



**DIRETRIZES TÉCNICAS PARA ELABORAÇÃO PROJETO ELÉTRICO,
INFRAESTRUTURA DE DADOS, S.P.D.A., ENERGIA FOTOVOLTAICA, C.F.T.V. E AUTOMAÇÃO**

Anteprojeto de Arquitetura e Engenharia

para o Centro Estadual de Gestão Integrada de Riscos e Desastres

Consórcio Desmobiliza

Consorticante: ZEBL



Local: Defesa Civil

Endereço: Av. Joaquim Porto Villanova, 201

Cidade: Porto Alegre

Desmobilizo RS
E.O. 33.6623.4882

PATRINVEST
Parcerias para o futuro

 **apsis**

CIX
CAPITAL

 **A
& M**

 **Machado**
Brazili

ZBL+
Soluções



Sumário

1. OBJETIVO.....	4
2. DIRETRIZES.....	4
2.1. LEGISLAÇÕES, NORMAS E REGULAMENTOS	5
2.2 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	6
2.2.1 SIGLAS	6
2.2.2. DEFINIÇÕES	7
2.3 DIRETRIZES GERAIS.....	9
2.4 DIRETRIZES ESPECIFICAS	11
2.4.1 Entrada de energia	11
2.4.2 Instalações Elétricas de BT	13
2.4.3.Cabeamento Estruturado	18
2.4.4 Proteção Contra Descargas Atmosféricas.....	33
2.4.5 Grupo Motor Gerador (GMG).....	39
2.4.6 Sistemas de emergência e bombas de incêndio para PPCO.....	40
2.4.7 Geração de energia solar fotovoltaica	41
2.4.8 Sistema de CFTV	44
2.4.9 Automação.....	47
3. Materiais Equipamentos e Serviços	47
4. Apresentação dos projetos	56
5. Anexos	58



1. OBJETIVO

A seguir, são descritas as informações técnicas, procedimentos e critérios a serem adotados na elaboração dos Projetos Elétricos para implementação da demanda

Os serviços técnicos a serem apresentados serão divididos em duas etapas:

- a. Elaboração do levantamento cadastral das instalações elétricas existentes, se houver, informando os problemas encontrados e a sua solução;
- b. Elaboração do Projeto Executivo das instalações elétricas necessárias para atender à demanda prevista com dimensionamento, especificação técnica e relação quantitativa de materiais, assim como graficação e representação adequada de desenho, diagrama e lista de materiais que assegurem o perfeito entendimento do Projeto Executivo.

Os serviços deverão ser executados por profissional técnico especialista, legalmente habilitado.

Os elementos técnicos deverão ser entregues à Secretaria de Obras Públicas para serem analisados e aprovados.

Os projetos deverão atender integralmente às determinações da Lei Federal nº

14.133 de 1º de abril de 2021. Deve ser dedicada especial atenção ao Artigo 6º, que trata de definições e requisitos para a elaboração de projetos públicos.

2. DIRETRIZES

O escopo desta Diretriz Técnica contempla os requisitos técnicos e a padronização que devem ser adotados para elaboração e apresentação de projetos elétricos associados à entrada de energia, instalações em Baixa Tensão (BT), cabeamento estruturado, Sistema de CFTV, Proteção contra Descargas Atmosféricas (PDA), Gerador Elétrico de Emergência, Geração de energia solar fotovoltaica, Projetos Elétricos dedicados [Projeto Luminotécnico], Projeto de Sonorização, Projeto Automação.

2.1. LEGISLAÇÕES, NORMAS E REGULAMENTOS

Os projetos elétricos deverão contemplar o atendimento integral à legislação municipal, estadual e federal, às normas da ABNT, documentos e aos regulamentos, atualizados, elencados abaixo e demais pertinentes ao assunto, não explicitados:

- ☐ ANEEL – Resolução Normativa nº 1000, de 7 de dezembro de 2021 – Estabelece as regras de prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica;
- ☐ ABNT NBR 10898:2023 – Sistema de iluminação de emergência.



- ☐ ABNT NBR 13057:2011 – Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, zincado eletroliticamente e com rosca ABNT NBR 8133 – Requisitos.
 - ☐ ABNT NBR 5598:2013 – Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BPS – Requisitos.
 - ☐ ABNT NBR 13248:2014 – Versão corrigida de 2015 – Cabos de potência e condutores isolados sem cobertura, não halogenados e com baixa emissão de fumaça, para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho.
 - ☐ ABNT NBR 13570:2021 – Instalações elétricas em locais de afluência de público – Requisitos específicos.
 - ☐ ABNT NBR 14565:2019 – Cabeamento estruturado para edifícios comerciais.
 - ☐ ABNT NBR 15701:2016 – Versão corrigida de 2016 – Conduletes metálicos roscados e não roscados para sistemas de eletrodutos.
 - ☐ ABNT NBR 16752:2020 – Desenho Técnico – Requisitos para apresentação em folhas de desenho.
 - ☐ Regulamento para instalação consumidora em baixa tensão da concessionária de energia local;
 - ☐ Regulamento para instalação consumidora em média tensão da concessionária de energia local;
 - ☐ ABNT NBR 5410:2004 – Versão corrigida de 2008 – Instalações elétricas de baixa tensão.
 - ☐ ABNT NBR 5419:2015 – Versões corrigidas de 2018 – Proteção contra descargas atmosféricas – Partes 1, 2, 3 e 4.
 - ☐ ABNT NBR 5598:2013 – Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP – Requisitos.
 - ☐ ABNT NBR 9050:2021 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.
 - ☐ ABNT NBR IEC 60529:2017 – Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP).
 - ☐ ABNT NBR IEC 61439-3:2017 – Conjuntos de manobra e comando de baixa tensão – Parte 3: Quadro de distribuição destinado a ser utilizado por pessoas comuns (DBO).
 - ☐ ABNT NBR IEC 61643-11:2021 – Dispositivos de proteção contra surtos de baixa tensão – Parte 11: Dispositivos de proteção contra surtos conectados aos sistemas de baixa tensão
- Requisitos e métodos de ensaio.
- ☐ ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 – Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior.



- ☐ NBR 13571:1996 – Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios.
- ☐ Lei nº 14.133 de 1º de Abril de 2021 – Lei de Licitações e Contratos Administrativos.
- ☐ MTE – NR6 – Equipamentos de proteção individual – EPI.
- ☐ MTE – NR10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.
- ☐ MTE – NR16 – Atividades e operações perigosas.
- ☐ MTE – NR26 – Sinalização de segurança.
- ☐ MTE – NR35 – Trabalho em altura.

2.2. TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

2.2.1. Siglas

BEP – Barramento de Equipotencialização Principal

BT – Baixa Tensão

CD – Centro de Distribuição

DPPD – Departamento de Projetos em Prédios Diversos

ETP – Estudo Técnico Preliminar

MMGD – Micro e Mini Geração Distribuída

MPS – Medidas de Proteção contra Surtos

MT – Média Tensão

PPCI – Plano de Prevenção e Proteção contra incêndio

QBT – Quadro de Baixa Tensão

QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão

SPDA – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

2.2.2. Definições

- a. Ambiente acessível ao público



Local em que é prevista a presença de público, quando em condições normais de funcionamento e operação.

b. Ambiente não acessível ao público

Local em que não é prevista a presença de público, quando em condições normais de funcionamento e operação (exemplos: áreas administrativas, salas técnicas e ambientes similares).

c. Circuito alimentador

Circuito responsável por alimentar um quadro de distribuição.

d. Circuito terminal

Circuito responsável por suprir pontos de utilização das instalações, tais como pontos de iluminação, tomadas e de ligação direta (ponto de força).

e. Componentes

Termo empregado dentro do contexto de uma instalação elétrica para designar os elementos da instalação, tais como materiais, equipamentos, dispositivos de proteção máquinas, acessórios, conjuntos ou partes/seguimentos da instalação (exemplo: linhas elétricas).

f. Conduto

Meio físico usado para proteção e direcionamento dos condutores elétricos (exemplo: eletrodutos, eletrocalhas, perfilados, entre outros).

g. Demandante

Secretaria ou órgão estadual responsável por demandar a SOP ou contratar empresa terceirizada para elaboração de projeto.

h. Distribuidora

Agente titular de concessão ou permissão federal para prestar serviço público de distribuição de energia elétrica.

i. Entrada de energia

Instalação de responsabilidade do interessado, com origem no ponto de conexão e compreendendo ramal de entrada, medição e proteção geral.

j. Interessado

Responsável pelo estabelecimento objeto de elaboração de projeto.

k. Ponto de conexão



Conjunto de materiais e equipamentos que se destina a estabelecer a conexão entre as instalações da distribuidora e do interessado.

l. Ponto de utilização

Ponto de uma linha elétrica destinado à conexão de equipamento de utilização.

m. Quadro de Baixa Tensão – QBT

Quadro(s) de distribuição a jusante do QGBT.

n. Quadro Geral de Baixa Tensão – QGBT

Primeiro quadro de distribuição à jusante da entrada de energia, podendo em alguns casos ser o único quadro elétrico das instalações.

o. Ramal de entrada

Conjunto de condutores e acessórios instalados pelo interessado entre o ponto de conexão e a medição ou a proteção de suas instalações.

p. Selo

Quadro contendo campos onde são inscritos os principais dados sobre o desenho, como título, responsável técnico, interessado/demandante, data de emissão, entre outros.

q. Tomada de Telecomunicações – TT

Ponto de conexão no qual o cabo de rede é terminado na área de trabalho, podendo representar pontos de dados/internet (PI), voz/telefonía (PT), imagem/vídeo (PV), automação (PA) e pontos de equipamentos que fornecem rede sem fio (PW).

2.3. DIRETRIZES GERAIS

a. Os projetos deverão ter nível executivo constituído através das seguintes etapas relacionadas:

Projeto básico: conjunto de documentos capazes de caracterizar a obra ou serviço, com nível de precisão adequado, elementos necessários e suficientes. O Projeto Básico deverá demonstrar a viabilidade técnica, possibilitar a avaliação do custo das obras/serviços, bem como permitir a definição dos métodos construtivos.

Projeto executivo: conjunto de documentos que definem todas as especificações necessárias, devendo estar inclusos em seu escopo todos os serviços, equipamentos, materiais, acessórios e quaisquer outros



que sejam necessários para atender aos objetivos e especificações do projeto básico, com a finalidade de tornar a instalação plenamente operacional, visando ao menor custo de manutenção possível.

Projeto As-Built: Um projeto de As-Built é uma documentação técnica que reflete as condições reais de uma construção após sua conclusão. Solicitar no Memorial Técnico Descritivo a elaboração e entrega de Projeto Executado As-Built quando da execução do projeto básico.

b. Fazem parte da documentação de projeto os seguintes elementos técnicos:

Relatório de vistoria técnica, identificando (registros fotográficos) e descrevendo condições operacionais e de segurança dos principais elementos das instalações elétricas, em especial aquelas que não atendam às normas vigentes, e contemplando:

- o entrada de energia;
- o quadro(s) de distribuição (QGBT e QBTs);
- o encaminhamentos (eletrodutos, eletrocalhas, perfilados, caixas de passagem, entre outros);
- o pontos de iluminação, de tomadas e de força.

Documento de responsabilidade técnica, emitido/registrado junto ao Conselho Regional habilitador, contendo as devidas atividades técnicas e assinaturas do responsável técnico e do contratante. Havendo entrada de energia com cabine de medição/proteção e/ou transformação, deve ser apresentado documento de responsabilidade técnica associado à obra civil da cabine.

Memorial Descritivo, contendo:

- o descrição sumária da obra (nome do interessado, endereço da obra, finalidade do projeto);
- o descrição da entrada de energia;
- o descrição das instalações elétricas;
- o cálculo luminotécnico;
- o cálculo de demanda;
- o dimensionamento de circuitos;
- o especificação do sistema de aterramento;
- o especificação de materiais e equipamentos;
- o identificação e assinatura do responsável técnico (RT).

Estudo de proteção, se a instalação possuir disjuntor de MT, contendo a coordenação e a seletividade entre os dispositivos de proteção de MT e a proteção do sistema elétrico da distribuidora, através de co-



ordenograma e memorial de cálculo das correntes de curto-circuito, impedâncias equivalentes no ponto de conexão, critérios de seletividade e ajustes de proteção.

Prancha(s) contendo os seguintes elementos:

- o Planta de situação das edificações e do lote do prédio em relação às ruas adjacentes, com indicação de norte geográfico e em escala preferencial de 1:1000. Planta obrigatória quando não existir ou não constar no projeto arquitetônico;
- o Planta de localização com indicação da entrada de energia (existente e/ou nova) e do local da obra, em escala preferencial de 1:500 ou 1:1000;
- o Planta baixa das instalações elétricas, em escala 1:50, 1:100 (preferencialmente) ou 1:200;

Cortes e detalhes, em escala adequada à compreensão dos desenhos;

- o Diagramas unifilar e multifilar (se necessários) completos;
- o Quadro de cargas contendo para cada circuito: número de identificação, nome, tipo de carga e potência nominal instalada (W) e aparente (VA), potência demandada (VA), fator de potência, corrente de projeto corrigida, número de fases, corrente nominal da proteção, seção do condutor e fase a ser ligada, observando o balanceamento de fases. Também devem constar informações sobre potência total instalada (kW) e demandada (kVA), fator de demanda, proteção geral e seção/comprimento dos condutores do circuito alimentador do quadro elétrico;
- o Legenda contendo simbologia e respectiva descrição dos componentes elétricos;
- o Notas/observações que complementem informações das plantas e detalhes;
- o Fotos/imagens das instalações elétricas com o intuito de elucidar detalhes do projeto, se necessário;
- o Outros detalhes específicos que o responsável técnico julgar necessário.

Lista de materiais com descrição e quantitativo de materiais e equipamentos.

- c. As plantas devem ser desenhadas nos formatos de prancha A0, A1, A2, A3 e A4 especificados na NBR 16752:2020, sendo admitidos os formatos estendidos previstos na norma quando essa for a melhor opção para apresentação dos desenhos.
- d. Os desenhos deverão apresentar o selo padrão da Secretaria de Obras Públicas do RS (SOP), com todas as informações preenchidas; o modelo deverá ser solicitado à Fiscalização.
- e. Compatibilização entre os projetos elétrico e de cabeamento estruturado:

Alimentação dos equipamentos do rack deve ser provida por circuito terminal exclusivo;



Deve ser previsto ponto de tomada dupla para Tomada de Telecomunicações (TT) do tipo Ponto de Internet (PI) e ponto de tomada simples para TT destinada à conexão de equipamentos que implementem rede sem fio (PW), pontos de imagem/vídeo (PV) e/ou automação (PA);

Sistemas de aterramento e equipotencialização dos projetos devem ser compatibilizados;

A uniformidade entre os projetos deve considerar a NBR 5410:2004 e a ABNT NBR 14565:2019.

f. Compatibilização entre os projetos elétrico e de Proteção contra Descargas Atmosféricas (PDA):

Localização e características técnicas do(s) DPS e dos Barramentos de Equipotencialização Principal (BEP) e Local (BEL), se existentes, devem ser similares entre os projetos;

Sistemas de aterramento e equipotencialização dos projetos devem ser compatibilizados;

A uniformidade entre os projetos deve considerar a NBR 5410:2004 e a ABNT

g. Compatibilização entre os projetos elétrico e mecânico:

Havendo instalação de elevador, plataforma elevatória, sistemas de ventilação da cozinha e de climatização de ambientes, o projeto elétrico deve prever pontos de alimentação para esses sistemas, considerando carga elétrica nominal e localização dos equipamentos indicados nos respectivos projetos.

h. Compatibilização entre projetos elétrico e de sistemas fotovoltaicos:

Havendo instalação de sistemas fotovoltaicos (SFV), a uniformidade entre os projetos deve considerar a NBR 16690:2019, a NBR 5410:2004 e a(s) norma(s) e regulamento(s) da distribuidora.

i. Condições omissas e/ou que apresentem características excepcionais devem ser objeto de análise e deliberação por parte da área de engenharia elétrica do DPPD.

