

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GABRIELLE SILVA GARDIM

PROPOSTA DE ÁRVORE DE DECISÃO PARA DETERMINAÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO EM
AMBIENTES UNIVERSITÁRIOS

CURITIBA

2025

GABRIELLE SILVA GARDIM

PROPOSTA DE ÁRVORE DE DECISÃO PARA DETERMINAÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO EM
AMBIENTES UNIVERSITÁRIOS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas.

Orientadora: Profa. Dra. Luciene Stamato Delazari

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Gardim, Gabrielle Silva

Proposta de árvore de decisão para determinação de risco de incêndio em ambientes universitários / Gabrielle Silva Gardim. – Curitiba, 2025.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas.

Orientador: Luciene Stamato Delazari

1. Prevenção de incêndios - Ambiente universitário. 2. Árvores de decisão. 3. Ensino superior - Administração. I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. III. Delazari, Luciene Stamato. IV. Título.

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS
GEODÉSICAS - 40001016002P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação CIÊNCIAS GEODÉSICAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de GABRIELLE SILVA GARDIM, intitulada: *Proposta de árvore de decisão para determinação do risco de Incêndio em ambientes universitários*, sob orientação da Profa. Dra. LUCIENE STAMATO DELAZARI, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 14 de Fevereiro de 2025.

Assinatura Eletrônica

24/02/2025 12:25:09.0

LUCIENE STAMATO DELAZARI

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

31/03/2025 17:21:03.0

ANDRE LUIZ ALENCAR DE MENDONÇA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS)

Assinatura Eletrônica

24/02/2025 12:17:01.0

MARCIO AUGUSTO REOLON SCHMIDT

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA)

Centro Politécnico - Caixa Postal 19001 - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3153 - E-mail: cpge@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 423681
Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://siga.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 423681

Aos meus pais, que sob o sol ardente,
semearem o terreno para que eu pudesse
florescer na sombra, minha eterna gratidão e
amor ✨

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado, me oferecendo apoio incondicional, muito amor e paciência ao longo de toda a minha trajetória. Sem o carinho, a paciência e o incentivo de vocês, eu não teria alcançado esta conquista. Agradeço por todos os momentos que compartilhamos e pela força que sempre me deram.

Agradeço a minha orientadora, Luciene Stamato Delazari, pelo auxílio no desenvolvimento deste trabalho seu apoio e orientação foram fundamentais para o sucesso deste projeto. À banca, por aceitar este convite e por toda colaboração realizada. Aos amigos e colegas do programa de pós-graduação em ciências geodésicas, em especial ao Eliel Jesse Moraes de Jesus Junior e à Lisandra Cristine Monteiro Blanco, pela colaboração e ajuda durante o desenvolvimento deste estudo, suas contribuições foram essenciais para o progresso e finalização deste trabalho.

Agradeço também ao Leonardo Costa, bombeiro da SUINFRA, pela sua colaboração, apoio e sugestões valiosas durante o processo de pesquisa. Sua ajuda foi de grande importância para a visualização da aplicabilidade do resultado final.

Aos amigos que fizeram parte desta caminhada, dos quais mesmo distante fazem-se sentir perto, que demonstraram paciência e compreensão durante este período de intensa dedicação ao mestrado, agradeço imensamente. Aproveito este momento para pedir desculpas pela minha ausência nos últimos meses e agradeço pelo carinho e apoio contínuos, agradeço por estarem sempre ao meu lado.

Expresso minha gratidão ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas por proporcionar um ambiente acadêmico estimulante, que foi fundamental para o amadurecimento das minhas ideias. Sou profundamente grata pela oportunidade de aprendizado e pelas contribuições que pude realizar no campo do conhecimento. Agradeço também à CNPq pelo suporte financeiro, por meio da bolsa concedida ao longo de todo o curso do Mestrado.

Agradeço profundamente à Camila dos Anjos, por sua escuta atenta e suporte inestimável nos momentos mais desafiadores. Seu acolhimento e orientação foram fundamentais para que eu pudesse manter o foco e avançar tanto no desenvolvimento deste trabalho quanto no meu crescimento psicológico.

“Do something because you really want to do it. If you’re doing it just for the goal and don’t enjoy the path, then I think you’re cheating yourself”
Kalpana Chawla (1962-2003)

RESUMO

A pesquisa é motivada pela necessidade de aumentar a eficiência e a precisão na elaboração de projetos de prevenção e combate a incêndio em instituições de ensino superior, onde a diversidade de materiais e de usos dos espaços dos espaços apresenta desafios significativos para a gestão da segurança o presente estudo apresenta uma integração entre um banco de dados geoespacial ao sistema UFPR *Campus Map*. A área de estudo abrange o Campus Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), com foco inicial no Bloco PI do Complexo Rubens Meister, no LAMIR e em um laboratório com materiais biológicos. Para alcançar os objetivos propostos, foi desenvolvida a modelagem de um banco de dados que organiza informações sobre materiais de construção, ocupação dos espaços e características de risco. Com base nesses dados, desenvolveu-se uma árvore de decisão que classifica os níveis de risco de incêndio, considerando variáveis como tipo de revestimento, classe de reação ao fogo, ocupação e altura da edificação. Essa árvore foi integrada ao banco de dados, permitindo consultas de normativas conforme as condições dos ambientes. Assim, o banco de dados fornece suporte para consultas que consideram as condições estruturais e os materiais de cada ambiente, auxiliando técnicos e gestores na tomada de decisão. A pesquisa também busca contribuir para o aprimoramento da segurança no contexto acadêmico, promovendo a prevenção de incidentes por meio de ferramentas tecnológicas inovadoras. Como resultado, o sistema UFPR *CampusMap* é ampliado em sua funcionalidade, facilitando o acesso a informações críticas e assegurando que os projetos de incêndio atendam às regulamentações vigentes de maneira mais eficiente.

Palavras-chave: CampusMap; Banco de dados; Árvores de decisão; Consulta automatizada; Risco de incêndio.

