

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROPOSTA DE PROJETO DE GRADUAÇÃO**



THIAGO BOTELHO COUTINHO

**DIAGNÓSTICO E ADEQUAÇÃO DO SPDA E DAS
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA PRIMEIRA IGREJA
BATISTA EM GOIABEIRAS - VITÓRIA/ES**

VITÓRIA
2021

THIAGO BOTELHO COUTINHO

**DIAGNÓSTICO E ADEQUAÇÃO DO SPDA E DAS
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA PRIMEIRA IGREJA
BATISTA EM GOIABEIRAS - VITÓRIA/ES**

Parte manuscrita da Proposta de Projeto de Graduação do aluno **Thiago Botelho Coutinho**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Hélio Marcos André Antunes

Coorientadora: Prof. Dra. Tiara Rodrigues Smarssaro de Freitas

VITÓRIA
2021

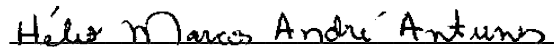
THIAGO BOTELHO COUTINHO

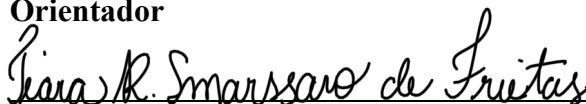
**DIAGNÓSTICO E ADEQUAÇÃO DO SPDA E DAS
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA PRIMEIRA IGREJA
BATISTA EM GOIABEIRAS - VITÓRIA/ES**


Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Thiago Botelho Coutinho**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.


Aprovada em 07 de outubro de 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA:


Prof. Dr. Hélio Marcos André Antunes
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador


Prof. Dra. Tiara Rodrigues Smarssaro de Freitas
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador


Eng. Thiago Sales Rocha
Diretor da EKLOS ENGENHARIA LTDA
Examinador


Prof. Dr. Walbermark Marques dos Santos
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador

Dedico este trabalho a Deus. Sem ele nada seria possível. Meus pais Nilda e Clovis, meus familiares e minha namorada Skarlet, obrigado pela paciência e apoio em todo o curso.

Aos alunos e professores do Curso de Engenharia Elétrica da UFES.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por proporcionar força para lutar e vencer batalhas impostas pela vida.

Meus pais, por todo amor, carinho e paciência, sempre me apoiando em todas as decisões tomadas ao longo destes anos.

A minha namorada Skarlet que sempre esteve ao meu lado me motivando a persistir.

Ao meu irmão e minha cunhada pelo companheirismo.

Meus amigos da UFES, em especial Claudino, Murilo e os colegas do grupo “Vingadores” pela ajuda ao longo de todos esses anos de parceria.

À minha avó, Dona Lica, que amo.

Aos meus tios e tias, em especial, Ilma, Clara, Gloria, Vavá e Zita que me apoiaram.

Aos Prof. Dr. Hélio Marcos André Antunes e a Prof. Dra. Tiara Rodrigues Smarssaro de Freitas pela orientação, oportunidade oferecida e amizade.

Aos coordenadores da Primeira Igreja Batista de Goiabeiras, que sempre dispuseram de tempo para que eu pudesse fazer visitas técnicas na igreja.

Aos professores e amigos de classe, que estiveram presentes por toda trajetória do curso, estudando para provas e compartilhando experiências dentro e fora da universidade.

RESUMO

Descargas atmosféricas causam diversos transtornos, seja por destruição, incêndio ou por surtos de tensão provocados pela onda eletromagnética na queda do raio. Paralelo a isso, existem as manobras de linha nas redes de distribuição, que podem vir a gerar surtos e causar queima dos equipamentos elétricos. Muitas obras optam primeiro pela instalação, depois pelo projeto e o resultado é a ineficiência na proteção do sistema em ocorrência, gerando as eventualidades descritas anteriormente. Este trabalho tem como objetivo garantir a proteção contra descargas atmosféricas da Primeira Igreja Batista em Goiabeiras localizada em Vitória/ES, e a proteção das cargas elétricas da instalação usadas no templo, como os sistemas de sonorização, ar-condicionado e outros, contra surtos na rede. Para o desenvolvimento deste trabalho, apresenta-se uma adequação dos projetos de SPDA, aterramento elétrico e dos cabos alimentadores entre o quadro geral de baixa tensão e os quadros adjacentes, que atualmente encontram-se inadequados. Para a coleta de dados, será feito um levantamento das condições atuais em que se encontram os sistemas destacados e as normas vigentes. Após a conclusão do estudo, pretende-se verificar se é passível uma adequação ou a confecção de um novo projeto para a edificação.

Palavras-chave: Descargas atmosféricas. Surto de tensão. Proteção das cargas elétricas. Aterramento elétrico. Cabos alimentadores.

ABSTRACT

Lightning strikes cause a variety of inconveniences, either by destruction, fire, or voltage surges caused by the electromagnetic wave in the lightning strike. Parallel to this, there are line maneuvers in the distribution networks, which can generate surges and cause electrical equipment to burn out. Many works opt first for the installation, then for the project, and the result is the inefficiency in the protection of the system in occurrence, generating the eventualities described above. The objective of this work is to guarantee the protection against atmospheric discharges of the First Baptist Church in Goiabeiras located in Vitória/ES, and the protection of the electrical loads of the installation used in the temple, such as the sound systems, air conditioning and others, against surges in the network. For the development of this work, it is presented an adequacy of the SPDA projects, electrical grounding and feeder cables between the general low voltage panel and the adjacent panels, which are currently inadequate. For data collection, a survey will be done of the current conditions in which the highlighted systems and the standards in force are found. After the conclusion of the study, the intention is to verify if it is possible to make an adaptation or a new project for the building.

Keywords: Atmospheric discharges. Voltage surge. Protection of electrical loads. Electrical grounding. Feeder cables.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Captores instalados com resto de obras e alinhados manualmente.....	14
Figura 2 – Vista da caixa de inspeção	16
Figura 3 – Barramento de derivação presente atualmente.....	16
Figura 4 – Processo de formação dos raios	21
Figura 5 – Forma de onda de corrente de uma descarga completa.....	22
Figura 6 – Conexões entre as partes da ABNT NBR 5419 (ABNT).....	24
Figura 7 – Danos e perdas relevantes para uma estrutura relacionados à diferentes pontos de impacto.....	26
Figura 8 – Tipos de perdas e riscos correspondentes que resultam em diferentes tipos de danos	27
Figura 9 – Subsistemas de captação, descida e aterramento elétrico	30
Figura 10 – Teste de continuidade das ferragens.....	32
Figura 11 – Seção mínima dos condutores	34
Figura 12 – Captores atuais. (a) Captor porta-bandeira, (b) “Captor” na ponta do cone.	41
Figura 13 – Subsistema de descida. (a) fio de cobre para haste de alumínio, (b) haste de alumínio fio de cobre.....	42
Figura 14 – Subsistema de descida. (a) Condutor de alumínio sem fixação, (b) conector tipo sapatilha atual.	43
Figura 15 – Subsistema de descida. (a) Subida à borda, (b) Fixação atual.	44
Figura 16 – Emenda de barra chata de alumínio.	44
Figura 17 – Sistema de descida.	45
Figura 18 – Sistema de descida.	46
Figura 19 – Gaiola de Faraday atual.....	47
Figura 20 – Terrômetro MTR-1522.....	48
Figura 21 – Medição de interferência para procedimento de medição de resistividade.....	49
Figura 22 – Quadro 3º pavimento (QD_3PV). (a) Quadro, (b) Disjuntor.	51
Figura 23 – Quadro 2º pavimento (QD-2PV). (a) Quadro, (b) Disjuntor destacado.....	52
Figura 24 – Quadro 2º pavimento (QD-2PV_HVAC). (a) Quadro, (b) detalhe construtivo..	53
Figura 25 – Quadro 1º pavimento (QD-1PV), (a) Quadro, (b) detalhe construtivo.	55
Figura 26 – Quadro 1º pavimento (QD-1PV_BRINQ). (a) Quadro, (b) detalhe construtivo.	56
Figura 27 – Quadro 1º pavimento (QD-1PV_BERÇÁRIO). (a) Quadro, (b) Quadro aterrado.	57

Figura 28 – Quadro 1º pavimento (QD-1PV_COZ).....	58
Figura 29 – Quadro 1º pavimento (QD_EXTERNO). (a) Quadro, (b) de graduação do esmalte.	59
Figura 30 - Esquema de aterramento TN-C-S.	60
Figura 31 – Legenda das imagens.	61
Figura 32 – Conexão entre materiais com propriedade diferentes.	63
Figura 33 – Aderibase.....	63
Figura 34 – Grampos para conexão entre barras chatas.	64
Figura 35 – Fita perfurada em latão niquelado.....	64
Figura 36–Condutor CUI ligado ao aterramento.....	65
Figura 37–Ligação do DPS.....	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características das descargas atmosféricas.....	22
Quadro 2 – Relação entre níveis de proteção para descargas atmosféricas e classe de SPDA	28
Quadro 3 – Avaliação dos equipamentos que atendem a distância mínima de segurança	47
Quadro 4 – Avaliação dos equipamentos que atendem a distância mínima de segurança.	49
Quadro 5 – Valores máximos dos parâmetros das descargas atmosféricas correspondentes aos níveis de proteção (NP).	61
Quadro 6 – Valor máximo do raio da esfera rolante classe do IV.....	62
Quadro 7 – Levantamento de carga em todo o templo.....	67
Quadro 8 – Dimensionamento pela Capacidade de condução de corrente.....	70
Quadro 9 – Dimensionamento pela queda de tensão.....	71
Quadro 10 – Dimensionamento das seções.	71
Quadro 11 – Dimensionamento final.....	72
Quadro 12 – Resumo do presente com o projeto atendendo a norma.	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ELAT/INPE	Grupo de Eletricidade Atmosférica do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais
IMPE	Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais
QGBT	Quadro geral de baixa tensão
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
NP	Nível de Proteção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Justificativa	17
1.2	Objetivo Geral.....	17
1.3	Objetivos Específicos	17
1.4	Metodologia e Etapas de desenvolvimento	18
1.5	Organização do trabalho.....	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	Descargas atmosféricas	20
2.2	Proteção contra descargas atmosféricas	23
2.3	Princípios gerais e gerenciamento de risco.....	24
2.4	Danos físicos à estrutura e perigos à vida.....	27
2.5	Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.....	30
2.6	Teste de Continuidade – Verificação atual do SPDA.....	31
2.7	Sistemas de Aterramento Elétrico.....	32
2.7.1	Tipos de aterramento elétrico	33
2.8	Adequação do QGBT aos quadros de Disjuntores	33
2.8.1	Dimensionamento de condutores elétricos	33
2.9	Comentários Sobre Referencial Teórico.....	38
3	DIAGNÓSTICO DO SPDA E DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	39
3.1	Dados e caracterisitas do templo	39
3.2	Diagnóstico do SPDA.....	39
3.2.1	Gerenciamento de risco	39
3.2.2	Subsistema de captação não natural	40
3.2.3	Subsistema de descida não natural	41
3.2.4	Proteção da borda	43
3.2.5	Hastes de alumínio e eletrodos de aterramento	44
3.2.6	Equipamentos próximos à Gaiola de Faraday	45
3.2.7	Ausência de malha	47
3.3	Diagnóstico do Aterramento Elétrico	48
3.4	Diagnóstico do QGBT e quadros adjacentes.....	50
3.4.1	Avaliação no 3º pavimento.	50
3.4.2	Avaliação no 2º pavimento.	52
3.4.3	Avaliação no 1º pavimento.	54
3.5	Comentários sobre o diagnóstico do SPDA e das instalações elétricas.....	59

4	ADEQUAÇÃO DO SPDA E DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	60
4.1	Aterramento	60
4.2	Adequação do SPDA.....	61
4.2.1	Principais definições de projeto.....	61
4.2.2	Subsistema de captação não natural e análise do sistema presente	62
4.2.3	Subsistemas de descida não natural.....	63
4.2.4	Equipamentos próximos à Gaiola de Faraday.	64
4.3	Dimensionamento de um QGBT e adequação dos quadros adjacentes.....	66
4.4	Dimensionamento dos eletrodutos.....	72
4.5	Projeto do DPS.....	73
4.6	BEP.....	75
4.7	Comentários sobre a Adequação do SPDA e das Instalações Elétricas.....	75
5	CONCLUSÃO.....	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
	APÊNDICE A	80
	APÊNDICE B - PROJETO ELÉTRICO	81

1 INTRODUÇÃO

Certos fenômenos naturais ainda não são possíveis de serem tratados ou previstos o local de sua ocorrência, dentre esses, as descargas elétricas vêm ganhando notoriedade pelo elevado índice.

Conforme cita Case Editorial (2017), a elevada extensão territorial do Brasil e seu clima peculiar em alguns lugares, colocaram-no como um dos países com maior incidência de descarga atmosférica, sendo mais preciso, 78 milhões de raios todo anos. Já a cidade de Vitória possui uma densidade de descarga de 0,68 km²/ano, segundo o Grupo de Eletricidade Atmosférica do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (ELAT/INPE). No dia 08 de março de 2021, o Estado do Espírito Santo recebeu 67.761 raios, que resultaram em diversos transtornos e um morto, conforme reportagem no jornal Folha Vitória (2021, n.p.).

Existem dois tipos de descargas atmosféricas (CREDER, 2016):

- Direta: incidem diretamente sobre as edificações, linhas de transmissão de energia ou qualquer outra instalação exposta ao tempo;
- Indireta: surtos induzidos (por acoplamento indutivo ou capacitivo) e injetados (por acoplamento resistivo, via aterramento elétrico).

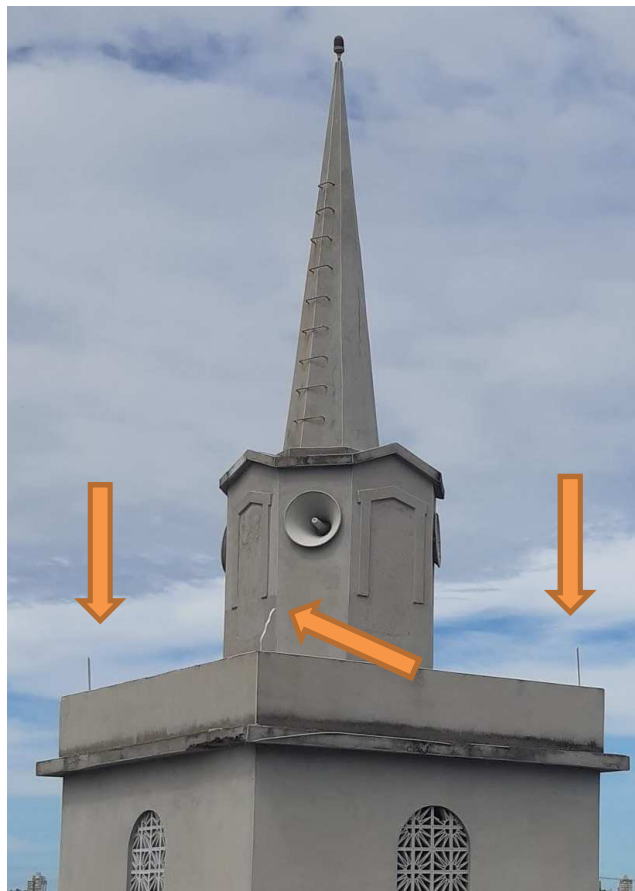
De acordo com a ABNT NBR 5419-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), os efeitos da descarga atmosférica, em templos religiosos, geram perdas de patrimônio cultural insubstituível. Materialmente, há risco de incêndio e/ou explosão devido ao impacto causado pela descarga atmosférica na estrutura e risco de danos aos equipamentos eletroeletrônicos devidos aos surtos de sobretensões provenientes de descargas adjacentes à estrutura ou nas linhas de transmissão e sinais telefônicos. Já para os seres vivos, existe o risco de choque elétrico devido às tensões de toque e de passo.

Para solucionar este problema utiliza-se o mesmo sistema, com um princípio de funcionamento “primitivo” de captação de raio do século XVIII, o para-raios, aparelho simples e eficaz, teve o seu primeiro modelo foi criado em 1752 (CAVALIN; CERVELIN, 2006).

É fundamental que o sistema seja corretamente dimensionado para que se cumpra o seu papel, a saber, interceptar raios e conduzi-los à terra. Colocar captadores em qualquer posição não indica que há um sistema de proteção contra descarga atmosférica (SPDA), e é necessário que estes

captore sejam alocados de forma a garantir que toda a estrutura esteja dentro da zona de proteção do sistema, o que não acontece hoje na Primeira Igreja Batista em Goiabeira, conforme destacado em seta na Figura 1. O que existe são captore do tipo Melsen (minicaptore), localizado abaixo de uma cone com aproximadamente 3 metros de altura, deixando a parte mais alta da igreja fora da zona de proteção, na avaliação de qualquer método de proteção, gerando riscos de acidentes, tais como incêndios e explosões, caso aconteça uma descarga atmosférica direta sobre a estrutura arquitetônica

Figura 1 – Captore instalados com resto de obras e alinhados manualmente



Fonte: Produção do próprio autor.

A descarga atmosférica decorre da formação da radiação eletromagnética induzindo sobretensões às linhas de energia elétrica (CAVALIN; CERVELIN, 2006). Outros elementos geradores de surto de tensão são as manobras que ocorrem nas linhas de transmissão e distribuição, sendo que estas não dependem da intensidade da corrente seccionada, mas do seccionamento brusco decorrente em um circuito de elevada indutância (COTRIM, 2009).

O único sistema capaz de combater esse problema é o aterramento elétrico e sua finalidade é proteger tanto a instalação quanto seus usuários por meio de uma ligação à terra (CAVALIN; CERVELIN, 2006).

Basicamente, são considerados dois tipos de aterramento elétrico (CREDER, 2016):

- aterramento elétrico funcional: ligação à terra de um dos condutores do sistema (geralmente o neutro) e está relacionado ao funcionamento correto, seguro e confiável da instalação;
- aterramento elétrico de proteção: que consiste na ligação à terra das massas e dos elementos condutores estranhos à instalação elétrica, visando a proteção contra os choques elétricos por contato direto e contra tesões induzidos provenientes de curtos-circuitos ou descargas atmosféricas.

Conforme orientação na ABNT NBR 5410:2004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) qualquer instalação, deve prever um terminal ou barra de aterramento principal (BEP), estando nele ligados:

- o aterramento neutro e os condutores de proteção da rede de distribuição de energia;
- o aterramento do sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- os aterramentos elétricos das entradas de sinais e o “plano terra” para o aterramento elétrico de instalações contendo equipamentos eletrônicos (estações de telecomunicações, sistemas de controle de processo e etc.);
- o aterramento elétrico de estruturas metálicas diversas (quadro de cargas, *racks*, painéis e etc.).

O único aterramento elétrico que o templo em estudo dispõe é o do SPDA apresentado na Figura 2, composto por 7 descidas individuais, mostrando-se um processo ineficiente, pois a interação dos aterramentos elétricos proporciona a equipotencialização de massas, com a unificação das referências de terra e a redução da resistência de aterramento elétrico da instalação em função da maior área da malha (CREDER, 2016).

Figura 2 – Vista da caixa de inspeção

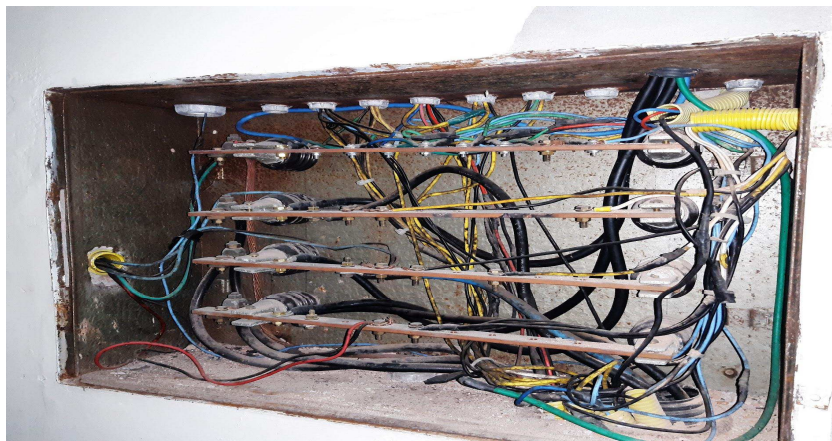


Fonte: Produção do próprio autor.

Assim como o sistema de SPDA, as instalações elétricas necessitam de aterramento elétrico, muitos equipamentos apresentam uma eletrônica sensível (equipamentos de som), gerando muito resíduo elétrico na rede, que devem ser direcionados ao aterramento elétrico. Para que haja a correta comunicação entre a carga elétrica e o aterramento elétrico, o dimensionamento dos cabos entre os quadros de disjuntores e o quadro geral de baixa tensão (QGBT) deverá ser corretamente empregado.

Na igreja em estudo, o sistema atual de derivação de energia é ilustrado na Figura 3 sendo formado por quatro barras de cobre, o que coloca em risco a integridade do sistema por possuir condutores mal dimensionados e conexão inadequada. Além de implicar na operação inadequada da carga, representa um elevado risco de incêndio para o patrimônio (MAMEDE FILHO, 2009).

Figura 3 – Barramento de derivação presente atualmente



Fonte: Produção do próprio autor.

1.1 Justificativa

Como ilustrado na Figura 1, há um risco de incidência de descarga elétrica na “torre” do templo, pois este se encontra acima dos captadores do sistema SPDA, sem a instalação do captador adequado. Dessa forma, existe o risco de explosão e desprendimento de material por conta da incidência do raio. Além disto, tem-se os danos aos equipamentos (ou cargas) presentes nas instalações elétricas, como iluminação e equipamentos eletrônicos. Neste local, o efeito do barulho e desligamento das luzes, na incidência do raio, pode gerar pânico, provocando desespero por conta da evacuação do local, bem como falha do sistema de alarme contra incêndio.

Outro ponto preocupante, conforme apresentado na Figura 3, refere-se às diretrizes básicas, recomendada pela ABNT NBR 5410:2004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), que garante a segurança de pessoas e de bens que não estão sendo atendidos. Também é possível observar que não existem disjuntores para proteção e divisão dos circuitos alimentadores, sendo todos conectados diretamente no barramento de distribuição, não existindo coordenação e seletividade da proteção, ou seja, na ocorrência de qualquer falta no sistema, todos os circuitos serão afetados.

Assim, este trabalho é fundamental, pois irá nortear os responsáveis pela instituição na readequação que deve ser realizada nas instalações de modo a garantir a segurança dos membros e dos bens da igreja.

1.2 Objetivo Geral

Desenvolver um projeto de adequação do SPDA e das Instalações elétricas da Primeira Igreja Batista de Goiabeiras localizada em Vitória/ES, baseando-se nas normas vigentes, de modo a prover segurança aos que utilizam o espaço bem como a proteção dos bens e arquitetônico da igreja.

1.3 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, os seguintes objetivos específicos deverão ser atendidos:

- a) Propor um projeto de adequação dos sistemas de SPDA e Aterramento Elétrico;
- b) Criar um QGBT para atender aos quadros adjacentes;
- c) Propor ações corretivas a serem aplicadas;

1.4 Metodologia e Etapas de desenvolvimento

Este projeto, quanto aos procedimentos a serem adotados, caracteriza-se como um estudo de caso, pois busca a aplicação prática de conhecimentos para a solução de problemas sociais (BOAVENTURA, 2004). Trata-se de uma pesquisa quantitativa, pois serão coletadas informações atuais referentes aos sistemas implantados, suas características de construção, seu estado atual e medições que o sistema oferece.

Como este projeto gera conhecimentos para aplicações práticas dirigidos a soluções de problemas enquadrando-se em uma pesquisa aplicada. Com o objetivo de explicar o porquê dos sistemas atuais não proporcionarem proteção, esse trabalho se classifica como uma pesquisa explicativa.

A primeira etapa será a revisão bibliográfica de modo a garantir informações para os requisitos mínimos do projeto, seguida de coletar de dados cruciais como, medições de resistividade do SPDA atual, medição da continuidade dos subsistemas de aterramento, descida e captação, levantamento da carga elétrica em cada quadro e etc. Com essas informações, será avaliado se o sistema atual está coerente segundo as normas vigentes e, caso não esteja, serão feitas duas análises:

- Aplicação de correção: os sistemas atuais serão analisados e, a partir disto, verificado se o mesmo é passível de correção ou adequação, de modo que possa, após isso, atender à norma vigente.
- Novo projeto: caso não haja ou não seja passível de correção, um novo projeto será feito do zero, visando atender às normas vigentes.

Após a confecção dos projetos, ele será detalhado e entregue à instituição religiosa em formato A0 para implementação.

1.5 Organização do trabalho

Este trabalho é dividido em cinco seções, sendo a primeira uma seção introdutória, consistindo em uma breve abordagem do tema e uma explicação de como foi desenvolvido o texto, assinalando objetivos, métodos e a importância do estudo.

Na seção 2 será apresentado o referencial teórico sobre os principais conceitos que envolve SPDA, aterramento e dimensionamento do sistema entre o QGBT e os quadros adjacentes.

Na seção 3 será exposto o diagnóstico do SPDA e das Instalações Elétricas da Primeira Igreja Batista em Goiabeiras.

Na seção 4 será apresentada uma adequação e uma análise de quais itens é possível de se adequar no SPDA e nas Instalações Elétricas da Primeira Igreja Batista em Goiabeiras.

Por fim, a seção 5 engloba as conclusões finais relativas ao projeto elaborado e uma possível abordagem a ser considerada em trabalhos posteriores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentados os conceitos básicos sobre SPDA, com detalhamento sobre o gerenciamento de risco, quais medidas protetivas pode ser adotadas e como verificar sua integridade. Já para o aterramento elétrico serão definidos os principais esquemas. Por fim, serão detalhados os critérios para o dimensionamento entre o QGBT e os quadros adjacentes.

2.1 Descargas atmosféricas

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), as descargas atmosféricas são descargas elétricas de grande extensão e de grande intensidade, que ocorrem devido ao acúmulo de cargas elétricas concentradas na atmosfera. A descarga atmosférica tem início quando o campo elétrico, ocasionado pelo acúmulo de cargas concentradas na atmosfera, rompe a rigidez dielétrica do ar, fazendo com que haja um rápido movimento de elétrons de uma região de cargas negativas para uma região de cargas positivas, ocasionando a descarga atmosférica popularmente conhecida como “raio” (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2019).

Hoje, sabe-se que esse acúmulo de cargas elétricas na atmosfera acontece dentro das nuvens e é causado pela fricção entre as partículas de água, provocada pelos ventos ascendentes de forte intensidade. O valor da diferença de potencial, para o qual a rigidez dielétrica do ar é rompida, é de aproximadamente 1 kV/mm (MAMEDE FILHO, 2009).

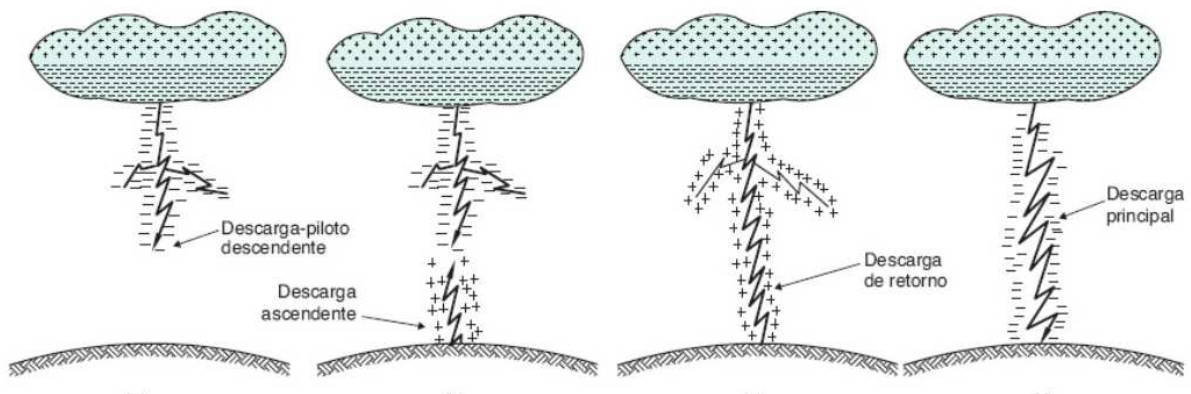
As descargas atmosféricas podem ser divididas em dois subgrupos: descargas negativas e descargas positivas. As descargas negativas acontecem de uma região carregada negativamente dentro da nuvem para o solo, ou seja, elétrons são transferidos da nuvem para o solo, e englobam cerca de 90% de todas as descargas atmosféricas. Já as descargas positivas acontecem de uma região carregada positivamente dentro da nuvem para o solo, ou seja, elétrons são transferidos do solo para a nuvem, e compõem 10% das descargas atmosféricas (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2019).

Assim, um raio é formado por múltiplas descargas que se sucedem em intervalos de tempo muito curtos, podendo ser classificados em etapas. A primeira destas etapas inicia-se com fracas descargas na região de cargas negativas dentro da nuvem, no caso das descargas negativas,

provocando um período de quebra de rigidez preliminar que dá início ao chamado líder escalonado ou descarga piloto descendente. A descarga piloto segue um caminho tortuoso e em etapas, propagando-se para fora da nuvem e em direção ao solo com uma velocidade de cerca de 400.000 km/h, buscando o caminho mais fácil para a formação do canal do relâmpago. Quando a descarga piloto se aproxima do solo, as cargas elétricas no canal produzem um intenso campo elétrico, da ordem de 100 milhões de volts, fazendo, assim, com que a rigidez dielétrica do ar seja rompida em um ou mais pontos, o que implica em líderes conectantes positivos, ou descargas ascendentes, que saem do solo e propagam-se de forma similar ao líder escalonado. Quando a descarga piloto encontra as descargas ascendentes, as cargas armazenadas no canal começam a mover-se em direção ao solo, acompanhadas de uma intensa descarga que se propaga ao longo do canal com uma velocidade de 40000 km/h. Esta descarga é denominada de descarga de retorno e produz a maior parte da luz visível (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2019). Se a descarga de retorno for o último acontecimento, o raio é chamado de raio simples, porém, na maioria dos casos, após uma pausa de aproximadamente 500 ms, após a primeira descarga de retorno, acontece uma nova descarga, chamada de descarga de retorno subsequente, e essa descarga atrai as cargas negativas localizadas na nuvem para o canal já ionizado, ocasionando o que é chamado de líder contínuo ou descarga principal.

