



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

FLAVIANNY KETHILLY CAVALCANTE BARBOSA

**PROJETO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO UTILIZANDO
TECNOLOGIA BIM**

Caruaru

2023

FLAVIANNY KETHILLY CAVALCANTE BARBOSA

**PROJETO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO UTILIZANDO
TECNOLOGIA BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Orientadora: Profa. Dra. Maria Victória Leal de Almeida Nascimento

Caruaru

2023

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha gratidão a Deus, que me orientou e deu forças durante toda a minha graduação.

Agradeço aos meus pais, Flávio Murilo da Silva Barbosa e Erika Fabiana Cavalcante de Sousa Barbosa, pelo amor incondicional, apoio e encorajamento constante ao longo dos anos. Sem o suporte deles, este trabalho não teria sido possível.

Ao meu irmão Raul Cavalcante Barbosa, obrigada por me impulsionar todos os dias a ser uma pessoa melhor.

Aos meus colegas de curso, por compartilharem conhecimentos e experiências valiosas ao longo dessa jornada acadêmica.

Aos meus amigos, por estarem ao meu lado, me proporcionarem momentos de descontração e serem um refúgio durante essa jornada.

À minha orientadora, Maria Victória Leal de Almeida Nascimento, pela orientação, conselhos e dedicação na supervisão deste projeto. Sua experiência e conhecimento foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.

À empresa Planejar Caruaru Engenharia e Equipamentos de Segurança, pela oportunidade de estágio e compreensão em relação às minhas obrigações acadêmicas. A experiência que adquiri durante meu tempo com vocês foi inestimável e contribuiu significativamente para este trabalho.

À Ayelle Sirley da Silva Cavalcante, que generosamente compartilhou seu conhecimento e experiência. Sua colaboração foi fundamental para o meu crescimento pessoal e profissional.

A todos que de alguma forma contribuíram para este trabalho, o meu sincero agradecimento.

Projeto de segurança contra incêndio e pânico utilizando tecnologia BIM

Fire and panic safety project using BIM technology

Flavianny Kethilly Cavalcante Barbosa¹

RESUMO

Em decorrência do número de incêndios em edificações no Brasil, está havendo um maior cuidado em relação a proteção à vida e aos bens materiais. Sendo assim, este trabalho tem o objetivo de apresentar um Projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico (PSCIP) de uma edificação comercial localizada na cidade de Palmares - PE. Além disso, por meio da utilização da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) e de softwares para o dimensionamento adequado, busca-se contribuir para a compreensão e aplicação das normas estabelecidas pelo Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico para o Estado de Pernambuco (COSCIP). Para identificar quais medidas de proteção se adequam à edificação em estudo, foi feita a sua anamnese para a compreensão quanto sua arquitetura e ao seu uso. Visto isso, conforme as diretrizes vigentes no COSCIP, as medidas de proteção passivas e ativas foram dimensionadas para a edificação em estudo. Inicialmente, o projeto seria elaborado por completo utilizando da tecnologia BIM. Contudo, devido ao COSCIP apresentar os símbolos dos equipamentos diferentes dos padrões da ABNT e à ausência de famílias completas de equipamentos em conformidade com o COSCIP, a aplicação do BIM foi restrita à modelagem dos sistemas de hidrantes e chuveiros automáticos. Após o dimensionamento do projeto, os equipamentos e insumos foram quantificados e orçados para a sua execução conforme projeto. Portanto, o PSCIP foi elaborado com a combinação de CAD e tecnologia BIM, proporcionando detalhamento e economia de tempo. Além disso, o uso do BIM facilitou a quantificação precisa dos materiais nos sistemas modelados. Ao concluir o orçamento, tornou-se evidente que o sistema de hidrantes e de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), representou aproximadamente 70% do custo total de todos os sistemas.

Palavras-chave: combate a incêndio; prevenção; medidas de proteção.

¹Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: flavianny.barbosa@ufpe.br

ABSTRACT

Due to the increasing number of building fires in Brazil, there is a greater emphasis on life and property protection. Therefore, this work aims to present a Fire and Panic Safety Project (PSCIP) for a commercial building located in the city of Palmares, Pernambuco. Additionally, by using BIM technology (Building Information Modeling) and software for proper sizing, the goal is to contribute to the understanding and application of the regulations established by the Fire and Panic Safety Code for the State of Pernambuco (COSCIP). To identify which protective measures are suitable for the building under study, its history was analyzed to understand its architecture and use. Therefore, in accordance with the current guidelines in COSCIP, both passive and active protective measures were sized for the building under study. Initially, the project was intended to be entirely developed using BIM technology. However, due to COSCIP having equipment symbols different from ABNT standards and the lack of complete equipment families compliant with COSCIP, the application of BIM was restricted to modeling the hydrant and automatic sprinkler systems. After sizing the project, the equipment and supplies were quantified and budgeted for execution according to the project. Therefore, the PSCIP was developed through the combination of CAD and BIM technology, providing detailed planning and time savings. Furthermore, the use of BIM facilitated precise material quantification in the modeled systems. Upon completing the budget, it became evident that the hydrant system and the lightning protection system (SPDA) represented approximately 70% of the total cost of all systems.

Keywords: firefighting; prevention; protective measures.

DATA DE APROVAÇÃO: 05 de outubro de 2023.

1 INTRODUÇÃO

As edificações começaram a ter sua arquitetura e materiais de construção diferenciados, como prédios mais elevados, utilização de vidro nas fachadas e substituição das paredes internas por divisórias mais leves na década de 70. Esses fatores correlacionados com a ignorância da população ao perigo de incêndio, resultaram em diversos incidentes durante as décadas de 70 e 80 (BRENTANO, 2007).

Em razão dos incêndios ocorridos nos edifícios Andraus em 1972 e Joelma em 1974, localizados em São Paulo, foi elaborada a primeira regulamentação sobre segurança contra incêndio no Brasil, a NR-23 (USP, 2010). E posteriormente foram desenvolvidas normas referentes a prevenção do pânico para a melhoria da segurança dos imóveis e das pessoas.

De acordo com o Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco (CBMPE, 2022), no Brasil, a regularização das edificações é exigida junto aos Corpos de Bombeiros Militares estaduais - os quais são responsáveis pela garantia da aplicação das legislações que regulam a prevenção contra incêndios e emergências. Visto isso, se faz necessário a elaboração de projetos que certifiquem as condições mínimas de segurança contra incêndio e pânico nas edificações.

Segundo Sales Júnior (2018), cada estado brasileiro tem sua norma referente ao dimensionamento de Projetos de Segurança Contra Incêndio e Pânico (PSCIP), portanto é necessário a verificação das Normas Técnicas (NT) do Corpo de Bombeiro de cada Estado Federativo. O projeto em análise está localizado na cidade de Palmares, pertencente ao estado de Pernambuco, sendo assim, é fundamental analisar as diretrizes para dimensionar o PSCIP nessa localidade.

No estado de Pernambuco, o regulamento que estabelece os critérios e define os sistemas de segurança contra incêndio e pânico para as edificações é intitulado de Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico para o Estado de Pernambuco - COSCIP (Decreto de nº 19.644, de 13 de março de 1997), sendo a sua fiscalização, análise e atualização feita pelo CBMPE. De acordo com a classificação de risco da edificação é exigido o PSCIP, o qual deve ser elaborado e submetido ao processo de análise técnica por um profissional habilitado do CBMPE, e se aprovado, sua execução é realizada.

Em detrimento de um incêndio não apresentar previamente indícios de sua ocorrência, é fundamental que o PSCIP seja elaborado da forma mais precisa possível para que haja uma maior chance de controlar o fogo e de uma evacuação segura. Portanto, devido aos diferentes tipos de edificação, materiais e sistemas construtivos, a legislação é atualizada continuamente através das Normas Técnicas e do COSCIP, os quais se encontram disponíveis no site do CBMPE.

A tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) envolve várias tecnologias e ferramentas que permite que áreas de atuação diferentes projetem de forma colaborativa (COGIC, 2020). Visto isso, com a utilização dessa ferramenta o dimensionamento do PSCIP se torna mais prático, menos suscetível a erros e o nível de detalhamento do projeto aumenta - dessa forma, auxiliando em sua aprovação pelo CBMPE.

De acordo com os estudos de Costa (2022) e Nascimento (2023), a utilização do BIM na elaboração do PSCIP resultou em uma facilidade na visualização dos sistemas, assim auxiliando nas decisões de dimensionamento e na execução dos mesmos. Além disso, os erros de compatibilização de projetos são minimizados através das ferramentas de automação disponíveis nos softwares com tecnologia BIM (SILVA, 2022).

Desse modo, utilizando-se da tecnologia BIM, foi elaborado um PSCIP de uma edificação comercial na cidade de Palmares - PE, a qual é contemplada por um depósito de peças veiculares, oficina mecânica e área comercial. Visto que a edificação apresenta diferentes finalidades, um estudo aprofundado dos riscos se fez necessário visando a aprovação do projeto e a maior segurança na utilização da edificação.

1.1 Projetos utilizando tecnologia BIM

O BIM é um modelo digital formado por um banco de dados que permite um aumento na produtividade ao decorrer do processo devido à sua tecnologia de agregar informações para diferentes finalidades e especialidades (TSE; KA WONG; KF WONG, 2005).

Segundo Volk, Stengel e Schultmann (2014), além da utilização do BIM no planejamento e na concepção de projetos, o mesmo está sendo aplicado nas fases posteriores, como a manutenção e remodelação da edificação, especialmente nas mais complexas. Sendo assim, esta tecnologia desempenha um papel fundamental devido a sua interdisciplinaridade, as quais podem ser aplicadas na arquitetura e na engenharia (EASTMAN *et al.*, 2011).

Apesar do BIM ser usualmente utilizado na concepção do projeto, sua implementação em projetos de edificações existentes apresenta vantagens, como ter a planta da edificação *as built* que auxilia nos serviços de reforma e na gestão de emergências (VOLK *et al.*, 2014).

A utilização de softwares com a tecnologia BIM, como o Revit, permite a inserção de informações dos objetos, como o fabricante, material, e no caso da elaboração do PSCIP, a carga e o tipo do extintor (ELVERDIN, 2022).

De acordo com Costa (2013), apesar de todos os benefícios supracitados, há uma certa dificuldade de implementar o BIM devido ao alto custo da tecnologia e da capacitação dos usuários. Outras premissas é a inexistência de bibliotecas virtuais para itens já prontos (PRATES, 2010) e problemas na visualização de alguns objetos após a renderização, as quais dificultam a implementação de projetos completos modelados no BIM (ELVERDIN, 2022).

1.2 Projetos de Segurança Contra Incêndio e Pânico (PSCIP)

Os incêndios ocorridos no Brasil a partir da década de 70 criaram um alerta para a necessidade da criação e constante aperfeiçoamento das legislações técnicas. Sendo assim, o dimensionamento dos sistemas presentes no PSCIP, em conjunto com a execução, manutenção e fiscalização dos mesmos, garante as condições mínimas de segurança contra incêndio e pânico em edificações (COSCIPI, 1997).

No PSCIP, de acordo com a classificação, altura, área de coberta e área construída da edificação, os equipamentos e os sistemas de combate e proteção contra incêndio são dimensionados. Além das pranchas com os dimensionamentos dos sistemas, se faz necessário preencher o Memorial Descritivo, presente no sistema do CBMPE, informando as características da edificação e dos equipamentos de segurança contra incêndio e pânico (CBMPE, 2022; COSCIPI, 1997).