ABSTRACT

The research is motivated by the need to enhance efficiency and accuracy in the development of fire prevention and safety projects in higher education institutions, where the diversity of materials and spatial uses presents significant challenges for safety management. This study introduces the integration of a geospatial database into the UFPR CampusMap system. The study area encompasses the Polytechnic Campus of the Federal University of Paraná (UFPR), with an initial focus on Block PI of the Rubens Meister Complex, the LAMIR, and a laboratory containing biological materials. To achieve the proposed objectives, a database model was developed to organize information on construction materials, space occupancy, and risk characteristics. Based on this data, a decision tree was constructed to classify fire risk levels, taking into account variables such as type of surface coating, fire reaction class, occupancy, and building height. This decision tree was integrated into the database, enabling regulatory queries according to the specific conditions of each environment. Thus, the database supports queries that consider structural conditions and materials, assisting technicians and managers in decision-making processes. The research also aims to contribute to improving safety in academic settings by promoting incident prevention through innovative technological tools. As a result, the UFPR CampusMap system was enhanced in its functionality, facilitating access to critical information and ensuring that fire safety projects comply more efficiently with current regulations.

Keywords: CampusMap; Database; Decision tree; Query automation; Risk type.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - WEB GIS DESENVOLVIDO POR CHILELA.....	35
FIGURA 2 - INTERFACE WEBGIS UFPR CAMPUS MAP.....	37
FIGURA 3 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	40
FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO DO COMPLEXO RUBENS MEISTER.....	41
FIGURA 5 - LOCALIZAÇÃO DO LAMIR.....	42
FIGURA 6 - LOCALIZAÇÃO APROXIMADA DO LABORATÓRIO B.....	43
FIGURA 7 - EXEMPLO DE ATORES.....	48
FIGURA 8 - FLUXOGRAMA PARA A DETERMINAÇÃO DAS TABELAS DE CONSULTA.....	48
FIGURA 9 - MODELO UML DO BANCO DE DADOS INDOOR DO UCM.....	55
FIGURA 10 - MODELO DE CASO DE USO	62
FIGURA 11 - DIAGRAMA DE CLASSE.....	69
FIGURA 12 – FOTO PANORÂMICA DA PI 09	73
FIGURA 13 - EXEMPLO DE IMAGEM PARA IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL DO TETO.....	73
FIGURA 14 - EXEMPLO DE IMAGEM PARA IDENTIFICAÇÃO DE PISO E PAREDE.....	73
FIGURA 15 - ÁRVORE DE DECISÃO	79
FIGURA 16 - INTERFACE ATUAL DO UCM	81
FIGURA 17 - LOGIN NA PÁGINA DO UCM.....	82
FIGURA 18 - CONSULTA DO RISCO.....	83
FIGURA 19 - CAIXA DE DIÁLOGO DA EDIFICAÇÃO SELECIONADA	83
FIGURA 20 – INFORMAÇÕES RELACIONADAS AO AMBIENTE SELECIONADO – PARTE I.....	84
FIGURA 21 – INFORMAÇÕES RELACIONADAS AO AMBIENTE SELECIONADO – PARTE II.....	84

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ESTADO DA ARTE	23
QUADRO 2 - NORMAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	26
QUADRO 3 - TIPOS DE RISCOS DE INCÊNDIO	28
QUADRO 4 - PERIGOS ASSOCIADOS ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	29
QUADRO 5 - NORMAS DE PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA INCÊNDIOS	30
QUADRO 6 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO PASSIVA CONFORME OS MATERIAIS CONSTRUTIVOS	33
QUADRO 7 - ETAPAS DA PESQUISA	44
QUADRO 8 - FINALIDADE DOS MATERIAIS CONSIDERANDO O GRUPO DE OCUPAÇÃO	49
QUADRO 9 - MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO DE PISO	51
QUADRO 10 - MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO DE PAREDE	51
QUADRO 11 - MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO DE TETO	51
QUADRO 12 - DESCRIÇÃO DOS ATRIBUTOS DO OBJETO AMBIENTE	52
QUADRO 13 – DOMÍNIO 2.2 LOCAL	52
QUADRO 14 – DOMÍNIO 2.4 TIPO E SUBTIPO DE AMBIENTE	53
QUADRO 15 - MODELO DE TABELA PARA DETERMINAÇÃO DOS MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO DOS AMBIENTES – PARTE I	58
QUADRO 16 - MODELO DE TABELA PARA DETERMINAÇÃO DOS MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO DOS AMBIENTES – PARTE II	58
QUADRO 17 – DESCRIÇÃO DO OBJETO “AMBIENTE” E SEU DOMÍNIO	64
QUADRO 18 - DOMÍNIO 2.4 DO OBJETO “AMBIENTE”	64
QUADRO 19 – DESCRIÇÃO DO OBJETO “RISCO” E SEU DOMÍNIO	64
QUADRO 20 – DOMÍNIO 2.35 DO OBJETO RISCO	65
QUADRO 21 – DOMÍNIO 2.35 DO OBJETO RISCO	65
QUADRO 22 - DOMÍNIO 2.36 DO OBJETO PISO	66
QUADRO 23 - DESCRIÇÃO DO OBJETO “PAREDE” E SEU DOMÍNIO	66
QUADRO 24 – DOMÍNIO 2.37 DO OBJETO PAREDE	66
QUADRO 25 - DESCRIÇÃO DO OBJETO “TETO” E SEU DOMÍNIO	66
QUADRO 26 - DOMÍNIO 2.38 DO OBJETO TETO	66
QUADRO 27 - DESCRIÇÃO DO OBJETO “CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO” E SEU DOMÍNIO	67
QUADRO 28 - DETALHAMENTO DOS OBJETOS	71
QUADRO 29 - SALAS E LABORATÓRIOS VISITADOS DO BLOCO PI	72
QUADRO 30 – COMPONENTES DO BANCO DE DADOS REFERENTE A PI – PARTE I	75
QUADRO 31 – COMPONENTES DO BANCO DE DADOS REFERENTE A PI – PARTE II	75
QUADRO 32 – COMPONENTES DO BANCO DE DADOS REFERENTE AO LAMIR – PARTE I	76
QUADRO 33 – COMPONENTES DO BANCO DE DADOS REFERENTE AO LAMIR – PARTE II	76
QUADRO 34 – COMPONENTES DO BANCO DE DADOS REFERENTE AO LABORATÓRIO B – PARTE I	77
QUADRO 35 – COMPONENTES DO BANCO DE DADOS REFERENTE AO LABORATÓRIO B – PARTE II	77

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RESULTADO QUANTITATIVO DA PESQUISA NAS BASES DE DADOS _____	22
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABPP - Associação Brasileira de Proteção Passiva

