1.1 Dados do cliente

Obra/Cliente: ETA José Palhares Lemos – SAAE Brotas

Cidade/Estado: Brotas/SP

Endereço: Rua Augusto Inocêncio de Almeida

CNPJ/CPF: 14.192.039/0001-62

Atividade: Tratamento de Água

1.2 Dados da avaliação

Nome da análise: GR – Abrigo do Sistema de Ar

Código do documento: OP235_ETA_GR_ELE_MC_03_00

Número da revisão: 00

Data de análise: 19/09/2022

Resp. técnico: Eng. Eduardo Fernandes Richieri

Credenciamento: 5069123636-SP

Nome da empresa: Novaes Engenharia e Construções LTDA – EPP

CNPJ/CPF: 13.359.577/0001-36

2 CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

A característica da estrutura é adotada conforme o seu formato geométrico de abrangência, podendo ser formato prismático simples (quadrado ou retangular), ou estudo com formatos complexos.

Abaixo, os dados da área são lançados nos tópicos (“a” e “b”), sendo que o tópico “a” é preenchido quando a área possui formatos prismáticos simples o tópico resultando na área de exposição equivalente conforme a Tabela 3. Em casos em que o estudo é feito com formas complexas, a Tabela 1 não é preenchida e no tópico “b” o “*Estudo com formas complexas*” é selecionado e o cálculo é realizado a partir da planta de situação

- a) Dados da edificação para formatos prismáticos simples são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados da edificação.

Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
7,20	4,90	3,50

- b) Tipo de estudo da estrutura:
- Estudo com formas prismático simples

A área de exposição equivalente (A_d) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

$$A_d = 635,74 \text{ m}^2$$

2.1 Influências ambientais

- a) Localização da estrutura:

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$CD = 0,50$$

b) Densidade e descargas atmosféricas para a terra (Ng) (1/km²/ano):

9,00

2.2 Medidas de proteção da estrutura

a) Nível de proteção do SPDA (NP):

Estrutura protegida por SPDA IV

$$Pb = 0,2$$

b) Número de pessoas em toda edificação:

10 *pessoas*

2.3 Atributos da linha de ENERGIA conectada

2.3.1 Estrutura principal

a) Possui linha de energia entrando na edificação?

Sim – Tem esta linha de potência ou sinal conectada à estrutura.

b) Como a linha de energia adentra a edificação [Fator C1]:

Aéreo

$$CI/p = 1$$

c) Comprimento da linha em metros:

$$LL/p = 100,00$$

d) Fator tipo da linha:

Linha de energia em AT (com transformador AT/BT)

$$CT/p = 0,20$$

e) Fator ambiental:

Rural

$$CE = 1$$

f) Blindagem da linha:

Não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento

$$RS/p = -$$

g) Condições de blindagem, aterramento, isolamento:

Linha enterrada não blindada # Indefinida

$$CLD/p = 1,0$$

$$CLI/p = 1$$

2.3.2 Estrutura adjacente

a) Possui estrutura adjacente?

Contem estrutura adjacente a linha

b) Dimensões da estrutura adjacente são apresentadas na Tabela 2:

Tabela 2 – Dimensões da estrutura adjacente.

Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
5,89	6,04	3,20

c) Fator de localização da estrutura adjacente:

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$CDJ/p = 0,50$$

d) Tensão suportável do sistema interno (kV):

Tensão suportável UW – 2,5 kV

$$UW/p = 2,50$$

e) Tipo de linha de estrutura adjacente:

Linhas de energia

$$PLI/p = 0,30$$

Parâmetros resultantes

$$KS4/p = 0,40$$

Este valor muda em função da blindagem da linha e tensão suportável

$$PLD/p = 1,00$$

2.4 Atributos da linha de SINAL conectada

2.4.1 Estrutura principal

a) Possui linha de energia entrando na edificação?

Sim – Tem esta linha de potência ou sinal conectada à estrutura

- b) Como a linha de energia adentra a edificação [Fator C1]:

Aéreo

$$CI/t = 1$$

- c) Comprimento da linha em metros:

$$LL/t = 100,00$$

- d) Fator tipo da linha:

Linha de energia em AT (com transformador AT/ BT)

$$CT/t = 0,20$$

- e) Fator ambiental:

Rural

$$CE = 1$$

- f) Blindagem da linha:

Não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento

$$RS/t = -$$

- g) Condições de blindagem, aterramento, isolamento:

Linha enterrada não blindada (energia ou sinal) # Blindagem NÃO interligada

$$CLD/t = 1,00$$

$$CLI/t = 1,00$$

2.4.2 Estrutura adjacente

- a) Possui estrutura adjacente?

Contem estrutura adjacente a linha

- b) Dimensões da estrutura adjacente:

As dimensões da estrutura adjacente são apresentadas na Tabela 2.

- c) Fator de localização da estrutura adjacente:

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$CDJ/t = 0,50$$

- d) Tensão suportável do sistema interno (kV):

Tensão suportável UW – 1,5 kV

$$UW/t = 1,50$$

- e) Tipo de linha da estrutura adjacente:

Linhas de sinais

$$PLI/t = 0,00$$

Parâmetros resultantes

$$KS4/t = 0,00$$

Este valor muda em função da blindagem da linha e tensão suportável

$$PLD/t = 0,00$$

2.5 Áreas de exposição equivalente da estrutura e linhas na edificação

A Tabela 3 apresenta a equação e o resultado equivalente da área de exposição da estrutura da edificação.

Tabela 3 – Área de exposição da estrutura.

Estrutura	
Equação	Resultado (m ²)
$AD = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$	635,74
$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$	797.498,16

A Tabela 4 apresenta a equação e o resultado equivalente da área de exposição da linha de energia da edificação.

Tabela 4 – Área de exposição da linha de energia.

Linha de energia	
Equação	Resultado (m ²)
$AL/P = 40 \times LL$	4.000,00
$AL/P = 4.000 \times LL$	400.000,00
$AD = LJ/p \times WJ/p + 2 \times (3 \times HJ/p) \times (LJ/p + WJ/p) + \pi \times (3 \times HJ/p)^2$	554,16

A Tabela 5 apresenta a equação e o resultado equivalente da área de exposição da linha de sinal da edificação.

