



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

YALLIS JOSÉ DO NASCIMENTO CASTELO BRANCO

**ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO EM PRÉDIO
RESIDENCIAL UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM**

São Luís – MA

2024

YALLIS JOSÉ DO NASCIMENTO CASTELO BRANCO

**ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO EM PRÉDIO
RESIDENCIAL UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Civil.

**Orientador: Prof. Me. Wilson França
Ribeiro Filho**

São Luís – MA

2024

Castelo Branco, Yallis José do Nascimento

Adequação do sistema de combate a incêndio em prédio residencial utilizando a metodologia BIM / Yallis José do Nascimento Castelo Branco. – São Luís, MA, 2024.

33 f

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Me Wilson França Ribeiro Filho

1.Projeto de Prevenção e Combate ao Incêndio. 2.Metodologia BIM. 3.Retrofit. 4.Conformidade Normativa. I.Título.

CDU: 699.81

YALLIS JOSÉ DO NASCIMENTO CASTELO BRANCO

**ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO EM PRÉDIO
RESIDENCIAL UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil da Universidade Estadual do
Maranhão como requisito para obtenção
do título em Engenheiro Civil

Aprovado em: 20/08/2024

BANCA EXAMINADORA:

Professor Me. Wilson França Ribeiro Filho (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Professor Dr. Fernando Jorge Cutrim Demétrio (1º Examinador)
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Professor Esp. Arnaldo Pinheiro de Azevedo

SÃO LUÍS – MA

2024

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo presente da vida, pelo ânimo depositado em mim para nunca desistir, por iluminar meu caminho em meio às dificuldades nesses longos anos, por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Ao curso de Engenharia Civil, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação em realizar um ensino de qualidade, pelos excelentes profissionais que tanto contribuíram para minha graduação.

A UEMA, por oferecer ferramentas necessárias à minha formação acadêmica nessa graduação, pela oportunidade dada a mim para realizar a graduação e nunca desistir ao longo desses anos.

Ao professor Wilson França Ribeiro Filho, por ter sido meu orientador, ter desempenhado tal função com dedicação, paciência e amizade, e pela confiança depositada em mim para o desenvolvimento deste trabalho.

À administração do condomínio VGP, pelo fornecimento de dados que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Olinto Farias Castelo Branco e Yete do Nascimento Castelo Branco, por todo amor e apoio dado ao longo desses anos, que me incentivaram nos momentos difíceis durante o período de graduação, que nunca desistiram de acreditar nas minhas conquistas. Amo muito vocês e sem dúvidas farei de tudo para recompensar seus esforços.

A Thayná Cunha Bezerra, minha companheira da vida, por sempre estar ao meu lado nos momentos difíceis, respeitando e compreendendo minha ausência em momentos importantes nesse período de graduação. Te amo.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo adequar um projeto de prevenção e combate a incêndio para um prédio residencial existente em São Luís do Maranhão, utilizando a metodologia Building Information Modeling (BIM). O estudo concentra-se na avaliação do sistema de combate a incêndio atual, verificando sua conformidade com as Normas Brasileiras Vigentes, como por exemplo a NBR 9077 de 2001 de Saídas de Emergência, e na proposição de melhorias que aumentem a segurança e eficiência da edificação. O uso do BIM permite uma análise detalhada, integração de informações e simulação de cenários de risco, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões. Para tanto, recorreu-se a uma pesquisa de coleta de dados e estudo de caso, que gerou um maior conhecimento sobre o tema, possibilitando identificar a importância dos projetos de prevenção e combate ao incêndio. Além disso, foi elaborado um orçamento detalhado para as melhorias propostas, refletindo os custos necessários para alinhar o projeto às exigências normativas. Este trabalho destaca a importância e a eficácia do BIM em projetos de retrofit, assegurando que edificações existentes atendam aos mais altos padrões de segurança.

Palavras-chave: Projeto de prevenção e combate ao incêndio; Metodologia BIM; Retrofit; Conformidade Normativa.

ABSTRACT

This study aims to adapt a fire prevention and firefighting project for an existing residential building in São Luís of Maranhão, using the Building Information Modeling (BIM) methodology. The study focuses on evaluating the current firefighting system, verifying its compliance with current Brazilian Standards, such as NBR 9077 of 2001 for Emergency Exits, and proposing improvements that increase the safety and efficiency of the building. The use of BIM allows for detailed analysis, information integration and simulation of risk scenarios, providing a solid basis for decision-making. To this end, a data collection survey and case study were used, which generated greater knowledge on the subject, making it possible to identify the importance of fire prevention and firefighting projects. In addition, a detailed budget was prepared for the proposed improvements, reflecting the costs necessary to align the project with regulatory requirements. This study highlights the importance and effectiveness of BIM in retrofit projects, ensuring that existing buildings meet the highest safety standards.

Keywords: Firefighting and Fire Prevention Project; BIM Methodology; Retrofit; Regulatory Compliance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. JUSTIFICATIVA	11
3. OBJETIVOS.....	13
3.1 GERAL.....	13
3.2 ESPECÍFICOS.....	13
4. METODOLOGIA.....	14
4.1 AVALIAÇÃO DO SISTEMA ATUAL	15
4.1.1 Classificação do Edifício	15
4.1.1.1 Quanto à Ocupação.....	15
4.1.1.2 Quanto à Altura da Edificação.....	16
4.1.1.3 Quanto à Carga de Incêndio e Área de Risco	16
4.1.1.4 Quanto à Area Construída e Altura	18
4.1.1.5 Modelo do Sistema Atual de Incêndio do Edifício.....	19
4.2 PROPOSTA DE MELHORIA	20
4.2.1 Modelagem do Edifício para a Metodologia BIM	20
4.3. ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO PARA O PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE AO INCÊNDIO DO EDIFÍCIO.....	26
5. RESULTADOS	29
6. DISCUSSÃO.....	32
7. CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

A segurança contra incêndios é um aspecto crucial da gestão de edificações, especialmente em áreas urbanas onde a densidade populacional e a complexidade das construções aumentam os riscos de acidentes graves. No Brasil, muitos prédios existentes foram projetados e construídos antes da implementação das normas de segurança mais recentes, o que resulta em sistemas de combate a incêndio que frequentemente não atendem aos padrões vigentes. Isso destaca a necessidade de projetos de retrofit que garantam que esses edifícios estejam adequados às normas de segurança atuais.

Em 2022, foram contabilizadas 2041 ocorrências de incêndios estruturais no Brasil. Em 2023, houve um aumento de 8,9% nas notícias de incêndios estruturais (ISB, 2024). Esses incêndios ocorreram em depósitos, hospitais, escolas, hotéis etc. As categorias com maior número foram estabelecimentos comerciais, tais como lojas, shoppings, centers e supermercados.

Vale ressaltar que muitos incêndios podem ser apenas frações dos números reais de incêndios, seja pela negligência em relatar o ocorrido, pela falta de fiscalização dos equipamentos de prevenção de incêndio dos edifícios, ou pela falta de controle de qualidade em relação aos projetos de prevenção de incêndio que são aprovados e executados.

No Brasil, a mobilização para criação e aperfeiçoamento das medidas de segurança contra incêndio começou na década de 70, após ocorrer um dos maiores incêndios registrados no país, o Gran-Circus Norte-Americano, de 1961, e os edifícios Andraus e Joelma em 1972 e 1974, respectivamente.

A tecnologia desempenha um papel importante na prevenção e combate a incêndio, oferecendo soluções eficientes e inovadoras. Entre elas, temos a Internet das Coisas, onde há dispositivos baseados nessa tecnologia que permitem as suas conexões em uma rede, que possibilita a rápida detecção de princípios de incêndios. Porém, apesar de ser de extrema importância, essa tecnologia ainda não é totalmente utilizada para incêndios residenciais, pois demanda um alto valor de contribuição e determinação para executá-la.

A segurança contra incêndio passou a ser vista mundialmente como uma área da ciência e tecnologia, portando um segmento que merece ser pesquisado, desenvolvido e ensinado, assim, somada aos grandes incêndios brasileiros, surgiram às mudanças de comportamento e dos procedimentos, permitindo um grande avanço técnico, que precisa ser atualizado e revisado constantemente para acompanhar as mudanças urbanas e sociais. Assim, diversas tecnologias surgiram para auxiliar, como softwares, estudos pragmáticos, e leis

rigorosas para regulamentar e referenciar futuros projetos de prevenção e combate a incêndio e pânico.

A etapa para prevenção e combate ao incêndio é inicialmente a concepção do projeto. É onde estão todas as características da edificação, tais como desenhos técnicos em 2D e 3D, isométricos, dimensões, insumos, orçamento. Para essa etapa, temos diversos softwares que nos auxiliam em transformar um simples projeto feito em papel para o computador, onde teremos maior qualidade de vida ao elaborar e reunir dados para a realização dele. Paralelamente com o avanço de métodos e regulamentações de segurança contra incêndio, sistemas e softwares foram surgindo para auxiliar na criação de desenhos, projetos, tabelas, a fim de organizar esses dados e compartilhá-los.

Portando, pensar no projeto e pensar em formas mais eficientes ao projetar, são indispensáveis para garantir uma qualidade em qualquer projeto, em especial projeto de prevenção e combate a incêndio e pânico. Atualmente temos várias maneiras de realizar e elaborar projetos em conformidade normativa, em exemplo temos o BIM (Building Information Modeling), que sendo uma plataforma de desenvolvimento de projetos inteligentes, pode apresentar maior eficiência em todas as etapas da construção se bem trabalhado.

Os softwares que utilizam a metodologia BIM (Building Information Modeling), como REVIT, MS Project etc., realizam por meio de informações e interoperabilidade, uma melhor qualidade de transmissão de informações entre os usuários. Graças ao BIM, é possível recriar um modelo de edifício virtual que é uma simples representação tridimensional, mas sim um modelo dinâmico contendo uma série de informações sobre geometria, materiais, estruturas de apoio, instalações, custos, segurança etc.

A aplicação do BIM em projetos de retrofit permite não apenas a avaliação detalhada do sistema de combate ao incêndio existente, mas também a simulação de cenários de emergência e a proposição de melhorias que aumentem a eficácia e a segurança do edifício. Este estudo visa aplicar a metodologia BIM para avaliar e melhorar o sistema de combate a incêndio de um prédio residencial existente em São Luís do Maranhão, garantindo que ele esteja em conformidade com as normas de segurança vigentes.