ACM – Alumínio Composto

CEPAG - Centro de Pesquisas Aplicadas em Geoinformação

CMAR - Controle de Materiais de Acabamento e de Revestimento

CSCIP - Código de Segurança Contra Incêndio do Paraná

ET-EDGV - Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais

GIS - Geographic Information System

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LAMIR - Laboratório de Análise de Minerais e Rochas

NBR - Normas Brasileiras Regulamentadoras

NPT - Norma de Procedimento Técnico

PVC - Policloreto de vinilo

SGBDG - Sistema de Gerência de Bancos de Dados Geográficos

SPDA - Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

UCM - UFPR Campus Map

UFPR - Universidade Federal do Paraná

UML - Unified Modeling Language

WEBGIS - Web Geographic Information System

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVA E CONTEXTO	19
1.2 OBJETIVO	21
1.2.1 OBJETIVO GERAL	21
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	21
2 REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 ESTADO DA ARTE	22
2.2 FUNDAMENTOS DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	25
2.2.1 HISTÓRICO DE INCÊNDIOS E NORMATIVAS	25
2.2.2 RISCOS E OS SEUS TIPOS	27
2.3 CAUSAS DE INCÊNDIOS E TIPOS DE MATERIAIS INFLAMÁVEIS	29
2.4 SIG	34
2.4.1 WebGIS	34
2.4.2 SMART CAMPUS E CAMPUS MAP	36
3 MÉTODO DE PESQUISA	39
3.1 MATERIAIS	39
3.2 ÁREA DE ESTUDO	39
3.3 CARACTERIZAÇÃO E DELINEAMENTO DA PESQUISA	43
3.3.1 ETAPA 01 - DETERMINAÇÃO DA PROBLEMÁTICA E PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	44
3.3.2 ETAPA 02 – ETAPAS PARA CRIAÇÃO DE PROJETOS DE INCÊNDIO	45
3.3.3 ETAPA 03 - MODELAGEM DO BANCO DE DADOS	46
3.3.4 ETAPA 04 - COLETA DE DADOS E DETERMINAÇÃO DA ÁRVORE DE DECISÃO E APLICAÇÃO DA INTERFACE NO UCM	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	60
4.1 DIAGRAMA DE CASO DE USO	60
4.2 CLASSE DOS OBJETOS	63
4.3 DIAGRAMA DE CLASSE	67
4.4 COLETA DOS TIPOS DE MATERIAS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO E DETERMINAÇÃO DA ÁRVORE DE DECISÃO	72
4.4.1 COMPLEMENTO DO BANCO DE DADOS DO UCM	80
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

1 INTRODUÇÃO

O risco é definido como a possibilidade ou probabilidade de perigo. Perigo é o estado ou situação que inspira cuidado e que pode produzir danos (MELO, 1999). O risco de incêndio, por sua vez, é dado pela relação entre três fatores: probabilidade de sua ocorrência, da probabilidade de exposição ao evento e do potencial de dano decorrente.

Castro e Roberto (2010) afirmam que é um erro comum avaliar o risco apenas com base na probabilidade de ocorrência. Eles destacam que, embora a mitigação de incêndios possa reduzir a probabilidade de ocorrência, é essencial também considerar como essas medidas ajudam a limitar os danos a um nível aceitável.

Os Corpos de Bombeiros Militares brasileiros estabelecem instruções normativas acerca das edificações e áreas de risco de incêndio pertencente a divisões de ocupação e uso, sendo as principais normativas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NBR 5219 (Plano de emergência contra incêndio) e a NBR 9077 (Saídas de emergência em edifícios), que estabelecem critérios específicos para a prevenção e o combate a incêndios.

No âmbito laboral, os riscos podem ser classificados em cinco tipos principais, conforme estabelecido pela Portaria nº 3.214, do Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, publicada em 1978. Esta portaria normatiza a segurança e a saúde no trabalho, categorizando os riscos em: riscos de acidentes; riscos ergonômicos; riscos físicos; riscos químicos e riscos biológicos.

Ainda de acordo com essa Portaria, os riscos ergonômicos estão relacionados a qualquer fator que interfira nas características psicofisiológicas do trabalhador, causando desconforto ou afetando sua saúde, como o levantamento de peso, monotonia e repetitividade. Já os riscos físicos estão relacionados às diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, como por exemplo, ruídos, calor e umidade. Para os riscos químicos são considerados os agentes como por exemplo compostos ou produtos que possam penetrar no organismo do trabalhador pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos gases, neblinas, névoas ou vapores. Os riscos biológicos são considerados como agentes, bactérias, vírus, fungos e parasitas.

Por fim, como exemplos de risco de acidente, podem ser mencionadas: as máquinas e equipamentos sem proteção, probabilidade de incêndio e explosão, arranjo físico inadequado, armazenamento inadequado, entre outros. A probabilidade de incêndio está associada a diferentes atividades e matérias presentes em um espaço. A identificação destas atividades e

matérias auxilia na implementação de medidas preventivas mais eficazes. Os incêndios, por sua vez, podem ser classificados como: elétricos, químicos, combustíveis e de origem humana.

Os Corpos de Bombeiros Militares brasileiros estabelecem instruções normativas acerca das edificações e áreas de risco de incêndio pertencentes a divisões de ocupação e uso, dentre elas a ABNT NBR 9077 e a ABNT NBR 13434, referentes a Saídas de Emergência em Edifícios e Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico, respectivamente. É crucial ter consciência dos diferentes tipos de riscos para implementar medidas preventivas eficazes, e assim evitando danos e patologias significativas às estruturas, e principalmente, a perdas à vida humana. Compreendendo o potencial de risco de cada ambiente, é possível adotar as medidas apropriadas para mitigar esses riscos e garantir um ambiente seguro.

No Brasil ocorreram incêndios de grande magnitude que receberam ampla notoriedade devido à sua escala e às consequências resultantes, como os casos do Edifício Andraus em 24 de fevereiro de 1972, onde foram registradas 16 mortes, e o caso do Edifício Joelma, o qual deixou 187 mortos e mais de 300 feridos, no dia 1 de fevereiro de 1974. Conforme o Estadão (2024), esta tragédia serviu como um catalisador para o avanço das regulamentações de segurança contra incêndios, que por sua vez evidenciaram a importância dos materiais construtivos. A partir da década de 1970 iniciaram-se os primeiros estudos relativos à segurança contra incêndios no país.

