

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO ACRE
GERÊNCIA DE INSTALAÇÃO - GEINS

PROJETO DE ENGENHARIA
PARA CONSTRUÇÃO
DO FÓRUM CÍVEL
NA CIDADE DA JUSTIÇA

VOLUME 11
SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA
DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

ABRIL / 2024

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Construção do Fórum Cível na Cidade da Justiça: Volume 11 - Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

Assinado eletronicamente por **NATACHA SALOMAO CHAGAS ALMEIDA**, Gerente de Instalações, em 09/08/2024 12:55:21

A construção do Terceiro Prédio na Cidade da Justiça em Rio Branco destina-se a acomodar as Varas Judiciais recém-criadas e as demais que serão brevemente transferidas do Fórum Barão, o qual será desafetado para o Governo do Estado do Acre.

O Tribunal de Justiça do Acre (TJAC), em seu Plano de Obras vigente, prevê a necessidade de mais uma edificação nas dependências da Cidade da Justiça. Essa demanda é prioritária devido à devolução do prédio antigo no centro da cidade, que necessita de significativos reparos e intervenções estruturais, inviabilizando seu uso devido aos custos robustos envolvidos.

A crescente demanda de ações judiciais, juntamente com as novas contratações planejadas em todos os níveis de servidores, aliadas à restrição de espaço existente na área atual, tornam essencial a construção desta nova edificação para atender às necessidades do judiciário acreano.

Em consonância com a Resolução nº 67, de 05 de dezembro de 2013, informamos que este projeto arquitetônico atende na íntegra esta resolução respeitando a arquitetura do projeto original sem alterações na sua compleição física e respeitando a locação na implantação original.

Para a implantação do prédio e do estacionamento, foi necessário realizar o projeto de terraplenagem do terreno, com segmentos de corte e aterro. O material resultante do corte será destinado a uma área de descarte (bota-fora), enquanto o material de aterro será proveniente da caixa de empréstimo indicada no projeto.

O pavimento do estacionamento será composto por três camadas: 5 cm de revestimento em concreto asfáltico, 20 cm de base e 20 cm de sub-base, provenientes da jazida indicada no projeto e estabilizadas granulometricamente sem mistura.

A estrutura em concreto armado, com exceção das vigas, que serão em concreto protendido, foi concebida para proporcionar um ambiente interno na edificação completamente livre de pilares, com vãos amplos que permitem flexibilidade para alterações de layout.

As características geológicas obtidas a partir do estudo do solo indicaram uma boa capacidade de carga nas primeiras camadas do solo. Portanto, foi escolhida a fundação do tipo sapata, devido ao baixo custo de produção e à facilidade de execução, não exigindo equipamentos especiais de escavação.

O projeto de instalação de água fria apresenta elementos gráficos, memoriais, desenhos e especificações técnicas que definem a instalação do sistema de recebimento, alimentação, reservação e distribuição de água fria na edificação.

O sistema foi dimensionado para um consumo diário e contará com um reservatório superior (reservatório elevado) com capacidade para 34,36 m³ e um reservatório inferior com capacidade para 95 m³, a ser compartilhado com o sistema de prevenção de incêndio.

Ambos os reservatórios serão de concreto armado, conforme o projeto estrutural. Além da tubulação de distribuição de água fria interna, também será prevista uma tubulação para limpeza e outra para extravasor, ligadas posteriormente a uma única ligação até a saída.

O projeto das instalações sanitárias também é composto pelos mesmos elementos gráficos e etc., e define a coleta, condução e destino final do esgoto na edificação. As tubulações de esgoto sanitário serão de PVC, incluindo as conexões, de primeira qualidade e executadas conforme o projeto sanitário.

Todo o esgoto da edificação será encaminhado por caixas de inspeção. O esgoto proveniente da pia da cozinha será lançado previamente em uma caixa de gordura e ambos serão direcionados para os sistemas de tratamento de esgoto, conforme localizado em planta.

O projeto das instalações prediais para captação de águas pluviais foi desenvolvido totalmente independente do sistema predial de esgoto sanitário do edifício, não havendo qualquer possibilidade de conexão entre eles.

A água pluvial será captada por meio de ralo seco protegido por grelhas hemisféricas metálicas. O dimensionamento do sistema de drenagem levou em consideração o índice pluviométrico da cidade de Rio Branco e o volume de água que cai sobre a laje de cobertura, conforme NBR 10844/1989.

A água drenada desce da cobertura, passa por shafts até o nível térreo e é encaminhada, juntamente com as águas pluviais coletadas do estacionamento, para a rede pública de drenagem, sendo despejada em boca de lobo existente.

A elaboração do projeto de instalações elétricas foi precedido pela etapa inicial de levantamento completo das necessidades de energia elétrica, incluindo demanda de energia para iluminação, equipamentos de escritório, sistemas de climatização, equipamentos de segurança, entre outros.

De posse dessas informações submetemos a análise da equipe responsável do tribunal de justiça o projeto luminotécnico e o posicionamento das tomadas e interruptores.

Com base nos requisitos levantados e aprovados, foi dimensionada a carga elétrica total, considerando a demanda máxima de energia em diferentes áreas e horários de pico.

Com a carga elétrica determinada, foram selecionados os equipamentos e dispositivos elétricos adequados, como transformadores, disjuntores, quadros de distribuição, cabos elétricos, luminárias, tomadas, entre outros.

Isso definido, projetamos o layout das instalações elétricas, determinando a localização dos equipamentos e dispositivos elétricos, bem como a rota dos cabos elétricos para garantir uma distribuição eficiente e segura da energia elétrica por todo o edifício.

Adicionalmente foram implementadas medidas de proteção e segurança, como disjuntores de proteção contra sobrecargas e curto-circuitos, dispositivos de aterramento, sistemas de proteção contra surtos, iluminação de emergência, entre outros, para garantir a segurança das instalações e dos ocupantes.

Por fim, adotamos medidas para promover a eficiência energética, como o uso de equipamentos e dispositivos de baixo consumo energético, sistemas de automação para controle e gerenciamento da energia, e a implementação de práticas de conservação de energia.

Devido a carga instalada ser de 540 kW, há a necessidade de instalação de uma subestação, o que segue as recomendações das normas da Energisa/Aneel (NDU 01 e NDU 02) que exige subestações em unidades consumidoras com carga instalada superior a 75 kVA.

O projeto de cabeamento estruturado foi concebido para garantir uma rede de computadores organizada, funcional e segura. Ele visa estabelecer uma infraestrutura de cabos padronizada e eficiente, que suporte as necessidades atuais de conectividade da edificação.

Ao seguir as melhores práticas de projeto, entregamos o cabeamento estruturado com uma distribuição ordenada e otimizada dos cabos de rede, telefonia, vídeo e outros serviços de comunicação. Isso facilita a identificação, o gerenciamento e a manutenção dos cabos, reduzindo a confusão e o tempo de inatividade na rede.

Além disso, um cabeamento estruturado bem projetado contribui para a segurança da rede, minimizando interferências eletromagnéticas, reduzindo o risco de falhas de transmissão de dados e protegendo contra ameaças externas, como intrusões e interceptações de dados.

O Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) é fundamental para garantir a segurança de pessoas e edificações durante tempestades elétricas. Nesse projeto, em tela foi escolhido o tipo misto com gaiola de Faraday e esfera rolante oferece uma abordagem robusta para proteger contra descargas atmosféricas.

A Gaiola de Faraday, composta por um emalhado de condutores que envolvem toda a estrutura a proteger, oferece uma proteção eficaz ao criar um campo elétrico uniforme ao redor da edificação. Os captos e baixadas interligados à rede de terra ajudam a direcionar e dissipar as descargas atmosféricas com segurança.

Por outro lado, o método da esfera rolante complementa a proteção, garantindo que as descargas atmosféricas sejam desviadas antes mesmo de atingirem a estrutura. Fazendo a esfera fictícia girar sobre o topo e as fachadas da edificação, os captos lançados impedem que a esfera toque na superfície da edificação, proporcionando uma camada adicional de segurança.

Ao combinar esses dois métodos, o sistema misto oferece uma proteção abrangente contra descargas atmosféricas, garantindo a segurança de pessoas, edificações, tubulações e outros elementos vulneráveis durante tempestades elétricas.

Para monitoramento e vigilância, foi desenvolvido o projeto de CFTV, que visa captar e registrar incidentes de segurança, bem como casos de vandalismo, comportamento indevido, assaltos, dentre outros.

A aprovação do posicionamento das câmeras e do sistema pelo setor responsável do TJAC foi fundamental para garantir uma cobertura adequada e uma vigilância eficaz de todas as áreas relevantes. O monitoramento em tempo real e remoto possibilita que a equipe de segurança esteja ciente do que está ocorrendo em cada ambiente a qualquer momento, permitindo ações imediatas em caso de necessidade.

Além disso, a presença visível do sistema de CFTV tem um efeito dissuasor sobre atividades criminosas, pois os potenciais infratores sabem que estão sendo observados e que suas ações estão sendo registradas. Isso ajuda a criar um ambiente mais seguro e protegido para todos os envolvidos no Tribunal de Justiça do Acre.

Para as instalações mecânicas optamos pelo sistema em VRF (Fluxo de Refrigerante Variável) essencialmente pela padronização e consistência, uma vez que ao optar por esse sistema permitiria manter a padronização com outras edificações tanto da cidade da Justiça quanto da Sede do Tribunal, facilitando a manutenção e o gerenciamento. Isso é especialmente importante em ambientes onde a consistência é necessária para garantir eficiência operacional e facilidade de manutenção.

Além disso, a eficiência energética do sistema VRF é um grande benefício, pois permite uma adaptação precisa

da capacidade de refrigeração ou aquecimento de acordo com as necessidades de cada área ou zona da edificação. Isso não apenas reduz os custos operacionais, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental, minimizando o consumo desnecessário de energia.

O controle independente da temperatura em diferentes áreas proporciona um conforto personalizado para os ocupantes, ao mesmo tempo em que permite uma gestão mais eficiente dos recursos energéticos. Essa flexibilidade é especialmente valiosa em ambientes onde as demandas de climatização podem variar significativamente de uma área para outra.

Por fim, elaboramos o projeto de sinalização de estacionamento para garantir a segurança, a organização e a eficiência do fluxo de veículos dentro da área de estacionamento no subsolo e o estacionamento externo.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

Construção do Fórum Cível na Cidade da Justiça: Volume 11 - Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

Assinado eletronicamente por **NATACHA SALOMAO CHAGAS ALMEIDA**, Gerente de Instalações, em 09/08/2024 12:55:21

2.1 Apresentação

A empresa Vetor Engenharia Ltda, apresenta à Gerência de Instalação, GEINS, para fins de apreciação, o memorial descritivo do projeto de Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), relativas ao Projeto de Engenharia para Implantação do Fórum Cível na Cidade da Justiça, no município de Rio Branco.

Os volumes constituintes deste projeto foram assim definidos:

- Volume 01 - Projeto de Arquitetura
- Volume 02 - Projeto Luminotécnico
- Volume 03 - Projeto de Terraplanagem
- Volume 04 - Projeto de Pavimentação
- Volume 05 - Projeto de Estruturas de Concreto
- Volume 06 - Projeto de Instalações Hidráulicas
- Volume 07 - Projeto de Instalações Sanitárias
- Volume 08 - Projeto de Instalações de Drenagem
- Volume 09 - Projeto de Prevenção Contra Incêndio e Pânico
- Volume 10 - Projeto de Instalações Elétricas
- Volume 11 - Projeto de Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA)
- Volume 12 - Projeto de Instalações de Cabeamento Estruturado
- Volume 13 - Projeto de Instalações de Circuito Fechado de TV
- Volume 14 - Projeto de Instalações Mecânicas
- Volume 15 - Projeto de Sinalização
- Volume 16 - Orçamento e Planejamento da Obra

Estes volumes, se conveniente, são divididos por Tomos. Cada Volume ou Tomo contém a metodologia que orienta a condução de cada etapa específica, discriminando os resultados obtidos, os quais são completados com tabelas, gráficos e desenhos referentes aos seus conteúdos.

Este é o Volume 11, que contém o memorial descritivo dos elementos que o compõem discriminando as soluções adotadas, os elementos que compõem os sistemas, a memória de cálculo, com conceito e síntese, onde justificamos as escolhas indicadas, as normas utilizadas e os materiais empregados.

E ainda juntado, as especificações técnicas que norteará a fiscalização nos procedimentos a serem tomados à execução, controle, medição e pagamentos dos serviços, além do detalhamento gráfico.

2.2 Generalidades

A descarga elétrica atmosférica (raio) é um fenômeno da natureza absolutamente imprevisível, tanto em relação as suas características elétricas (intensidade de corrente, tempo de duração), com em relação aos efeitos destruidores, decorrentes de sua incidência sobre as edificações.

Nada em termos práticos pode ser feito para se impedir a “queda” de uma descarga em determinada região. Não existe “atração” a longas distancias, sendo os sistemas prioritariamente receptores. Assim sendo, as soluções internacionalmente aplicadas, buscam tão somente minimizar os efeitos destruidores, a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra.

Tal projeto não impede a ocorrência das descargas atmosféricas. Um projeto de SPDA, segundo a norma técnica NBR 5419 garante a diminuição dos efeitos nocivos dos raios, e protege melhor as pessoas e as edificações. A instalação de um SPDA é importante para a proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos, porém não é suficiente. Sua função é direcionar e dissipar na terra as descargas atmosféricas causadas pelas nuvens eletrificadas pelo atrito e pela movimentação, evitando danos a estrutura e às pessoas, valendo ressaltar que esses sistemas não atraem, somente dissipam as descargas. O SPDA projetado não assegura a proteção absoluta da estrutura, de pessoas e objetos, ele reduz de forma significativa os riscos de danos devido à descarga atmosférica, conforme a NBR-5419 Parte I, II, III e IV.

O projeto, instalação, materiais e inspeções devem atender a norma NBR 5419/2015.

Não serão admitidos quaisquer recursos artificiais destinados a aumentar o raio de proteção dos captadores, tais como captadores ionizantes (radioativos).

Para diminuir o risco de centelhamento, os condutores de descida serão dispostos de modo que as correntes percorram diversos condutores em paralelo, sendo estes condutores com os menores comprimentos e dimensionado de acordo com as normas, sejam estas descidas natural ou externa.

3. MEMORIAL DE CÁLCULO

O presente documento tem por finalidade descrever o projeto de construção de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015

3.1 Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
24.20 m	27.39 m	73.01 m

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

$$A_d = 28277.32 \text{ m}^2$$

3.2 Dados do projeto

3.2.1 Classificação da estrutura

Nível de proteção: IV

3.2.2 Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: $5.45/\text{km}^2 \times \text{ano}$

3.2.3 Número de descidas

Quantidade de descidas (N), em decorrência do espaçamento médio dos condutores de descida e do nível de proteção.

Pavimento	Perímetro (m)	Espaçamento (m)	Número de descidas
SUBSOLO	196.53	23.98	9
COBERTURA	177.51	21.88	9
BARRILETE	25.69	12.85	2

3.2.4 Seção das cordoalhas

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Captor (mm^2)	Descida (mm^2)	Aterramento (mm^2)
Cobre	35	50	-
Aço galvanizado	-	50	-

3.2.5 Definições padrão NBR 5419/2015 em referência ao nível de proteção

Com o nível de proteção definido, a NBR 5419/2015 apresenta as características do SPDA a serem adotadas no projeto:

Ângulo de proteção (método Franklin) = 79° a 45°

Largura máxima da malha (método Gaiola de Faraday) = 20 m

Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 60 m

3.2.6 Anéis de cintamento

Eletrodo de aterramento formando um anel fechado em volta da estrutura.