Segundo Brentano (2007), os princípios da elaboração do PSCIP são: evitar o início do fogo e, caso haja a ocorrência do fogo, devem ser vistos meios apropriados para que permita a desocupação das pessoas com segurança e rapidez, além de facilitar o acesso da equipe do Corpo de Bombeiros para o combate ao fogo de forma rápida e eficaz.

As medidas presentes no COSCIPI (1997) são classificadas em proteções ativas e passivas, as quais garantem a proteção mínima da edificação e da população. As medidas de proteção ativas incluem os sistemas de proteção por extintores, sinalização de emergência, iluminação, hidrantes ou mangotinhos, chuveiros automáticos, detectores, alarmes e Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA).

Além das proteções ativas supracitadas para o combate ao incêndio, é essencial analisar as proteções passivas presentes no projeto arquitetônico, como o material a ser utilizado na construção da edificação, dimensionamento da população, das escadas e saídas de emergência (BRENTANO, 2007; COSCIPI, 1997). Portanto, é fundamental a avaliação de desempenho dos sistemas construtivos considerados inovadores no Brasil quanto à segurança contra incêndio (MEIRA; ONO; OLIVEIRA, 2023).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Implementar a tecnologia BIM na elaboração de um Projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico (PSCIP) de uma edificação comercial em Palmares - PE, com a finalidade de facilitar a compreensão do dimensionamento dos equipamentos e sistemas de combate a incêndio

incorporados no projeto, além de contribuir no processo de orçamento e conseqüentemente na execução.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos a serem desenvolvidos são:

- Identificar as medidas de proteção ativas e passivas de acordo com a arquitetura da edificação e seu uso baseado no COSCIP (Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico para o estado de Pernambuco);
- Dimensionar e elaborar o PSCIP de acordo com o COSCIP;
- Realizar orçamento da execução do PSCIP.

2 METODOLOGIA

2.1 Classificação da pesquisa

Este trabalho é classificado como um estudo de caso, o qual tem a finalidade de desenvolver o tema direcionado a uma determinada edificação. O presente estudo se fundamenta nas etapas necessárias para a aprovação do PSCIP junto ao CBMPE, bem como o orçamento da execução do projeto. Portanto, foi utilizada a abordagem qualitativa e quantitativa para a análise das normas e para a aplicação na edificação em estudo.

De acordo com Gil (2007) e Andre (2013), o estudo de caso é um estudo profundo e intensivo sobre um ou poucos objetos que permita um conhecimento detalhado, o qual evidencia o contexto e suas múltiplas dimensões. Além disso, a combinação das abordagens qualitativa e quantitativa é pertinente para este estudo, visto que envolve a integração de dados de naturezas distintas, assim proporcionando uma compreensão mais abrangente da problemática em questão (CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D., 2021).

Portanto, para este estudo, foi adotado a abordagem qualitativa na observação e análise das normas e legislações necessárias, a fim de desenvolver uma solução mais embasada. Enquanto isso, o método quantitativo foi aplicado nos cálculos de dimensionamento e orçamento da execução.

2.2 Caracterização da pesquisa

A edificação em estudo (Figura 1) está localizada na cidade de Palmares - PE, a qual é destinada para fins comerciais, sua área é subdividida em um depósito de peças veiculares, oficina mecânica e área comercial (Apêndice A). Como a edificação apresenta cômodos com características e finalidades diferentes, as proteções foram dimensionadas levando em consideração os seus diferentes riscos.

Figura 1 – Edificação Gama



Fonte: Autora (2023).

Para garantir o sigilo das informações expostas, os nomes da edificação e da empresa responsável pela elaboração do PSCIP foram omitidos e citados como Edificação Gama e Empresa X.

Por meio da análise da arquitetura da Edificação Gama foi possível notar que a mesma não apresenta escadas, rampas e elevadores. A edificação tem uma área construída total e coberta de 1.865,87 m², sendo ela subdividida em setores, conforme Quadro 1. Além disso, é constituída apenas de pavimento térreo e sua altura total da edificação é de 8,30 m.

Quadro 1 - Área por setor da Edificação Gama

Setor	Área
Comercial	351,11 m ²
Depósito	643,92 m ²
Oficina	866,48 m ²

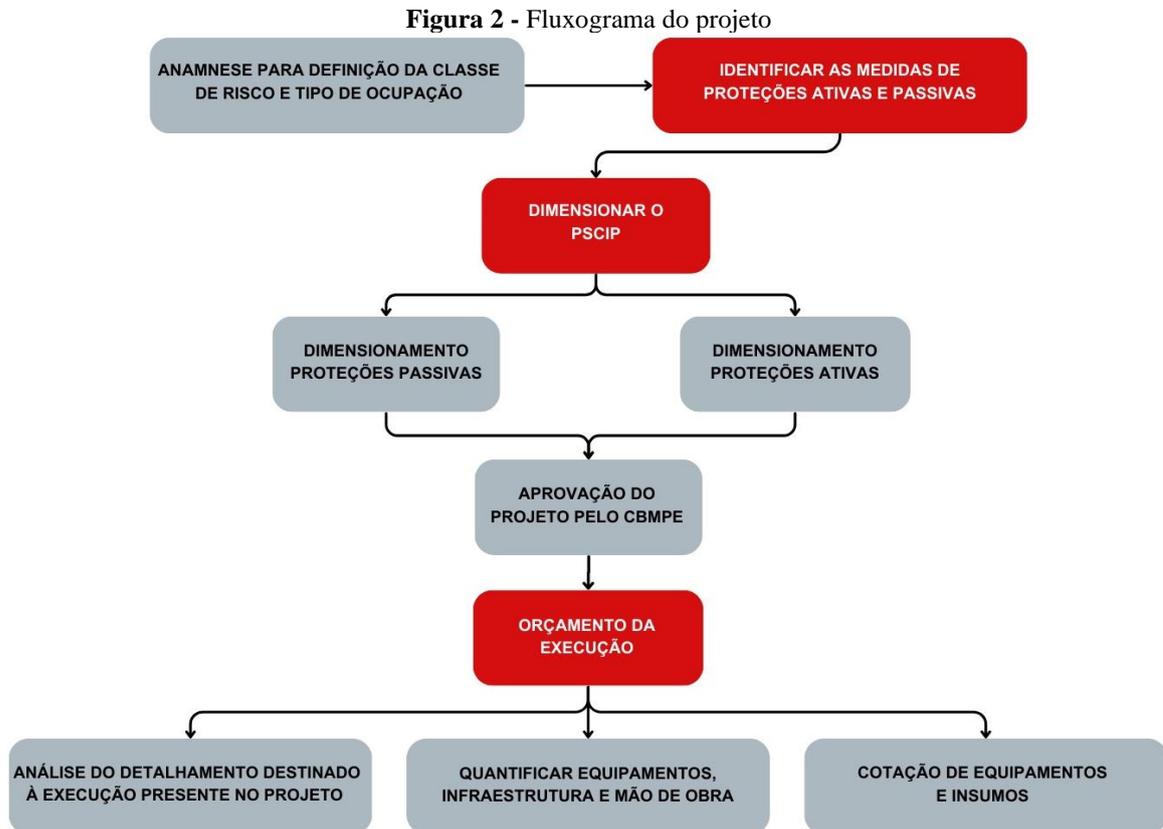
Fonte: Autora (2023).

O setor comercial abrange a recepção, sala de gerência, sala de reuniões, banheiros, copa e as salas de 01 a 13, com exceção da sala 03. Por outro lado, o setor de depósito é constituído pela sala 03, um banheiro e a área destinada ao armazenamento de peças. Enquanto isso, a oficina inclui espaços designados para a lavagem de peças, montagem de agregados, sala elétrica, sala de ferramentas, sala de garantias, banheiros e a oficina mecânica.

Para o funcionamento regular da Edificação Gama é fundamental obter o Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB). Esse processo envolve a obtenção do Atestado de

Conformidade de Projeto e a instalação dos equipamentos e sistemas de proteção de acordo com o projeto aprovado.

No fluxograma (Figura 2) é ilustrado o processo para a aprovação do PSCIP, bem como o orçamento da execução dos equipamentos e sistemas dimensionados para a Edificação Gama.



Fonte: Autora (2023).

Portanto, a Edificação Gama foi analisada quanto as suas características arquitetônicas e atividades econômicas com a finalidade de selecionar as proteções ativas e passivas mais adequadas de acordo com o CBMPE. Para garantir a segurança necessária da Edificação Gama, os equipamentos e sistemas de proteção contra incêndio foram dimensionados baseados no COSCIP (1997).

Além disso, é crucial que tanto as proteções ativas quanto as passivas sejam instaladas em conformidade com o projeto aprovado. Nesse contexto, foi elaborado um orçamento para a implementação dos equipamentos e sistemas de acordo com as especificações previamente dimensionadas no projeto.

2.3 Proteções ativas e passivas exigidas

Em um primeiro momento, a Edificação Gama foi analisada quanto a sua arquitetura e ao seu uso para classificá-la quanto ao risco e ao seu tipo de ocupação de acordo com o COSCIP. O risco de uma edificação pode ser classificado em um risco A, B ou C, sendo os critérios para essa classificação os materiais utilizados na edificação, seu método de manipulação, as condições do ambiente e os riscos que possam interferir na segurança do local. Dessa forma, com base na atividade econômica principal registrada no Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas (CNPJ) da edificação, o risco associado à Edificação Gama foi classificado de acordo com a Tarifa de Seguro-Incêndio do Brasil - TSIB (SUSEP, 1956).

Conforme estabelecido pelo CBMPE (2022), no PSCIP são definidas uma série de medidas que visam garantir condições mínimas de segurança contra incêndio e pânico, as quais englobam as medidas de proteção passivas e ativas. Independente da classe de risco da edificação, as medidas de proteção passiva sempre são dimensionadas no PSCIP, visto que as mesmas estão relacionadas com a arquitetura, sendo elas: Unidade de Passagem (UP) das portas, dos acessos, escadas e rampas.

As proteções ativas a serem utilizadas foram selecionadas em função da área total construída e coberta, área construída por pavimento, número de pavimentos e altura total da Edificação Gama. No Quadro 2 estão listadas cada medida de proteção ativa e as suas respectivas variáveis com a finalidade de determinar quais proteções foram exigidas na Edificação Gama.

Quadro 2 - Resumo das exigências para os sistemas de proteção ativa

Proteção ativa	Exigências
Sistema de Proteção por Extintor	Instalação obrigatória: - Nas edificações previstas no COSCIP, exceto Edificações Residenciais Privativas Unifamiliares; - Em casos especiais como casa de caldeiras, casa de força, casa de bombas, centrais de ar condicionado, etc.
Sistema de Hidrantes	Considerar a área total construída, tipo de ocupação, quantidade de pavimentos e altura da edificação.
Sistema de Chuveiros Automáticos	Considerar a área total construída da edificação, tipo de ocupação e quantidade de pavimentos.
Sistema de Alarme de Incêndio	Considerar a área total construída da edificação, quantidade de pavimentos, tipo de ocupação e altura da edificação.
Sistema de Detecção	Considerar a área total construída da edificação, quantidade de pavimentos, tipo de ocupação e altura da edificação.
Sinalização	Instalação obrigatória: - Nas edificações previstas no COSCIP, exceto Edificações Residenciais Privativas Unifamiliares.
Iluminação	Instalação obrigatória: - Sempre que a lotação prevista na edificação for superior a 100 pessoas; - Área construída superior a 1500 m ² .
SPDA	Instalação obrigatória: - Área da cobertura superior a 1500 m ² ; - Altura superior a 20 m.

Fonte: Adaptado de CBMPE (2022).

Após a identificação das medidas de proteção passivas e ativas, realizou-se o dimensionamento dessas medidas em conformidade com o COSCIP.