No âmbito das instituições de ensino superior foram registrados incêndios, principalmente em laboratórios de pesquisa, como por exemplo no dia 18 de agosto de 2017, que ocorreu um princípio de incêndio no Instituto de Pesquisa e Tecnologia (LATEC), no Centro Politécnico da UFPR. Segundo a assessoria de imprensa da universidade, o fogo começou no sistema de exaustão devido a alguns gases utilizados para um experimento realizado naquela tarde. O fogo foi controlado em cerca de trinta minutos após a chegada dos bombeiros. Como exemplo mais recente podemos destacar outro incidente que ocorreu no mesmo campus, no dia 2 de novembro de 2022, a partir de uma pane elétrica, atingindo o prédio do Centro Acadêmico de Expressão Gráfica (CAEG).

Conforme os protocolos estabelecidos, atualmente a determinação do nível de risco de uma edificação no estado do Paraná é realizada de modo manual, baseando-se no Código de Segurança Contra Incêndio e na Norma de Procedimento Técnico (NPT) 014, que se refere a Carga de Incêndio nas edificações e áreas de riscos, que entrou em vigência no ano de 2018. A NPT 014 trata especificamente do armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis, sendo uma das várias normas que regulamentam a segurança contra incêndios nas edificações. Este processo envolve a avaliação minuciosa de diversos fatores que influenciam o risco de

incêndio, adotando a norma brasileira (NBR) que trata do assunto ou normativas de outros estados.

De modo geral, para a determinação do risco de incêndio o primeiro passo é identificar a classificação da edificação dentre as categorias previstas pelo código, que considera a ocupação, o uso e a altura da edificação. A próxima etapa está relacionada à classificação do risco da edificação, sendo necessário consultar a NPT relevante para calcular a carga de incêndio da edificação, que é a quantidade de material combustível, estabelecendo se o risco é leve, moderado ou elevado.

Este processo de implementação de normas e avaliação contínua das condições de risco, é fundamental para garantir a segurança contra incêndios. As instituições responsáveis pela determinação do risco de incêndio utilizam essas normas para orientar a elaboração de projetos de segurança, inspeções regulares e planos de emergência, visando proteger tanto as estruturas quanto as vidas humanas envolvidas.

De acordo com Zhangab (2008), a informação espacial desempenha um papel crucial nas respostas de emergência. Mota e Bueno (2021) destacam que os mapas são ferramentas fundamentais para representar e contextualizar dados. Sob esta perspectiva, a linguagem cartográfica se revela um meio eficaz para construir e explicar a espacialidade dos fenômenos.

Relacionando com a segurança e a resposta rápida, tem-se os bancos de dados que por sua vez são um meio de se organizar os dados, estruturados de forma a garantir acesso e gerenciamento dos dados.

Os bancos de dados trazem mais eficiência para operações e mantêm a integridade dos dados. A criação de um banco de dados geoespacial que cataloga os tipos de materiais e estruturas presentes em salas e laboratórios é importante para a gestão de riscos, ao centralizar e padronizar as informações sobre as características físicas das edificações e os materiais presentes. O banco de dados permite uma análise mais precisa e a implementação de medidas preventivas mais eficazes, sendo assim relevante no âmbito de segurança e prevenção de incêndios em ambientes universitários para a organização e no gerenciamento das informações.

O banco de dados também pode contribuir com a segurança e a eficiência operacional dos projetos de prevenção e combate a incêndios, ao fornecer um repositório confiável de informações que pode ser facilmente acessado e atualizado. Sendo assim, é uma especificidade obter informações e estabelecer uma abordagem sistemática para a gestão dos riscos. Em ambientes onde há diversidade e complexidade, como nas universidades com suas distintas configurações e instalações, é fundamental considerar essas variações para uma compreensão completa.

A utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem demonstrado seus benefícios como ferramenta de apoio à tomada de decisões em gestão e planejamento graças ao suporte e manipulação de dados geoespaciais (Ballatore et al., 2015). Lima (2020) discorre que a utilização de SIG mostra-se como uma tarefa restrita, pois faz-se necessário um conhecimento técnico e conceitual prévio.

Conforme Dalton (2013), a utilização de dados geoespaciais em ambientes web popularizou-se com o uso de geoserviços, devido a possibilidade de acesso a estes dados de forma remota. Schrader-Patton (2010), apresenta que dentre as tecnologias existentes para manipulação de dados geoespaciais, tem-se popularizado o uso de *WebGIS* devido à facilidade de sua utilização.

Relacionando os ambientes *WebGIS* com ambientes universitários, vale citar o UFPR *CampusMap* (UCM) (www.campusmap.ufpr.br), plataforma da Universidade Federal do Paraná (UFPR), que teve início com o mapeamento do Campus Centro Politécnico, em 2017. O UCM apresenta informações referentes ao mapeamento das áreas externas e internas da universidade, como também ortoimagens e ambientes 3D das edificações do campus da UFPR.

Sendo um *WebGIS* o UCM apresenta em sua interface meios de visualização na qual o usuário pode realizar consulta de informações espaciais, como por exemplo, a localização de um campus, Instituto, setor ou departamento, existentes nas estruturas da universidade. O usuário pode interagir com mapas e obter relatórios com informações métricas e realizar downloads de mapas de localização, monografias com dados de base GNSS e as especificações técnicas adotadas na concepção dos produtos cartográficos gerados pelo projeto UFPR *CampusMap*.

A avaliação do risco de incêndios na Universidade Federal do Paraná (UFPR) é responsabilidade da Superintendência de Infraestrutura (SUINFRA), sendo atualmente realizada de forma manual, através de consultas às tabelas descritas em normas técnicas, como a NPT 10 e NPT 14, que abordam aspectos relacionados a materiais de acabamento e revestimento. Esse processo manual demanda tempo considerável na execução de projetos de incêndio. Diante disso, o presente trabalho de pesquisa tem como objetivo propor uma solução automatizada que auxilie na determinação do risco de incêndio por meio de projetos de incêndio no contexto do UFPR *CampusMap* (UCM). Para isso, será necessário o desenvolvimento de um banco de dados que permita consultas rápidas às informações essenciais, como o uso do ambiente, a capacidade máxima de ocupação e as características dos materiais de acabamento, especialmente aqueles que apresentam risco de inflamabilidade.