Tabela 5 – Área de exposição da linha de sinal.

Linha de sinal	
Equação	Resultado (m ²)
$AL/T = 40 \times LL$	4.000,00
$AL/T = 4.000 \times LL$	400.000,00
$AD = LJ/t \times WJ/t + 2 \times (3 \times HJ/t) \times (LJ/t + WJ/t) + \pi \times (3 \times HJ/t)^2$	554,16

2.6 Número esperado anual de eventos perigosos na edificação

A Tabela 6 apresenta a equação e o resultado da estimativa anual de eventos perigosos na estrutura da edificação.

Tabela 6 – Previsão de eventos perigosos na edificação.

Estrutura	
Equação	Resultado (1/ano)
$ND = NG \times AD \times CD \times 10^{-6}$	2,86E-03
$NM = NG \times AM \times 10^{-6}$	7,18E+00

A Tabela 7 apresenta a equação e o resultado da estimativa anual de eventos perigosos na linha de energia da edificação.

Tabela 7 – Previsão de eventos perigosos na linha de energia.

Linha de energia	
Equação	Resultado (1/ano)
$NL/P = NG \times AL/P \times CI/P \times CE/P \times CT/P \times 10^{-6}$	7,20E-03
$NI/P = NG \times AI/P \times CI/P \times CE/P \times CT/P \times 10^{-6}$	7,20E-01
$NDJ/P = NG \times ADJ/P \times CDJ/P \times CT/P \times 10^{-6}$	4,99E-04

A Tabela 8 apresenta a equação e o resultado da estimativa anual de eventos perigosos na linha de sinal da edificação.

Tabela 8 – Previsão de eventos perigosos na linha de sinal.

Linha de sinal	
Equação	Resultado (1/ano)
$NL/T = NG \times AL/T \times CI/T \times CE/T \times CT/T \times 10^{-6}$	7,20E-03
$NI/T = NG \times AI/T \times CI/T \times CE/T \times CT/T \times 10^{-6}$	7,20E-01
$NDJ/T = NG \times ADJ/T \times CDJ/T \times CT/T \times 10^{-6}$	4,99E-04

3 RESUMO DAS PROTEÇÕES

3.1 Características das zonas

As medidas de proteção como SPDA, condutores de blindagem, blindagens magnéticas e DPS determinam as zonas de proteção contra descargas atmosféricas “raio” (ZPR).

Como regra geral de proteção, a estrutura a ser protegida deve estar em uma ZPR cujas características eletromagnéticas sejam compatíveis com sua capacidade de suportar solicitações que, de outra forma, causariam danos (dano físico ou falha de sistemas elétricos e eletrônicos devido a sobretensões).

a) Quantas zonas estão sendo utilizados:

1 zonas estão sendo avaliadas nesse gerenciamento de risco

As zonas foram especificadas e escolhidas para determinar a melhor solução em “custo benefício”, buscando escolher as medidas de proteção adequadas para cada necessidade.

b) Quais zonas estão sendo avaliadas?

Abaixo estão as zonas que foram escolhidas de acordo com análise técnica do local.

A Tabela 9 apresenta uma descrição das zonas avaliadas.

Tabela 9 – Zonas avaliadas.

Nº da zona	Nº pessoas na zona	Nome da zona	Está sendo utilizada?
Zona 01	10	GR – Abrigo do Sistema de Ar	SIM
Zona 02	0	Zona não avaliada	NÃO
Zona 03	0	Zona não avaliada	NÃO

3.2 Análises das componentes de riscos

3.2.1 Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas na estrutura

- a) RA: componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora nas zonas até 3 m ao redor dos condutores de descidas. Perda de tipo L1 e, no caso de estruturas contendo animais vivos, as perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também aumentar;
- b) RB: componente relativo a danos físicos causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem aumentar;
- c) RC: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por pulsos eletromagnéticos (LEMP – *Lightning Eletromagnetic Impulse*). Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.2.2 Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto da estrutura

- a) RM: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por pulsos eletromagnéticos LEMP. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.2.3 Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas a uma linha conectada à estrutura

- a) RU: componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura. Perda do tipo L1 e, no caso de propriedades agrícolas, perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também ocorrer;
- b) RV: componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura) devido à corrente da descarga atmosférica transmitida ou ao longo das linhas. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem ocorrer;
- c) RW: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.2.4 Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura

- a) RZ: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.3 Composição dos componentes de risco

Os componentes de risco a serem considerados para cada tipo de perda na estrutura são listados a seguir:

- a) R1: Risco de perda de vida humana:

$$R1 = RA1 + RB1 + RC1 + RM1 + RU1 + RV1 + RW1 + RZ1$$

- b) R2: Risco de perdas do serviço ao público:

$$R2 = RB2 + RC2 + RM2 + RV2 + RW2 + RZ2$$

- c) R3: Risco de perdas de patrimônio cultural:

$$R3 = RB3 + RV3$$

- d) R4: Risco de perdas de valor econômico:

$$R4 = RA4 + RB4 + RC4 + RM4 + RU4 + RV4 + RW4 + RZ4$$

3.4 Resultado das componentes de risco

A Figura 1 apresenta o resumo do resultado global dos riscos de perdas avaliados nesse gerenciamento de risco.