2.4 Dimensionamento do PSCIP

A precisão no dimensionamento das medidas de proteção passivas e ativas desempenha um papel crucial na redução de riscos e na proteção de vidas e bens materiais. Portanto, todas as medidas de proteção foram adequadamente dimensionadas em estrita conformidade com o COSCIP (1997), que é a legislação vigente no estado de Pernambuco. Além disso, as tecnologias BIM e CAD foram empregadas de maneira integrada no desenvolvimento do PSCIP, com a utilização dos softwares Revit e AutoCAD, respectivamente.

2.4.1 Proteções passivas

Após atribuir o tipo de ocupação e o risco adequados à Edificação Gama é possível dimensionar as proteções passivas. Conforme especificado no normativo utilizado para o dimensionamento, essas medidas têm como finalidade facilitar a evacuação da população em situações de emergência, além de assegurar um acesso eficaz para o auxílio externo. Sendo assim, foi realizado o cálculo da largura mínima das portas e acessos, considerando a estimativa de população para cada setor da edificação.

Para garantir a precisão no dimensionamento das medidas de proteção passivas mencionadas, inicialmente é calculado a capacidade máxima de ocupantes na Edificação Gama, seguindo a tabela de cálculo de população estipulada pelo COSCIP. Esse cálculo da quantidade de pessoas que precisam acessar corredores e portas determina diretamente a capacidade de ocupação nos demais espaços, o que desempenha um papel crucial na rota de fuga durante evacuações de emergência.

A partir desses parâmetros é utilizada a Equação 1 para calcular a Unidade de Passagem (UP) das portas e corredores. De acordo com o COSCIP (1997), 01 (uma) UP equivale a 0,6 m, sendo essa a largura mínima necessária para passagem de uma fila de pessoas. Dessa forma, se constatado que as medidas de proteção passivas existentes estão subdimensionadas, a largura da porta é aumentada ou a quantidade de pessoas é limitada para atender à capacidade prevista no cálculo de ocupação do corredor.

$$N = \frac{P}{c(d)} \quad (1)$$

Onde:

N, número de Unidades de Passagem (UP);

P, número de pessoas do pavimento de maior população;

C (d), capacidade do respectivo dispositivo disposto no COSCIP.

Além das diretrizes já mencionadas, é fundamental destacar que as portas dos cômodos devem obedecer a um requisito mínimo de largura de 0,8 m. No que diz respeito às saídas de emergência que conduzem ao exterior da edificação, estas precisam ser dimensionadas de acordo com a Equação 1, garantindo uma largura mínima de 1,2 m.

Além disso, é importante notar que em locais onde salas ou compartimentos abriguem mais de 50 pessoas, as portas devem ser projetadas para serem abertas no sentido do fluxo da saída, conforme determinado pelo COSCIP (1997).

Nesse contexto, o uso do BIM otimiza os ajustes na arquitetura da edificação. Em comparação com outros programas, o BIM permite a fácil modificação da largura das portas e a orientação da abertura, realizando automaticamente os ajustes na planta baixa, nos cortes, na fachada e nos detalhes do projeto.

2.4.2 Proteções ativas

As medidas de proteção ativas desempenham um papel essencial na prevenção e combate a incêndios em edificações, variando de acordo com o tipo, tamanho da edificação e os riscos específicos relacionados às atividades realizadas em seu interior. A partir da definição dessas informações, foram dimensionados os seguintes sistemas: proteção por extintores, hidrantes, chuveiros automáticos, detecção e alarme, sinalização, iluminação de emergência e SPDA.

O dimensionamento do sistema de proteção por extintores é realizado com base nas necessidades específicas de Unidades Extintoras (UE) para os locais a serem protegidos, levando em consideração o agente extintor apropriado, a área máxima de cobertura e a distância a ser percorrida pelo operador para utilização do equipamento.

Cada pavimento, jirau, mezanino ou risco isolado requer, no mínimo, duas Unidades Extintoras (UE). Além da quantidade necessária, os agentes extintores, sendo os mais comuns a Água Pressurizada (AP), o Pó Químico Seco (PQS) e o Gás Carbônico (CO₂), foram

escolhidos de acordo com as possíveis classes de fogo no ambiente, as quais são detalhadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Classe do fogo

Classe	Descrição
Fogo classe A	Fogo em materiais combustíveis sólidos, que queimam em superfície e profundidade pelo processo de pirólise.
Fogo classe B	Fogo em combustíveis sólidos que se liquefazem por ação do calor, como graxas, substâncias líquidas que evaporam e gases inflamáveis, que queimam somente em superfície.
Fogo classe C	Fogo em materiais, equipamentos e instalações elétricas energizadas.

Fonte: Adaptado de NBR 12693 (ABNT, 2021).

Com base na classe do fogo, a seleção dos extintores foi realizada considerando seus agentes extintores e, em seguida, sua carga extintora, como é ilustrado no Quadro 4.

Quadro 4 - Agente extintor, capacidade do extintor e carga extintora

Agente extintor	Capacidade do extintor	Carga extintora	Unidade Extintora
Água Pressurizada (AP)	10L	2-A	1
Pó Químico Seco (PQS)	8Kg	40-BC	2
Gás Carbônico (CO ₂)	6Kg	5-BC	1

Fonte: Adaptado do CBMPE (2022).

Após definir as características de cada extintor na Edificação Gama, eles foram localizados com base na área máxima e distância máxima percorrida pelo operador do extintor, a depender da Classe de Risco (Quadro 5).

Quadro 5 - Área e distância máximas atendidas por um extintor

Classe	Área máxima de proteção (m²)	Distância máxima percorrida (m)
A	500	20
B	250	15
C	250	15

Fonte: Adaptado de CBMPE (2022).

Portanto, os extintores foram dispostos por toda a edificação de maneira que atenda simultaneamente a área máxima de proteção e a distância máxima percorrida.

Os sistemas fixos sob comando e automáticos são formados pelo sistema de hidrante e sistema de chuveiros automáticos, respectivamente. O sistema de proteção por chuveiros automáticos tem a finalidade de proteger áreas de maior risco, evitar propagações dos incêndios e garantir um caminamento seguro às rotas de fuga. Esses sistemas foram dimensionados de acordo com as informações dispostas no Quadro 6.

Quadro 6 - Informações para o dimensionamento dos sistemas de hidrante e chuveiro automático

Sistema de hidrante		Sistema de chuveiros automáticos	
Distância máxima percorrida	- Hidrante interno: 30 m - Hidrante externo: 60 m	Área máxima dos chuveiros automáticos	- Classe A: 21 m ² - Classe B: 15 m ² - Classe C: 9 m ²
Reserva Técnica de Incêndio (RTI)	- Classe A: 7.200 L - Classe B: 15.000 L - Classe C: 21.600 L	Reserva Técnica de Incêndio (RTI)	Adicionar 50% na Reserva Técnica de Incêndio do sistema de hidrante.
Tempo mínimo de uso	30 minutos para o uso dos 2 hidrantes mais desfavoráveis simultaneamente.	Tempo mínimo de uso	15 minutos para uso dos 10 chuveiros automáticos mais desfavoráveis simultaneamente.
Diâmetro da tubulação	Dimensionado de forma que a velocidade da água não ultrapasse 2,5m/s.	Diâmetro da tubulação	Dimensionado de acordo com o número de chuveiros automáticos instalados em cada ramal.

Fonte: Adaptado de CBMPE (2022).

Com base no Quadro 6, os hidrantes e chuveiros automáticos foram posicionados de forma a atender o normativo. Sendo assim, o alcance máximo das mangueiras foi obtido através do caminhamento normal do plano horizontal, excluindo obstáculos como janelas e muretas.

Para o dimensionamento da canalização e da pressão e vazão necessária à bomba foi utilizado o software *Simple Hydraulic Calculator* (SHC). A canalização foi dimensionada de forma independente de outras tubulações na edificação, atendendo aos requisitos de vazão e pressão mínima nas saídas d'água estipulados pelo COSCIP. Além disso, foram utilizadas as diretrizes NBR 10897 para dimensionar os ramais dos chuveiros automáticos (ABNT, 2020).

Para assegurar o funcionamento desses sistemas conforme as normas mencionadas, é essencial manter o fornecimento de água durante o período especificado no Quadro 6. Além disso, a bomba elétrica deve ser alimentada por instalação elétrica independente e sua entrada deve ser denunciada através de um sistema de alarme.

O sistema de alarme e detecção de incêndio possibilita a identificação e uma localização rápida do incêndio na sua fase inicial. Quanto a área de ação máxima dos detectores de temperatura e fumaça são de 36 m² e 81 m², respectivamente. Os acionadores manuais devem estar localizados na edificação de maneira que a distância máxima para o ativar seja de 30 m, portanto, são localizados próximos aos hidrantes.

O sistema de sinalização proporciona a indicação visual da rota de fuga da edificação, sua instalação deve ser feita no sentido de fluxo em todos os pavimentos, acessos, escadas ou rampas, finalizando na área de descarga da edificação. As sinalizações devem ser instaladas a cada 20 metros de distância nas circulações retilíneas e em todas as mudanças de direção da rota de fuga.

O sistema de iluminação de emergência tem como finalidade proporcionar iluminação das rotas de fuga, caso a eletricidade da edificação seja cortada. A localização das luminárias é baseada a partir do cálculo do alcance da sua luminosidade (Equação 2).

$$Ra = 2 * h \quad (2)$$

Onde:

Ra, raio de alcance da luminária de emergência;

h, altura de instalação da luminária de emergência.

O SPDA tem como objetivo estabelecer meios para as descargas atmosféricas se dirigirem, pelo menor percurso possível, para o solo. Em Pernambuco, a instalação desse sistema é exigida em edificações com altura superior a 20 m ou com área coberta superior a 1500 m².

Em conformidade com a NBR 5419, esse sistema foi projetado com base em três métodos: gaiola de Faraday, captor Franklin e mini-captor (ABNT, 2005). A Gaiola de Faraday envolve a estrutura com condutores, como malhas metálicas, que direcionam a corrente da descarga para o solo por meio de uma haste de aterramento. Os Captadores Franklin são dimensionados com base na altura e na geometria da estrutura, enquanto os mini-captadores consideram a altura, a exposição a raios e a densidade de raios na região.

2.5 Orçamento para execução

Para obter o AVCB é necessário que os sistemas de segurança contra incêndio e pânico estejam instalados conforme o PSCIP aprovado, portanto, foi realizado um orçamento para a sua execução. Com o objetivo de garantir precisão no orçamento foi considerado os custos de materiais, mão de obra e despesas de uma equipe de instaladores composta por dois funcionários.

Elaborar um orçamento preciso exige uma minuciosa contagem de todos os insumos e equipamentos que serão utilizados na execução, incluindo itens como: canaletas, eletrodutos, luminárias, placas de sinalização, cabos, tomadas, abrigos de mangueira, válvulas, tubos, bomba elétrica e outros. Além disso, para um orçamento preciso é crucial analisar o detalhamento da instalação de cada sistema no PSCIP aprovado, pois nele estão definidos os diâmetros das tubulações, alturas de instalação dos equipamentos, especificações dos cabos necessários e entre outros. Ademais, ao levantamento de materiais é imprescindível estimar os

gastos relacionados à equipe de instaladores, como hospedagem, transporte, alimentação e salários.