1.1 JUSTIFICATIVA E CONTEXTO

A segurança contra incêndios é uma preocupação crucial em diversas esferas da sociedade, especialmente em ambientes com alta densidade de pessoas e atividades, como as instituições de ensino superior. Ambientes universitários apresentam como características diferentes tipos de espaços interiores que apresentam os mais distintos tipos de materiais e equipamentos, além uma elevada rotatividade de usuários.

A Universidade Federal do Paraná (UFPR) possui, em 6 cidades do estado, um total de 26 campi. Deste total, a UFPR possui 11 milhões de m² de área, com 500 mil m² de área construída em 316 prédios. Além disso, é um ambiente que conta com mais de 40 mil alunos e servidores (UFPR, 2023).

Os riscos associados a incêndios podem resultar em perdas de vidas humanas, danos materiais significativos e interrupção de atividades essenciais. Historicamente, tragédias como os incêndios nos Edifícios Andraus e Joelma no Brasil evidenciaram a necessidade de regulamentações mais rigorosas e de uma abordagem preventiva robusta para a gestão de riscos.

No contexto das universidades, os laboratórios de pesquisa frequentemente lidam com materiais inflamáveis e equipamentos eletroeletrônicos que aumentam o risco de incêndios. Incidentes recentes na Universidade Federal do Paraná (UFPR), como o princípio de incêndio no LATEC em 2017 e o incêndio no Centro Acadêmico de Expressão Gráfica (CAEG) em 2022, ratificam a importância de medidas eficazes de prevenção e resposta a incêndios. A gestão eficiente desses riscos requer um entendimento detalhado das características dos ambientes e dos materiais presentes, bem como a aplicação de normas técnicas específicas.

No Brasil a regulamentação é regida por normas técnicas, como as da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e as Normas de Procedimento Técnico (NPTs), que estabelecem critérios para a prevenção e combate a incêndios em edificações.

A melhoria na forma de quantificar esses riscos não apenas se traduz em uma abordagem mais robusta para a prevenção de acidentes, mas também permite uma melhor compreensão das áreas de influência do risco. Ao identificar e mapear essas áreas, podemos desenvolver estratégias mais eficazes para mitigar os potenciais danos decorrentes de incêndios, garantindo a segurança da comunidade acadêmica.

Além disso, uma quantificação adequada do risco de incêndio pode informar a elaboração de políticas e normativas que sejam mais assertivas e alinhadas com as necessidades específicas de cada campus. Isso não apenas reforça as medidas de proteção, mas também promove uma cultura de segurança entre alunos e servidores, capacitando-os a agir de maneira

proativa em situações de emergência. Assim, este trabalho se propõe a desenvolver um modelo que não apenas quantifique o risco, mas também considere as dinâmicas contextuais das áreas de influência, garantindo uma gestão de risco mais eficaz e integrada nas universidades.

Em termos científicos, esta pesquisa contribuirá na complementação de um banco de dados que poderá ser acessado em ambiente WebGIS. Este banco de dados irá armazenar os tipos de materiais presentes nos espaços internos da universidade, com o intuito de que possa ser utilizado para criação de projetos de incêndio e para determinação dos riscos existentes em relação a emergências.

Utilizando ferramentas como o UFPR CampusMap (UCM) e tecnologias WebGIS, é possível centralizar e padronizar informações críticas, facilitando a análise e a criação de projetos de incêndio. Esse sistema proporciona uma interface acessível e interativa para os usuários, ampliando a eficácia das medidas de segurança.

A pesquisa se insere no contexto científico, propondo a determinação de uma árvore de decisão para a determinação do risco de incêndio por meio da inserção de informação complementar a um banco de dados geoespacial existente integrado ao UCM. Esta abordagem otimiza a gestão dos riscos de incêndio nas universidades auxiliando no desenvolvimento de projetos de incêndio.

Dentro das Ciências Geodésicas, podemos citar como contribuição que a criação de um banco de dados, com o detalhamento sobre os tipos de materiais em salas e laboratórios universitários, combinado com a topografia local e características físicas, fornece uma base robusta para o mapeamento e monitoramento dos ambientes universitários. Sendo importante para a área da cartografia, que está relacionada com a coleta e análise de dados espaciais, além de realizar uma integração entre os dados de modo a melhorar os sistemas e contribuir para a determinação e projetos de incêndio.

A área de estudo terá como foco principal o bloco PI do Complexo Rubens Meister, além de incluir outros laboratórios de pesquisa, como o Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR) e instalações voltadas para pesquisa com materiais biológicos, a qual chamaremos aqui de Laboratório B, ambos localizados no campus Centro Politécnico da UFPR, onde serão identificados os fluxos de atividades e os tipos de risco existentes, tais como riscos elétricos, químicos e biológicos. A modelagem de um banco de dados geoespacial para projetos de prevenção e combate a incêndio permitirá uma gestão eficaz desses riscos, alinhando-se com as melhores práticas e normas técnicas vigentes contribuindo para a segurança e otimização dos processos de projetos de incêndio dentro do campus.

Um SIG na modelagem de um banco de dados geoespacial permite a realização de uma análise integrada dos dados geoespaciais e de seus atributos, sendo possível a realização de consulta de informações de modo a auxiliar no planejamento e gestão de projetos de incêndio facilitando o acesso as informações disponíveis.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Propor a construção de árvore de decisão para determinação de risco em ambientes universitários para projetos prevenção e combate a incêndio por meio da prevenção de riscos no âmbito do UFPR *CampusMap*.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar o fluxo de atividades realizada em um projeto de incêndio;
- b) Modelar um banco de dados geoespacial para projetos de incêndio;
- c) Propor árvore de decisão para determinar risco de incêndio.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo está estruturado em 5 capítulos, conforme explicitado a seguir:

- a. Capítulo 1: formado pela introdução, justificativa e contexto, bem como os objetivos gerais e específicos;
- b. Capítulo 2: desenvolvimento da revisão de literatura acerca do tema abordado na pesquisa e demais aspectos relacionados;
- c. Capítulo 3: aborda a descrição dos métodos, modelos e caracterizações utilizadas;
- d. Capítulo 4: apresentação dos resultados obtidos e discussões abordadas;
- e. Capítulo 5: serão realizadas as considerações finais do trabalho, bem como dificuldades encontradas acerca da abordagem da pesquisa e as sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESTADO DA ARTE

Neste tópico será apresentado o estado da arte sobre uma abordagem relacionada à construção de banco de dados, risco de incêndios e WebGIS por meio de uma revisão sistemática de literatura. A busca da literatura de referência foi realizada por meio de bases de dados como Scopus, Google acadêmico, *Mendeley* e *Researchgate*. Para a busca das referências de literatura foram utilizadas palavras-chave como: WebGIS, Mapeamento de risco, incêndio, emergência e banco de dados. Foi considerado um recorte temporal de 2018 a 2024, sendo considerado então os últimos 6 anos.