Pavimento	Nível (m)	Altura em relação ao solo (m)
COBERTURA	23.00	24.20
BARRILETE	24.20	29.40

3.2.7 Risco de perda de vida humana (R1) - Padrão

Os resultados para risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes) levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

3.2.7.1 Componente Ra (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora, nas zonas até 3m ao redor dos condutores de descidas.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.45/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.71 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Pa (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	1×10^{-2}
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}
$Pa = Pta \times Pb$	2×10^{-3}

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-2}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	380
nt (Número total de pessoas na estrutura)	380
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	3168 h/ano
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	3.62×10^{-5}

$$Ra = Nd \times Pa \times La$$

$$Ra = 5.57 \times 10^{-9}/\text{ano}$$

3.2.7.2 Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.45/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.71 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	2×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	5×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	380
nt (Número total de pessoas na estrutura)	380
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	3168 h/ano
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	0

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 0/\text{ano}$$

3.2.7.3 Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
$Al = 40 \times LI$	20000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.45/\text{km}^2 \times \text{ano}$	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.09 \times 10^{-3}/\text{ano}$	$5.45 \times 10^{-3}/\text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m²	0 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano
Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)		0.01
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		0.05

Pu (probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)	0.9	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pu = Ptu \times Peb \times Pld \times Cld$	4.5×10^{-4}	5×10^{-4}

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-2}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	380
nt (Número total de pessoas na estrutura)	380
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	3168 h/ano
$Lu = rt \times Lt \times (nz / nt) \times (tz / 8760)$	3.62×10^{-5}

$$Ru = Ru.E + Ru.T$$

$$Ru = [(NI.E + Ndj.E) \times Pu.E \times Lu] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pu.T \times Lu]$$

$$Ru = 1.16 \times 10^{-10}/ano$$

3.2.7.4 Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
AI = 40 x LI	20000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.45/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.09x10 ⁻³ /ano	5.45x10 ⁻³ /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.9	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	4.5x10 ⁻²	5x10 ⁻²

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	2x10 ⁻¹
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	5x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	380
nt (Número total de pessoas na estrutura)	380
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	3168 h/ano
Lv = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760)	0

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$R_v = 0/\text{ano}$$

3.2.7.5 Resultado de R1

O risco R1 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R1 = Ra + Rb + Ru + Rv$$

$$R1 = 5.69 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

3.2.8 Risco de perdas de serviço ao público (R2) - Padrão

Os resultados para risco de perda de serviço ao público levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

3.2.8.1 Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.45 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.71 \times 10^{-2} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	2×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	380
nt (Número total de pessoas na estrutura)	380
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz / nt)$	0

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 0 / \text{ano}$$

3.2.8.2 Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.45/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.71 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	5×10^{-2}	5×10^{-2}
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	9.75×10^{-2}	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	380
nt (Número total de pessoas na estrutura)	380
$Lc = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 7.51 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

3.2.8.3 Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.45/\text{km}^2 \times \text{ano}$
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	866588.12 m^2
$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$	$4.72/\text{ano}$

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1×10^{-4}	1×10^{-4}
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	1	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1×10^{-8}	1×10^{-8}
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	5×10^{-10}	5×10^{-10}
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	1×10^{-9}	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	380
nt (Número total de pessoas na estrutura)	380
$Lm = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 4.72 \times 10^{-11}/\text{ano}$$

3.2.8.4 Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
$Al = 40 \times LI$	20000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		5.45/km ² x ano

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.09 \times 10^{-3}/\text{ano}$	$5.45 \times 10^{-3}/\text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m²	0 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.9	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	4.5×10^{-2}	5×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	2×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	380
nt (Número total de pessoas na estrutura)	380
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	0

$$Rv = Rv.E + Rv.T$$

$$Rv = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$Rv = 0/\text{ano}$$

3.2.8.5 Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
$Al = 40 \times LI$	20000 m²	20000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.45/km² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.09 \times 10^{-3}/ano$	$5.45 \times 10^{-3}/ano$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.9	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	4.5×10^{-2}	5×10^{-2}

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	380
nt (Número total de pessoas na estrutura)	380
$Lw = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

$$Rw = 3.22 \times 10^{-6}/ano$$

3.2.8.6 Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

A_i (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
$A_i = 4000 \times LI$	2000000 m ²	2000000 m ²
N_g (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.45/km ² x ano	

N_i (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
C_i (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
C_t (Fator do tipo de linha)	0.2	1
C_e (Fator ambiental)	0.1	0.1
$N_i = N_g \times A_i \times C_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$	$1.09 \times 10^{-1}/\text{ano}$	$5.45 \times 10^{-1}/\text{ano}$

P_z (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
P_{spd} (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
P_{li} (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	1	1
C_{li} (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições de isolamento da linha)	0	0.1
$P_z = P_{spd} \times P_{li} \times C_{li}$	0	5×10^{-3}

L_z (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
n_z (Número de pessoas na zona considerada)	380
n_t (Número total de pessoas na estrutura)	380
$L_z = L_o \times (n_z/n_t)$	1×10^{-2}

$$R_z = R_{z.E} + R_{z.T}$$

$$R_z = (N_i.E \times P_z.E \times L_z) + (N_i.T \times P_z.T \times L_z)$$

$$R_z = 2.73 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

3.2.8.7 Resultado de R2

O risco R2 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R_2 = R_b + R_c + R_m + R_v + R_w + R_z$$

$$R_2 = 1.06 \times 10^{-4}/\text{ano}$$

3.2.9 Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - Padrão

Os resultados para risco de perda de patrimônio cultural levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e em uma linha conectada à estrutura.

3.2.9.1 Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.45/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.71 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	2×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	100000
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	0

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 0/\text{ano}$$

3.2.9.2 Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
$Al = 40 \times LI$	20000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.45/\text{km}^2 \times \text{ano}$	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.09 \times 10^{-3}/ano$	$5.45 \times 10^{-3}/ano$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.9	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	4.5×10^{-2}	5×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	2×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	0

$$Rv = Rv.E + Rv.T$$

$$Rv = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$Rv = 0/ano$$

3.2.9.3 Resultado de R3

O risco R3 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R3 = Rb + Rv$$

$$R3 = 0/ano$$

3.2.10 Risco de perda de valores econômicos (R4) - Padrão

Os resultados para o risco de perda de valor econômico levam em consideração a avaliação da eficiência do custo da proteção pela comparação do custo total das perdas com ou sem as medidas de proteção. Neste caso, a avaliação das componentes de risco R4 devem ser feitas no sentido de avaliar tais custos.

3.2.10.1 Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.45/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.71 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	2×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	2×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lb = rp \times rf \times Lf \times ((ca+cb+cc+cs)/CT)$	0

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 0/\text{ano}$$

3.2.10.2 Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.45/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.71 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	5×10^{-2}	5×10^{-2}
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	9.75×10^{-2}	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-4}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lc = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-4}

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 7.51 \times 10^{-7}/\text{ano}$$

3.2.10.3 Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.45/\text{km}^2 \times \text{ano}$
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	866588.12 m^2
$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$	$4.72/\text{ano}$

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1×10^{-4}	1×10^{-4}

Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	1	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1×10^{-8}	1×10^{-8}
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	5×10^{-10}	5×10^{-10}
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	1×10^{-9}	
Lm (valores de perda na zona considerada)		
Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)		1×10^{-4}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)		0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)		0
$Lm = Lo \times (cs/CT)$		1×10^{-4}

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 4.72 \times 10^{-13}/ano$$

3.2.10.4 Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
$AI = 40 \times LI$	20000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		5.45/km ² x ano

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.09 \times 10^{-3}/ano$	$5.45 \times 10^{-3}/ano$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		0.05

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.9	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$	4.5×10^{-2}	5×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	2×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$L_v = r_p \times r_f \times L_f \times ((ca+cb+cc+cs)/CT)$	0

$$R_v = R_v.E + R_v.T$$

$$R_v = [(Nl.E + Ndj.E) \times P_v.E \times L_v] + [(Nl.T + Ndj.T) \times P_v.T \times L_v]$$

$$R_v = 0/\text{ano}$$

3.2.10.5 Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
$Al = 40 \times LI$	20000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.45/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = N_g \times Al \times C_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$	$1.09 \times 10^{-3}/\text{ano}$	$5.45 \times 10^{-3}/\text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	0/ano	0/ano

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 ⁻²	5x10 ⁻²
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.9	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pw = Pspd x Pld x Cld	4.5x10 ⁻²	5x10 ⁻²

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻⁴
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lw = Lo x (cs/CT)	1x10 ⁻⁴

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

$$Rw = 3.22 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

3.2.10.6 Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	500 m	500 m
Ai = 4000 x LI	2000000 m ²	2000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.45/km ² x ano	

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.09 \times 10^{-1}/ano$	$5.45 \times 10^{-1}/ano$

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	1	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da instalação da linha)	0	0.1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	0	5×10^{-3}

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-4}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lz = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-4}

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

$$Rz = (Ni.E \times Pz.E \times Lz) + (Ni.T \times Pz.T \times Lz)$$

$$Rz = 2.73 \times 10^{-7}/ano$$

3.2.10.7 Resultado de R4

O risco R4 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R4 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R4 = 1.06 \times 10^{-6}/ano$$

3.2.11 Avaliação do custo de perdas do valor econômico - Padrão

Resultado das perdas de valor econômico

As perdas de valor econômico são afetadas diretamente pelas características de cada tipo de perda da zona. O custo total de perdas da estrutura (CT) é o somatório dos valores estabelecidos para cada tipo de perda da estrutura e quando multiplicado pelo risco (R4) obtêm-se o custo anual de perdas (CL).

Custo total de perdas (ct)

O custo total de perdas (ct) é a somatória dos valores de perdas na zona, compreendendo o valor dos animais na zona (ca), o valor da edificação relevante à zona (cb), o valor do conteúdo da zona (cc) e o valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona (cs). O seu valor calculado é monetário.

$$ct = ca + cb + cc + cs$$

$$ct = 0$$

Custo total de perdas da estrutura (CT)

O custo total de perdas da estrutura (CT) é a somatória dos valores de perdas de todas as zonas da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

$$CT = ct(z1) + \dots ct(zn)$$

$$CT = 0$$

Custo anual de perdas (CL)

O custo anual de perdas (CL) é a multiplicação entre o custo total de perdas (CT) e o risco (R4), na qual contribui para análise do risco econômico total da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

$$CL = CT \times R4$$

$$CL = 0$$

3.2.12 Avaliação final do risco - Estrutura

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que possa ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado. O risco para a estrutura é a soma dos riscos relevantes de todas as zonas da estrutura; em cada zona, o risco é a soma de todos os componentes de risco relevantes na zona.

Zona	R1	R2	R3	R4
Estrutura	0.00057×10^{-5}	0.106×10^{-3}	0	0.0011×10^{-3}

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

R1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)

$$R1 = 0.00057 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois $R \leq 10^{-5}$

R2: risco de perdas de serviço ao público

$$R2 = 0.106 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois $R \leq 10^{-3}$

R3: risco de perdas de patrimônio cultural

R3 = 0/ano

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois $R \leq 10^{-4}$

R4: risco de perda de valor econômico

R4 = $0.0011 \times 10^{-3}/\text{ano}$

CT: custo total de perdas de valor econômico da estrutura (valores em \$)

CT = 0

CL: custo anual de perdas (valores em \$)

CL = 0

4. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Este projeto foi elaborado prevendo um arranjo de proteção tipo Gaiola de Faraday conforme Avaliação de Risco, na classe de proteção IV, face está previsto sistema de DPS na entrada das linhas de energia, fibra óptica para telecom e de sistema de incêndio, o que proporciona reduzir os danos físicos e econômicos da estrutura.

O Eletrodo de aterramento em anel, complementado por hastes verticais, deve ser enterrado a uma profundidade mínima de 50 cm e ficar posicionado a uma distância de 1 metro das paredes externas do edifício.

Realizar ligações entre partes metálicas da edificação e destas ao SPDA, envolvendo alambrado, tubulações metálicas, malhas de condutores, partes estruturais, massas de equipamentos, etc.

No caso de haver linhas ou partes condutivas externas ligadas à edificação, é necessário garantir a equipotencialização nos pontos de entrada da estrutura, por meio de ligação direta ou por DPS I e/ou protetor de surto para linhas telefônicas.

Em cada descida, instalar uma haste vertical cobreada, alta camada, por meio de solda exotérmica.

No caso de ser impossível o fechamento da malha em anel externamente, poderá instalar o eletrodo pela parte interna, na profundidade mínima de 50 cm, e sobre ele aplicar uma camada de material isolante de 20 cm de asfalto ou brita.

Não se admite o uso de canalizações metálicas de água nem de outras utilidades como eletrodo de aterramento. Será utilizado o sistema de captação não natural devido as telhas metálicas (espessura = 5 mm) não atender a espessura mínima imposta pela Norma ($e = 7 \text{ mm}$ ou $6,5 \text{ mm}$).

As descidas serão feitas por cabo de cobre nu 35 mm^2 , aparente, protegida por eletroduto e conectadas na haste de terra.

Verificar distância de segurança para proximidade com tubulações de gás. Abertura e demais instalações. Toda parte metálica próxima a descida deverá ser equipotencializada.

Nunca interligar portas e janela aos cabos descida.

A descida deverá estar a uma distância no mínimo de $S=0,52\text{m}$ para o concreto e $0,26$ para o Ar. Portanto a distância mínima do cabo de descida até a janela e portas deverá ser no mínimo $0,52\text{cm}$. Caso não atendam as distâncias fazer a equipotencialização.

Onde a alvenaria for no limite do terreno a descida será por dentro da construção.

O cabo de descida deverá ser em linha reta e vertical, construindo o caminho mais curto e direto para a terra.

No detalhamento gráfico do projeto do SPDA estará detalhado o subsistema de captação, assim como a proteção e o aterramento de massas metálicas expostas (escadas, antenas, guarda-copos, placas solares, etc).

4.1 Sistema de Descida:

Será utilizado condutor natural de descida: sim () não (x)

A descida será feita por 10 descidas em Re-Bar, embutida em colunas e conectadas na haste de terra. Verificar distância de segurança para proximidade com tubulações de gás. Abertura e demais instalações. Toda parte metálica próxima a descida deverá ser equipotencializada. Nunca interligar portas e janela aos cabos descida.

A descida deverá estar a uma distância no mínimo de $S=0,52\text{m}$ para o concreto e $0,26$ par Ar. Portanto a distância mínima do cabo de descida até a janela e portas deverá ser no mínimo $0,52\text{cm}$. Caso não atendam as distâncias fazer a equipotencialização.

Onde a alvenaria for no limite do terreno a descida será por dentro da construção.

O cabo de descida deverá ser em linha reta e vertical, construindo o caminho mais curto e direto para a terra.

No detalhamento gráfico do projeto do SPDA estará detalhado o subsistema de captação, assim como a proteção e o aterramento de massas metálicas expostas (escadas, antenas, guarda-copos, placas solares, etc).

4.2 Sistema de Aterramento:

A execução do anel de aterramento horizontal, conforme detalhes no projeto será de cabo de cobre 50mm² a 1m de distância da edificação, atende às normas NBR-5419/2015 e NBR-5410/2004

De acordo a norma o comprimento mínimo do eletrodo será de 3 metros. Deverão ser observados os seguintes itens na hora da instalação:

- Cada condutor de descida deve ser conectado, no mínimo, a um eletrodo distinto devendo usar no mínimo 3 eletrodos.
- Os eletrodos devem ser enterrados na profundidade de no mínimo 0,5m.
- Os eletrodos de aterramento devem ser instalados de tal maneira a permitir sua inspeção durante a construção.
- Os eletrodos de aterramento devem ser instalados a uma distância de no mínimo 1,0m das fundações da estrutura.
- Onde não for utilizado solda exotérmica deverá ser utilizado caixa de aterramento conforme projeto.
- No mínimo 80% enterrado.