2.4. DIRETRIZES ESPECÍFICAS

2.4.1. ENTRADA DE ENERGIA

a. A entrada de energia existente sempre deverá estar indicada nos projetos que envolvam as instalações elétricas da edificação, mesmo que não seja objeto de alteração, contendo no mínimo as seguintes informações:

- ☐ nome da distribuidora local;
- ☐ tensão de fornecimento;
- ☐ tipo de fornecimento (monofásico, bifásico ou trifásico);
- ☐ local da medição;



- ☐ proteção geral;
 - ☐ proteção do circuito exclusivo do sistema de combate a incêndio, se existente;
 - ☐ sistema de aterramento.
- b. Devem ser obrigatoriamente consultadas/atendidas as normas vigentes da distribuidora local, quando o projeto envolver instalação ou alteração da entrada de energia. A empresa responsável pelo projeto é inteiramente responsável pela apresentação do projeto e da documentação exigida para aprovação junto à concessionária, quando isto for exigido.
- c. Para obras de aumento de carga ou reforma da entrada de energia existente, não prever instalação da nova entrada de energia no mesmo local físico da entrada atual, visando a minimizar o tempo de desligamento do fornecimento de energia da edificação durante a execução da obra.
- d. Os projetos envolvendo entrada de energia devem conter:
- ☐ descrição da tensão e tipo de fornecimento (monofásico, bifásico ou trifásico);
 - ☐ nome da distribuidora local;
 - ☐ localização e tipo de medição;
 - ☐ características do poste particular, se aplicável;
 - ☐ dimensionamento de condutores/eletrodutos do ramal de entrada;
 - ☐ dimensionamento da subestação, se a entrada for em MT;
 - ☐ proteção geral;
 - ☐ proteção do circuito exclusivo do sistema de combate a incêndio, se aplicável;
 - ☐ sistema de aterramento.
- e. Havendo trechos subterrâneos, devem ser atendidas as seguintes diretrizes:
- ☐ Prever caixa de passagem sempre que houver mudança de direção no traçado do trecho, observando ângulo de 90° entre eletrodutos que chegam/saem quando em via pública, e de forma preferencial quando dentro do terreno da edificação;
 - ☐ Caixas de passagem devem ser construídas em alvenaria, com revestimento de argamassa ou em concreto, fundo dotado de brita com espessura de 10 cm para drenagem, e tampas em concreto dotadas de dispositivo que facilite o seu manuseio;
 - ☐ Caixas de passagem para cabos de MT devem ter dimensões mínimas de 80x80x80 cm, com tampas bipartidas e de mesmas dimensões.



- ☐ Caixas de passagem para cabos de BT devem ter dimensões mínimas de 50x50x60 cm. Para caixas maiores, tampas deverão ser bipartidas e de mesmas dimensões.
- ☐ Distância máxima entre caixas de passagem não deve exceder 30 m.
- ☐ Prever reserva de uma volta de condutor na primeira e na última caixa de passagem, observando raio de curvatura mínima especificado pelo fabricante;
- ☐ Prever eletroduto reserva em todo trecho subterrâneo projetado (entre caixas de passagem);
- ☐ Extremidades de eletrodutos entre caixas de passagem devem ser vedadas com massa de calafetar, silicone ou espuma de poliuretano expansível;
- ☐ Os eletrodutos devem ser sinalizados por um elemento de advertência (por exemplo, fita indicativa de “Condutor de energia elétrica”, não sujeita a deterioração), em toda a sua extensão, a 15 cm acima do eletroduto ou, quando em locais sujeitos a trânsito de veículos, a 30 cm acima do eletroduto. Esses locais devem ser indicados em planta.
- ☐ Devem ser indicados/detalhados em planta obras civis preliminares, abertura e fechamento de valas, rasgos e reconstituição de pisos e paredes decorrentes das instalações elétricas, conforme acabamento indicado no projeto urbanístico ou visando a recompor pisos/paredes existentes;
- ☐ Sugere-se, como boa prática, prever eletroduto com uma seção acima do valor dimensionado.

2.4.2. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BT

- a. Os componentes da instalação elétrica devem ser posicionados em locais de fácil acesso, para fins de instalação, operação, verificação, manutenção e reparos.
- b. O projeto deve ser elaborado considerando os requisitos específicos contidos na ABNT NBR 13570:2021, em relação aos ambientes acessíveis ao público.
- c. A concepção do projeto deve considerar as características gerais descritas no item 4.2 da ABNT NBR 5410:2004.
- d. A potência de alimentação deve ser determinada considerando as potências nominais das cargas a serem alimentadas, a simultaneidade de funcionamento destas cargas (fator de demanda) e a capacidade de reserva para futuras ampliações.
- e. O esquema de aterramento deve ser do tipo TN (TN-S, TN-C-S, TN-C) ou TT, em concordância ao item 4.5 da ABNT NBR 13570:2021, dando preferência ao esquema TN-S e justificando quando esse não puder ser aplicado.



- f. A instalação elétrica deve ser dividida em tantos circuitos quantos necessários, devendo ser consideradas também possíveis necessidades futuras (aumento de carga) durante o dimensionamento dos condutores e da taxa de ocupação dos condutos.
- g. Em relação aos circuitos terminais:
- ☐ Devem ser previstos circuitos distintos para pontos de iluminação e de tomada.
 - ☐ Para ambientes acessíveis ao público com área superior a 100 m², devem ser previstos no mínimo dois circuitos de iluminação.
 - ☐ Para ambientes acessíveis ao público, equipamentos com corrente nominal superior a 16 A devem ser supridos por circuitos independentes.
- h. As cargas devem ser balanceadas entre as fases, visando a obter-se o melhor equilíbrio possível.
- i. Quando o projeto contemplar mais de uma alimentação (via rede pública e geração própria, por exemplo), deve ser atendido o item 4.2.5.7 da ABNT NBR 5410:2004 e norma(s) técnica(s) e/ou regulamento(s) da distribuidora.
- j. A proteção contra choques elétricos deve ser implementada de acordo com o item 5.1 da ABNT NBR 5410:2004. Em relação ao uso de dispositivo diferencial-residual (DR) de alta sensibilidade, deve ser empregado de forma obrigatória para os locais descritos nos itens 5.1.3.2.2 da ABNT NBR 5410:2004 e 5.3 da ABNT NBR 13570:2021.
- k. A proteção contra efeitos térmicos (incêndio e queimadura) deve atender ao item 5.2 da ABNT NBR 5410:2004.
- l. A proteção contra correntes de sobrecarga e de curto-circuito deve ser realizada através de dispositivo de seccionamento automático do tipo disjuntor termomagnético padrão DIN, devendo ser especificados os seguintes dados: corrente nominal, capacidade de interrupção, curva de atuação e número de polos. Sugere-se o emprego de disjuntor do tipo caixa moldada para proteção contra correntes de curto-circuito de valores elevados, proteção geral de QGBT e QBT(s) e proteção de circuitos destinados a motores e geradores elétricos.
- m. A proteção contra sobretensões transitórias deve ser realizada por Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) e conforme o item 6.3.5.2 da ABNT NBR 5410:2004. O projeto deve apresentar as seguintes informações:
- ☐ local de instalação;
 - ☐ esquema de conexão, observando a Figura 13 da ABNT NBR 5410:2004;
 - ☐ principais características do dispositivo, tais como número de polos, nível de proteção (Up), máxima tensão de operação contínua (Uc), tipo/classe de ensaio (I, II ou III), corrente de impulso (Iimp, para



DPS classe I ou I+II), corrente nominal de descarga (I_n , para DPS classe II ou I+II) e corrente máxima de descarga ($I_{máx}$, para DPS classe II ou I+II);

☐ proteção contra falha interna do DPS, mediante uso de disjuntor termomagnético com capacidade de interrupção superior a corrente de curto-circuito presumida do local e posicionado de acordo com Figura 14-a da ABNT NBR 5410:2004;

☐ condutores de conexão do DPS;

☐ coordenação entre DPS, se aplicável.

n. Equipotencialização da instalação elétrica

A equipotencialização faz parte de um conjunto de medidas a serem tomadas em uma instalação elétrica visando a minimizar o surgimento de tensões perigosas provenientes das mais variadas fontes (rompimento do isolamento, raios, indução etc.) e que não possam ser suportadas pelas instalações elétricas, equipamentos e pessoas por elas servidas. Partindo desse princípio, a NBR 5410 estipula cada medida relacionada a uma causa da diferença de potencial a ser mitigada.

Em grande parte dos casos, o atendimento de algumas recomendações resulta no cumprimento de outras. Assim como no aterramento, cujo eletrodo deve ser único para todos os componentes a serem aterrados em uma edificação, a equipotencialização tem por princípio reunir, direta ou indiretamente, todos os elementos metálicos existentes nessa edificação em um único ponto. Esse conceito é denominado “equipotencialização principal”.

Cada edificação deve possuir uma equipotencialização principal e tantas equipotencializações suplementares quantas forem necessárias. O item 6.4.2.1.1 da NBR 5410 especifica que, em cada edificação, deve ser realizada uma equipotencialização principal, e quais os elementos da edificação podem fazer parte da equipotencialização.

A equipotencialização principal de uma instalação tem como princípio a união direta ou indireta de massas metálicas a um único ponto, e deste ponto parte então a interligação para o eletrodo de aterramento. Esse ponto chama-se BEP – Barramento de Equipotencialização Principal.

o. Cálculo luminotécnico

A escolha da forma de iluminação deverá ser precedida do Projeto Luminotécnico, o qual deverá fazer parte do projeto global das instalações elétricas. Para realizar um cálculo luminotécnico adequado, é necessário considerar alguns pontos importantes:

- Finalidade do ambiente: Determinar a função do espaço, pois cada atividade requer diferentes níveis de iluminação.



- Níveis de iluminância (lux): Seguir as recomendações da NBR ISO/CIE 8995-1, que define a quantidade de luz necessária em cada tipo de ambiente.
- Dimensões e layout: O tamanho e a disposição do ambiente determinam a quantidade e a distribuição dos pontos de luz.
- Altura de instalação: A altura das luminárias impacta na uniformidade e eficiência da iluminação.
- Tipo de lâmpada e luminária: Escolher luminárias e lâmpadas que ofereçam boa eficiência e adequação ao uso do ambiente.
- Reflexão das superfícies: As cores e materiais do local influenciam a quantidade de luz refletida.
- Fator de depreciação: Considere a perda de eficiência luminosa com o tempo.
- Distribuição e uniformidade: A luz deve ser distribuída de forma uniforme para evitar áreas escuras ou ofuscamento.
- Eficiência energética: Optar por soluções econômicas e de baixo consumo.
- Normas Técnicas: Seguir as normas vigentes, como a ABNT NBR 5413, para garantir segurança e conforto visual.

Com esses itens, o cálculo luminotécnico será eficiente e adequado às normas e necessidades do projeto.

Todas as luminárias internas deverão empregar um grau de proteção mínimo de IP20 ou superior conforme seu emprego e necessidade (setor administrativo, auditório, cozinhas, etc.).

Para luminárias externas, o grau de proteção deverá ser no mínimo IP54 ou superior conforme seu emprego e necessidade. O grau de segurança empregado contra choques deverá ser no mínimo Classe I ou superior conforme necessidade.

p. Cálculo de demanda

A NBR 5410 prescreve que, na determinação da potência de alimentação de uma instalação, devem-se prever os equipamentos a serem instalados, com suas respectivas potências nominais e, após isso, considerar as possibilidades de não simultaneidade de funcionamento destes equipamentos (cálculo do fator de demanda), bem como capacidade de reserva para futuras ampliações.

A determinação do fator de demanda exige um conhecimento detalhado da instalação e das condições de funcionamento dos equipamentos de média tensão a ela conectados. Sua determinação deve ser realizada a partir de um estudo detalhado, pois, caso não seja adequadamente avaliado, o valor final da potência de alimentação pode resultar em subdimensionamento dos circuitos elétricos. É importante consultar a norma da concessionária de energia para roteiro de cálculo dos fatores de demanda.

q. Dispositivos de proteção



Nos CDs e QDPs - Para circuitos terminais usuais, devem ser empregados disjuntores tipo DIN; e, para disjuntores gerais, deve-se utilizar equipamento do tipo caixa moldada.

Nos QGBTs (Quadros Gerais de Baixa Tensão), devem ser empregados disjuntores em caixa aberta ou moldada; neste caso está vedado o uso de NEMA ou DIN.

Geralmente, para os circuitos terminais, o lcc deverá ser no mínimo 5,0 kA; nos circuitos de alimentação gerais, pelo menos 10 kA (isto se não for determinado outro valor maior). No caso específico do disjuntor geral de QGBT, este deverá ser no mínimo 25 kA.

Nos circuitos que a norma exige, deverão obrigatoriamente ser utilizados DRs, especificados conforme a norma, estando vedado o uso de DR para grupo de circuitos. Resumindo, os DRs devem ser individualizados por circuito. Nos quadros de entrada de prédios, sejam eles QGBTs, QDPs ou até mesmo CDs, obrigatoriamente serão utilizados Dispositivos de Proteção contra Surtos, valor mínimo de 30 kA.

Disjuntores curva B devem ser instalados nos circuitos de características predominantemente resistivas; e disjuntores curva C, nos circuitos com aparelhos de natureza indutiva. Todos os disjuntores deverão ser identificados com o número do circuito e o espaço que atende.

r. Sistema de aterramento

O sistema de aterramento deve ser único para todos os subsistemas elétricos, proporcionando um sistema equipotencial, que torne a instalação como um todo imune a transientes e diferenças de potencial no TERRA, quando a mesma for afetada por surtos atmosféricos ou distúrbios em geral. Em Ligação equipotencial suplementar, o fator de resistência a ser empregado como referência será sempre menor que 10 Ω , conforme NBR 5419.

s. Quadros elétricos de força e distribuição

Devem ser instalados em local de fácil acesso, o mais próximo possível do centro de carga, e providos de identificação do lado externo (legível e não facilmente removível).

A capacidade dos quadros deve comportar a quantidade de dispositivos de proteção prevista no projeto, bem como conter espaço reserva para futuras ampliações, conforme o item

6.5.4.7 da ABNT NBR 5410:2004.

Todos os componentes do quadro (disjuntores, DPS, DR e barramentos) devem ser devidamente identificados, e de tal modo que a correspondência entre componente e respectivo circuito possa ser facilmente reconhecida. Tal identificação deve ser legível, indelével e posicionada de forma a evitar qualquer risco de equívoco, bem como corresponder à notação prevista em projeto (indicadas nos diagrama unifilar/multifilar e quadro de cargas, por exemplo).

Conexões entre condutores e dispositivos de proteção e barramentos devem ser realizadas via terminais/conectores apropriados e por meio de ferramenta adequada. Todas as peças metálicas dos quadros devem possuir acabamento adequado e sem rebarbas.



2.4.3. CABEAMENTO ESTRUTURADO

O projeto de cabeamento estruturado deve ser elaborado considerando as premissas da NBR 14565:2019, e deve ser realizado em concordância com o Projeto de Arquitetura. Como estamos unificando rede lógica e telefonia, os sistemas serão sintetizados na rede de cabeamento estruturado.

A partir da locação das tomadas de telecomunicações (TT), das tomadas de alimentação elétrica e do rack, os equipamentos, cabeamentos, encaminhamentos, conexões e demais acessórios relacionados ao cabeamento estruturado podem ser definidos. Segue descrição abaixo.

2.4.3.1. Rack, Equipamentos e Acessórios

A escolha do local para a instalação do rack principal é importante para garantir eficiência, segurança e facilidade de manutenção. Estes equipamentos foram localizados nas salas Data Center, POP, UPS (térreo) e salas técnicas (demais pavimentos).