Quando o líder contínuo se aproxima do solo, ele se conecta com uma nova descarga ascendente, reproduzindo o processo e iniciando o que é denominado de “raios múltiplos”. A Figura 4 ilustra o processo de formação dos raios descrito anteriormente.

Figura 4 – Processo de formação dos raios

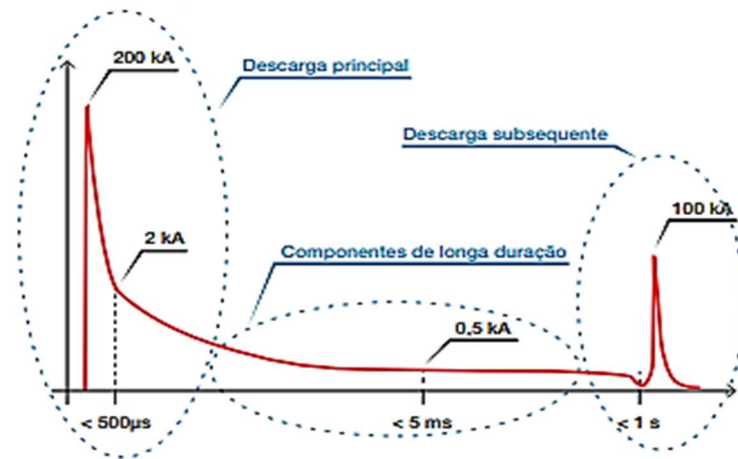


Fonte: Mamede Filho (2009, p. 23).

A Figura 5, a seguir, ilustra a forma de onda da corrente de descarga completa, que é constituída de uma descarga principal; trata-se de uma etapa de longa duração que inclui a corrente de

descarga piloto e a corrente contínua, e uma descarga subsequente, com os respectivos tempos e valores de correntes.

Figura 5 – Forma de onda de corrente de uma descarga completa



Fonte: Paulino e outros (2016, p. 15).

Uma descarga atmosférica pode atingir elevados valores de tensão entre a nuvem e o solo, no caso de descargas negativas, ocasionando um fluxo de corrente de alta intensidade e curta duração. Segundo Kindermann (2002), a diferença de potencial dependerá principalmente da intensidade das cargas elétricas acumuladas no interior da nuvem e da impedância existente entre o canal de percurso da descarga. O Quadro 1 apresenta as principais características das descargas atmosféricas.

Quadro 1 – Características das descargas atmosféricas

Parâmetros	Valores	Unidade
Corrente	2.000 a 200.000	A
Tensão	100 a 1.000.000	kV
Duração	70 a 200	μs
Carga elétrica da nuvem	20 a 50	C
Potência liberada	1.000 a 8.000 milhões	kW
Energia	4 a 10	kWh
Tempo de crista	1,2	μs
Tempo de meia cauda	50	μs

Fonte: Kindermann (2002, p. 24).

Devido aos efeitos nocivos que as descargas atmosféricas podem ocasionar, tanto em estruturas físicas quanto em seres vivos, torna-se necessário adotar medidas de proteção contra esses eventos.

2.2 Proteção contra descargas atmosféricas

A Proteção contra Descargas Atmosféricas (PDA) é um conjunto de medidas que visa mitigar os efeitos causados pelas descargas atmosféricas. Segundo a ABNT NBR 5419-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. ix):

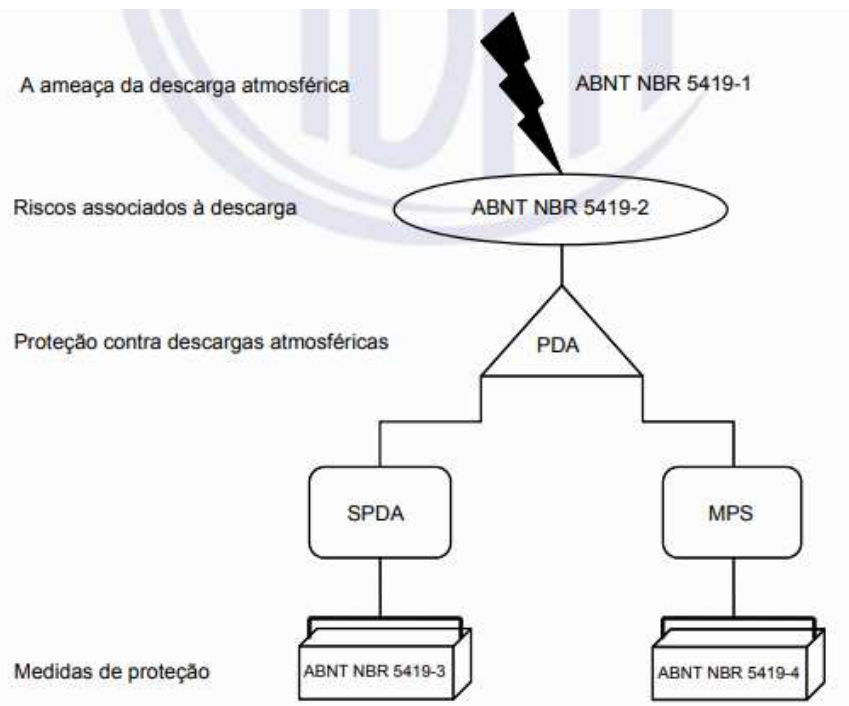
não há dispositivos ou métodos capazes de modificar os fenômenos climáticos naturais a ponto de se prevenir a ocorrência de descargas atmosféricas. As descargas atmosféricas que atingem estruturas (ou linhas elétricas e tubulações metálicas que adentram nas estruturas) ou que atingem a terra em suas proximidades são perigosas às pessoas, às próprias estruturas, seus conteúdos e instalações. Portanto, medidas de proteção contra descargas atmosféricas devem ser consideradas.

Assim, no Brasil, a ABNT NBR 5419-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) é a norma responsável pela proteção contra descargas atmosféricas. A norma é dividida em 4 partes que compõem todo o PDA. Essas partes são:

- Parte 01 – Princípios gerais;
- Parte 02 – Gerenciamento de risco;
- Parte 03 – Danos físicos a estruturas e perigos à vida;
- Parte 04 – Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.

A ABNT NBR 5419 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) é dividida em: parte 01, que se refere, basicamente, à ameaça da descarga atmosférica e a primeira análise e orientação dos princípios de proteção que devem ser adotados para mitigar essas ameaças. Parte 02, que estabelece os princípios do Gerenciamento de Risco referente aos riscos associados às descargas. Parte 03, que se refere às medidas de proteção para reduzir danos físicos e riscos à vida dentro de uma estrutura edificada. E por último, parte 04, que diz respeito às medidas de proteção para reduzir as falhas de sistemas elétricos e eletrônicos de uma estrutura edificada.

Figura 6 – Conexões entre as partes da ABNT NBR 5419 (ABNT)



Fonte: NBR 5419-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

2.3 Princípios gerais e gerenciamento de risco

A parte 01 da ABNT NBR 5419 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) estabelece os requisitos mínimos para a determinação da proteção contra descargas atmosféricas e fornece também os subsídios para a elaboração do projeto desse tipo de proteção. Nessa etapa da norma, são definidos parâmetros importantes, tais como: correntes de descarga, taxas de subida, níveis de proteção do sistema e as durações dos impulsos de corrente das descargas atmosféricas, descrevendo também os principais danos causados por essas descargas, que impactam diretamente no risco das estruturas a serem protegidas. Assim, enquanto a parte 02 da norma trata do equacionamento e da relação entre os danos e os riscos, a parte 01 introduz esses conceitos e os efeitos das descargas atmosféricas sobre os diversos tipos de edificações.

Os danos, devido às descargas atmosféricas que atingem a estrutura, podem se estender além da própria estrutura, incluindo a vizinhança e o ambiente local, além de se estender às falhas dos sistemas internos. A extensão desses danos varia de acordo com o tipo de estrutura e com a característica da descarga (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015). Embora a corrente da descarga atmosférica seja sempre a fonte de danos, a posição do ponto de

impacto, relativo à estrutura, é considerada na formulação do risco. São denominadas “fontes de dano”:

- S1: Descargas atmosféricas na estrutura;
- S2: Descargas atmosféricas próximas à estrutura;
- S3: Descargas atmosféricas sobre as linhas elétricas e tubulações metálicas que entram na estrutura;
- S4: Descargas atmosféricas próximas a linhas elétricas e tubulações metálicas que entram na estrutura.

Além das fontes de danos, é necessário também classificar os tipos de danos decorrentes das descargas atmosféricas, que podem ser, segundo a ABNT NBR 5419-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015):

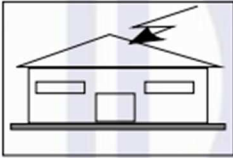

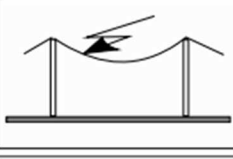
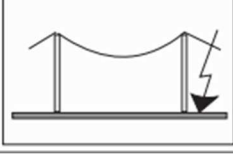
- D1: Danos às pessoas devido ao choque elétrico;
- D2: Danos físicos (fogo, explosão, destruição mecânica) devido aos efeitos das correntes das descargas atmosféricas, inclusive centelhamento;
- D3: Falhas de sistemas internos devido a LEMP.

Da mesma forma, para cada tipo de dano existe um tipo de perda associada. Os tipos de perdas destacadas pela ABNT NBR 5419-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) são:

- L1: Perda de vida humana;
- L2: Perda de serviço ao público;
- L3: Perda de patrimônio cultural;
- L4: Perda de valor econômico.

Enquanto as perdas do tipo L1, L2 e L3 são consideradas perdas de valor social, as perdas do tipo L4 são consideradas perdas puramente econômicas. A Figura 7 ilustra a correspondência entre fonte de danos, tipo de danos e perdas.

Figura 7 – Danos e perdas relevantes para uma estrutura relacionados à diferentes pontos de impacto

Ponto de impacto		Fonte de dano	Tipo de dano	Tipo de perda
Estrutura		S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
Nas proximidades de uma estrutura		S2	D3	L1 ^b , L2, L4
Linhas elétricas ou tubulações metálicas conectadas à estrutura		S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
Proximidades de uma linha elétrica ou tubulação metálica		S4	D3	L1 ^b , L2, L4

Fonte: ABNT NBR 5419-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

Nota da ilustração: a- Somente para propriedades onde pode haver perdas de animais;

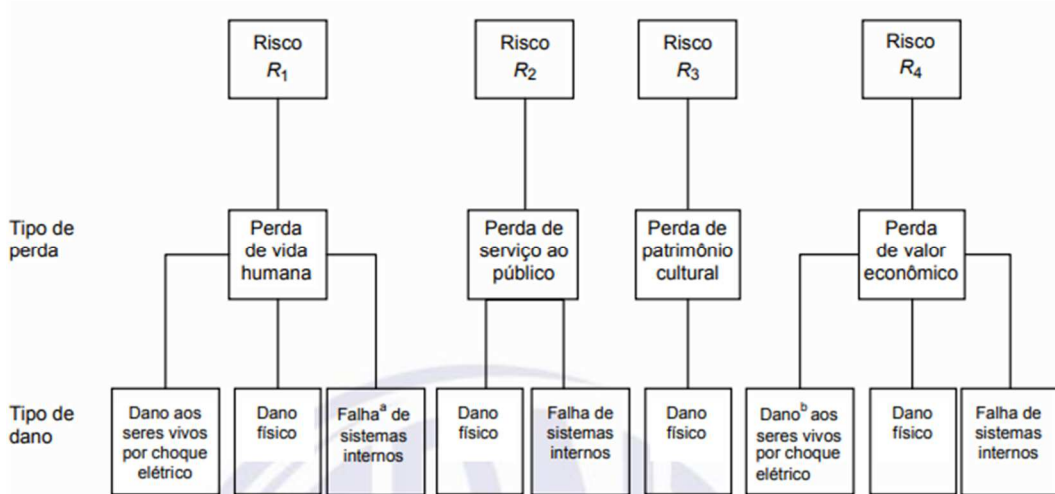
b- Somente para estruturas com risco de explosão, hospitais ou outras estruturas nas quais falhas em sistemas internos colocam a vida humana diretamente em perigo.

Desta forma, para verificar se uma proteção contra descargas atmosféricas é necessária ou suficiente, deve-se realizar uma avaliação de risco, conforme a parte 02 da ABNT NBR 5419 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015). Os riscos avaliados são relativos a uma provável perda anual média e são divididos em:

- R1: Risco de perdas ou danos permanentes em vidas humanas;
- R2: Risco de perdas de serviço ao público;
- R3: Risco de perdas do patrimônio cultural;
- R4: Risco de perdas de valores econômicos.

A proteção contra descargas atmosféricas será necessária sempre que o risco (soma dos riscos R1, R2, R3 e R4), for maior que o risco tolerado. A Figura 8 mostra uma relação entre os riscos, os tipos de perdas e os tipos de danos.

Figura 8 – Tipos de perdas e riscos correspondentes que resultam em diferentes tipos de danos



Fonte: NBR 5419-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. ix).

Nota da ilustração: a- Somente para estruturas com risco de explosão, hospitais ou outras estruturas nas quais falhas em sistemas internos colocam a vida humana diretamente em perigo;
b- Somente para propriedades onde pode haver perdas de animais.

Na parte 02 da ABNT NBR 5419 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) está descrito o método para realização do estudo de risco de forma a avaliar se a estrutura precisa ou não ser protegida. Assim, é necessário a realização de cálculos referentes aos riscos que uma determinada estrutura apresenta.

Nota-se que cada tipo de risco avaliado (R1 a R4) é a soma dos seus componentes de risco associados, e esses riscos podem ser agrupados de acordo com as fontes de danos e tipos de danos.

2.4 Danos físicos à estrutura e perigos à vida

Com a elaboração do Gerenciamento de Risco é possível determinar o nível de proteção necessária para a edificação analisada. A Parte 01 da norma propõe 4 níveis de proteção (NP), e para cada NP é fixado um conjunto de parâmetros máximos e mínimos das correntes das descargas atmosféricas. Após a avaliação de risco, pode-se então determinar a classe do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Relação entre níveis de proteção para descargas atmosféricas e classe de SPDA

Nível de proteção	Classe de SPDA
I	I
II	II
III	III
IV	IV

ix). Fonte: ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015. p.

Os dados dependentes da classe do SPDA são:

- Parâmetros das descargas atmosféricas;
- Raio da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção;
- Distâncias típicas entre condutores de descida e dos condutores em anel;
- Distância de segurança contra centelhamentos perigosos;
- Comprimento mínimo dos eletrodos de terra.

Os dados que não dependem da classe do SPDA são:

- Equipotencialização para descargas atmosféricas;
- Espessura mínima de placas ou tubulações metálicas nos sistemas de captação;
- Materiais do SPDA e condições de uso;
- Materiais, configuração e dimensões mínimas para captores, descidas e eletrodutos de aterramento elétrico.

O SPDA pode ser dividido em 3 subsistemas que englobam: a captação, a descida e o aterramento elétrico. A probabilidade de penetração da corrente de descarga na edificação é consideravelmente reduzida pela correta disposição do subsistema de captação. A correta posição dos elementos captadores e do subsistema de captação é o que determina o volume de proteção, conforme a ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015). A parte 3 da norma prevê três métodos para dimensionamento do subsistema de captação:

- Método do ângulo de proteção;
- Método das malhas;
- Método da esfera rolante.

Os métodos da esfera rolante e das malhas são adequados para todas as situações. Porém, o método do ângulo de proteção é adequado apenas para edificações com formato simples, pois está sujeito aos limites de altura indicados na norma.

O método do ângulo de proteção, consiste em, por meio de uma ou mais hastes, elaborar uma zona de proteção sobre a estrutura, de modo a diminuir a altura efetiva entre a nuvem carregada e a edificação, rompendo, assim, a rigidez dielétrica e aumentando as chances de a descarga atmosférica incidir sobre aquele ponto, o da haste captora, e não sobre a edificação a ser protegida (SOUZA et al., 2012). Já o método das malhas consiste em posicionar um sistema de captores formado por condutores horizontais interligados, formando uma malha no topo e na lateral da estrutura a ser protegida, reduzindo, assim, a probabilidade de penetração do raio ao interior da estrutura.

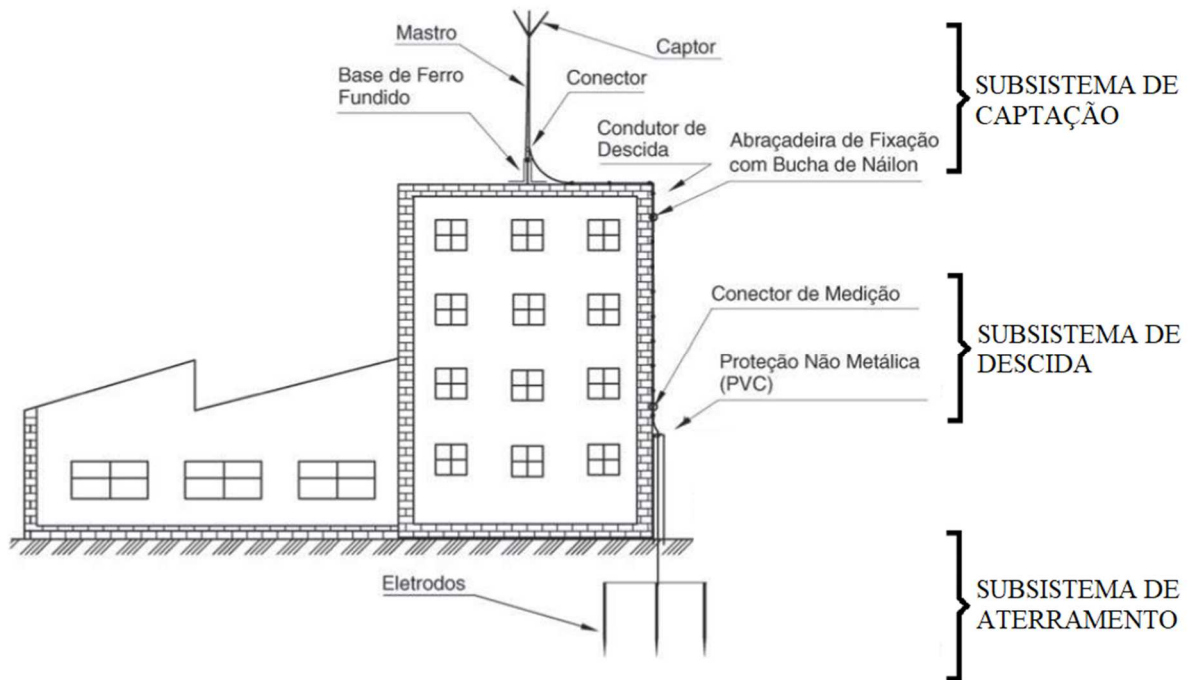
O método da esfera rolante consiste em posicionar captores de tal forma que nenhum ponto da estrutura a ser protegida entre em contato com a esfera fictícia, rolando ao redor e no topo da estrutura em todas as direções, conforme a ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015a). O raio da esfera rolante, assim como a distância entre as malhas e o ângulo de proteção, depende da classe do SPDA definida pelo gerenciamento de risco.

O subsistema de descida é composto pelos condutores de descida, que podem ser internos à edificação por meio da descida estrutural ou externos à edificação. Os condutores de descida devem ser dimensionados a fim de prover diversos caminhos paralelos para a corrente elétrica da descarga, com o menor comprimento possível e de forma a possibilitar a equipotencialização com as partes condutoras da estrutura a ser protegida, conforme recomendações da norma. Assim, como no caso do subsistema de captação, o espaçamento entre os condutores do subsistema de descida é função da classe do SPDA, definida pelo gerenciamento de risco.

A ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015a) menciona que, para o subsistema de aterramento elétrico, deve-se obter a menor resistência de aterramento elétrico possível, e é adequado que uma única infraestrutura de aterramento elétrico integrada seja elaborada. Assim, o subsistema de aterramento elétrico pode ser descrito como o conjunto de eletrodos verticais e horizontais enterrados por, pelo menos, 80% do seu comprimento, que tem como principal função dissipar as correntes de descarga de forma uniforme à terra. Desse modo, como os demais subsistemas, o dimensionamento do subsistema

de aterramento elétrico é função da classe do SPDA definida pelo gerenciamento de risco. A Figura 9 exemplifica os subsistemas mencionados e suas posições sob a estrutura a ser protegida.

Figura 9 – Subsistemas de captação, descida e aterramento elétrico



Fonte: Mamede Filho (2002, p. 28).

Nota: Adaptado pelo autor.

2.5 Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura

Os equipamentos eletrônicos, em geral, são bem sensíveis a surtos de tensões oriundos de descargas atmosféricas, visto que tais surtos podem atingir valores elevados, acarretando, assim, em falhas e mau funcionamento desses equipamentos (MAMEDE FILHO, 2002). Dessa forma, para que exista a proteção dos equipamentos eletrônicos é necessário a implantação de medidas adicionais de proteção. Para a ABNT NBR 5419-4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), as medidas básicas de proteção contra surtos oriundos de descargas atmosféricas são:

- Aterramento elétrico e equipotencialização;
- Blindagem magnética e roteamento das linhas;
- Coordenação de DPS.

A equipotencialização, por meio de Barramentos de Equipotencialização Principal – BEP ou por meio de Barramentos de Equipotencialização Local (BEL), tem por objetivo evitar o surgimento de potenciais de passo indesejados. Assim, a ABNT NBR 5419-4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) define a equipotencialização como o conjunto de medidas que visa a redução dos valores das tensões causadas por descargas atmosféricas. No entanto, a blindagem magnética pode ser alcançada por meio da utilização de cabos dentro de eletrodutos metálicos aterrados, reduzindo os valores das correntes e tensões conduzidas para dentro da edificação (PAULINO et al., 2016). A coordenação de Dispositivos de Proteção contra Surtos – DPS é, também, vital para a correta supressão dos surtos oriundos, principalmente, de linhas de energia ou sinal que adentram à edificação. Esses dispositivos devem ser dimensionados de acordo com sua localização na instalação e de acordo com a corrente de ruptura prevista para aquele ponto.

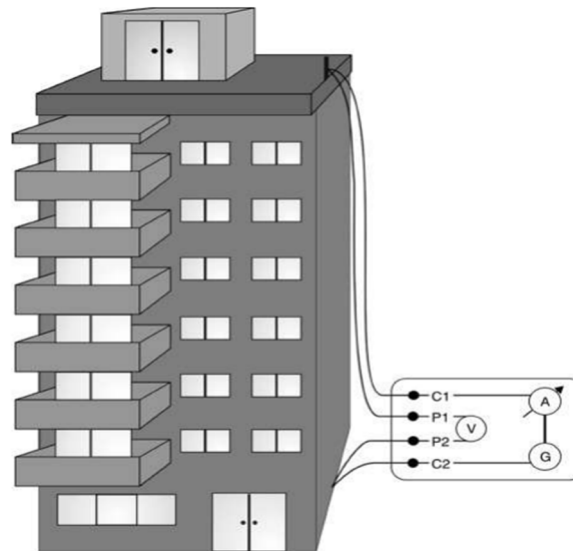
2.6 Teste de Continuidade – Verificação atual do SPDA

O teste de continuidade é fundamental para garantir que o sistema esteja funcionando corretamente. Uma indicação de boa continuidade elétrica, entre as ferragens de uma instalação, vem a ser uma resistência entre dois pontos inferior a 1Ω (idealmente $< 0,1$). O equipamento utilizado irá injetar, entre os dois pontos de medição, uma corrente mínima de 1 A, sendo desejável a utilização de correntes superiores a 10 A.

Com o miliohmímetro e todas as hastes de aterramento elétrico desconectadas, serão feitos os seguintes testes de continuidade, como ilustrado na Figura 10:

1. Cordoalha, localizada no captor, com todas as decidas, anotando os valores;
2. Entre as descidas mais afastadas, de modo a se medir a continuidade;
3. Entre os conectores de aterramento elétrico.

Figura 10 – Teste de continuidade das ferragens



Fonte: Creder (2016, p. 255).

2.7 Sistemas de Aterramento Elétrico

O sistema de aterramento elétrico tem a objetivo de estabelecer um referencial elétrico para a rede elétrica, além de ser o destino de correntes elétricas oriundas de naturezas diversas como (CREDER, 2016):

- Correntes de raios;
- Descargas eletrostáticas;
- Correntes de filtros, supressores de surtos e para-raios de linha;
- Correntes de faltas (defeitos) para a terra.

Para que isso ocorra, a ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) recomenda que toda edificação deve dispor de uma infraestrutura de aterramento elétrico, o conhecido “eletrodo de aterramento”. Esse sistema pode ser implementado diretamente nas próprias armaduras do concreto das fundações (preferencialmente), ou usando fitas, barras ou cabos metálicos especialmente previstos, imersos no concreto das fundações ou usar malhas metálicas enterradas no nível das fundações, cobrindo a área da edificação e complementares, e por hastes verticais e/ou cabos dispostos radialmente ("pés de galinha"), ou, no mínimo, o uso de anel metálico enterrado, circundando o perímetro da edificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Para a verificação da integridade do aterramento de uma edificação já construída, é necessário que seja realizado o teste de continuidade do subsistema de aterramento. Caso o sistema executado não atenda aos critérios estabelecidos pela norma, deve-se propor medidas de proteção contra danos devido às tensões de toque e de passo, tais como a instalação de eletrodos de aterramento reticulado complementar no entorno do condutor de descida, conforme seção 8 da norma ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

2.7.1 Tipos de aterramento elétrico

Os tipos de aterramento elétrico são classificados segundo os códigos de letras na forma XYZ, em que (CREDER, 2016):

X = identifica a situação da alimentação em relação à terra:

T = sistema diretamente aterrado;

I = sistema isolado ou aterrado por impedância.

Y = identifica a situação das massas da instalação com relação à terra:

T = massas diretamente aterradas;

N = massas ligadas ao ponto de alimentação, onde é feito o aterramento elétrico.

Z = disposição dos condutores neutro e de proteção:

S = condutores neutro e de proteção separados;

C = neutro e de proteção combinados em um único condutor (PEN).

2.8 Adequação do QGBT aos quadros de Disjuntores

2.8.1 Dimensionamento de condutores elétricos

O dimensionamento de condutores elétricos tem por finalidade definir a seção mais adequada capaz de permitir a corrente elétrica, sem aquecimento excessivo e que a queda de tensão seja mantida dentro dos valores normalizados, de modo que atenda, no mínimo, os seguintes critérios (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004):

- A capacidade de condução de corrente dos condutores deve ser igual ou superior a corrente de projeto do circuito (Ampacidade);
- Proteção de sobrecarga, curto-circuito e solitação térmica;
- Proteção contra os choques elétricos por seccionamento automático da alimentação em esquemas TN, TT e IT;
- Os limites de queda de tensão;
- As seções mínimas indicadas (só para circuito terminais, não aplicado para este projeto).

Para se obter esse valor, os seguintes critérios são analisados:

a) Seção Mínima

Conforme ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), só para circuitos terminais, estabelece que as seções mínimas dos condutores fase em corrente alternada – CA e dos condutores vivos em corrente contínua – CC não sejam inferiores às indicadas na Figura 11.

Figura 11 – Seção mínima dos condutores

Tabela 47 — Seção mínima dos condutores¹⁾

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força ²⁾	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu ³⁾
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados	Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento	
	Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu ⁴⁾	
	Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu	

Fonte: Norma ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 26).

Nota da ilustração: 1) Seções mínimas ditadas por razões mecânicas.

2) Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de forças.

3) Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção de 0,1 mm².

4) Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².

b) Capacidade de Condução de Corrente (Ampacidade)

Este critério se aplica ao dimensionamento da seção dos condutores fase, os quais servirão de base para o dimensionamento das seções dos condutores neutro e de proteção (terra). Em condições de funcionamento normal, a temperatura de um condutor, isto é, a temperatura da superfície de separação entre o condutor propriamente dito e a isolamento não pode ultrapassar a chamada temperatura máxima de operação.

Para o dimensionamento por este critério é necessário ter em mãos alguns itens:

- Tipo de Isolação: é necessário determinar qual isolamento o condutor terá. Esta informação determina a capacidade de condução de corrente dos condutores em serviço contínuo.
- Maneira de Instalar: é necessário determinar o método de instalação.
- Corrente de Projeto (I_b): a corrente de projeto é a corrente nominal do circuito, e é dada pela seguinte fórmula:

- Para circuitos trifásicos:

$$I_b = \frac{P_n}{\sqrt{3} * V_l * fp} \quad (1)$$

- Para circuitos monofásicos ou bifásicos:

$$I_b = \frac{P_n}{V_l * fp} \quad (2)$$

- Número de Condutores Carregados: é necessário determinar o número de condutores carregados pelo qual efetivamente irá circular corrente.