4.3 Fixação

Elementos captadores e condutores de descida devem ser fixados de forma a garantir afrouxamento ou quebra dos condutores. As distâncias máximas das fixações serão:

- 1 metro para condutores flexíveis na horizontal;
- 1,5 metro para condutores flexíveis na vertical ou inclinado;
- 1 metro para condutores rígidos na horizontal;
- 1,5 metro para condutores rígidos na vertical ou inclinado.

4.4 Conexões

O número de conexões ao longo dos condutores deve ser o menor possível. Quando for necessário deverá usar solda exotérmica, ou conexões mecânicas de pressão ou compressão.

4.5 Ligações Equipotenciais

Os condutores de ligação equipotencial devem ser conectados a uma barra de ligação equipotencial devidamente interligada e no quadro de distribuição deverá ser protegida por DPS, conforme projeto.

As barras de ligação equipotenciais devem ser conectadas ao anel horizontal que interliga os condutores de descida.

Os cabos serão de cobre nu de 50mm².

A equalização de potencial constitui a medida mais eficaz para reduzir os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos dentro da estrutura. A equalização de potencial é obtida mediante condutores de ligação equipotencial, incluindo DPS (dispositivo de proteção contra surtos), interligando o SPDA, as tubulações metálicas, as instalações metálicas, as massas e os condutores dos sistemas elétricos de potência e de sinal, dentro do volume a proteger.

Uma ligação equipotencial principal, como prescreve a NBR 5410, é obrigatória.

Nos quadros de distribuição gerais de baixa tensão deve ser previstos protetores de surto. Nos quadros que alimentam equipamentos suscetíveis a danos causados por sobre tensão, devem ser providos de protetores de surto. No Quadro Geral (QGBT) deverão ser instalados protetores de surto (DPS NP I – de acordo com tabela 31 NBR 5410-2005) entre as fases e o barramento terra. Caso existam.

Os condutores para ligação da equalização de potencial serão de 16mm² isolados na cor verde para a interligação dos quadros de baixa tensão, tubulações e racks. Conforme Tab.8 NBR 5419-3:2015. Caso existam

As equipotencializações devem ser retílineas e curtas tanto quanto for possível.
Toda parte metálica deve ser aterrada e interligada ao BEP ou BEL, corrimão, etc.

4.6 Características do SPDA

Norma Adotada: NBR 5419/2015 (Proteção Contra Descarga Atmosférica)

Nível de Proteção: IV

Met. de Proteção adotada: Método Franklin

Número de condutores de descida: Calculado 8

Total de Hastes de cobre para aterramento: 8

Descida: cobre 35 mm² protegido por eletroduto fixado na parede

Malha de Contorno da Cobertura: Cabo de cobre nu 35mm².

Cabo da malha de aterramento: Cabo de cobre nu 50mm².

Haste de aterramento: Haste de aterramento do tipo COPPEWELD de alta camada 254 µ 5/8"x2,4m

Distância Segura: S = 0,26m ar e S=0,52 concreto

4.7 Medidas de Proteção Contra Surto (MPS)

A Primeira medida contra surto é a equipotencialização direta de linhas de serviços (tubulações metálicas de água, linha de telecomunicações, linha elétrica de energia, cabo de antena, mastro ou guarda corpo, etc.) que entram no prédio e equipotencialização por meio de DPS. Tal medida será implementada através das barras de equipotencialização instaladas em cada pavimento e interligadas, utilizando o caminho mais curto.

Deverá ser utilizado DPS nas linhas de telecomunicações que entram na zona interna da edificação.

Roteamento dos cabos através do distanciamento dos cabos de energia e de telecomunicações para redução do laço, tais medidas de roteamento deverão ser adotadas tanto na entrada dos cabos de energia e telecomunicação quanto após os DPS, para ajudar a diminuir e/ou eliminar os efeitos das induções deverão seguir as seguintes observações:

- Cruzando das linhas sempre com ângulo de 90°.
- Caso seja viável, recomenda-se que os cabos que vão do DPS até o equipamento sejam trançados.

Coordenação do DPS, será instalado um DPS Classe I no QGBT, classe II nos quadros de distribuição. No sistema em cascata, no quadro do centro cirúrgico e UTI.

- Classe (de teste) I: esta classe pertencem os DPSs testados pelo fabricante com um gerador de forma de onda de 10/350 µs
- Classe II: os DPSs desta classe são testados com um gerador de forma de onda 8/20 µs (típica dos surtos de tensão induzidos)
- Atende Classe I com corrente de impulso de 12,5 kA;
- Atende Classe II com corrente máxima de 60 kA;
- Atende a norma NBR IEC 61643-1;
- Fixação em trilho DIN 35 mm ou garras padrão NEMA;
- Tecnologia de proteção: varistor de óxido de zinco (MOV);
- Pode atuar diversas vezes sem a necessidade de ser substituído ou religado;
- Possui sinalização remota opcional;
- Acondicionamento em caixa plástica anti-chamas;
- Grau de proteção IP 20.

Tensão máxima de operação contínua U_c	Corrente de descarga nominal @ 8/20 μ s	Corrente de descarga máxima @ 8/20 μ s	Corrente de impulso máxima @ 10/350 μ s	Nível de Proteção
U_c	I_n	I_{max}	I_{imp}	U_p
175 V	30kA	60kA	12,5kA	0,8kV

Os DPS para linhas de telecomunicações devem ser instalados no Distribuidor Geral (DG) de telecomunicações do prédio, nos Rack e onde mais for necessário.



4.8 Materiais

a) Terminais aéreo



Código	Descrição
Tel 044	Horizontal Ø 5/16" x 250mm

b) Conectores para terminais aéreos sem bandeira



Código	Descrição
Tel 5021	Split-Bolt em Latão Estanhado com Furo Vertical Ø10mm - Para Cabos 16 a 70mm ²

c) Fixadores universais



Tel 5024	Latão Estanhado para Cabos de 16 a 70mm ²
----------	--

d) Parafuso auto atarrachante



Código	Descrição
Tel 5333	Ø4,2 x 32mm

e) Fixadores de condutores



Uso com cabo de cobre

Código	Descrição
Tel 743	Latão - Furo Ø 5mm - Para Cabos 16 - 25mm²
Tel 744	Latão - Furo Ø 5mm - Para Cabos 35 - 50mm²
Tel 745	Latão - Furo Ø 7mm - Para Cabos 35 - 50mm²

f) Conectores



Código	Descrição
Tel 6323	Para Cabos de Cobre 6 - 35mm²
Tel 6325	Para Cabos de Cobre 16 - 50mm²
Tel 6326	Para Cabos de Cobre 35 - 70mm²

g) Condutores

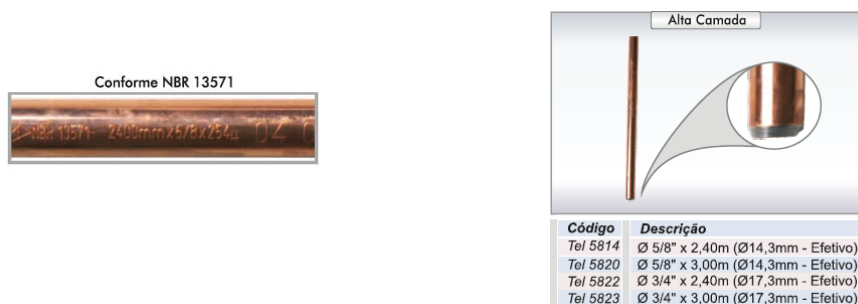


Código	Descrição
Tel 5716	Cabo de Cobre Nu 16mm² - 7 Fios x Ø1,70 mm (NBR6524)
Tel 5725	Cabo de Cobre Nu 25mm² - 7 Fios x Ø 2,06 mm (NBR6524)
Tel 5735	Cabo de Cobre Nu 35mm² - 7 Fios x Ø 2,50 mm (NBR6524)
Tel 5750	Cabo de Cobre Nu 50mm² - 7 Fios x Ø 3,00 mm (NBR6524)
Tel 5770	Cabo de Cobre Nu 70mm² - 7 Fios x Ø 3,45 mm (NBR6524)
Tel 5795	Cabo de Cobre Nu 95mm² - 7 Fios x Ø 4,12 mm (NBR6524)

h) Caixa de equipotencialização com Barramento



i) Haste para aterramento cobreadas alta camada



j) Caixa e tampa de inspeção para aterramento



Exemplo da Tampa Tel-551
com Caixa em PVC Tel-552.

k) Condulete de inspeção em PVC para eletroduto (TEL 545 ou similar)



- l) Conector de medição bimetálico em bronze estanhado com 1 parafuso para cabos 16-70mm² (TEL 565 ou similar)



4.9 Inspeções

As inspeções visam a assegurar que:

- O SPDA está conforme o projeto;
- Todos os componentes do SPDA estão em bom estado, as conexões e fixações estão firmes e livres de corrosão;
- O valor da resistência de aterramento e resistência ôhmica da gaiola sejam compatíveis com o arranjo, com as dimensões do subsistema de aterramento e com a resistividade do solo;
- Todas as construções acrescentadas à estrutura posteriormente à instalação original estão integradas no volume a proteger, mediante ligação ao SPDA ou ampliação deste;

As inspeções prescritas devem ser efetuadas na seguinte ordem cronológica:

- Durante a construção da estrutura, para verificar a correta instalação dos eletrodos de aterramento, dos captosres e das condições para utilização das armaduras como integrantes da gaiola de Faraday;
- Periodicamente, para todas as inspeções prescritas em acima, e respectiva manutenção, em intervalos não superiores aos estabelecidos abaixo;
- Após qualquer modificação ou reparo no SPDA, para inspeções completas;
- Quando for constatado que o SPDA foi atingido por uma descarga atmosférica, para inspeções;

Uma inspeção visual do SPDA deve ser efetuada anualmente.

Medições de aterramento e resistência ôhmica da gaiola (Anexo F NBR 5419) devem ser executadas no período determinado abaixo.

Inspeções completas conforme listados acima devem ser efetuadas periodicamente, em intervalos de:

- 5 anos, para estruturas destinadas a fins residenciais, comerciais, administrativos, agrícolas ou industriais, excetuando-se áreas classificadas com risco de incêndio ou explosão;
- 3 anos, para áreas com risco de explosão, conforme a NBR 9518, e depósitos de material inflamável;

As medições de Ensaio de continuidade de armaduras deverão atender os seguintes requisitos da norma:

- E.1 O ensaio de verificação da continuidade das armaduras de um edifício deve ser feito por injeção de corrente. Para melhorar a precisão da medição e diminuir os cuidados necessários para executar uma medição confiável, é preferível dispor de uma máquina de solda, do tipo de transformador monofásico de enrolamentos separados, com tensão em circuito aberto da ordem de 60 V e capaz de injetar uma corrente da ordem de 100 A. Estas características diminuem a exigência de limpeza da superfície onde se faz a injeção de corrente.

E.2 A impedância entre dois pontos é medida dividindo a tensão aplicada entre os pontos de injeção de corrente pela corrente injetada. Considerando o valor elevado da corrente injetada e o comprimento apreciável do condutor de injeção de corrente, a tensão entre pontos de injeção de corrente deve ser calculada diminuindo a queda de tensão no condutor de injeção de corrente, da tensão aplicada ao circuito completo. Numa primeira aproximação pode considerar-se apenas a queda de tensão ôhmica no condutor de injeção.

E.3 O afastamento dos pontos onde se faz a injeção de corrente deve ser de dezenas de metros, por exemplo entre o piso térreo e a laje do último piso ou entre a fachada da frente e a dos fundos, de preferência na diagonal. Procedendo a diversas medições entre pontos diferentes, se os valores medidos forem da mesma ordem de grandeza e inferiores a $1\ \Omega$, pode-se admitir que a continuidade das armaduras é aceitável.

E.4 A medição pode ser feita diretamente com o uso de um mili ou microohmímetro, capaz de fornecer corrente da ordem de 10 A, sendo admissível o valor mínimo de 1 A. Não é admissível a utilização de multímetro

Conforme anexo F da NBR-5419-3 de 2015, deverão ser efetuadas ao menos duas verificações da continuidade elétrica das armaduras do concreto armado.

A primeira verificação é feita em todos os pilares que são utilizados como descidas e nos trechos de vigas baldrame que fazem parte do anel de aterramento ao nível do solo. Os valores de resistência medidos por instrumentos adequados devem ser inferiores a $1\ \Omega$ nestes trechos. A instalação de ATERRINSERT's nestes pontos de medição durante a construção evita a quebra do cobrimento de concreto e a exposição das ferragens.

A verificação final de continuidade é feita após a conclusão da instalação do SPDA. A medição da resistência deve ser realizada entre a parte mais alta do subsistema de captação e o aterramento, preferencialmente no BEP

Todas as medições e inspeções devem ser realizadas por profissional legalmente habilitado com registro em conselho de classe, mediante apresentação de ART.

4.10 Normas

- ABNT NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão – Procedimento
- ABNT NBR 6323:1990 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Especificação
- ABNT NBR 9518:1997 - Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Requisitos gerais – Especificação
- ABNT NBR 13571:1996 - Hastes de aterramento em aço cobreado e acessórios – Especificação
- ABNT NBR 5419:2015 - Proteção Contra Descargas Atmosféricas

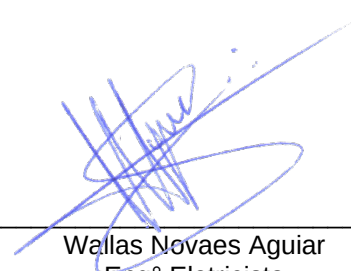
5. DETALHAMENTO GRÁFICO

O detalhamento gráfico do projeto do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas é apresentado com o seguinte conteúdo:

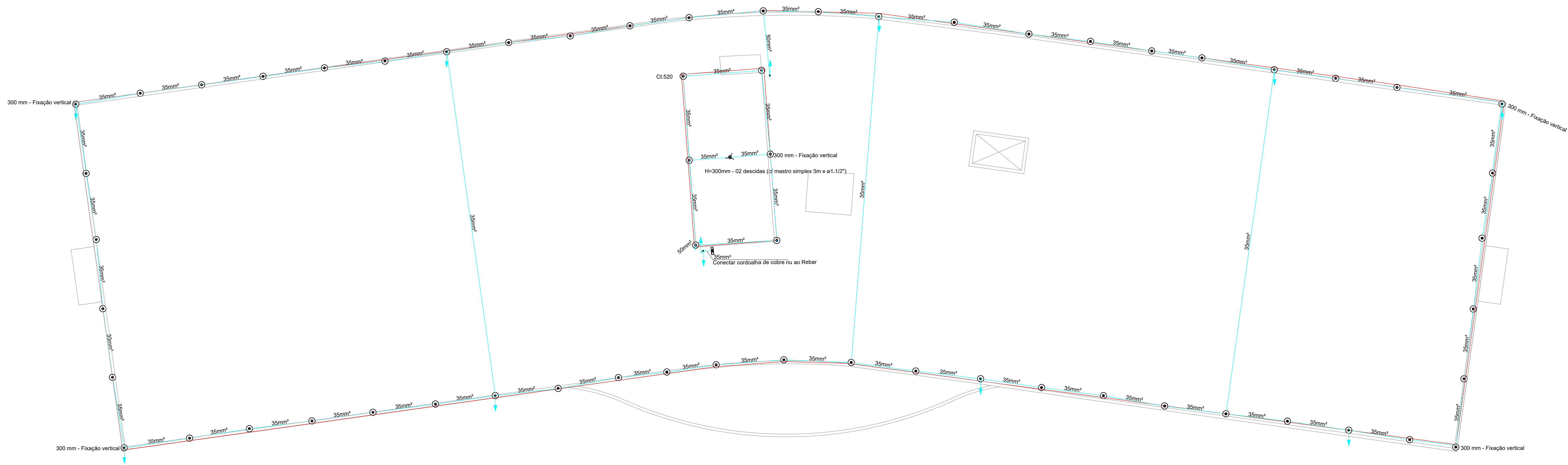
- Folha 01: Planta de Cobertura e Subsolo;
- Folha 02: Corte e Fachada;
- Folha 03: Detalhamento;
- Folha 04: Detalhamento.