Switches de Agregação (Core)

Aquisição de 2 (dois) Switches de Agregação, de acordo com as especificações, além de serviço de instalação, treinamento, suporte técnico e garantia de 12 meses. Especificações técnicas:

- Deverá possuir no mínimo 48 portas Switch 10 Gigabit;
- Deverá suportar a tecnologia SFP+;
- Deverá possuir capacidade de vazão de ao menos 840 Gbps;
- Deverá possuir capacidade de encaminhamento de no mínimo 720 Mpps;
- Deverá ser entregue cabos ópticos para prover a interligação dos itens contratados nesse Termo de Referência;
- Deverá possuir buffer de pacotes de ao menos 12 MB;
- Deverá possuir tabela para no mínimo 272k endereços MAC;
- Deverá suportar no mínimo 480 VLAN's L3 e 4000 VLAN's L2 simultâneas, permitir o registro dinâmico de VLAN's de acordo com o padrão 802.1q, além de oferecer suporte a VLANs baseadas em MAC;
- Deverá implementar agregação de links em modo estático e dinâmico (LACP).;
- Deverá permitir autenticação em servidores RADIUS e TACACS+;
- Deverá implementar associação automática de VLAN, qualidade de serviço de acordo com usuário autenticado;
- Deverá implementar accounting RADIUS e autenticação de endereço MAC em servidor Radius. Deverá permitir também a atribuição de VLAN conforme o perfil do dispositivo cadastrado no servidor Radius;
- Deverá suportar roteamento dinâmico em protocolo público

Switches para rede

Aquisição de 9 (nove) switches de acesso, de acordo com as especificações, além de serviço de instalação, treinamento, suporte técnico e garantia de 12 meses. Especificações técnicas:



- Deverá possuir no mínimo 48 portas Switch Gigabit Ethernet 10/100/1000BaseT;
- Deverá possuir nativamente 2 portas SFP/SFP+ para instalação de transceivers ópticos 1/10 Gigabit Ethernet. As portas SFP/SFP+ deverão vir fixas no chassi dos equipamentos;
- Deverá fornecer nas 48 portas Gbe alimentação compatível com padrão PoE+;
- Deverá suportar as tecnologias SFP e SFP+;
- Deverá possuir capacidade de vazão de ao menos 170 Gbps;
- Deverá possuir capacidade de encaminhamento de no mínimo 120 Mpps;
- Deverá ser fornecido com todas as portas ativas/licenciadas e com pelo menos 2 (dois) transceivers de 10GBase-SR, por equipamento. Os transceivers fornecidos deverão ser do mesmo fabricante ou homologados pelo fabricante (indicando a matriz de compatibilidade);
- Deverá ser entregue cordões ópticos para prover a interligação dos itens contratados nesse Termo de Referência;
- Deverá possuir buffer de pacotes de ao menos 1,5 MB;
- Deverá possuir tabela para no mínimo 12k endereços MAC;
- Deverá suportar no mínimo 512 VLAN's simultâneas, permitir o registro dinâmico de VLAN's de acordo com o padrão 802.1q, além de oferecer suporte a VLANs baseadas em MAC;
- Deverá implementar agregação de links em modo estático e dinâmico (LACP).;
- Deverá suportar os protocolos RIPv1, RIPv2
- Deverá implementar 802.1s - MSTP, STP BPDU Protection e BPDU Guard;
- Deverá Implementar IGMP Snooping de acordo com a RFC 2236, além de oferecer suporte aos serviços DHCP Snooping, DHCP client, DHCP Relay e DHCP protection;
- Deverá possuir no mínimo 24 interfaces de roteamento IP (VLAN Interface);
- Deverá implementar autenticação 802.1x de múltiplos usuários por porta;
- Deverá implementar controle de Acesso (ACL) baseado em endereço IPv4, IPv6 e MAC de origem e destino, porta protocolo e VLAN;
- Deverá permitir autenticação em servidores RADIUS e TACACS+ sem a necessidade de instalação de produto terceiro no chassi;
- Deverá implementar associação automática de VLAN, qualidade de serviço de acordo com usuário autenticado;
- Deverá implementar accounting RADIUS e autenticação de endereço MAC em servidor Radius. Deverá permitir também a atribuição de VLAN conforme o perfil do dispositivo cadastrado no servidor Radius;
- Deverá protocolos SNMPv3, SSL e SSHv2;
- Os switches deverão possuir módulos de empilhamento de 10 Gb ou fornecer portas frontais para empilhamento, de no mínimo 2 portas de 10 Gb;
- Implementar TFTP, FTP, LLDP, LLDP-MED e Sflow;
- Deverá implementar STP BPDU Protection (BPDU Guard);
- Deverá implementar Jumbo frames com tamanho de até 9000 bytes;
- Deverá implementar IEEE 802.3ad Link Aggregation Control Protocol (LACP);
- Deverá implementar IEEE 802.1s - MSTP;
- Deverá implementar IEEE 802.3x Flow Control;
- Deverá implementar roteamento estático;
- Deverá implementar RFC 1812 IPv4 Routing;



- Deverá implementar IGMP Snooping v1, v2 e v3.
- Deverá suportar roteamento dinâmico.

Pontos de Acesso Wireless

Aquisição de 12 (doze) equipamentos de ponto de acesso que deverão ser fornecidos com a seguinte configuração:

- Deverão ofereçam suporte a padrões Wi-Fi de alta velocidade, como 802.11ac Wave 2 e 802.11ax (Wi-Fi 6), fornecendo velocidades de até 3,5 Gbps.
- Deverá possuir múltiplas portas Ethernet Gigabit, permitindo a conexão com uma variedade de dispositivos de rede, incluindo switches, roteadores e firewalls.
- Deverá incluir recursos avançados de gerenciamento e segurança, como autenticação de usuário baseada em certificado digital, filtragem de conteúdo e controle de acesso baseado em função, para garantir a integridade e a confidencialidade dos dados da rede.
- Deverá possuir design compacto e discreto, adequado para instalação em tetos, paredes ou prateleiras, permitindo uma instalação fácil e flexível em qualquer ambiente, contendo os elementos de montagem para sua fixação;
- Deverá oferecer gerenciamento de rede baseado em nuvem, permitindo o monitoramento remoto e a configuração simplificada de múltiplos pontos de acesso em várias localizações.
- Deverá possuir ao menos 3 antenas de forma que sejam capazes de transmitir e receber sinais nas polarizações vertical e horizontal, aumentando a flexibilidade e a robustez da comunicação sem fio;
- O sistema de conectividade entre os equipamentos deverá permitir movimentação de clientes entre os pontos de acesso de forma transparente a partir de controle integrado, permitindo que os dispositivos móveis se conectem automaticamente ao ponto de acesso mais próximo à medida que se movem pela área de cobertura sem fio
- Cada access point deverá suportar até 512 dispositivos simultâneos conectados à rede sem fio, permitindo que múltiplos usuários acessem a internet ou aplicativos de rede de forma simultânea e sem interrupções;
- O equipamento deverá ter ajustes que permitam que o administrador da rede ajuste a potência de saída e a direção do sinal para otimizar a cobertura e minimizar as interferências em ambientes com muitos obstáculos ou alta densidade de usuários.
- Deverá ser compatível com tecnologia MESH estendendo a cobertura sem fio em áreas que não podem ser alcançadas por um único ponto de acesso.
- A infraestrutura de pontos de acesso deverá suportar a configuração de múltiplos SSIDs (identificadores de rede sem fio) e VLANs (redes virtuais), permitindo a segmentação da rede sem fio para diferentes usuários, grupos ou aplicativos, e a otimização da cobertura e da largura de banda para cada segmento da rede.
- Deverá ser compatível com os protocolos de rede: IPv4, IPv6, DHCP, VLAN, SNMP v1/v2c/v3, SSH, TACACS+, RADIUS, LLDP, 802.1X, LACP, IGMP, PIM-SM, PIM-SSM, OSPF, RIP, BGP, GRE, VRRP, HSRP.
- Deverá ser compatível com os padrões de rede sem fio: IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax, WMM (Wi-Fi Multimedia), WMM-PS (Wi-Fi Multimedia-Power Save), WPA/WPA2-PSK, WPA/WPA2-Enterprise, WPA3-Personal, WPA3-Enterprise, 802.11r, 802.11k, 802.11v, 802.11w, 802.11u, 802.11e, 802.11i.



- Deverá ser compatível com tecnologia de antena adaptativa, transmissão e recepção MIMO (Multiple-Input Multiple-Output), MU-MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple-Output), OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access), BSS Coloring, Wi-Fi CERTIFIED 6.

Firewalls

Aquisição de 2 (dois) equipamentos de firewall do tipo NGFW com as seguintes especificações técnicas:

Gabinete

- Deverá ocupar, no máximo, 2U de altura para instalação e uso em rack de 19" padrão de mercado;
- Deverá possuir, no mínimo, duas fontes de energia redundantes instaladas e configuradas;
- Deverá ser possuir licença de sistema operacional Windows 10 ou 11 de 64 bits Professional em português do Brasil.
- Para todos os equipamentos deverá ser fornecido bandeja ou suporte para montagem em rack;
- Assinaturas fornecidas pelos provedores da solução para IPS, Antivírus e os equipamentos devem ser novos, ou seja, de primeiro uso, de um mesmo fabricante. Na data da proposta, nenhum dos modelos ofertados poderão estar listados no site do fabricante em listas de end-of-life e end-of-sale;
- Os equipamentos que compõem a solução devem estar homologados pela Anatel.

Conectividade

- Possuir ao menos 18 interfaces 1 GE RJ45;
- Possuir ao menos 8 interfaces 1 GE SFP com transceivers inclusos;
- Possuir ao menos 4 interfaces 10 GE SFP+ com transceivers inclusos;

Características de Firewall

- Throughput de, no mínimo, 3 Gbps com a funcionalidade de Threat Prevention, ou seja, com funcionalidades de Firewall, IPS, Controle de Aplicação e Antivírus habilitadas concorrentemente;
- Throughput de, no mínimo, 12 Gbps de VPN IPSec;
- Estar licenciado para, ou suportar sem o uso de licença, 2000 túneis de VPN IPSEC Site-to-Site simultâneos;
- Suporte a, no mínimo, 300 mil novas conexões por segundo;
- Suportar no mínimo 3 Gbps de throughput de Inspeção SSL;
- Suportar a criação de no mínimo 10 instâncias virtuais;
- Deverá suportar alta disponibilidade (HA), trabalhando no esquema de redundância do tipo Ativo-Passivo e Ativo-Ativo;
- Deverá permitir o funcionamento em modo transparente tipo "bridge";
- Deverá suportar PBR – Policy Based Routing;
- Deverá possuir controle de acesso à Internet por endereço IP de origem e destino;
- Deverá possuir controle de acesso à Internet por subrede;
- Deverá ter a capacidade de criar políticas de firewall baseando-se em endereços
- MAC;
- Deverá suportar controles por zonas de segurança;



- Deverá suportar controles de políticas por porta e protocolo;
- Deverá suportar controles de políticas por aplicações, grupos estáticos de aplicações e grupos dinâmicos de aplicações;
- Controle de políticas por usuários, grupos de usuários, IPs, range de IPs, subrede, FQDN e zonas de segurança;
- Deve suportar a criação de políticas por geolocalização, permitindo que o tráfego de determinado País/Países seja bloqueado;
- Deve possibilitar a visualização dos países de origem e destino nos logs dos acessos;
- Deve ser viável criar políticas com exceções, onde seja possível especificar que uma política será aplicada somente caso a origem ou destino do tráfego não seja um determinado objeto, tal como uma subrede, por exemplo, ou seja, se a subrede não for 192.168.0.0/24, o tráfego deverá ser tratado.
- Controle, inspeção e de-criptografia de SSL por política para tráfego de saída;
- Deve ser possível realizar um espelhamento do tráfego de-criptografado.
- Deve de-criptografar tráfego de saída em conexões negociadas com TLS 1.2 e TLS 1.3;
- A inspeção SSL deve ser compatível com HTTP3. Tal inspeção é essencial uma vez que uma grande quantidade de sítios públicos está utilizando o protocolo em questão, tais como serviços de compartilhamento de vídeos, sites de busca e redes sociais, os quais estão sendo diariamente consumidos por usuários corporativos e externos.
- Deve permitir o bloqueio de arquivo por sua extensão e possibilitar a correta identificação do arquivo por seu tipo mesmo quando sua extensão for renomeada;
- Deve suportar objetos de endereço IPv4 e IPv6 consolidados na mesma política de firewall
- Suporte a objetos e regras multicast;
- Deve ser possível criar políticas de firewall utilizando serviços de ameaças de terceiros, onde o firewall receberá uma lista de endereços IPs maliciosos, por exemplo, a qual poderá ser utilizada para bloqueio do tráfego.
- Deve ser possível criar política de firewall em modo de aprendizado, onde o equipamento deverá monitorar o tráfego que transita nas interfaces de origem e destino e registrar logs de eventos.
- Deve possuir base com objetos contendo endereços IPs de serviços da Internet como, a citar, mas não se limitando a AWS S3, Microsoft Azure, Oracle, SAP, Google e Microsoft Office 365, atualizados dinamicamente pela solução.
- Suportar a atribuição de agendamento das políticas com o objetivo de habilitar e desabilitar políticas em horários pré-definidos automaticamente;
- Deve dispor de ferramenta para auxiliar a descobrir quais políticas correspondem a um determinado perfil de tráfego, facilitando assim a administração diária da solução e facilmente encontrando quais políticas estão sendo atribuídas a um determinado IP, por exemplo.

Características de Funcionalidades NGFW

- A solução deve consistir em plataforma de proteção de rede baseada em appliance físico com funcionalidades de Next Generation Firewall (NGFW), não sendo permitido appliances virtuais ou solução open source (produto montado);
- Os hardwares e os softwares que compõem a solução devem ser do mesmo fabricante;
- As funcionalidades de NGFW devem ser ofertadas no mesmo appliance, não sendo permitido a composição de equipamentos separados para cada uma das funções;



- Por funcionalidades de NGFW entende-se: reconhecimento de aplicações, prevenção de ameaças, identificação de usuários e controle granular de permissões;
- A plataforma deve ser otimizada para análise de conteúdo de aplicações com ou sem identificação de porta TCP ou protocolo/endpoint;

Controle de Aplicações

- Os dispositivos de proteção de rede deverão possuir a capacidade de reconhecer aplicações, independente de porta e protocolo;
- Deve ser possível a liberação e bloqueio somente de aplicações sem a necessidade de liberação de portas e protocolos;
- Reconhecer pelo menos 2000 aplicações diferentes, incluindo, mas não limitado: a tráfego relacionado a peer-to-peer, redes sociais, acesso remoto, update de software, protocolos de rede, voip, áudio, vídeo, proxy, mensageiros instantâneos, compartilhamento de arquivos, e-mail;
- Reconhecer pelo menos as seguintes aplicações: bittorrent, gnutella, skype, facebook, linkedin, twitter, citrix, logmein, teamviewer, ms-rdp, vnc, gmail, youtube, http-proxy, http-tunnel, facebook chat, gmail chat, whatsapp, 4shared, dropbox, google drive, skydrive, db2, mysql, oracle, active directory, kerberos, dap, radius, itunes, dhcp, ftp, dns, wins, msrpc, ntp, snmp, rpc over http, gotomeeting, webex, evernote, google-docs;
- Deve inspecionar o payload de pacote de dados com o objetivo de detectar assinaturas de aplicações conhecidas pelo fabricante independente de porta e protocolo;
- Identificar o uso de táticas evasivas, ou seja, deve ter a capacidade de visualizar e controlar as aplicações e os ataques que utilizam táticas evasivas via comunicações criptografadas, tais como Skype e utilização da rede Tor;
- Para tráfego criptografado SSL, deve descriptografar pacotes a fim de possibilitar a leitura de payload para checagem de assinaturas de aplicações conhecidas pelo fabricante;
- Deve realizar decodificação de protocolos com o objetivo de detectar aplicações encapsuladas dentro do protocolo e validar se o tráfego corresponde com a especificação do protocolo. A decodificação de protocolo também deve identificar funcionalidades específicas dentro de uma aplicação;
- Identificar o uso de táticas evasivas via comunicações criptografadas;
- Atualizar a base de assinaturas de aplicações automaticamente;
- Os dispositivos de proteção de rede devem possuir a capacidade de identificar o usuário de rede com integração ao Microsoft Active Directory, sem a necessidade de instalação de agente no Domain Controller, nem nas estações dos usuários;
- Deve ser possível adicionar controle de aplicações em múltiplas regras de segurança do dispositivo, ou seja, não se limitando somente a possibilidade de habilitar controle de aplicações em algumas regras;
- Deve suportar vários métodos de identificação e classificação das aplicações, por pelo menos checagem de assinaturas e decodificação de protocolos;
- Permitir nativamente a criação de assinaturas personalizadas para reconhecimento de aplicações proprietárias na própria interface gráfica da solução, sem a necessidade de ação do fabricante;
- O fabricante deve permitir a solicitação de inclusão de aplicações na base de assinaturas de aplicações;
- Deve alertar o usuário quando uma aplicação for bloqueada;