A busca destes artigos buscou responder às seguintes questões:

- a. Como é realizado um projeto de incêndio e a determinação do risco das edificações?
- b. Como é realizada a construção de um banco de dados geoespacial?
- c. Qual aplicabilidade do *WebGIS* no âmbito de *SmartCampus*?

A TABELA 1 apresenta os resultados da pesquisa realizada com as palavras-chave, com a quantidade de trabalhos encontrados nas bases de dados utilizadas. É possível notar que as palavras-chave “Mapeamento de risco de incêndio e emergência” foi o conjunto de palavras que apresentou um maior resultado de artigos encontrados totalizando 45 artigos no total. Vale ressaltar que as buscas foram realizadas com as palavras chaves em inglês a fim de se obter uma gama maior de resultados.

TABELA 1 - RESULTADO QUANTITATIVO DA PESQUISA NAS BASES DE DADOS

PALAVRAS-CHAVE	SCOPUS	RESEARCH GATE	MENDELEY	GOOGLE SCHOLAR	TOTAL
Mapeamento de risco de incêndio e emergência	10	12	11	12	45
Materiais inflamáveis e banco de dados	7	10	4	5	26
WebGIS e mapeamento de risco	5	4	2	12	23
TOTAL	22	26	17	29	94

FONTE: A autora (2025)

Em seguida foi realizada uma leitura dos resumos, a fim de identificar os trabalhos mais relevantes para o presente trabalho. As obras que apresentaram maior relevância para o desenvolvimento no contexto da presente pesquisa, estão expostas no QUADRO 1.

QUADRO 1 - ESTADO DA ARTE

AUTORES E ANO	TÍTULO	CARACTERÍSTICA
Barroso L. B.; Ferreira L. S.; de Lima R. C. (2020)	Proteção passiva contra incêndios em edificações	Discute medidas de segurança contra incêndios, abordando instruções técnicas do Corpo de Bombeiros e normas brasileiras, como aspectos de controle de materiais.
Souza, Aline Borges de. (2023)	Adaptação do projeto cartográfico de mapas na web para usuários com deficiência visual de cor: estudo de caso UFPR CampusMap	Foi realizado o projeto de mapas acessíveis e destacasse a importância de um design inclusivo em sistemas como o WebGIS, bem como a necessidade de continuidade de pesquisas em relação ao daltonismo e à legibilidade. As opiniões dos usuários desempenharam um papel fundamental na busca por uma experiência de usuário mais acessível e eficaz.
Partigöç, N. Dinçer, C (2024)	The Multi-Disaster risk assessment: A-GIS based approach for Izmir City	Investiga os riscos atuais de desastres em áreas urbanas utilizando ferramentas de SIG.
Wang, J. Li. Hao, L. et al. (2023)	Disaster mapping and assessment of Pakistan's 2022 mega-flood based on multi-source data-driven approach	Analisa as características da mega inundação de 2022 no Paquistão, por meio de monitoramento de dados com modelo baseado em GIS para avaliar o risco de inundação.
Messini, S. Accardo D. Locatelli1, M. et al. (2023)	BIM-GIS integration and crowd simulation for fire emergency management in a large, diffused university	Fornecer uma base de dados acessível e integrada, apoiando a tomada de decisões e melhorando a experiência do usuário, potencializando o uso de recursos tanto em cenários comuns quanto para gerenciamento de emergências de incêndio
BERTO, Antonio Fernando (2020)	Avaliação da Segurança Contra Incêndio de Sistemas Construtivos.	Aborda a avaliação de desempenho, relativa à segurança contra incêndio, desde a análise do projeto do sistema construtivo, à análise de resultados obtidos nos ensaios e à avaliação de aspectos relativos ao projeto. Além de apresentar avaliação do desempenho de materiais e sistemas de proteção contra incêndio das edificações.
GUEDES, Gilleanes TA. (2018)	UML 2-Uma abordagem prática.	Aborda o desenvolvimento de diagramas por meio de exemplos, além de exemplificar aplicações e definições dos elementos que compõem os diagramas.
LIMA, M. C. (2020)	Desenvolvimento de um WebGIS para campus universitário com práticas de UCD.	Investiga a aplicação técnica de ER e UCD para o desenvolvimento de WebGIS voltado para universidades. Colaborando com estudos de desenvolvimento de WebGIS.
Sarot, R.V; Delazari, L. S e Camboim, S. P. (2021)	Proposal of spatial database for indoor navigation.	Apresenta uma abordagem para construir um banco de dados espacial para ambientes internos.

FONTE: A autora (2025)

Todos os artigos analisados abordam temas relevantes para o desenvolvimento da pesquisa em questão. Com base na revisão desses textos, foi possível construir uma revisão de literatura mais alinhada com o tema em estudo.

Barroso (2020) aborda em seu artigo a proteção passiva contra incêndios em edificações, destacando suas consequências significativas, como danos a pessoas, ao meio ambiente e ao patrimônio histórico e cultural. A pesquisa revisa as medidas de segurança contra

incêndios, enfatizando a importância do Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento (CMAR) para a obtenção de Autos de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB), tendo valor para o desenvolvimento do presente trabalho, além do mesmo ressaltar as medidas de proteção passiva que são essenciais para restringir a propagação de chamas, calor e fumaça, garantindo a integridade da edificação e aumento do tempo disponível para evacuação e resgate. Ademais é abordada a necessidade de regulamentações mais rigorosas e atualizações nas legislações de segurança contra incêndios, frequentemente impulsionadas por tragédias. A pesquisa destaca a importância de especificar materiais de acabamentos e revestimentos de acordo com a ocupação e uso das edificações, considerando suas propriedades de combustibilidade e a necessidade de ensaios em laboratórios certificados. A proteção passiva é apresentada como uma estratégia crucial para minimizar riscos e danos em situações de incêndio, contribuindo para a segurança de ocupantes e a preservação do patrimônio.