Faz-se indispensável focar na parte de projeto, incluindo levantamento dos quantitativos de tubulações, reservatórios, sinalizações, chuveiros automáticos, saídas de emergência etc., tendo como base a tabela de preços estimados de insumos do SINAPI 03/2024, e ao obter os dados necessários para realizar essa comparação, alcançar o melhor resultado na metodologia.

2. JUSTIFICATIVA

A necessidade de garantir a segurança contra incêndios em edificações existentes é um desafio constante, especialmente em um país como o Brasil, onde muitas construções antigas não atendem plenamente às normas de segurança mais recentes. Incêndios em edifícios mal equipados ou com sistemas de combate a incêndio obsoletos podem ter consequências devastadoras, tanto em termos de vidas humanas quanto de perdas materiais. A modernização desses sistemas é, portanto, essencial.

No Brasil, ocorrem mais de 250 mil incêndios por ano, segundo os dados oficiais da Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP, 2020). Em casos de incêndios estruturais (indústrias, shoppings, hospitais, prédios comerciais e residenciais), houve um número monitorado pelo Instituto Sprinkler Brasil em 2023, onde o instituto conseguiu capturar 694 ocorrências de incêndio em 2021, tendo uma alta de 7,8% se comparada ao mesmo período no ano de 2022, onde foram noticiadas 725 ocorrências de incêndios.

O Instituto Sprinkler Brasil é uma organização sem fins lucrativos, onde o objetivo é difundir o uso de sprinklers nos sistemas de prevenção e combate a incêndio. Age realizando um monitoramento diário de notícias de incêndios no Brasil, onde números são divulgados pois os CBM estaduais recusam a publicar as estatísticas reais de incêndio. (Marcelo Lima, 2024)

Por meio do monitoramento diário de notícias de incêndios estruturais, o instituto conseguiu capturar 781 ocorrências de incêndios estruturais nos quatro primeiros meses de 2024, representando alta de 6,8% ante o mesmo período anterior, quando foram registradas 732 ocorrências. O consultor do ISB, Marcelo Lima, comenta a situação, que “esses casos refletem um conhecido problema de edificações, onde tradicionalmente ocorrem por problemas na qualidade de equipamento, falta de manutenção, erros de projeto e de instalação, problemas de treinamento da mão de obra. O estado exige a instalação de sistemas de incêndio, porém não há exigência em controle de qualidade, consequentemente podendo haver um má funcionamento no pior momento, ou seja, durante a ocorrência de incêndio”.

Tendo esses dados em vista, para incêndios estruturais – prédios residenciais, é necessário a apresentação de métodos para analisar os projetos e avaliar as condições dos prédios, ou seja, garantir a realização de testes periódicos no sistema de combate ao incêndio, para garantir que os equipamentos estejam em pleno funcionamento e prontos para uso em caso de emergência.

O Building Information Modeling (BIM), ou modelagem de informação da construção, é uma metodologia que nos apresenta novos procedimentos de trabalho que poupam tempo, otimizam custos e aumentam a produtividade e qualidade dos serviços nas diversas fases do ciclo de vida do edifício (projeto, construção, operação, manutenção, demolição (KYMELL, 2008)).

A metodologia BIM oferece uma solução eficiente para esse desafio, proporcionando uma plataforma integrada que permite a modelagem detalhada da edificação, a simulação de riscos e a avaliação da conformidade normativa. Ao utilizar o BIM, é possível identificar deficiências no sistema de combate a incêndio existente e propor melhorias que garantam a segurança da edificação. Este trabalho justifica-se pela necessidade de modernizar o sistema de combate a incêndio de um prédio residencial em São Luís do Maranhão, utilizando o BIM como ferramenta central para assegurar a conformidade com as normas de segurança vigentes.

Com a metodologia BIM, modelos virtuais precisos de uma edificação são construídos de forma digital, que oferecem suporte a todas as fases do projeto, proporcionando análise e controles melhores do que são possíveis com os processos manuais. Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrados que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos. O BIM também dá suporte à melhoria no gerenciamento de facilidades e às futuras modificações pelas quais o prédio pode passar.

Com isso, analisar o projeto de combate e prevenção ao incêndio na metodologia BIM e avaliar a situação do edifício nesta metodologia, é de extrema importância para obter uma boa avaliação de construção de um projeto por meio de análise de etapas, orçamentos, para que não ocorra imprevistos ao longo da vida útil da edificação. Como não há legislação federal sobre prevenção de incêndio em prédios residenciais, é dever do condomínio manter em dia o AVCB (Auto De Vistoria Do Corpo De Bombeiros), que deve ser renovada a cada três anos, implantando assim uma cultura de manutenção periódica nos equipamentos e sistemas da torre.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Elaborar um projeto de prevenção e combate a incêndio utilizando a metodologia BIM para um prédio residencial existente em São Luís do Maranhão, assegurando sua conformidade com as normas vigentes e a máxima segurança da edificação.

3.2 Específicos

Avaliar o sistema de combate a incêndio atualmente instalado no prédio, verificando sua conformidade com as normas brasileiras.

Utilizar a metodologia “BIM” com foco em aplicabilidade no edifício, descrevendo o projeto de combate e prevenção ao incêndio.

Sugerir melhorias no sistema de combate a incêndio utilizando a metodologia BIM, focando na correção de deficiências e na otimização da segurança da edificação.

Elaborar um orçamento detalhado com a implementação das melhorias propostas, baseando-se nos custos atualizados do mercado e nos insumos especificados.

4. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho baseia-se na aplicação do Building Information Modeling (BIM) para a avaliação, melhoria e orçamentação de um sistema de combate a incêndio em um prédio residencial existente em São Luís do Maranhão, com vida útil de 9 anos. O processo metodológico foi estruturado em três etapas principais:

a) Avaliação do Sistema Atual

Inicialmente, realizou-se uma classificação do edifício, para enquadrá-lo nas Normas Regulamentadoras Brasileiras, e então realizar um levantamento detalhado do sistema de combate a incêndio existente, utilizando o software REVIT para criar um modelo digital tridimensional da edificação. Este modelo incorporou informações sobre todos os componentes do sistema, como sprinklers, extintores, saídas de emergência e tubulações. A análise concentrou-se na verificação da conformidade do sistema com as normas brasileiras vigentes, em especial a NBR 9077/2001, que regula as saídas de emergência e outros aspectos críticos de segurança. Foram identificadas deficiências significativas, como a ausência de sprinklers em áreas de alto risco, inadequação das saídas de emergência.

b) Proposta de Melhorias

Com base nos dados coletados e nas deficiências identificadas, foi desenvolvido um novo projeto de combate a incêndio utilizando o BIM. A metodologia BIM permitiu a simulação de diferentes cenários de incêndio e evacuação, facilitando a proposição de soluções precisas e eficientes. As melhorias sugeridas incluíram a reconfiguração das saídas de emergência para melhor fluxo de evacuação, o reposicionamento e adição de sprinklers em áreas críticas, e a atualização de extintores e outros equipamentos de segurança. Essas melhorias foram integradas ao modelo BIM, que serviu como base para a elaboração de um orçamento proposto para melhorar o sistema de prevenção e combate ao incêndio.

c) Elaboração de um Orçamento

A partir do modelo BIM atualizado, foi possível calcular com precisão as quantidades de insumos necessários para a implementação das melhorias propostas. Utilizando

os custos unitários fornecidos pelo SINAPI e considerando os preços de mercado, foi elaborado um orçamento detalhado que inclui todos os componentes do novo sistema de combate a incêndio, bem como os custos de instalação e mão de obra. Este orçamento foi projetado para garantir que o projeto esteja dentro dos limites financeiros, ao mesmo tempo em que assegura a conformidade normativa e a segurança da edificação.

4.1 Avaliação do Sistema Atual

4.1.1 Classificação do Edifício

Para analisar o edifício residencial, é preciso classificá-lo de acordo com a norma técnica do seu estado. Essa Norma Técnica Regulamentadora é baseada no Decreto Nº 63.911 de 2018 do Estado de São Paulo. Esse Decreto instrui o regulamento de segurança contra incêndios das edificações e áreas de risco de São Paulo. Por ser o estado com mais ocorrências de incêndios em edifícios, o decreto virou referência para os outros Estados basearem suas normas técnicas.

O Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Maranhão utilizou esse decreto para criar a Norma Técnica Regulamentadora Nº 1 de 2019. Ela tem como objetivo estabelecer procedimentos administrativos, que norteia o serviço de prevenção e combate a incêndios, assim como se refere a processos de vistoria, licenciamento, fiscalização e recursos administrativos de edificações, estabelecimentos, áreas de riscos e eventos que possam ocorrer no Estado.

O edifício a ser analisado está na cidade de São Luís – MA, então fora realizada a sua classificação de acordo com a NR Nº 1 de 2019; quanto à ocupação, altura da edificação, carga de incêndio e áreas de risco, e enfim as medidas de segurança para compor o edifício.

4.1.1.1 Quanto à Ocupação

Foi feito uma análise e pesquisa de campo para analisar a ocupação que há no edifício. Nessa pesquisa, os dados coletados foram que edifício é residencial, tem 10 andares, 4 apartamentos por pavimento, com 2 ou mais pessoas por apartamento.

De acordo com a Tabela 1 da NR Nº 01 de 2019, a edificação se enquadra no Grupo A, com ocupação Residencial, Divisão A – 2, que é uma habitação multifamiliar.

Tabela 1: Classificação da Edificação e Área de Risco quanto à Ocupação.

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais
		A-2	Habitação multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos. Capacidade máxima de 16 leitos

Fonte: CBM – MA (2019)

4.1.1.2 Quanto à Altura da Edificação

De acordo com a NBR 9077/2001 – Saídas de Emergência em Edifícios, o conceito da altura da edificação, ou altura descendente, é medida em metros entre o ponto que caracteriza a saída ao nível de descarga (onde ocorre a evacuação das pessoas), ao ponto mais alto do piso do último pavimento habitável, não considerando pavimentos superiores destinados exclusivamente a áticos, casas de máquinas, barrilete, reservatório de água e semelhantes.

A edificação tem 34 metros no total (10 pavimentos, casa de máquinas e reservatório de água). Portanto, ao excluir a casa de máquinas e reservatório de água, tem-se uma edificação de 27 metros, e então será classificada como Tipo V, Edificação Mediamente Alta (NR 1/2019).