Figura 1 – Resumo do resultado global.
RESULTADO GLOBAL FINAL

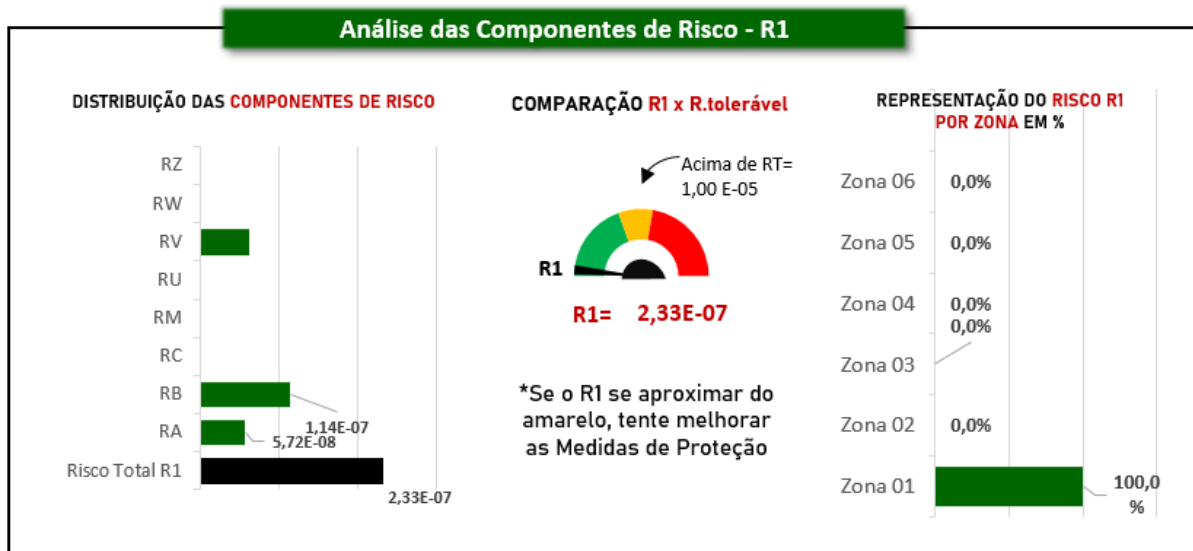


- a) R1: Risco de perda de vida humana:

$$R1 = RA1 + RB1 + RC1 + RM1 + RU1 + RV1 + RW1 + RZ1$$

A Figura 2 apresenta a análise das componentes de riscos para R1 total, e a representação em % das zonas especificadas.

Figura 2 – Análise das componentes de risco para R1.



A Tabela 10 apresenta os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de vida humana.

Tabela 10 – Componentes de risco relacionadas a perda de vida humana.

R1 – Valores somadas das zonas avaliadas

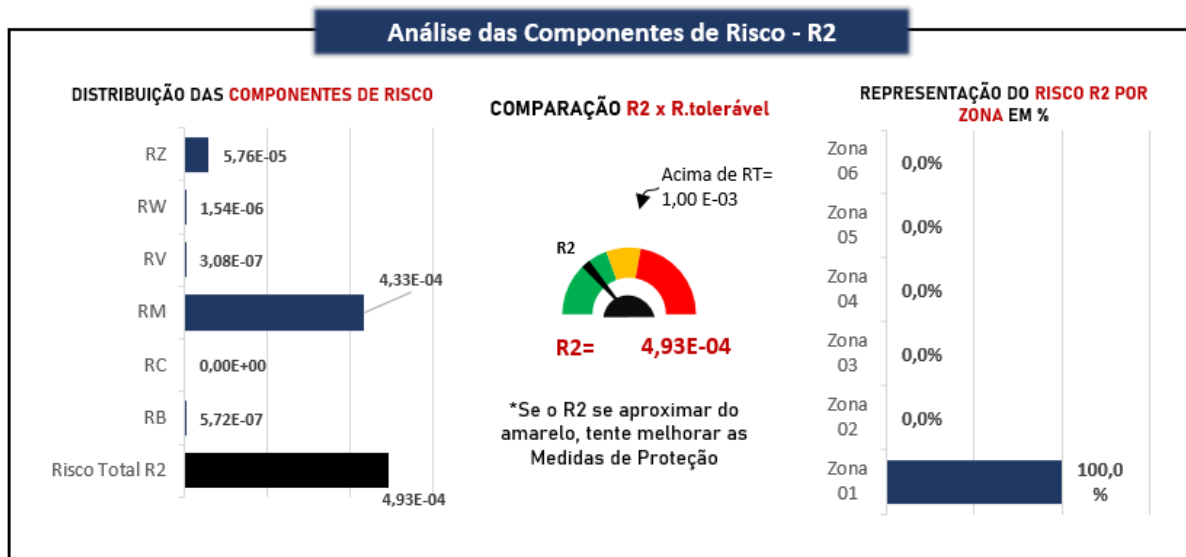
	RA	5,72E-08
S1 – Estruturas	RB	1,14E-07
	RC	0,00E+00
	RM	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RU	0,00E+00
	RV	6,16E-08
	RW	0,00E+00
S3 – Na linha	RZ	0,00E+00
	R1t	2,33E-07
S4 – Perto da linha		
R1 total:	R1t	2,33E-07

b) R2: Risco de perdas de serviço ao público:

$$R2 = RB2 + RC2 + RM2 + RV2 + RW2 + RZ2$$

A Figura 3 apresenta a análise das componentes de riscos para R2 total, e a representação em % das zonas especificadas.

Figura 3 – Análise das componentes de risco para R2.



A Tabela 11 apresenta os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de serviço público.

Tabela 11 – Componentes de risco relacionadas a perda de serviço público.