Com base nessas informações é consultada a Tabela 36 da ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) para determinar a capacidade de condução de corrente do cabo. Interessante mencionar que as Tabelas 37 a 39 da mesma norma também são referentes à capacidade de condução de cabos, porém consideram outras isolações ou outros métodos de instalação diferentes.

Essas tabelas são referentes apenas a determinadas situações de operação e devem ser corrigidas de acordo com as condições de instalação, a saber:

- Fator de Correção de Temperatura (FCT): se a temperatura ambiente, ou do solo, for diferente da qual as tabelas foram estabelecidas (solo 20°C e ambiente 30°C) aplica-se este fator conforme Tabela 40 da ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004);
- Fator de Correção da Resistividade Térmica do Solo (FCR): os valores de capacidade de condução de corrente são válidos para linhas subterrâneas (20°C) com uma resistividade térmica do solo de 2,5 Km/W. Para diferentes tipos de solos deve-se aplicar um fator FCR conforme Tabela 41 da ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004);
- Fator de Correção de Agrupamento (FCA): aplicável quando existe mais de 3 condutores carregados na mesma infraestrutura, ou seja, dois ou mais circuitos agrupados, conforme Tabela 42 a Tabela 45 da ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

A capacidade de condução de corrente deverá obedecer à:

$$I_z \geq I_b \quad (3)$$

$$I_z = I_c * FCT * FCR * FCA \quad (4)$$

Assim temos:

$$I_c \geq \frac{I_b}{FCT * FCR * FCA} \quad (5)$$

Onde:

- I_c é a capacidade de condução de corrente do cabo;
- I_z é a capacidade de condução de corrente corrigida (I_b');
- FCT é o Fator de Correção de Temperatura;
- FCR é o Fator de Correção de Resistência Térmica do Solo;
- FCA é o Fator de Correção de Agrupamento.

c) Queda de Tensão

É analisada a queda de tensão em uma instalação elétrica, desde sua origem até o ponto mais afastado de qualquer circuito terminal, conforme valores estabelecidos no item 6.2.7.1 da

ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). Para o caso deste projeto será considerado o seguinte:

[...] qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão verificada não deve ser superior aos seguintes valores, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação:

- a) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- b) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado;
- c) 5%, calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;
- d) 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008, p. 115).

Considerou-se para este projeto:

- 1%, calculado a partir do ponto de subestação ao QGBT;
- 2% do QGBT aos quadros presentes nos pavimentos.

A seção do condutor pelo critério da queda de tensão aproximada, é dada pelas equações (6) e (7) (CAVALIN; CERVELIN, 2006):

- Para circuitos monofásicos ou bifásicos:

$$S_c \geq \frac{200 * \rho * L * I_b}{\Delta V * V_l} \quad (6)$$

- E para circuitos trifásicos:

$$S_c \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \rho * L * I_b}{\Delta V * V_l} \quad (7)$$

Onde:

- S_c é a seção do condutor em mm²;
- ρ é a resistividade do cobre que vale 1/56 Ω mm²/m;
- L é o comprimento do cabo em metros;
- I_b é a corrente de projeto;
- ΔV é a queda de tensão limite em porcentagem;
- V_l é a tensão de linha;

d) Dimensionamento dos eletrodutos

Para o dimensionamento dos eletrodutos são consideradas as recomendações da ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). O item 6.2.11.11.6 define que as dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões devem permitir que, após a montagem, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. Assim a taxa de ocupação do eletroduto, é dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores dimensionados, calculadas com base no diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores;

O eletroduto considerado como referência para os circuitos de distribuição é do tipo flexível e em PVC do fabricante Tigre. Já para o circuito alimentador é adotado um eletroduto corrugado PEAD, e referência Kanaflex.

2.9 Comentários Sobre Referencial Teórico

Nesta seção, foi apresentado o embasamento teórico para a elaboração deste Projeto de Graduação. Comentou-se sobre o processo de formação das descargas atmosféricas, os tipos de impactos que podem causar ao adentrar em uma edificação e os riscos. Foram definidos os componentes de risco e como avaliar a integridade desses elementos que compõem o SPDA. Foram definidos os tipos de aterramento elétrico e por fim, as etapas para o dimensionamento das seções condutores e dos eletrodutos.

3 DIAGNÓSTICO DO SPDA E DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Nesta seção, será apresentado o diagnóstico do SPDA e das Instalações Elétricas da Primeira Igreja Batista de Goiabeiras, tendo como embasamento as normas técnicas vigentes. Serão avaliadas a integridade dos equipamentos do SPDA, o aterramento elétrico, bem como se encontram as ligações elétricas entre o QGBT e os quadros adjacentes.

3.1 Dados e características do templo

A Primeira Igreja Batista de Goiabeiras, localizada na Rua Adalberto Wanick, n. 20, em Goiabeiras, Vitória/ES, foi fundada em 07/09/1968, com o tempo e o crescimento dos fiéis, houve a necessidade de adicionar mais dois pavimentos, hoje, esse número faz com que a igreja tenha escala de culto para atender a todos.

3.2 Diagnóstico do SPDA

Nesse sistema, para a elaboração do diagnóstico, deve-se proceder em duas etapas sequenciais. A primeira etapa é a criação do gerenciamento de risco, que mostrará o nível de risco da edificação submetida, enquanto na segunda etapa será realizada uma vistoria da integridade dos componentes instalados.

3.2.1 Gerenciamento de risco

O gerenciamento de risco envolve o estudo de diversos parâmetros da estrutura, de seus arredores, das linhas elétricas e de comunicação ligadas a ela com a finalidade de indicar as medidas de proteção adequadas, buscando prover proteção à estrutura, às pessoas e aos equipamentos, contra os efeitos nocivos das descargas atmosféricas.

No Apêndice A é apresentado o cálculo do gerenciamento de risco. Para a confecção, utilizou-se a prancha DET-DI1.1, que mostra o método gráfico que contempla a igreja. A partir dele, foram consideradas 4 zonas, e o critério de escolha baseou-se em:

Zona 1 – Edificação: escolhida para a proteção da edificação como um todo.

Zona 2 – Área de convivência: além de ser uma região de convívio das pessoas, é um ponto de fuga, em caso de emergência, para os usuários do prédio.

Zona 3 – Entrada principal da igreja: ponto de permanência de circulação de pessoas em todos os momentos do culto.

Zona 4 – Sistema de som: regiões com equipamentos que possuem valor financeiro elevado, e além de serem sensíveis às interferências eletromagnéticas.

Com as zonas definidas e as informações coletadas em vistorias, chega-se a um risco R1 – Perda de Vida, e R4 – Perda Econômica, elevando a classe do SPDA ao nível 4. Logo, viu-se que medidas de proteção nas linhas de energia e de telecomunicação não seriam uma solução favorável, e seria necessário implantar um SPDA.

Hoje a igreja dispõe de um captor do tipo Franklin, além da Gaiola de Faraday espalhada no telhado. A partir desse ponto do trabalho, são apresentadas fotos para ilustrar a integridade do sistema.

3.2.2 Subsistema de captação não natural

O tempo atualmente possui dois sistemas de captação, gaiola de Faraday e captor tipo Franklin, este último é indicado para ocasião na qual temos uma forma complexa de geometria no terraço, ou seja, uma torre para caixa d'água.

Na Figura 12a, nota-se uma configuração de um captor tipo porta-bandeira. Porém, há um erro no ponto de fixação, pois, pelo método das esferas rolantes, que define o raio da esfera em 60m, constatou-se que, na posição atual do captor, o parapeito metálico não está protegido, apresentando assim um nível 4.

Para a Figura 12b, existe uma sinalização luminosa posicionada erroneamente. Além disto, ao se fazer uma análise da esfera rolante, observou-se que os minicaptos localizados abaixo do cone não são necessários, ou seja, houve um investimento desnecessário. Entretanto, se o projetista pretendia aumentar a segurança, o posicionamento está correto, mas superdimensionado.

Figura 12 – Captores atuais. (a) Captor porta-bandeira, (b) “Captor” na ponta do cone.



(a)



(b)

Fonte: Produção do próprio autor.

3.2.3 Subsistema de descida não natural

A ligação entre o captor e as hastes de aterramento acontece por meio de duas etapas. Na primeira parte, temos o captor fio que sai do captor, um fio de cobre nu $\#35\text{mm}^2$, essa descida ocorre em apenas uma via até uma barra chata de alumínio de $3/4 \times 1/4 \times 3\text{mm}$, Figura 13a, que se encontra localizada sobre o telhado metálico, a haste de alumínio continua sua descida até uma altura de 2,5 metros de altura em relação ao chão, onde entra a segunda parte, na qual a haste se conecta a um novo fio de cobre nu $\#35\text{mm}^2$, Figura 13b, descendo ao encontro de um eletrodo de aterramento.

Figura 13 – Subsistema de descida. (a) fio de cobre para haste de alumínio, (b) haste de alumínio fio de cobre.



Fonte: Produção do próprio autor.

Na Figura 13a, verifica-se que a barra de alumínio não se encontra bem afixada. Segundo a NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), na seção 5.5.2, todos os condutores de descidas devem ser firmemente fixados.

Na Figura 13b é possível notar um erro no tipo de material utilizado, pois, como a igreja se situa em uma região litorânea, qualquer condensação nesse conector, gera o surgimento de uma pilha galvânica. Isso se dá porque há materiais com propriedades diferentes, propiciando a corrosão eletroquímica, e tal fato fica mais nítido quando é visualizado o parafuso que faz a fixação do sistema.

Figura 14 – Subsistema de descida. (a) Condutor de alumínio sem fixação, (b) conector tipo sapatilha atual.



(a)



(b)

Fonte: Produção do próprio autor.

3.2.4 Proteção da borda

Na Figura 15a é apresentado mais um erro na instalação. A ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), na seção 5.5.2, diz que todos os condutores de descidas devem ser firmemente fixados, e a norma não orienta quanto a fixação, contudo, na Figura 16, a fixação adequada para o sistema de emenda em barra chata ocorre por meio de fixação isolada da barra, enquanto a do conjunto ocorre junto a estrutura (MAMEDE FILHO, 2009).

Para a Figura 14b é possível ver a diferença no tipo de material utilizado para a união das barras. Além da emenda frágil, nota-se o surgimento de uma pilha galvânica, isto porque há materiais com propriedades diferentes, acarretando em mau contato elétrico.

Figura 15 – Subsistema de descida. (a) Subida à borda, (b) Fixação atual.

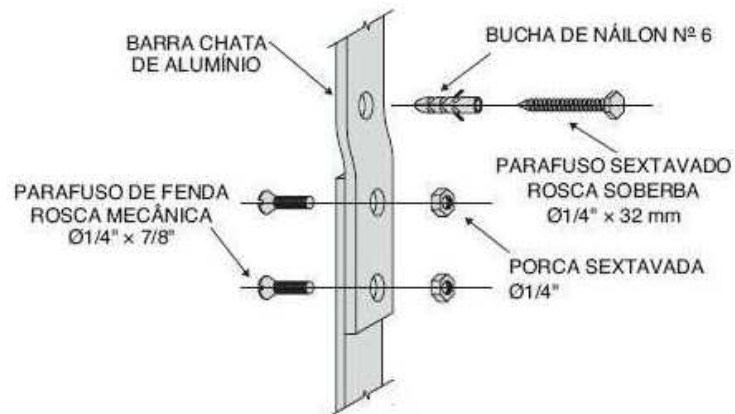


(a)

(b)

Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 16 – Emenda de barra chata de alumínio.



Fonte: Mamede Filho (2009, p.640), editado.

3.2.5 Hastes de alumínio e eletrodos de aterramento

A igreja possui 7 barras de alumínio que descem verticalmente nas laterais da igreja, há hastes que não estão devidamente instaladas, como mostrado na Figura 17, na qual é possível ver que foi desconectada a ligação entre o cabo e a haste de aterramento.

Figura 17 – Sistema de descida.



Fonte: Produção do próprio autor.

3.2.6 Equipamentos próximos à Gaiola de Faraday

A norma ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), na seção 6.3, referente ao subsistema de captação, define que deve haver uma distância entre os subsistemas de captação e os de descida e as instalações metálicas. Para isso, deve ser calculada a distância de segurança e, caso não seja atendida, deve-se garantir a equipotencialização (por meio de ligação direta ou via DPS) nos pontos de entrada na estrutura. Por norma, a distância de segurança é calculada por meio da equação 8, descrita na seção 6.3.1.

$$s = \frac{k_i}{k_m} \cdot k_c \cdot I \quad (8)$$

Onde:

k_i - depende do NP escolhido para o SPDA ($k_i = 0,04$ para NP-IV);

k_c - depende da corrente da descarga atmosférica pelos condutores de descida (como dito, a igreja possui 7 descidas, $k_c = 0,44$);

k_m - depende do material isolante ($k_{ar} = 1$);

- I - é o comprimento em metros (m) ao longo do subsistema de captação ou de descida, desde o ponto onde a distância de segurança deve ser considerada até a equipotencialização mais próxima;
- s é a distância de segurança.

Na Figura 17 é ilustrado o equipamento de ar condicionado próximo ao sistema de descida. Deve ser ressaltado que existem 7 máquinas na cobertura da igreja que estão próximas aos pontos de captação.

Figura 18 – Sistema de descida.



Fonte: Produção do próprio autor.

No Apêndice B é apresentada a prancha CB-DI1.1, que contempla a cobertura da igreja. Determinou-se os equipamentos de ar condicionado com suas respectivas distâncias até a equipotencialização mais próxima, com isso foi possível verificar se era necessário a equipotencialização do mesmo, no Quadro 3 é apresentado quais equipamentos necessitam de equipotencialização.

Quadro 3 – Avaliação dos equipamentos que atendem a distância mínima de segurança

Ar Condicionado	I [m]	S [cm]	Distância atual [cm]	Necessita de Equipotencialização
1	1,12	10,18	52,0	NÃO
2	2,57	23,36	52,0	NÃO
3	6,76	61,45	38,0	SIM
4	3,75	34,09	12,0	SIM
5	3,92	35,64	36,0	NÃO
6	2,44	22,18	36,0	NÃO
7	3,69	33,55	16,0	SIM

Fonte: Produção do próprio autor.

3.2.7 Ausência de malha

Com o gerenciamento de risco e a avaliação dos pontos de toques da esfera rolante para o NP-IV ($R_{esfera} = 60m$), conforme mostrado na prancha P3-DI1.1 no Apêndice B, verifica-se que não é necessário a malha mostrada na Figura 18. Pelo gerenciamento de risco, verificou-se que na prancha DET-DI1.1 no Apêndice B, que a esfera rolante não encosta na Gaiola de Faraday distribuída sobre o telhado, não sendo necessário toda essa fita sobre o telhado, que foi fixada com furo na telha.

Figura 19 – Gaiola de Faraday atual.



Fonte: Produção do próprio autor.

3.3 Diagnóstico do Aterramento Elétrico

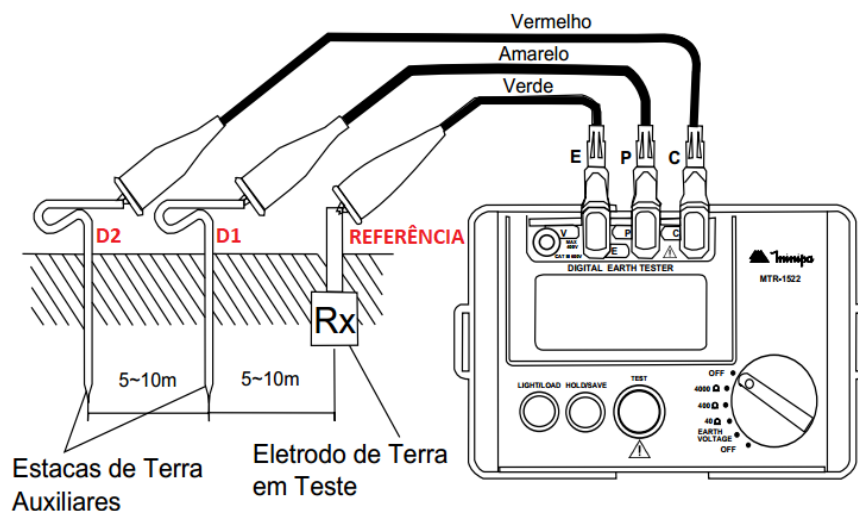
A igreja possui 7 hastes de aterramento provenientes do SPDA e 4 do aterramento da subestação, não havendo interligação elétrica entre elas. Logo, é possível constatar que não há o BEP – Barramento de Equipotencialização, fundamental para garantir a referência de terra para toda a instalação elétrica.

Para a confecção do BEP, pensando no SPDA, é necessário medir a resistividade do solo. Contudo, hoje a igreja possui 99% de sua área concretada, o que dificulta a inspeção, pois é necessário a realização do furo do piso de concreto e, também, para evitar problemas que danifiquem a tubulação de qualquer natureza, pois não há projeto que informe onde as tubulações passam. Assim, para evitar tais tipos de problemas, optou-se por usar a área exposta do jardim próximo à subestação.

O procedimento de medição é fundamentado na ABNT NBR 15749:2009 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019), onde é feita uma medição individual de cada haste de aterramento da subestação, pois não há conexão elétrica entre as hastes. A ligação foi feita seguindo a recomendação do instrumento, o terrômetro modelo MTR-1522 da Minipa (2019).

A configuração de montagem seguiu o protocolo recomendado pelo fabricante, conforme esquema apresentado na Figura 20. Nas medições são adotadas as distâncias D1, D2 e D3, segundo recomendações da norma.

Figura 20 – Terrômetro MTR-1522.



Fonte: Manual de Instruções (2019, p. 8).

Com o sistema instalado conforme a Figura 19, foi feita a montagem de acordo com a prancha DII.1-P1 apresentada no Apêndice B. Iniciou-se a medição, verificando, primeiramente, se estava havendo interferência de tensão na medição, e para isso, colocou-se o equipamento no modo *EARTH VOLTAGE*, mediu-se 1V, menor que 10V recomendado pelo fabricante. Assim, foi iniciada a medição, como ilustrada na Figura 21, em que, após ligado o equipamento, espera-se 1 min até a estabilização da medição.

Figura 21 – Medição de interferência para procedimento de medição de resistividade.



Fonte: Produção do próprio autor.

Segundo a ABNT NBR 15749:2009 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019), quando a resistência entre os pontos, D1+5%, D1 e D1-5%, não exceda 10%, então o valor de resistividade será a média dos 3 valores, obteve-se os valores de medição obtidos em campo no Quadro 4.

Quadro 4 – Avaliação dos equipamentos que atendem a distância mínima de segurança.

	Haste 1		Haste 2		Haste 3		Haste 4	
	DIST. entre Rx [m]	MEDIAÇÃO [ohm.m]	DIST. entre Rx [m]	MEDIAÇÃO [ohm.m]	DIST. entre Rx [m]	MEDIAÇÃO [ohm.m]	DIST. entre Rx [m]	MEDIAÇÃO [ohm.m]
D1-5%*D1	9,4	18,26	12,4	20,26	10,0	9,4	10,5	12,4
D1 (mínimo 62% de D2)	9,9	18,3	13,0	20,27	10,5	10	11,0	13
D1+5%*D1	10,4	18,32	13,7	20,29	11,1	10,5	11,6	13,4
D2	16,0	-	18,0	-	17,0	-	19,0	-
Valor Médio da Resistividade	-	18	-	20	-	10	-	13

Fonte: Produção do próprio autor.

Hoje não há nenhuma norma que recomenda um valor de resistência mínima para aterramento ideal, contudo, se adotada como base a versão anterior da ABNT NBR 5419 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), era recomendado uma resistência ideal abaixo de 10 ohm. Como a resistência média total é de 15 ohm, chegamos a um valor satisfatório, mesmo sem haver um anel de aterramento.

3.4 Diagnóstico do QGBT e quadros adjacentes

Todos os quadros foram vistoriados, e não se encontrou um QGBT. Todos os andares possuem quadro geral, e alguns andares, inclusive, possuem mais de um, entretanto, não há um projeto para identificação dos circuitos, ou seja, no primeiro andar não se sabe qual disjuntor atende qual seção, pois, além dos quadros, existe o conjuntos com 4 barramentos, Figura 3, onde vemos fios diversos saindo das barras.

A norma ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) na seção 6.1.5.3.1, orienta a identificação do circuito com anilhas e caso opte pela identificação por cor, orienta-se usar azul-claro como condutor neutro e verde-amarela ou verde como PE. Apesar de boa parte dos quadros adotarem essa metodologia, tanto os barramentos quanto os quadros do primeiro pavimento em especial, não seguiam essa recomendação.

Um erro recorrente encontrado foi a ausência de identificação do circuito, muitos deles possuíam, mais nenhum quadro apresentou a nomenclatura completa, essa identificação é importa pois na manutenção não é necessário desligar o disjuntor geral e na ocorrência de acidente, apenas o circuito do setor correspondente e desativado o restante atua normalmente.

3.4.1 Avaliação no 3º pavimento.

No 3º pavimento, existe apenas um quadro, com as seguintes características:

- QD-2PV – 3F+ neutro #50mm² e PE #10 mm² - Disjuntor Geral 150A, Figura 22a.

Neste primeiro momento, já constatamos um erro, visto que na ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), seção 6.4.3.1.3, é

apresentada a Tabela 58 – Seção mínima do condutor de proteção, indicando que, para esse quadro, deveria ser 25mm² para o cabo de PE.

Na Figura 22b, verifica-se que o disjuntor é do tipo caixa moldada, sendo indicada para esse sistema, pois apresenta um I_{cu} superior aos mini disjuntores.

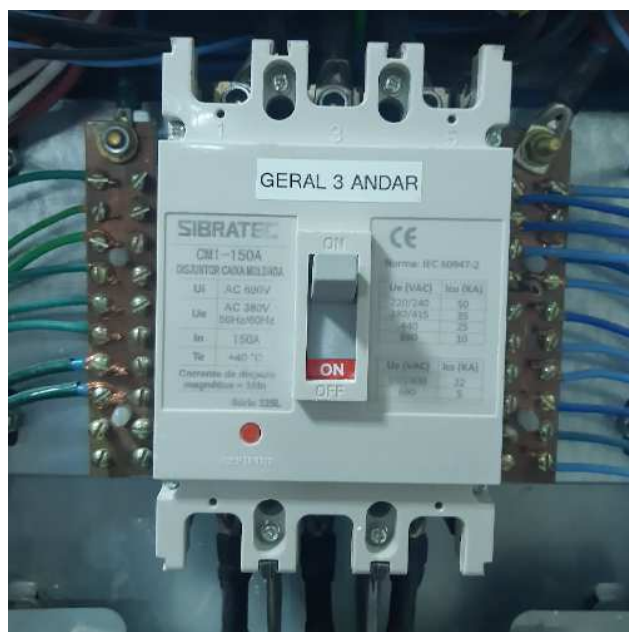
As conexões do condutor PE e do neutro não estão devidamente confeccionadas. Na ABNT NBR5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), na secção 6.2.8 – Conexões, orienta-se que as conexões de condutores entre eles e com outros componentes da instalação devem garantir a continuidade elétrica durável e adequada proteção mecânica. Além disso, o parafuso não abraça toda a seção do condutor, sendo adequado para essa situação o uso de terminal tipo anel.

Nesse pavimento, há uma pia e nele há um bebedouro elétrico que foi instalado próximo à torneira, para a captação de água, e, contudo, não há uma proteção por DR – Diferencial Residual. A ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), na seção 5.1.3.2.2 no item d, fala que devem ser objeto de proteção adicional por dispositivos a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual nominal $I_{\Delta n} \leq 30mA$. Não se constatou a conexão entre o condutor PE e a carcaça do quadro elétrico.

Figura 22 – Quadro 3º pavimento (QD_3PV). (a) Quadro, (b) Disjuntor.



(A)



(B)

Fonte: Produção do próprio autor.

3.4.2 Avaliação no 2º pavimento.

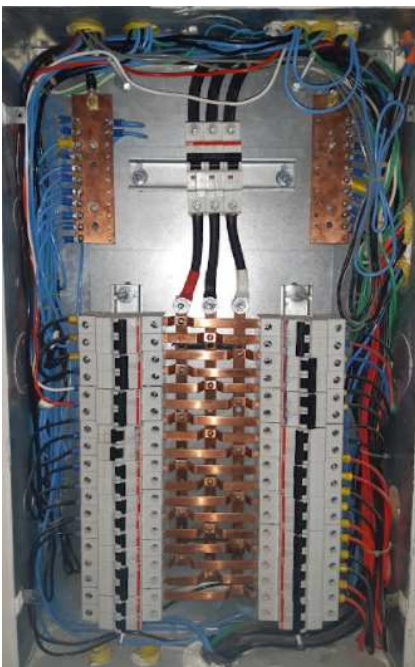
No 2º pavimento, existem 2 quadros, os quais foram nomeados como:

- QD-2PV – 3F #35mm² + neutro e PE #16 mm² - Disjuntor Geral 100A, Figura 23a.

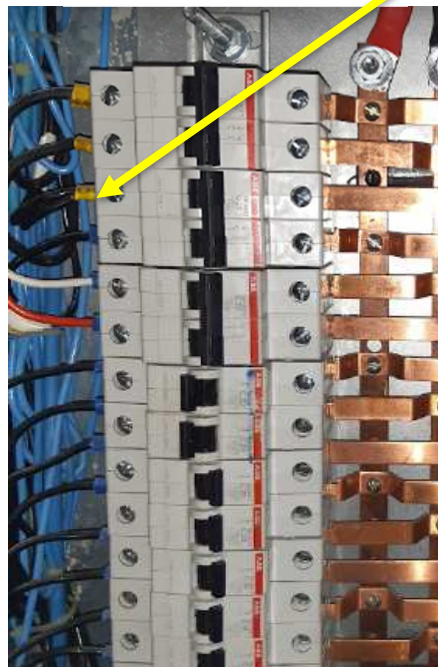
As conexões do condutor PE e do neutro não estão devidamente confeccionadas, na ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), na secção 6.2.8 – Conexões, orienta-se que as conexões de condutores entre eles e com outros componentes da instalação, devem garantir a continuidade elétrica durável e adequada proteção mecânica. Além disso, o parafuso não abraça toda a seção do fio, sendo o adequado para essa situação o uso de terminal tipo anel.

O quadro apresentado na Figura 23 foi construído atentando-se aos cuidados fundamentais, de modo que até em circuito com dois condutores entrando em um disjuntor, teve-se o cuidado de instalar o terminal tipo macho com isolamento total. Não se constatou a conexão entre o condutor PE e a carcaça do quadro elétrico.

Figura 23 – Quadro 2º pavimento (QD-2PV). (a) Quadro, (b) Disjuntor destacado.



(A)



(B)

Fonte: Próprio autor.

- QD-2PV_HVAC – 3F #50mm² + neutro #16mm² + PE #4mm², Figura 24a.

Destinado a atender em especial os equipamento de ar condicionado, a seção do condutor PE é inadequada. Segundo a ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), seção 6.4.3.1.3, é apresentada na Tabela 58 – Seção mínima do condutor de proteção, que orienta uma seção de 25mm² para o condutor PE.

Na Figura 24b, nota-se que as conexões do condutor PE e do neutro não estão devidamente confeccionadas, pois, na ABNT NBR5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), seção 6.2.8 – Conexões, orienta-se que as conexões de condutores entre eles e com outros componentes da instalação devem garantir a continuidade elétrica durável e adequada proteção mecânica. Além disso, o parafuso não abraça toda a seção do fio, sendo adequado para essa situação o uso de terminal tipo anel.

Em uma inspeção dos equipamentos instalados próximos a esse quadro, constatou-se a presença de um chuveiro. Por estar próximo a este e os próximos se encontrarem longe, concluímos, então, que o chuveiro fazia parte daquele quadro, contudo, não se verificou a existência do DR – Diferencial Residual. A ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), na seção 5.1.3.2.2 item d, orienta que deve ser objeto de proteção adicional por dispositivos a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual nominal $I_{\Delta n} \leq 30mA$. Não foi encontrada conexão elétrica entre o condutor PE e a carcaça do quadro elétrico.

Figura 24 – Quadro 2º pavimento (QD-2PV_HVAC). (a) Quadro, (b) detalhe construtivo.



(a)



(b)

Fonte: Produção do próprio autor.

3.4.3 Avaliação no 1º pavimento.

O primeiro pavimento é o mais antigo, atualmente possui 5 quadros de distribuição.

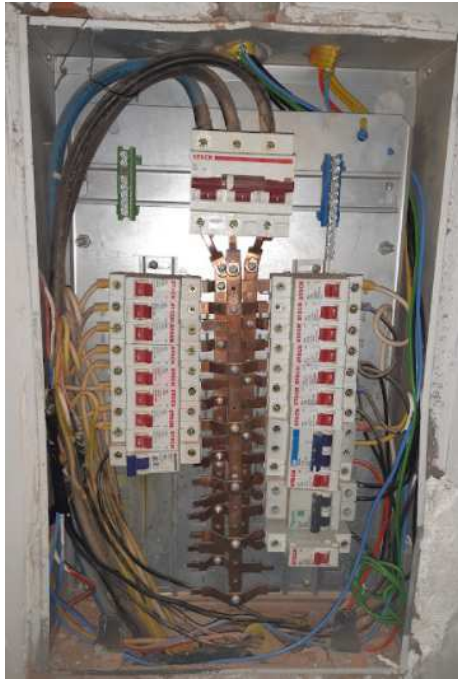
- QD-1PV- 3F #35 mm² - Disjuntor Geral 100A, Figura 25a.