Tabela 2: Classificação da Edificação quanto à Altura.

Tipo	Denominação	Altura (H)
I	Edificação Térrea	Um pavimento
II	Edificação Baixa	$H \leq 6,00$ m
III	Edificação de Baixa-Média Altura	$6,00$ m < $H \leq 12,00$ m
IV	Edificação de Média Altura	$12,00$ m < $H \leq 23,00$ m
V	Edificação Mediamente Alta	$23,00$ m < $H \leq 30,00$ m
VI	Edificação Alta	Acima de 30,00 m

Fonte: CBM – MA (2019)

4.1.1.3 Quanto à Carga de Incêndio e Área de Risco

A NR N° 14/2021 – Carga de Incêndio, explica que a Carga de Incêndio é a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis contidos em um espaço. Por se tratar de um valor que varia de acordo com as características do ambiente, é preciso analisar detalhadamente cada aspecto da edificação. Isso significa avaliar componentes, como os revestimentos dos pisos, forro, as paredes, as divisórias. No caso desses fatores, por se tratar de materiais inerentes ao local, são

chamados de “carga de incêndio incorporada”. Há também a “carga de incêndio temporal”, que diz respeito a todos os materiais de edificação, como peças de mobiliários, livros, papéis, materiais de consumo etc.

Outros pontos precisam ser observados quando se trata de Cargas de Incêndio, como:

- Local do início de incêndio no ambiente;
- Condições climáticas (temperatura, umidade relativa);
- Abertura de ventilação do ambiente;
- Projeto arquitetônico do local;
- Medidas de prevenção de incêndio existentes.

O cálculo da carga de incêndio é levado em consideração o poder calorífico total sob a área total da edificação. Em um edifício residencial, há várias componentes para realizar a soma do poder calorífico total. Porém, como é um edifício de alvenaria estrutural, e não há depósitos de materiais para agregar o poder calorífico total para o cálculo da carga de incêndio, pelo anexo A da NR N° 14/2021, temos o valor tabelado da carga de incêndio como sendo 300 MJ/m² (Mega Joules por metro quadrado).

Tabela 3: Classificação da Edificação quanto à Carga de Incêndio.

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	CNAE	Carga de incêndio (MJ/m ²)
Residencial	Condomínios prediais	A-2	8112-5/00	300
	Apartamentos	A-2	8112-5/00	300
	Casas térreas ou sobrados	A-3	-	300
	Pensionatos	A-1	5590-6/03	300

Fonte: CBM – MA (2021)

Pela Tabela 3 da NR 01/2019, com o valor da carga de incêndio definido, temos como classificação do edifício de acordo com sua área de risco. Área de Risco Baixo, com uma carga de incêndio menor ou igual a 300 MJ/m² (Mega Joules por metro quadrado):

Tabela 4: Classificação da Edificação quanto à Área de Risco.

Risco	Carga de Incêndio (q_{fi}) em MJ/m ²
Baixo	$q_{fi} \leq 300$
Médio	$300 < q_{fi} \leq 1.200$
Alto	Acima de 1.200

Fonte: CBM – MA (2019)

4.1.1.4 Quanto à Área Construída e Altura

O tópico de altura da edificação auxiliou a classificação do edifício pela altura. Como a edificação tem 27 metros, e se enquadra na categoria de Grupo A – Residencial, de acordo com a Tabela 6A da NR 01/2019, temos um edifício com área superior a 750 m² (Setecentos e Cinquenta metros quadrados) e altura superior a 12 m (doze metros), e a seguinte tabela aponta todas as medidas de segurança contra incêndio necessárias para se ter no edifício analisado.

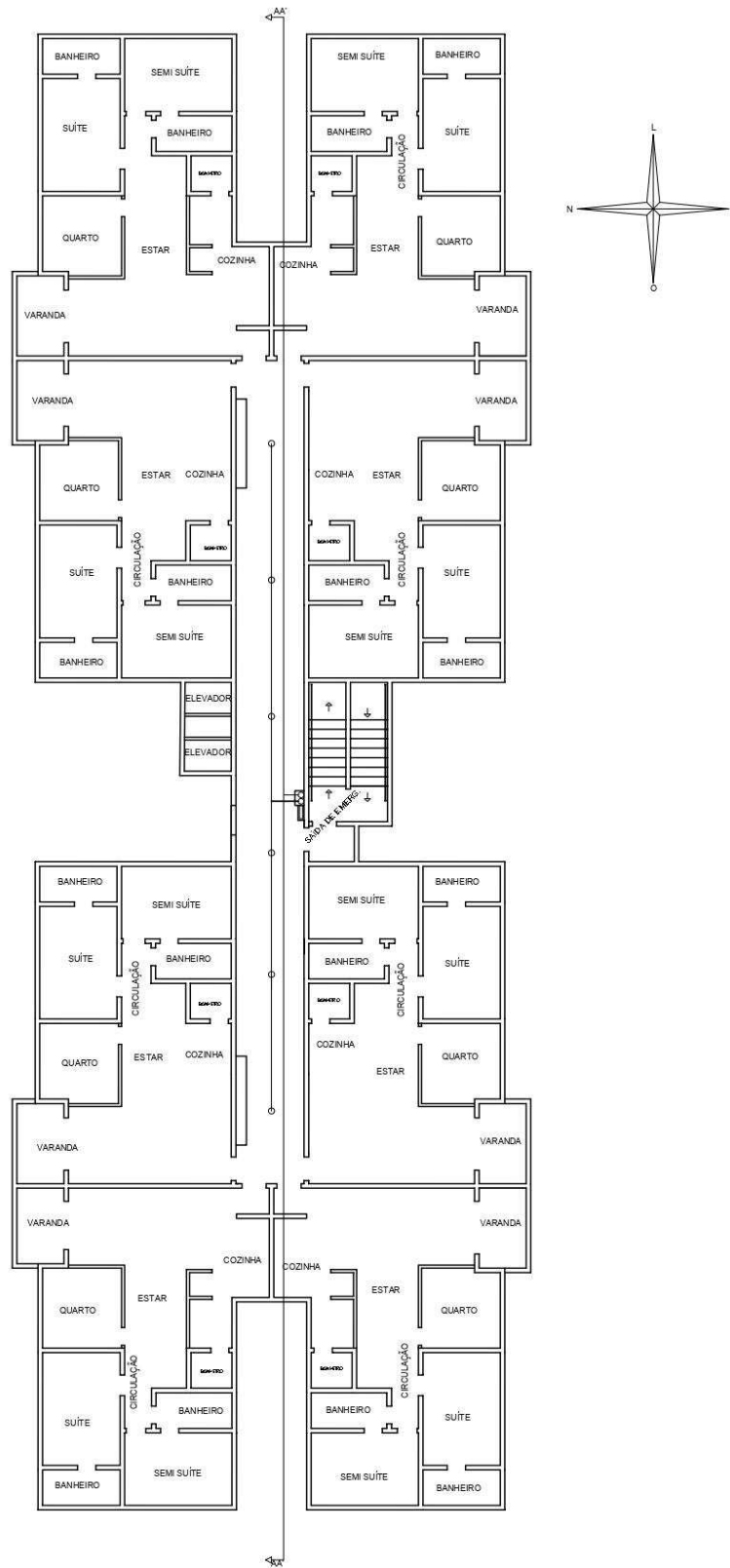
Tabela 5: Classificação da Edificação quanto à Área Construída superior a 750 m² e Altura superior a 12,00 m.

Grupo de Ocupação e uso	GRUPO A - RESIDENCIAL					
Divisão	A - 1 (Condomínios Horizontais), A - 2 A - 3					
Medidas de Segurança Contra Incêndio	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	x	x	x	x	x	x
Segurança Estrutural Contra Incêndio	x	x	x	x	x	x
Compartimentação Horizontal ou de Áreas	x ⁴	x ⁴	x ⁴	x ⁴	x ⁴	x ⁴
Compartimentação Vertical	-	-	-	x ²	x ²	x ²
Controle de Materiais de Acabamento	-	-	-	x	x	x
Saídas de Emergência	x	x	x	x	x	x ¹
Iluminação de Emergência	x	x	x	x	x	x
Sinalização de Emergência	x	x	x	x	x	x
Extintores	x	x	x	x	x	x
Brigada de Incêndio	x	x	x	x	x	x
Central de Gás ⁵	x	x	x	x	x	x
Alarme de Incêndio	x ³	x ³	x ³	x ³	x ³	x
Hidrantes e/ou Mangotinhos	x	x	x	x	x	x

Fonte: CBM – MA (2019)

Nota 3. O sistema de alarme deve ser setorizado junto à portaria, desde que tenha vigilância 24h.

4.1.1.5 Modelo do Sistema Atual de Incêndio do Edifício



Fonte: Autor (2024)

4.2 Proposta de Melhoria

Com base nos dados coletados e nas deficiências identificadas, foi desenvolvido um novo projeto de combate a incêndio utilizando o BIM. A metodologia BIM permitiu a simulação de diferentes cenários de incêndio e evacuação, facilitando a proposição de soluções precisas e eficientes. As melhorias sugeridas incluíram a reconfiguração das saídas de emergência para melhor fluxo de evacuação, o reposicionamento e adição de sprinklers em áreas críticas, e a atualização de extintores e outros equipamentos de segurança. Essas melhorias foram integradas ao modelo BIM, que serviu como base para a elaboração dos documentos técnicos e do orçamento.