R2 – Valores somados das zonas avaliadas

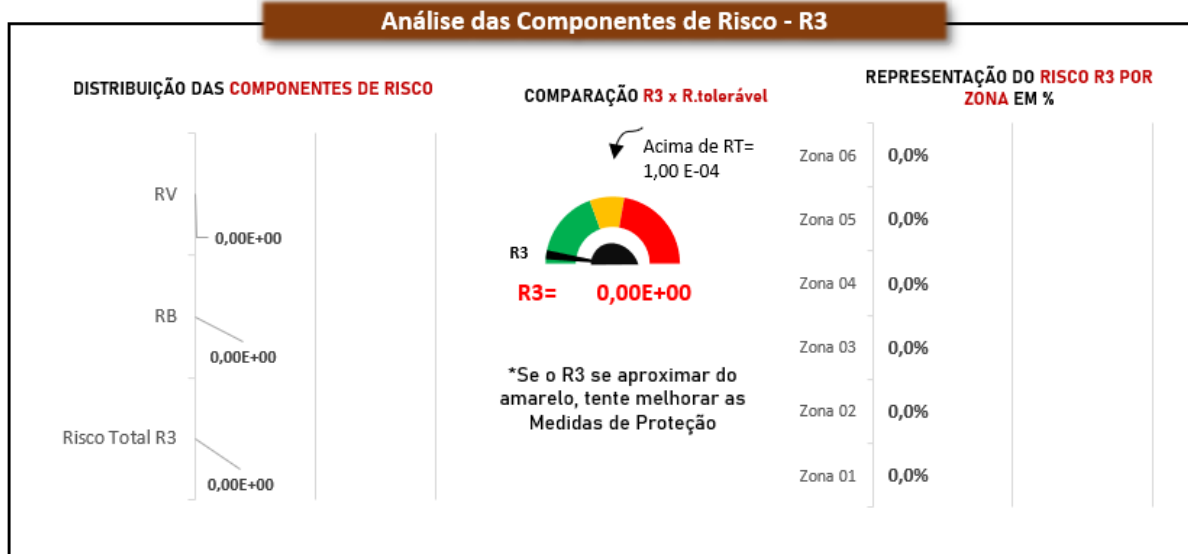
	RB	5,72E-07
S1 - Estrutura	RC	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RM	4,33E-04
S3 – Na linha	RV	3,08E-07
S4 – Perto da linha	RW	1,54E-06
	RZ	5,76E-05
R2 total:	R2t	4,93E-04

c) R3: Risco de perdas de patrimônio cultural:

$$R3 = RB3 + RV3$$

A Figura 4 apresenta a análise das componentes de riscos para R3 total, e a representação em % das zonas especificadas.

Figura 4 – Análise das componentes de risco para R3.



A Tabela 12 apresenta os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de patrimônio cultural.

Tabela 12 – Componentes de risco relacionadas a perda de patrimônio cultural.

R3 – Valores somados das zonas avaliadas

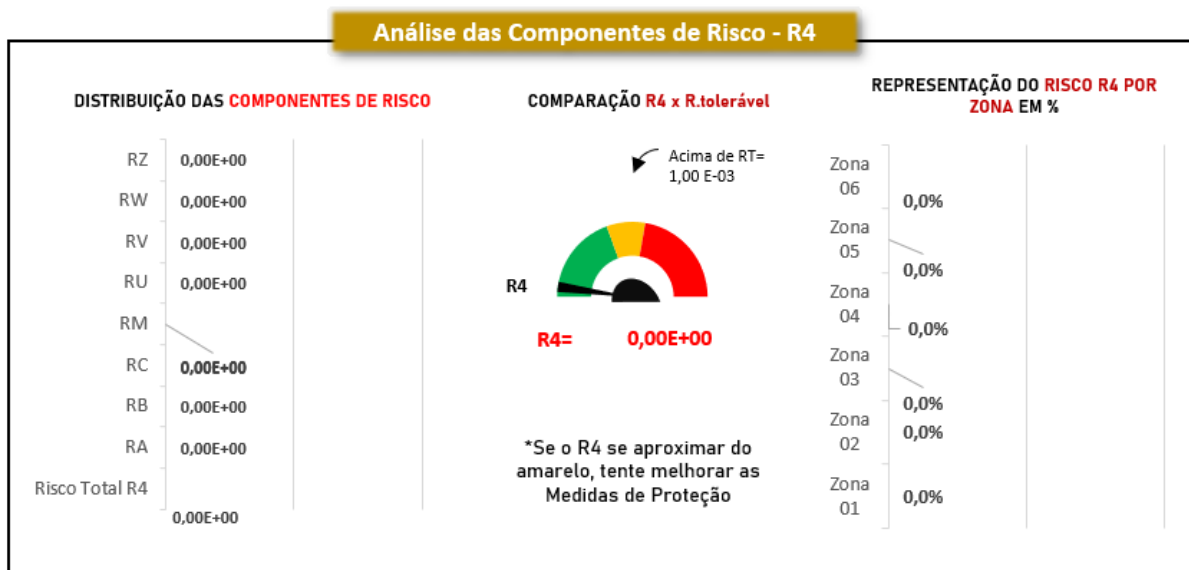
S1 – Estrutura	RB	0,00E+00
S3 – Na linha	RV	0,00E+00
R3 total:	R3t	0,00E+00

d) R4: Risco de perdas de valor econômico:

$$R4 = RA4 + RB4 + RC4 + RM4 + RU4 + RV4 + RW4 + RZ4$$

A Figura 5 apresenta a análise das componentes de riscos para R4 total, e a representação em % das zonas especificadas.

Figura 5 – Análise das componentes de risco para R4.



A Tabela 13 apresenta os valores globais das componentes de risco relacionadas a perda de valor econômico.

Tabela 13 – Componentes de risco relacionadas a perda de valor econômico.

R4 – Valores somadas das zonas avaliadas

	RA	0,00E+00
S1 – Estruturas	RB	0,00E+00
	RC	0,00E+00
	RM	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RU	0,00E+00
	RV	0,00E+00
S3 – Na linha	RW	0,00E+00
	RZ	0,00E+00
S4 – Perto da linha		
R4 total:	R4t	0,00E+00

4 RESUMO DAS ZONAS

4.1 Zona 01: GR – ETA José Palhares Lemos

O Quadro 1 apresenta o resumo das características da Zona 01.

Quadro 1 – Características da zona 01.

Condições da zona	
ZONA está sendo avaliada?	SIM
Este projeto contém risco de explosão?	NÃO
Existe atendimento ao público?	SIM
Pode haver perda de patrimônio cultural?	NÃO
Este projeto contém animais?	NÃO
Haverá avaliação econômica?	NÃO

No Quadro 2 consta o resumo das medidas protetivas na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Quadro 2 – Medidas protetivas da zona 01.

Medidas protetivas	
Blindagem espacial externa	SEM blindagem espacial
Proteção contra choque (descarga atmosférica na estrutura)	Nenhuma medida de proteção
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)	Restrições físicas
Proteção contra incêndio	Nenhuma providência
Fiação interna	
Energia (LINHA 01)	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (a)
Sinal (LINHA 02)	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (a)
Sistema de DPS	
Tipo de DPS	DPS-II
Tipo coordenação de DPS	Sistema de DPS coordenado – I

Na Tabela 14 consta o resumo das componentes de risco R1 na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Tabela 14 – Resumo das componentes de risco R1 na Zona 01.