Com o objetivo de garantir uma execução de alta qualidade e que ofereça um bom custo-benefício para o proprietário da Edificação Gama, as cotações dos equipamentos e dos insumos foram realizadas com três fornecedores diferentes. Sendo assim, os fornecedores e equipamentos selecionados para o orçamento apresentaram um equilíbrio entre tempo de entrega, qualidade e preço.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Proteções ativas e passivas exigidas

As proteções ativas e passivas são fundamentais para garantir a segurança em diferentes ambientes. Enquanto as primeiras são sistemas em constante funcionamento, as segundas são medidas estruturais que auxiliam na rota de fuga. Para dimensionar essas proteções foi necessário analisar alguns parâmetros como a Classe de Risco e Tipo de Ocupação da Edificação Gama.

3.1.1 Classe de Risco e Tipo de Ocupação

Ao analisar a classe de ocupação das atividades econômicas da Edificação Gama, de acordo com a tabela TSIB, constatou-se que ela se enquadra na classe de ocupação 05. Isso se deve à atividade econômica de maior risco, que abrange tanto o depósito quanto a área comercial, e está categorizada sob a rubrica 019, conforme detalhado no Quadro 7.

Quadro 7 - Classe de ocupação da Edificação Gama

Rubrica	Ocupação do risco	Classe de ocupação
019	Armazéns mistos e de grande ocupação	05
	10 – Mistos	

Fonte: Adaptado de TSIB (1956).

Portanto, de acordo com a Superintendência de Seguros Privados (SUSEP), a Edificação Gama tem uma Classe de Risco B, como demonstrado no Quadro 8.

Quadro 8 - Classificação de Risco

Classe de Risco	Descrição
A	Riscos isolados cuja classe de ocupação, na TSIB, seja 1 ou 2
B	Riscos isolados cuja classe de ocupação, na TSIB, seja 3, 4, 5 ou 6
C	Riscos isolados cuja classe de ocupação, na TSIB, seja 7, 8, 9, 10, 11, 12 ou 13

Fonte: Adaptado de SUSEP (1956).

Para determinar as medidas de proteção necessárias para a Edificação Gama, o seu tipo de ocupação foi definido de acordo com as diretrizes do CBMPE. Como se trata de uma edificação que contem área comercial, depósito e oficina mecânica, ela foi classificada como Tipo E – Comercial, visto que a mesma se refere exclusivamente a depósitos e/ou lojas, não havendo processos de industrialização.

Assim, dado que a Edificação Gama foi classificada como Risco B e tipo de ocupação E, foi realizada uma análise das medidas ativas necessárias nesses parâmetros. Além disso, todas as medidas de proteção passivas na edificação foram devidamente dimensionadas.

3.1.2 Anamnese das medidas de proteções passivas e ativas

Através das informações obtidas pela análise da arquitetura, foi possível selecionar quais medidas de proteção passiva e ativa são exigidas para a Edificação Gama. As medidas de proteção passiva presentes na edificação são os corredores e as portas, visto que a edificação não é constituída de mais de um pavimento.

Para definir as medidas de proteção ativa é necessária uma análise minuciosa, visto que é analisada mais de uma variável. A partir de uma análise prévia do Quadro 2, das informações preliminares da Edificação Gama e sua arquitetura, é possível afirmar que o sistema de proteção por extintores, sinalização, iluminação e SPDA têm sua instalação exigida visto que cumpre os requisitos do COSCIP (1997). Para os demais sistemas foi realizada a análise para o tipo de ocupação E - Comercial, conforme apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 - Resumo das exigências para os sistemas de proteção ativa (Tipo E - Comercial)

Proteção ativa	Exigências
Sistema de hidrantes	- Área maior que 750 m ² ; - Igual ou superior a 4 pavimentos; - Altura superior a 14 m.
Sistema de chuveiros Automáticos	- Acima de 750 m ² por pavimento; - Acima de 4 pavimentos.
Sistema de alarme de incêndio	- Instalar em conjunto com o Sistema de Hidrantes.
Sistema de detecção	- Acima de 1.500m ² de área comercial; - Acima de 12 m de altura ou acima de 4 pavimentos.

Fonte: Adaptado de CBMPE (2022).

Portanto, a partir da análise feita dos Quadros 2 e 9 e das características arquitetônicas da Edificação Gama, as medidas de proteção passivas e ativas exigidas são:

- Unidades de Passagem das portas;
- Unidades de Passagem dos acessos;
- Sistema de proteção por Extintores;
- Sistema de Hidrantes;
- Sistema de Chuveiros Automáticos;
- Sinalização de Emergência;
- Iluminação de Emergência;
- Alarme e Detecção de Emergência;
- Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas.

3.2 Dimensionamento do PSCIP

3.2.1 Proteções passivas

Para o dimensionamento das proteções passivas foi analisada a população máxima da Edificação Gama de acordo com o COSCIP (1997). Visto que a mesma é classificada como Tipo E - Comercial, no Quadro 10 é fornecido os valores para o cálculo da UP utilizando-se a Equação 1.

Quadro 10 - Parâmetros para o cálculo da Unidade de Passagem (Tipo E – Comercial)

Cálculo da população	Capacidade	
	Acessos e descargas	Portas
1 pessoa / 3 m ² de área bruta	100	100

Fonte: Adaptado do CBMPE (2022).

Com base no cálculo da população informado no Quadro 10 e visto que a área total da Edificação Gama é de 1.865,87 m², sua capacidade máxima permitida é de 621 pessoas. No entanto, dado que a área de depósito não tem um tráfego significativo de pessoas, sua capacidade foi ajustada de 214 para 20 pessoas (Quadro 11), garantindo assim que as unidades de passagem existentes na edificação estejam em conformidade com as normas vigentes. Além disso, a Edificação Gama dispõe de duas rotas de fugas disponíveis: uma pela entrada principal (Rota 01) e outra pela oficina (Rota 02), como demonstrado no Apêndice B.

Quadro 11 - Resumo das Unidades de Passagem da Edificação Gama

Rotas		Cálculo da população	Unidade de Passagem	
			Corredores	Portas
Rota 01	Depósito	20	1	1
	Área comercial	117	2	2
Rota 02	Oficina	288	3	3

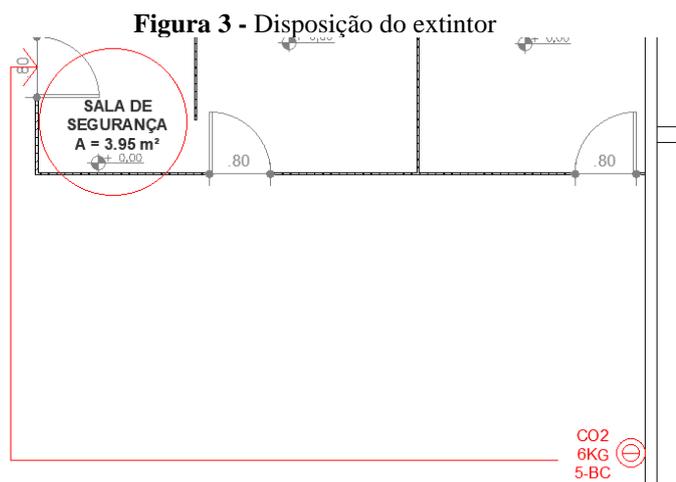
Fonte: Adaptado do CBMPE (2022).

Sendo assim, para o cálculo da UP da Rota 01, são contabilizados a população da área comercial e de depósito, enquanto a população da oficina é alocada na Rota 02, conforme detalhado no Quadro 11. Após analisar as UP de cada setor e sua disposição arquitetônica, não houve necessidade de aumentar a largura das portas. No entanto, foi identificado a necessidade de alterar o sentido de abertura da porta localizada no corredor da área comercial, que originalmente se abria para dentro da edificação, o que poderia dificultar a evacuação em caso de emergência.

3.2.2 Proteções ativas

Como a Edificação Gama se enquadra na Classe B, a área máxima de proteção e distância percorrida máxima de cada extintor é de 250 m² e 15 m, respectivamente (Quadro 5). Visto isso, além dos extintores serem locados de forma que atendesse esses parâmetros, os agentes extintores foram escolhidos visando a segurança da edificação e dos usuários, conforme informações dos Quadros 3 e 4.

Extintores AP foram locados em cômodos onde a maior predominância dos objetos fossem papéis ou madeira, os de CO₂ onde há a permanência de equipamentos eletrônicos de custo elevado e os PQS nas exceções dessas duas situações, como é detalhado no Apêndice C. Na Figura 3, é ilustrado uma parte da área comercial, onde foi locado um extintor CO₂ de 6Kg pois em sua área de aplicação é contemplado a sala de segurança, a qual contém equipamentos de segurança que estão conectados à eletricidade e não podem ser danificados.



Fonte: Autora (2023).

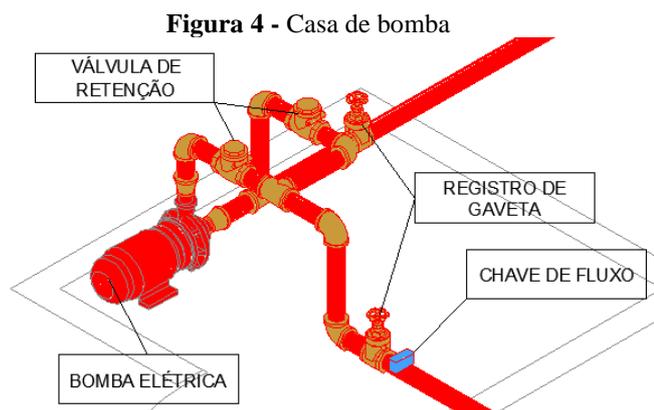
O dimensionamento do sistema de hidrante e dos chuveiros automáticos foi realizado de forma conjunta, uma vez que compartilham o mesmo reservatório e a bomba necessária para atender às pressões e vazões mínimas estabelecidas, conforme indicado no Quadro 12. No entanto, foi encontrado lacunas no COSCIP quanto ao diâmetro da tubulação dos chuveiros automáticos, sendo assim, também foi utilizada a NBR 10897 no dimensionamento desse sistema (ABNT, 2020).

Quadro 12 - Parâmetros de dimensionamento do sistema de hidrantes e chuveiros automáticos - Classe B

Sistema de proteção	Vazão mínima (L/min)	Pressão mínima no bocal (Kgf/cm ²)	Diâmetro do bocal (mm)
Hidrante	250	2,35	16
Chuveiro Automático	52,2	0,40	13

Fonte: Adaptado do CBMPE (2022).

Após definir a localização dos pontos de hidrante e dos chuveiros automáticos de acordo com as distâncias apresentadas no Quadro 6, o diâmetro da tubulação, a vazão e pressão da bomba elétrica foram dimensionados através do software SHC e explicitados na planta baixa no Apêndice C. Além de localizar os pontos de hidrantes e chuveiros automáticos, foi utilizado o software Revit para modelar as tubulações e os equipamentos desses sistemas (Apêndice D). Na Figura 4 é ilustrado a casa de bomba modelada no Revit, a qual é contemplada pelos registros gavetas, válvulas de retenção, chave de fluxo e pela bomba elétrica dimensionada com uma potência de 15 cv.



Fonte: Autora (2023).

As sinalizações e luminárias de emergência foram dimensionadas em conjunto, visto que elas têm a finalidade de auxiliar na evacuação das pessoas (Apêndice E). As placas de sinalização foram dispostas de modo que sinalize a rota de fuga adequada, obedecendo a distância máxima de 20 m em uma distância retilínea entre elas e sempre localadas quando há alteração na direção da rota de fuga. Além disso, utilizando a Equação 2, as luminárias de emergência foram dimensionadas para proporcionar iluminação adequada nas rotas de fuga. No depósito e na oficina, foram escolhidas luminárias de 1200 lumens, instaladas a uma altura de 3,5 metros em relação ao piso acabado. Nos demais setores, optou-se por luminárias de 100 lumens, instaladas a uma altura de 2,5 metros do piso acabado.