Souza (2023) discute a inclusão de usuários com deficiência visual em mapas digitais por meio de um ambiente online interativo, que permite a visualização de informações espaciais adaptadas. Essa adaptação do UCM visa melhorar a comunicação com esse público específico. Assim, o artigo é relevante para o presente trabalho, pois apresenta estratégias eficazes para aprimorar a interação com os usuários do UCM e modos de se ter uma melhor interação com a interface do *CampusMap*.

Wang (2023) apresenta a avaliação e o mapeamento das megainundações ocorridas no Paquistão em 2022, utilizando uma abordagem que integra dados de múltiplas fontes e tecnologias avançadas. O estudo emprega um modelo baseado em GIS para monitorar os dados e avaliar o risco de inundação, além de desenvolver mapas de risco para apoiar o controle dessas ocorrências. Portanto, o trabalho é relevante para o presente estudo, especialmente no contexto da utilização de bancos de dados para a determinação de riscos.

Partigoc (2024) analisa a vulnerabilidade da cidade de Izmir a diversos desastres naturais, destacando a importância de uma gestão eficaz de riscos. A pesquisa utiliza uma análise SWOT para identificar os principais riscos e suas consequências, além de estabelecer um conjunto de objetivos e ações para mitigar esses riscos. A análise de dados climáticos, como temperatura e precipitação, é integrada à avaliação de riscos, permitindo uma compreensão mais abrangente das vulnerabilidades da cidade. O artigo conclui que, para formar cidades mais saudáveis e seguras, é essencial implementar medidas proativas de redução de riscos antes da ocorrência de desastres, utilizando abordagens baseadas em conhecimento científico e tecnologias de informação geográfica.

Sarot (2021) apresenta uma proposta de inovadora para a construção de um banco de dados objeto-relacional destinado à representação e análise de ambientes internos. Os autores discutem a complexidade das informações presentes em tais ambientes, que frequentemente se distribuem em diferentes andares, e propõem um modelo que descreve as entidades, suas inter-relações e atributos. Além disso, o artigo detalha a implementação de um algoritmo que calcula rotas entre pontos no ambiente interno, levando em conta não apenas a menor distância, mas também a necessidade de transições entre andares.

2.2 FUNDAMENTOS DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

2.2.1 HISTÓRICO DE INCÊNDIOS E NORMATIVAS

No âmbito das instituições de ensino superior os incêndios são registrados com frequência em laboratórios de pesquisa, no estado do Paraná, vale citar três casos mais recentes de incêndios e princípio de incêndio que ocorreram na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Em julho de 2012 no campus do Jardim Botânico da UFPR, ocorreu um incêndio no Laboratório de Farmacognosia, causado por pane no sistema elétrico, o que ocasionou o fechamento de 25 laboratórios presentes no edifício.

No dia 18 de agosto de 2017, foi registrado um princípio de incêndio no Instituto de Pesquisa e Tecnologia (LATEC), no Centro Politécnico da UFPR, localizado na cidade de Curitiba-Pr. Segundo a assessoria de imprensa da universidade, o fogo começou no sistema de exaustão devido a alguns gases utilizados para um experimento realizado naquela tarde. O fogo foi controlado em cerca de 30 minutos após a chegada dos bombeiros.

Na madrugada de 2 novembro de 2022 houve um incêndio no centro politécnico da UFPR, com início a partir de uma pane elétrica, atingindo o prédio do Centro Acadêmico de Expressão Gráfica (CAEG).

Casos de incêndio também são registrados em outras instituições de ensino superior, tais como, no Instituto de Biociências da Unesp, no município de Rio Claro - SP, em agosto de 2022. Um princípio de incêndio foi registrado na UFSC em Florianópolis em abril de 2022. Ocorreu uma explosão causada pela explosão do balão de vidro usado para a purificação de solvente que seria usado em um outro experimento, em um laboratório do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) em maio de 2022.

No Brasil existem alguns exemplos marcantes de incêndios, como os casos do Edifício Andraus em 24 de fevereiro de 1972, onde foram registradas 16 mortes, e o caso do Edifício

Joelma, o qual deixou 187 mortos e mais de 300 feridos, no dia 1 de fevereiro de 1974, de acordo com o Estadão (2024). Esta tragédia serviu como um catalisador para o avanço das regulamentações de segurança contra incêndios, que por sua vez evidenciaram a importância dos materiais construtivos.

A partir da década de 1970 e destes incidentes, iniciaram-se os primeiros estudos relativos à segurança contra incêndios no país. Por meio de normativas técnicas que são documentos responsáveis por estabelecer uma série de especificações, diretrizes e regras para a elaboração de um dado processo.

No QUADRO 2, são apresentadas algumas das principais normas e legislações gerais referentes à proteção contra incêndios no Brasil, determinadas pela ABNT, sendo estas normas apresentadas as mais utilizadas e conhecidas no âmbito de segurança contra incêndio, algumas das normas apresentadas são utilizadas pelos estados para determinar as suas normativas técnicas, como as NPT (Normas de Procedimento Técnico) do estado do Paraná.

QUADRO 2 - NORMAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

CÓDIGO	TÍTULO	ANO
NR 23	Proteção Contra Incêndio	1978
NR 26	Sinalização de Segurança	1978
ABNT NBR 9077	Saídas de Emergência em Edifícios	2001
ABNT NBR 10898	Sistema de Iluminação de Emergência	1999
ABNT NBR 13434	Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico	2004
ABNT NBR 14276	Brigada de incêndio – Requisitos	2006
ABNT NBR 14277	Instalações e equipamentos para treinamento de combate a incêndio – Requisitos	2005
ABNT NBR 14432	Exigências de resistência contrafogo de elementos construtivos de edificações	2001

FONTE: A autora (2025).

No estado do Paraná, a norma geral de ação para sistemas de proteção sob comando NGA N° 02/78, atualmente conhecida como “Projeto técnico de prevenção a incêndio e a desastre e memorial simplificado de prevenção a incêndio e a desastre”, entrou em vigência em 1978.