- Deve possibilitar a diferenciação de tráfegos Peer2Peer (Bittorrent, emule, etc.) possuindo granularidade de controle/políticas para eles;
- Deve possibilitar a diferenciação de tráfegos de Instant Messaging (AIM, Hangouts, Facebook Chat, etc) possuindo granularidade de controle/políticas para eles;
- Deve possibilitar a diferenciação e controle de partes das aplicações como por exemplo permitir o Hangouts e bloquear a chamada de vídeo;
- Deve possibilitar a diferenciação de aplicações Proxies (psiphon, freegate, etc) possuindo granularidade de controle/políticas para os mesmos;
- Deve ser possível a criação de grupos dinâmicos de aplicações baseados em características das aplicações como: tecnologia utilizada nas aplicações (ClientServer, Browse Based, Network Protocol, etc);
- Deve ser possível a criação de grupos dinâmicos de aplicações baseados em características das aplicações como: nível de risco da aplicação e categoria da aplicação;
- Deve ser possível sobrescrever uma determinada ação para uma aplicação e para um filtro, sendo que os filtros devem ter a possibilidade de ser adicionados com base no comportamento da aplicação, tais como aplicações com alto consumo de banda, evasivas e com comportamento de botnet;
- Deve ser possível editar uma aplicação associando parâmetros a serem analisados, tal como parâmetros associados a comandos na aplicação FTP;

Prevenção de ameaças:

- Para proteção do ambiente contra-ataques, os dispositivos de proteção devem possuir módulo de IPS, Antivírus e Anti-Spyware integrados no próprio appliance de firewall;
- Deve incluir assinaturas de prevenção de intrusão (IPS) e bloqueio de arquivos maliciosos (Antivírus e Anti-Spyware);
- Deverá possuir antivírus em tempo real, para ambiente de gateway Internet, integrado à plataforma de segurança para os seguintes protocolos: HTTP, SMTP, IMAP, POP3, CIFS e FTP;
- Deve sincronizar as assinaturas de IPS, Antivírus, Anti-Spyware quando implementado em alta disponibilidade;
- Deve implementar os seguintes tipos de ações para ameaças detectadas pelo IPS: permitir, permitir e gerar log, bloquear e quarentenar IP do atacante por um intervalo de tempo;
- As assinaturas devem poder ser ativadas ou desativadas, ou ainda habilitadas apenas em modo de monitoração;
- Deve ser possível a criação de políticas por usuários, grupos de usuários, IPs, redes ou zonas de segurança;
- Exceções por IP de origem ou de destino devem ser possíveis nas regras ou assinatura a assinatura;
- Deve suportar granularidade nas políticas de IPS, Antivírus e Anti-Spyware,
- possibilitando a criação de diferentes políticas por zona de segurança, endereço de origem, endereço de destino, serviço e a combinação de todos esses itens;
- Deve permitir o bloqueio de vulnerabilidades;
- Deve permitir o bloqueio de exploits conhecidos;
- Deve incluir proteção contra-ataques de negação de serviços;
- Ser imune e capaz de impedir ataques básicos como: Syn flood, ICMP flood, UDP flood, etc;
- Detectar e bloquear a origem de portscans;



- Bloquear ataques efetuados por worms conhecidos;
- Possuir assinaturas específicas para a mitigação de ataques DoS e DDoS;
- Possuir assinaturas para bloqueio de ataques de buffer overflow;
- Deverá possibilitar a criação de assinaturas customizadas pela interface gráfica do produto;
- Deve permitir usar operadores de negação na criação de assinaturas customizadas de IPS ou anti-spyware, permitindo a criação de exceções com granularidade nas configurações;
- Identificar e bloquear comunicação com botnets;
- Registrar na console de monitoração as seguintes informações sobre ameaças identificadas: o nome da assinatura ou do ataque, aplicação, usuário, origem e o destino da comunicação, além da ação tomada pelo dispositivo;
- Deve possuir a função de proteção a resolução de endereços via DNS, identificando requisições de resolução de nome para domínios maliciosos de botnets conhecidas;
- Os eventos devem identificar o país de onde partiu a ameaça;
- Deve incluir proteção contra vírus em conteúdo HTML e javascript, software espião (spyware) e worms;
- Possuir proteção contra downloads involuntários usando HTTP de arquivos executáveis e maliciosos;
- Deve ser possível a configuração de diferentes políticas de controle de ameaças e ataques baseado em políticas do firewall considerando usuários, grupos de usuários, origem, destino, zonas de segurança, etc, ou seja, cada política de firewall poderá ter uma configuração diferente de IPS, sendo essas políticas por Usuários, Grupos de usuário, origem, destino, zonas de segurança.
- Deve ser capaz de mitigar ameaças avançadas persistentes (APT), através de análises dinâmicas para identificação de malwares desconhecidos;
- Dentre as análises efetuadas, a solução deve suportar antivírus, consulta na nuvem, emulação de código, sandboxing e verificação de call-back;
- A solução deve analisar o comportamento de arquivos suspeitos em um ambiente controlado de sandbox. Deve ainda disponibilizar um relatório completo da análise realizada em cada arquivo submetido, o qual poderá ser baixado para auxiliar na análise forense de um evento;
- Deve ser possível filtrar assinaturas com base no identificador CVE;
- Deve ser possível criar uma assinatura de IPS utilizando o identificador CVE, bem como um “wildcard” do CVE para abranger mais de um identificador;
- As assinaturas devem dispor de um resumo explicando o ataque associado, nível de severidade, impacto e uma possível recomendação, bem como deve vincular o(s) CVE(s) correspondente(s) quando aplicável;
- Deve incluir proteção contra-ataques de negação de serviços;
- Registrar na console de monitoramento as seguintes informações sobre ameaças identificadas: o nome da assinatura ou do ataque, aplicação, usuário, origem e o destino da comunicação, além da ação tomada pelo dispositivo;

Filtro de URLs:

- Permite especificar política por tempo, ou seja, a definição de regras para um determinado horário ou período (dia, mês, ano, dia da semana e hora);



- Deve ser possível a criação de políticas por grupos de usuários, IPs, redes ou zonas de segurança;
- Deve possuir a capacidade de criação de políticas baseadas na visibilidade e controle de quem está utilizando quais URLs através da integração com serviços de diretório, Active Directory e base de dados local;
- A identificação pela base do Active Directory deve permitir SSO, de forma que os usuários não precisem logar novamente na rede para navegar pelo firewall;
- Suportar a capacidade de criação de políticas baseadas no controle por URL e categoria de URL;
- Deve possuir a função de exclusão de URLs do bloqueio;
- Permitir a customização de página de bloqueio;
- Permitir a restrição de acesso a canais específicos do Youtube, possibilitando configurar uma lista de canais liberado ou uma lista de canais bloqueados;
- Deve bloquear o acesso a conteúdo indevido ao utilizar a busca em sites como Google, Bing e Yahoo, independentemente de a opção Safe Search estar habilitada no navegador do usuário;
- Deve dispor de funcionalidade de prevenção contra phishing de credenciais analisando quais estão sendo submetidas em sites externos, permitindo ainda bloquear ou alertar o usuário.
- Deve possuir a possibilidade de definir uma quota diária de uso web baseado em categoria, sendo possível estipular a quota com base em, no mínimo, tempo de uso e volume de tráfego.
- Deve ser possível bloquear tráfego HTTP POST, método utilizado para envio de informação a um determinado website.
- Deve ser possível filtrar e remover Java applets, ActiveX e cookies do tráfego web inspecionado.
- Deverá possuir em sua base de dados uma lista de bloqueio contendo URLs de certificados maliciosos;
- Deve ser possível filtrar tráfego de vídeo baseado em categoria e até mesmo baseado no identificador de um canal do YouTube, por exemplo.
- Deverá permitir além do Web Proxy explícito, suportar proxy Web transparente;

Identificação de usuários:

- Deve incluir a capacidade de criação de políticas baseadas na visibilidade e controle de quem está utilizando quais aplicações através da integração com serviços de diretório, autenticação via LDAP, Active Directory, E-directory e base de dados local;
- Deve possuir integração com Microsoft Active Directory para identificação de usuários e grupos permitindo granularidade de controle/políticas baseadas em usuários e grupos de usuários;
- Deve possuir integração e suporte a Microsoft Active Directory para o sistema operacional Windows Server 2012 R2;
- Deve possuir integração com Microsoft Active Directory para identificação de usuários e grupos permitindo granularidade de controle/políticas baseadas em usuários e grupos de usuários, suportando single sign-on. Essa funcionalidade não deve possuir limites licenciados de usuários;
- Deve possuir integração com Radius para identificação de usuários e grupos permitindo granularidade de controle/políticas baseadas em usuários e grupos de usuários;



- Deve possuir integração com LDAP para identificação de usuários e grupos permitindo granularidade de controle/políticas baseadas em Usuários e Grupos de usuários;
- Deve permitir o controle, sem instalação de cliente de software, em equipamentos que solicitem saída a internet para que antes de iniciar a navegação, expanda-se um portal de autenticação residente no firewall (Captive Portal);
- Deve possuir suporte a identificação de múltiplos usuários conectados em um mesmo endereço IP em ambientes Citrix e Microsoft Terminal Server, permitindo visibilidade e controle granular por usuário sobre o uso das aplicações que estão nestes serviços;
- Deve implementar a criação de grupos customizados de usuários no firewall, baseado em atributos do LDAP/AD;
- Deve suportar Security Assertion Markup Language (SAML), agindo como um Provedor de Identidade (Identity Provider - IDP) estabelecendo um relacionamento de confiança para autenticação segura de usuários tentando acessar um Provedor de Serviços (Service Provider - SP);

Filtro de dados:

- Permitir identificar e opcionalmente prevenir a transferência de vários tipos de arquivos (MS Office, PDF, etc) identificados sobre aplicações (HTTP, FTP, SMTP, etc);
- Suportar identificação de arquivos compactados ou a aplicação de políticas sobre o conteúdo desses tipos de arquivos;
- Suportar a identificação de arquivos criptografados e a aplicação de políticas sobre o conteúdo desses tipos de arquivos;

Características de VPN:

- Suportar VPN IPsec Site-to-Site;
- A VPN IPSEC deve suportar criptografia 3DES, AES128, AES192 e AES256 (Advanced Encryption Standard);
- A VPN IPsec deve suportar Autenticação MD5, SHA1, SHA256, SHA384 e SHA512;
- A VPN IPsec deve suportar Diffie-Hellman Group 1, Group 2, Group 5 e Group 14, Group 15 até 21 e Group 27 até 32;
- A VPN IPsec deve suportar Algoritmo Internet Key Exchange (IKEv1 e v2);
- A VPN IPsec deve suportar Autenticação via certificado IKE PKI;
- Deve possuir interoperabilidade com os seguintes fabricantes: Cisco, Check Point, Juniper, Palo Alto Networks, Fortinet, SonicWall;

Gerenciamento e Suporte

- O gerenciamento da solução deve suportar acesso via SSH, cliente ou WEB (HTTPS) e API aberta;
- Deverá suportar tags de VLAN (802.1Q);
- Deverá possuir suporte a agregação de links via 802.3ad LACP;
- Deverá possuir ferramenta de diagnóstico do tipo tcp dump e ainda dispor de ferramenta integrada à interface web para capturar informações dos pacotes em tempo real, podendo aplicar filtros, tais como IPs e portas, e ainda ter disponível a possibilidade de exportar a captura para um arquivo do tipo PCAP visando estender a análise para um software terceiro, tal como Wireshark;



- Deverá possuir integração com servidores de autenticação RADIUS, LDAP e Microsoft Active Directory;
- Deverá possuir integração com tokens para autenticação de duplo fator;
- Deverá suportar single-sign-on;
- Deve possuir a funcionalidade de tradução de endereços estáticos – NAT (Network Address Translation), um para um, N-para-um, vários para um, NAT64, NAT66, NAT46 e PAT;
- Deverá suportar roteamento estático para IPv4 e IPv6;
- Deverá suportar roteamento dinâmico para IPv4 e IPv6 (OSPF, BGP, RIP);
- Deverá suportar ECMP;
- Os dispositivos de proteção de rede devem possuir suporte a roteamento multicast (PIM-SM e PIM-DM);
- Deverá possuir funcionalidades de DHCP Cliente, Servidor e Relay;
- Deverá suportar aplicações multimídia, tais como: H.323 e SIP;
- Deverá possuir conexão entre estação de gerência e appliance criptografada, tanto em interface gráfica, quanto em CLI (linha de comando);
- Deverá possuir mecanismo de anti-spoofing;
- Deverá permitir criação de regras definidas pelo usuário;
- Deverá suportar sFlow ou Netflow;
- Os dispositivos de proteção de rede devem possuir suporte a Jumbo Frames;
- Deverá permitir autenticação de usuários em base local, servidor LDAP, RADIUS e TACACS;
- Deverá permitir funcionamento em modo bridge em camada 2, roteador em camada 3, proxy explícito e sniffer via espelhamento;
- Deverá possuir mecanismo de tratamento de sessão (session-helpers ou ALGs);
- Deve possuir suporte a criação de sistemas virtuais no mesmo appliance e que possam ser administrados por equipes distintas;
- Deverá permitir limitar o uso de recursos utilizados por cada sistema virtual;
- Deve suportar o protocolo padrão da indústria VXLAN;
- Permitir, para o gerenciamento da solução, interface de administração via web no próprio dispositivo;
- Deve permitir monitorar via SNMP o uso de CPU, memória, espaço em disco, VPN, situação do cluster, eventos de segurança e estatísticas das verificações de saúde da camada SD-WAN;
- Deve disponibilizar controle, inspeção e de-criptografia de SSL para tráfego de entrada e saída, sendo que deve suportar ainda o controle dos certificados individualmente dentro de cada sistema virtual, ou seja, isolamento das operações de adição, remoção e utilização dos certificados diretamente nos sistemas virtuais;
- Em caso de ser gerenciado de forma centralizada, o equipamento ofertado deverá continuar tratando o tráfego corretamente, sem causar interrupção das comunicações, mesmo no caso de queda da comunicação dos equipamentos com a solução de gerência centralizada;
- Deverá possuir conectores de SDN e dessa forma ser capaz de sincronizar de forma automática objetos;
- Deverá suportar ambientes multi-cloud;
- Deverá possuir a capacidade de criar automações através de gatilhos e ações, possibilitando uma atuação mais proativa;



Centralizador de Logs e Relatórios para os Equipamentos Firewall

- A solução deve ser baseada em máquina virtual ou appliance físico do mesmo fabricante da solução de NGFW, e ter como objetivo a centralização de logs e geração de relatórios para a solução;
- Poderá ser entregue em formato de appliance físico ou appliance virtual;
- Deverá estar devidamente licenciada para:
- Suportar a coleta de, no mínimo, 5 GB de logs diários;
- Permitir espaço de armazenamento de, no mínimo, 4 TB;
- Caso a solução seja entregue como appliance virtual, este deve suportar:
- Deve ser compatível com os hypervisor VMWare 6.5 e superiores, Hyper-V 2016 e superiores, e KVM;
- Não deverá existir limite para o número de vCPUs no appliance virtual;
- Não deverá existir limite para a expansão da memória RAM no appliance virtual;
- Deve suportar vMotion com o intuito de possibilitar alta disponibilidade da máquina virtual a nível de servidor físico. Caso esta funcionalidade não seja suportada, a solução deve ser entregue em alta disponibilidade;
- Caso a solução seja entregue como appliance físico, este deve suportar:
 - Pelo menos duas interfaces 1GE padrão RJ45;
 - Suportar a configuração de RAID 0 e 1 para os discos internos;
 - Possuir fonte de alimentação interna, redundante e hot-swap;
- Na data da proposta, nenhum dos modelos ofertados poderão estar listados no site do fabricante em listas de end-of-life e end-of-sale;
- Através da análise de tráfego de rede, web e DNS, deve suportar a verificação de máquinas potencialmente comprometidas ou usuários com uso de rede suspeito;
- Realizar agregação via pontuação, para geração de um veredito sobre máquinas comprometidas na rede e atividades suspeitas;
- Utilizar técnicas de machine learning para a captura de índices de comprometimento, através de URLs, domínios e endereços IPs maliciosos;
- Deve possuir um painel com as informações de máquinas comprometidas indicando informações de endereço IP dos usuários, veredito, número de incidentes etc.;
- Deve suporta a visualização de logs e geração de relatórios;
- Suporte a geração de relatórios de tráfego em tempo real, em formato de mapa geográfico;
- Suporte a geração de relatórios de tráfego em tempo real, no formato de gráfico de bolhas;
- Suporte a geração de relatórios de tráfego em tempo real, em formato de tabela gráfica;
- Deve ser possível ver a quantidade de logs enviados de cada dispositivo monitorado;
- Deve possuir mecanismos de remoção automática para logs antigos;
- Permitir importação e exportação de relatórios
- Deve ter a capacidade de criar relatórios no formato HTML, PDF, XML e CSV;
- Deve permitir exportar os logs no formato CSV;
- Deve permitir a geração de logs de auditoria, com detalhes da configuração efetuada, o administrador que efetuou a alteração e seu horário;
- Os logs gerados pelos dispositivos gerenciados devem ser centralizados nos servidores da plataforma, mas a solução também deve oferecer a possibilidade de usar um servidor Syslog externo ou similar;