As pranchas que fazem parte deste volume, são apresentadas na sequência.

Rio Branco-AC, 20 de abril de 2024.



Wallas Novaes Aguiar
Eng° Eletricista
CREA 8287 D/AC
Responsável Técnico pelo Projeto



1 PLANTA SISTEMA DE CAPTAÇÃO COBERTURA
Esc. 1/100



2 PLANTA SISTEMA DE ATERRAMENTO SUBSOLO
Esc. 1/100

Legenda	
	Haste de aterramento cobreada - 3/4" x 2,40m
	Terminal Aéreo - 300 mm - Fixação vertical
	Cabo de cobre nº 50mm² enterrado - para o sistema de aterramento do SPDA
	Captor Franklin

LISTA DE MATERIAL			
2	SPDA		
2.1	CORDOALHA DE COBRE Nº 35 MM², SEM ISOLADOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2016	M	260,00
2.2	CORDOALHA DE COBRE Nº 50 MM², ENTERRADA, SEM ISOLADOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2017	M	200,00
2.3	HASTE DE ATERRAMENTO 3/4" PARA SPDA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2017	UN	10,00
2.4	CAIXA ENTERRADA ELÉTRICA RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TUVOS CERÂMICOS MACIÇOS, FUNDO COM BRITA, DIMENSÕES INTERNAS: 0,300,300,3 M. AF_12/2020	UN	9,00
2.5	SOLDA EXOTÉRMICA Nº 90	UN	10,00
2.6	PARA-RAIO FRANKLIN 2 DESCIDAS - 3 PONTAS	UN	1,00
2.7	MASTRO SIMPLES DE FERRO GALVANIZADO P/ PARA-RAIOS H=3,00M INCLUINDO BASE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	1,00
2.8	TERMINAL AÉREO - FIXAÇÃO VERTICAL 300 MM	UN	60,00
2.9	CAIXA BEP 210X210X90	UN	1,00
2.10	ATERINSERT PARA CONEXÃO ENTRE A RE-BAR	UN	20,00
2.11	CAPTAÇÃO/ATERRAMENTO	UN	260,00
2.12	CLIP GALVANIZADO PARA EMENDA DE REBAR'S	UN	260,00
2.13	RE-BARS - BARRAS REDONDAS DE AÇO GALVANIZADAS A FOGO, Ø8 X 3000MM	UN	90
2.14	CONECTOR COM INTERFACE BIMETÁLICO ENTRE RE-BAR E CORDOALHO 50 MM²	M	10
2.15	PRESLHA EM LATÃO P/ CABOS 35MM²	UN	200,00
2.16	PARAFUSO AUTOTARRACHANTES 4,2X32MM	UN	260,00
2.17	BUCHA S6	UN	260,00

Legenda	
	Haste de aterramento cobreada - 3/4" x 2,40m
	Terminal Aéreo - 300 mm - Fixação vertical
	Cabo de cobre nº 50mm² enterrado - para o sistema de aterramento do SPDA
	Captor Franklin

REVISÕES:			
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	AUTOR

PODER JUDICIÁRIO
DO ESTADO DO ACRE

TRIBUNAL DE JUSTIÇA
DO ESTADO DO ACRE

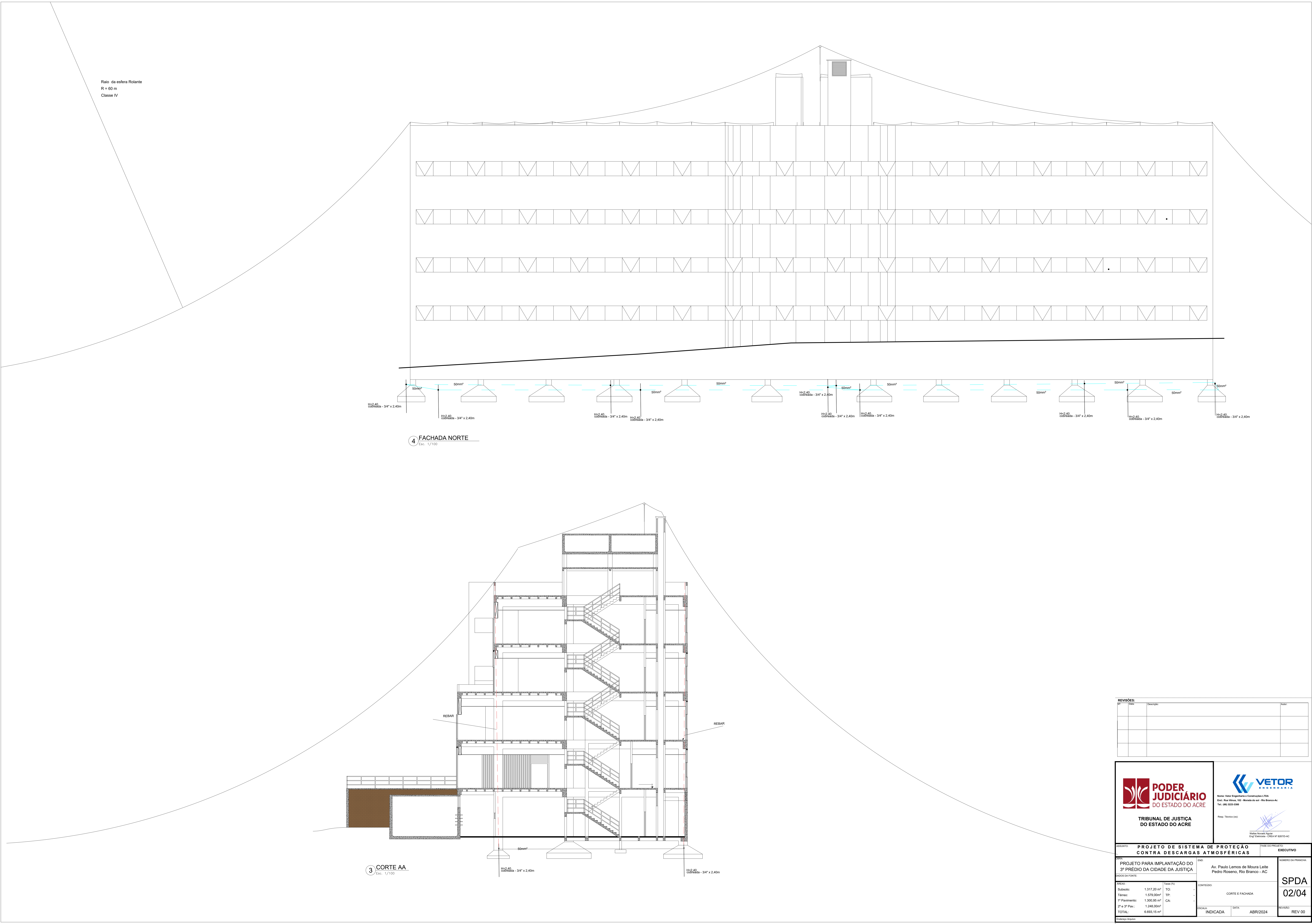
VETOR
ENGENHARIA

Nome: Vetor Engenharia e Construções LTDA
End.: Rua Ylton, 102 - Muroto do sul - Rio Branco/AC
Tel.: (68) 3233-3095

Resp. Técnico (ass):

ASSUNTO:	PROJETO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	FASE DO PROJETO:	EXECUTIVO
OBJETO:	PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DO 3º PRÉDIO DA CIDADE DA JUSTIÇA	ENDEREÇO DA OBRA:	Av. Paulo Lemos de Moura Leite, Pedro Rosendo, Rio Branco - AC
ÁREA:	1.317,20 m²	DATA (mês/ano):	ABR/2024
Subsolo:	1.579,00m²	TP:	
1º Pavimento:	1.300,95 m²	CA:	
2º e 3º Pav:	1.248,00m²		
TOTAL:	6.695,15 m²		
ESCALA:	INDICADA	DATA:	ABR/2024
REVISÃO:	REV 00		

SPDA
01/04



REVISÕES:			
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	AUTOR

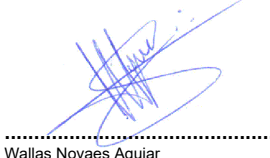


PODER JUDICIÁRIO
DO ESTADO DO ACRE



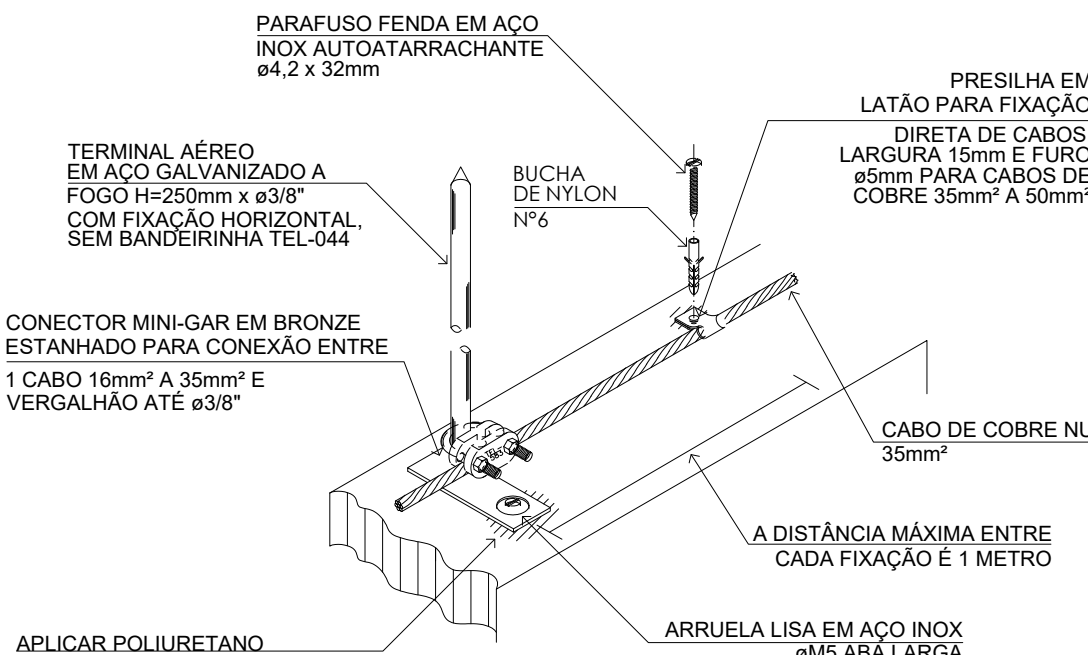
VETOR
ENGENHARIA

Nome: Vetor Engenharia e Construções LTDA
End.: Rua Ylton, 102 - Muroto do sul - Rio Branco/AC
Tel.: (66) 3233-3385

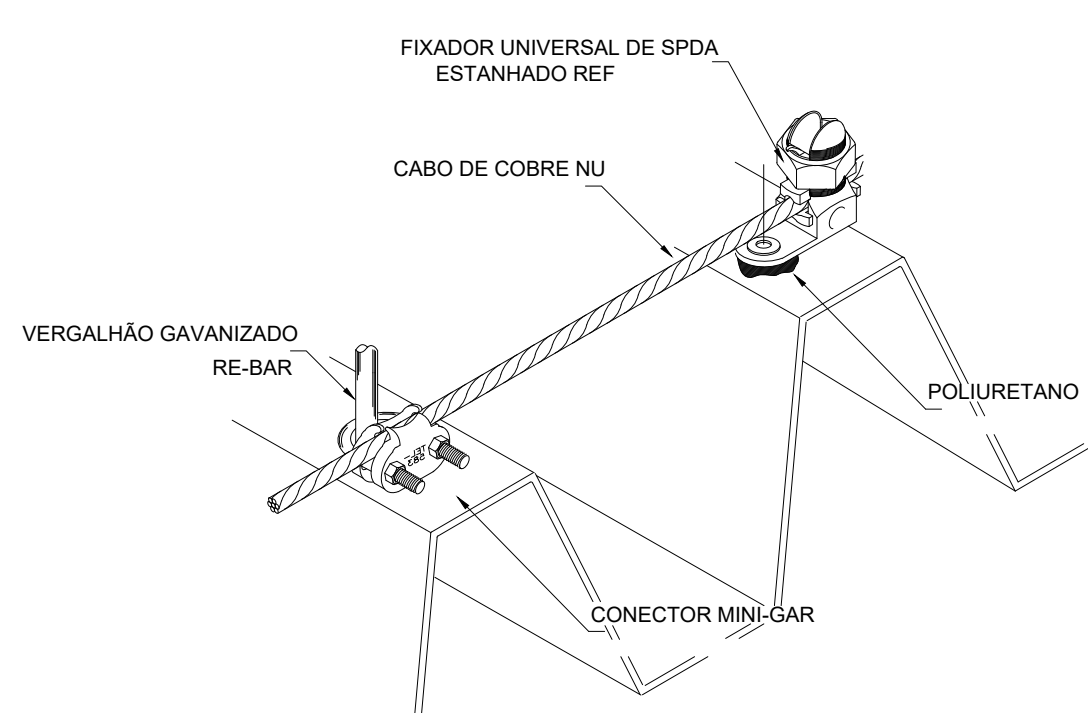
Resp. Técnico (ass):