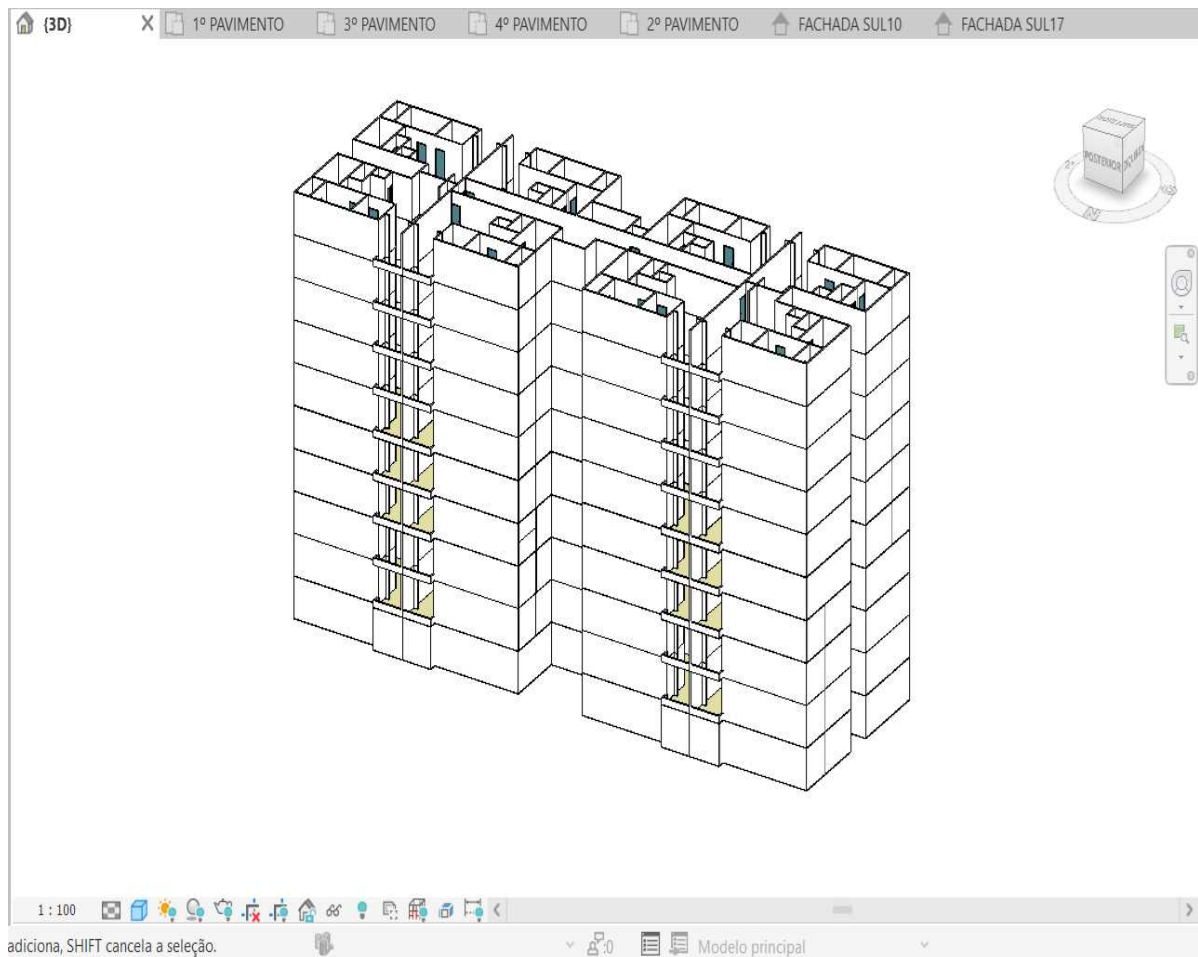
No software REVIT, a automação e integração de dados complementares auxiliam melhor na análise do projeto, indo além do detalhamento de quantidades e tabelas, trazendo a edificação ao 3D, informações sobre os insumos do projeto, orçamentos, que auxiliam melhor a construção do projeto por completo.

4.2.1 Modelagem do Edifício para a Metodologia BIM

Na modelagem em BIM, nota-se que há uma gama de possibilidades para adicionar no projeto, como especificações dos itens, representações em modelos em 3D deles. Tais possibilidades facilitam a trabalhabilidade do projeto ao reduzir prazos de execuções de desenhos, trabalhar e acrescentar informações necessárias durante a execução da obra.

No software REVIT, há ferramentas que nos auxiliam na elaboração de desenhos e modelos, ao ponto de conseguirmos reduzir o tempo de trabalho de tais desenhos, onde pode-se usar essa economia em outros objetivos do projeto, como preenchimento das especificações dos itens que regem o projeto, cronograma no caso de obras recorrentes.

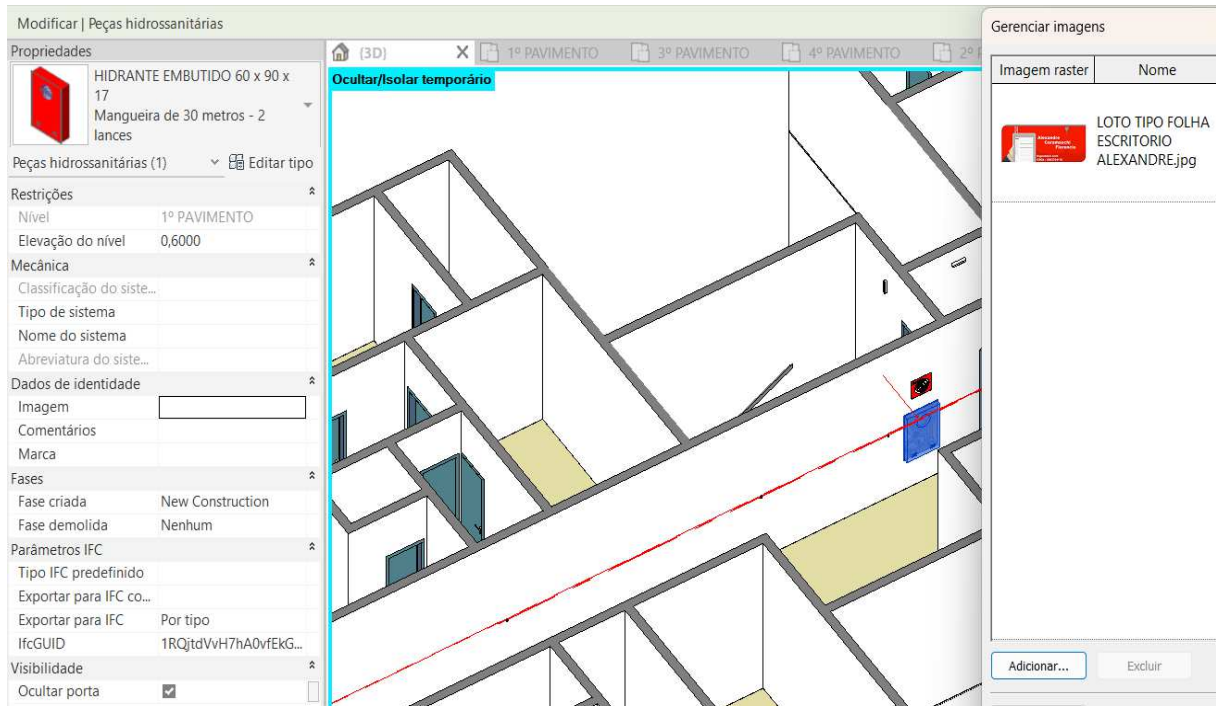
Figura 4: Aplicação 3D da Edificação no software REVIT.



Fonte: Autor (2024)

No exemplo a seguir, temos a adição de informações para o hidrante embutido 60 x 90 x 17 cm, onde podemos abordar suas características, como elevação no nível do andar, tipo de hidrante, tamanho da mangueira do hidrante, sua marca, se entra ou não na etapa da obra de demolição (caso seja feita uma reforma), entre outras.

Figura 5: Informações especificadas do modelo de Hidrante usado no software REVIT, para a metodologia BIM.

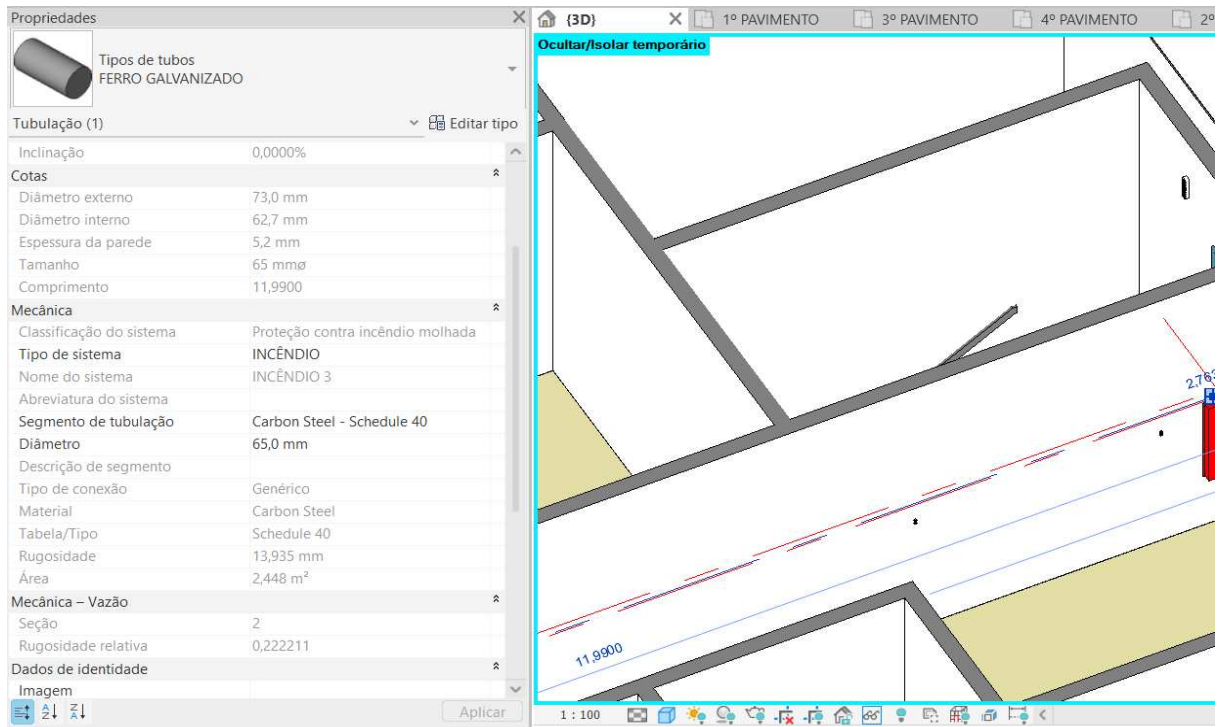


Fonte: Autor (2024)

Tais informações podem ser adicionadas para quaisquer tipos de elementos para o projeto de prevenção e combate ao incêndio, como forma de agilizar e organizar todos os elementos ao elaborar o projeto.

Nesse outro exemplo a seguir, para o tipo de tubo utilizado na tubulação do projeto, podemos ver as informações sobre o tipo de tubo, em qual sistema ele se encaixa, sua classificação, suas dimensões, diâmetro, área, dentre outras características específicas do material.