R1 – Valores somadas das zonas avaliadas

	RA	5,72E-08
S1 – Estruturas	RB	1,14E-07
	RC	0,00E+00
	RM	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RU	0,00E+00
	RV	6,16E-08
S3 – Na linha	RW	0,00E+00
	RZ	0,00E+00
S4 – Perto da linha		
R1 total:	R1t	2,33E-07

Na Tabela 15 consta o resumo das componentes de risco R2 na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Tabela 15 – Resumo das componentes de risco R2 na Zona 01.

R2 – Valores somados das zonas avaliadas

	RB	5,72E-07
S1 – Estrutura	RC	0,00E+00
	RM	4,33E-04
S2 – Perto da estrutura	RV	3,08E-07
	RW	1,54E-06
S3 – Na linha	RZ	5,76E-05
S4 – Perto da linha		
R2 total:	R2t	4,93E-04

Na Tabela 16 consta o resumo das componentes de risco R3 na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Tabela 16 – Resumo das componentes de risco R3 na Zona 01.

R3 – Valores somados das zonas avaliadas

S1 – Estrutura	RB	0,00E+00
S3 – Na linha	RV	0,00E+00
R3 total:	R3t	0,00E+00

Na Tabela 17 consta o resumo das componentes de risco R4 na Zona 01, segundo essa análise de risco.

Tabela 17 – Resumo das componentes de risco R4 na Zona 01.

R4 – Valores somados das zonas avaliadas

	RA	0,00E+00
S1 – Estruturas	RB	0,00E+00
	RC	0,00E+00
S2 – Perto da estrutura	RM	0,00E+00
	RU	0,00E+00
S3 – Na linha	RV	0,00E+00
	RW	0,00E+00
S4 – Perto da linha	RZ	0,00E+00

5 INSTALAÇÃO DE DPS

Os DPS definidos no Quadro 2, devem ser instalados conforme sua classe.

- a. O DPS classe I deverá ser instalado na entrada de energia do abrigo;
- b. O segundo DPS classe II deverá ser instalado no painel de distribuição de cargas.

MEMORIAL DE CÁLCULO ELÉTRICO

INFORMAÇÕES COMERCIAIS

Data: 28/09/2022
Unidade: ETA José Palhares Lemos - Brotas/SP
Projeto: Re-Adequação da Estação de Tratamento de Água

Empresa prestadora de Serviço: Novaes Engenharia e Construções Eireli
Engenheiro Projetista: Eduardo Fernandes Richieri
ART: 28027230220938391

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

- _ Medição de média Tensão - Classe de Tensão 13,8kV
- _ Entrada Aérea já existente
- _ PPS - Posto Padrão Simplificado em poste - 300 kVA

CARGAS INSTALADAS					
Descrição das Cargas	Qtd.	Potência Unitária (W)	Fator de Potência	Carga Instalada (kW)	Carga Instalada (kVA)
1. Iluminação e tomadas					
Autotransformador (Escritórios/Cozinha)	1	13800	0,92	13,80	15,00
Refletores (Vapor de Sódio)	8	250	0,92	2,00	2,17
Refletores (LED)	10	50	0,92	0,50	0,54
Total (a)				16,30	17,72
3. Equipamentos gerais					
Motor 100 CV Bombas 1 e 2	1	75000	0,92	75,00	81,52
Motor 125 CV Bombas 3 e 4	1	90000	0,92	90,00	97,83
Motor 12,5 CV Bomba Submersa Poço	1	9200	0,92	9,20	10,00
Motor 5 CV Bomba Reservatório (Transferência)	1	3700	0,92	3,70	4,02
Motor 12,5 CV Bomba Submersível Reservatório (Interna)	1	9200	0,92	9,20	10,00
Motor 4 CV Misturador de CAL	1	3020	0,92	3,02	3,28
Motor 25 CV Módulo Compacto de ETA	1	18500	0,92	18,50	20,11
Total (b)				208,62	226,76
TOTAL GERAL				224,92	244,48

NOVAS CARGAS - A SEREM INSERIDAS NO SISTEMA					
Descrição das Cargas	Qtd.	Potência Unitária (W)	Fator de Potência	Carga Instalada (kW)	Carga Instalada (kVA)
1. Iluminação e tomadas					
Refletor Led	4	100	0,92	0,40	0,43
Tomadas comuns	3	100	0,92	0,30	0,33
Tomadas especiais	2	600	0,92	1,20	1,30
Total (a)				1,90	2,07
2. Equipamentos gerais					
Motor : 1,5 CV Batedores do Floculador	6	1100	0,92	6,60	7,17
Motor : 20 CV Sopradores	1	15000	0,92	15,00	16,30
Motor : 20 CV Bombas de Retrolavagem	1	15000	0,92	15,00	16,30
Total (b)				36,60	39,78
TOTAL GERAL				38,50	41,84

CÁLCULO DE DEMANDA INSTALADA					
	kW	FD	TOTAL em kW		
Iluminação de Tomadas:	16,30	0,24 *	3,91	*	(Conforme GED13 - Tabela 3 da Concessionária de energia CPFL)
Maior Motor:	90,00	1,00 **	90,00		
Demais Motores:	118,62	0,50 **	59,31	**	(Conforme GED2856 - Tabela 17 da Concessionária de energia CPFL)
Demanda Total Instalada: 153,22 kW					

CÁLCULO DO FATOR POTENCIA - ATUAL

$$F.P. = \frac{kW}{kVA}$$

$$\frac{224,92}{244,48}$$

$$F.P. = \frac{224,92}{244,48}$$

$$F.P. = 0,92$$

Fator de Potência Atual: 0,92

CÁLCULO DO TRANSFORMADOR - ATUAL

$$kVA = \frac{Pot. (kW)}{F.P.} \quad \begin{array}{l} Pot. (kW) \\ 153,22 \end{array} \quad \begin{array}{l} F.P. \\ 0,92 \end{array} \quad kVA = \frac{153,22}{0,92} \Rightarrow kVA = 166,55$$