Engº Elianeide - CREA Nº 007874/AC

TRIBUNAL DE JUSTIÇA
DO ESTADO DO ACRE

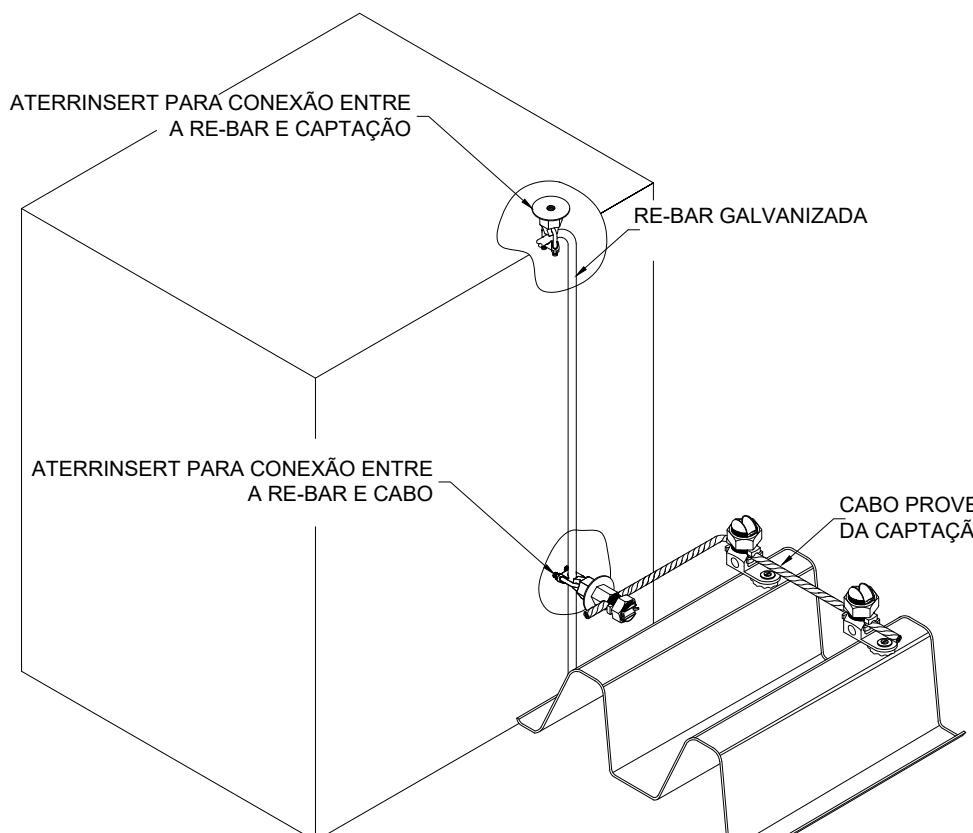
OBJETO:		FASE DO PROJETO:	
PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DO 3º PRÉDIO DA CIDADE DA JUSTIÇA		EXECUTIVO	
ÁREA DA CONTE:		NÚMERO DA PRANCHETA:	
ÁREA:		SPDA	
Subsolo: 1.317,20 m²		02/04	
Térreo: 1.579,00m²		REV 00	
1º Pavimento: 1.300,95 m²			
2º e 3º Pav.: 1.248,00m²			
TOTAL: 6.695,15 m²			



DETALHE 02 - FIXAÇÃO DE CABO DE COBRE
COM PRESILHA E TERMINAL AÉREO
EM ALVENARIA

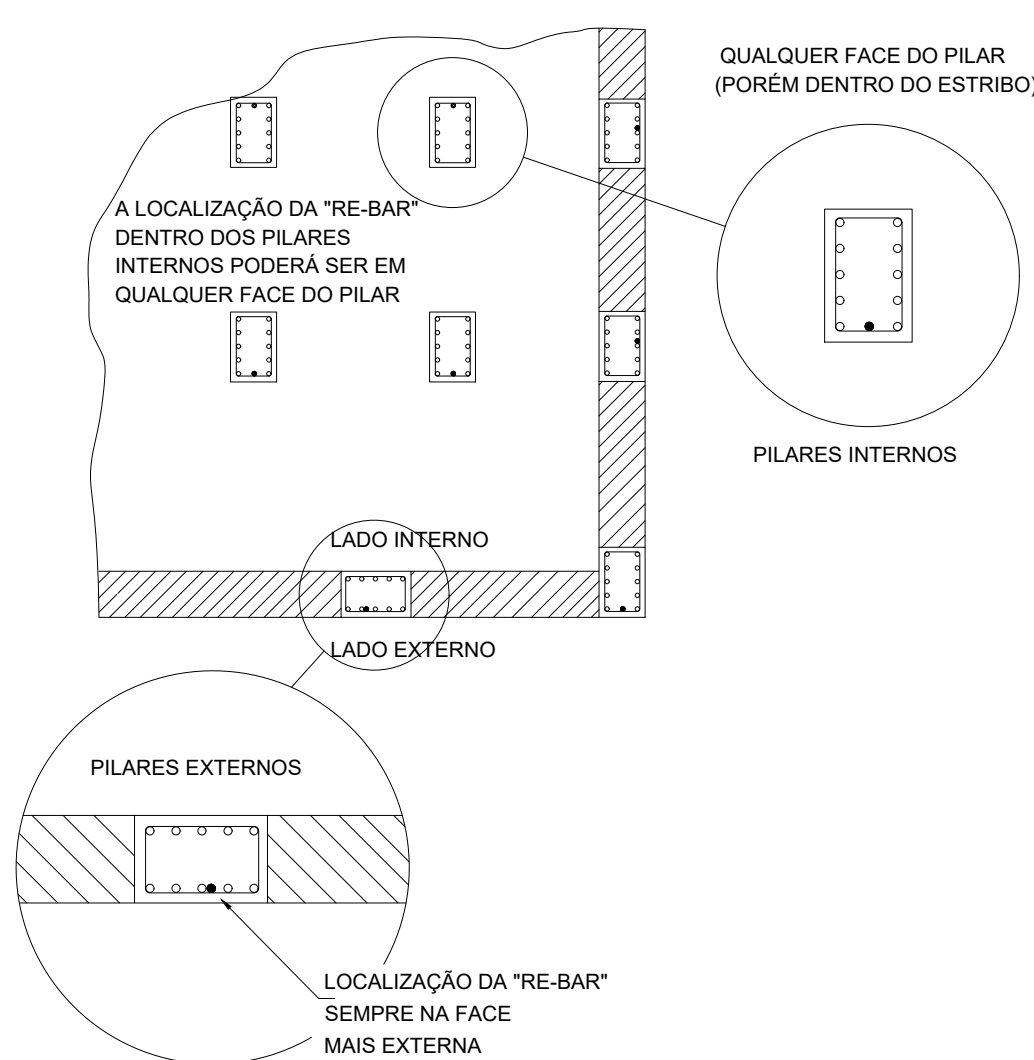


DETALHE 04 - FIXAÇÃO DO CABO DE COBRE NA TELHA METÁLICA

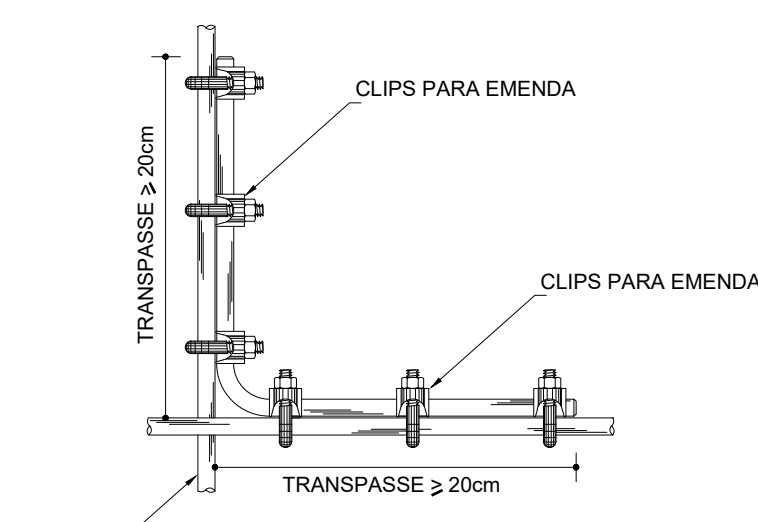


CAIXA DE
EQUALIZAÇÃO
DE POTENCIAL

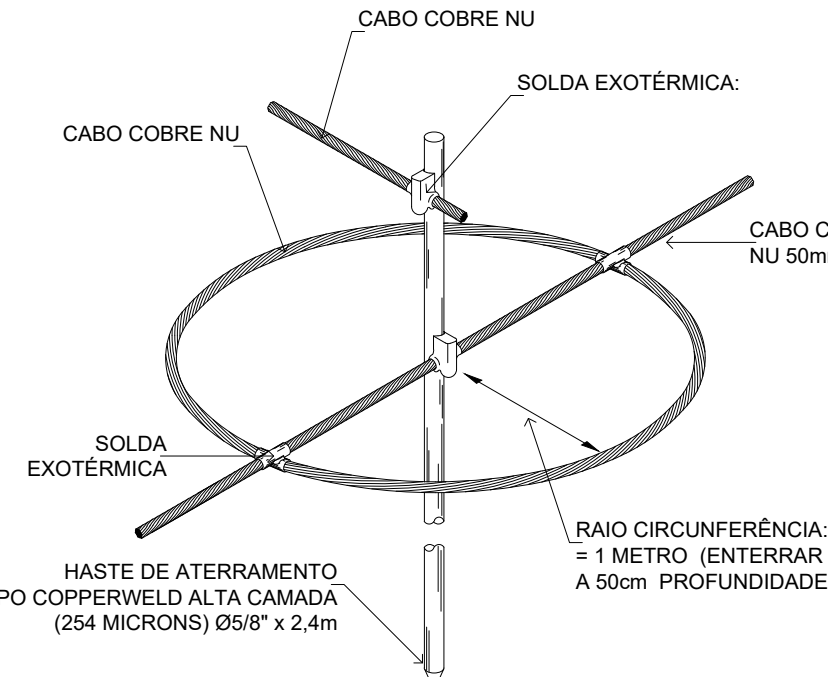
BARRAMENTO DE
COBRE DE 270 X
50mm X 3mm
COM 11 TERMINAIS