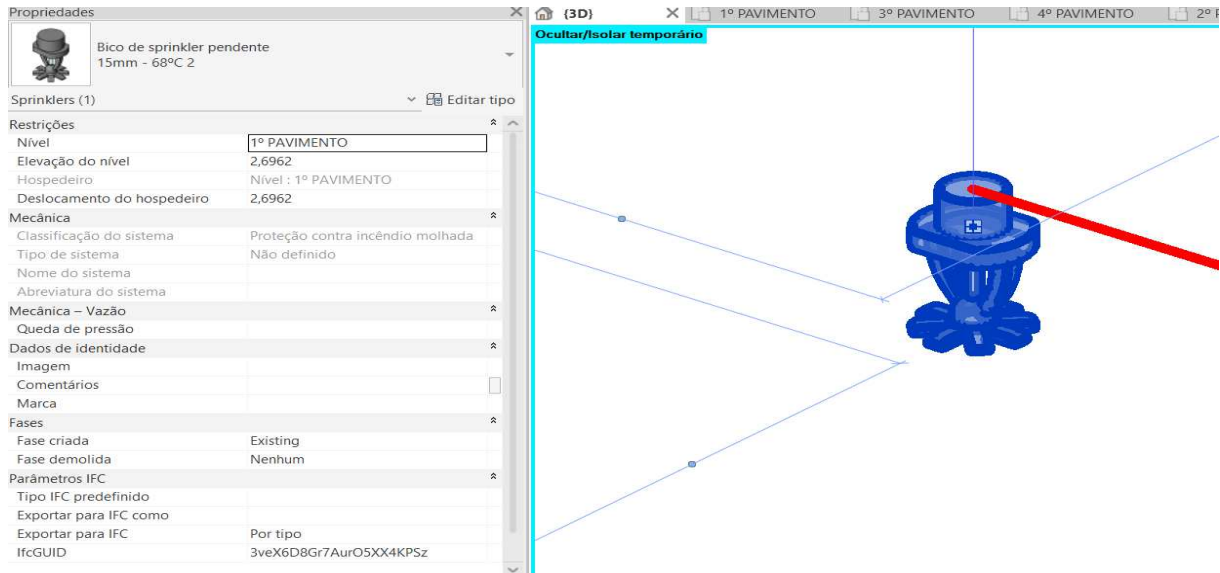
Figura 6: Informações especificadas do modelo de tubulação usado no software Revit, para a metodologia BIM.



Fonte: Autor (2024)

Nesse exemplo temos um chuveiro automático, desenhado em 3D para facilitar o seu uso no projeto, bem como algumas características, como tipo “pendente, altura de 15 mm, e sua temperatura de 68 °C para disparo imediato. Esses dados foram colhidos na tabela do SINAPI e transportados para o software REVIT.

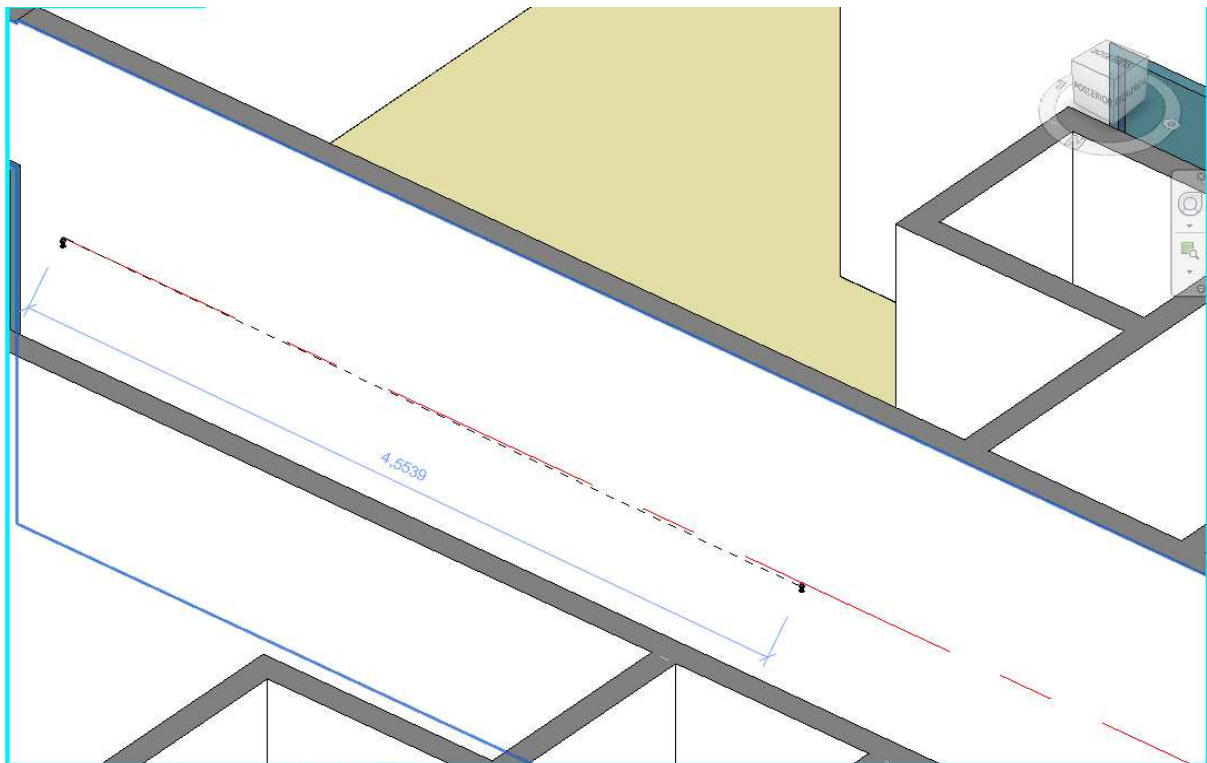
Figura 7: Informações especificadas do modelo de Sprinkler usado no software REVIT, para a metodologia BIM.



Fonte: Autor (2024)

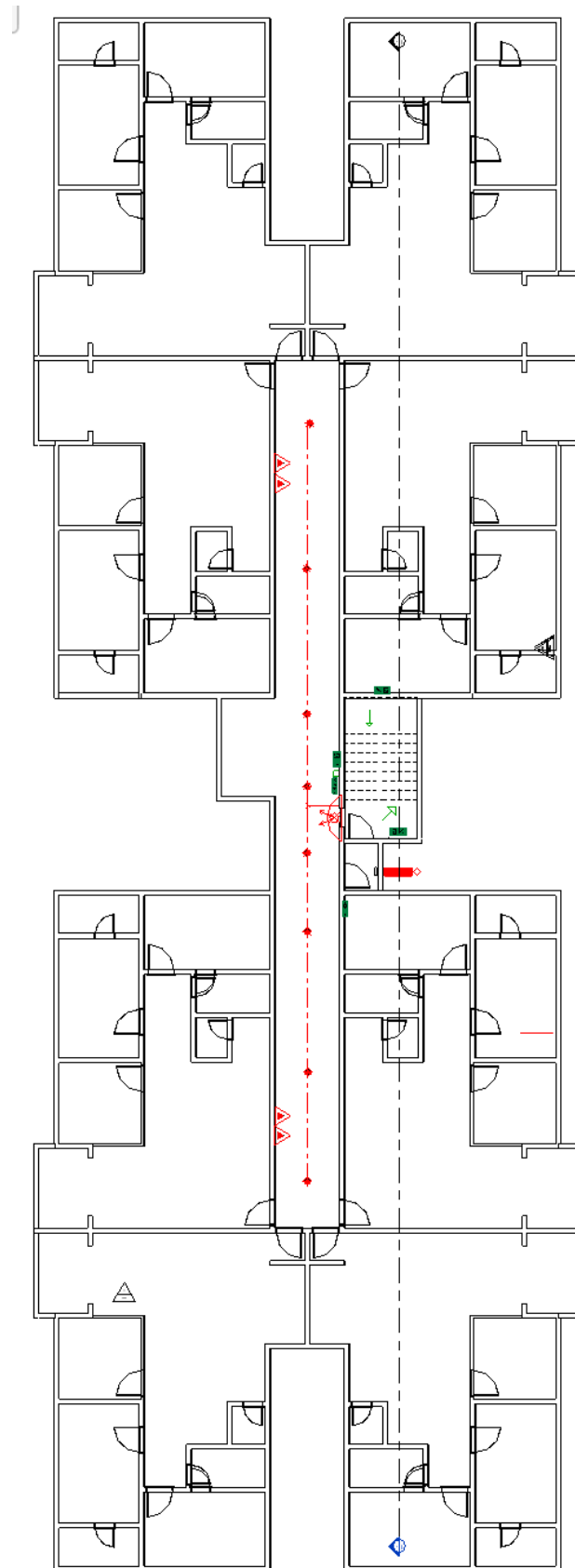
Segundo a NBR 10867 de 2020, a distância máxima entre sprinklers é de 4,60 m.

Figura 8: Informações especificadas segundo a NBR 10867 de 2020 para a distância máxima entre Sprinklers, usado no software REVIT, para a metodologia BIM.



Fonte: Autor (2024)

Figura 8: Planta Baixa de um dos pavimentos da Edificação no software REVIT, com uma proposta de melhoria para o sistema de prevenção e combate ao incêndio.



Fonte: Autor (2024)

4.3. Elaboração do Orçamento para o Projeto de Prevenção e Combate ao Incêndio do Edifício

Tradicionalmente, a orçamentação de um projeto de construção ocorre por meio do uso de planilhas de custos alimentadas com dados quantitativos retirados manualmente dos desenhos 2D do projeto multiplicados pela unidade de custo de material, equipamento, mão-de-obra e assim por diante (ABANDA et al., 2020).

Para fazer um orçamento para o governo, é utilizado tabelas oficiais (SINAPI, SICRO etc.), como forma de garantir que os custos inseridos no orçamento sejam os mais justos para a empresa contratada (VASCONCELOS, 2020). Já para empresas privadas (que é o caso da edificação deste projeto), as fontes de pesquisas não são rígidas, baseando os valores no mercado local, dando maior veracidade ao orçamento elaborado (VASCONCELOS, 2020). Porém, a planilha orçamentária deste projeto utilizou os valores do SINAPI como valores de custos unitários médio a ser usado para se ter um melhor estimativa e embasamento ao realizar o orçamento do projeto.