Transformador que atende a carga atual : 300,0 kVA

CÁLCULO DE DEMANDA - CARGA ATUAL + PREVISTA

	kW	FD	TOTAL em kW	
Iluminação e Tomadas:	18,20	0,24 *	4,37	* (Conforme GED13 - Tabela 3 da Concessionária de energia CPFL)
Maior Motor:	90,00	1,00 **	90,00	
Demais Motores:	168,71	0,50 **	84,36	** (Conforme GED2856 - Tabela 17 da Concessionária de energia CPFL)
Demanda Total (Demanda Instalada + Demanda Prevista):			178,73 kW	

CÁLCULO DO FATOR POTENCIA - CARGA ATUAL + PREVISTA

$$F.P. = \frac{kW}{kVA} \quad \begin{array}{l} kW \\ 263,42 \end{array} \quad \begin{array}{l} kVA \\ 286,32 \end{array} \quad F.P. = \frac{263,42}{286,32} \Rightarrow F.P. = 0,92$$

Fator de Potência (Atual + Previsto): 0,92

CÁLCULO DO TRANSFORMADOR - CARGA ATUAL + PREVISTA

$$kVA = \frac{Pot. (kW)}{F.P.} \quad \begin{array}{l} Pot. (kW) \\ 263,42 \end{array} \quad \begin{array}{l} F.P. \\ 0,92 \end{array} \quad kVA = \frac{263,42}{0,92} \Rightarrow kVA = 286,32$$

Transformador que atende a carga atual : 300,0 kVA **Obs:** Será necessário a instalação de um padrão de entrada tipo posto simplificado com capacidade de 300 kVA.

CÁLCULO DE CORRENTE - CIRCUITO TRIFÁSICO "MOTORES" EXISTENTES E NOVOS

Fórmula para cálculo de corrente em motores trifásicos

$$I = \frac{CV.736}{V.Cos\phi.\eta.\sqrt{3}}$$

Motores Existentes do Sistema

a) Motor 1

Potência: 100 CV
Tensão: 380 V
Cos φ: 0,92
Rendimento (η): 90,0%

$$I = \frac{100.736}{380.0,92.0,90.\sqrt{3}} \Rightarrow I = 135,2 \times 1 \text{ (Nº Equipamento Operando)}$$

$$\Rightarrow I = 135,2 \text{ A}$$

b) Motor 2

Potência: 125 CV
Tensão: 380 V
Cos φ: 0,92
Rendimento (η): 90,0%

$$I = \frac{125.736}{380.0,92.0,90.\sqrt{3}} \Rightarrow I = 169,0 \times 1 \text{ (Nº Equipamento Operando)}$$

$$\Rightarrow I = 169,0 \text{ A}$$

c) Motor 3

Potência: 12,5 CV
Tensão: 380 V
Cos φ: 0,92
Rendimento (η): 90,0%

$$I = \frac{12,5.736}{380.0,92.0,90.\sqrt{3}} \Rightarrow I = 16,9 \times 1 \text{ (Nº Equipamentos Operando)}$$

$$\Rightarrow I = 16,9 \text{ A}$$

d) Motor 4

Potência: 5,0 CV
Tensão: 380 V
Cos φ: 0,92
Rendimento (η): 90,0%

$$I = \frac{5.736}{380.0,92.0,90.\sqrt{3}} \Rightarrow I = 6,8 \times 1 \text{ (Nº Equipamento Operando)}$$

$$\Rightarrow I = 6,8 \text{ A}$$

e) Motor 5

Potência: 12,5 CV
Tensão: 380 V
Cos φ: 0,92
Rendimento (η): 90,0%

$$I = \frac{12,5 \cdot 736}{380 \cdot 0,92 \cdot 0,90 \cdot \sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow I = 16,9 \times 1 \text{ (Nº Equipamento Operando)}$$

$$\Rightarrow I = 16,9 \text{ A}$$

f) Motor 6

Potência: 4,0 CV
Tensão: 380 V
Cos φ: 0,92
Rendimento (η): 90,0%

$$I = \frac{4 \cdot 736}{380 \cdot 0,92 \cdot 0,90 \cdot \sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow I = 5,4 \times 1 \text{ (Nº Equipamento Operando)}$$

$$\Rightarrow I = 5,4 \text{ A}$$

g) Motor 7

Potência: 25,0 CV
Tensão: 380 V
Cos φ: 0,92
Rendimento (η): 90,0%

$$I = \frac{25 \cdot 736}{380 \cdot 0,92 \cdot 0,90 \cdot \sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow I = 33,8 \times 1 \text{ (Nº Equipamento Operando)}$$

$$\Rightarrow I = 33,8 \text{ A}$$

Motores a Serem Inseridos no Sistema

a) Motor 1 - Batedores do Floculador

Potência: 1,5 CV
Tensão: 380 V
Cos φ: 0,92
Rendimento (η): 93,6%

$$I = \frac{1,5 \cdot 736}{380 \cdot 0,92 \cdot 0,936 \cdot \sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow I = 1,9 \times 6 \text{ (Nº Equipamento Operando)}$$

$$\Rightarrow I = 11,7 \text{ A}$$

b) Motor 2 - Sopradores

Potência: 20 CV
Tensão: 380 V
Cos φ: 0,92
Rendimento (η): 93,6%

$$I = \frac{20 \cdot 736}{380 \cdot 0,92 \cdot 0,936 \cdot \sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow I = 26,5 \times 1 \text{ (Nº Equipamento Operando)}$$

$$\Rightarrow I = 26,5 \text{ A}$$

c) Motor 3 - Bombas de Retrolavagem

Potência: 20 CV
Tensão: 380 V
Cos φ: 0,92
Rendimento (η): 93,6%

$$I = \frac{20 \cdot 736}{380 \cdot 0,92 \cdot 0,936 \cdot \sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow I = 26,5 \times 1 \text{ (Nº Equipamento Operando)}$$