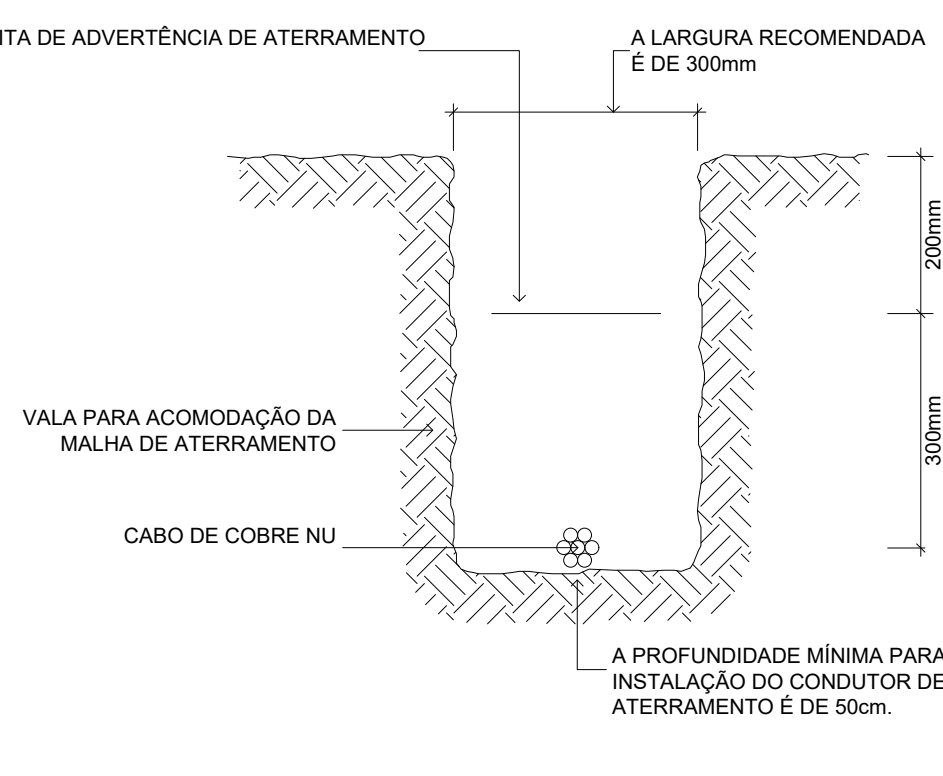
DETALHE 08 - INTERLIGAÇÃO ENTRE MALHAS DE DIFERENTES NÍVEIS



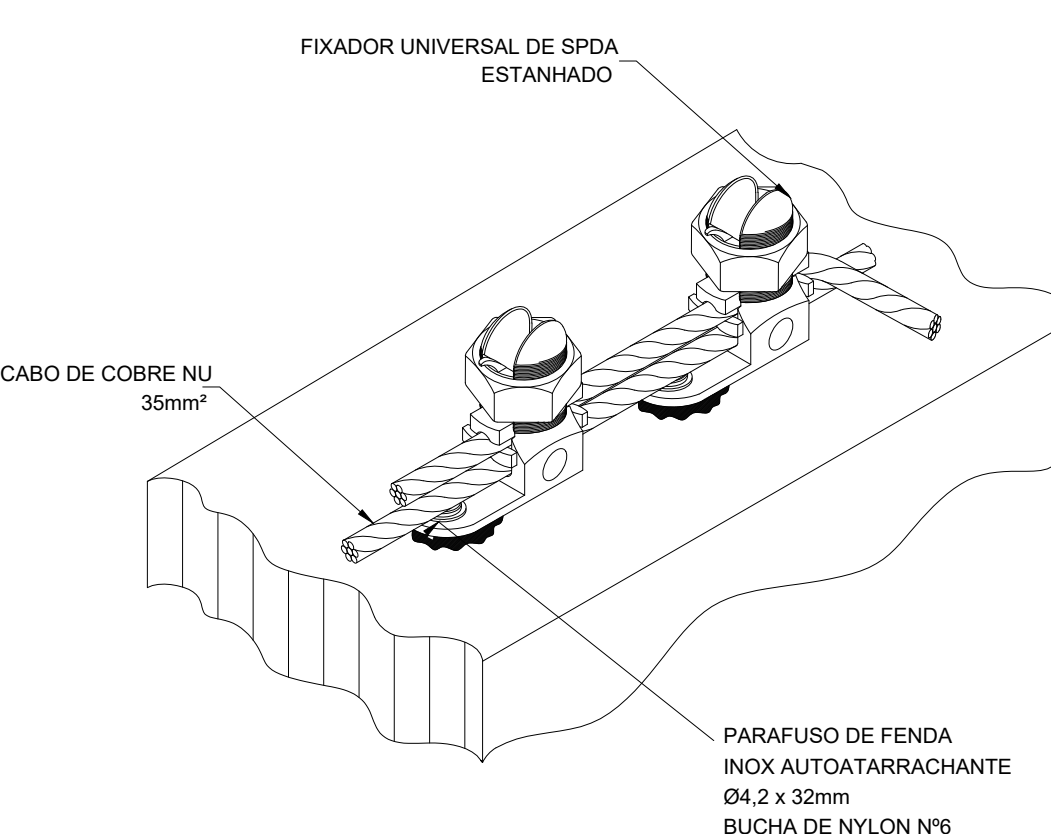
DETALHE 11 - AMARRAÇÃO DO VERGALHÃO DE DESCIDA COM O VERGALHÃO HORIZONTAL



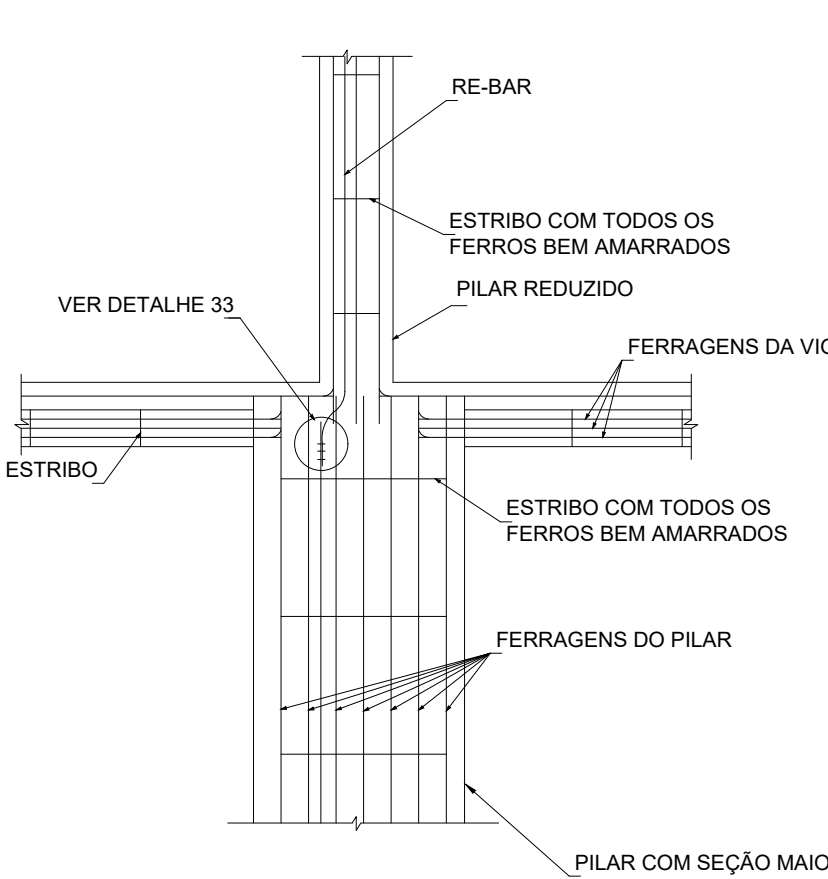
DETALHE 07 - CONEXÃO E SOLDA DA HASTE
DE ATERRAMENTO



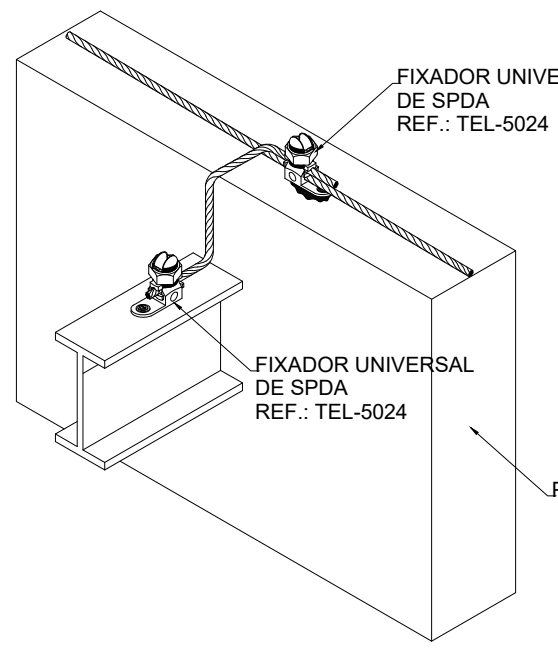
DETALHE 13 - INSTALAÇÃO DA CAIXA DE
INSPEÇÃO TIPO SOLO COM CONECTOR
DE MEDIÇÃO



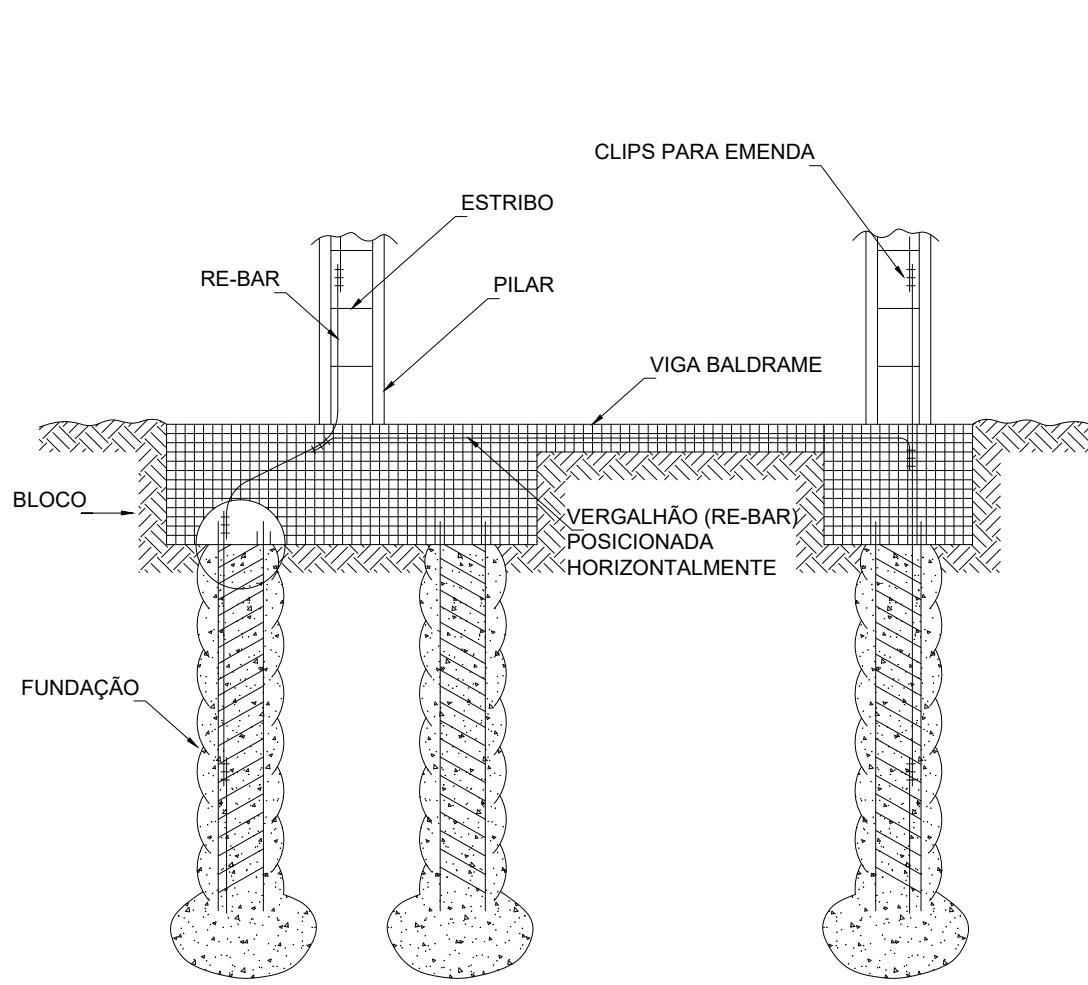
DETALHE 16 - DERIVAÇÃO DO CABO DE COBRE NA PLATIBANDA



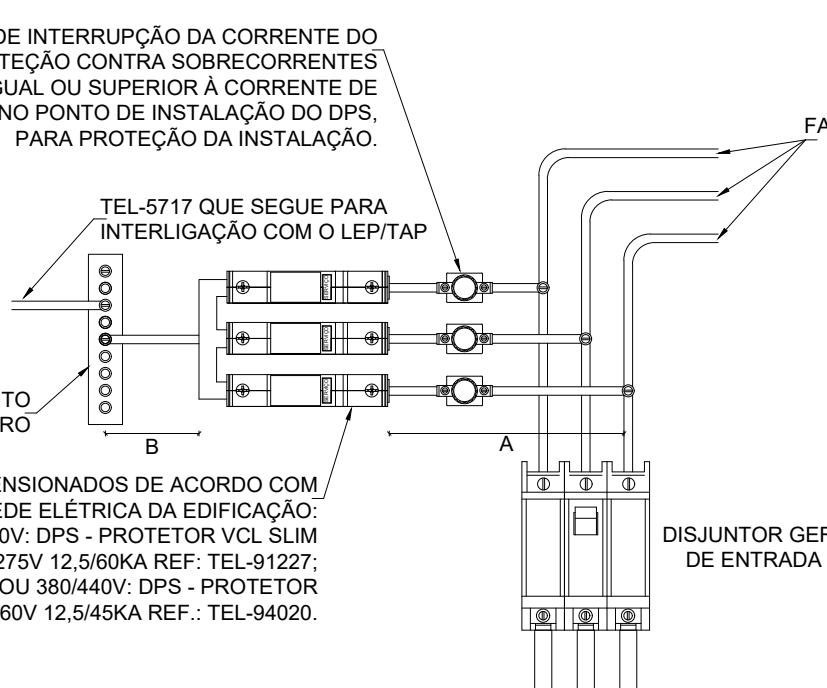
DETALHE 17 - INTERLIGAÇÃO DAS FERRAGENS
ESTRUTURAIS DO PILAR COM A ESTRUTURA
METÁLICA DE SUSTENTAÇÃO DO TELHADO



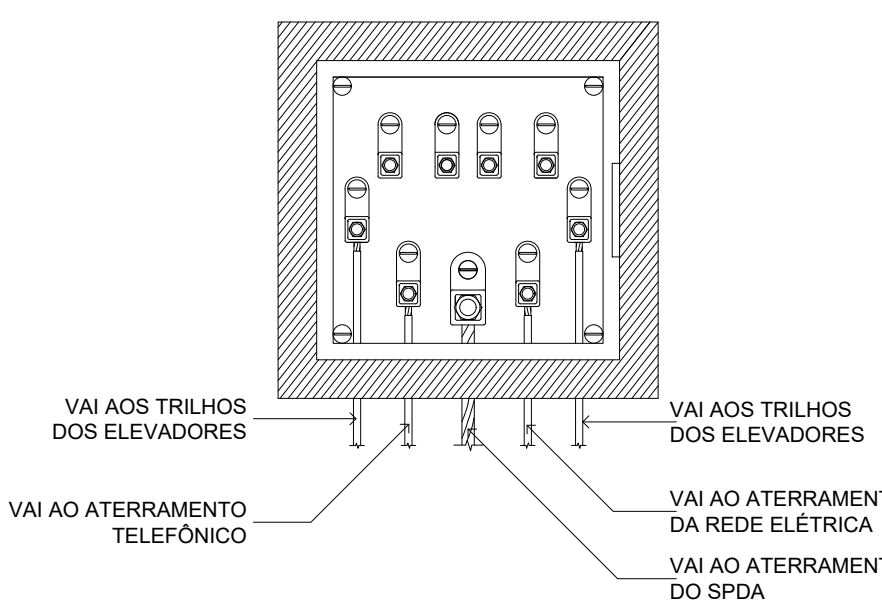
DETALHE 20 - CONEXÃO DO CABO À VIGA METÁLICA DO TELHADO UTILIZADNO FIXADORES UNIVERSAIS



DETALHE 22 - ATERRAMENTO ESTRUTURAL
NAS FUNDAÇÕES



DETALHE 23 - INTERLIGAÇÕES DAS "RE-BARS
PARA FUNDAÇÕES

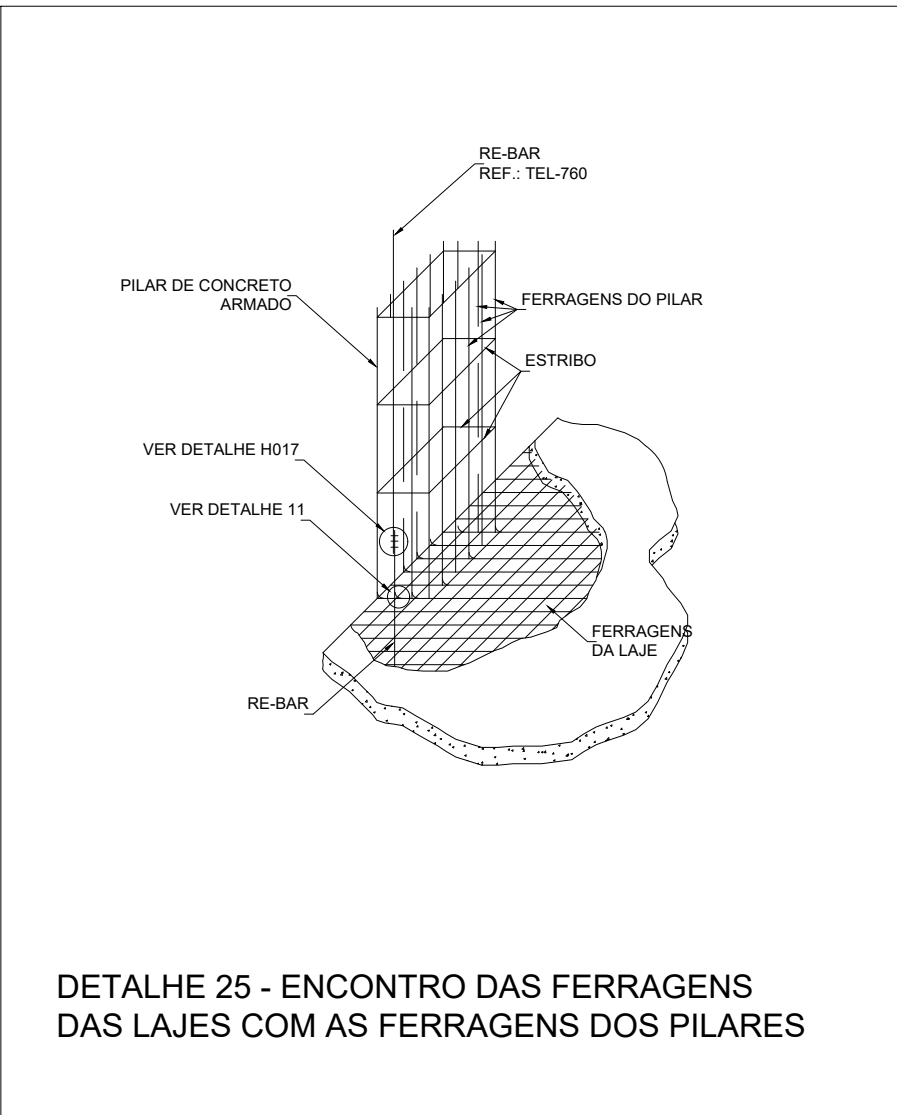


SUGESTÃO DE NOTAS PARA O SISTEMA ESTRUTURAL
SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS ESTRUTURAL

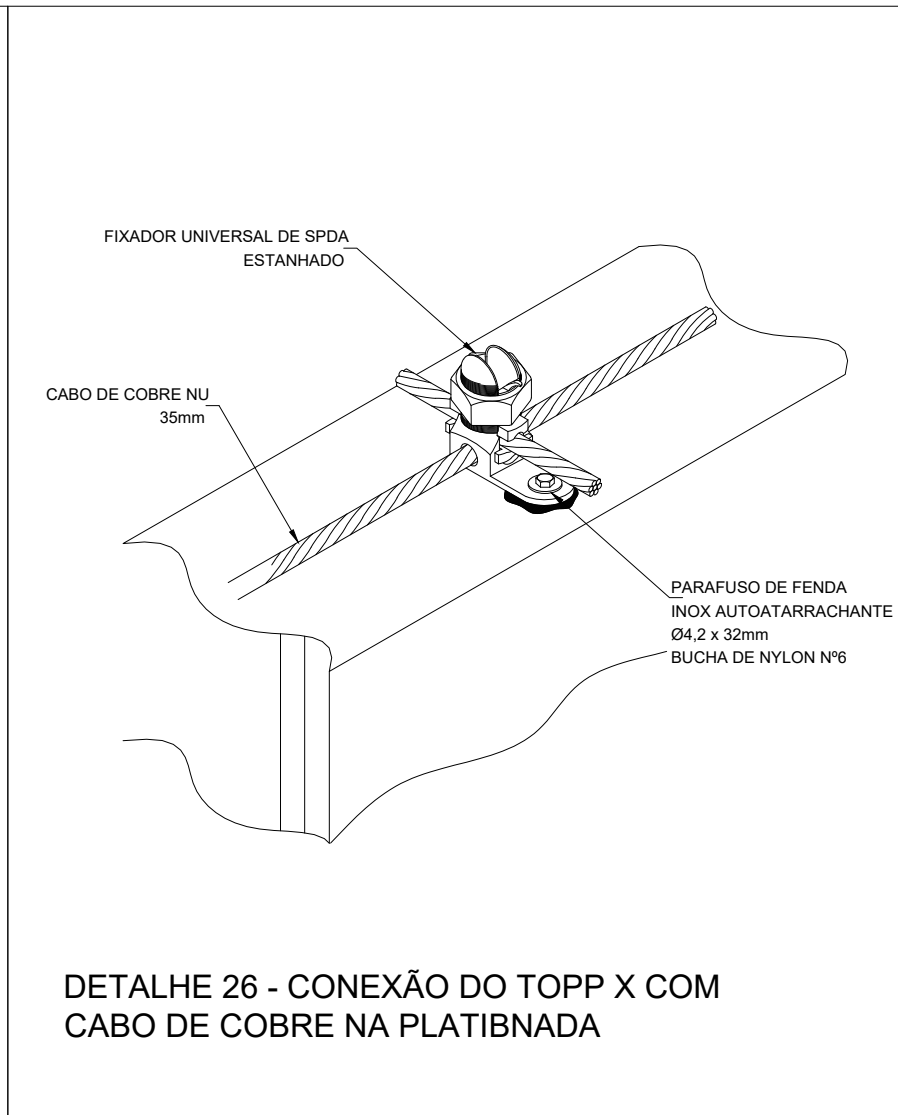
- [illegible]