Após a realização dos projetos em ambos os softwares, os insumos foram transportados para o Microsoft Excel, onde fora realizada a planilha orçamentária. Algumas informações da planilha orçamentária foram cedidas com o auxílio do condomínio, pois há áreas (reservatórios e bombas) onde é proibido a entrada de qualquer pessoa que não seja funcionário do próprio ou de quem realiza suas manutenções. Portanto, as quantidades de conexões hidráulicas (cotovelos, luvas de redução, joelhos, niples, união, tes de ferro, válvulas, registros de pressão), bombas e manômetros, foram pré especificadas de acordo com o condomínio para realizar a conclusão da planilha. Exceto tais conexões hidráulicas, os quantitativos de tubulações, sprinklers, saídas de emergência, placa de sinalizações, entre outras, foram realizados e transportados para a planilha de acordo com o que fora coletado pelo projeto.

Quadro 2: Planilha Orçamentária do Projeto de Prevenção e Combate ao Incêndio.

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QTD (ANTES)	QTD (REVIT)	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL (ANTES)	VALOR TOTAL EM BIM
1	INSTALAÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIO						
1.1	HIDRANTES E EXTINTORES					R\$ 33.516,29	R\$ 54.297,54
1.1.1	EXTINTOR DE INCENDIO PORTATIL COM CARGA DE GAS CARBONICO CO2 DE 6 KG, CLASSE BC	UND	20,00	41,00	R\$ 750,00	R\$ 15.000,00	R\$ 30.750,00
1.1.2	EXTINTOR DE INCENDIO PORTATIL COM CARGA DE AGUA PRESSURIZADA DE 10 L, CLASSE A	UND	18,00	41,00	R\$ 218,75	R\$ 3.937,50	R\$ 8.968,75
1.1.3	CAIXA DE INCENDIO/ABRIGO PARA MANGUEIRA, DE EMBUTIR/INTERNA, COM 90 X 60 X 17 CM, EM CHAPA DE ACO, PORTA COM VENTILACAO, VISOR COM A INSCRICAO "INCENDIO", SUPORTE/CESTA INTERNA PARA A MANGUEIRA, PINTURA ELETROSTATICA VERMELHA	UND	11,00	11,00	R\$ 375,00	R\$ 4.125,00	R\$ 4.125,00
1.1.4	HIDRANTE SUBTERRANEO, EM FERRO FUNDIDO, COM CURVA LONGA E CAIXA, DN 75 MM	UND	1,00	1,00	R\$ 3.320,95	R\$ 3.320,95	R\$ 3.320,95
1.1.5	MANGUEIRA DE INCENDIO, TIPO 1, DE 1 1/2", COMPRIMENTO = 30 M, TECIDO EM FIO DE POLIESTER E TUBO INTERNO EM BORRACHA SINTETICA, COM UNIOES ENGATE RAPIDO	UND	11,00	11,00	R\$ 648,44	R\$ 7.132,84	R\$ 7.132,84
1.2	PLACAS DE SINALIZAÇÃO					R\$ 680,04	R\$ 1.583,73
1.2.1	PLACA DE SINALIZACAO DE SEGURANCA CONTRA INCENDIO, FOTOLUMINESCENTE, RETANGULAR, *12 X 40* CM, EM PVC *2* MM ANTI-CHAMAS (SIMBOLOS, CORES E PICTOGRAMAS CONFORME NBR 16820)	UND	20,00	50,00	R\$ 28,83	R\$ 576,60	R\$ 1.441,50
1.2.2	PLACA INDICATIVA DE PROIBIDO FUMAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	8,00	11,00	R\$ 12,93	R\$ 103,44	R\$ 142,23
1.3	BOMBAS DE INCÊNDIO					R\$ 11.161,92	R\$ 11.161,92
1.3.1	BOMBA CENTRIFUGA MOTOR ELETRICO TRIFASICO 5HP, DIAMETRO DE SUCCAO X ELEVACAO 2" X 1 1/2", DIAMETRO DO ROTOR 155 MM, HM/Q: 40 M / 20,40 M3/H A 46 M / 9,20 M3/H	UND	1,00	1,00	R\$ 4.388,58	R\$ 4.388,58	R\$ 4.388,58
1.3.2	BOMBA CENTRIFUGA MOTOR ELETRICO TRIFASICO 2,96HP, DIAMETRO DE SUCCAO X ELEVACAO 1 1/2" X 1 1/4", DIAMETRO DO ROTOR 148 MM, HM/Q: 34 M / 14,80 M3/H A 40 M / 8,60 M3/H	UND	1,00	1,00	R\$ 2.524,50	R\$ 2.524,50	R\$ 2.524,50
1.3.3	MOTOBOMBA CENTRIFUGA, MOTOR A GASOLINA, POTENCIA 5,42 HP, BOCAIS 1 1/2" X 1", DIAMETRO ROTOR 143 MM HM/Q = 6 MCA / 16,8 M3/H A 38 MCA / 6,6 M3/H	UND	1,00	1,00	R\$ 4.248,84	R\$ 4.248,84	R\$ 4.248,84
1.4	TUBULAÇÕES E CONEXÕES HIDRÁULICAS					R\$ 68.808,54	R\$ 74.647,02
1.4.1	TUBO ACO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE LEVE, DN 65 MM (2 1/2"), E = 3,35 MM, * 6,23* KG/M (NBR 5580)	M	182,75	200,70	R\$ 95,14	R\$ 17.386,84	R\$ 19.094,60
1.4.2	SPRINKLER TIPO PENDENTE, BULBO VERMELHO DE RESPOSTA RAPIDA, 68 GRAUS CELSIUS, ACABAMENTO CROMADO, D = 15 MM (1/2")	UND	64,00	86,00	R\$ 40,88	R\$ 2.616,32	R\$ 3.515,68
1.4.3	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 4 " (REF 1509)	UND	3,00	3,00	R\$ 530,95	R\$ 1.592,85	R\$ 1.592,85
1.4.4	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 4"	UND	10,00	10,00	R\$ 347,23	R\$ 3.472,30	R\$ 3.472,30
1.4.5	NIPLÉ DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 4"	UND	12,00	12,00	R\$ 157,29	R\$ 1.887,48	R\$ 1.887,48
1.4.6	COTOVELO 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 4"	UND	4,00	4,00	R\$ 271,92	R\$ 1.087,68	R\$ 1.087,68
1.4.7	VALVULA DE RETENCAO DE BRONZE, PE COM CRIVOS, EXTREMIDADE COM ROSCA, DE 4"	UND	2,00	2,00	R\$ 865,51	R\$ 1.731,02	R\$ 1.731,02
1.4.8	VALVULA DE RETENCAO VERTICAL, DE BRONZE (PN-16), 4", 200 PSI, EXTREMIDADES COM ROSCA	UND	1,00	1,00	R\$ 757,49	R\$ 757,49	R\$ 757,49
1.4.9	TUBO ACO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE LEVE, DN 100 MM (4"), E = 3,75 MM, *10,55* KG/M (NBR 5580)	M	210,40	230,80	R\$ 158,40	R\$ 33.327,36	R\$ 36.558,72
1.4.10	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 2 1/2"	UND	5,00	5,00	R\$ 140,62	R\$ 703,10	R\$ 703,10

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QTD (ANTES)	QTD (REVIT)	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL (ANTES)	VALOR TOTAL EM BIM
1.4.11	UNIAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, COM ASSENTO PLANO, DE 2 1/2"	UND	5,00	5,00	R\$ 188,12	R\$ 940,60	R\$ 940,60
1.4.12	COTOVELO 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2 1/2"	UND	20,00	20,00	R\$ 101,37	R\$ 2.027,40	R\$ 2.027,40
1.4.13	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 2 1/2 " (REF 1509)	UND	2,00	2,00	R\$ 210,48	R\$ 420,96	R\$ 420,96
1.4.14	NIPLE DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 3/4"	UND	6,00	6,00	R\$ 8,74	R\$ 52,44	R\$ 52,44
1.4.15	MANOMETRO COM CAIXA EM ACO PINTADO, ESCALA *10* KGF/CM2 (*10* BAR), DIAMETRO NOMINAL DE *63* MM, CONEXAO DE 1/4"	UND	3,00	3,00	R\$ 104,89	R\$ 314,67	R\$ 314,67
1.4.16	LUVA DE REDUCAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 4" X 2 1/2"	UND	3,00	3,00	R\$ 200,94	R\$ 602,82	R\$ 602,82
1.4.17	REGISTRO DE PRESSAO PVC, ROSCAVEL, VOLANTE SIMPLES, DE 3/4"	UND	1,00	1,00	R\$ 22,17	R\$ 22,17	R\$ 22,17
1.4.18	REGISTRO OU VALVULA GLOBO ANGULAR EM LATAO, PARA HIDRANTES EM INSTALACAO PREDIAL DE INCENDIO, 45 GRAUS, DIAMETRO DE 2 1/2", COM VOLANTE, CLASSE DE PRESSAO DE ATE 200 PSI	UND	1,00	1,00	R\$ 286,00	R\$ 286,00	R\$ 286,00
1.5	DIVERSOS					R\$ 39.308,12	R\$ 42.355,35
1.5.1	PORTA CORTA-FOGO SIMPLES PARA SAIDA DE EMERGENCIA, 1 FOLHA DE ABRIR, 5 CM, ACABAMENTO NATURAL / SEM PINTURA, COM FECHADURA TIPO TRINCO, DOBRADICAS E BATENTE, VAO LUZ DE 90 X 210 CM, CLASSE P-90 (NBR 11742)	UND	22,00	22,00	R\$ 1.270,21	R\$ 27.944,62	R\$ 27.944,62
1.5.2	LUMINARIA DE EMERGENCIA 30 LEDS, POTENCIA 2 W, BATERIA DE LITIO, AUTONOMIA DE 6 HORAS	UND	11,00	33,00	R\$ 14,54	R\$ 159,94	R\$ 479,82
1.5.3	CAIXA D'AGUA / RESERVATORIO EM POLIESTER REFORCADO COM FIBRA DE VIDRO, 10000 LITROS, COM TAMPA	UND	2,00	2,00	R\$ 5.006,24	R\$ 10.012,48	R\$ 10.012,48
1.5.4	PLACA DE SINALIZAÇÃO "NÃO USE O ELEVADOR EM CASO DE INCÊNDIO" FOTOLUMINESCENTE 13x26 CM - NORMA ABNT 16820	UND	10,00	10,00	R\$ 10,71	R\$ 107,10	R\$ 107,10
1.5.5	APLICAÇÃO DE TINTA A BASE DE EPOXI SOBRE O PISO DEMARCAÇÃO DE EXTINTOR/HIDRANTE	UND	16,00	21,00	R\$ 51,63	R\$ 826,08	R\$ 1.084,23
1.5.6	CABO MULTIPOLAR DE COBRE, FLEXIVEL, 1,5 MM2, ANTICHAMA-FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M	30,00	40,00	R\$ 1,53	R\$ 45,90	R\$ 61,20
1.5.7	DISPOSITIVO DPS CLASSE II, 1 POLO, TENSÃO MÁXIMA DE 175 V, CORRENTE MÁXIMA DE 20 KA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	1,00	2,00	R\$ 32,00	R\$ 32,00	R\$ 64,00
1.5.8	ELETRODUTO PVC PRETO 1" X 3 M COM ROSCA	UND	10,00	15,00	R\$ 18,00	R\$ 180,00	R\$ 270,00
1.5.9	KIT CENTRAL ALARME DE INCÊNDIO, COM ACIONADOR E SIRENE 10 UN	UND	0,00	1,00	R\$ 2.241,90	R\$ 0,00	R\$ 2.241,90
TOTAL						R\$ 153.895,87	R\$ 184.376,52