Na Figura 25a é mostrado que a integridade do quadro não está adequada, pois a fixação do painel de proteção está sendo feita por meio de arames. Nota-se a necessidade de uma ação paliativa urgente, pois proteção frontal está fixada com arame, dado a sua localização no corredor que é acesso à cozinha. Sobre a parte construtiva, visto na Figura 25b, constatamos barramentos de PE e neutro, sem nenhum circuito ligado aos mesmos, e como há circuito monofásico pois disjuntores monopolar são visto no final do barramento, fica o questionamento, de onde vem o neutro que completa o circuito.

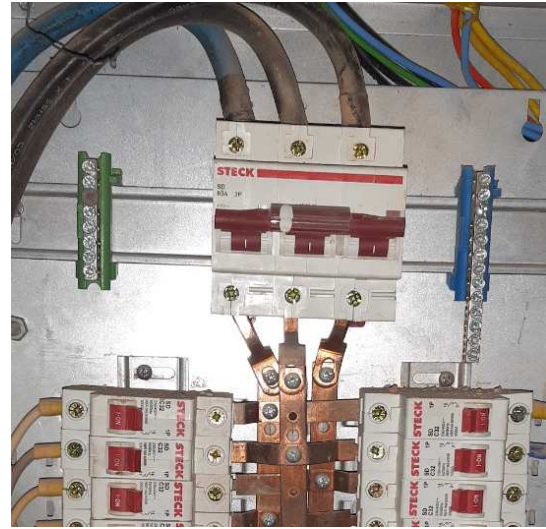
Não se constatou a conexão entre o fio terra e a carcaça do quadro elétrico, além da inexistência de nomenclatura dos circuitos.

Nesse quadro, foi constatada a presença de um chuveiro, tanto para o banheiro feminino quanto para o banheiro masculino, contudo, não há uma proteção por DR – Diferencial Residual, nesse quadro. A ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), na seção 5.1.3.2.2 item d, fala que devem ser objeto de proteção adicional por dispositivos a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual nominal $I_{\Delta n} \leq 30mA$.

Figura 25 – Quadro 1º pavimento (QD-1PV), (a) Quadro, (b) detalhe construtivo.



(a)



(b)

Fonte: Produção do próprio autor.

- QD-1PV_BRINQ - 3F # 6mm² - Disjuntor Geral 32A, Figura 26a.

O quadro destinado apenas aos brinquedos é simples em termos construtivos, e aqui destaca-se que a sua localização é de difícil acesso, pois o mesmo se encontra nos fundos da sala, próximo a uma tomada baixa, como ilustrado na Figura 26b. O erro dessa instalação ocorre na sua acessibilidade em uma situação de emergência, já que não existe identificação para a sua localização, dificultando o acesso no caso de uma emergência. Além disso, ele se encontra em uma área de crianças e não possui uma segurança mais reforçada, ou seja, qualquer criança tem acesso, caso um adulto não esteja supervisionando.

Ainda neste quadro não se encontrou a fiação de neutro (existe dois disjuntores monopolares), além disso não há fiação de PE, por serem motores elétricos e com suas estruturas metálicas.

Figura 26 – Quadro 1º pavimento (QD-1PV_BRINQ). (a) Quadro, (b) detalhe construtivo.



(a)



(b)

Fonte: Próprio autor.

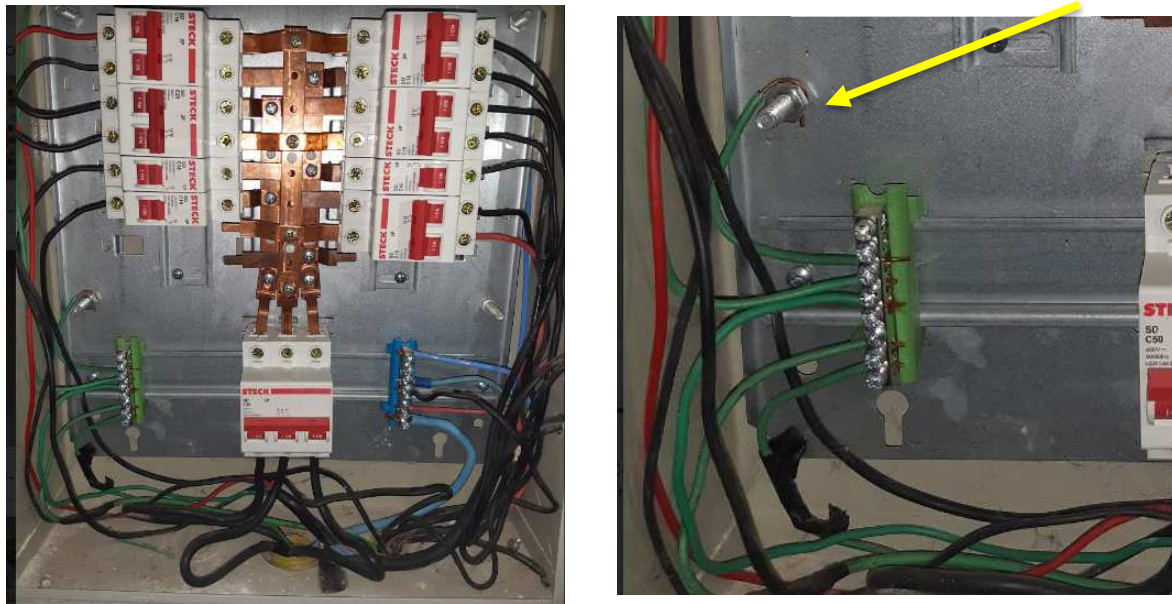
- QD-1PV_BERÇÁRIO - 3F # 25mm² + neutro e PE # 6 mm² - Disjuntor Geral 50A, Figura 27a.

A seção da fiação é inadequada, segundo a ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), seção 6.4.3.1.3, na qual é apresentada a Tabela 58 – Seção mínima do condutor de proteção, assim, avaliamos que para esse quadro deveria ser 16mm² para o condutor PE.

Próximo a esse quadro foi constatado a presença de um chuveiro, que é usado para atender as crianças, contudo, não há uma proteção por DR – Diferencial Residual. A ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), na seção 5.1.3.2.2 item d, fala que devem ser objeto de proteção adicional por dispositivos a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual nominal $I_{\Delta n} \leq 30mA$.

Verifica-se, na Figura 27b, a existência de aterramento do quadro, contudo, na NBR5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), na seção 6.2.8 – Conexões, orienta-se que as conexões de condutores entre eles e com outros componentes da instalação devem garantir a continuidade elétrica durável e adequada proteção mecânica. Além disso, o parafuso não abraça toda a seção do fio, sendo adequado para essa situação o uso do terminal tipo anel.

Figura 27 – Quadro 1º pavimento (QD-1PV_BERÇÁRIO). (a) Quadro, (b) Quadro aterrado.



(A)

(B)

Fonte: Produção do próprio autor.

- QD-1PV_COZ- 2F # 4mm² + neutro # 6 mm² - Disjuntor Geral 50A, Figura 28.

Constatou-se na instalação da cozinha dois tipos de disjuntores NEMA. O problema desse tipo de sistema é que sua atuação dependendo da grandeza da corrente, sua proteção é apenas por um bimetálico, gerando uma baixa confiabilidade, ele não é recomendado para este ambiente, pois devido à grande produção de alimentos são higienizados com lavagem tanto do piso quanto das paredes, equipamentos nesses ambientes estão susceptíveis a molhar a parte eletrônica e seus sistemas, gerando uma descarga nas pessoas que ali encostarem, por conta disso, é necessário haver um DR – Diferencial Residual, nesse quadro. A norma ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), na seção 5.1.3.2.2 item d, fala que devem ser objeto de proteção adicional por dispositivos a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual nominal $I_{\Delta n} \leq 30mA$.

Não se abriu o quadro, por motivo de segurança. Em uma inspeção visual com iluminação, não se constatou a conexão entre o condutor PE e a carcaça do quadro elétrico, além da ausência da identificação dos circuitos.

Figura 28 – Quadro 1º pavimento (QD-1PV_COZ).



Fonte: Produção do próprio autor.

- QD_EXTERNO- 3F # 25mm² + neutro # 16 mm² - Disjuntor Geral 150A, Figura 29A.

As conexões do condutor PE e do neutro não estão devidamente construídas, na ABNT NBR5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), na secção 6.2.8 – Conexões, orienta-se que as conexões de condutores entre eles e com outros componentes da instalação devem garantir a continuidade elétrica durável e adequada proteção mecânica. Além disso, o parafuso não abraça toda a seção do fio, sendo adequado para essa situação o uso de terminal tipo anel. Não se constou a conexão entre o condutor PE e a carcaça do quadro elétrico.

Este quadro possui um diferencial, pois a sua instalação se encontra na parte externa do templo, sujeito as intempéries do tempo. Na Figura 29b, fica evidente que o sistema está sobre uma degradação, pois ao mesmo tempo em que há o sol esquentando a tampa da placa, em uma chuva, o vapor entra para dentro do quadro, fazendo com que o sistema sempre trabalhe com variações de temperatura, e isso fica visível com o esmalte esfurelando nos barramentos.

Figura 29 – Quadro 1º pavimento (QD_EXTERNO). (a) Quadro, (b) de gradação do esmalte.



(a)



(b)

Fonte: Produção do próprio autor.

3.5 Comentários sobre o diagnóstico do SPDA e das instalações elétricas.

Nesta seção foi verificar a integridade dos sistemas instalados. Para o SPDA as verificações foram feitas baseando-se no resultado do gerenciamento de risco, que mostrou os critérios de risco para a edificação e determinou a correta classe de proteção para o projeto, podendo então ser determinado se os espaçamentos entre condutores e os métodos adotados, como o raio da esfera rolante no método eletromagnético, estavam corretos. Para a análise dos quadros, baseando-se nas normas apresentadas, foi realizado uma verificação individual de cada quadro apontando e as não conformidades encontradas. Por fim foi realizado a verificação da resistividade do solo, estudo este que a Igreja não possuía, e apesar do pouco espaço para realização das medições, foi possível realizar o estudo obtendo a resistividade do solo.

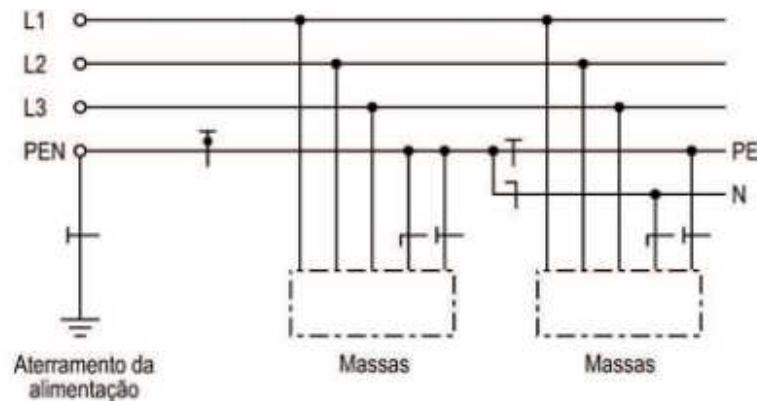
4 ADEQUAÇÃO DO SPDA E DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Nesta seção, serão desenvolvidos os projetos de SPDA, aterramento elétrico e do QGBT da Primeira Igreja Batista em Goiabeiras. Todo projeto será fundamentado nas normas vigentes, com o objetivo de garantir segurança dos ocupantes e dos equipamentos eletrônicos das instalações, além da arquitetura do templo.

4.1 Aterramento

Atualmente a igreja não possui um sistema de aterramento, opondo-se a Lei nº 11337 de 26/07/2006 / PL - Poder Legislativo Federal, que determina a obrigatoriedade de sistema de aterramento compatível com a sua utilização, assim esta etapa do projeto começara pela definição do esquema de aterramento. Hoje a igreja possui um transformador de 150kVA, e dele sai um condutor PEN, que chega ao QGBT, e a partir desse ponto há uma derivação em PE e N, na qual se distribui para os quadros adjacentes, conforme mostrado na prancha AD1.1-P1 presente no Apêndice B. Assim com essa configuração, chegamos ao esquema de aterramento, que será TN-C-S, Figura 30.

Figura 30 - Esquema de aterramento TN-C-S.



Fonte: Creder (2016, p. 163).

As legendas utilizadas, são mostradas na Figura 31.

Figura 31 – Legenda das imagens.

A, B e C	– Condutores-fase	
N	– Condutores neutro	
T	– Condutor de terra (ou de proteção)	
TN	– Condutor de terra e neutro	
	– Eletrodo de terra	
PEN	– Condutor de proteção e neutro	
PE	– Condutor de proteção	

Fonte: Creder (2016, p. 163).

4.2 Adequação do SPDA

4.2.1 Principais definições de projeto

Com o diagnóstico obtido na seção 3.1, serão realizadas as correções necessárias para que o projeto garanta a segurança das pessoas e do templo. Contudo, é necessário definir os parâmetros de corrente que são passíveis de incidir na edificação. Para o NP-IV, segundo a ABNT NBR 5419-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), no Quadro 5 são apresentados os valores máximos dos parâmetros das descargas atmosféricas.

Quadro 5 – Valores máximos dos parâmetros das descargas atmosféricas correspondentes aos níveis de proteção (NP).

Parâmetros de Corrente	NP para o SPDA IV
Corrente de pico	100
Tempo de frente (T1)	10
Tempo de 50% da cauda (T2)	350
Carga para as condições de 1° raio (Q_s)	50
Energia específica (W/R)	2,5

Fonte: Produção do próprio autor.

Como a igreja possui geometria diferenciada, serão aplicadas proteções referenciadas da NBR5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), simplificada aqui no Quadro 6.

Quadro 6 – Valor máximo do raio da esfera rolante classe do IV.

Classe do SPDA	Raio da Esfera R [m]
IV	60

Fonte: Produção do próprio autor.

Definido quais os tipos de capttores que serão aplicados, será definido o número de subsistemas de descida. A ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) orienta que para sistemas com o NP-IV, às distâncias entre os condutores de descida devem ser iguais a 20m, com uma tolerância de 20%. Na prancha AD1-1-P1 apresentada no Apêndice B é detalhada a posição das descidas com seus respectivos conectores. Como há alguns sistemas de descidas, eles foram reaproveitados para aumentar a segurança.

Com a captação e descida definidas, deve-se verificar a necessidade de eletrodos de aterramentos. A ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), na seção 5.4.2, mostra um gráfico de resistividade versus comprimento, em que apenas um anel circundando a edificação é suficiente.

4.2.2 Subsistema de captação não natural e análise do sistema presente

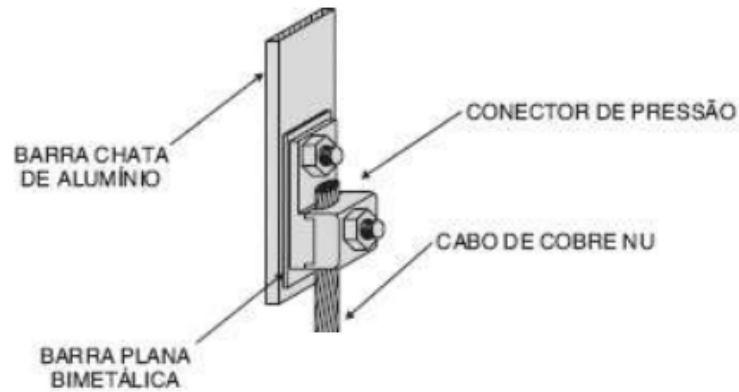
Os sistemas descritos no item na seção 3.1.2, não garantem a segurança da edificação. Para a sua adequação, será considerado primeiro o fato de que igreja se localiza em uma região de pouso e decolagem de aviões e, conforme Portaria nº 1.168/GC3, de 7 de agosto de 2018, a altura máxima permitida para a edificação é de 19m. Assim, este projeto irá levar em consideração a altura máxima permitida.

Como mostrado na prancha DET-AD1.1, por meio da esfera rolante ajustou-se os capttores no ponto correto. Rolando as esferas, verificou-se que os dois capttores instalados, juntamente com os minicapttores de 30cm (MAMEDE FILHO, 2009), nos pontos mostrados na prancha DET-AD1.1 são suficientes para a proteção da edificação.

4.2.3 Subsistemas de descida não natural

Na figura seção 3.1.3, verificou-se que pela oxidação entre o conector tipo sapatilha e a haste ocorre a corrosão eletrolítica, pois ambos são materiais de propriedades diferentes. A solução para isso é o uso de um bimetálico entre eles, como mostrado na Figura 32.

Figura 32 – Conexão entre materiais com propriedade diferentes.



Fonte: Produção do próprio autor.

Para a fixação do conjunto a telha, utiliza-se o aderibase. Esse produto usa um tipo de cola especial que fixa no telhado, sem a necessidade de fazer furos na telha como ilustrado na Figura 33.

Figura 33 – Aderibase



Fonte: Termotécnica (2020, p. 33).

Já para a conexão de chapas recomenda-se o uso de grampos, como mostrado na Figura 34, enquanto para a emenda de barras, se aplicará como na Figura 16.

Figura 34 – Grampos para conexão entre barras chatas.



Fonte: Termotécnica (2020, p. 37).

4.2.4 Equipamentos próximos à Gaiola de Faraday.

Como descrito na seção 3.1.6, os equipamentos detalhados nessa seção permanecem os mesmos para a sua equipotencialização, e para isso recomenda-se o uso de fita perfurada para equipotencialização em latão niquelado, como mostrado na Figura 35.

Figura 35 – Fita perfurada em latão niquelado.



Fonte: Termotécnica (2020, p. 63).

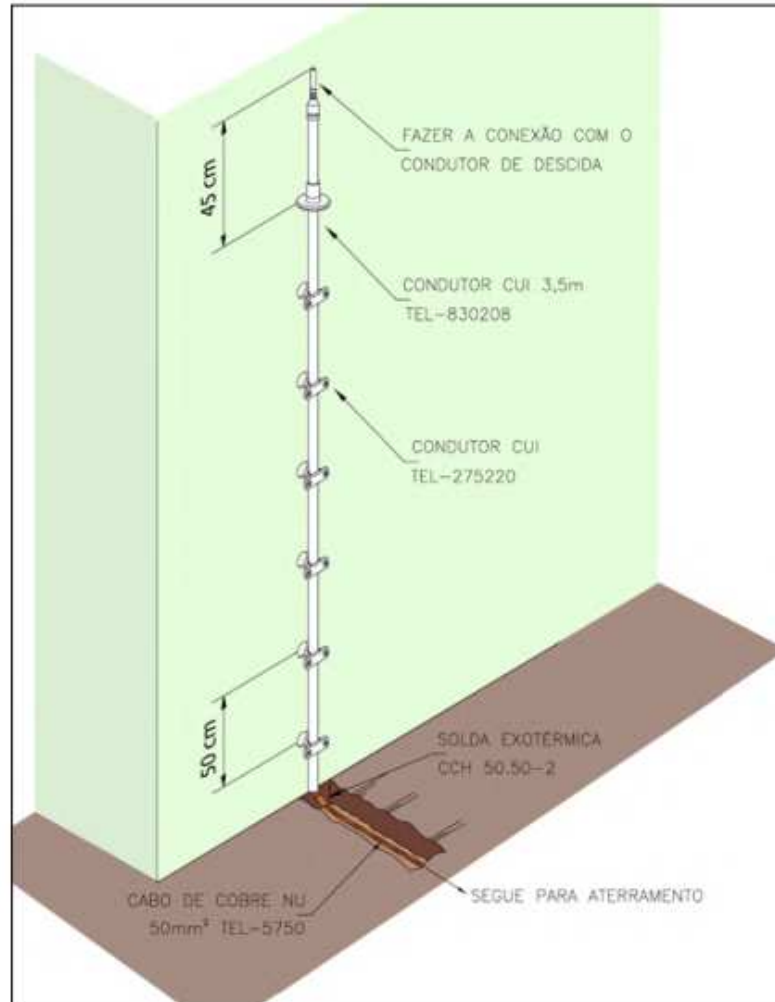
4.2.4 Eletrodos de descida.

Com o NP-IV, temos pela Tabela 4 da norma ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), que a descida entre os eletrodos seja de 20m e podendo ser adicionado no máximo uma margem de 20% nessa distância, com essa margem foi possível fazer o fechamento ideal do anel, pois entre as hastes 6-7 e 7-1 como mostrado na prancha AD1.1-P1 apresentada no Apêndice B, essa distância equivale a aproximadamente 23,5m.

A descida devesse fazer o uso de condutor CUI como ilustrado na Figura 36, com isolador contra tensão de toque. Já no contato com o eletrodo de aterramento deve fazer o uso de solda

exotérmica, pois além de garantir uma alta confiabilidade essa solda permite eliminar as caixas de inspeção.

Figura 36–Condutor CUI ligado ao aterramento.



Fonte: Catálogo Termotécnica (2020-1, p. 62).

4.2.5 Anel de aterramento.

Atualmente a igreja não possui um anel de aterramento. A norma na secção 5.4.3 diz que caso a construção do anel não seja possível de ser feita externamente, é permitido sua construção interna, atendendo o trecho entre as hastes 1-7-6, como mostrado na prancha AD1.1-P1. No trecho 1-7, há dois pilares de fundação, destacados em prancha, e recomenda-se com a supervisão de um engenheiro civil, quebrar as vigas até o aparecimento da ferragem, em um espaço 15x15cm. Desse modo é permitida a conexão com as garras do milímetro, para que assim seja feito um teste de continuidade, de modo a verificar se a resistência seja menor 2 mΩ.

Caso seja, fazer a conexão com grampos terra duplos em bronze, e colocar uma caixa de inspeção para ambos os locais para eventual manutenção.

Para valores de resistência maiores que $2 \text{ m}\Omega$, recomenda-se passar o cabo via aéreo, pois a norma ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) na seção 5.4.2 permite que até 20% do eletrodo de aterramento não esteja em contato com o solo. Para projeto o comprimento total do anel é de 116,14m , pois foi considerado a distância de 1m afastado da edificação como descrito na ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), seção 5.4.3, o que nos permite ter uma 23,30m exposto, e como o trecho entre os dois pilares são de 10 metros aproximadamente, é possível aplicar essa solução.

Caso ainda não seja atrativo nenhuma das propostas, deverá ser quebrado o piso para a passagem do cabo com uma profundidade de 0,5m, como descrito ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), seção 5.4.3.

4.3 Dimensionamento de um QGBT e adequação dos quadros adjacentes.

Essa etapa de trabalho será dividida em duas, onde a primeira consistira em dimensionar a demanda da instalação para definir o disjuntor geral. Já na segunda etapa será dimensionado a seção do condutor entre EDP-QGBT-Quadros adjacentes.

Para a primeira etapa, é feito um levantamento do número de tomadas, lâmpadas, chuveiros, ar condicionado e outros equipamentos visíveis ao longo da inspeção. Com essas informações é construído o Quadro 7, onde foi adotado um fator de 10% a mais, pois muitas tomadas estavam com difícil acesso.

Quadro 7 – Levantamento de carga em todo o templo

Pavimento	Lâmp. Led	Tomadas		Chuveiro 5500W	Lumin. Palco 100W	Ar condicionado						
		100VA	600VA			7,500	9,000	12,000	18,000	30,000	48,000	60,000
3 pavimento	44	27	2						1	1	1	0
2 pavimento	47	96		1	27	2	2	2	4	0	0	5
1 pavimento	108	86	3	3	1	2	1	1	3	0	0	1
Quantidade Total	199	209	5	4	28	4	3	3	8	1	1	6
Carga unitária W	40	100	600	5500	100	1150	1490	1690	2570	3560	4970	6380
Carga	7960	20900	3000	22000	2800	4600	4470	5070	20560	3560	4970	38280
Carg Fato Seg	8756	22990	3300	24200	3080	5060	4917	5577	22616	3916	5467	42108
1,1												
Fator de demanda (FD)	1	1	1	0,76	1	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Carga*FD	7960,0	20900,0	3000,0	16720,0	2800,0	3772,0	3665,4	4157,4	16859,2	2919,2	4075,4	31389,6
Carg Fat Seg*FD	8756,0	22990,0	3300,0	18392,0	3080,0	4149,2	4031,9	4573,1	18545,1	3211,1	4482,9	34528,6
Demanda [W]		118218,2										
Demanda Fato Seg		130040,0										
Potência Inst.[W]		138170										
Potência Inst seg [W]		151987										

Fonte: Próprio autor.

Como visto na tabela acima o valor de demanda e potência instalada, fazendo a divisão entre eles obtemos o fator de demanda que foi de 0,856, sendo necessário fazer a correção com banco de capacitores, para esse projeto iremos adotar o exigido pela EDP, 0,92

A potência nominal do transformador será:

$$S_N = \frac{P_1 \cdot F_D \cdot PAC}{FP} = \frac{151987 \cdot 0,856 \cdot 1}{0,92} = 141,348 [kVA] \quad (8)$$

Sendo

S_N = Potência nominal do transformador.

P_1 = Potência instalada.

F_D = Fator de Demanda, obtido pela demanda sobre a potência instalada.

PAC = Previsão de aumento de carga, adotaremos que não há previsão de aumento, $PAC=1$

FP = Fator de potência.

A demonstração do dimensionamento de todos os circuitos tornaria este documento extenso e repetitivo. Assim, será feito o dimensionamento da entrada subestação ao QGBT e do mesmo ao quadro mais distante (QD_EXTERNO).

- Critério da Seção Mínima;

Não se aplica, pois, este é destinado a condutores terminais.

- Capacidade de Condução de Corrente
 - Tipo de Isolação: Para todos os condutores, que saíram do QGBT para os quadros, será considerado isolamento PVC – 70°C, tendo a Tabela 36 da ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), como referência para determinação da capacidade de condução de corrente dos cabos;
 - Maneira de Instalar: Considerado o método B1, descrito em tabela 33 da ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), para todos os casos.
 - Corrente de Projeto (I_b): visando garantir a integridade do sistema foi adotado uma carga de 80% do disjuntor principal de cada painel, de modo a permanecer o mesmo disjuntor que atua hoje.
 - Adotando um fator de potência de 0,85;

QGBT ao QD_EXTERNO.

$$I_{b2} = \frac{P_n}{\sqrt{3} * V_l * fp} = \frac{45726,1}{\sqrt{3} * 220 * 0,85} \approx 150A \quad (9)$$

SUBESTAÇÃO ao QGBT;

Para o dimensionamento entre o QGBT e a Subestação, será adotado a carga de demanda levantada em campo. Como a igreja não dispõe do QGBT na edificação, e como os circuitos elétricos estão espalhados aleatoriamente, foi feito um levantamento da demanda e aplicado um fator de correção de 20% a mais na carga.

$$I_{b1} = \frac{P_n}{\sqrt{3} * V_l * fp} = \frac{142000}{\sqrt{3} * 220 * 0,85} \approx 408A \quad (9)$$

- Número de Condutores Carregados: o número de condutores carregados pelo qual efetivamente irá circular corrente será igual a 3 para circuitos trifásicos;

Com base nessas informações é consultada a Tabela 36 da ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), devemos agora aplicar o fator de correção, com base nas características de projeto:

- Fator de Correção de Temperatura (FCT): 1
- Fator de Correção da Resistividade Térmica do Solo (FCR): 1
- Fator de Correção de Agrupamento (FCA): 1

A capacidade de condução de corrente deverá obedecer à:

$$I_z \geq I_b \quad (10)$$

$$I_z = I_c * FCT * FCR * FCA \quad (11)$$

Assim temos para ambas as situações:

$$I_c = I \quad (12)$$

QGBT ao QD_EXTERNO, temos $I_{b2} \approx 50A$, resultando em um cabo de 50 mm^2 - Tabela 36 da ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

SUBESTAÇÃO ao QGBT, obteve-se um $I_{b1} \approx 408A$, resultando em um cabo de 185 mm^2 - Tabela 001 da EDP-Vitória, código PT.DT.PDN.03.14.001.

O dimensionamento foi realizado pela metodologia apresentada tendo como base os valores da Tabela 36 da ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). O quadro 8, mostra os valores encontrados para o dimensionamento pelo método da capacidade de condução de corrente.

Quadro 8 – Dimensionamento pela Capacidade de condução de corrente

Dimensionamento pela Capacidade de Condução de Corrente				
Nº	Circuito	Ib' (A)	Cond (mm ²)	I Cabo (A)
1	QD-1PV	100,00	25,0	117
2	QD-1PV_BRINQ	32,00	4,0	37
3	QD-1PV_BERÇÁRIO	50,00	10,0	66
4	QD-1PV_COZ	32,00	4,0	37
5	QD-2PV	100,00	25,0	117
6	QD-2PV_HVAC	125,00	35,0	144
7	QD_3PV	150,00	50,0	175
8	QD_EXTERNO	150,00	50,0	175
QGBT		370,94	185	408
		I(A)	Cond (mm ²)	I Cabo (A)

Fonte: Próprio autor.

- Queda de Tensão

Utilizando a equação 7 tem-se:

SUBESTAÇÃO ao QGBT

$$S_c \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \rho * L * I_b}{\Delta V * V_l} = \frac{100 * \sqrt{3} * \frac{1}{56} * 30 * 575,48}{1 * 220} = 242,72 \text{mm}^2$$

QGBT ao QD_EXTERNO

$$S_c \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \rho * L * I_b}{\Delta V * V_l} = \frac{100 * \sqrt{3} * \frac{1}{56} * 18 * 32}{1 * 220} = 4,05 \text{mm}^2$$

Aplicando este princípio nos outros circuitos obtemos o quadro 9.

Quadro 9 – Dimensionamento pela queda de tensão.