$$\Rightarrow I = 26,5 \text{ A}$$

Corrente Total do circuito trifásico dos Motores: 409,4 A

CÁLCULO DE CORRENTE - CIRCUITO "ILUMINAÇÃO + TOMADAS" EXISTENTE + NOVO

Fórmula para cálculo de corrente em sistemas monofásicos

$$\Rightarrow I = \frac{1000 \cdot KW}{V \cdot \cos \phi}$$

a) Iluminação e Tomadas

Potência: 18,20 kW
Tensão: 220 V
Cos φ: 0,92

$$I = \frac{1000 \cdot 18,20}{220 \cdot 0,92}$$

$$\Rightarrow I = 89,92 \text{ A}$$

Corrente Total do circuito Monofásico: 89,92 A

DIMENSIONAMENTO DE CABOS - EQUIPAMENTOS NOVOS

Circuito dos Batedores do Floculador

Condutor: Cobre
Isolação: EPR ou XLPE
Temperatura Condutor: 90°C
Temperatura de referência de Ambiente: 30°C (ar) / 20°C (solo)
Método de referência utilizado: D (Tabela 33 - NBR 5410) *"Eletroduto enterrado no solo ou canaleta não ventilada no solo"*

Corrente Nominal para motor de 2,5 CV / 380 V - 1,9 A

⇒ 3 x cabo de 2,5 mm² - FASE
⇒ 1 x cabo de 2,5 mm² - TERRA

Corrente Máxima suportada pelo Cabo 2,5mm²: 29 A (Tabela 37 - NBR 5410)

Obs: De acordo com a Tabela 47 da NBR 5410, a seção mínima dos condutores de circuito de força é de 2,5mm².

Circuito dos Sopradores

Condutor: Cobre
Isolação: EPR ou XLPE
Temperatura Condutor: 90°C
Temperatura de referência de Ambiente: 30°C (ar) / 20°C (solo)
Método de referência utilizado: D (Tabela 33 - NBR 5410) *"Eletroduto enterrado no solo ou canaleta não ventilada no solo"*

Corrente Nominal para motor de 20 CV / 380 V - 26,5 A

⇒ 3 x cabo de 4,0 mm² - FASE
⇒ 1 x cabo de 4,0 mm² - TERRA

Corrente Máxima suportada pelo Cabo 4,00mm²: 37 A (Tabela 37 - NBR 5410)

Obs: De acordo com a Tabela 47 da NBR 5410, a seção mínima dos condutores de circuito de força é de 2,5mm².

Circuito das Bombas de Retrolavagem

Condutor: Cobre
Isolação: EPR ou XLPE
Temperatura Condutor: 90°C
Temperatura de referência de Ambiente: 30°C (ar) / 20°C (solo)
Método de referência utilizado: D (Tabela 33 - NBR 5410) *"Eletroduto enterrado no solo ou canaleta não ventilada no solo"*

Corrente Nominal para motor de 20 CV / 380 V - 26,5 A

⇒ 3 x cabo de 4,0 mm² - FASE
⇒ 1 x cabo de 4,0 mm² - TERRA

Corrente Máxima suportada pelo Cabo 4,0mm²: 37 A (Tabela 37 - NBR 5410)

Obs: De acordo com a Tabela 47 da NBR 5410, a seção mínima dos condutores de circuito de força é de 2,5mm².

Circuito de Iluminação e Tomadas

Condutor: Cobre
Isolação: EPR ou XLPE
Temperatura Condutor: 90°C
Temperatura de referência de Ambiente: 30°C (ar) / 20°C (solo)
Método de referência utilizado: D (Tabela 33 - NBR 5410) *"Eletroduto enterrado no solo ou canaleta não ventilada no solo"*

Corrente Nominal Iluminação + Tomadas 9,4 A

⇒ 3 x cabo de 2,5 mm² - FASE
⇒ 1 x cabo de 2,5 mm² - TERRA

Corrente Máxima suportada pelo Cabo 2,5mm²: 29 A (Tabela 37 - NBR 5410)

Obs: De acordo com a Tabela 47 da NBR 5410, a seção mínima dos condutores de circuito de força é de 2,5mm².

QUEDA DE TENSÃO

R = resistência elétrica em Ohm
 ρ = resistividade do cobre (0.0172)
 l = comprimento
 S = seção do condutor em (mm²)

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

ΔE = queda de tensão em volt
 I = corrente elétrica em ampère
 $\cos\theta$ = fator de potência

$$\Delta E = 2 \cdot R \cdot I \cdot \cos\theta$$

$\Delta E\%$ = percentual de queda de tensão
 E = tensão em volt

$$\Delta E\% = 100 \cdot \frac{\Delta E}{E}$$

Tabela: Apresenta a descrição de cargas de cada Circuito, bem como o comprimento de cabos.

Descrição da Carga	Potência		Tensão (V)	Corrente (A)	Comprimento (m)	Seção do Condutor	Modelo de Partida
	CV	kW					
Bat. do Floculador	1,5	1,104	380	1,94	8,5	2,5 mm ²	Partida Direta
Bat. do Floculador	1,5	1,104	380	1,94	11,5	2,5 mm ²	Partida Direta
Bat. do Floculador	1,5	1,104	380	1,94	14,5	2,5 mm ²	Partida Direta
Bat. do Floculador	1,5	1,104	380	1,94	17,7	2,5 mm ²	Partida Direta
Bat. do Floculador	1,5	1,104	380	1,94	19,7	2,5 mm ²	Partida Direta
Bat. do Floculador	1,5	1,104	380	1,94	20,7	2,5 mm ²	Partida Direta
Sopradores	20	14,720	380	26,50	5	4,0 mm ²	Inversor de Frequência WEG
Sopradores	20	14,720	380	26,50	3,5	4,0 mm ²	Inversor de Frequência WEG
Bombas Retrolavager	20	14,720	380	26,50	61,2	4,0 mm ²	Inversor de Frequência WEG
Bombas Retrolavager	20	14,720	380	26,50	61,2	4,0 mm ²	Inversor de Frequência WEG