Na Figura 5 foram localadas uma placa indicando o sentido para a direita e uma placa para esquerda. Visto que o corredor apresenta uma área pequena, foi localada uma luminária de 100 lumens.



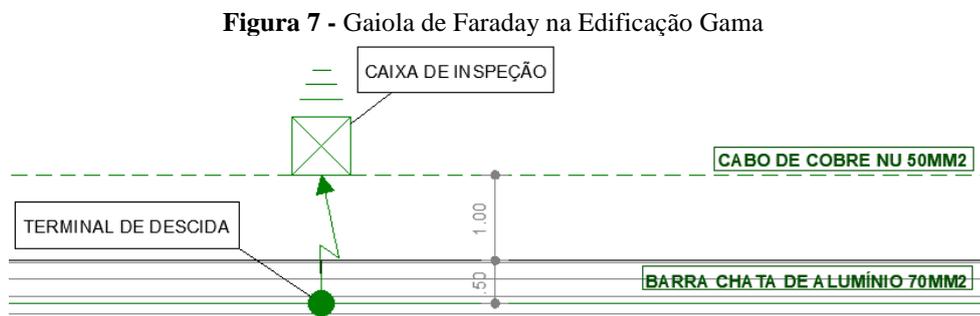
Fonte: Autora (2023).

Os sistemas de alarme e detecção foram dispostos na mesma prancha (Apêndice F) visto que ambos são conectados à Central de Alarme (CDA). Os acionadores e sirenes foram localados nos mesmos pontos dos hidrantes por apresentarem a mesma distância percorrida necessária.

Quanto ao sistema de detecção, foram locados detectores de fumaça em todas as salas da área comercial, exceto a copa, a qual foi locado um detector termovelocimétrico por ser uma área de produção de fumaça. Na Figura 6, estão representados os detectores de fumaça, a botoeira de acionamento manual e a Central de Detecção de Alarme (CDA), que deve ser posicionada em áreas com presença de pessoas.



No que diz respeito ao SPDA (Apêndice G), foi utilizado o método da gaiola de Faraday, captor Franklin e mini-captore. Devido à ausência de informações sobre o dimensionamento desses métodos no COSCIP, a NBR 5419 foi utilizada (ABNT, 2005). Portanto, em cada terminal de descida em direção ao sistema de aterramento, foram dispostas de caixas de inspeção. Para a malha de aterramento foi utilizado cabos de cobre NU com 50 mm² de espessura, posicionados a uma distância de 1 metro da edificação, conforme exemplificado na Figura 7.



Além da gaiola de Faraday, os mini-captore e o captor Franklin foram dimensionados de forma a proteger o RTI elevado e a casa de bomba. Para essa finalidade, foi dimensionado um mastro de 6 m para o Captor Franklin (Figura 8), assegurando uma cobertura de proteção

adequada até a casa de bomba.

Figura 8 - Captor Franklin e mini-captos na RTI e casa de bomba



Fonte: Autora (2023).

Visto isso, após a conclusão do dimensionamento do PSCIP, foi realizado a elaboração de um orçamento detalhado para a execução deste projeto.

3.3 Orçamento

Visando o orçamento, foram quantificados todos os equipamentos e sua infraestrutura para instalação das medidas de proteção ativas na Edificação Gama, visto que não houve alterações consideráveis nas proteções passivas.

Para fins de orçamento, os extintores foram separados levando em consideração o agente extintor, sua capacidade e a data de validade fornecida pelo fabricante, conforme ilustrado no Quadro 13.

Quadro 13 - Itens quantificados do sistema de proteção por extintores

Venda e instalação do sistema de extintores	
Item	Quantidade
Extintor de Gás Carbônico 6kg (validade 1 ano)	1
Extintor de pó químico 8kg abc (validade 3 anos)	10
Extintor de água 10L (validade 1 ano)	2

Fonte: autora (2023).

No sistema de hidrantes foi utilizada a vista 3D do sistema no Revit e uma tabela de quantitativos do software para quantificar os itens do Quadro 14. Além dos materiais específicos para o sistema de hidrantes, a venda e instalação dos itens da casa de bomba foram incluídas, uma vez que a bomba está diretamente interligada à tubulação de hidrante.

Quadro 14 - Itens quantificados do sistema de hidrantes

Venda e instalação do sistema de hidrantes	
Item	Quantidade
Válvula globo 2.1/2. 45° PN 16 castelo grooved p/ recalque	1
Válvula globo 2.1/2. 45° PN 16 (ranhurado)	4
Tubo de aço preto NBR 5580 1 sem rosca 4 x 6 m	30
Tubo de aço carbono preto (6 metros) NBR 5590 1 1"	1
Acoplamento flexível ranhurado 4" x 2 1/2" (73 mm)	18
Acoplamento rígido ranhurado 4"	150
Abrigo de mangueira 90x60x17cm	4
Adaptador storz 2.1/2 x 2.1/2 latao	1
Adaptador storz 1.1/2 x 2.1/2 latao	4
Tampão storz 1.1/2 latão	4
Chave storz 1.1/2"	8
Esguicho jato solido 1 1/2 latao	4
Mangueira de incêndio tipo 1 15m 1.1/2	8
Suporte cantoneira para tubulações	105
Registro de gaveta grooved 2.1/2 73 mm (ranhurado)	2
Válvula retenção horizontal 2.1/2" 73 mm PN 16 210lb grooved	3
Te ranhurado 4"	10
Cotovelo (joelho) ranhurado 4" x 90°	40
Redução concêntrica ranhurada 73" x 33.7 mm	1
Pressostato	1
Painel e bomba de incêndio 15cv	1
Manômetro	1
Tampa de ferro fundido	1
Válvula esfera 1 passagem red.	2

Fonte: Autora (2023).

Semelhante ao processo utilizado para o sistema de hidrantes, a contagem dos elementos no sistema de chuveiros automáticos foi realizada utilizando a tabela de itens fornecida pelo Revit e o modelo 3D correspondente. Os tubos, as saídas dos chuveiros automáticos, as válvulas e os registros foram quantificados de acordo com a tabela do Revit, enquanto os acoplamentos e as saídas dos chuveiros foram contabilizados com base na visualização 3D, uma vez que não foram encontradas famílias dessas conexões no Revit (Quadro 15).

Nos sistemas de detecção e alarme foram contabilizados os equipamentos e os insumos necessários para a execução da infraestrutura desses sistemas (Apêndice H). Devido à conexão desses equipamentos é essencial que os itens listados no Quadro 16 sejam provenientes do mesmo fabricante.

Quadro 15 - Itens quantificados do sistema de chuveiros automáticos

Venda e instalação do sistema de chuveiros automáticos	
Item	Quantidade
Tubo de aço carbono preto (6 metros) NBR 5590 1 1"	14
Tubo de aço carbono preto (6 metros) NBR 5590 1 1 1/2"	7
Tubo de aço carbono preto (6 metros) NBR 5590 1 2"	3
Tubo de aço carbono preto (6 metros) NBR 5590 1 2 1/2"	3
Cotovelo (joelho) ranhurado 1"	25
Cotovelo (joelho) ranhurado 1 1/2"	3
Cotovelo (joelho) ranhurado 2 1/2"	4
Te ranhurado 1"	2
Te ranhurado 1 1/2"	7
Te ranhurado 2"	4
Te ranhurado 2 1/2"	4
Acoplamento 1"	89
Acoplamento 1 1/2"	46
Acoplamento 2"	21
Acoplamento 2 1/2"	29
Redução conc. Ranhurada 1 1/2" x 1"	8
Redução conc. Ranhurada 2" x 1"	4
Acoplamento red. 2" x 1 1/2"	4
Acoplamento red. 2 1/2" x 2"	3
Acoplamento red. 2 1/2" x 1 1/2"	4
Acoplamento red. 2 1/2" x 1"	3
Acoplamento red. 4" x 2 1/2"	3
Saída chuveiro automático 1" x 1/2"	23
Saída chuveiro automático 1 1/2" x 1/2"	4
Saída chuveiro automático 2" x 1/2"	2
Saída chuveiro automático 2 1/2" x 1/2"	3
Registro de gaveta grooved 2.1/2 73 mm (ranhurado)	1
Válvula retenção horizontal 2.1/2" 73 mm PN16 210lb grooved	1
Manômetro	1
Pressostato	1

Fonte: Autora (2023).

Quadro 16 - Itens quantificados dos sistemas de detecção e alarme

Venda e instalação dos sistemas de alarme e detecção de incêndio	
Item	Quantidade
Detector optico de fumaça	20
Detector de temperatura endereçável	1
Acionador manual c/ sirene endereçável	4
Sinalizador sirene audiovisual convencional	4
Central de alarme de incêndio endereçável	1
Material elétrico p/ instalação	1

Fonte: Autora (2023).

Nos sistemas de sinalização e iluminação, foram contabilizadas todas as placas com o seu sentido descrito e as luminárias com sua potência (Quadro 17). Além disso, visto que a Edificação Gama já apresenta vários pontos de tomada, o orçamento dos insumos para instalação das luminárias foi incluído no valor da instalação.

Quadro 17 - Itens quantificados dos sistemas de sinalização e iluminação

Venda e instalação do sistema de sinalização e iluminação	
Item	Quantidade
Luminária 100 lumens	7
Luminária 1200 lumens	8
S1 placa de sinalização p/ direita 15x25	7
S2 placa de sinalização p/ esquerda 15x25	7
S3 placa de sinalização em frente 15x25	2
S12 placa de sinalização de saída 15x25	2

Fonte: Autora (2023).

Todos os itens listados do SPDA, conforme indicados no Quadro 18, foram minuciosamente quantificados com base nos materiais especificados no projeto ou em alternativas equivalentes, garantindo assim a adequada implementação do sistema e o atendimento aos padrões de segurança estabelecidos. Outrossim, os itens foram quantificados utilizando-se da planta baixa e de corte, visto que esse sistema foi elaborado no CAD.

Quadro 18 - Itens quantificados do SPDA

Venda e instalação do SPDA	
Item	Quantidade
Terminal estanhado de 1 compressão e 1 furo para cabo # 50,0mm ²	14
Bep tel 903 380x320x175mm - em aço com flange inferior, vedação na porta e acabamento em epóxi	1
Cabo de cobre nu #50,0mm ² de 7 fios de 3,00mm (nbr6524)	255
Caixa de inspeção em polipropileno rel 541 em pp com anti-uv e anti-chama 123x158x87mm - bocal 1" (DN 32)	14
Tampa para condutele de inspeção	14
Caixa de inspeção em polipropileno dimensão 300x300mm de altura	14
Tampa reforçada de ferro fundido com escotilha 300mm para caixa	14
Haste de aterramento alta camada 3/8 x2400mm	14
Conector em liga de cobre para conexão entre cabos 50mm e haste de 5/8" - 3/4"	14
Conector em liga de cobre para conexão de dois cabos 50mm-50mm	14
Grampo de conexão tipo x em alumínio para barras chatas	14
Barra chata de alumínio 7/8 x 1/8 (3 metros)	174
Porca sextavada 1/4 em alumínio	752
Parafuso autotarrachante em aço inox 4,2x32mm	200
Parafuso cabeça chata em alumínio 1/4 x 5/8	336
Curva 90° horizontal para barra de alumínio de 7/8 x 1/8 (70mm ²)	14
Bucha de nylon n°8	200
Fixador adericone de 45mm de diâmetro, com malha, parafuso 1/4 e porca em inox tel 755	783
Parafuso sextavo em inox 3/8 x 1 1/4	14
Porca sextava 3/8 x 1 1/4	14
Arruela lisa 1 1/4	14
Poliuretano	348
Eletroduto de PVC 1x3m (DN 32)	10
Abraçadeira tipo d cunha	90
Para-raios Franklin em latão cromado p/ 2 descidas h=350mm (completo)	1
Mini-captor	3

Fonte: Autora (2023).