[illegible]

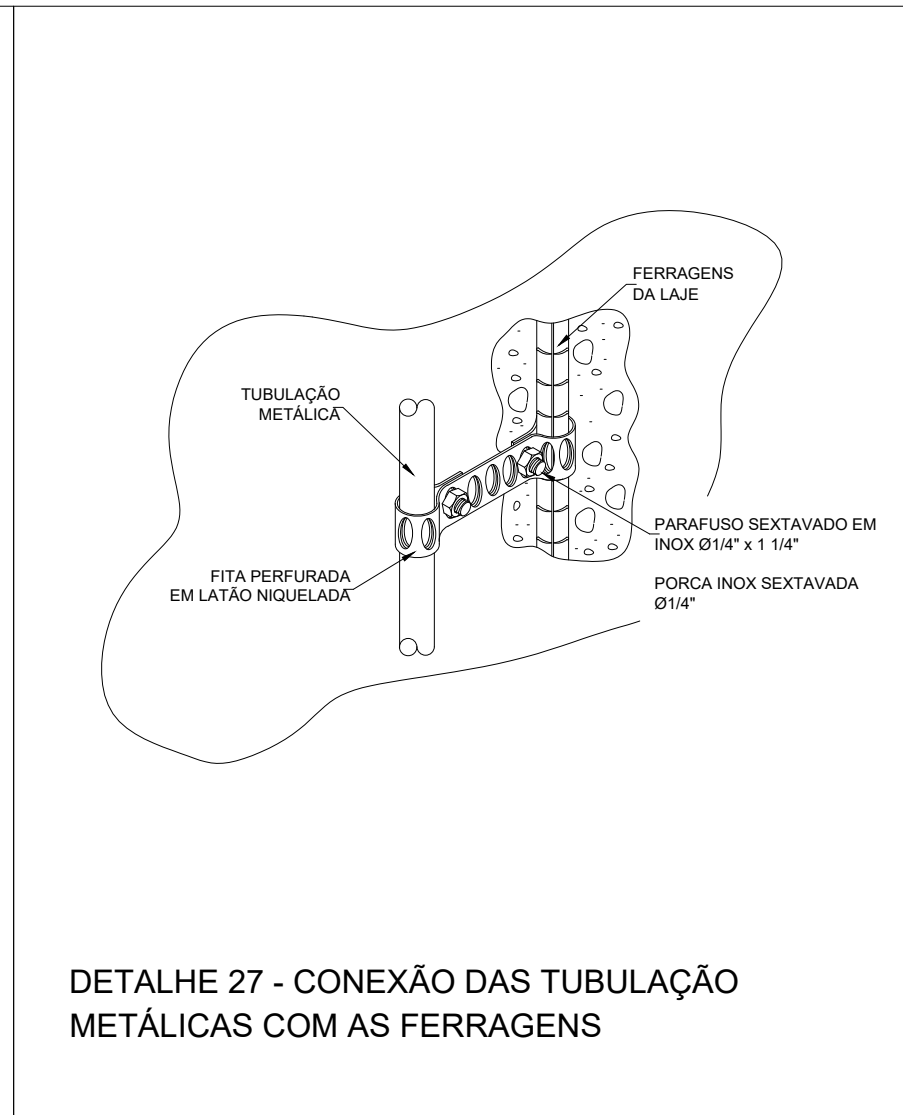
 PODER JUDICIÁRIO DO ESTADO DO ACRE TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO ACRE	 Nome: VETOR Engenharia & Consultorias LTDA End: Rua Vênus, 162 - Mirante do Sol - Rio Branco/AC Tel: (68) 3223-3308 Ass: Thais Tereza (ass)  Márcia Tereza Rangel Eng. Civilista - CREA n.º 02571-AC																																					
PROJETO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS OBJETO: PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO DA CIDADE DA JUSTIÇA LOCAL DO OBJETO: 00002 DA FAVITE <table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>Quantidade</th> <th>Valor Unit. (R\$)</th> <th>Valor Total (R\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>1</td> <td>1.317,20</td> <td>1.317,20</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>1</td> <td>1.579,00</td> <td>1.579,00</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>1</td> <td>1.300,95</td> <td>1.300,95</td> </tr> <tr> <td>04</td> <td>1</td> <td>2.565,00</td> <td>2.565,00</td> </tr> <tr> <td>05</td> <td>1</td> <td>6.693,15</td> <td>6.693,15</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td>13.465,30</td> </tr> </tbody> </table> Estimativa Anual:	ITEM	Quantidade	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)	01	1	1.317,20	1.317,20	02	1	1.579,00	1.579,00	03	1	1.300,95	1.300,95	04	1	2.565,00	2.565,00	05	1	6.693,15	6.693,15	TOTAL			13.465,30	FASE DO PROJETO: EXECUTIVO END: Av. Paulo Lemos de Moura Leite Pedro Roseno, Rio Branco - AC NÚMERO DA PERMANÊNCIA: SPDA 03/004 <table border="1"> <thead> <tr> <th>CONTÉUDO:</th> <th>DATA:</th> <th>REVISÃO:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DETALHAMENTO</td> <td>ABR/2024</td> <td>REV 00</td> </tr> <tr> <td>LEGALIZADA</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	CONTÉUDO:	DATA:	REVISÃO:	DETALHAMENTO	ABR/2024	REV 00	LEGALIZADA		
ITEM	Quantidade	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)																																			
01	1	1.317,20	1.317,20																																			
02	1	1.579,00	1.579,00																																			
03	1	1.300,95	1.300,95																																			
04	1	2.565,00	2.565,00																																			
05	1	6.693,15	6.693,15																																			
TOTAL			13.465,30																																			
CONTÉUDO:	DATA:	REVISÃO:																																				
DETALHAMENTO	ABR/2024	REV 00																																				
LEGALIZADA																																						