Batedores do Floculador 1

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \Rightarrow R = \frac{0,0172 \times 8,5}{2,5} \Rightarrow R = 0,05848 \, \Omega$$

$$\Delta E = 2 \cdot R \cdot I \cdot \cos\theta \Rightarrow \Delta E = 2 \times 0,05848 \times 1,9 \times 8,5 \Rightarrow \Delta E = 1,9309 \, V$$

$$\Delta E\% = 100 \cdot \frac{\Delta E}{E} \Rightarrow \Delta E\% = 100 \times \frac{1,9309}{380} \Rightarrow \Delta E\% = 0,5081$$

Batedores do Floculador 2

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \Rightarrow R = \frac{0,0172 \times 11,5}{2,5} \Rightarrow R = 0,07912 \, \Omega$$

$$\Delta E = 2 \cdot R \cdot I \cdot \cos\theta \Rightarrow \Delta E = 2 \times 0,07912 \times 1,9 \times 11,5 \Rightarrow \Delta E = 3,5344 \, V$$

$$\Delta E\% = 100 \cdot \frac{\Delta E}{E} \Rightarrow \Delta E\% = 100 \times \frac{3,5344}{380} \Rightarrow \Delta E\% = 0,9301$$

Batedores do Floculador 3

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \Rightarrow R = \frac{0,0172 \times 14,5}{2,5} \Rightarrow R = 0,09976 \, \Omega$$

$$\Delta E = 2 \cdot R \cdot I \cdot \cos \theta \Rightarrow \Delta E = 2 \times 0,09976 \times 1,9 \times 14,5 \Rightarrow \Delta E = 5,6190 \, V$$

$$\Delta E\% = 100 \cdot \frac{\Delta E}{E} \Rightarrow \Delta E\% = 100 \times \frac{5,6190}{380} \Rightarrow \Delta E\% = 1,4787$$

Batedores do Floculador 4

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \Rightarrow R = \frac{0,0172 \times 17,7}{2,5} \Rightarrow R = 0,121776 \, \Omega$$

$$\Delta E = 2 \cdot R \cdot I \cdot \cos \theta \Rightarrow \Delta E = 2 \times 0,121776 \times 1,9 \times 17,7 \Rightarrow \Delta E = 8,3727 \, V$$

$$\Delta E\% = 100 \cdot \frac{\Delta E}{E} \Rightarrow \Delta E\% = 100 \times \frac{8,3727}{380} \Rightarrow \Delta E\% = 2,2033$$

Batedores do Floculador 5

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \Rightarrow R = \frac{0,0172 \times 19,7}{2,5} \Rightarrow R = 0,135536 \, \Omega$$

$$\Delta E = 2 \cdot R \cdot I \cdot \cos \theta \Rightarrow \Delta E = 2 \times 0,135536 \times 1,9 \times 19,7 \Rightarrow \Delta E = 10,3718 \, V$$

$$\Delta E\% = 100 \cdot \frac{\Delta E}{E} \Rightarrow \Delta E\% = 100 \times \frac{10,3718}{380} \Rightarrow \Delta E\% = 2,7294$$

Batedores do Floculador 6

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \Rightarrow R = \frac{0,0172 \times 20,7}{2,5} \Rightarrow R = 0,142416 \, \Omega$$

$$\Delta E = 2 \cdot R \cdot I \cdot \cos \theta \Rightarrow \Delta E = 2 \times 0,142416 \times 1,9 \times 20,7 \Rightarrow \Delta E = 11,4515 \, V$$

$$\Delta E\% = 100 \cdot \frac{\Delta E}{E} \Rightarrow \Delta E\% = 100 \times \frac{11,4515}{380} \Rightarrow \Delta E\% = 3,0135$$

Sopradores 1

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \Rightarrow R = \frac{0,0172 \times 5}{4,0} \Rightarrow R = 0,0215 \, \Omega$$

$$\Delta E = 2 \cdot R \cdot I \cdot \cos \theta \Rightarrow \Delta E = 2 \times 0,0215 \times 26,5 \times 5 \Rightarrow \Delta E = 5,6969 \, V$$

$$\Delta E\% = 100 \cdot \frac{\Delta E}{E} \Rightarrow \Delta E\% = 100 \times \frac{5,6969}{380} \Rightarrow \Delta E\% = 1,4992$$

Sopradores 2

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \Rightarrow R = \frac{0,0172 \times 3,5}{4,0} \Rightarrow R = 0,01505 \, \Omega$$

$$\Delta E = 2 \cdot R \cdot I \cdot \cos \theta \Rightarrow \Delta E = 2 \times 0,01505 \times 26,5 \times 3,5 \Rightarrow \Delta E = 2,7915 \, V$$

$$\Delta E\% = 100 \cdot \frac{\Delta E}{E} \Rightarrow \Delta E\% = 100 \times \frac{2,7915}{380} \Rightarrow \Delta E\% = 0,7346$$

Bombas de Retrolavagem 1

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \Rightarrow R = \frac{0,0172 \times 61,2}{4,0} \Rightarrow R = 0,26316 \, \Omega$$

$$\Delta E = 2 \cdot R \cdot I \cdot \cos \theta \Rightarrow \Delta E = 2 \times 0,26316 \times 26,5 \times 61,2 \Rightarrow \Delta E = 853,4915 \, V$$

$$\Delta E\% = 100 \cdot \frac{\Delta E}{E} \Rightarrow \Delta E\% = 100 \times \frac{853,4915}{380} \Rightarrow \Delta E\% = 224,6$$

Bombas de Retrolavagem 2

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \Rightarrow R = \frac{0,0172 \times 61,2}{4,0} \Rightarrow R = 0,26316 \, \Omega$$

$$\Delta E = 2 \cdot R \cdot I \cdot \cos \theta \Rightarrow \Delta E = 2 \times 0,26316 \times 26,5 \times 61,2 \Rightarrow \Delta E = 853,4915 \, V$$

$$\Delta E\% = 100 \cdot \frac{\Delta E}{E} \Rightarrow \Delta E\% = 100 \times \frac{853,4915}{380} \Rightarrow \Delta E\% = 224,6$$

Obs: Todos os valores apresentados em percentual de queda de tensão estão dentro dos limites definidos no item 6.2.7.1 da NBR 5410.

Eduardo F. Richieri

Eduardo Fernandes Richieri
Eng.º Eletricista
CREA: 5069123636