Dimensionamento pela máxima Queda de Tensão						
Nº	Circuito	Distância (m)	I _b (A)	Tensão de Linha (V)	Queda de Tensão Máxima Admitida (%)	Seção (mm ²) pela QT
1	QD-1PV	2	100,00	220	2%	1,41
2	QD-1PV_BRINQ	18	32,00	220	2%	4,05
3	QD-1PV_BERÇÁRIO	17	50,00	220	2%	5,98
4	QD-1PV_COZ	20	32,00	220	2%	5,19
5	QD-2PV	12,5	100,00	220	2%	8,79
6	QD-2PV_HVAC	17	125,00	220	2%	14,94
7	QD_3PV	14	150,00	220	2%	14,76
8	QD_EXTERNO	25	150,00	220	2%	26,36
QGBT		30	370,94	220	1%	156,45
			I(A)			

Fonte: Próprio autor.

Com os valores de queda de tensão, capacidade de condução obtido pelas tabelas anteriores temos no quadro

Quadro 10 – Dimensionamento das seções.

Dimensionamento Final							
Nº	Circuito	Seção (mm ²) pela QT	Seção (mm ²) pela CCC	Maior Seção (mm ²)	Seção FINAL adotada (mm ²)	I _z (A)	Queda de Tensão Efetiva (%)
1	QD-1PV	1,41	25,0	25,0	25,0	117	0,11%
2	QD-1PV_BRINQ	4,05	4,0	4,0	6,0	48	1,35%
3	QD-1PV_BERÇÁRIO	5,98	10,0	10,0	10,0	66	1,20%
4	QD-1PV_COZ	5,19	4,0	5,2	6,0	54	1,73%
5	QD-2PV	8,79	25,0	25,0	25,0	117	0,70%
6	QD-2PV_HVAC	14,94	35,0	35,0	35,0	144	0,85%
7	QD_3PV	14,76	50,0	50,0	50,0	175	0,59%
8	QD_EXTERNO	26,36	50,0	50,0	50,0	21	1,05%
QGBT		156,45	185,0	185,0	185,0	175	0,85%

Fonte: Próprio autor.

Com isso obtivemos o quadro 11.

Quadro 11 – Dimensionamento final

Nº	Circuito	Tipo	Tensão (V)	lb (A)	Seção FINAL (mm ²)	Iz (A)	Disjuntor (A)	Curvas BCD	Nº de Polos	IDR
1	QD-1PV	Trifásico	220	100,00	25,0	117,0	100	C	3	N/A
2	QD-1PV_BRINQ	Trifásico	220	32,00	6,0	48,0	32	C	3	N/A
3	QD-1PV_BERÇÁRIO	Trifásico	220	50,00	10,0	66,0	50	C	3	SIM
4	QD-1PV_COZ	Bifásico	220	32,00	6,0	54,0	32	C	2	SIM
5	QD-2PV	Trifásico	220	100,00	25,0	117,0	100	C	3	N/A
6	QD-2PV_HVAC	Trifásico	220	125,00	35,0	144,0	125	C	3	N/A
7	QD_3PV	Trifásico	220	150,00	50,0	175,0	150	C	3	N/A
8	QD_EXTERNO	Trifásico	220	150,00	50,0	21,0	10	C	3	SIM
QGBT		Trifásico	220	370,94	185,0	175,0	600	C	3	N/A

Fonte: Próprio autor.

4.4 Dimensionamento dos eletrodutos

Para este projeto será considerada uma taxa de ocupação de 40% nos eletrodutos. Os cabos considerados são de referência Superastic Unipolar 450/750V – PVC 70°C da fabricante Prysmian. O eletroduto considerado como referência é do tipo flexível PVC da fabricante Tigre para os circuitos de distribuição e corrugado PEAD, referência Kanaflex, para o circuito alimentador. O quadro 12 apresenta um resumo da infraestrutura do sistema com o respectivo diâmetro a ser adotado para o eletroduto.

Quadro 12 – Resumo do presente com o projeto atendendo a norma.

RESUMO DO CÁLCULO DOS TRECHOS DA INFRAESTRUTURA											
TRECHO		L ^A	ALIMENT.	SEÇÃO (mm ²) ANTIGA			SEÇÃO (mm ²) NOVO			φ ^B	% ^C
INÍCIO	FIM			FASE	NEUTRO	PE	FASE	NEUTRO	PE		
QGBT	QD-1PV	2,0	FFFNT	25	-	-	25	25	16	1 1/2"	25,70
QGBT	QD-1PV_BRINQ	18,0	FFFNT	6	-	-	6	6	6	1 1/4"	20,64
QGBT	QD-1PV_BERÇÁRIO	17,0	FFFNT	16	16	6	10	10	10	1 1/4"	28,34
QGBT	QD-1PV_COZ	20,0	FFNT	4	6	-	6	6	6	1 1/4"	20,64
QGBT	QD-2PV	12,5	FFFNT	35	35	16	25	25	16	1 1/2"	25,70
QGBT	QD-2PV_HVAC	17,0	FFFNT	50	16	4	35	35	25	1 1/2"	29,14
QGBT	QD_3PV	14,0	FFFNT	50	50	10	50	50	25	2"	28,95
QGBT	QD_EXTERNO	25,0	FFFNT	50	50	16	50	50	25	2"	28,95
SUBESTAÇÃO	QGBT	30,0	FFFNT	-	-	-	185	185	-	3"	34,42

Fonte: Próprio autor

Nota da ilustração: a- L=Comprimento da fiação em metros.

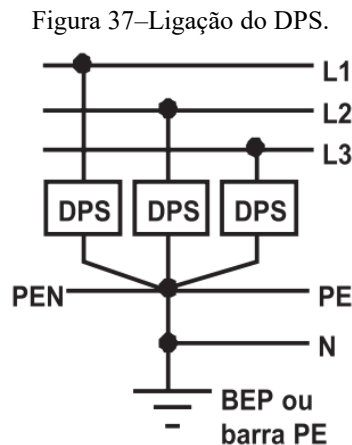
b- Φ= Diâmetro do Eletroduto.

c- %= Taxa de ocupação do eletroduto, valor tem que ser menor que 40%.

Para este projeto optou-se em colocar o BEP junto com o QGBT, pois reduziu o custo de um condutor terra de 95mm², além disto o aterramento da subestação é funcional, e para o BEP teremos um aterramento de proteção.

4.5 Projeto do DPS

Baseando-se na ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) na seção 6.3.5.2.2 Figura 13, chegamos a seguinte configuração de instalação do DPS para a igreja, mostrado na Figura 37.



Fonte: Próprio autor.

Para a seleção deve-se levar em consideração tanto os critérios da ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), que na seção 6.3.5.2.4, diz que $I_{impulso} > 12,5kA$.

Devemos olhar a ABNT NBR 5419-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), que no seu anexo E, orienta para surtos que provocam danos S1 devemos calcular o I_F

$$I_F = k_E \cdot I \quad (13)$$

Sendo

I = é a corrente da descarga atmosférica pertinente ao NP-IV considerado.

A determinação de k_E é baseada na equação 14:

$$k_F = \frac{Z}{Z_1 + Z \cdot \left(n_2 + n_1 \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \right)} \quad (14)$$

- Z impedância convencional de aterramento do subsistema de aterramento, pela tabela E.1 da ABNT NBR 5419-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) temos $Z=4$;
- Z_1 impedância convencional de aterramento das partes externas ou linhas externas (Tabela E.1 da NBR:5419-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), anexo E) instaladas enterradas; $Z_1 = 8\Omega$
- Z_2 é a resistência de terra do arranjo de aterramento que conecta a linha aérea à terra, será considerado o valor de 15Ω , pois aproxima-se dos valores reais. $Z_2 = 15\Omega$
- n_1 é o número total de partes externas ou linhas enterradas, neste caso, $n_1 = 1$, Energia;
- n_2 é o número total de partes externas ou linhas aéreas, para este projeto, $n_2 = 1$, Telefonia;

Substituindo os valores na equação 14 temos:

$$k_F = \frac{4}{8 + 4 \cdot \left(1 + 1 \cdot \frac{8}{15} \right)} = 0,2830 \quad (15)$$

Juntando o valor da equação 15 com a corrente de pico do quadro 5 e colocando um fator de segurança de 20%, temos na equação 16 o valor da corrente:

$$I_F = 0,2830 \cdot 100k = 28,30kA \cdot 1,2 = 33,96kA \quad (16)$$

Assim temos que pela ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), $I_{impulso_5410} = 12,5kA$, já pela ABNT NBR 5419-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), $I_{impulso_5419} = 33,96kA$, assim temos que ter um valor de DPS com valor maior ao obtido DPS classe 2, com danos S3, usaremos o valor da norma tabela E.2 da ABNT NBR 5419-13 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), anexo E, para NP-IV, que apresenta um valor de $I_{impulso_5419} = 5kA$,

quando se tratar de linha de rede, para a linha de sinal telefônico, usar a tabela E.3 cujo o valor será $I_{impulso_{5419}} = 1kA$

4.6 BEP

A localização do BEP será próxima ao QGBT, e o mesmo será ligado o eletrodo de aterramento, que é o anel do SPDA, o PEN que chega da subestação e os condutores PE dos quadros adjacentes.

4.7 Comentários sobre a Adequação do SPDA e das Instalações Elétricas

Baseando-se nas normas de referência foi possível realizar os projetos de adequação do SPDA e aterramento e das instalações elétricas internas. Foi ajustado todas as não conformidades do SPDA, adequando a instalação existente às exigências da norma. Também foi possível realizar o projeto de aterramento da edificação, elaborando uma solução para execução do anel externo à edificação já construída. A criação do QGBT possibilitou a organização dos alimentadores da instalação além da garantia da proteção e seletividade entre os quadros, além da interligação do sistema de proteção elétrica dos quadros ao BEP e a definição da coordenação entre os DPS do QGBT e dos quadros terminais.

5 CONCLUSÃO

Como citado no início deste trabalho, o diagnóstico e a adequação da instalação elétrica eram pontos de alta importância a serem considerados, pelos diversos prejuízos que poderiam ser causados à Primeira Igreja Batista de Goiabeiras, caso não houvesse o ajuste da instalação elétrica.

Apesar de ser uma edificação antiga, sem nenhum projeto elétrico, conseguimos projetar a proteção de SPDA, reaproveitando boa parte da instalação atual, para isso, criou-se um aterramento para atender o sistema de SPDA e o QGBT criado.

Este trabalho contribui para que a igreja agora tenha um projeto correto de SPDA, protegendo toda a sua arquitetura e os usuários do templo, que poderão fazer o uso do sistema sonoro ou outros sistemas em dias de raios intensos, pois os sistemas serão protegidos pelo QGBT que estará em sintonia com os outros quadros e em comunicação com o aterramento.

Neste trabalho, diversas dificuldades apareceram na confecção do projeto: nos deparamos com as limitações de implantação de solução, nas medições, o acesso ao solo para a medição de resistividade, na confecção do gerenciamento de risco, quais zonas definir como zona de risco, tudo isso no pouco tempo para elaboração desta monografia que engloba tantos assuntos, contudo, buscou-se nos rodapé da literal as limitações possível, permitindo assim a confecção do projeto.

Este trabalho abre portas para a implantação de melhorias, como: implantação de painéis fotovoltaicos, implantação de automação nas dependências do templo, de modo a reduzir o consumo de energia, gestão de eficiência energética que o tempo pode aplicar para redução de energia, dentre outros projetos para outras disciplinas da engenharia.

Para este estudante, chegar em uma edificação e avaliar cada item do SPDA, da instalação elétrica e do aterramento, fundamentando-se na norma e, após isso, criar um projeto, tentando reaproveitar todo o sistema instalado, foi muito gratificante, pois permitiu-me o crescimento nesse segmento no qual quero seguir.

O papel que o engenheiro deve exercer na sociedade, independentemente de como esteja a situação, é fazer o diagnóstico e adequar a edificação de acordo com a norma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15749**: Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento. Rio de Janeiro: ABNT, 2009a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410**. Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5419-1**: Proteção contra descargas atmosféricas Parte 1: Princípios Gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5419-2**: Proteção contra descargas atmosféricas Parte 2: Gerenciamento de Risco. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5419-3**. Proteção contra descargas atmosféricas Parte 3: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2015b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5419-4**: Proteção contra descargas atmosféricas Parte 4: Danos físicos a estruturas e perigos à vida. Rio de Janeiro: ABNT, 2015a.

BOAVENTURA, Edvaldo Machado. **Metodologia da Pesquisa**: monografia, dissertação e tese. São Paulo: Atlas, 2004.

CASE EDITORIAL. **100 Páginas com o Melhor do Enem**: Geografia e História. 2.ed. São Paulo: Case Editorial, 2017. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/100_P%C3%A1ginas_Com_o_Melhor_Do_Enem_Ed_2_G/Fu84DwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=0. Acesso em: 31 mar. 2021.

CAVALIN, Geraldo; SERVELIN, Severino. **Instalações elétricas**. 14. ed. São Paulo: Érica, 2006.

COTRIM, Ademaro Alberto Bittencourt. **Biografia**: ao mestre com carinho. 5. ed. São Paulo: Pearson Education, 2009.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 16. ed. Rio de Janeiro: LCT, 2016.

FOLHA VITORIA. Mais de 67 mil raios são registrados no Espírito Santo: Saiba o que fazer para se proteger. **Folha Vitória**, 2021. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/elatMidia/arquivos/20210309163114clipping-r7-folha-vitoria-2021-03-08.jpg>. Acesso em: 13 mar. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **O que são descargas atmosféricas.** Grupo de Eletricidade Atmosférica: INPE, 2019. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/rindat/menu/desc.atm/>. Acesso em: 13 mar. 2021.

KINDERMANN, Geraldo. **Descarga Atmosférica.** 3. ed. Florianópolis: Edição do Autor, 2002.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas.** 8. ed. Rio de Janeiro: LCT, 2009.

MINIPA DO BRASIL LTDA. **TERRÔMETRO DIGITAL MTR-1522.** 2 rev. ed. São Paulo, 2019.

PAULINO, José Osvaldo Saldanha; et al. **Proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos contra surtos elétricos em instalações.** 1. ed. Lagoa Santa, MG: Clamper, 2016.

SOUZA, André Nunes de; et al. **Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas: Teoria, Prática e Legislação.** 2. ed. São Paulo: Érica, 2012.

TERMOTÉCNICA. **Catálogo Produtos & Serviços SPDA – MPS.** vs. 2020-1. Belo Horizonte: Termotécnica, 2020.

APÊNDICE A

- Gerenciamento de Risco para o Diagnostico;
- Gerenciamento de Risco para a Adequação;

APÊNDICE B - PROJETO ELÉTRICO

A1- DI1.1-P1

A2- DI1.1-P2

A3- DI1.1-P3

A4-CB-DI1.1

A5-DET-DI1.1

A6-AD1.1-P1

A7- AD1.1-P2

A8- AD1.1-P3

A9- COB-AD1.1

A10- DET-AD1.1

A11- DET-AD1.2

PLANILHA DE ANÁLISE DE DADOS E PROTEÇÕES PARA GERENCIAMENTO DE RISCO PARA SPDA:

OBRA/CLIENTE:	Primeira Igreja Batista de Goiabeiras
Etapa	Diagnóstico
ENDEREÇO:	Rua Adalfredo Wanick, 20, Goiabeiras, Vitória/ES
DATA:	

RISCOS / PERDAS / EQUAÇÕES / TOLERÂNCIAS (Tab. 04)

RISCO	PERDA	Risco	Equações	RT (y-1)
L1	R1	perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)	$R1 = RA1 + RB1 + RC1(1) + RM1(1) + RU1 + RV1 + RW1(1) + RZ1(1)$	1,00E-05
L2	R2	perda de serviço ao público	$R2 = RB2 + RC2 + RM2 + RV2 + RW2 + RZ2$	1,00E-03
L3	R3	perda de patrimônio cultural	$R3 = RB3 + RV3$	1,00E-04
L4	R4	perda de valores econômicos (estrutura, conteúdo, e perdas de atividades)	$R4 = RA4(2) + RB4 + RC4 + RM4 + RU4(2) + RV4 + RW4 + RZ4$	1,00E-03

ZONA 01: EDIFICAÇÃO total

Resultado Rx		RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R1
		R1=	2,94E-08	3,68E-07	0,00E+00	5,58E-04	1,06E-09	1,32E-08	1,06E-07	9,37E-06
R2=	-	RB	RC	RM		RV	RW	RZ	R2	
		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0 E-3	
R3=	-	RB				RV			R3	
		4,15E-07				1,49E-08			0,004 E-4	
R4=	-	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R4
		0,00E+00	3,32E-06	0,00E+00	2,36E-03	0,00E+00	1,19E-07	4,47E-07	3,96E-05	2,4 E-3

Condições da zona				
ZONA está sendo Avaliada?		SIM		
Este projeto contém Risco de Explosão?		NÃO		
Existe atendimento ao público?		NÃO		
Pode haver perda de patrimônio cultural?		SIM		
Este projeto contém Animais?		NÃO		
Haverá avaliação econômica?		NÃO		

Resultado Global (R>RT)?				
R1	R2	R3	R4	
SIM	NÃO	NÃO	SIM	

Medidas Protetivas

Estudo: **ZONA 01 : EDIFICAÇÃO total**

SPDA instalado		
Blindagem espacial externa		
Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)	1	
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)	1	
Proteção contra incêndio	1	
Fiação interna	Energia (LINHA 01)	2
	Sinal (LINHA 02)	1
Sistema de DPS	DPS	
	DPS coordenados	4

ZONA 02: Z2-ÁREA DE CONVIVÊNCIA

Resultado Rx		RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R1
		R1=	1,87E-07	2,33E-07	0,00E+00	0,00E+00	6,71E-09	8,39E-09	0,00E+00	0,00E+00
R2=	-	RB	RC	RM		RV	RW	RZ	R2	
		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0 E-3	
R3=	-	RB				RV			R3	
		4,15E-07				1,49E-08			0,004 E-4	
R4=	-	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R4
		0,00E+00	1,05E-08	0,00E+00	4,71E-11	0,00E+00	3,77E-10	4,47E-11	3,96E-09	0 E-3

Condições da zona				
ZONA está sendo Avaliada?		SIM		
Este projeto contém Risco de Explosão?		NÃO		
Existe atendimento ao público?		NÃO		
Pode haver perda de patrimonio cultural?		NÃO		
Este projeto contém Animais?		SIM		
Haverá avaliação econômica?		SIM		

Resultado Global (R>RT)?				
R1	R2	R3	R4	
SIM	NÃO	NÃO	SIM	

Medidas Protetivas

Estudo: **ZONA 02 : Z2-ÁREA DE CONVIVÊNCIA**

SPDA instalado		
Blindagem espacial externa		
Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)	1	
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)	1	
Proteção contra incêndio	1	
Fiação interna	Energia (LINHA 01)	2
	Sinal (LINHA 02)	1
Sistema de DPS	DPS	
	DPS coordenados	4

ZONA 03: Z3 - ENTRADA PRINCIPAL DA IGREJA

Resultado Rx		RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R1
		R1=	1,87E-07	2,33E-07	0,00E+00	0,00E+00	6,71E-09	8,39E-09	0,00E+00	0,00E+00
R2=	-	RB	RC	RM		RV	RW	RZ	R2	
		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0 E-3	
R3=	-	RB				RV			R3	
		0,00E+00				0,00E+00			0 E-4	
R4=	-	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R4
		0,00E+00	6,63E-07	0,00E+00	1,57E-04	0,00E+00	2,39E-08	2,98E-08	2,64E-06	0,16 E-3

Condições da zona				
ZONA está sendo Avaliada?		SIM		
Este projeto contém Risco de Explosão?		NÃO		
Existe atendimento ao público?		NÃO		
Pode haver perda de patrimonio cultural?		NÃO		
Este projeto contém Animais?		SIM		
Haverá avaliação econômica?		SIM		

Resultado Global (R>RT)?				
R1	R2	R3	R4	
SIM	NÃO	NÃO	SIM	

Medidas Protetivas		Estudo:	ZONA 03 : Z3 - ENTRADA PRINCIPAL DA IGREJA
SPDA instalado			
Blindagem espacial externa			
Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)	1		
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)	1		
Proteção contra incêndio	1		
Fiação interna	2		
Energia (LINHA 01)	1		
Sinal (LINHA 02)	1		
Sistema de DPS	4		
DPS			
DPS coordenados			

ZONA 04: Z4-Sistema Sons										
Resultado Rx	R1=	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R1
		2,80E-09	1,40E-07	0,00E+00	5,30E-05	1,01E-10	5,03E-09	1,01E-08	8,91E-07	5,406 E-5
	R2=		RB	RC	RM		RV	RW	RZ	R2
		-	0,00E+00	0,00E+00	7,07E-04	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,707 E-3
	R3=		RB				RV			R3
		-	0,00E+00				0,00E+00			0 E-4
	R4=	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R4
		0,00E+00	1,89E-05	0,00E+00	2,36E-05	0,00E+00	6,78E-07	4,47E-09	3,96E-07	0,043 E-3

Condições da zona	
ZONA está sendo Avaliada?	SIM
Este projeto contém Risco de Explosão?	NÃO
Existe atendimento ao público?	NÃO
Pode haver perda de patrimônio cultural?	SIM
Este projeto contém Animais?	SIM
Há avaliação econômica?	SIM

Resultado Global (R>RT)?			
R1	R2	R3	R4
SIM	NÃO	NÃO	SIM

Medidas Protetivas		Estudo:	ZONA 04 : Z4-Sistema Sons
SPDA instalado			
Blindagem espacial externa			
Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)	1		
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)	1		
Proteção contra incêndio	1		
Fiação interna	2		
Energia (LINHA 01)	1		
Sinal (LINHA 02)	1		
Sistema de DPS	4		
DPS			
DPS coordenados			

RESULTADO EDIFICAÇÃO COMPLETO												
Combinções e Fonte de dano por descargas atmosféricas na: (Tab. 02)										Resultado		
	S1: Estrutura		S2: Perto da estrutura		S3: Na linha		S4: Perto da linha					
	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	Risco - "R"	Risco em decimal (20 casas)	"RT"	R>RT?
R1=	4,05E-07	9,74E-07	0,00E+00	6,11E-04	1,46E-08	3,50E-08	1,16E-07	1,03E-05	62,256 E-5	0,00062256464601559600	1,00E-05	SIM
R2=	-	0,00E+00	0,00E+00	7,07E-04	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,707 E-3	0,00070685834700296500	1,00E-03	NÃO
R3=	-	8,29E-07	-	-	-	2,98E-08	-	-	0,009 E-4	0,00000085892294671059	1,00E-04	NÃO
R4=	0,00E+00	2,28E-05	0,00E+00	2,54E-03	0,00E+00	8,22E-07	4,82E-07	4,26E-05	2,604 E-3	0,00260362336353844000	1,00E-03	SIM

R1 - Perda de Vida	Avaliação conforme 5.5	R1 - Perda de Vida
	R>RT?	Sim - Necessita de Proteção
	Há SPDA instalado?	NÃO
	Nota a - Se RA + RB < RT, um SPDA completo não é necessário; neste caso DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-4 são suficientes.	

R2 - Perda Serviço Público	Avaliação conforme 5.5	R2 - Perda Serviço Público
	R>RT?	Não - Estrutura protegida
	Há SPDA instalado?	NÃO
	Estrutura devidamente protegida.	

R3 - Patrimônio Cultural	Avaliação conforme 5.5	R3 - Patrimônio Cultural
	R>RT?	Não - Estrutura protegida
	Há SPDA instalado?	NÃO
	Estrutura devidamente protegida.	

R4 - Perda Econômica	Avaliação conforme 5.5	R4 - Perda Econômica
	R>RT?	Sim - Necessita de Proteção
	Há SPDA instalado?	NÃO
	Estrutura devidamente protegida.	

PLANILHA DE ANÁLISE DE DADOS E PROTEÇÕES PARA GERENCIAMENTO DE RISCO PARA SPDA:

OBRA/CLIENTE:	Primeira Igreja Batista de Goiabeiras
ETAPA:	ADEQUAÇÃO
ENDEREÇO:	Rua Adalberto Wanick, 20, Goiabeiras, Vitória/ES

RISCOS / PERDAS / EQUAÇÕES / TOLERÂNCIAS (Tab. 04)

RISCO	PERDA	Risco	Equações	RT (y-1)
L1	R1	perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)	$R1 = RA1 + RB1 + RC1(1) + RM1(1) + RU1 + RV1 + RW1(1) + RZ1(1)$	1,00E-05
L2	R2	perda de serviço ao público	$R2 = RB2 + RC2 + RM2 + RV2 + RW2 + RZ2$	1,00E-03
L3	R3	perda de patrimônio cultural	$R3 = RB3 + RV3$	1,00E-04
L4	R4	perda de valores econômicos (estrutura, conteúdo, e perdas de atividades)	$R4 = RA4(2) + RB4 + RC4 + RM4 + RU4(2) + RV4 + RW4 + RZ4$	1,00E-03

ZONA 01: EDIFICAÇÃO total

Resultado Rx	R1=	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R1
		5,89E-11	1,47E-07	0,00E+00	2,23E-06	3,16E-13	7,91E-10	3,16E-09	2,56E-07	0,264 E-5
R2=	-		RB	RC	RM		RV	RW	RZ	R2
	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0 E-3	
R3=	-		RB				RV			R3
	1,66E-07					8,91E-10			0,002 E-4	
R4=		RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R4
	0,00E+00	1,33E-06	0,00E+00	9,42E-06	0,00E+00	7,13E-09	1,34E-08	1,08E-06	0,012 E-3	

Condições da zona	
ZONA está sendo Avaliada?	SIM
Este projeto contém Risco de Explosão?	NÃO
Existe atendimento ao público?	NÃO
Pode haver perda de patrimônio cultural?	SIM
Este projeto contém Animais?	NÃO
Haverá avaliação econômica?	NÃO

Resultado Global (R>RT)?			
R1	R2	R3	R4
NÃO	NÃO	NÃO	NÃO

Medidas Protetivas

Estudo: **ZONA 01 : EDIFICAÇÃO total**

SPDA instalado	
Blindagem espacial externa	
Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)	1
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)	1
Proteção contra incêndio	1
Fiação interna	2
Energia (LINHA 01)	
Sinal (LINHA 02)	1
Sistema de DPS	4
DPS	
DPS coordenados	

ZONA 02: Z2-ÁREA DE CONVIVÊNCIA

Resultado Rx	R1=	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R1
		3,73E-10	9,33E-08	0,00E+00	0,00E+00	2,01E-12	5,01E-10	0,00E+00	0,00E+00	0,009 E-5
R2=	-		RB	RC	RM		RV	RW	RZ	R2
	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0 E-3	
R3=	-		RB				RV			R3
	1,66E-07					8,91E-10			0,002 E-4	
R4=		RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R4
	0,00E+00	4,20E-09	0,00E+00	2,36E-12	0,00E+00	2,25E-11	1,34E-12	1,08E-10	0 E-3	

Condições da zona	
ZONA está sendo Avaliada?	SIM
Este projeto contém Risco de Explosão?	NÃO
Existe atendimento ao público?	NÃO
Pode haver perda de patrimônio cultural?	NÃO
Este projeto contém Animais?	SIM
Haverá avaliação econômica?	SIM

Resultado Global (R>RT)?			
R1	R2	R3	R4
NÃO	NÃO	NÃO	NÃO

Medidas Protetivas

Estudo: **ZONA 02 : Z2-ÁREA DE CONVIVÊNCIA**

SPDA instalado	
Blindagem espacial externa	
Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)	1
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)	1
Proteção contra incêndio	1
Fiação interna	2
Energia (LINHA 01)	
Sinal (LINHA 02)	1
Sistema de DPS	4
DPS	
DPS coordenados	

ZONA 03: Z3 - ENTRADA PRINCIPAL DA IGREJA

Resultado Rx	R1=	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R1
		3,73E-10	4,66E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,01E-10	0,00E+00	0,00E+00	0,047 E-5
R2=	-		RB	RC	RM		RV	RW	RZ	R2
	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0 E-3	
R3=	-		RB				RV			R3
	0,00E+00					0,00E+00			0 E-4	
R4=		RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R4
	0,00E+00	2,65E-07	0,00E+00	1,53E-05	0,00E+00	1,43E-09	8,91E-10	7,20E-08	0,016 E-3	

Condições da zona	
ZONA está sendo Avaliada?	SIM
Este projeto contém Risco de Explosão?	NÃO
Existe atendimento ao público?	NÃO
Pode haver perda de patrimônio cultural?	NÃO
Este projeto contém Animais?	SIM
Haverá avaliação econômica?	SIM

Resultado Global (R>RT)?			
R1	R2	R3	R4
NÃO	NÃO	NÃO	NÃO

Medidas Protetivas

Estudo: **ZONA 03 : Z3 - ENTRADA PRINCIPAL DA IGREJA**

SPDA instalado		
Blindagem espacial externa		
Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)		1
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)		1
Proteção contra incêndio		1
Fiação interna	Energia (LINHA 01)	2
	Sinal (LINHA 02)	1
Sistema de DPS	DPS	
	DPS coordenados	4

ZONA 04: Z4-Sistema Sons

Resultado Rx	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R1
	R1=	0,00E+00	3,36E-07	0,00E+00	6,20E-06	0,00E+00	3,61E-10	3,61E-10	2,92E-08
R2=	-	RB	RC	RM	-	RV	RW	RZ	R2
		0,00E+00	0,00E+00	8,27E-05		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,083 E-3
R3=	-	RB	-			RV	-		R3
		0,00E+00				0,00E+00			0 E-4
R4=	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	R4
	0,00E+00	1,05E-05	0,00E+00	2,30E-06	0,00E+00	5,64E-08	1,34E-10	1,08E-08	0,013 E-3

Condições da zona	
ZONA está sendo Avaliada?	SIM
Este projeto contém Risco de Explosão?	NÃO
Existe atendimento ao público?	NÃO
Pode haver perda de patrimonio cultural?	SIM
Este projeto contém Animais?	SIM
Hávera avaliação econômica?	SIM