- A solução deve ter relatórios predefinidos;
- Deve permitir o envio automático dos logs para um servidor FTP externo a solução;
- Deve ter a capacidade de personalizar a capa dos relatórios obtidos;
- Deve permitir centralmente a exibição de logs recebidos por um ou mais dispositivos, incluindo a capacidade de usar filtros para facilitar a pesquisa nos logs;
- Os logs de auditoria das regras e alterações na configuração do objeto devem ser exibidos em uma lista diferente dos logs relacionados ao tráfego de dados;
- Deve ter a capacidade de personalizar gráficos em relatórios, como barras, linhas e tabelas;
- Deve ter um mecanismo de "pesquisa detalhada" ou "Drill-Down" para navegar pelos relatórios em tempo real;
- Deve permitir que os arquivos de log sejam baixados da plataforma para uso externo;
- Deve ter a capacidade de gerar e enviar relatórios periódicos automaticamente;
- Permitir a personalização de qualquer relatório pré-estabelecido pela solução, exclusivamente pelo Administrador, para adotá-lo de acordo com suas necessidades;
- Permitir o envio por e-mail relatórios automaticamente;
- Deve permitir que o relatório seja enviado por e-mail para o destinatário específico;
- Permitir a programação da geração de relatórios, conforme calendário definido pelo administrador;
- Permitir a exibição graficamente e em tempo real da taxa de geração de logs para cada dispositivo gerenciado;
- Deve permitir o uso de filtros nos relatórios;
- Deve permitir definir o design dos relatórios, incluir gráficos, adicionar texto e imagens, alinhamento, quebras de página, fontes, cores, entre outros;
- Permitir especificar o idioma dos relatórios criados;
- Gerar alertas automáticos via e-mail, SNMP e Syslog, com base em eventos especiais em logs, gravidade do evento, entre outros;
- Deve permitir o envio automático de relatórios para um servidor SFTP ou FTP externo;
- Deve ser capaz de criar consultas SQL ou similares nos bancos de dados de logs, para uso em gráficos e tabelas em relatórios;
- Possibilidade de exibir nos relatórios da GUI as informações do sistema, como licenças, memória, disco rígido, uso da CPU, taxa de log por segundo recebido, total de logs diários recebidos, alertas do sistema, entre outros;
- Deve fornecer as informações da quantidade de logs armazenados e as estatísticas do tempo restante armazenado;
- Deve permitir aplicar políticas para o uso de senhas para administradores de plataforma, como tamanho mínimo e caracteres permitidos;
- Deve permitir visualizar em tempo real os logs recebidos;
- Deve permitir o encaminhamento de log no formato syslog;
- Deve permitir o encaminhamento de log no formato CEF (Common Event Format);
- Deve permitir gerar alertas de eventos a partir de logs recebidos;
- Deve suportar o serviço de Indicadores de Compromisso (IoC) do mesmo fabricante, que mostra as suspeitas de envolvimento do usuário final na Web e deve relatar pelo menos: endereço IP do usuário, nome do host, sistema operacional, veredito (classificação geral da ameaça), o número de ameaças detectadas;



Suporte e Garantia:

- Deverá ter Suporte 24/7 com acesso a atualizações de software e firmware durante o período de garantia.

Servidores Para Suporte à Operação

Aquisição de 2 (dois) Servidores para suporte à operação. Os servidores deverão ser fornecidos com as seguintes especificações técnicas:

Gabinete

- Deverá ocupar, no máximo, 2U de altura para instalação e uso em rack de 19" padrão de mercado;
- Deverá possuir, no mínimo, duas fontes de energia redundantes instaladas e configuradas;
- Deverá possuir, pelo menos, duas portas USB 2.0;
- Deverá ser possuir licença de sistema operacional Windows Server 2022 ou superior, no modelo Datacenter;

Processador

- Deverá possuir 2 (dois) processadores de arquitetura de servidor com tecnologia x86; com no mínimo 8 (oito) núcleos de processamento, clock frequência mínima de 1.8 GHz e turbo clock de no mínimo 3.0GHz, ou apresentar processador similar ou superior à estas configurações;
- Deverá ter no mínimo 15MB de memória cache;
- Deverá suportar memórias de até 4500 MT/s;

Memória

- Deverá possuir, no mínimo instalado de 64GB de memória RAM tipo DDR5 ECC
- Deverá suportar expansão para no mínimo 512GB;
- As memórias deverão ter frequência de trabalho de no mínimo 4500 MHz;

Armazenamento

- Deverá possuir no mínimo 2 discos rígidos instalados com a seguinte configuração:
 - 2 Discos rígido de 4 TB NL SAS ou SATA;
 - Configuração em RAID1
- Deverá suportar até 4 discos instalados internamente no servidor;

Conectividade e Recursos:

- Deverá possuir, no mínimo, duas portas de rede Gigabit Ethernet 10/100/1000, instaladas fisicamente;
- Deverá possuir, no mínimo, duas portas de rede 10 Gbps SFP+;
- Deverá possuir recursos para acesso remoto OOB (out-of-band);

Suporte e Garantia:

- Deverá ser fornecido com período de Garantia de 60 meses (5 anos) de garantia on-site com resposta no próximo dia útil.
- Deverá ter Suporte 24/7 com acesso a atualizações de software e firmware durante o período de garantia.



2.4.3.2. Cabeamento e Tomadas de Telecomunicações (TT)

O cabo para transmissão de dados deve ser Classe E/Categoria 6 com 4 pares trançados balanceados do tipo UTP, com condutores de cobre sólido nu de bitola 24 AWG, baixa emissão de fumaça e livre de halogênio (LSZH), isolados em Polietileno de Alta Densidade (PEAD), capa externa em PVC não propagante a chama. Todo cabeamento deverá ser certificado conforme norma específica.

Para o encaminhamento dos cabos entre o rack e as TT, é recomendado o uso de eletrocalhas lisas com tampa e também eletrodutos metálicos, cujas respectivas características estão listadas no capítulo 8 desta diretriz.

O comprimento físico de cada canal (trecho entre o equipamento e estação de trabalho) não deve exceder o limite de 100 m, previsto na norma NBR 14565. As terminações dos cabos devem ser devidamente identificadas, em relação às posições do conector e aos elementos correspondentes do cabo, através de identificadores alfanuméricos.

As posições das TT devem ser definidas com base no mobiliário previsto no projeto arquitetônico, no fácil acesso e na menor distância possível entre as tomadas de telecomunicações (TT) e as estações de trabalho. Cada TT deve ter um meio permanente de identificação que seja visível ao usuário e similar à identificação do cabo junto ao rack.

Devem ser previstos tomadas de telecomunicações (TT) para pontos de acesso de rede sem fio (rede wi-fi). As TT devem ser fêmea modular de 8 posições do tipo RJ-45, CAT. 6, com conexão IDC (conexão traseira), possuir corpo em material termoplástico de alto impacto não propagante à chama (tipo LSZH), suportar ciclos de inserção (parte frontal) igual ou superior a 750 vezes com conectores RJ-45 e ter espaço para inserção de ícones de identificação.

2.4.3.3. Conexões

Os cabos UTP devem ser conectados junto às TT e patch panel de acordo com a configuração do tipo T568A, que está representada na Figura 1 abaixo.



Figura 1- Configuração de terminação dos cabos junto às TT e Patch Panel



Fonte: Adaptada de NBR 14565:2019

2.4.3.4. Considerações sobre testes e comissionamento

Recomendamos que seja inserido no Memorial Descritivo texto sobre a necessidade dos testes e comissionamento do cabeamento estruturado. Um aspecto importante presente na NBR 14565 é a realização de testes e certificações do cabeamento estruturado. Esses testes têm como objetivo verificar se o cabeamento está em conformidade com os requisitos estabelecidos pela norma e se está funcionando de acordo com as especificações técnicas.

Esses testes incluem a verificação da integridade dos cabos, a qualidade das conexões e o desempenho geral do sistema de cabeamento, garantindo que ele atenda às demandas de conectividade de forma eficiente e confiável.

O responsável pela execução do cabeamento estruturado deverá se responsabilizar pelos testes e pelo comissionamento do cabeamento estruturado ao final da obra, devendo estes atender o previsto na NBR 14565.

2.4.4. PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

A norma ABNT NBR-5419 propõe um sistema de proteção externo com objetivo específico de minimizar o impacto da descarga atmosférica e drená-la diretamente ao aterramento, e um sistema de proteção interno com o intuito de minimizar os efeitos secundários da descarga atmosférica. A edificação referida deverá ter sua área protegida pelo SPDA, conforme contemplado na Norma ABNT NBR-5419:2015.

2.4.4.1. Projeto do PDA

O projeto elétrico do PDA atende aos requisitos previstos pela Norma ABNT NBR- 5419:2015, em detalhamento conforme segue:

NBR 5419-1:2015 – Princípios gerais;



NBR 5419-2:2015 – Gerenciamento de risco;

NBR 5419-3:2015 – Danos físicos a estruturas e perigos à vida;

NBR 5419-4:2015 – Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.

2.4.4.2. Documentação técnica do projeto

O projeto de PDA é constituído pelos seguintes documentos:

- a. Memorial Descritivo;
- b. Pranchas do projeto de PDA (SPDA + MPS);
- c. Lista de materiais com quantitativos;
- d. Anotação de Responsabilidade Técnica - ART.

2.4.4.3. Proteção contra descargas atmosféricas – PDA

O conjunto de medidas e instalações para Proteção contra Descargas Atmosféricas – PDA é estruturada através de dois itens:

- a. Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas – SPDA terá como referência a ABNT NBR-5419-3:2015 e abrange o Sistema Externo e o Sistema Interno;
- b. Medidas de Proteção contra Surtos – MPS terão como referência a ABNT NBR-5419-4:2015 e abrangem o Sistema Interno somente.

Essas medidas de proteção serão adotadas para reduzir os riscos, de acordo com o tipo de dano, da seguinte forma:

D1 - Danos a pessoas devidos a choque elétrico;

D2 - Danos físicos;

D3 - Falhas operacionais dos sistemas elétricos e eletrônicos.

2.4.4.4. SPDA - Sistema externo

O SPDA tem como objetivo dispersar para o solo, pelos caminhos mais curtos, toda a energia oriunda de uma descarga atmosférica que possa atingir as edificações onde está instalado. Consequentemente, esta medida reduz substancialmente os riscos inerentes contra o patrimônio humano e o patrimônio físico.



Devem ser levados em conta na definição da solução para o sistema externo do SPDA, A altura, a forma geométrica da edificação, tipos de materiais empregados, tipo da ocupação. Como estamos tratando da reforma de prédio para espaço de teatro, haverá fluxo intenso de pessoas no interior da edificação.

Elementos que fazem parte do sistema externo do SPDA:

- **Subsistema de Captação - Anel Superior.** O Subsistema de Captação é definido conforme o tipo de material e disposição da cobertura. O referido Subsistema é projetado conforme método escolhido e deve adequar-se aos níveis de proteção exigidos na quantidade e na forma dos captadores.
- **Subsistema de descida.** O número de descidas do SPDA externo é determinado em função do perímetro da edificação e do Nível de Proteção. A Norma ABNT NBR-5419:2015 determina que as descidas devem ser localizadas, preferencialmente, nos vértices principais da edificação, e as demais, distribuídas ao longo do perímetro, com espaçamentos regulares de acordo com o Nível de Proteção. Devido à circulação de pessoas em áreas próximas, estas descidas deverão ser deslocadas para atender os critérios de segurança, quando necessário;
- **Subsistema de aterramento - Anel Inferior.** A malha de aterramento será composta pelo conjunto formado pelo anel inferior, constituído por cabo de aço galvanizado a quente, e complementado com hastes de aterramento cobreadas enterradas verticalmente no solo. As hastes serão instaladas acompanhadas de uma caixa de inspeção que permitirá efetuar operações de manutenção e medições. Após instaladas, as hastes deverão ser cobertas com areia grossa. Todas as emendas da malha de aterramento serão realizadas através de solda exotérmica;

2.4.4.5. SPDA - Sistema Interno

O Sistema Interno de SPDA deverá ser isolado eletromagneticamente do Sistema Externo, até a equipotencialização prevista, em um ponto do anel inferior/aterramento. Assim, deverão ser observados os efeitos do Subsistema de Descida nas áreas de ocupação, circulação interna e previstas as medidas de proteção cabíveis. Adicionalmente, a instalação elétrica e seus equipamentos deverão ser devidamente aterrados e equipotencializados.

Deverá ser executado o aterramento e a equipotencialização de corrimãos metálicos, portas metálicas, bebedouros, coberturas metálicas, etc. O aterramento deve ser feito para equipotencializar essas massas metálicas e amenizar a possibilidade de um centelhamento interno em caso de uma descarga atmosférica.

2.4.4.6. Detalhes construtivos do sistema de SPDA

A - Fixação. Elementos captadores e condutores de descidas devem ser firmemente fixados de forma que as forças eletrodinâmicas e mecânicas não causem afrouxamento ou quebra de condutores. A fixação dos



condutores do SPDA deve ser realizada conforme recomenda a Norma ABNT NBR-5419:2015, em distância máxima assim compreendida:

- a. até 1,0m para condutores flexíveis (cabos e cordoalhas) na horizontal;
- b. até 1,5m para condutores flexíveis (cabos e cordoalhas) na vertical ou inclinados;
- c. até 1,0m para condutores rígidos (fitas e barras) na horizontal;
- d. até 1,5m para condutores rígidos (fitas e barras) na vertical ou inclinados;

B - Conexões. O número de conexões ao longo dos condutores deve ser em menor número possível. As conexões devem ser feitas de forma segura, por meio de solda ou conexões mecânicas de pressão (se embutidas em caixas de inspeção) ou compressão. É previsto o uso de conectores para ensaios, os quais são obrigatórios, a serem instalados próximos do solo (altura de 1,5m a partir do piso) de modo a proporcionar fácil acesso.

C - Material, configuração e área de seção.

- O material, configuração e área de seção dos condutores de captação, hastes captoras e condutores de descida terão a seguinte especificação: Alumínio, Barra chata, com área de 7/8"x1/8".

- O material, configuração e área de seção dos condutores de eletrodo de

aterramento terão a seguinte especificação: Aço galvanizado a quente, Encordoado, com área de 70mm²

2.4.4.7. Medidas de proteção contra surtos - MPS

As Medidas de Proteção contra Surtos - MPS devem garantir os níveis de segurança

e operacionalidade através da instalação e coordenação de Dispositivo de Proteção contra Surtos - DPS nos quadros da instalação elétrica.

2.4.4.8. Dispositivo de proteção contra surtos – DPS.

A Norma ABNT NBR-5419:2015 exige o emprego do DPS contra descargas atmosféricas, denominado de Classe I, no painel de entrada de qualquer edificação. Esta exigência está condicionada diretamente à existência de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas na edificação ou ainda, a entrada de energia ser suprida por rede aérea. Para demais pontos da instalação elétrica, emprega-se o DPS denominado de Classe II, para a proteção contra surtos oriundos da rede.