Fonte: Autor (2024)

5. RESULTADOS

A aplicação da metodologia BIM no estudo de caso permitiu identificar diversas deficiências no sistema de combate a incêndio do prédio residencial em questão. Foi constatado, por exemplo, que as saídas de emergência não atendem plenamente às exigências da NBR 9077/2001, com algumas rotas de evacuação mal executadas e mal sinalizadas. Houve também a falta de alguns materiais que compõem o projeto.

Com base nos resultados da análise inicial, foram propostas uma série de melhorias que foram integradas ao modelo BIM. As simulações realizadas no REVIT demonstraram que a adição de sprinklers e a reconfiguração das saídas de emergência reduziram significativamente o tempo de evacuação em cenários simulados de incêndio. Além disso, o modelo BIM permitiu verificar a integração de todos os sistemas e componentes, garantindo que não houvesse conflitos entre diferentes partes do projeto

A elaboração do orçamento também foi beneficiada pelo uso do BIM, que permitiu calcular com precisão as quantidades de materiais necessários e prever os custos de instalação com maior confiabilidade. O orçamento final apresentou um aumento de custos em relação ao sistema original, porém, este aumento foi justificado pelas melhorias significativas em termos de segurança e conformidade normativa. A análise custo-benefício demonstrou que o investimento adicional resultará em um sistema de combate a incêndio mais seguro e eficaz, alinhado com as melhores práticas e normas vigentes.

Quadro 3: Planilha Orçamentária do Projeto de Prevenção e Combate ao Incêndio, com foco nos resultados coletados.

ITEM	DESCRIÇÃO	UND	QTD (ANTES)	QTD (REVIT)	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL (ANTES)	VALOR TOTAL EM BIM
1	INSTALAÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIO						
1.1	HIDRANTES E EXTINTORES					RS 33.516,29	RS 54.297,54
1.1.1	EXTINTOR DE INCENDIO PORTATIL COM CARGA DE GAS CARBONICO CO2 DE 6 KG, CLASSE BC	UND	20,00	41,00	RS 750,00	RS 15.000,00	RS 30.750,00
1.1.2	EXTINTOR DE INCENDIO PORTATIL COM CARGA DE AGUA PRESSURIZADA DE 10 L, CLASSE A	UND	18,00	41,00	RS 218,75	RS 3.937,50	RS 8.968,75
1.1.3	CAIXA DE INCENDIO/ABRIGO PARA MANGUEIRA, DE EMBUTIR/INTERNA, COM 90 X 60 X 17 CM, EM CHAPA DE ACO, PORTA COM VENTILACAO, VISOR COM A INSCRICAO "INCENDIO", SUPORTE/CESTA INTERNA PARA A MANGUEIRA, PINTURA ELETROSTATICA VERMELHA	UND	11,00	11,00	RS 375,00	RS 4.125,00	RS 4.125,00
1.1.4	HIDRANTE SUBTERRANEO, EM FERRO FUNDIDO, COM CURVA LONGA E CAIXA, DN 75 MM	UND	1,00	1,00	RS 3.320,95	RS 3.320,95	RS 3.320,95
1.1.5	MANGUEIRA DE INCENDIO, TIPO 1, DE 1 1/2", COMPRIMENTO = 30 M, TECIDO EM FIO DE POLIESTER E TUBO INTERNO EM BORRACHA SINTETICA, COM UNIOES ENGATE RAPIDO	UND	11,00	11,00	RS 648,44	RS 7.132,84	RS 7.132,84
1.2	PLACAS DE SINALIZAÇÃO					RS 680,04	RS 1.583,73
1.2.1	PLACA DE SINALIZACAO DE SEGURANCA CONTRA INCENDIO, FOTOLUMINESCENTE, RETANGULAR, *12 X 40* CM, EM PVC *2* MM ANTI-CHAMAS (SIMBOLOS, CORES E PICTOGRAMAS CONFORME NBR 16820)	UND	20,00	50,00	RS 28,83	RS 576,60	RS 1.441,50
1.2.2	PLACA INDICATIVA DE PROIBIDO FUMAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	8,00	11,00	RS 12,93	RS 103,44	RS 142,23
1.3	BOMBAS DE INCÊNDIO					RS 11.161,92	RS 11.161,92
1.3.1	BOMBA CENTRIFUGA MOTOR ELETRICO TRIFASICO 5HP, DIAMETRO DE SUCCAO X ELEVACAO 2" X 1 1/2", DIAMETRO DO ROTOR 155 MM, HM/Q: 40 M / 20,40 M3/H A 46 M / 9,20 M3/H	UND	1,00	1,00	RS 4.388,58	RS 4.388,58	RS 4.388,58
1.3.2	BOMBA CENTRIFUGA MOTOR ELETRICO TRIFASICO 2,96HP, DIAMETRO DE SUCCAO X ELEVACAO 1 1/2" X 1 1/4", DIAMETRO DO ROTOR 148 MM, HM/Q: 34 M / 14,80 M3/H A 40 M / 8,60 M3/H	UND	1,00	1,00	RS 2.524,50	RS 2.524,50	RS 2.524,50
1.3.3	MOTOBOMBA CENTRIFUGA, MOTOR A GASOLINA, POTENCIA 5,42 HP, BOCAIS 1 1/2" X 1", DIAMETRO ROTOR 143 MM HM/Q = 6 MCA / 16,8 M3/H A 38 MCA / 6,6 M3/H	UND	1,00	1,00	RS 4.248,84	RS 4.248,84	RS 4.248,84
1.4	TUBULAÇÕES E CONEXÕES HIDRÁULICAS					RS 69.229,50	RS 75.067,98
1.4.1	TUBO ACO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE LEVE, DN 65 MM (2 1/2"), E = 3,35 MM, * 6,23* KG/M (NBR 5580)	M	182,75	200,70	RS 95,14	RS 17.386,84	RS 19.094,60
1.4.2	SPRINKLER TIPO PENDENTE, BULBO VERMELHO DE RESPOSTA RAPIDA, 68 GRAUS CELSIUS, ACABAMENTO CROMADO, D = 15 MM (1/2")	UND	64,00	86,00	RS 40,88	RS 2.616,32	RS 3.515,68
1.4.3	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 4" (REF 1509)	UND	3,00	3,00	RS 530,95	RS 1.592,85	RS 1.592,85
1.4.4	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 4"	UND	10,00	10,00	RS 347,23	RS 3.472,30	RS 3.472,30
1.4.5	NIPLE DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 4"	UND	12,00	12,00	RS 157,29	RS 1.887,48	RS 1.887,48
1.4.6	COTOVELO 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 4"	UND	4,00	4,00	RS 271,92	RS 1.087,68	RS 1.087,68
1.4.7	VALVULA DE RETENCAO DE BRONZE, PE COM CRIVOS, EXTREMIDADE COM ROSCA, DE 4"	UND	2,00	2,00	RS 865,51	RS 1.731,02	RS 1.731,02
1.4.8	VALVULA DE RETENCAO VERTICAL, DE BRONZE (PN-16), 4", 200 PSI, EXTREMIDADES COM ROSCA	UND	1,00	1,00	RS 757,49	RS 757,49	RS 757,49
1.4.9	TUBO ACO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE LEVE, DN 100 MM (4"), E = 3,75 MM, *10,55* KG/M (NBR 5580)	M	210,40	230,80	RS 158,40	RS 33.327,36	RS 36.558,72
1.4.10	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 2 1/2"	UND	5,00	5,00	RS 140,62	RS 703,10	RS 703,10