Resultado Global (R>RT)?			
R1	R2	R3	R4
NÃO	NÃO	NÃO	NÃO

Medidas Protetivas

Estudo: ZONA 04 : Z4-Sistema Sons

SPDA instalado		
Blindagem espacial externa		
Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)		1
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)		1
Proteção contra incêndio		1
Fiação interna	Energia (LINHA 01)	2
	Sinal (LINHA 02)	1
Sistema de DPS	DPS	
	DPS coordenados	4

RESULTADO EDIFICAÇÃO COMPLETO

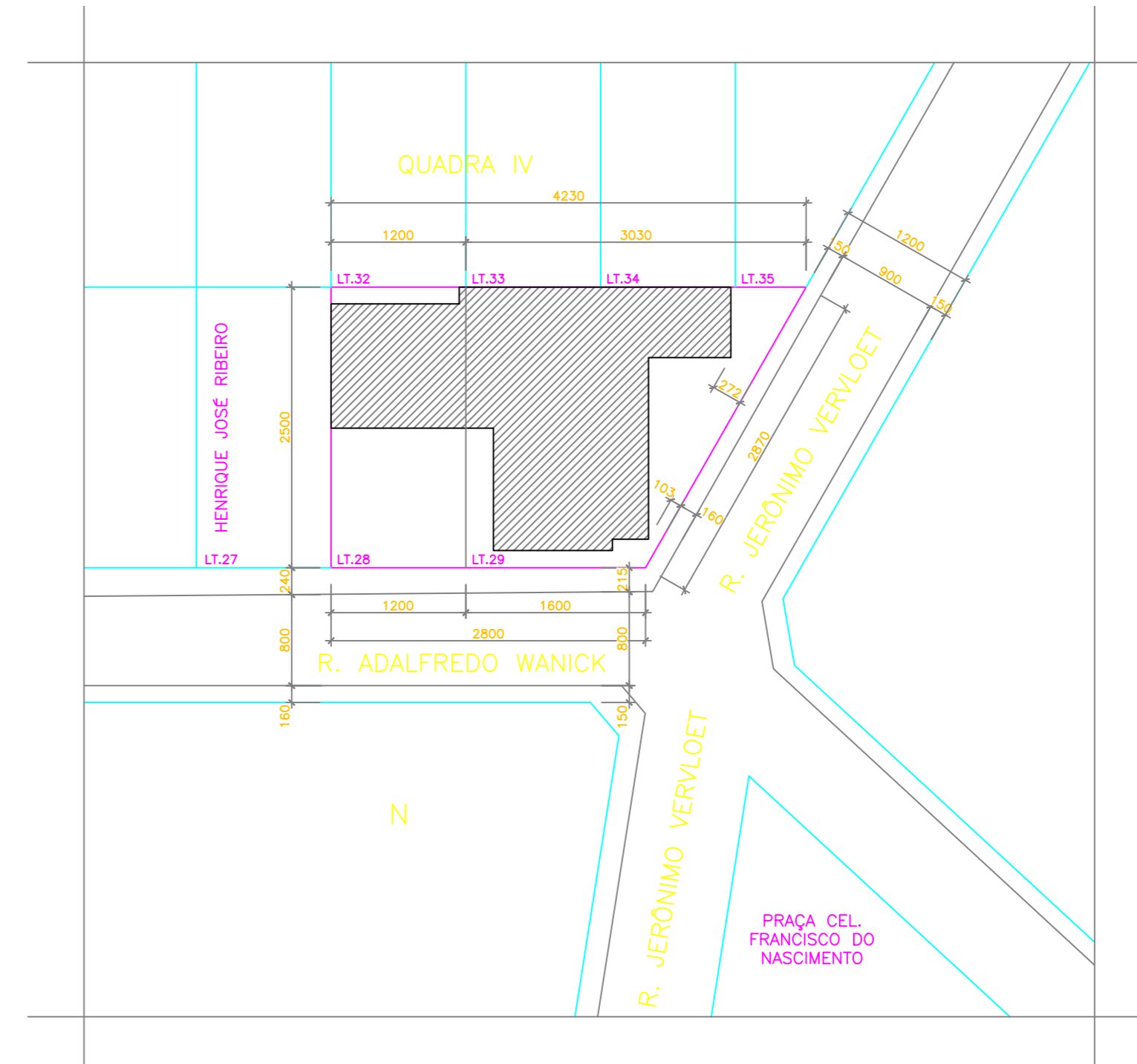
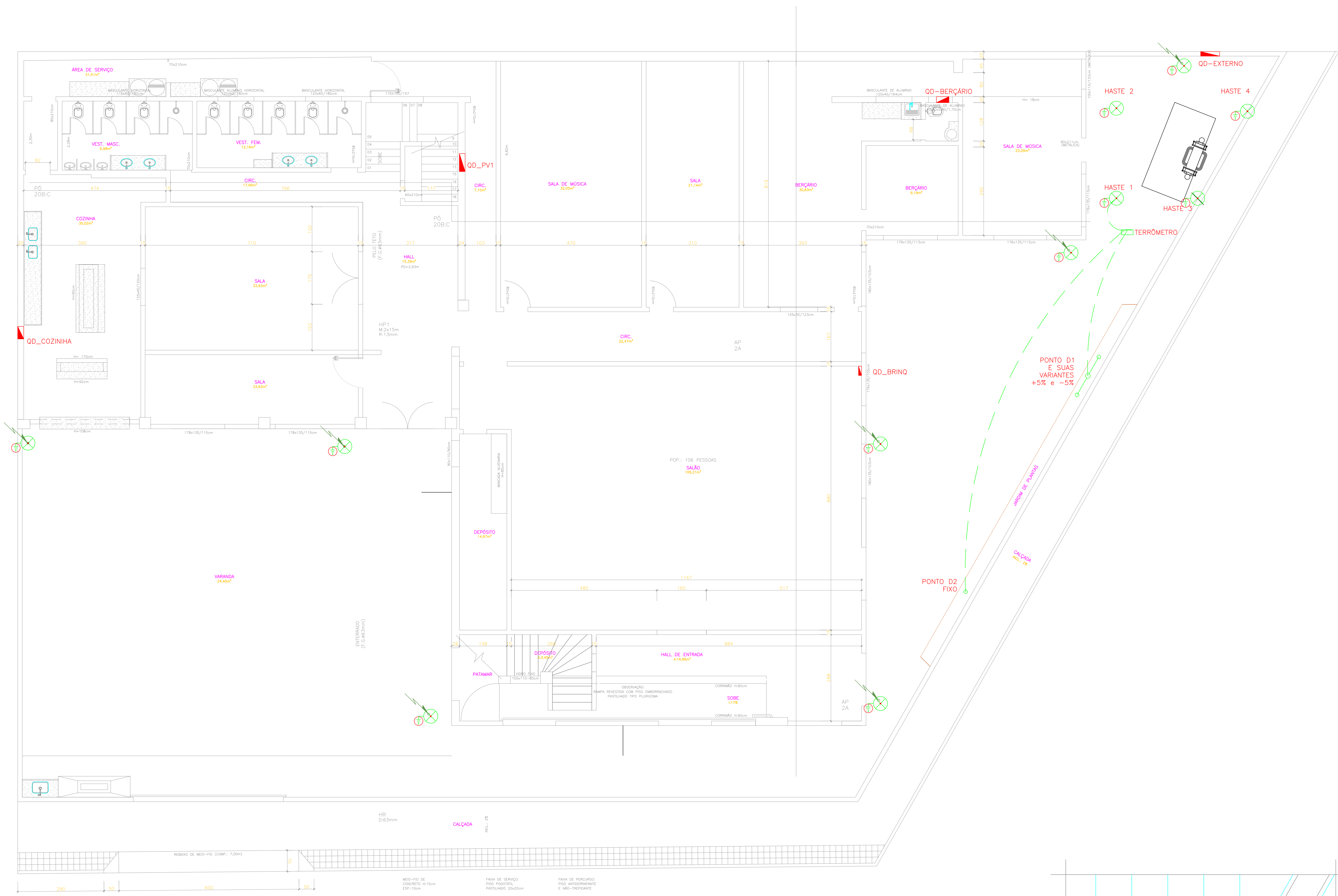
Combinções e Fonte de dano por descargas atmosféricas na: (Tab. 02)										Resultado			
	S1: Estrutura			S2: Perto da estrutura		S3: Na linha		S4: Perto da linha		Risco - "R"	Risco em decimal (20 casas)	"RT"	R>RT?
	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ					
R1=	8,05E-10	1,04E-06	0,00E+00	8,43E-06	2,32E-12	2,15E-09	3,53E-09	2,85E-07		0,977 E-5	0,00000976524131305233	1,00E-05	NÃO
R2=	-	0,00E+00	0,00E+00	8,27E-05	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		0,083 E-3	0,00008270171748711130	1,00E-03	NÃO
R3=	-	3,32E-07	-	-	-	1,78E-09	-	-		0,003 E-4	0,00000033342229467106	1,00E-04	NÃO
R4=	0,00E+00	1,21E-05	0,00E+00	2,70E-05	0,00E+00	6,50E-08	1,44E-08	1,16E-06		0,04 E-3	0,00004036247708437370	1,00E-03	NÃO

R1 - Perda de Vida	Avaliação conforme 5.5	R1 - Perda de Vida
	R>RT?	Não - Estrutura protegida
	Há SPDA instalado?	Sim: Estrutura protegida por SPDA IV
	Estrutura devidamente protegida.	

R2 - Perda Serviço Público	Avaliação conforme 5.5	R2 - Perda Serviço Público
	R>RT?	Não - Estrutura protegida
	Há SPDA instalado?	Sim: Estrutura protegida por SPDA IV
	Estrutura devidamente protegida.	

R3 - Patrimônio Cultural	Avaliação conforme 5.5	R3 - Patrimônio Cultural
	R>RT?	Não - Estrutura protegida
	Há SPDA instalado?	Sim: Estrutura protegida por SPDA IV
	Estrutura devidamente protegida.	

R4 - Perda Econômica	Avaliação conforme 5.5	R4 - Perda Econômica
	R>RT?	Não - Estrutura protegida
	Há SPDA instalado?	Sim: Estrutura protegida por SPDA IV
	Estrutura devidamente protegida.	



QUADRO DE ÁREAS	
ÁREAS E ÍNDICES	
ÁREA DO TERRENO (ESCANTARIA (L1,28 + L1,29))	300,00 + 578,75 = 878,75 m²
ÁREA TOTAL APROVADA PRIMEIRO PAVIMENTO	479,41 m²
ÁREA ACRESIDA PRIMEIRO PAVIMENTO	65,50 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA PRIMEIRO PAVIMENTO	537,94 m²
ÁREA TOTAL APROVADA SEGUNDO PAVIMENTO	517,14 m²
ÁREA ACRESIDA SEGUNDO PAVIMENTO	21,08 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA SEGUNDO PAVIMENTO	538,22 m²
ÁREA TOTAL APROVADA TERCEIRO PAVIMENTO	338,84 m²
ÁREA ACRESIDA TERCEIRO PAVIMENTO	30,52 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA TERCEIRO PAVIMENTO	371,48 m²
ÁREA TOTAL APROVADA	1.325,52 m²
ÁREA TOTAL A REGULARIZAR (ACRESCIM)	170,12 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA	1.445,64 m²
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	1,65
ÁREA DE PROJEÇÃO	538,22 m²
TAXA DE COBERTURA	53,22 %
OBSERVAÇÃO: PROJETO ARQUITETÔNICO APROVADO NA F.M.V. SOB O Nº. 019.352/81.	

REVISÃO	DATA
03	
02	
01	
00	EMISSÃO INICIAL

PROJETO ELÉTRICO - PROJETO EXECUTIVO

PROPRIETÁRIO: PRIMEIRA IGREJA BATISTA DE GOIABERAS P/R BOSSON JOSÉ CERQUEIRA SCARABELLI	ENDEREÇO DO EMPREENDIMENTO / PAVIMENTO: RUA ADALFREDO WANICK Nº 303 GOIABERAS, VITÓRIA, ES. 1º PAVIMENTO
RESPONSÁVEL DO PROJETO ARQUITETÔNICO: MIRIAN FRANCO VICENTINI - CREA 11.783-D/ES	CONTATO: mirian@gmail.com CELULAR: 4177818
RESPONSÁVEL PELO PROJETO ELÉTRICO: Grazianna - THIAGO B. COLTRINHO	CONTATO: thiago@coltrinhoeletrica.com.br CREA-ES: 01884601
TÍTULO DO PROJETO: IGREJA BATISTA.dwg	ESCALA: 1/50



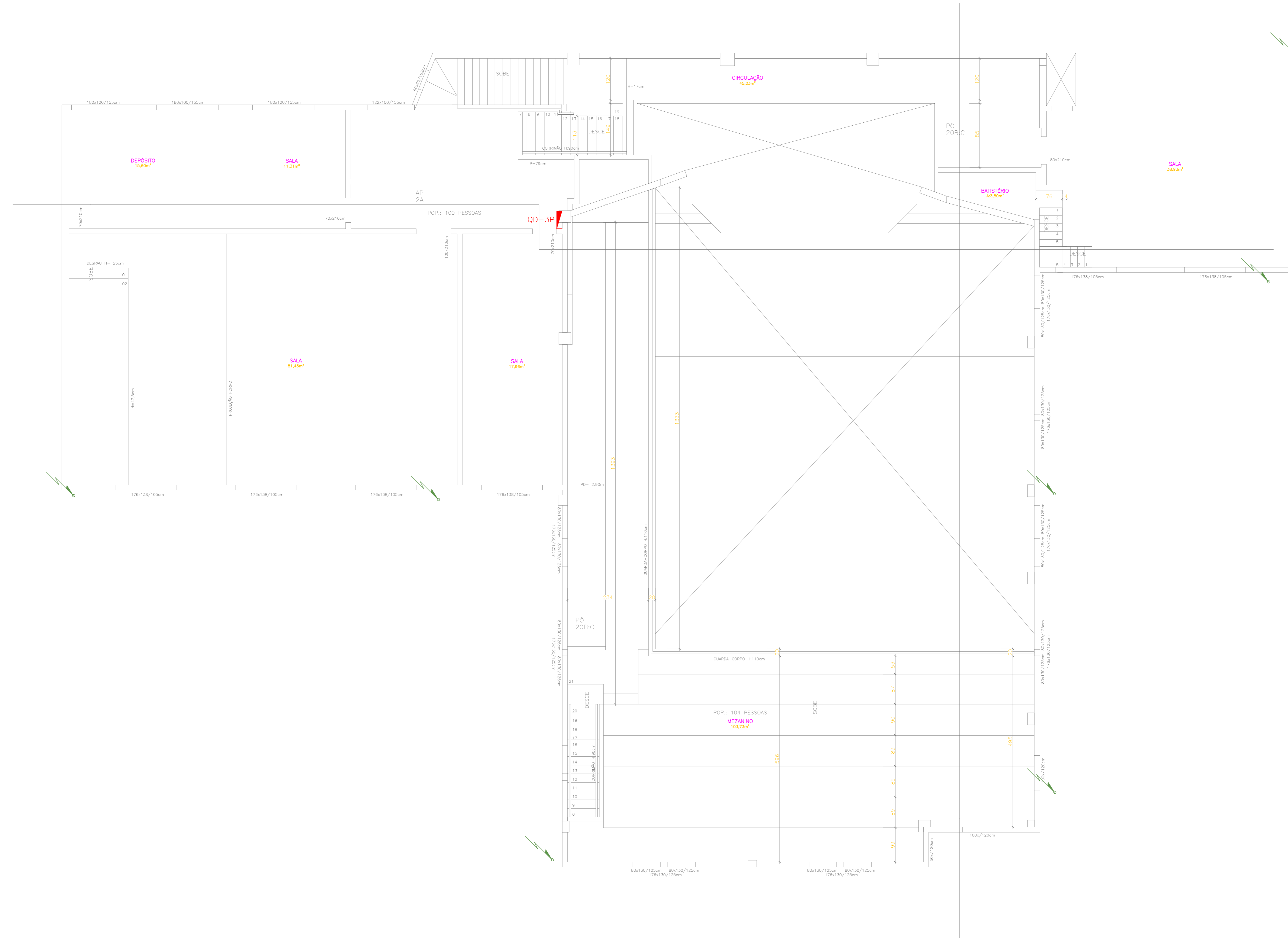
QUADRO DE ÁREAS	
ÁREAS E ÍNDICES	
ÁREA DO TERRENO (ESCOTURADA (LxZB + LxZD))	500,00 + 578,75 = 1078,75 m²
ÁREA TOTAL APROVADA PRIMEIRO PAVIMENTO	479,41 m²
ÁREA ACRESIDA PRIMEIRO PAVIMENTO	65,50 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA PRIMEIRO PAVIMENTO	537,94 m²
ÁREA TOTAL APROVADA SEGUNDO PAVIMENTO	517,14 m²
ÁREA ACRESIDA SEGUNDO PAVIMENTO	21,08 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA SEGUNDO PAVIMENTO	538,22 m²
ÁREA TOTAL APROVADA TERCEIRO PAVIMENTO	338,94 m²
ÁREA ACRESIDA TERCEIRO PAVIMENTO	30,52 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA TERCEIRO PAVIMENTO	371,48 m²
ÁREA TOTAL APROVADA	1.325,52 m²
ÁREA TOTAL A REGULARIZAR (ACRESCIMOS)	179,12 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA	1.441,64 m²
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	1,65
ÁREA DE PROJEÇÃO	538,22 m²
TAXA DE OCUPAÇÃO	53,22 %

OBSERVAÇÃO:
MODIFICA PROJETO ARQUITETÔNICO APROVADO NA FMY SOB O Nº 019.352/81.

REVISÃO	DATA
03	
02	
01	
00	EMISSÃO FINAL XXXX/XXXX

PROJETO ELÉTRICO - PROJETO EXECUTIVO

PROPRIETÁRIO: PRIMEIRA IGREJA BATISTA DE GOIABERAS P/R ROBERTO JOSÉ CERQUEIRA SCARABELLI	ENFEREIRO DO EMPREENDIMENTO PAVIMENTO: RUA ADALFREDO WANICK, Nº 23, GOIABERAS, VITÓRIA, ES. 2º PAVIMENTO
RESPONSÁVEL DO PROJETO ARQUITETÔNICO: MIRIAN FRANCO VICENTINI - CREA 11.783-D/7-ES	CONTATO: mirian@gmail.com CELULAR: 41477814
RESPONSÁVEL PELO PROJETO ELÉTRICO: Graúndio - THIAGO B. COUTINHO	CONTATO: thiagocoutinho@yahoocom.br CREA: E-0188407
CONTEÚDO OBSERVADO: IGREJA BATISTA.dwg	TELÉFONO: 27-98841-3151
CONTEÚDO OBSERVADO: PROJETO PARA APRESENTAÇÃO DE MONOGRAFIA	ESCALA: 1/50 PRANCHETA: D11.1-P2



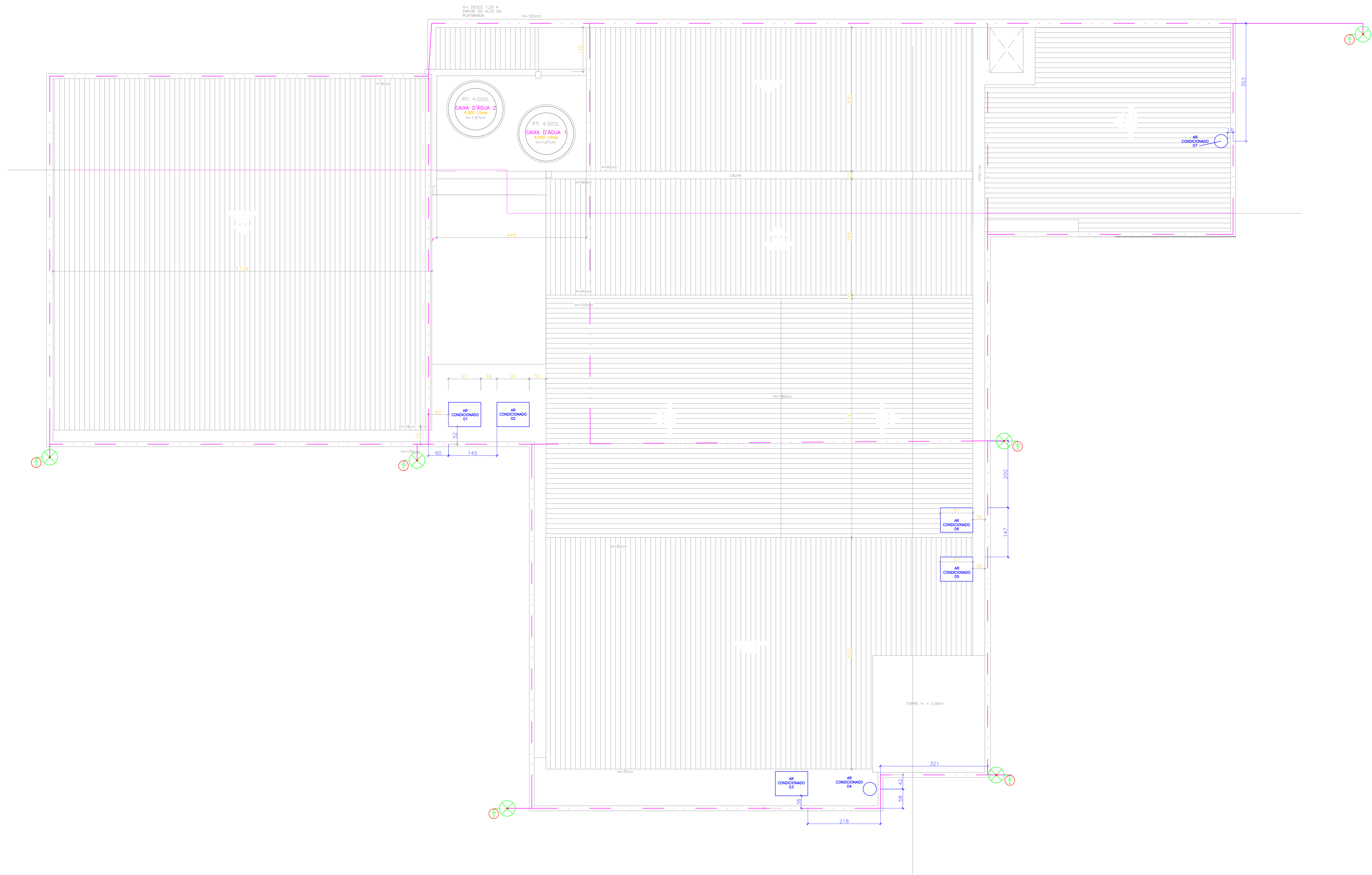
QUADRO DE ÁREAS	
ÁREAS E ÍNDICES	
ÁREA DO TERRENO (ESCRITURADA (LZ 28 + LZ 29))	300,00 + 578,75 = 878,75 m²
ÁREA TOTAL APROVADA PRIMEIRO PAVIMENTO	479,41 m²
ÁREA ADICIONADA PRIMEIRO PAVIMENTO	65,50 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA PRIMEIRO PAVIMENTO	537,94 m²
ÁREA TOTAL APROVADA SEGUNDO PAVIMENTO	517,14 m²
ÁREA ADICIONADA SEGUNDO PAVIMENTO	21,08 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA SEGUNDO PAVIMENTO	538,22 m²
ÁREA TOTAL APROVADA TERCEIRO PAVIMENTO	338,84 m²
ÁREA ADICIONADA TERCEIRO PAVIMENTO	30,52 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA TERCEIRO PAVIMENTO	371,48 m²
ÁREA TOTAL APROVADA	1.325,52 m²
ÁREA TOTAL A REGULADAR (ADICIONADO)	170,12 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA	1.445,64 m²
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	1,65
ÁREA DE PROJEÇÃO	538,22 m²
TAXA DE COBERTURA	53,22 %

OBSERVAÇÃO: MODIFICAÇÃO PROJETO ARQUITETÔNICO APROVADO NA FMV SOB O Nº 019.352/81.

REVISÃO	DATA
03	
02	
01	
00	EMISSÃO FINAL XXXX/XXXX

PROJETO ELÉTRICO - PROJETO EXECUTIVO

PROPRIETÁRIO	PRIMEIRA IGREJA BATISTA DE GOIABERAS P/R ROBERTO JOSÉ CERQUEIRA SCARABELLI	ENDEREÇO DO EMPREENDIMENTO PAVIMENTO	RUA ADALFREDO WANICK, Nº 33, GOIABERAS, VITÓRIA, ES. 3º PAVIMENTO
RESPONSÁVEL DO PROJETO ARQUITETÔNICO	MIRIAN FRANCO VICENTINI - CREA 11.783-D / ES	CONTATO	mikara@gmail.com CALLE 4-4778-8 TELEFONE 27-96233-3996
RESPONSÁVEL PELO PROJETO ELÉTRICO	GRAJANO - THIAGO B. COUTINHO	CONTATO	thiago@continhoeletrica.com.br CALLE 4-4778-8 TELEFONE 27-96841-3151
CONTEÚDO OBSERVADO	KREIA_BATISTA.dwg	ESCALA	1/50



REVISÃO	DATA
03	
02	
01	
00	EMISSÃO INICIAL

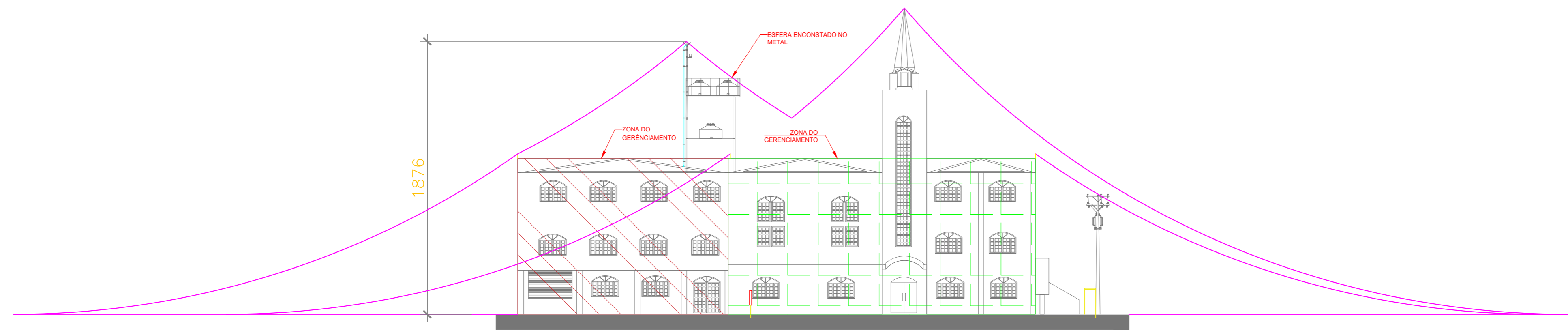
PROJETO ELÉTRICO - PROJETO EXECUTIVO

PROPRIETÁRIO	ENDEREÇO DO EMPREENDIMENTO	PAVIMENTO
PRIMEIRA IGREJA BATISTA DE GOABERAS P/R ROBSON JOSÉ CERQUEIRA SCARABELLI	RUA ADALFREDO WANICK, Nº 331, GOABERAS, VITÓRIA, ES	-

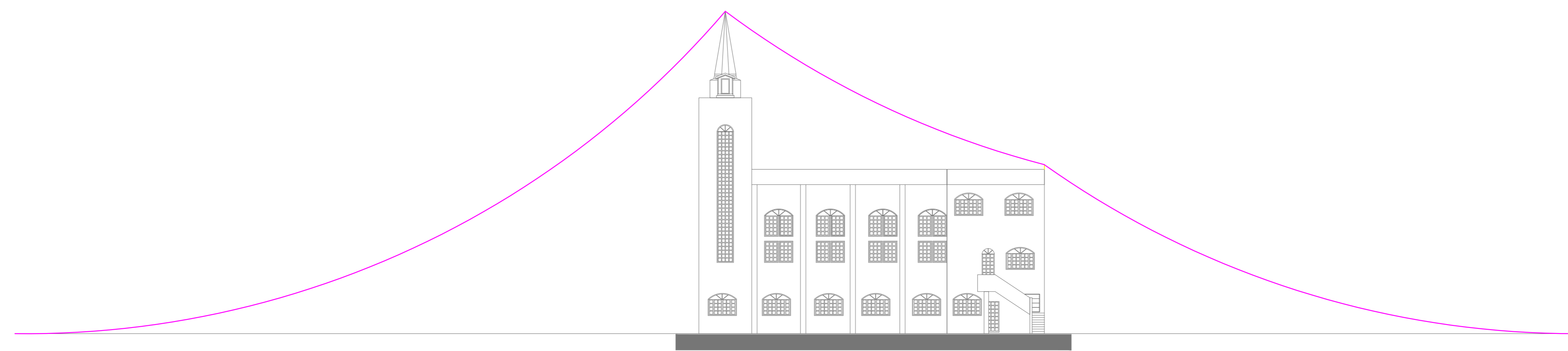
RESPONSÁVEL DO PROJETO ARQUITETÔNICO	CONTATO: mirian@gmail.com
MIRIAN FRANCO VICENTINI - CREA 11.783-D / ES	CAHUÊS 4-4778-8
RESPONSÁVEL PELO PROJETO ELÉTRICO	TELEFONE: 27-99233-3996
GRAZIANO THIAGO B. COUTINHO	CONTATO: thaguacoutinho@pico.com.br
CREA-ES 018460	TELEFONE: 27-98840-3151