Para o emprego do DPS deve ser realizado um estudo prévio do projeto elétrico da instalação, os dispositivos devem ser posicionados na planta baixa e na interface de domínio entre cada Zona de Proteção contra Raios (ZPR). Existe também a necessidade de equipotencializar a estrutura considerada.



2.4.4.9. Aterramento funcional

Para proteção contra choques elétricos por contato indireto todos os circuitos devem dotados de condutor de proteção (terra), caracterizando o sistema proteção como Classe I.

O esquema utilizado no aterramento funcional será o TN-S (condutor neutro e condutor de proteção distintos, conforme indica a ABNT NBR-5410).

Os eletrodutos metálicos devem ser aterrados em um único ponto, próximo ao CD ao qual correspondem os circuitos que transportam. Todos os pontos metálicos, carcaças de equipamentos, corrimãos, deverão ser aterrados. Objetos como: portas, portões metálicos, coberturas metálicas novas e existentes também serão aterrados com cordoalha de 16mm² com interligação à malha de aterramento.

2.4.4.10. Ligação equipotencial

Todo o sistema de aterramento deverá ser interligado a partir do Barramento de Equipotencialização Principal (BEP) à malha principal da edificação. Os portões metálicos de acesso, toda ferragem metálica, etc, sujeitos ao acesso de pessoas, deverão ter as suas bases aterradas diretamente ao anel inferior, garantindo a equipotencialização.

2.4.4.11. Ensaio de medição da malha de aterramento.

A norma ABNT NBR-5419:2015 coloca como elemento essencial a formação do anel inferior e a continuidade em todos os pontos. Além disso, recomenda, para o caso de eletrodos não naturais, uma resistência de aproximadamente 5Ω, em qualquer época do ano, como forma de reduzir os gradientes de potencial no solo.

A norma também trata dos afastamentos recomendados para diminuir a probabilidade de centelhamento perigoso. Além da medição ôhmica do Subsistema de Aterramento, a continuidade de cada ponto de aterramento também deve ser testada e em cada sentido de condução. Os demais Subsistemas deverão ter os seus pontos de conexão testados, em todas as direções de condução, garantindo a sua continuidade e a eficiência das conexões.

O Subsistema de Descida deve possuir caixas de medição para efetuar as medições de continuidade e ôhmicas associadas. Com os Subsistemas interligados, deve-se, através de medição, garantir o valor ôhmico estabelecido em norma de todo conjunto do SPDA e a equipotencialidade, através da interligação sólida entre todas as malhas constituintes, sintetizando uma única malha.



2.4.4.12. Considerações sobre manutenção e inspeção do sistema de SPDA

Recomendamos que seja inserido no memorial descritivo trecho sobre a necessidade de manutenção e inspeção do sistema de SPDA. A eficácia de qualquer SPDA depende da sua instalação, manutenção e métodos de ensaio utilizados. O objetivo das inspeções é assegurar que:

- a. O SPDA esteja de acordo com o projeto baseado na Norma ABNT NBR-5419;
- b. Todos os componentes do SPDA estejam em boas condições, capazes de cumprir suas funções;
- c. Qualquer nova construção ou alteração das condições iniciais previstas em projeto, além de tubulações, linhas de energia e sinal que adentrem a estrutura estejam
- d. incorporadas ao SPDA, se enquadrando na ABNT NBR-5419.

As inspeções devem ser feitas como a seguir:

- a. Durante a construção;
- b. Após a instalação do SPDA, no momento da emissão do “as built”;
- c. Após alterações ou reparados, ou quando houver suspeita de que a estrutura foi atingida por uma descarga atmosférica;
- d. Inspeção visual, semestralmente;
- e. Inspeção realizada por profissional habilitado e capacitado a exercer essa atividade,
- f. com emissão de documentação pertinente a cada três anos.

A regularidade das inspeções é condição fundamental para a confiabilidade de um SPDA. O responsável pela estrutura deve providenciar a manutenção do sistema, baseado nos danos encontrados e nas recomendações emitidas no relatório técnico do profissional. Importante: Inspeções, ensaios e manutenções não devem ser realizados durante a ameaça de tempestades.

2.4.4.13. Generalidades do projeto e execução de obra Considerando as questões técnicas elaboradas anteriormente, seguem orientações gerais como:

- a. Garantir a execução da obra conforme projeto elétrico e o perfeito funcionamento das instalações dentro das condições desejadas, parâmetros especificados, critérios de segurança, operação dos dispositivos e equipamentos, atendimento de qualidade do material especificado, qualidade na montagem e instalação, sendo estes critérios sob inteira responsabilidade da empresa executante e da fiscalização da obra, cabendo à fiscalização, orientar ou impugnar quaisquer serviços ou materiais empregados que não estiverem em conformidade com a especificação projetada;



- b. Os materiais e equipamentos a serem instalados na obra, devem ser apresentados previamente à fiscalização de obras; e/ou apresentados catálogos dos materiais ofertados, evitando desta forma a instalação de materiais ou produtos em desconformidade com o especificado;
- c. No final da execução da obra, deverá ser anexado a documentação As Built ao processo, para que sejam consideradas todas as especificações conforme projeto e/ou modificações efetuadas;

2.4.5. GRUPO MOTOR GERADOR (GMG)

O projeto de instalação de um grupo gerador (composto por duas unidades geradoras) diesel deve ser capaz de atender a totalidade da edificação, operando como Geradores de Emergência sempre que o fornecimento de Energia Elétrica convencional sofrer uma falha.

Desta forma, grande parte do tempo os geradores ficaram desligados, funcionando somente em caso de necessidade.

O grupo gerador deve ser equipado com uma unidade de supervisão de corrente alternada automática, destinada a efetuar o comando, medição e proteção de grupos geradores. Deve ainda ser projetado para funcionamento automático, acompanhado de quadro de comando, proteção e chave de transferência automática, os quais fazem parte do sistema e devem, portanto, ser da mesma procedência ou marca. Deve ainda contar com um Quadro de Transferência Automática (QTA).

No dimensionamento do grupo gerador, foi estimada uma potência instalada de 500 KVA, onde a potência demandada estimada seria de 470 KVA. Considerar o dimensionamento de contadoras providas de relés de tempo regulados de modo a escalonar o atendimento, funcionando em redundância, onde em caso de falha de um gerador o outro assume o abastecimento de energia.

A conexão elétrica do Gerador Elétrico às Instalações Elétricas é feita em somente um ponto de tal forma, que as cargas a serem atendidas estarão diretamente à jusante deste ponto de conexão. Este ponto de conexão é feito formalmente através de um dispositivo chamado de Quadro de Transferência Automático – QTA, que tendo somente uma saída direta para as cargas selecionadas, opta de forma alternativa e exclusiva, a entrada de energia de forma convencional ou a partir do Gerador de Emergência. Esta entrada possui intertravamento para evitar simultaneidade ou falha operacional. Além disto, possui um painel de comando para monitorar o funcionamento do Grupo Gerador. O Grupo deverá ter todos os sistemas de proteção mecânicos e eletroeletrônicos para o bom funcionamento do Grupo e evitar avarias funcionais.

Complementarmente ao Grupo, haverá um sistema de arrefecimento, um sistema silenciador na saída do escapamento, um sistema antivibratório na base, um sistema antirruído na sala ou carenagem do equipamento, tanque de combustível e tanque de contenção e sistema de partida automática com preaquecimento. Para atendimento das condições mínimas de trabalho os Geradores deverão produzir no ambiente externo no máximo 75dB, e sendo Carenado, deverá optar por contêiner Super Silenciado. Também o escapamento deverá ser silencioso do tipo hospitalar com 29dB.



Para monitoramento e comando a distância, o grupo Gerador deverá prever Recurso para comunicação via App/celular e via computador, disponibilizando monitoramento do equipamento e dados da rede de energia elétrica, como também comando /Operação remota. Oferecer Tecnologia empregada deverá ser GPRS via 4G ou comunicação Ethernet.

Os Grupos Motores Geradores deverão ser instalados dentro das salas previstas.

Gerador de Emergência em Sala - Conjunto motor-gerador instalado em sala exclusiva e fechado, conectado através de chave de transferência sempre que faltar Energia Elétrica da fonte principal, instalado em sala com proteção acústica, porta corta-fogo, tanque de combustível e tanque de contenção para prevenção de risco ambiental.

Deverá constar no Memorial Descritivo: "O Gerador Elétrico por ser um conjunto eletromecânico dinâmico, deverá ser colocado em teste na hora de entrega ao CONTRATADO". Esta condição deverá ser evidenciada no Projeto Elétrico em suas observações Gerais. É uma condição imprescindível e, portanto, o Grupo Gerador Elétrico deve ser colocado em marcha Manualmente e Automaticamente. A simulação de falta de Energia Elétrica e testes com 50% e 100% da carga especificada deverão ser INDISPENSÁVEIS. Demais averiguações complementares de monitoração e comando deverão acompanhar as operações de entrega do equipamento junto com a Instalação Elétrica em funcionamento.

Garantias operacionais do conjunto bem como assistência técnica deverão cobrir prazo mínimo de 12 meses, ficando demais prazos ou necessidades específicas firmados em CONTRATO. A Garantia deverá ter prazo iniciado somente após a entrega formal em funcionamento do equipamento e com data registrada na Nota Fiscal – NF. Deverá vir acompanhado ao equipamento: manuais de operação, manutenção bem como descritivo técnico e referência das peças do conjunto, principalmente elementos de manutenção periódica.

Adicionalmente à entrega, faz necessário durante a mesma a instrução e treinamento mínimo de 8 horas de profissionais a serem designadas pela CONTRATADA.

No caso de Geradores especiais ou que funcionem em regime de paralelismo com a Rede Convencional, os Projetos Elétricos serão especiais e somam detalhamento construtivo e de instalação particular para cada situação. Desta forma, deverão ser estudados separadamente e apreciados pelos órgãos de regulamentação: a Concessionária de Energia Elétrica local, órgãos ambientais e demais procedimentos de regularização da Instalação/operação do Gerador Elétrico.

2.4.6. SISTEMAS DE EMERGÊNCIA E BOMBAS DE INCÊNDIO PARA PPCI

Para o projeto elétrico das bombas de incêndio voltadas ao sistema PPCI (Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio), é fundamental seguir algumas recomendações e cuidados específicos, devido à função vital desse sistema na segurança do edifício. Abaixo estão alguns pontos em destaque:

- a. Alimentação Elétrica de Emergência.



Fonte de energia principal: As bombas de incêndio devem ser alimentadas por uma fonte de energia dedicada e independente de outros sistemas não essenciais do prédio.

Fonte de backup: É crucial prever uma fonte de alimentação secundária ou de emergência, como geradores, para garantir o funcionamento contínuo das bombas em caso de falha da rede elétrica principal.

b. Proteção contra Fogo. Todos os componentes do sistema elétrico das bombas de incêndio como cabos e quadros de distribuição, devem ser instalados em locais que tenham proteção contra chamas e altas temperaturas. O uso de eletrodutos metálicos resistentes ao fogo, ou materiais equivalentes, é recomendado para proteger os cabos de danos causados por incêndios.

c. Autonomia e Testes Regulares. O sistema deve ter capacidade de operar de forma autônoma por um período mínimo, conforme indicado nas normas aplicáveis. É importante realizar manutenções e testes periódicos para verificar a integridade e o funcionamento do sistema de alimentação e das bombas. Os testes são essenciais para garantir que estejam prontas para operar em qualquer eventualidade.

d. Aterramento. As bombas de incêndio e todos os componentes associados devem ser adequadamente aterrados para evitar riscos de choques elétricos e garantir a segurança do sistema. O sistema de aterramento deve seguir as normas vigentes e garantir baixa resistência de aterramento.

e. Proteção Contra Sobrecorrente e Curto-Circuito. Os dispositivos de proteção devem garantir a atuação somente em condições críticas, evitando desligamentos acidentais, especialmente durante situações de emergência. Utilize disjuntores com características adequadas ao tipo de motor, para suportar as altas correntes de partida sem causar interrupções.

f. A alimentação do quadro elétrico (QBT), do reservatório de água para combate ao incêndio, será exclusiva a partir do painel de medição existente da edificação, com correspondente proteção elétrica e medição de energia individual.

Essas recomendações visam a garantir a eficiência, segurança e confiabilidade do sistema de bombas de incêndio para o PPCI, assegurando que a instalação elétrica atenda aos requisitos de segurança e operação contínua durante emergências.

2.4.7. GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

a. O sistema de geração fotovoltaica deverá ser dimensionado para gerar o máximo de energia possível, respeitando as limitações de área definidas no projeto arquitetônico e as limitações impostas pelas possibilidades de conexão com a rede da concessionária.

b. Para elaboração do projeto executivo, a empresa contratada deve realizar análise prévia das instalações civis, elétricas e de SPDA, com elaboração de relatório técnico com indicação das eventuais adequações necessárias, tendo em conta também o acesso aos elementos a instalar.



O local para instalação dos módulos fotovoltaicos tem como proposta inicial a cobertura da edificação do CEGIRD, usando a face oeste da cobertura, entendendo que esta terá um melhor aproveitamento da luz solar para posicionar os painéis fotovoltaicos e os inversores que vão para o QGBT ficarão localizados dentro da casa de máquinas do elevador, também na cobertura do edifício, conforme documento (6.5-ELE).

c. O projeto executivo deverá ainda ser realizado a partir de simulação de produção anual de energia através de software especializado que permita simular as características reais dos equipamentos a serem instalados, os dados climatológicos da localidade, as influências de sombras, da inclinação dos módulos e de demais fatores na geração de energia do sistema fotovoltaico.

d. Na arquitetura do sistema de geração fotovoltaica deverá ser considerado que a topologia da rede elétrica deverá permitir que se realizem medições em tempo real para balanço de energia, gerada, consumida e exportada. Tais medições serão objeto de monitoramento e gerenciamento remoto pelo sistema especificado.

e. O projeto executivo deverá conter os detalhes e desenhos técnicos e todas as informações necessárias para a instalação dos painéis, das strings, dos inversores, da estrutura de suporte e demais componentes do sistema, com as respectivas ART's.

f. O projeto executivo ainda deverá conter memorial de cálculo, memorial de quantitativos, memorial de especificações de todos os equipamentos, bem como qualquer outro documento necessário (manuais, catálogos, guias, etc.) que contenham informações quanto ao armazenamento, estocagem e instalação do sistema.

g. O Projeto deverá ser devidamente aprovado junto à Concessionária de Energia do estado. A documentação de projeto deverá estar em conformidade com a IEC 62446, e demais normas brasileiras e/ou internacionais devendo incluir os dados básicos do sistema e as informações relacionadas com o projeto executivo, contendo, pelo menos:

- localização do projeto.
- capacidade do sistema (CA e CC).
- especificações detalhadas dos módulos fotovoltaicos e inversores – fabricante, modelo, quantidade.
- identificação dos projetistas responsáveis técnicos pelo sistema.
- especificações gerais dos arranjos.
- desenhos de layout dos arranjos.
- especificação dos dispositivos de proteção contra sobretensão.
- sistema de aterramento e proteção de sobretensão.



- a. Após a aprovação do projeto executivo, a empresa contratada deverá providenciar a sua respectiva aprovação junto a Concessionária de Energia Elétrica, onde serão cumpridos os prazos previstos na sua respectiva norma técnica. As demais aprovações, eventualmente necessárias, tais como aprovação junto a Prefeitura Municipal, Corpo de Bombeiros, etc., também correrão por conta da contratada.
- b. Os geradores devem ser instalados e colocados em funcionamento seguindo rigorosamente o estabelecido pela Resolução Normativa 687/2015 da ANEEL. Todos os componentes do SFCR (Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede) devem estar de acordo com as normas brasileiras e/ou internacionais, garantindo qualidade, integridade e desempenho em conformidade com as especificações após sua instalação.
- c. Antes da realização do comissionamento a contratada deverá entregar em meio digital/DWG e impresso o As-Built da instalação, o qual será conferido durante o processo, e, caso haja necessidade, adaptado para atender às exigências feitas no mesmo. Havendo necessidade de adaptações no projeto após o comissionamento, o As Built retificado deverá ser entregue como um dos documentos necessários para a emissão do Termo de Recebimento Definitivo.