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QTD (ANTES)	QTD (REVIT)	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL (ANTES)	VALOR TOTAL EM BIM
1.4.11	UNIAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, COM ASSENTO PLANO, DE 2 1/2"	UND	5,00	5,00	R\$ 188,12	R\$ 940,60	R\$ 940,60
1.4.12	COTOVELO 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2 1/2"	UND	20,00	20,00	R\$ 101,37	R\$ 2.027,40	R\$ 2.027,40
1.4.13	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 2 1/2 " (REF 1509)	UND	2,00	2,00	R\$ 210,48	R\$ 420,96	R\$ 420,96
1.4.14	NIPLE DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 3/4"	UND	6,00	6,00	R\$ 8,74	R\$ 52,44	R\$ 52,44
1.4.15	MANOMETRO COM CAIXA EM ACO PINTADO, ESCALA *10* KGF/CM2 (*10* BAR), DIAMETRO NOMINAL DE *63* MM, CONEXAO DE 1/4"	UND	3,00	3,00	R\$ 104,89	R\$ 314,67	R\$ 314,67
1.4.16	LUVA DE REDUCAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 4" X 2 1/2"	UND	3,00	3,00	R\$ 200,94	R\$ 602,82	R\$ 602,82
1.4.17	REGISTRO DE PRESSAO PVC, ROSCAVEL, VOLANTE SIMPLES, DE 3/4"	UND	1,00	1,00	R\$ 22,17	R\$ 22,17	R\$ 22,17
1.4.18	REGISTRO OU VALVULA GLOBO ANGULAR EM LATAO, PARA HIDRANTES EM INSTALACAO PREDIAL DE INCENDIO, 45 GRAUS, DIAMETRO DE 2 1/2", COM VOLANTE, CLASSE DE PRESSAO DE ATE 200 PSI	UND	1,00	1,00	R\$ 286,00	R\$ 286,00	R\$ 286,00
1.5	DIVERSOS					R\$ 39.308,12	R\$ 42.265,35
1.5.1	PORTA CORTA-FOGO SIMPLES PARA SAIDA DE EMERGENCIA, 1 FOLHA DE ABRIR, 5 CM, ACABAMENTO NATURAL / SEM PINTURA, COM FECHADURA TIPO TRINCO, DOBRADICAS E BATENTE, VAO LUZ DE 90 X 210 CM, CLASSE P-90 (NBR 11742)	UND	22,00	22,00	R\$ 1.270,21	R\$ 27.944,62	R\$ 27.944,62
1.5.2	LUMINARIA DE EMERGENCIA 30 LEDS, POTENCIA 2 W, BATERIA DE LITIO, AUTONOMIA DE 6 HORAS	UND	11,00	33,00	R\$ 14,54	R\$ 159,94	R\$ 479,82
1.5.3	CAIXA D'AGUA / RESERVATORIO EM POLIESTER REFORCADO COM FIBRA DE VIDRO, 10000 LITROS, COM TAMPA	UND	2,00	2,00	R\$ 5.006,24	R\$ 10.012,48	R\$ 10.012,48
1.5.4	PLACA DE SINALIZAÇÃO "NÃO USE O ELEVADOR EM CASO DE INCÊNDIO" FOTOLUMINESCENTE 13x26 CM - NORMA ABNT 16820	UND	10,00	10,00	R\$ 10,71	R\$ 107,10	R\$ 107,10

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QTD (ANTES)	QTD (REVIT)	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL (ANTES)	VALOR TOTAL EM BIM
1.5.5	APLICAÇÃO DE TINTA A BASE DE EPOXI SOBRE O PISO DEMARCAÇÃO DE EXTINTOR/HIDRANTE	UND	16,00	21,00	R\$ 51,63	R\$ 826,08	R\$ 1.084,23
1.5.6	CABO MULTIPOLAR DE COBRE, FLEXIVEL, 1,5 MM2, ANTICHAMA-FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M	30,00	40,00	R\$ 1,53	R\$ 45,90	R\$ 61,20
1.5.7	DISPOSITIVO DPS CLASSE II, 1 POLO, TENSÃO MÁXIMA DE 175 V, CORRENTE MÁXIMA DE 20 KA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	1,00	2,00	R\$ 32,00	R\$ 32,00	R\$ 64,00
1.5.8	ELETRODUTO PVC PRETO 1" X 3 M COM ROSCA	UND	10,00	15,00	R\$ 18,00	R\$ 180,00	R\$ 270,00
1.5.9	KIT CENTRAL ALARME DE INCÊNDIO, COM ACIONADOR E SIRENE 10 UN	UND	0,00	1,00	R\$ 2.241,90	R\$ 0,00	R\$ 2.241,90
TOTAL						R\$ 153.895,87	R\$ 184.376,52

Fonte: Autor (2024)

6. DISCUSSÃO

A elaboração do orçamento foi beneficiada pelo uso do BIM, que permitiu calcular com precisão as quantidades de materiais necessários e prever os custos de instalação com maior confiabilidade. O valor obtido do projeto original, utilizando todas as informações coletadas no levantamento, fora de R\$ 153.895,87 enquanto o valor obtido de acordo com as melhorias, vigente pela Metodologia BIM, fora de R\$ 184.376,52.

O orçamento final apresentou um aumento de custos em relação ao sistema original, porém, este aumento foi justificado pelas melhorias significativas em termos de segurança e conformidade normativa.

A análise custo-benefício demonstrou que o investimento adicional resultará em um sistema de combate a incêndio mais seguro e eficaz, alinhado com as melhores práticas e normas vigentes.

7. CONCLUSÃO

Os projetos de prevenção e combate ao incêndio são fundamentais para a segurança de vidas e do patrimônio do país. Para isso, é sempre importante investir em medidas preventivas, elaborar normas técnicas, capacitar equipes e manter um controle de qualidade dos equipamentos de segurança em uso, pois são ações essenciais para evitar tragédias e minimizar danos em casos extremos.

Tendo em vista a capacidade em realizar medidas preventivas, fora necessário a elaboração de processos que auxiliem essas medidas, de acordo com os órgãos responsáveis pelas prevenções de incêndios, tais como normas técnicas, projetos e leis. Com o emprego de tais processos e o avanço da tecnologia na Construção Civil, foram surgindo mais métodos que auxiliem a execução dessas informações, como o uso de softwares para a realização de desenhos 2D e 3D, informações compartilhadas em nuvem, interoperabilidade etc.

Através da modelagem detalhada e da simulação de cenários de risco, foi possível identificar deficiências significativas no sistema atual, e, como forma de sugestão, propor melhorias que aumentam substancialmente a segurança da edificação. A elaboração de um orçamento detalhado, facilitada pela integração de dados no BIM, assegurou que o projeto não só fosse tecnicamente viável, mas também financeiramente sustentável.

Dado a importância do compartilhamento de informações do projeto de prevenção e combate ao incêndio e sua execução, essa pesquisa aproximou a teoria e prática, demonstrando a metodologia BIM. Com a metodologia BIM, seu uso apresenta um grande avanço nos processos de modernização do setor de construção civil, pois envolve a troca constante de informações durante sua execução, tanto nos desenhos quanto na execução e cronograma da obra, facilitando na tomada de decisão preventiva para se obter o melhor resultado.

A aplicação do BIM em projetos de retrofit se mostrou, portanto, uma abordagem essencial para garantir que edificações antigas atendam aos padrões de segurança modernos, minimizando riscos e otimizando os recursos disponíveis.

REFERÊNCIAS

LUKE, Washington. Estratégia BIM BR - Os detalhes da Frente Parlamentar sobre Decreto BIM. 17 jan. 2020. Disponível em: <https://e-zigurat.com/pt-br/blog/implatacao-bim-brasil-estrategias-voltadas-obras-infraestrutura/>. Acesso em 2 jan. 2024.

EASTMAN, Charles; SACKS, Rafael; GHANG, Lee; TEICHOLZ, Paul. Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. Editora Bookman, 3ª Edição, 2021.

COELHO FILHO, Marcos Henrique Costa; JACINTO, Moisés de Araújo Santos. Automatização de orçamentos de referência para obras públicas em BIM. Revista de Ciência e Tecnologia, Boa Vista, v. 6, p. 1-13, 2020.

VASCONCELOS, Vilberty; Diferenças entre Orçamento de Obras públicas e Obras privadas. 01 jun. 2020. Disponível em: Blog Orçar Obras. Acesso em 1 jul. 2024.

MORATO, Ricardo; FREITAS, Carol. Notícias de incêndios estruturais avançam 7,8% até novembro. 07 nov. 2023. Disponível em: <https://sprinklerbrasil.org.br/imprensa/noticias-de-incendios-estruturais-avancam-78-até-novembro/>. Acesso em 2 jan. 2024.

LIMA, Marcelo. Notícias de incêndios estruturais sobrem 6,8% até abril. Disponível em: https://mailchi.mp/sprinklerbrasil/isb_integra_ifss-8259853. Acesso em 3 jun. 2024.

FOLHA METROPOLITANA. Brasil tem mais de nove incêndios por hora. 05 jul. 2023. Disponível em: <https://fmetropolitana.com.br/brasil-tem-mais-de-nove-incendios-por-hora>. Acesso em 5 jan. 2024.

KYMMELL, W. (2008). Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. McGraw-Hill Education, New York.

CARDOSO, Ricardo; RIBEIRO, Nicce. Shopping Rio Anil contratou empresa para reparar goteiras no dia do incêndio no cinema. **G1**, Maranhão. 11 mar. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2023/03/11/shopping-rio-anil-contratou-empresa-para-reparar-goteiras-no-dia-do-incendio-no-cinema-diz-policia.ghtml>. Acesso em 4 jan. 2024.

SEITO, Alexandre Itiu; GILL, Afonso Antonio; ONO, Fabio Domingos Pannoni Rosaria; SILVA, Silvio Bento da; CARLO, Ualfrido Del; SILVA, Valdir Pignatta e. A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 484 p.

CALDEIRA, Luana. Normas sobre prevenção de incêndios em condomínios. **NEXTIN**. 03 jul. 2015. Disponível em: <https://nextin.com.br/br/academy/normas-sobre-prevencao-de-incendios-em-condominios/>. Acesso em 14 jan. 2024.

ANDRADE, F. M. R.; BIOTTO, C. N.; SERRA, S. M.B. Modelagem BIM para Orçamentação com Uso do SINAPI. Gestão & Tecnologia de Projetos. São Carlos, v16, n3,2021.

Procedimentos Administrativos. Norma Técnica Nº 1, 2019. Disponível em: cbm.ssp.ma.gov.br/wp-content/uploads/2020/01/NT-01_2019-PROCEDIMENTOS-ADMINISTRATIVOS.pdf. Acesso em 10 abr. 2024.

VEDOVELLI, Ghoren. Disponível em: www.skop.com.br/2016/10/07/sistemas-de-sprinklers-norma-de-projetos/ (NBR 10897/2014) – SPRINKLERS. Acesso em 28 abr. 2024.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 9077/2001 - SAÍDAS DE EMERGÊNCIA. Disponível em: www.cnpm.mp.br/portal/images/Comissoes/DireitosFundamentais/Acessibilidade/NBR_9077_Saídas_de_emergência_em_edifícios-2001.pdf. Acesso em 02 mai. 2024.

Corpo de Bombeiros do Maranhão. CARGA DE INCÊNDIO. Norma Técnica Nº 14 de 2021. Disponível em: cbm.ssp.ma.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/NT_14-CARGA-DE-INCENDIO.pdf. Acesso em 09 mai. 2024.

SARDANO, Enzo. REVISTA INCÊNDIO, 05 jul. 2019. Disponível em: abspk.org.br/2019/07/05/bombas-para-sistemas-de-sprinklers. Acesso em 09 abr. 2024.