TÍTULO DO PROJETO	ESCALA	PARTE
IGREJA BATISTA.dwg	1/50	CB-DI1.1

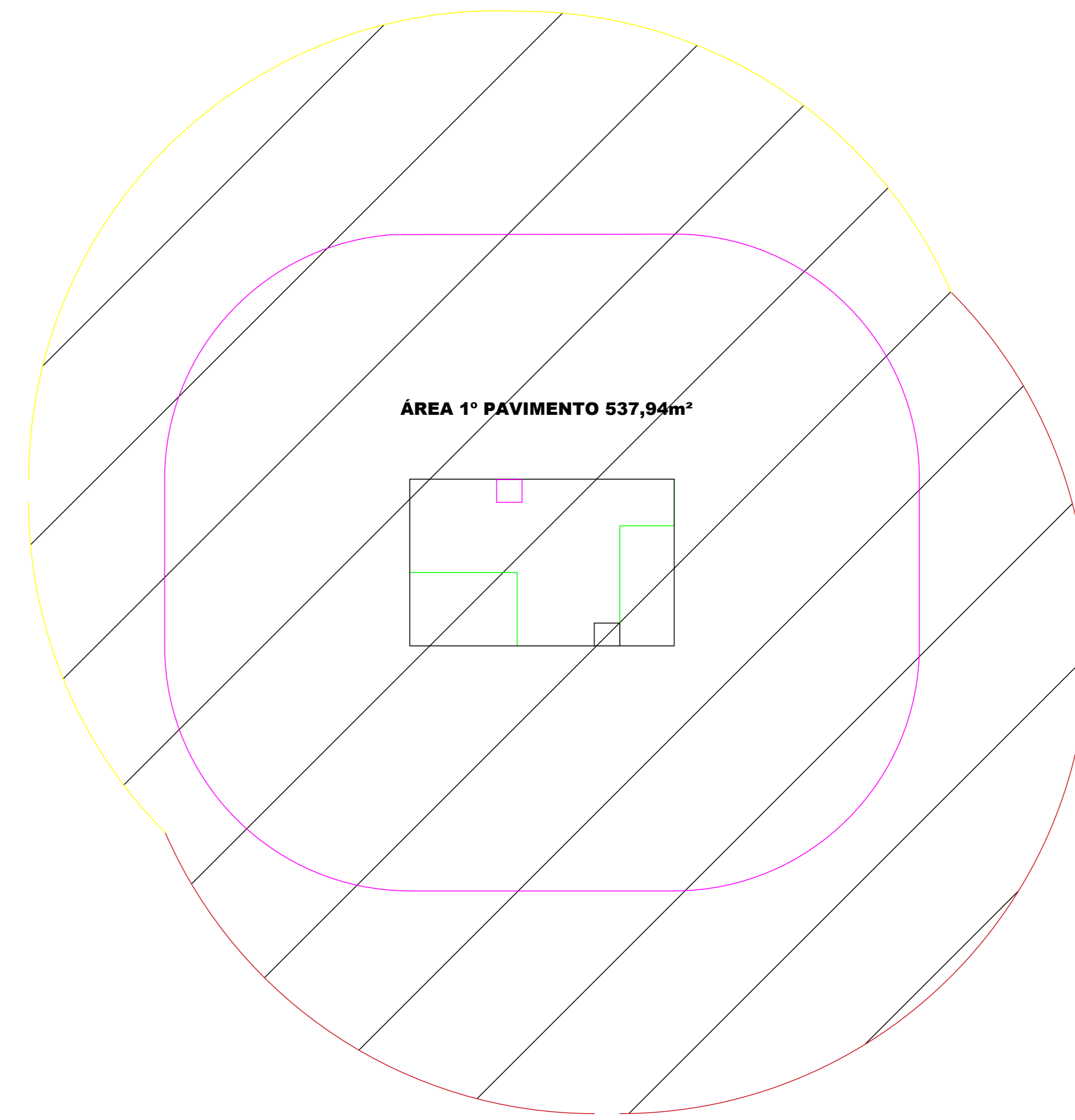
CONTEÚDO/OBSERVAÇÃO: PROJETO PARA APRESENTAÇÃO DE MONOGRAFIA



DET1 -ESFERA ROLANTE



DET2 -ESFERA ROLANTE

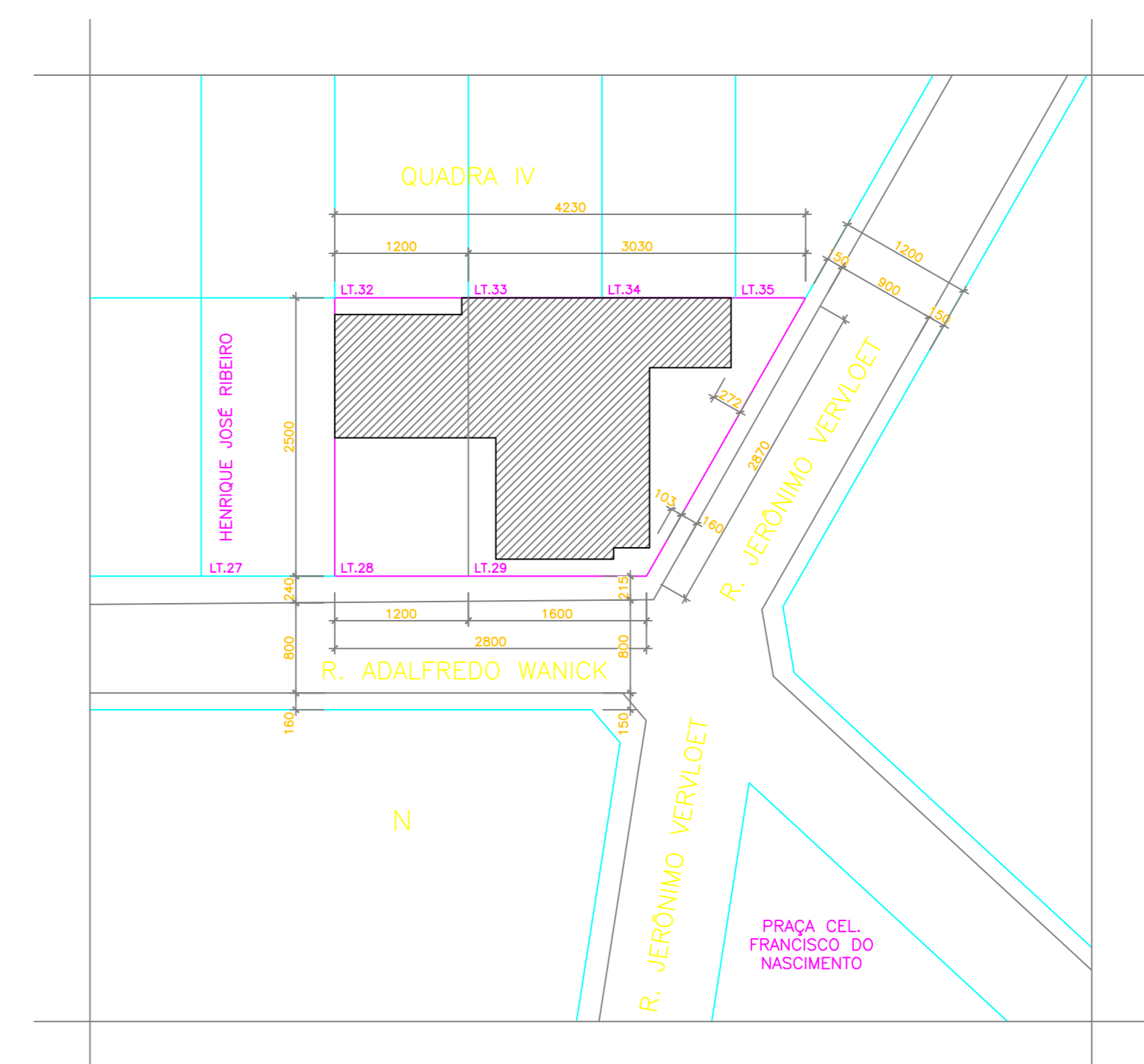
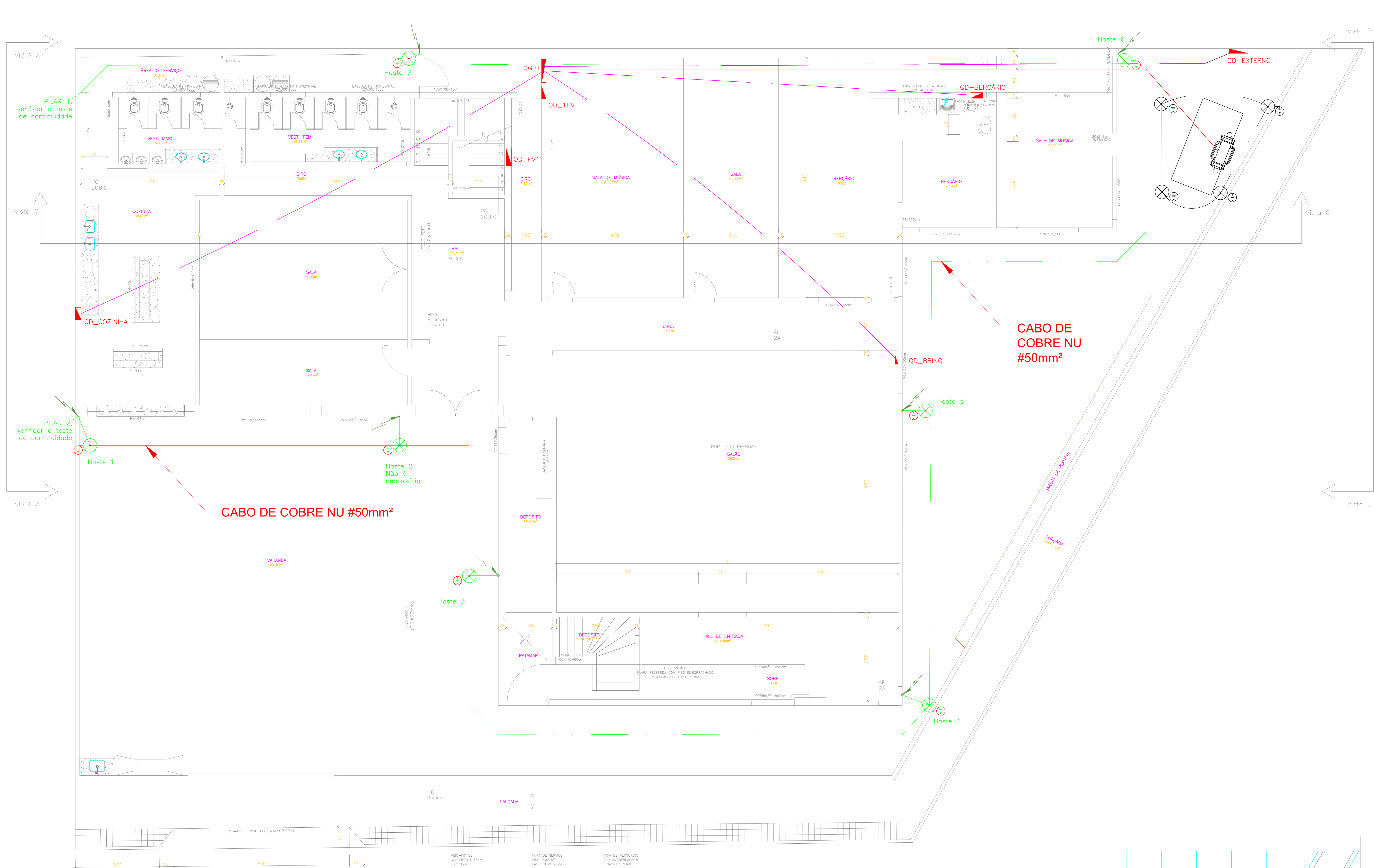


DET3 - Área definida pelo método gráfico

REVISÃO	DATA
03	
02	
01	
00	EMISSÃO INICIAL

PROJETO ELÉTRICO - PROJETO EXECUTIVO

PROPRIETÁRIO: PRIMEIRA IGREJA BATISTA DE GOABERAS P/P: ROIBSON JOSÉ FERREIRA SCARABELLI	ENDEREÇO DO EMPREENDIMENTO: RUA ADALFREDO WANICK, Nº 20, GOABERAS, VITÓRIA, ES	PAVIMENTO: -
RESPONSÁVEL DO PROJETO ARQUITETÔNICO: MIRIAN TRANCOSO VICENTINI - CREA 11.783-D/ES	CONTATO: mirian@gmail.com CELULAR: 41.47781-8 TELEFONE: 27.99233.3996	
RESPONSÁVEL PELO PROJETO ELÉTRICO: Graduando - THIAGO B. COUTINHO	CONTATO: thiagobc@outlook.com.br CREA-ES: 19.09840/0 TELEFONE: 27-98841-3151	
CONTEÚDO DO PROJETO: IGREJA_BATISTA.dwg	ESCALA: 1/50	FRANCA: DET-DI1.1
CONTEÚDO OBSERVAÇÃO: PROJETO PARA APRESENTAÇÃO DE MONOGRAFIA		



QUADRO DE ÁREAS	
ÁREAS E ÍNDICES	
ÁREA DO TERRENO (ESCRITÓRIO + L.T.28)	300,00 + 578,75 = 878,75 m²
ÁREA TOTAL APROVADA PRIMEIRO PAVIMENTO	479,41 m²
ÁREA ACRESCIDA PRIMEIRO PAVIMENTO	65,50 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA PRIMEIRO PAVIMENTO	537,94 m²
ÁREA TOTAL APROVADA SEGUNDO PAVIMENTO	517,14 m²
ÁREA ACRESCIDA SEGUNDO PAVIMENTO	21,08 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA SEGUNDO PAVIMENTO	538,22 m²
ÁREA TOTAL APROVADA TERCEIRO PAVIMENTO	338,84 m²
ÁREA ACRESCIDA TERCEIRO PAVIMENTO	30,52 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA TERCEIRO PAVIMENTO	371,48 m²
ÁREA TOTAL APROVADA	1.325,52 m²
ÁREA TOTAL A REGULARIZAR (ACRESCIMOS)	119,12 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA	1.444,64 m²
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	1,65
ÁREA DE PROJEÇÃO	538,22 m²
TAXA DE OCUPAÇÃO	53,22 %
OBSERVAÇÃO: PROJETO ARQUITETÔNICO APROVADO NA F.M.V. SOB O Nº. 019.352/81.	

REVISÃO	DATA
03	
02	
01	
00	EMISSÃO INICIAL

PROJETO ELÉTRICO - PROJETO EXECUTIVO

PROPRIETÁRIO: PRIMEIRA IGREJA BATISTA DE GOIABERAS P/R BOSSON JOSÉ CERQUEIRA SCARABELLI	ENDEREÇO DO EMPREENDIMENTO / PAVIMENTO: RUA ADALFREDO WANICK Nº 01 GOIABERAS, VITÓRIA, ES	1º PAVIMENTO
RESPONSÁVEL DO PROJETO ARQUITETÔNICO: MIRIAN FRANCISCO VICENTINI - CREA 11.783-D/ES	CONTATO: mirian@gmail.com CELULAR: 41477818	
RESPONSÁVEL PELO PROJETO ELÉTRICO: Grazianna - THAYGO B. COUTINHO	CONTATO: thiago@icreia.com.br CREA-ES: 0188400	
TÍTULO DO PROJETO: IGREJA BATISTA.dwg	TELÉFONO: 27-98841-3151	



QUADRO DE ÁREAS	
ÁREAS E ÍNDICES	
ÁREA DO TERRENO (SCRITURADA (LxL) 28 + Lx29)	300,00 + 578,75 = 878,75 m ²
ÁREA TOTAL APROVADA PRIMEIRO PAVIMENTO	479,41 m ²
ÁREA ADICIONADA PRIMEIRO PAVIMENTO	65,50 m ²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA PRIMEIRO PAVIMENTO	537,94 m ²
ÁREA TOTAL APROVADA SEGUNDO PAVIMENTO	517,14 m ²
ÁREA ADICIONADA SEGUNDO PAVIMENTO	21,08 m ²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA SEGUNDO PAVIMENTO	538,22 m ²
ÁREA TOTAL APROVADA TERCEIRO PAVIMENTO	338,84 m ²
ÁREA ADICIONADA TERCEIRO PAVIMENTO	35,52 m ²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA TERCEIRO PAVIMENTO	371,48 m ²
ÁREA TOTAL APROVADA	1.325,52 m ²
ÁREA TOTAL A REGULARIZAR (ACRESCIMOS)	119,12 m ²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA	1.444,64 m ²
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	1,65
ÁREA DE PROJEÇÃO	538,22 m ²
TAXA DE OCUPAÇÃO	53,52 %

OBSERVAÇÃO:
MODIFICA PROJETO ARQUITETÔNICO APROVADO NA FMY SOB O Nº 019.352/81.

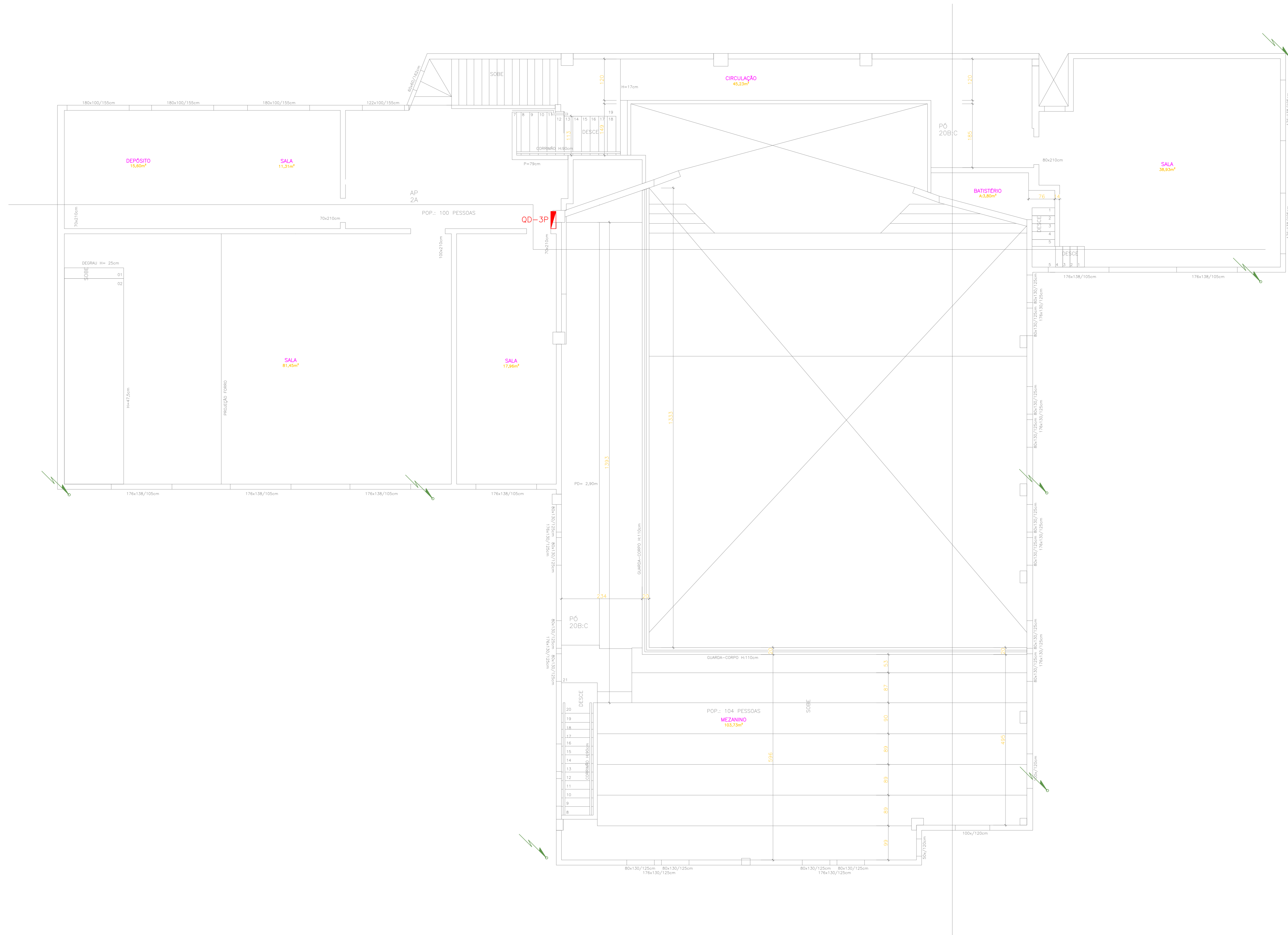
REVISÃO	DATA
03	
02	
01	
00	

PROJETO ELÉTRICO - PROJETO EXECUTIVO

PROPRIETÁRIO: PRIMEIRA IGREJA BATISTA DE GOIABERAS P/R ROBERTO JOSÉ CERQUEIRA SCARABELLI	ENFEREIRO DO EMPREENDIMENTO PAVIMENTO: RUA ADALFREDO WANICK, Nº 23, GOIABERAS, VITÓRIA, ES. 2º PAVIMENTO
RESPONSÁVEL DO PROJETO ARQUITETÔNICO: MIRIAN FRANCO VICENTINI - CREA 11.783-D/7-ES	CONTATO: mirian@gmail.com CELULAR: 41477818
RESPONSÁVEL PELO PROJETO ELÉTRICO: Grauando - THIAGO B. COUTINHO	CONTATO: thiagoacoutinho@yahoo.com.br CREA-ES: 6-098407
CONTATO DO PROJETO: IGREJA BATISTA.dmg	TELÉFONO: 27-98841-9151

CONTÉUDO OBSERVADO:
PROJETO PARA APRESENTAÇÃO DE MONOGRAFIA

ESCALA: 1/50
PRIMEIRA: **AD1.1-P2**



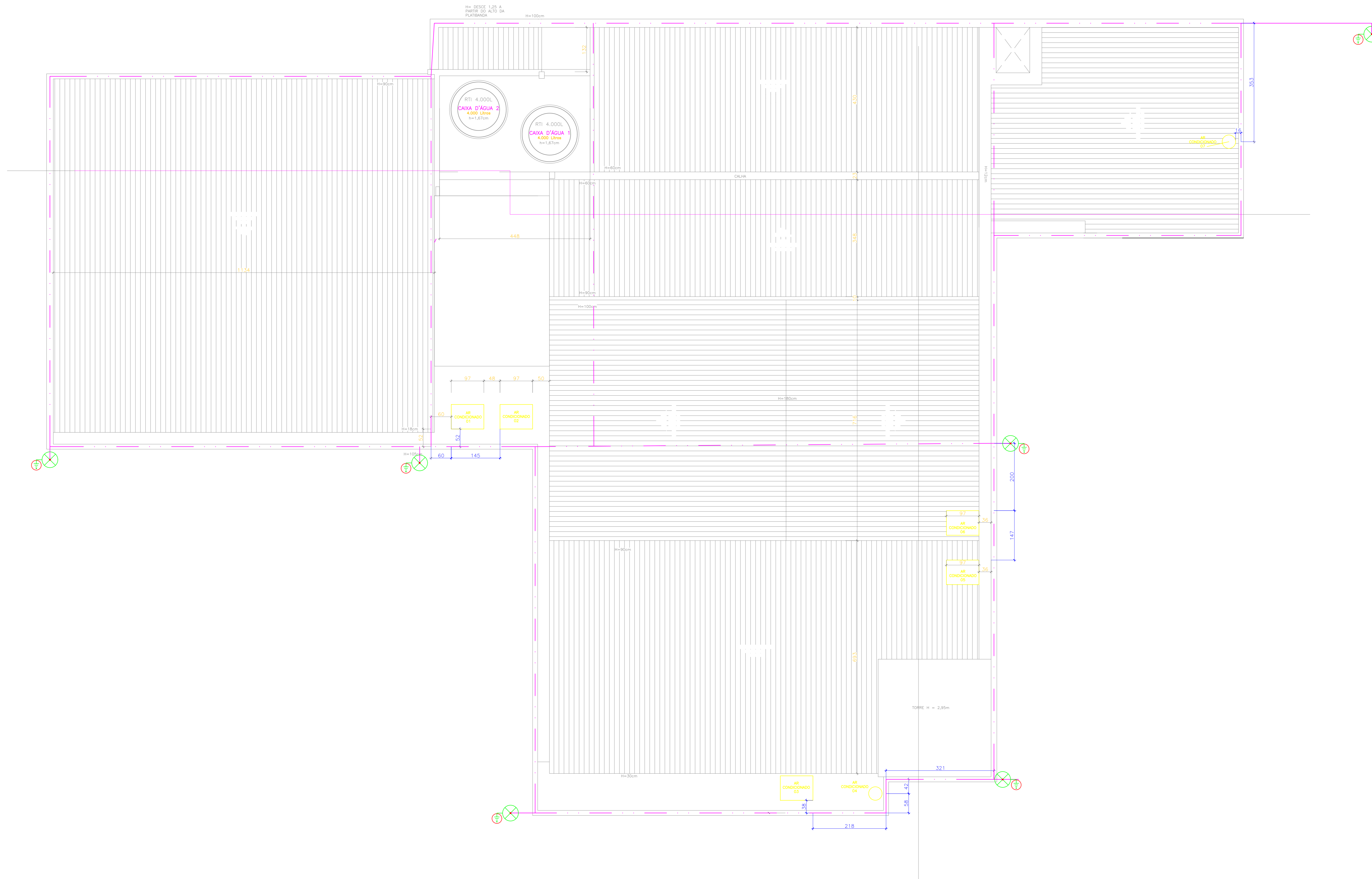
QUADRO DE ÁREAS	
ÁREAS E ÍNDICES	
ÁREA DO TERRENO ESCRITURADA (LxZx = LxZx)	300,00 x 578,75 = 173.812,50 m ²
ÁREA TOTAL APROVADA PRIMEIRO PAVIMENTO	479,41 m ²
ÁREA ACRESIDA PRIMEIRO PAVIMENTO	65,50 m ²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA PRIMEIRO PAVIMENTO	537,94 m ²
ÁREA TOTAL APROVADA SEGUNDO PAVIMENTO	517,14 m ²
ÁREA ACRESIDA SEGUNDO PAVIMENTO	21,08 m ²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA SEGUNDO PAVIMENTO	538,22 m ²
ÁREA TOTAL APROVADA TERCEIRO PAVIMENTO	338,84 m ²
ÁREA ACRESIDA TERCEIRO PAVIMENTO	30,52 m ²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA TERCEIRO PAVIMENTO	371,48 m ²
ÁREA TOTAL APROVADA	1.325,52 m ²
ÁREA TOTAL A REGULADAR (ACRESCIMOS)	170,12 m ²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA	1.445,64 m ²
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	1,65
ÁREA DE PROJEÇÃO	538,22 m ²
TAXA DE COBERTURA	53,22 %

OBSERVAÇÃO: MODIFICAÇÃO PROJETO ARQUITETÔNICO APROVADO NA FAV. SOB O Nº 018.352/81.

REVISÃO	DATA
03	
02	
01	
00	

PROJETO ELÉTRICO - PROJETO EXECUTIVO

PROPRIETÁRIO: PRIMEIRA IGREJA BATISTA DE GOIABERAS P/R ROBERTO JOSÉ CERQUEIRA SCARABELLI	ENFEREIRO DO EMPREENDIMENTO PAVIMENTO: RUA ADALFREDO WANICK, Nº 33, GOIABERAS, VITÓRIA, ES. 3º PAVIMENTO
RESPONSÁVEL DO PROJETO ARQUITETÔNICO: MIRIAN TRANCOSO VICENTINI - CREA 11.783-D / E / S	CONTATO: mirian@gmail.com CELULAR: 41778-8 TELEFONE: 27-99233-3996
RESPONSÁVEL PELO PROJETO ELÉTRICO: Grauando - THIAGO B. COUTINHO	CONTATO: thiago@continhobras.com.br CREA: E-0188407 TELEFONE: 27-98847-9151
CONTEÚDO OBSERVADO: KREIA_BATISTA.dwg	ESCALA: 1/50 AD1.1-P3



QUADRO DE ÁREAS	
ÁREAS E ÍNDICES	
ÁREA DO TERRENO (ESCRITURADA L17,28 + L1,29)	300,00 + 578,75 = 878,75 m²
ÁREA TOTAL APROVADA PRIMEIRO PAVIMENTO	479,41 m²
ÁREA ADICIONADA PRIMEIRO PAVIMENTO	65,50 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA PRIMEIRO PAVIMENTO	537,94 m²
ÁREA TOTAL APROVADA SEGUNDO PAVIMENTO	517,14 m²
ÁREA ADICIONADA SEGUNDO PAVIMENTO	21,08 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA SEGUNDO PAVIMENTO	538,22 m²
ÁREA TOTAL APROVADA TERCEIRO PAVIMENTO	338,84 m²
ÁREA ADICIONADA TERCEIRO PAVIMENTO	33,52 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA TERCEIRO PAVIMENTO	371,48 m²
ÁREA TOTAL APROVADA	1.325,52 m²
ÁREA TOTAL A REGULARIZAR (ACRESCIMOS)	170,32 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA	1.445,04 m²
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	1,65
ÁREA DE PROJEÇÃO	538,22 m²
TAXA DE COBERTURA	53,22 %

OBSERVAÇÃO:
MODIFICA PROJETO ARQUITETÔNICO APROVADO NA FAV. SOB O Nº. 019.352/81.