2.4.7.1. Considerações sobre manutenção e inspeção do sistema de energia solar

- a. Durante todo o período de 12 (doze) meses, após a entrega do projeto, a contratada será responsável pela operação e manutenção de todo o sistema fotovoltaico.
- b. Os trabalhos devem ser realizados de acordo com as normas de Segurança do Trabalho nacionais, e caso estas não se adequem as atividades a serem realizadas, deverão ser adotadas normas internacionais.
- c. Por se tratar de atividades de operação e manutenção elétrica na maioria do tempo, deverá ser adotada a respectiva NR (Norma Regulamentadora de Segurança no Trabalho) de Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade.
- d. Deverão ser instaladas placas de advertência em locais que ofereçam risco aos trabalhos de operação e manutenção e a eventuais visitantes e invasores no local. Portanto, devem ser seguidas as normas que afetam essa matéria.
- e. EPC's – Equipamentos de Proteção Coletiva e, ferramentas de acordo com as NR's acima mencionadas para trabalhos em eletricidade, em alturas e em equipamentos energizados.
- f. Além das ferramentas, instrumentos e equipamentos para operação e manutenção, a Contratada também deverá fornecer todos os materiais de consumo para execução dos serviços de manutenção de acordo com as recomendações dos fabricantes.
- g. A contratada também será responsável por manter a limpeza e a integridade das instalações de energia fotovoltaica, não se limitando a limpeza dos equipamentos (principalmente módulos fotovoltaicos).



cos) e demais equipamentos, como também dos ambientes onde os serviços foram executados ou que foram influenciados por eles.

h. Além do já citado, os serviços de manutenção preventiva devem incluir, no mínimo, as seguintes ações a serem realizadas:

- limpeza de todos os módulos fotovoltaicos, inversores e respectivas estruturas, trimestralmente;
- manutenção de sistema de energia solar a ser realizada mensalmente ou sempre que necessário. Isto inclui os seguintes itens:

- limpeza do ambiente;
- verificação dos demais sistemas de controle, segurança e monitoramento do sistema;
- testes de continuidade da malha de aterramento a ser realizado semestralmente.
- relatórios de geração mensal da planta solar fotovoltaica;
- inspeção visual da usina, verificando conexões elétricas entre módulos, string boxes, quadros de distribuição, além das estruturas metálicas e pontos de fixação dos módulos a ser realizado trimestralmente;
- análise termográfica de módulos, conexões elétricas e equipamentos a ser realizado trimestralmente.

A ideia de pleno funcionamento do sistema deve ser entendida como todo o conjunto necessário para que o sistema fotovoltaico opere dentro das características técnicas descritas neste termo de referência.

2.4.8. SISTEMA DE CFTV

2.4.8.1. Circuito fechado de TV CFTV

A proposta inicial para o sistema de CFTV prevê a seguinte infraestrutura: Ele partirá da sala técnica, onde será instalada a central de monitoramento, através de eletrodutos de ferro galvanizado intercalados com condutores metálicos de passagem para a ligação dos equipamentos de monitoração (câmeras).

A alimentação das câmeras, preferencialmente, deverá partir do rack de equipamentos do sistema de CFTV e deverá ser em extra baixa tensão (24Vcc), com a força incorporada ao cabo de sinal. A empresa responsável pelo projeto deverá fornecer, antes da execução, projeto de todo o sistema (tipo de câmeras, tipo de condutor, especificação do sistema de gravação e dos monitores) para aprovação da construtora.

Toda a edificação deverá ser monitorada 24x7. O acesso aos ambientes deverá ser restrito. Todos esses sistemas poderão ser gerenciados através de um único sistema integrado de monitoramento ambiental, quando necessário.



- CFTV: Sistema de CFTV com guarda de imagem em período de 90 dias de gravação por movimentação em servidor e sistema HID. Instalação de câmeras de monitoramento tipo IP-POE, 2Mpixel, para os seguintes ambientes:
 - o Perímetro: Deverá ser realizado o monitoramento perimetral do empreendimento, onde deverão ser instaladas uma quantidade de câmeras externas, fixas, que permitam o monitoramento de 100% do gradil e muro perimetral do empreendimento
 - ☐ Considerar no mínimo – 5 câmeras instaladas em poste com altura de 4m.
 - o Estacionamento: Deverá ser realizado o monitoramento geral para identificação de incidentes como abaloamentos e roubos/furtos.
 - ☐ Considerar no mínimo – 3 câmeras instaladas em poste com altura de 4m.
 - o Ambientes internos: Considerar conforme abaixo:
 - ☐ Térreo:
 - Recepção/Hall de Entrada – 1 câmera
 - Foyer auditório – 1 câmera
 - Auditório – 1 câmera
 - Circulação 01 – 2 câmeras
 - Circulação 03 – 1 câmera
 - Data Center – 2 câmeras
 - Sala UPS – 1 câmera
 - Sala POP – 1 câmera
 - Hall Governador – 1 câmera
 - ☐ 1º Andar:
 - Hall Elevador Governador – 1 câmera
 - Recepção do Gabinete do Governador Hall Governador – 1 câmera
 - Circulação 05 – 1 câmera
 - Circulação 06 – 1 câmera
 - Circulação 07 – 1 câmera
 - ☐ 2º Andar:



- Circulação 08 – 1 câmera
- Circulação 09 – 1 câmera
- Circulação 10 – 1 câmera
- Recepção do Gabinete do Coordenador Estadual – 1 câmera
- Hall Elevador Coordenador Estadual – 1 câmera

2.4.10. SISTEMA DE SEGURANÇA PATRIMONIAL

Está prevista uma espera para ligação de central de alarme patrimonial junto à uma das salas técnicas. Da central de alarme partirão eletrodutos de ferro galvanizado intercalados com condutores metálicos de passagem para a ligação dos equipamentos de monitoração (sensores de presença, teclados numéricos, etc.).

a. Sistema de controle de acesso para portas dos ambientes críticos e operacionais, além do controle de acesso por catracas da recepção, eclusa de pedestres na portaria e cancela para veículos:

o Sistema interno de controle de acesso: Dados a partir de servidor com software instalado e rede de dados para interligação com os pontos de controle de acesso;

☐ Térreo:

- Circulação 01
- Circulação 03
- Data Center
- Sala UPS
- Sala POP
- Sala Técnica 01

☐ 1º Andar:

- Hall Elevador Governador
- Gabinete do Governador Hall Governador
- Sala Técnica 02

☐ 2º Andar:

- Hall Elevador Coordenador Estadual
- Gabinete do Coordenador Estadual



- Sala Técnica 03
- o Recepção: Contrará com catracas para acesso a pedestres e cadeirantes.
- o Portaria:
 - ☐ Dois portões configurando um ambiente ecluso, com comando de abertura e fechamento interno à portaria.
 - ☐ Duas cancelas, com acionamento elétrico para liberação de entrada e saída de veículo.
- o Ambientes internos - operacionais e circulação: deverão ser posicionadas 1 câmera interna com visualização da entrada, pós controle de acesso e uma geral, para monitoramento do ambiente.
- Supervisório/BMS: Sistema de monitoramento de infraestrutura dotado de servidor, software tipo SCADA ou similar e rede de dados compartilhada com sistema de segurança para monitoramento de equipamentos elétricos e ar-condicionado dos ambientes:
 - o Data Center
 - o Sala UPS
 - o Sala POP
 - o Centro integrado
 - o Sala 01
 - o CODEC.

2.4.9 AUTOMAÇÃO

A proposta inicial de automação prevê a automatização das cortinas e nos sistemas de infraestrutura básica e emergência do prédio, como bombas, controle de acesso, monitoramento de consumo de energia, climatização.

3. MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS

- a. Lista de materiais/equipamentos deve conter apenas itens que serão instalados durante execução da obra, não devem constar àqueles que serão adquiridos posteriormente pelo interessado, demandante, provedor de serviços ou distribuidora de energia.
- b. Lista de materiais/equipamentos deve refletir exatamente o quantitativo final para fins de orçamento.



c. A escolha dos materiais/equipamentos a serem especificados em projeto devem considerar questões de ordem econômica, operacional, durabilidade, manutenção e de disponibilidade no mercado legal.

d. Quadros de distribuição:

☐ Devem ser de sobrepor e com invólucro metálico;

☐ Devem ter capacidade adequada à quantidade de componentes que irá abrigar, observando item 7.2.19;

☐ Quando instalados em área interna (abrigada), devem ter grau de proteção IP2X ou superior;

☐ Quando instalados em área externa, devem ter grau de proteção IP55 ou superior;

☐ Devem ser dotados de barramentos de fase, neutro e proteção/terra com capacidades nominais compatíveis à carga prevista em projeto;

☐ Acesso às partes vivas só deve ser possível por meio de ferramenta apropriada, conforme ABNT NBR 13570:2021, visando a impedir tal acesso por pessoas não advertidas (BA4) ou não qualificadas (BA5), segundo ABNT NBR 5410:2004;

☐ Devem dispor de porta documentos;

☐ Junto à porta externa, devem ser providos de identificação que seja legível e não facilmente removível (exemplo: "QGBT – ALIMENTAÇÃO 220/127 V");

☐ Devem estar em conformidade com a ABNT NBR IEC 61439-3:2017.

e. Dispositivos de Proteção:

☐ Disjuntores: devem ser do tipo termomagnético, padrão DIN, curva B ou C e com capacidades nominais e quantidades de polos conforme indicado em planta. Os disjuntores gerais dos quadros elétricos, de proteção dos circuitos alimentadores que saem do QGBT e a montante dos DPS devem ter capacidade de interrupção mínima de 10 kA, demais disjuntores devem ter capacidade de interrupção mínima de 5 kA.

☐ Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS). Exemplo de especificação: tipo I+II, monopolar, Imáx 60 kA, In 20 kA, Iimp 12,5 kA, Uc 275 V e Vp ≤ 1,5 kV.

☐ Dispositivo Diferencial-Residual (DR): corrente diferencial-residual de 30 mA, tetrapolar e com In conforme indicado em planta.

f. Condutores:

☐ Os condutores elétricos empregados nos circuitos terminais deverão ser de cobre flexível, encordoamento classe 5, com isolamento em 450/750 volts e com seção mínima de 2,5 mm².



Os condutores elétricos empregados em circuitos alimentadores deverão ter condutores de cobre flexível, encordoamento classe 5, com isolamento em composto EPR 0,6/1kV e com seção especificada em projeto.

Eletrodo de aterramento: cabo de aço galvanizado à quente nu #70mm².

Todos os condutores devem atender à NBR 13248 quanto a não propagação de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos.

g. Condutos/encaminhamentos:

Eletroduto metálico: deve ser rígido de aço-carbono galvanizado a fogo, fornecido com luva rosqueada em uma das extremidades e conforme NBR 5598, quando instalados em área externa.

Eletroduto de plástico aparente: deve ser rígido em PVC, de encaixe e de diâmetro nominal mínimo de Ø25mm. Deverão ser fixados às caixas de mesmas características. A fiscalização deverá ser consultada para a definição da cor desses elementos em cada ambiente.

Eletroduto subterrâneo: deve ser em PEAD flexível.

Conduletes metálicos: devem ser fabricados em liga de alumínio, com diâmetros nominais conforme indicado em planta, tipo múltiplo X. Devem atender NBR 15701.

Curva de 90°: deve ser de aço similar ao empregado nos eletrodutos ou em ferro maleável, assim como revestida com o mesmo revestimento aplicado no eletroduto.

Luvas: devem ser revestidas externamente com o mesmo revestimento aplicado ao eletroduto.

Eletrocalha lisa: deve ser metálica com tratamento galvanizado, lisa, com tampa, tipo "C", chapa mínima de 20 USG e com dimensões definidas em projeto. Todos os elementos de união, conexão, mudança de nível ou trajetória deverão pertencer a linha de produtos do fabricante e concebidos em projeto (Proibido dobrar, recortar, confeccionar peças a partir de sobras de Eletrocalha na Obra).

Eletrocalha perfurada: deve ser metálica com tratamento galvanizado, perfurada, com tampa, tipo "C", chapa mínima de 20 USG e com dimensões definidas em projeto. Todos os elementos de união, conexão, mudança de nível ou trajetória deverão pertencer a linha de produtos do fabricante e concebidos em projeto (Proibido dobrar, recortar, confeccionar peças a partir de sobras de Eletrocalha na Obra).

Barra de perfilado: deve ser do tipo perfurado de aço carbono galvanizado, com tampa e com dimensões especificadas em projeto.

Box reto: deve ser de alumínio com rosca, parafuso e arruela.

Saídas para perfilado: devem ser metálicas do tipo lateral ou superior e com diâmetros conforme indicado em planta.



☐ Saídas para eletrocalha: devem ser metálicas do tipo horizontal ou vertical e com diâmetros conforme indicado em planta.

☐ Tê para eletrocalha: devem ser metálicos do tipo horizontal 90° ou vertical lateral, perfurado ou liso e com dimensões conforme indicado em planta.

☐ Curvas para eletrocalha: devem ser metálicas do tipo vertical 90°, interna ou externa, perfurada ou lisa e com dimensões conforme indicado em planta.

☐ Redução, emenda e flange para eletrocalha: devem ser metálicas com dimensões conforme indicado em planta.

h. Luminárias e Lâmpadas:

☐ Luminária de 1200 mm: deve ser modelo comercial de sobrepor para 2 lâmpadas LED T8 tubular de 1200 mm, em chapa de aço com pintura eletrostática branca.

☐ Luminária de 600 mm: deve ser modelo comercial de sobrepor para 2 lâmpadas LED T8 tubular de 600 mm, em chapa de aço com pintura eletrostática branca.

☐ Arandela LED: deve ser do tipo arandela tartaruga para montagem em parede com corpo em polycarbonato, polipropileno ou alumínio; soquete tipo E27 e capacidade para 1 lâmpada LED. Quando aplicada em ambiente externo, deve ter grau de proteção IP54 ou superior.

☐ Refletores – prédio do teatro: deve ser do tipo LED de 150W, com fotocélula, grau de proteção de IP66 ou superior.

☐ Lâmpada LED tubular de 1200 mm: deve ter potência igual a 18 W, bivolt, tipo T8, com fluxo luminoso ≥ 1850 lm e temperatura de cor dentre 4000 e 5000 K.

☐ Lâmpada LED tubular de 600 mm: deve ter potência igual a 18 W, bivolt, tipo T8, com fluxo luminoso ≥ 900 lm e temperatura de cor dentre 4000 e 5000 K.

☐ Lâmpada LED bulbo: deve ter potência igual ou superior a 7,5 W e base tipo E27.

☐ Luminárias de emergência: devem possuir autonomia mínima de 1 hora, fluxo luminoso igual ou superior a 300 lúmens, temperatura de cor entre 3000 K e 6000 K e, quando previstas em área externa, com grau de proteção IP65 ou superior. Devem atender norma NBR 10898.

☐ As luminárias originais existentes no local, serão restauradas e utilizadas na proposta de reforma e ampliação do Teatro do IPE. Elas serão locadas onde foram instaladas originalmente. Essas luminárias apresentam medida de 1,20m (um metro e vinte centímetros) de diâmetro e complementarão a iluminação funcional da Sala de Espetáculos, composta pelo hall, plateia e palco.



i. Tomadas de Corrente, Interruptores e Pontos de Força:

☐ Tomada de corrente: deve ser do tipo 2P+T, com capacidade de 10 A - 250 VCA ou com capacidade de 20 A - 250 VCA, conforme indicado em planta.

☐ Interruptores do tipo simples, duplo e paralelo: devem possuir características técnicas de 10 A - 250 VCA.

j. Conexões

☐ Terminais para condutores dentro dos quadros elétricos: devem ser do tipo tubular, para conexão junto a disjuntores e DPS; e garfo, para conexões aos barramentos, nas de bitolas de #2,5mm², #4mm², #6mm², #10mm² e #16mm², conforme planta. Conectados mediante ferramenta adequada.

☐ Terminal de compressão olhal: deve ser de cobre com revestimento estanhado, com resistência a oxidação e corrosão. Deverá ser aplicado aos condutores dos alimentadores e de aterramento principal dos quadros elétricos, conforme bitolas indicadas em planta.

☐ Solda exotérmica: deve ser realizada através de molde e pontos de solda que possibilitem a conexão entre haste de aço-cobreada de Ø3/4" x 2,4 m e condutores de aço galvanizado à quente nu #70 mm² (eletrodo de aterramento) e de cobre #35 mm².