Após quantificado, cotações foram feitas a partir dos fornecedores da Empresa X e foi escolhido o fornecedor que apresentou um equilíbrio entre preço, forma de pagamento e qualidade. Além disso, foi quantificado em quantos dias a obra seria finalizada. Dessa forma, a fim de assegurar a confidencialidade das informações apresentadas, os itens foram agrupados em subgrupos e fornecido os valores correspondentes a cada um deles, conforme detalhado no Apêndice I. No Quadro 19, o orçamento foi simplificado à venda e instalação de cada sistema a ser executado.

Quadro 19 - Orçamento simplificado de venda e instalação por sistema a ser executado

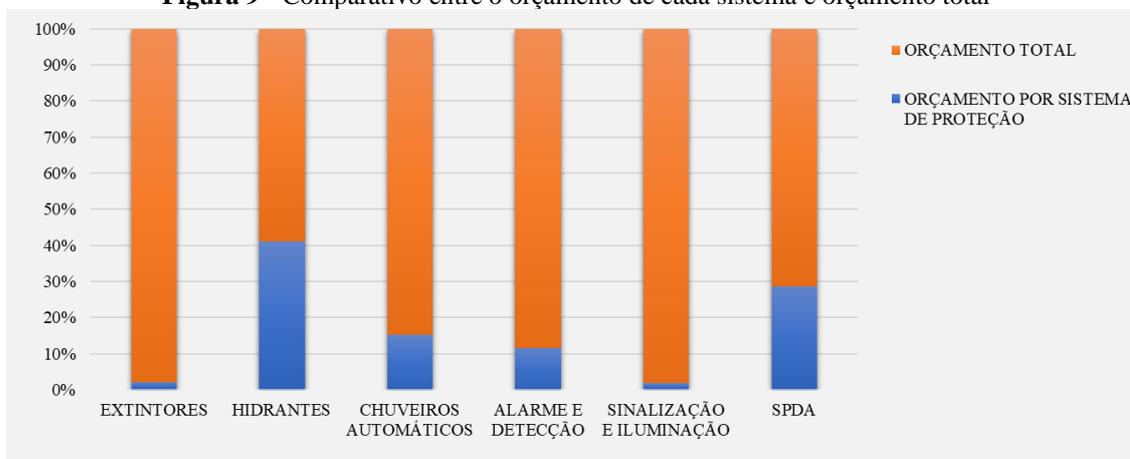
Obra: Edificação Gama			
Descrição de venda e instalação	Quantidade	Preço unitário	Total
Sistema de proteção por extintores	1	R\$ 5.335,72	R\$ 5.335,72
Sistema de hidrantes	1	R\$ 97.817,94	R\$ 97.817,94
Sistema de chuveiros automáticos	1	R\$ 36.666,88	R\$ 36.666,88
Sistemas de alarme e detecção de incêndio	1	R\$ 25.736,20	R\$ 25.736,20
Sistema de sinalização e iluminação	1	R\$ 4.420,05	R\$4.420,05
SPDA	1	R\$ 70.681,69	R\$ 70.681,69
		Total geral	R\$ 240.658,48

Fonte: Autora (2023).

Analisando o orçamento simplificado no Quadro 19, é notório que a execução do sistema de hidrantes e SPDA representam aproximadamente 70% (R\$ 168.499,63) referente ao orçamento total. Esse fato é resultado da grande quantidade de tubos de aço carbono e cabo de cobre NU 50 mm².

Pelos equipamentos das proteções ativas apresentarem preços discrepantes entre eles, foi comparado o custo de execução de cada sistema com o orçamento total (Figura 9).

Figura 9 - Comparativo entre o orçamento de cada sistema e orçamento total



Fonte: Autora (2023).

A partir da Figura 9 fica claro que o sistema de hidrante em conjunto com o SPDA representa aproximadamente 70% do custo para o cliente. Além de considerar os custos dos materiais envolvidos, é fundamental examinar minuciosamente a quantidade de tubos a serem instalados. Isso se deve ao fato de que a quantidade de tubulações tem um impacto direto na duração da execução do projeto, o que, por sua vez, afeta o valor total gasto com mão de obra. Portanto, essa análise detalhada é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para garantir que o projeto seja concluído dentro do prazo e do orçamento estabelecidos.

4 CONCLUSÕES

Durante a análise deste caso, foi possível aplicar os conhecimentos relacionados à prevenção e combate a incêndios e pânico, destacando a complexidade e a importância de uma abordagem cuidadosa na concepção de sistemas de segurança contra incêndios.

Inicialmente, por meio da análise da arquitetura da Edificação Gama e de sua atividade econômica, foi identificado o tipo de ocupação e a classe de risco baseado no COSCIP. Visto que todas as etapas posteriores dependem dessas duas classificações, foi feita uma análise minuciosa da edificação para essas classificações. Após definida o tipo de ocupação e a classe da Edificação Gama, foi possível identificar as medidas de proteção ativas e passivas a serem dimensionadas no PSCIP a partir da área construída e coberta, altura da edificação, número de pavimentos e tipo de ocupação.

As medidas de proteção ativas e passivas foram dimensionadas de acordo com as diretrizes estabelecidas no COSCIP. No entanto, em relação aos sistemas de chuveiros automáticos e ao Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), foi encontrado lacunas no referido normativo, tais como a falta de informações sobre o diâmetro da tubulação e as distâncias entre os terminais de descida. Para suprir essas lacunas, foi recorrido também às normas da ABNT, garantindo assim uma abordagem completa e rigorosa no dimensionamento desses sistemas.

O dimensionamento do PSCIP teve início com a aplicação da tecnologia BIM, utilizando o software Revit. No entanto, devido à diferença entre os símbolos dos equipamentos apresentados pelo COSCIP, que não estavam alinhados com os padrões da ABNT, e à falta de famílias completas de equipamentos em conformidade com o COSCIP, também foi utilizado a tecnologia CAD por meio do software AutoCAD. Portanto, durante o processo, foi constatado que a tecnologia BIM é eficaz para o dimensionamento das medidas de proteção passivas e para os sistemas de hidrante e chuveiros automáticos, permitindo uma abordagem mais precisa e

completa.

Além do BIM e CAD, é importante destacar o uso do software SHC, visto que através da programação o mesmo facilitou o dimensionamento das tubulações dos hidrantes e chuveiros automáticos, assim como a potência necessária da bomba elétrica para atender as pressões e vazões mínimas.

Através do planejamento orçamentário realizado, foi possível identificar uma dificuldade relacionada aos fornecedores locais. Os materiais necessários para o projeto foram cotados diretamente das fábricas, com a exceção dos componentes elétricos que foram cotados com fornecedores da região próxima à Palmares - PE. É notável que a maioria desses materiais provém das regiões Sudeste e Sul do país, o que ocasiona em prazos de entrega considerados extensos.

Ademais, para garantir a continuidade deste estudo, é essencial conduzir análises contínuas das normas vigentes, levando em consideração a localidade e quaisquer possíveis atualizações ao longo do tempo. Além disso, o uso de softwares como o AutoCAD, Revit e SHC é altamente recomendado para garantir detalhes e dimensionamento precisos. Visto que podem ser utilizadas em conjunto, dependendo das necessidades específicas do projeto.

Por fim, é fundamental que o projeto esteja em conformidade com os softwares e equipamentos disponíveis no mercado, permitindo uma avaliação contínua do equilíbrio entre custo e benefício durante sua implementação nas edificações. Essa prática é essencial para assegurar que o projeto esteja atualizado com as mais recentes tecnologias e produtos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419:2005** - Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10897:2020** - Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12693:2021** - Sistemas de proteção por extintores de incêndio. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ANDRE, Marli. O que é um estudo de caso qualitativo em educação?. **Revista da FAAEBA: Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, dez. 2013
. Disponível em <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-70432013000200009&lng=pt&nrm=iso>. acesso em 10 set. 2023.

BRENTANO, Telmo. **Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações**. 3.ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, 450 p.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de pesquisa-: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Penso Editora, 2021.

COGIC. **A tecnologia BIM e seus benefícios para a construção civil**. Disponível em:<https://www.cogic.fiocruz.br/2020/05/a-tecnologia-bim-e-seus-beneficios-para-a-construcao-civil/>. Acesso em: dezembro de 2022.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE PERNAMBUCO. **Vade Mecum - Legislações Contra Incêndio e Emergência**. Recife-PE: 2022.

COSCIP. **Código de segurança contra incêndio e pânico para o estado de Pernambuco**. Decreto nº 19.644, de 13 de março de 1997. Aprova o regulamento da Lei nº 11.186, de 22 de dezembro de 1994, e dá outras providências, Recife, 1997.

COSTA, Eveline. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

EASTMAN, Charles M; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **BIM handbook: A guide to Building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. John Wiley & Sons, 2011.

ELVERDIN, Andrés. **Projeto de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – Adaptação da Regulamentação para um edifício existente e Modelação em BIM**. Orientador: António Manuel Figueiredo Freitas de Oliveira. 2023. Dissertação (Mestrado em engenharia da construção e reabilitação) - ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO DE VISEU, [S. l.], 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MEIRA, Patrícia; ONO, Rosaria; OLIVEIRA, Fabiana. **Aplicação dos requisitos de proteção passiva para o Cross Laminated Timber – CLT segundo a ABNT NBR 15575:2021 Passive protection requirements for cross laminated timber according to ABNT NBR 15575:2021 Aplicación de los requisitos de protección passiva para la madera laminada cruzada – CLT según ABNT NBR 15575:2021**. Gestão & Tecnologia de Projetos. (2023). 17. 10.11606/gtp.v17i4.196689.

NASCIMENTO, Mariana. **Avaliação da utilização do conceito BIM em projeto de PPCI**. 2023. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, [S. l.], 2023.

PRATES, Vinícius. BIM avança no Brasil. **Construção Mercado**, São Paulo.[Consult. 8 Jan. 2013]. Disponível em:< <http://revista.construcaomercado.com.br/negociosincorporacao-construcao/112/artigo190520-1.asp> (2010).

SALES JÚNIOR, Ildenor. **Estudo de caso: projeto de combate a incêndio e pânico em um edifício na cidade de Itapipoca no estado do Ceará**. TCC (Graduação em Engenharia de Elétrica). Universidade Federal do Ceará. 2018.

SILVA, David Junior. **Projeto preventivo contra incêndio a partir da modelagem em BIM**. 2022.

TSE, Tao-chiu Kenny; WONG, Kam-din Andy; WONG, Kwan-wah Francis. The utilisation of building information models in nD modelling: a study of data interfacing and adoption barriers. **Journal of information technology in construction (ITcon)**, v. 10, n. 8, p. 85-110, 2005.

TSIB. Classificação de risco. SUSEP – Superintendência de Seguros Privados. 39. 1956

USP. **Legislação brasileira surgiu após incêndios de grandes proporções em SP**. 2014. Disponível em: <<https://www.poli.usp.br/noticias/426-legislacao-brasileira-surgiu-apos-incendios-de-grandes-proporcoes-em-sp.html>>. Acesso em: 3 set. 2023.