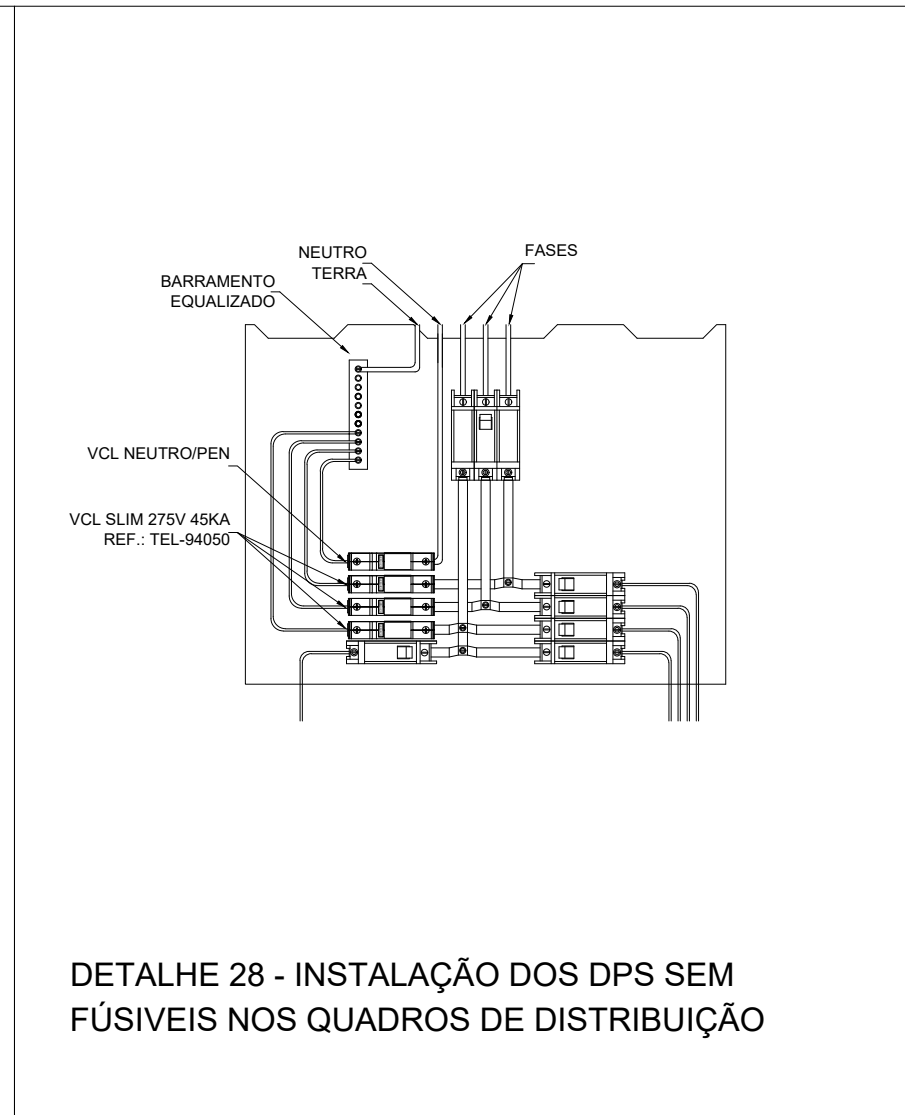
DETALHE 25 - ENCONTRO DAS FERRAGENS DAS LAJES COM AS FERRAGENS DOS PILARES



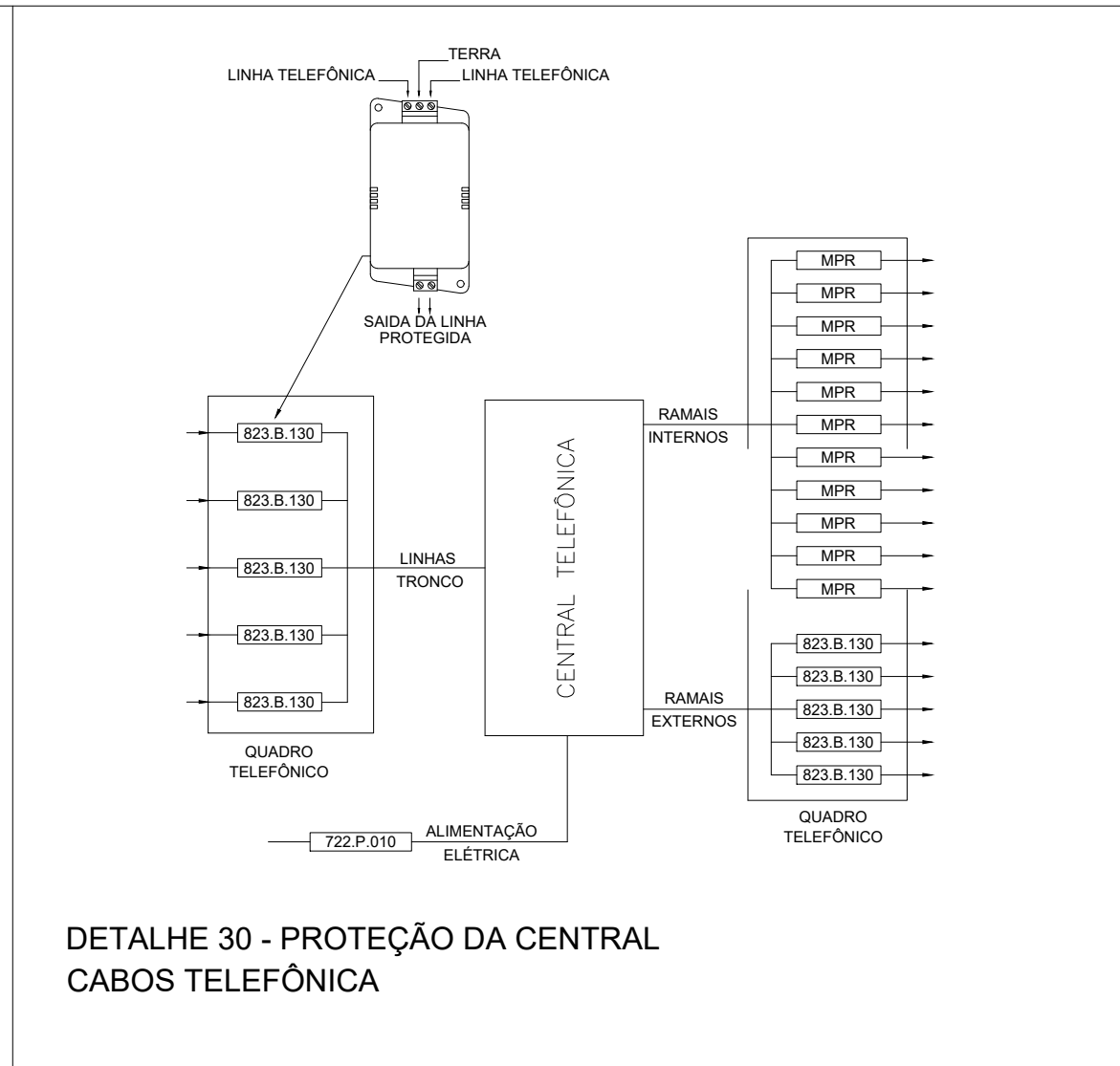
DETALHE 26 - CONEXÃO DO TOPP X COM CABO DE COBRE NA PLATIBNADA



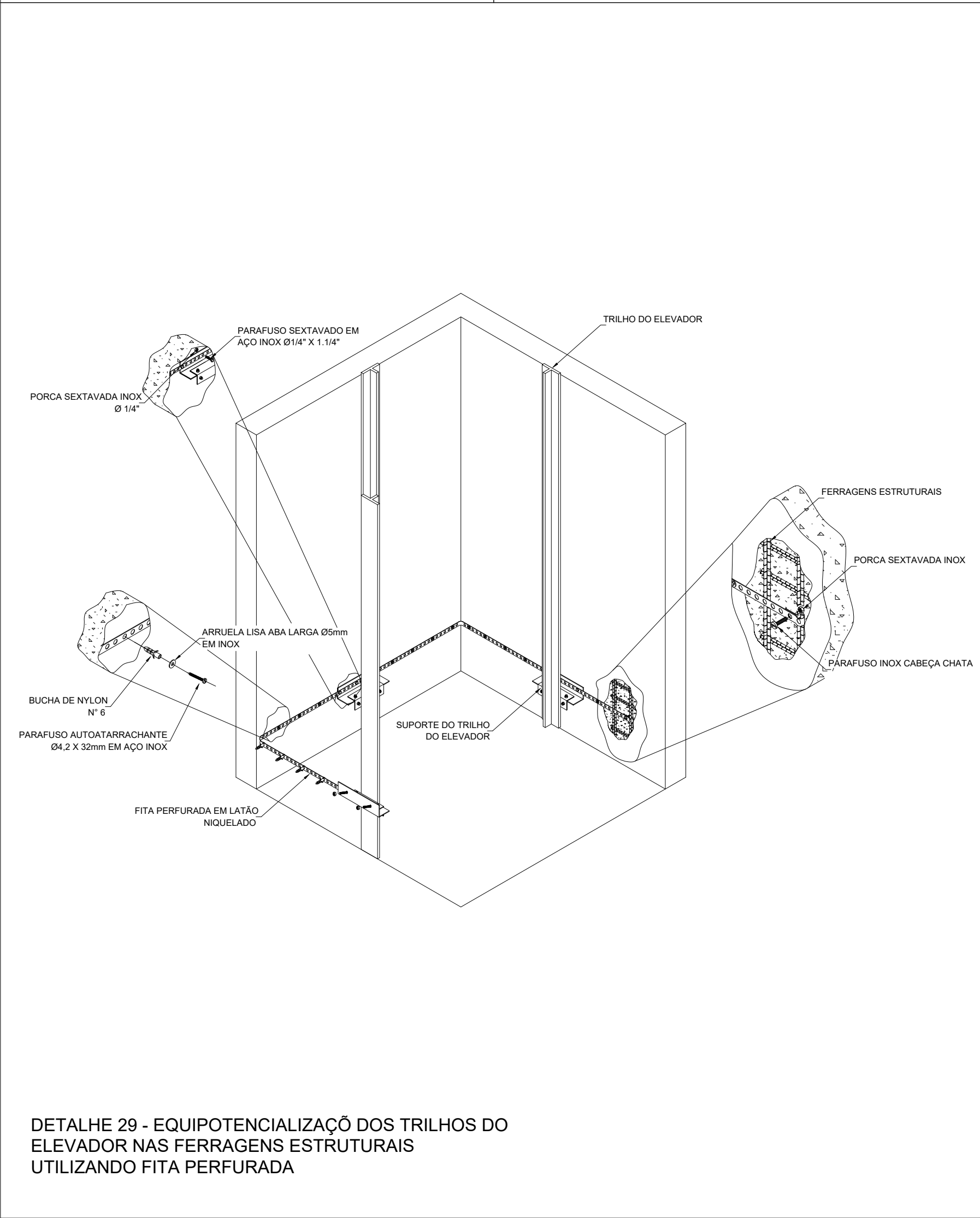
DETALHE 27 - CONEXÃO DAS TUBULAÇÃO METÁLICAS COM AS FERRAGENS



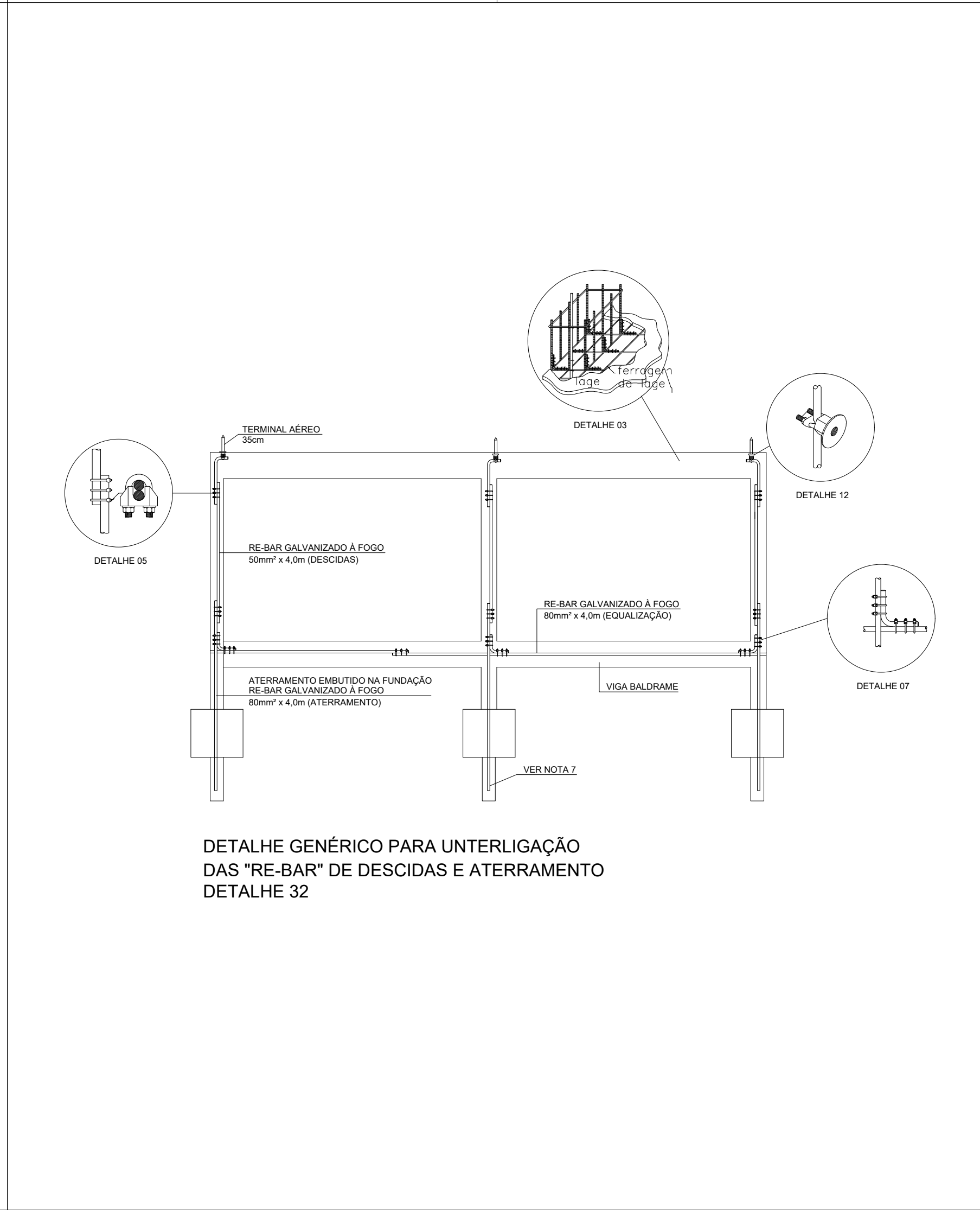
DETALHE 28 - INSTALAÇÃO DOS DPS SEM FÚSIVEIS NOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO



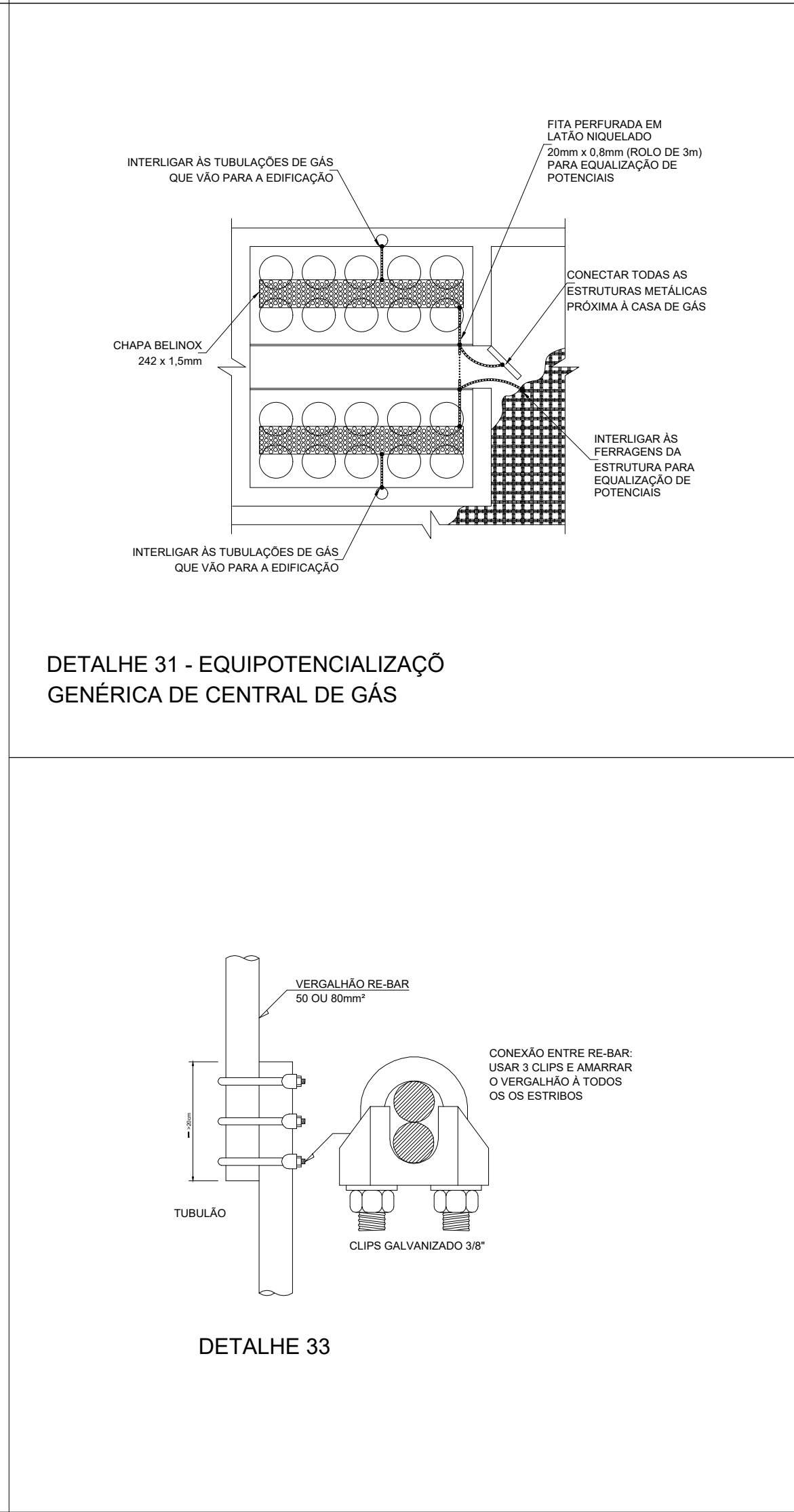
DETALHE 30 - PROTEÇÃO DA CENTRAL CABOS TELEFÔNICA



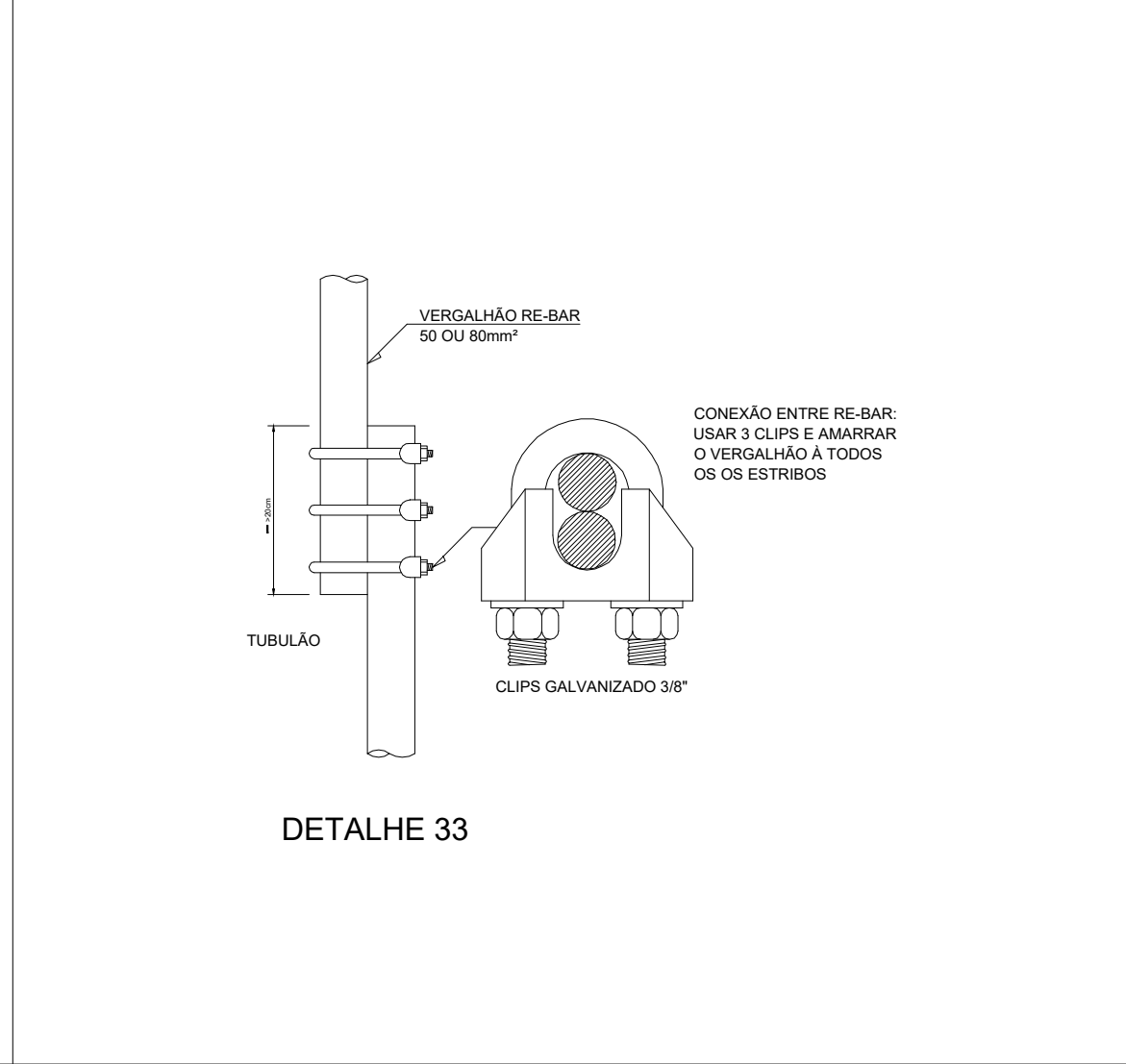
DETALHE 29 - EQUIPOTENCIALIZAÇÃO DOS TRILHOS DO ELEVADOR NAS FERRAGENS ESTRUTURAIS UTILIZANDO FITA PERFURADA



DETALHE GENÉRICO PARA INTERLIGAÇÃO DAS "RE-BAR" DE DESCIDAS E ATERRAMENTO DETALHE 32



DETALHE 31 - EQUIPOTENCIALIZAÇÃO GENÉRICA DE CENTRAL DE GÁS



DETALHE 33

REVISÕES:			
Nº	Data	Descrição	Autor



PODER JUDICIÁRIO
DO ESTADO DO ACRE

TRIBUNAL DE JUSTIÇA
DO ESTADO DO ACRE



Nome: Vetor Engenharia e Construções LTDA
End.: Rua Vênus, 102 - Morada do sol - Rio Branco-AC
Tel.: (68) 3223-3300

Resp. Técnico (cs):

Waltes Novares Aguiar
Engº Eletricista - CREA Nº 6287/D-AC

ASSUNTO:	PROJETO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	FASE DO PROJETO:	EXECUTIVO
OBRA:	PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DO 3º PRÉDIO DA CIDADE DA JUSTIÇA	END:	Av. Paulo Lemos de Moura Leite Pedro Roseno, Rio Branco - AC
DADOS DA FONTE:		CONTEÚDO:	DETALHAMENTO
ÁREAS :	Taxas (%)	ESCALA:	INDICADA
Subsolo: 1.317,20 m²	TO: -	DATA:	ABR/2024
Térreo: 1.579,00m²	TP: -	REVISÃO:	REV 00
1º Pavimento: 1.300,95 m²	CA: -		
2º e 3º Pav.: 1.248,00m²			
TOTAL: 6.693,15 m²			
Endereço Arquivo:			