☐ Conector para chuveiro elétrico: deve possuir corpo em porcelana, terminais em latão, capacidade para 50 A e indicado para condutores de até #10 mm².

l. Aterramento

☐ Caixa de inspeção: deve ser tubular ou quadrada, composta por corpo e tampa em concreto, com dimensões de Ø30 cm x 30 cm.

☐ Haste de aterramento: deve ser de aço-cobreada com espessura de revestimento de cobre de 254 µm (mínimo) e dimensões de Ø3/4" e comprimento de 2,4 m. Deve atender norma NBR 13571.

☐ Eletrodo de aterramento: deve ser composto por cabo de aço galvanizado à quente, com seção de #70mm².

m. Materiais/Equipamentos para Cabeamento Estruturado

☐ Rack: deverá ser do tipo suspenso e com tamanho adequado para suportar o número de pontos da instalação.

☐ Switch: O equipamento deve ter número de portas adequado; com tecnologia PoE e compatível com velocidade de tráfego 10/100/1000.



- ☐ Patch Panel: modelo deverá ter o número de portas adequado; conectores RJ-45 fêmea padrão 568A/B, CAT. 6.
- ☐ Organizador de cabos: deverá ser do tipo horizontal, 1U para Rack.
- ☐ Unidade de ventilação: modelo com no mínimo 2 coolers, 1U para Rack, e com fonte de alimentação para 110/220 Vca.
- ☐ Patch Cord: os cabos patch cord devem ser de categoria 6 (CAT. 6), possuir conector RJ-45 em ambas as pontas e comprimento de 1 m e 1,5 m.
- ☐ Cabo UTP: deve ser Classe E/Categoria 6 (CAT. 6) com 4 pares trançados balanceados do tipo UTP, com condutores de cobre sólido nu de bitola 24 AWG, baixa emissão de fumaça e livre de halogênio (LSZH), isolados em Polietileno de Alta Densidade (PEAD), capa externa em PVC não propagante à chama e com certificação ANATEL.
- ☐ Tomadas de Telecomunicações (TT): devem ser fêmea modular de 8 posições do tipo RJ-45, CAT. 6, com conexão IDC (conexão traseira), possuir corpo em material termoplástico de alto impacto não propagante à chama (tipo LSZH), suportar ciclos de inserção (parte frontal) igual ou superior a 750 vezes com conectores RJ-45, ter espaço para inserção de ícones de identificação e possuir certificação ISSO 9000 e da UL.
- n. Materiais para PDA
- ☐ Minicaptor: deve ser em barra chata em alumínio com dimensões de 7/8" x 1/8" x 300 mm.
- ☐ Captores: deve ser de aço galvanizado à fogo, sem estaiamento e com dimensões de Ø16 mm x 2,5 m e Ø16 mm x 3,0 m.
- ☐ Condutor do subsistema de captação e de descida, e do anel de cintamento: barra chata em alumínio com dimensões de 7/8" x 1/8" x 3 m.
- ☐ Parafusos, porcas e arruelas: devem ser de aço inox ou alumínio, e com especificação indicada em projeto.
- ☐ Abraçadeira para captores: deve ser do tipo ômega, galvanizada, com parafuso, arruela de pressão e porca sextavada.
- ☐ Terminal fixador universal: deve ser estanhado para condutor de #35 mm² a #70 mm².
- ☐ Selador: utilizar material do tipo poliuretano (PU).
- ☐ Interligação do subsistema de descida com anel de cintamento: utilizar grampo para conexão entre barras chatas.



- ☐ Eletroduto para proteção mecânica do subsistema de descida: deve ser rígido em PVC.
- ☐ Placa de sinalização e advertência: deve ser PVC com dimensões mínimas de 11 cm x 18 cm.
- ☐ Caixa de inspeção do subsistema de descida: deve ser do tipo suspensa em alumínio fundido, com dimensões mínimas de 160 x 160 x 70 mm e bocais para eletroduto de 1".
- ☐ Terminal de compressão para conexão entre condutores do subsistema de descida com de aterramento: deve ser em latão estanhado para condutor de #70 mm².
- ☐ Eletrodo de aterramento: utilizar cabo de aço galvanizado à quente de #70 mm².
- ☐ Caixa de inspeção do sistema de aterramento: deve ser tubular, composta por base em concreto e tampa em ferro fundido ou concreto, com dimensões de Ø30 cm x 30 cm.
- ☐ Haste de aterramento: deve ser de aço-cobreada com espessura de revestimento de cobre de 254 µm (mínimo) e dimensões de Ø3/4" e comprimento de 2,4 m. Deve atender norma NBR 13571.
- ☐ Solda exotérmica: deve ser realizada através de molde e pontos de solda que possibilitem a conexão entre haste de aço-cobreada de Ø3/4" x 2,4 m e condutores de aço galvanizado à quente nu #70 mm² (eletrodo de aterramento).

o. Materiais/Equipamentos para PPCI

- ☐ Iluminação de emergência (blocos autônomos): luminária deverá ter autonomia mínima de 1 hora, fluxo luminoso igual ou superior a 300 lumens, temperatura de cor entre 3000 K e 6000 K, e quando utilizada em área externa, índice de proteção igual ou superior a IP65. Demais características do equipamento devem atender NBR 10898.
- ☐ Central de alarme: deve ser dotada de sistema de detecção endereçável, classe A, com espaço interno para baterias com tensão nominal de 24 Vcc e capacidade para fornecer 3 Ah. Demais características do equipamento devem atender NBR 17240.
- ☐ Acionador manual de alarme: deve ser compatível com a central de alarme, ser do tipo quebra-vidro, pintado em vermelho e com informações de operação no próprio corpo, de forma clara e em lugar visível. O dispositivo de acionamento, quando rompido, não deve formar fragmentos cortantes que tragam risco ao operador. O elemento também deverá ter acionamento do tipo travante, visando a permitir a identificação do seu acionamento. Demais características do equipamento devem atender NBR 17240:2010.
- ☐ Avisador audiovisual: deve ser compatível com a central de alarme, ter tensão de operação nominal de 24 Vcc e atender às normas ISO da série 7240 de especificação quanto à robustez mecânica, resistência à corrosão, umidade e pontos de ligações elétricas. Não deve apresentar falhas e/ou queda de rendimento sonoro ou visual perceptível, por pelo menos 1 hora de funcionamento contínuo. Devem ser



instalados de forma sobreposta na parede, a 2,30 m do piso e na mesma prumada do acionador manual. O elemento deve ser supervisionado pela central de alarme, em relação a rompimento de fios e cabos em suas ligações. A sinalização visual deve ser pulsante c/ frequência entre 1 Hz e 6 Hz, intensidade luminosa mínima de 15 cd e máxima de 300 cd. A sinalização sonora deve apresentar potência sonora de 15 dBA acima do nível médio de som do ambiente ou 5 dBA acima do nível máximo do som do ambiente, medidos a 3 m da fonte. Demais características do equipamento devem atender NBR 17240:2010.

☐ Detector de temperatura endereçável: deve ser compatível com a central de alarme, possuir classe de instalação do tipo A, tensão de operação nominal de 24 Vcc, instalação a 2 fios em laço e com LED indicador de alarme/supervisão. Demais características do equipamento devem atender NBR 17240:2010.

☐ Detector de fumaça endereçável: deve ser compatível com a central de alarme, possuir classe de instalação do tipo A, tensão de operação nominal de 24 Vcc, instalação a 2 fios em laço e com LED indicador de alarme/supervisão. Demais características do equipamento devem atender NBR 17240:2010.

☐ Cabo para alarme de incêndio: deverá ser do tipo multipolar de 4 vias com blindagem eletrostática, condutores de cobre, seção 4x1,5 mm², isolamento não propagante de chama, resistente à temperatura igual ou maior do que 70 °C e com tensão de isolamento mínima de 600 Vca.

☐ Motobombas principal e reserva: devem ser do tipo centrífuga com selo mecânico para sistemas de incêndio, com potência de mínima de 5 CV e alimentação elétrica em 380 Vca (trifásica) ou em 220 Vca (monofásica).

☐ Motobomba de pressurização (Jockey): deve ser do tipo centrífuga com selo mecânico para sistemas de incêndio, com potência mínima de 2 CV e com alimentação elétrica em 380 Vca (trifásica) ou em 220 Vca (monofásica).

p. Materiais/Equipamentos para sistema de geração de energia solar

☐ Módulos fotovoltaicos: o gerador fotovoltaico deverá ser composto por módulos idênticos, ou seja, com as mesmas características elétricas, mecânicas e dimensionais. Os módulos fotovoltaicos devem ser constituídos por células fotovoltaicas do mesmo tipo e modelo, feitos de silício mono ou policristalino. Os módulos devem contar com certificação INMETRO, com classificação energética A conforme o Programa Brasileiro de Etiquetagem.

Os módulos devem contar com as seguintes certificações: IEC 61215 - Qualificação de Módulos Fotovoltaicos; IEC 61730 - Photovoltaic module safety qualification - Avaliação de segurança dos módulos fotovoltaicos para o risco de choque elétrico, perigo de incêndio, mecânica e segurança estrutural.

Os módulos devem ter eficiência mínima de 16,50% em STC (Standard Test Conditions). Variação máxima de potência nominal em STC de 5%. Os módulos devem ter potência nominal mínima de 450Wp e potência por área de 155Wp/m², incluídas todas as tolerâncias. Os módulos devem ter, no mínimo, dois diodos de by-pass. Os conectores devem ter proteção mínima IP67. As caixas de junção devem ter proteção mí-



nima IP65. Deve ser apresentado catálogo, folha de dados ou documentação específica para a comprovação das exigências acima. Vida útil esperada mínima de 25 anos. Garantia de potência de no mínimo 90% após os primeiros 10 anos e 80% após os 25 primeiros anos de operação, além da garantia contra defeitos de fabricação e funcionamento igual ou superior a 10 anos.

☐ Conectores macho e fêmea: todas as conexões entre componentes do sistema deverão ser padrão MC4, do tipo snaplock, ou similar, que possua mecanismo interno de travamento para evitar o desacoplamento acidental; A prova de intempéries e resistentes aos raios UV; Faixa de temperatura de operação: $t (-) \leq -40^{\circ}\text{C}$ e $t (+) \geq 80^{\circ}\text{C}$; Índice de proteção $\geq \text{IP67}$; Corrente máxima suportada $\geq 30\text{A}$.

☐ Módulos Inversores: todos os inversores devem ser trifásicos e do tipo GRID-TIE, ou seja, projetados para operarem conectados à rede da concessionária local de energia elétrica na frequência de 60 Hz. Todos os inversores devem ser da mesma marca, modelo e potência. A relação entre a potência nominal do arranjo (strings) fotovoltaico e a potência nominal de cada inversor, não deve ser inferior a 0,90. Deve apresentar eficiência máxima de pico não inferior a 97%. Os inversores devem possuir no mínimo um canal de rastreamento de ponto de máxima potência (MPPT – Maximum Power Point Tracker) para conexão dos arranjos de painéis fotovoltaicos a fim de permitir o melhor aproveitamento de cada arranjo.

Os inversores devem possuir capacidade de monitoramento, local e/ou remoto, com e sem fio, e devem ser compatíveis com rede de supervisão baseada em TCP/IP e Ethernet, disponibilizando, em tempo real, todos os dados operação, referentes às variáveis de entrada e saída (tensões, correntes, potências, etc.), bem como seus parâmetros de configuração, controle e proteção e registros de eventos.

Os inversores devem atender a todas as exigências da concessionária de energia local; deve ser apresentado catálogo, folha de dados ou documentação específica para a comprovação das exigências acima. O quadro de paralelismo dos inversores de cada sistema fotovoltaico, disjuntores de proteção e barramentos associados, cabos de entrada e saída devem ser dimensionados e instalados em conformidade com a NBR 5410.

- Quadros de proteção e controle: a associação em paralelo das séries (strings) deve ser feita em caixas de conexão, localizadas nas proximidades do inversor, ou seja, integrada ao inversor, que incluem os seguintes elementos:

- o Disjuntores de proteção;

- o Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS), entre ambos os polos do paralelo e entre eles e o sistema de aterramento, dimensionados conforme as características do sistema instalado e seguindo a Norma NBR IEC 61643-1 e NBR IEC 60364. Os DPS's devem estar coordenados com a instalação original.

As caixas de conexão devem ser pelo menos IP 65, em conformidade com as normas pertinentes e devem ser resistentes à radiação ultravioleta. Os condutores CC, desde as caixas de conexão até a entrada dos inversores deverão ser instalados em eletrocaldas ou eletrodutos, com caixas de passagem seguindo as normas brasileiras de instalações elétricas. A queda de tensão nos condutores CC, desde os módulos até a entrada dos inversores, deve ser inferior a 2% para a corrente de máxima potência do gerador em STC.



Os projetos devem conter informações claras, precisas, de fácil compreensão e legíveis a fim de evitar enganos ou erros. Parte-se do princípio de que a carência de informações, tais como medidas, cotas e desenhos detalhados poderá dificultar a execução da obra, gerando divergências de interpretações e soluções mais onerosas.

Os elementos técnicos devem ser apresentados em mídia digital nos formatos .dwg, ou ifc, e pdf.

Todos os documentos técnicos devem ser entregues assinados digitalmente.

As ARTs/RRTs dos responsáveis técnicos pelos projetos deverão estar pagas, datadas e devidamente assinadas.



5. Anexos



[illegible][illegible]

○ Verificado em 12/09/2025 10:02:46

Página 62 de 66



25080400015638

04 - CELULAS - Pontos Elétricos	
Cód.	Descrição
04	CELULA
05	CELULA
06	CELULA
07	CELULA
08	CELULA
09	CELULA
10	CELULA
11	CELULA
12	CELULA
13	CELULA
14	CELULA
15	CELULA
16	CELULA
17	CELULA
18	CELULA
19	CELULA
20	CELULA
21	CELULA
22	CELULA
23	CELULA
24	CELULA
25	CELULA
26	CELULA
27	CELULA
28	CELULA
29	CELULA
30	CELULA
31	CELULA
32	CELULA
33	CELULA
34	CELULA
35	CELULA
36	CELULA
37	CELULA
38	CELULA
39	CELULA
40	CELULA
41	CELULA
42	CELULA
43	CELULA
44	CELULA
45	CELULA
46	CELULA
47	CELULA
48	CELULA
49	CELULA
50	CELULA
51	CELULA
52	CELULA
53	CELULA
54	CELULA
55	CELULA
56	CELULA
57	CELULA
58	CELULA
59	CELULA
60	CELULA
61	CELULA
62	CELULA
63	CELULA
64	CELULA
65	CELULA
66	CELULA
67	CELULA
68	CELULA
69	CELULA
70	CELULA
71	CELULA
72	CELULA
73	CELULA
74	CELULA
75	CELULA
76	CELULA
77	CELULA
78	CELULA
79	CELULA
80	CELULA
81	CELULA
82	CELULA
83	CELULA
84	CELULA
85	CELULA
86	CELULA
87	CELULA
88	CELULA
89	CELULA
90	CELULA
91	CELULA
92	CELULA
93	CELULA
94	CELULA
95	CELULA
96	CELULA
97	CELULA
98	CELULA
99	CELULA
100	CELULA

Chave: 25080400014638009220136420250911
CRC: 33.6623.4882

Verificado em 12/09/2025 10:02:06





Nome do arquivo: 6 Caderno ELE_INFRA_SPDA_CFTV.pdf

Autenticidade: Documento íntegro

DOCUMENTO ASSINADO POR

DATA

CPF/CNPJ

VERIFICAÇÃO

ZEBL ARQUITETURA LTDA

12/09/2025 09:41:23 GMT-03:00

19624777000155



Responsável: JOSE DE BARROS LIMA

26323842068

Conforme MP nº 2.200-2/2001 de 24/08/2001, o documento eletrônico assinado digitalmente tem comprovação pela cadeia da ICP-Brasil com a assinatura qualificada ou com a assinatura avançada pela cadeia gov.br regulada pela Lei nº 14.063 de 23/09/2020. Para conferir a autenticidade do documento informe CHAVE 25080400014638009220136420250911 e CRC 33.6623.4882, em: <https://secweb.procergs.com.br/praj4/proaconsultapublica>.