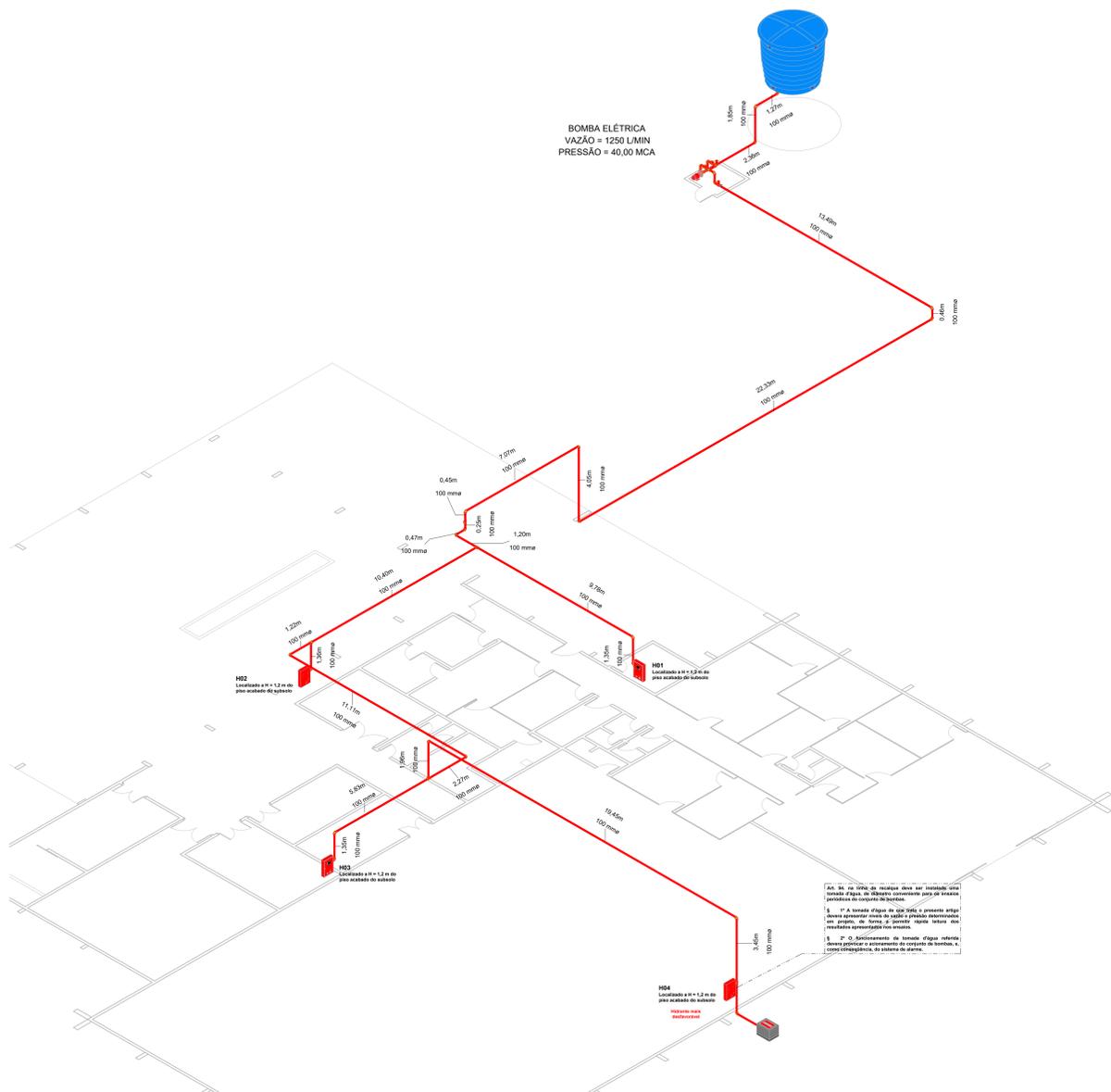
VOLK, Rebekka; STENGEL, Julian; SCHULTMANN, Frank. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs. **Automation in construction**, v. 38, p. 109-127, 2014.

APÊNDICE A - SETORES DA EDIFICAÇÃO

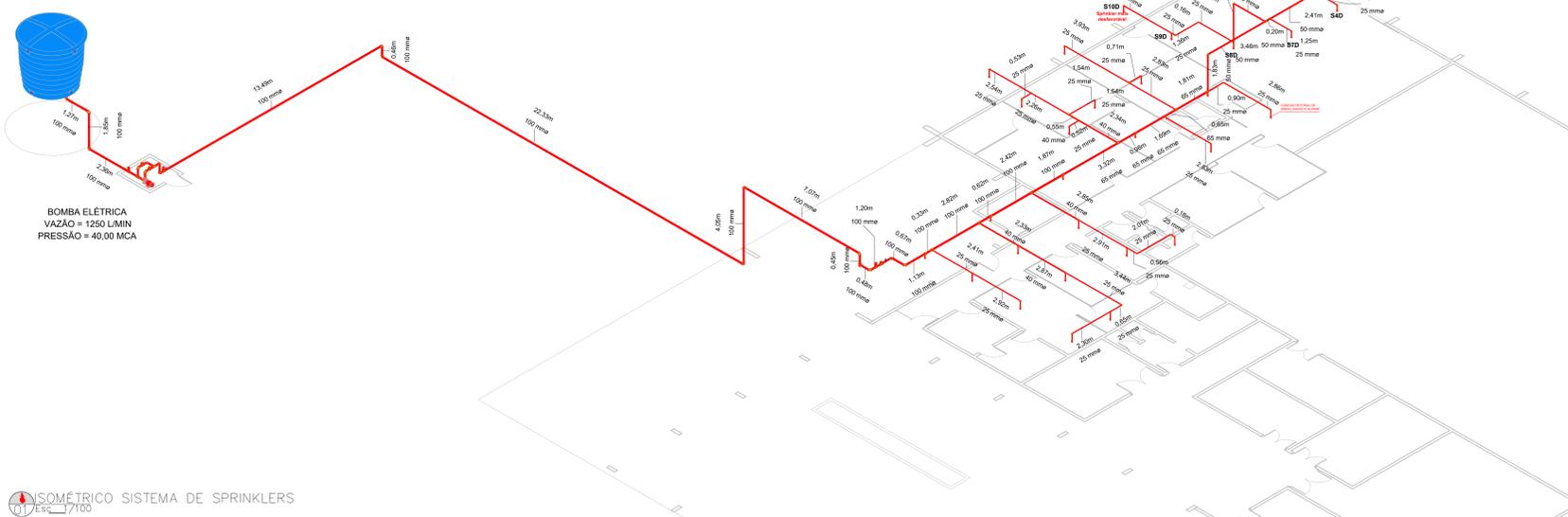
APÊNDICE B - ROTAS DE FUGA

APÊNDICE C - PSCIP 01 DE 05

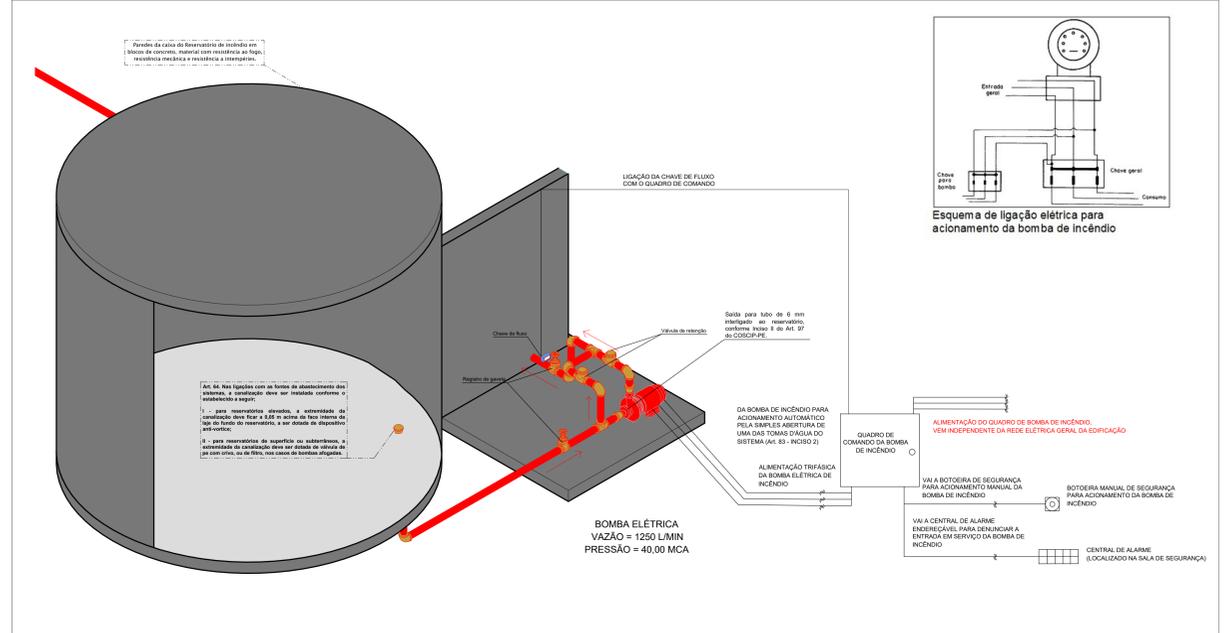
APÊNDICE D - PSCIP 02 DE 05



ISOMÉTRICO SISTEMA DE HIDRANTES
Esc. 1/100



ISOMÉTRICO SISTEMA DE SPRINKLERS
Esc. 1/100



DETALHE 1 - BOMBA DE INCÊNDIO E RESERVA TÉCNICA PARA INCÊNDIO
Esc. SEM ESCALA

QUADRO DE ÁREAS	
DESCRIÇÃO	ÁREA
TERRENO	15.937,83 m²
TERRÇO	1.805,87 m²
COBERTA	1.805,87 m²
TOTAL CONSTRUIDA	1.805,87 m²

APÊNDICE D - ISOMÉTRICO - PSCIP 02 DE 05

PROJETO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO UTILIZANDO TECNOLOGIA BIM
Graduanda Flaviany Kethilly Cavalcante Barbosa

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do - Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil
Prof.ª Dra. Maria Victória Leal de Almeida Nascimento