REVISÃO	DATA
03	
02	
01	
00	

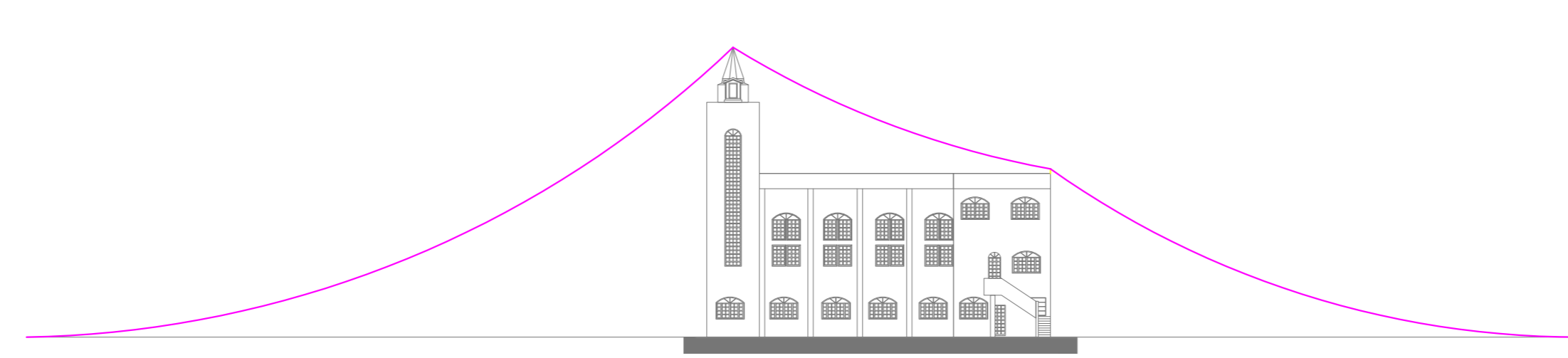
PROJETO ELÉTRICO - PROJETO EXECUTIVO

PROPRIETÁRIO: PRIMEIRA IGREJA BATISTA DE GOIABERAS P/R ROBERTO JOSÉ CERQUEIRA SCARABELLI	ENDEREÇO DO EMPREENDIMENTO: RUA ADALFREDO WANICK, Nº 23, GOIABERAS, VITÓRIA, ES.	PAVIMENTO: COBERTURA
RESPONSÁVEL DO PROJETO ARQUITETÔNICO: MIRIAN TRANÇOSO VICENTINI - CREA 11.783-D/7-ES	CONTATO: mirian@gmail.com CELULAR: 41.4778.8 TELEFONE: 27.99233.3996	
RESPONSÁVEL PELO PROJETO ELÉTRICO: Grauando - THIAGO B. COUTINHO	CONTATO: thiago@coadinh@yahoo.com.br CREA: ES-0188407 TELEFONE: 27-98841-9151	
PROJETO ELÉTRICO: IGREJA_BATISTA.dwg	ESCALA: 1/50	INDICADO: COB-AD1.1

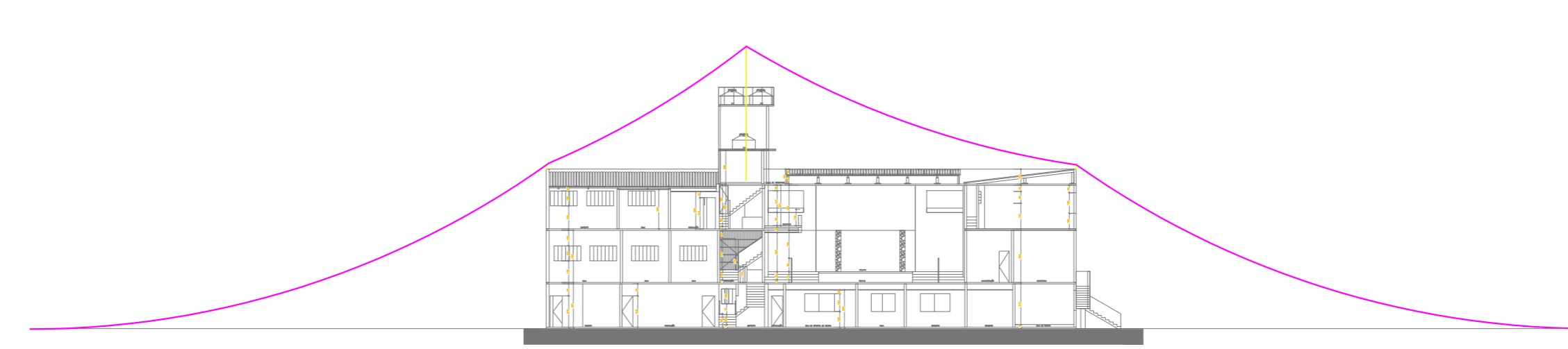
CONTÉUDO OBSERVADO:
PROJETO PARA APRESENTAÇÃO DE MONOGRAFIA



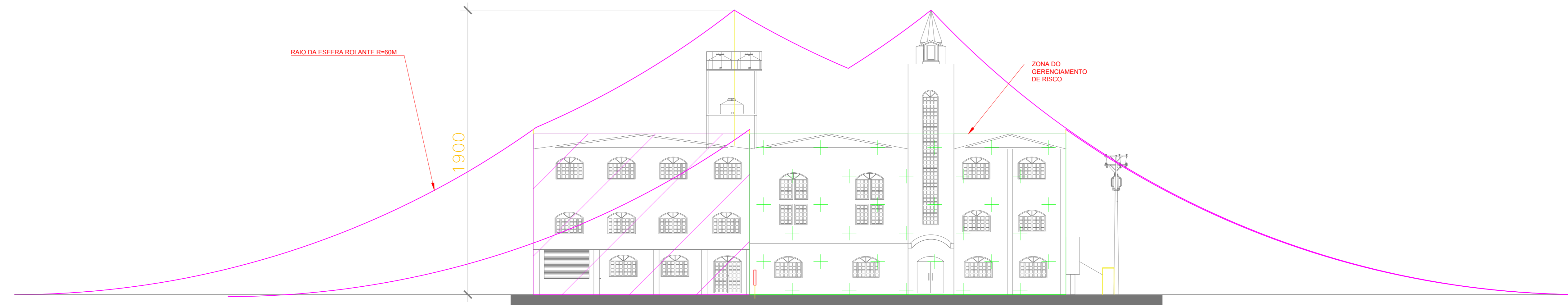
Vista A - ESFERA ROLANTE



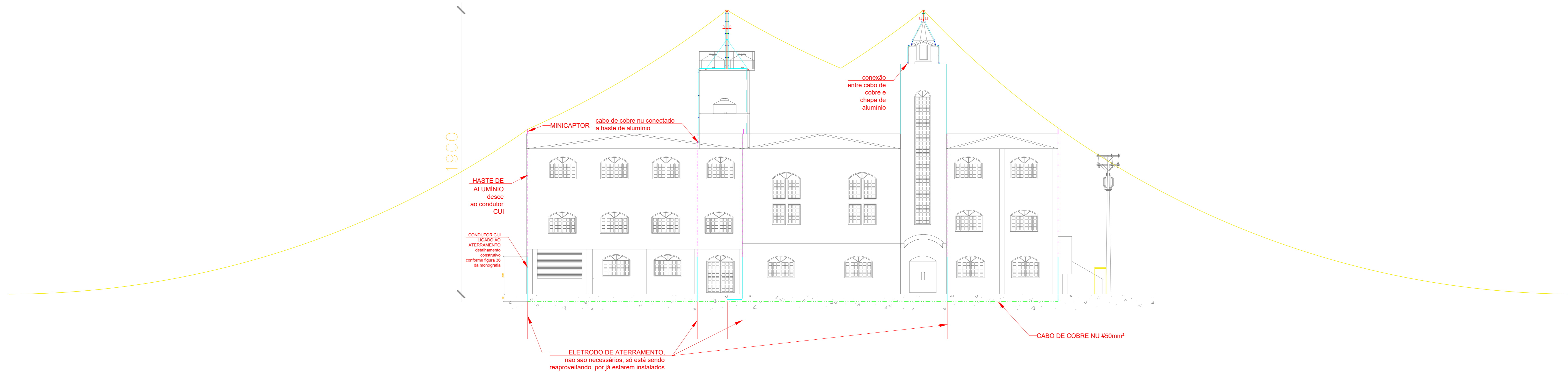
Vista B - ESFERA ROLANTE



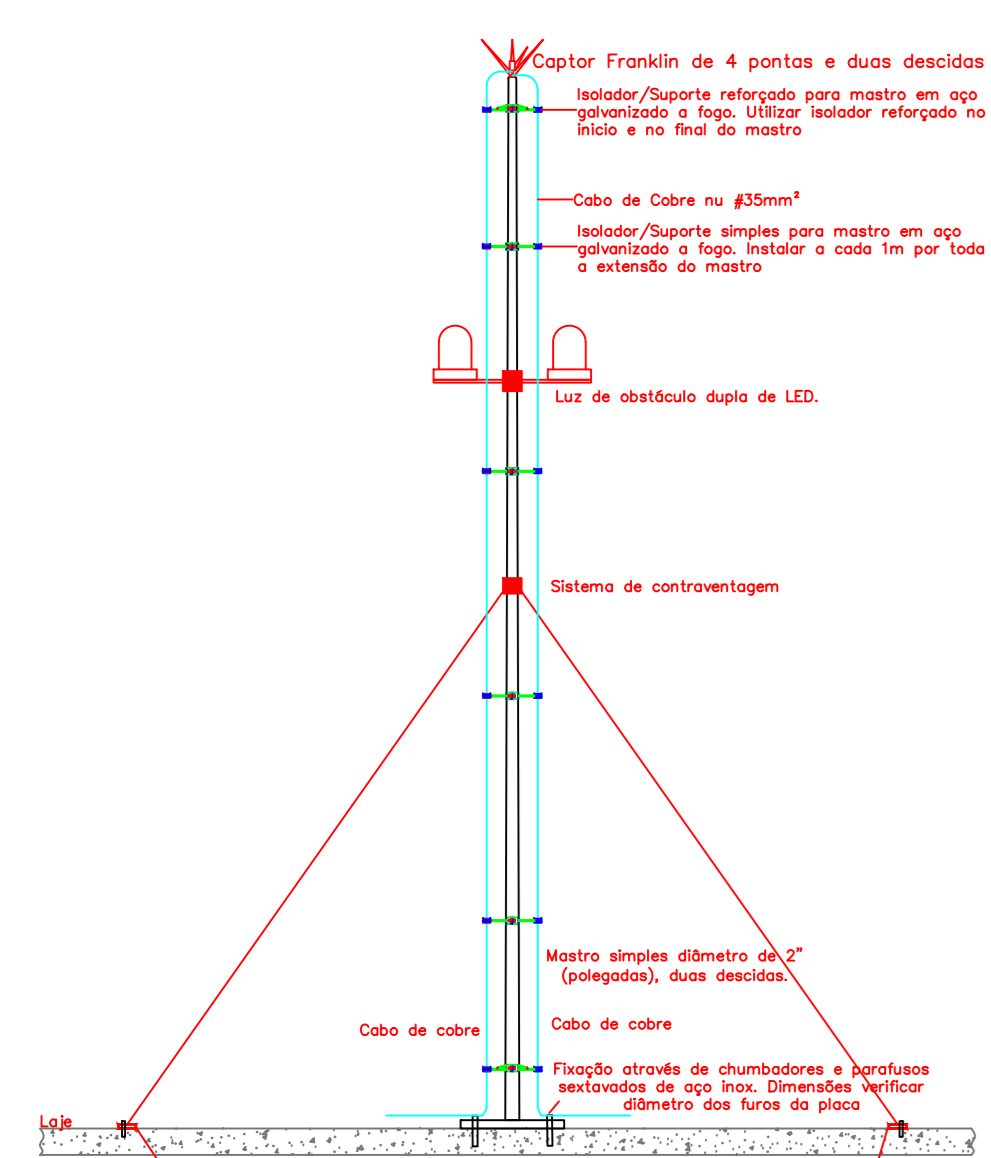
Vista B - ESFERA ROLANTE



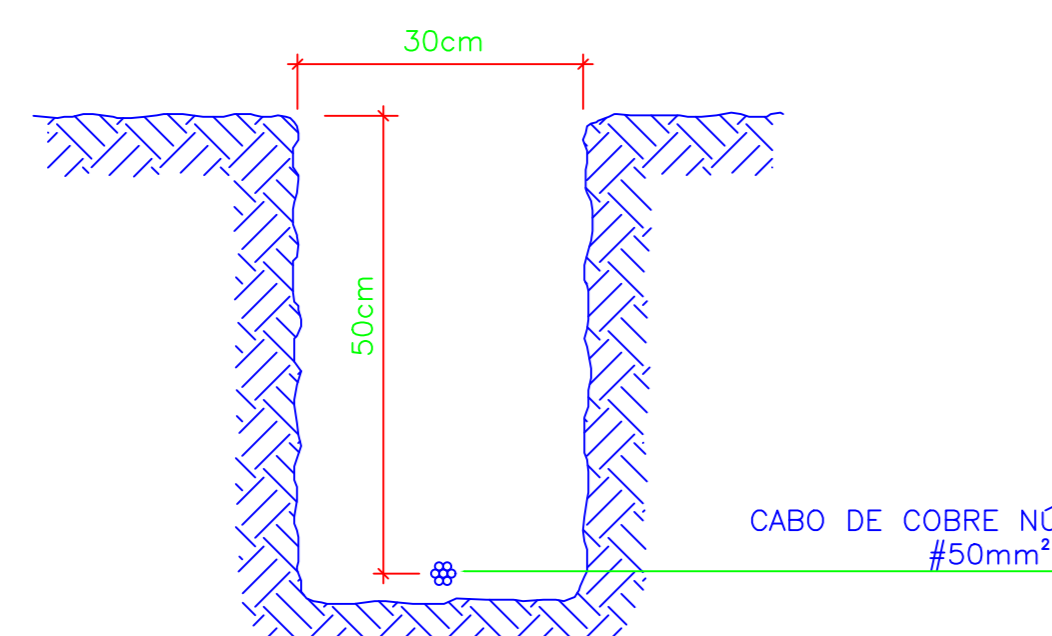
FRENTRE DA IGREJA - ZONAS E ESFERA ROLANTE



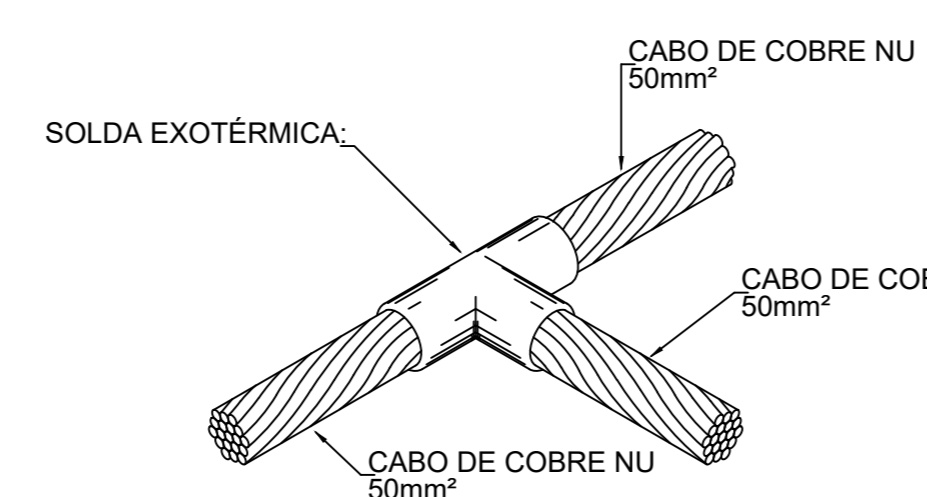
FRENTRE DA IGREJA - DETALHE CONSTRUTIVO



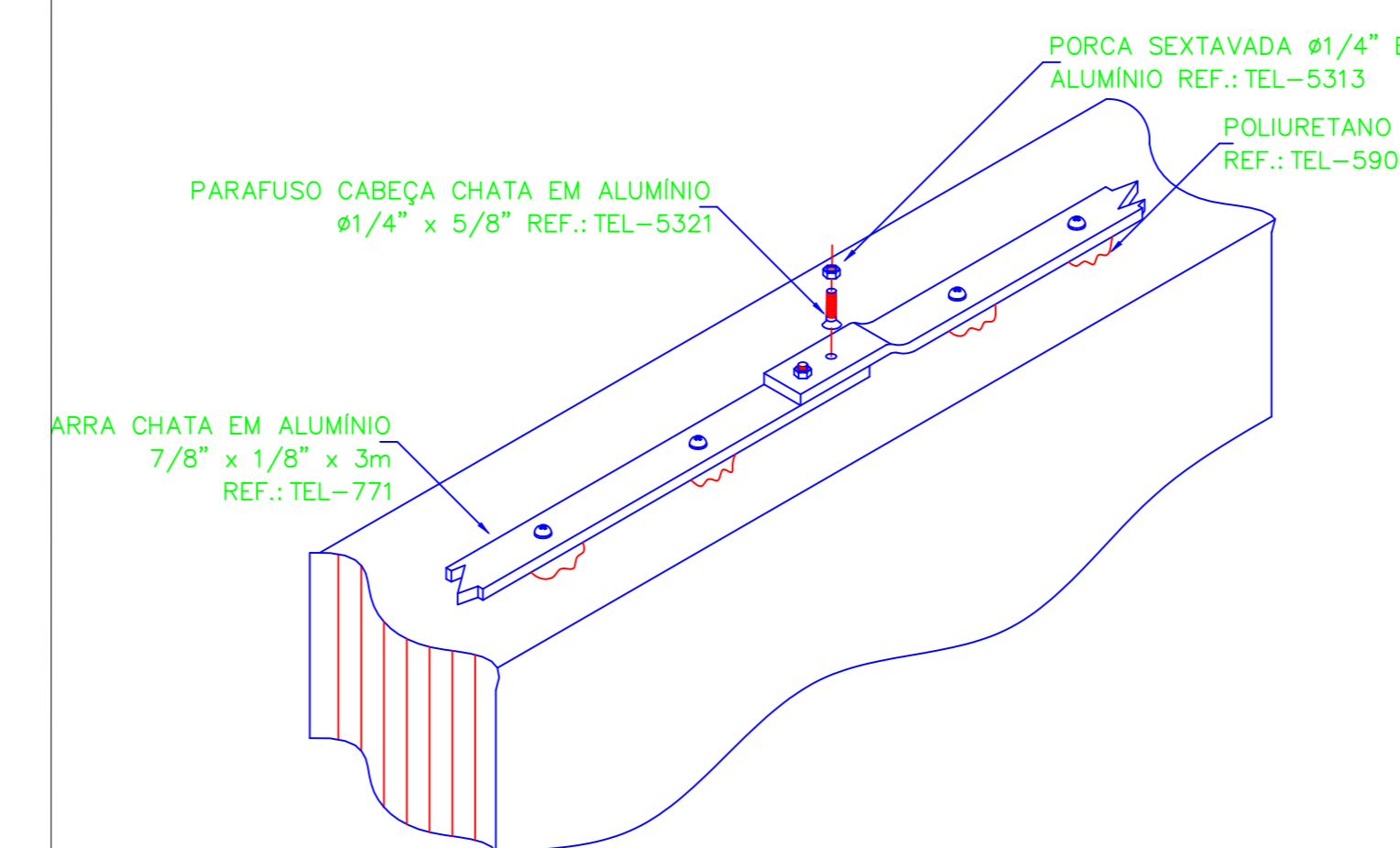
INSTALAÇÃO CAPTOR FRANKLIN EM LAJE (SEM ESCALA)



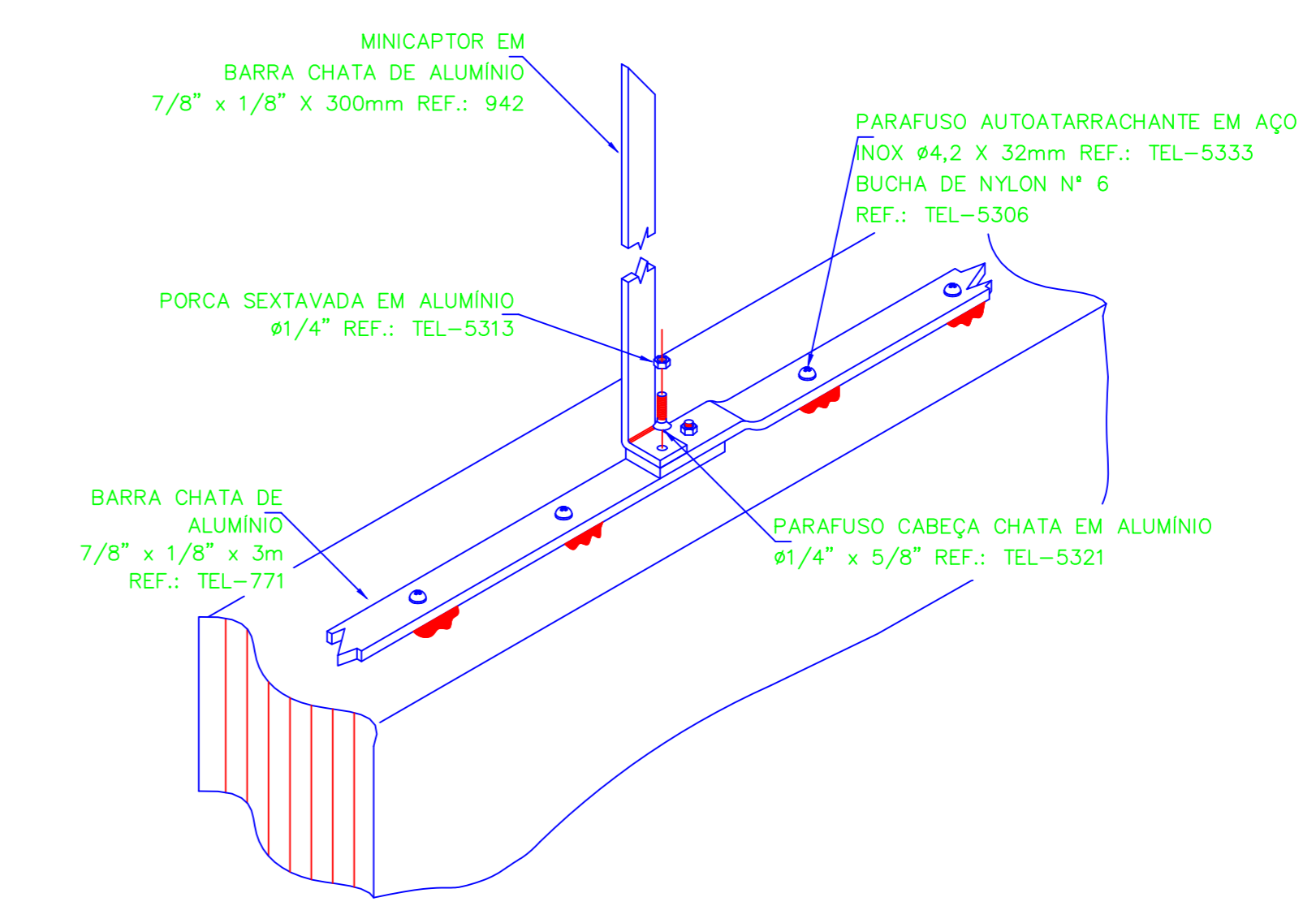
VALA DA CORDOALHA ENTERRADA (SEM ESCALA)



DETALHE DE SOLDA EXOTÉRMICA CABOS 35mm² EM "T" (SEM ESCALA)



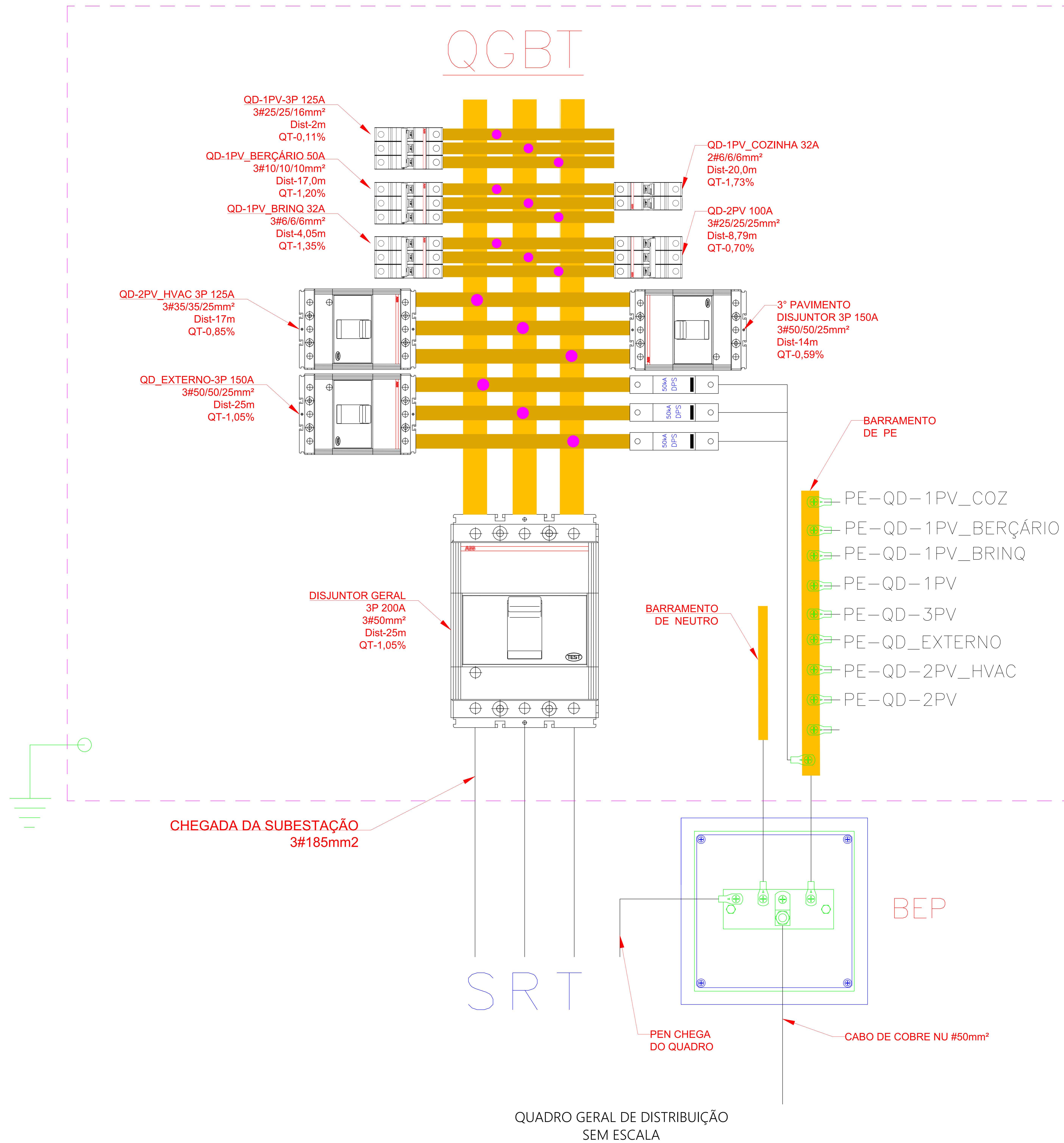
DETALHAMENTO DE UNIÃO EM BARRA (SEM ESCALA)



DETALHAMENTO DA LIGAÇÃO DO MINICAPTOR (SEM ESCALA)

REVISÃO	DATA
03	
02	
01	
00	EMISSÃO INICIAL

PROJETO ELÉTRICO - PROJETO EXECUTIVO		
PROPRIETÁRIO:	ENDEREÇO DO EMPREENDIMENTO:	PAVIMENTO:
PRIMEIRA IGREJA BATISTA DE GOIABERAS	RUA ADALFREDO WANICK, Nº 333, GOIABERAS, VITÓRIA, ES	-
RESPONSÁVEL DO PROJETO ARQUITETÔNICO:	CONTATO:	EMAIL:
MIRIAN FRANCO VICENTINI - CREA 11.783-D/ES	CAULES & 40778-8	mirian@gmail.com
RESPONSÁVEL PELO PROJETO ELÉTRICO:	CONTATO:	EMAIL:
Graduado - THIAGO B. COUTINHO	CAULES & 40778-8	thiago@caules.com.br
TÍTULO DO PROJETO:	CONTATO:	EMAIL:
IGREJA BATISTA	CAULES & 40778-8	caules@caules.com.br
CONTEÚDO OBSERVADO:	ESCALA:	PROJETO:
PROJETO PARA APRESENTAÇÃO DE MONOGRAFIA	1/50	DET-AD1.1



QUADRO GERAL DE DISTRIBUIÇÃO SEM ESCALA

REVISÃO	DATA
03	
02	
01	
00	EMISSÃO INICIAL

PROJETO ELÉTRICO - PROJETO EXECUTIVO

PROPRIETÁRIO: PRIMEIRA IGREJA BATISTA DE GOIABERAS P/R ROBSON JOSÉ CERQUEIRA SCARABELLI	ENDEREÇO DO EMPREENDIMENTO: RUA ADALFREDO WANICK, Nº 33, GOIABERAS, VITÓRIA, ES	PAVIMENTO: -
RESPONSÁVEL DO PROJETO ARQUITETÔNICO: MIRIAN FRANCO VICENTINI - CREA 13.783-D / ES	CONTATO: mirian@gmail.com CELULAR: 41477818 TELEFONE: 27-9223.3996	
RESPONSÁVEL PELO PROJETO ELÉTRICO: Grauando - THIAGO B. COUTINHO	CONTATO: thaguacoutinho@yahoo.com.br CREA: ES-038460 TELEFONE: 27-98841-3551	
TÍTULO DO PROJETO: IGREJA_BATISTA.dwg	ESCALA: 1/50	PROJECIONISTA: DET-AD1.2