UFPE

RAZÃO SOCIAL: EDIFICAÇÃO GAMA

ENDEREÇO DO PROJETO: PALMARES - PE

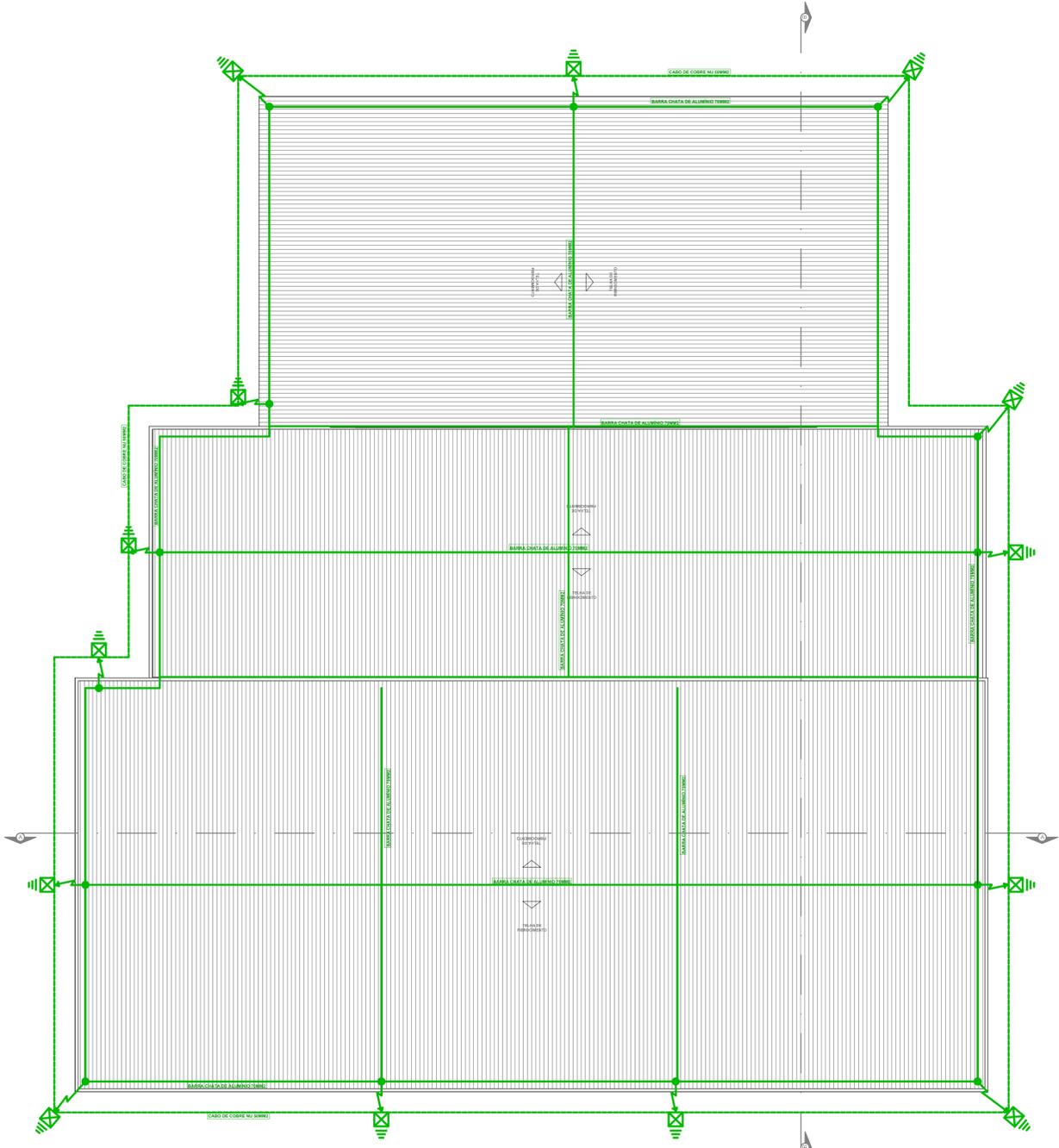
DESCRIÇÃO DO DESENHO: ISOMÉTRICO
DETALHAMENTO DA BOMBA DE INCÊNDIO E R.T.J

UNIDADE: METRO
ESCALA: INDICADA

APÊNDICE E - PSCIP 03 DE 05

APÊNDICE F - PSCIP 04 DE 05

APÊNDICE G - PSCIP 05 DE 05



LEGENDA DO SISTEMA DE SPDA

- CONDUTOR
- CASA DE INSPEÇÃO DE SPDA
- TERMINAL DE DESCIDA DE SPDA
- ▬ BARRA CHATA CONDUTORA DE ALUMÍNIO DE 80x10mm
- ▬ CORDOALHA DE COBRE NU DE ATERRAMENTO E DESCIDA DE 80x10mm
- CAPTOR TIPO FRANKLIN
- MINI CAPTOR

NOTAS:

1. O PROJETO DE SPDA DEVE SER EXECUTADO CONFORME AS NORMAS ABNT NBR 5555-1 E NBR 5555-2.
2. O ATERRAMENTO DEVE SER EXECUTADO EM COBRE OU EM ALUMÍNIO COM SEÇÃO DE 100x10mm.
3. A BARRA CHATA CONDUTORA DEVE TER SEÇÃO DE 80x10mm E DEVE SER SOLDADA À BARRA CHATA CONDUTORA DE ATERRAMENTO.
4. O CONDUTOR DEVE TER SEÇÃO DE 80x10mm E DEVE SER SOLDADO À BARRA CHATA CONDUTORA DE ATERRAMENTO.
5. O CONDUTOR DEVE TER SEÇÃO DE 80x10mm E DEVE SER SOLDADO À BARRA CHATA CONDUTORA DE ATERRAMENTO.
6. O CONDUTOR DEVE TER SEÇÃO DE 80x10mm E DEVE SER SOLDADO À BARRA CHATA CONDUTORA DE ATERRAMENTO.
7. O CONDUTOR DEVE TER SEÇÃO DE 80x10mm E DEVE SER SOLDADO À BARRA CHATA CONDUTORA DE ATERRAMENTO.
8. O CONDUTOR DEVE TER SEÇÃO DE 80x10mm E DEVE SER SOLDADO À BARRA CHATA CONDUTORA DE ATERRAMENTO.
9. O CONDUTOR DEVE TER SEÇÃO DE 80x10mm E DEVE SER SOLDADO À BARRA CHATA CONDUTORA DE ATERRAMENTO.
10. O CONDUTOR DEVE TER SEÇÃO DE 80x10mm E DEVE SER SOLDADO À BARRA CHATA CONDUTORA DE ATERRAMENTO.

PLANTA DE LOCAÇÃO E COBERTA
ESCALA 1/100

DETALHE 1
DETALHE DE INSTALAÇÃO
CASA DE INSPEÇÃO TIPO SOLO COM TAMPA REFORÇADA

DETALHE 2
DETALHE DE INSTALAÇÃO
CASA DE INSPEÇÃO NA COBERTA
CONDIÇÃO ENTRE CASA DE INSPEÇÃO E CABO DO ATERRAMENTO

DETALHE 3
DETALHE DE UTILIZAÇÃO
CONDUTOR E BARRA DE ATERRAMENTO

DETALHE 4
DETALHE DE UTILIZAÇÃO
CONDUTOR SÓLIDO NA MADEIRA DE ATERRAMENTO

DETALHE 5
DETALHE DA VAZIA PARA MADEIRA DE ATERRAMENTO

DETALHE 6
DETALHE DE INSTALAÇÃO
ENCOSTA DA BARRA CHATA DE ALUMÍNIO NA ALVENARIA

DETALHE 7
DETALHE DE INSTALAÇÃO
FIXAÇÃO E COBERTURA DE BARRA CHATA DE ALUMÍNIO

DETALHE 8
DETALHE DE INSTALAÇÃO
DEFINIÇÃO DA BARRA CHATA DE ALUMÍNIO

DETALHE 9
DETALHE DE INSTALAÇÃO
MANEJO DE CONDUTOR E BARRA CHATA DE ALUMÍNIO NA ALVENARIA

DETALHE 9
DETALHE DE INSTALAÇÃO
FIXAÇÃO DO TERMINAL AEREO EM TELA METALICA

DETALHE 10
Precaução: 110kV e 138kV. Aplicável em todos os condutores de descida de sistema de SPDA EXTERNO. REF.: TEL-010.

QUADRO DE ÁREAS

DESCRIÇÃO	ÁREA
TERRENO	15.937,83 m ²
TERRÇO	1.805,87 m ²
COBERTA	1.805,87 m ²
TOTAL CONSTRUIDA	1.805,87 m ²

APÊNDICE G - PLANTA DE LOCAÇÃO E COBERTA - PSCP 05 DE 05

PROJETO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO UTILIZANDO TECNOLOGIA BIM
Graduanda Flávia Kelly Cavalcante Barbosa

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do - Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil
Prof.ª Dra. Maria Victória Leal de Almeida Nascimento

UFPE
RAZÃO SOCIAL: EDIFICAÇÃO GAMA

ENDEREÇO DO PROJETO: PALMARES - PE

DESCRIÇÃO DO DESENHO: SPDA

UNIDADE	ESCALA
DETALHES	INDICADA

APÊNDICE H - INSUMOS DE ELÉTRICA DE ALARME E DETECÇÃO

Insumos para instalação de alarme e detecção	
Item	Quantidade
Perfilado metálico com 3 metros 38 x 38mm perfurado	16
Junta rápida l p/perfilado 38x38 pl	1
Junta rápida t p/perfilado 38x38 pl	2
Suspensão curto p/perfilado 38x38 pz	20
Emenda i perf 38x38 mm	32
Saída horizontal p/ perfilado	2
Clipe 1/4	80
Cabo de aço 1/8	200
Bucha 8mm	80
Parafuso 8mm	80
Tubo eletroduto PVC rígido soldável 25mm 11455 amanco	94
Conector reto flexor com rosca 3/4 tramontina 56127/022	200
Condulete múltiplo x 3/4 sem tampa 56200072 tramontina	100
Tampa cega	36
Abraçadeira aço 3/4 tipo d cunha zc	192
Tampão condulete múltiplo 3/4 tramontina	200
Cabo blindado p/ alarme	259
Cabo pp 4x1,5 (cabo de rede)	140

APÊNDICE I - ORÇAMENTO

Venda e instalação do sistema de hidrantes			
Item	Quantidade	Preço unitário	Total
Ponto de hidrante	4	R\$ 15.158,79	R\$ 60.635,17
Ponto de recalque	1	R\$ 15.158,79	R\$ 15.158,79
Material elétrico	1	R\$ 7.023,98	R\$ 7.023,98
Instalação painel da bomba	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
Instalação Sistemas de Hidrante	5	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
		Sub total	R\$ 97.817,94
Venda e instalação do sistema de chuveiros automáticos			
Item	Quantidade	Preço unitário	Total
Ponto de chuveiro automático	32	R\$ 695,84	R\$ 22.266,88
Instalação sistema de sprinkler	32	R\$ 450,00	R\$ 14.400,00
		Sub total	R\$ 36.666,88
Venda e instalação dos sistemas de alarme e detecção de incêndio			
Item	Quantidade	Preço unitário	Total
Ponto de detecção	21	R\$ 198,72	R\$ 4.173,12
Ponto de alarme	8	R\$ 239,65	R\$ 1.917,20
Material elétrico p/ instalação	1	R\$ 13.265,92	R\$ 13.265,92
Instalação sistemas de detecção e alarme	29	R\$ 220,00	R\$ 6.380,00
		Sub total	R\$ 25.736,24
Venda e instalação do sistema de sinalização e iluminação			
Item	Quantidade	Preço unitário	Total
Luminária	15	R\$140,27	R\$2.104,05
Placa de sinalização	18	R\$22,00	R\$396,00
Instalação sistemas de sinalização	18	R\$15,00	R\$270,00
Instalação sistemas de iluminação	15	R\$110,00	R\$1.650,00
		Sub total	R\$4.420,05
Venda e instalação do SPDA			
Item	Quantidade	Preço unitário	Total
Anel de aterramento edificação principal	1	R\$ 11.681,85	R\$ 11.681,85
Anel de aterramento casa de bomba e reservatório	1	R\$ 994,20	R\$ 994,20
Gaiola de Faraday	1	R\$ 34.667,14	R\$ 34.667,14
Captor Franklin e mini-captors casa de bomba e reservatório	1	R\$ 838,50	R\$ 838,50
Instalação do SPDA	1	R\$ 22.500,00	R\$ 22.500,00
		Sub total	R\$ 70.681,69
		Total geral	R\$ 240.658,51

FLAVIANNY KETHILLY CAVALCANTE BARBOSA

**PROJETO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO UTILIZANDO
TECNOLOGIA BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Aprovado em 05 de outubro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Maria Victória Leal de Almeida Nascimento (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Dannúbia Ribeiro Pires (Avaliadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Enga. Civil Ayelle Sirley da Silva Cavalcante (Avaliadora)
Planejar Caruaru Engenharia e Equipamentos de Segurança LTDA