Já a determinação de risco de uma edificação no estado do Paraná é realizada com embasamento no Código de Segurança Contra Incêndio e na Norma de Procedimento Técnico (NPT) 014, que se refere a Carga de Incêndio nas edificações e áreas de risco, que entrou em vigência no ano de 2018 e se baseia na NBR 14432 que apresenta as exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações, além Decreto Federal 9013 e do Despacho 2073 de Proteção Civil de Portugal. A NPT 014 trata especificamente do armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis, sendo uma das várias normas que regulamentam a segurança contra incêndios nas edificações. Este processo envolve a avaliação minuciosa de

diversos fatores que influenciam o risco de incêndio, adotando a norma brasileira (NBR) que trata do assunto ou normativas de outros estados.

2.2.2 RISCOS E OS SEUS TIPOS

De acordo com Barroso (2020) o risco de incêndio em edifícios pode ser conceituado como a relação de três fatores: da probabilidade de sua ocorrência, da probabilidade de exposição ao evento e do potencial de dano decorrente.

Já Castro e Roberto (2010) apresentam a percepção do risco apenas com base na probabilidade de sua ocorrência ser um erro comum na sociedade. A concepção, a concretização e a manutenção de medidas de natureza física e/ou humana visam à limitação dos danos a um nível aceitável, ou seja, à mitigação de incêndios.

No Brasil após a ocorrência dos incêndios do edifício Andraus (1972) e Joelma (1974), houve avanços nas regulamentações de segurança contra incêndios, que por sua vez evidenciaram a importância dos materiais construtivos. Vale ressaltar que quando um estado não possui normativa própria é adotada a Norma Brasileira (NBR).

De acordo com Castro e Roberto (2010) não ocorrem incêndios naturais em edifícios, exceto em situação de abalo sísmico (terremoto) e descargas atmosféricas (raios), sendo essa última apenas se houver falha no Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA). Portanto, qualquer incêndio em edifício tem sua origem em um ou mais indivíduos que praticaram atos inseguros – imprudência, negligência e imperícia, por exemplo – isso se o incêndio não for provocado por ação deliberada.

A partir disso se vê a necessidade da existência de projetos de incêndios, e para isso se faz necessário algumas informações tais como a criação de um banco de dados onde é possível identificar informações relevantes tais como os tipos de materiais existentes em cada ambiente, a fim de se avaliar o potencial de risco das edificações.

As principais consequências dos incêndios em edifícios são: danos às pessoas, impacto negativo de natureza social e econômica, danos ao patrimônio histórico e cultural. Com o intuito de se evitar esses danos, os responsáveis técnicos, da execução de projetos, precisam especificar materiais de acabamentos e revestimentos, conforme a ocupação e o uso da edificação. Deve-se conhecer a classe de um determinado material pela sua combustibilidade (ou incombustibilidade).

Diante do exposto, de acordo com o site *Enlight* (<https://enlight.eng.br/voce-sabe-identificar-riscos-de-incendio/>), realizar a identificação dos riscos de incêndio é fundamental para garantir a segurança em ambientes residenciais e comerciais. Estar ciente dos riscos

específicos associados a diferentes atividades e materiais presentes em um espaço pode ajudar na implementação de medidas preventivas mais eficazes. Os tipos de risco de incêndios podem ser observados no QUADRO 3.

QUADRO 3 - TIPOS DE RISCOS DE INCÊNDIO

TIPOS DE RISCOS DE INCÊNDIO	CARACTERÍSTICA	REDUÇÃO DO RISCO
Incêndios Elétricos	Ocorrer devido a instalações elétricas defeituosas, sobrecarga de circuitos, uso inadequado de extensões ou equipamentos danificados. Fios desgastados, conexões soltas e componentes antigos também representam riscos significativos.	Identificar e corrigir esses problemas durante inspeções elétricas regulares.
Incêndios Químicos	Comuns em ambientes industriais e laboratoriais, onde substâncias inflamáveis e produtos químicos corrosivos são manipulados regularmente. Podem ter origem no manuseio inadequado de substâncias inflamáveis, reações químicas descontroladas ou até mesmo vazamentos acidentais.	Identificação adequada de materiais perigosos, armazenamento seguro e o treinamento em manuseio de produtos químicos.
Incêndios Combustíveis	Ocorrem quando materiais inflamáveis, como papel, tecido, madeira, plástico e outros, entram em contato com uma fonte de calor suficiente para iniciar a combustão. Ambientes como armazéns, fábricas e até residências podem ser propensos a esse tipo de incêndio.	Manter áreas de trabalho limpas e organizadas, armazenar materiais inflamáveis adequadamente e seguir as diretrizes de segurança contra incêndios.
Incêndios de Origem Humana	Causados por comportamentos negligentes e descuidados, como fumar em áreas proibidas, descartar pontas de cigarro de forma inadequada ou deixar velas acesas sem supervisão.	Educação e conscientização dos ocupantes sobre práticas seguras, juntamente com a implementação de políticas claras de segurança contra incêndios.

FONTE: Autora (2025) adaptado de *Enlight* (2024)

Outro fator de risco que vale ser citado, são as condições ambientais de risco, como por exemplo, temperaturas elevadas que aumentam significativamente o risco de combustão espontânea e propagação de chamas, especialmente em locais onde há acúmulo de materiais inflamáveis. É importante monitorar e controlar a temperatura em áreas vulneráveis, como depósitos de produtos inflamáveis, cozinhas comerciais, salas de máquinas, entre outros, para reduzir o risco.

Além da temperatura, a umidade e ventilação inadequada são fatores de condições ambientais de risco. Locais com alta umidade podem parecer menos propensos a incêndios, mas na verdade podem aumentar o risco de curtos-circuitos devido à oxidação de materiais metálicos, já a falta de ventilação pode causar o acúmulo de gases inflamáveis, como vapor de combustível, fumaça e monóxido de carbono, aumentando significativamente o potencial de explosões e incêndios em ambientes fechados.

Em relação aos perigos associados às instalações elétricas (QUADRO 4), as instalações defeituosas apresentam sério risco de incêndio em residências e estabelecimentos comerciais, assim como a sobrecarga de circuitos e o uso inadequado de extensões.

QUADRO 4 - PERIGOS ASSOCIADOS ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

PERIGOS ASSOCIADOS ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	CARACTERÍSTICA	REDUÇÃO DO RISCO
Instalações Defeituosas	Fiação danificada, conexões soltas ou mal dimensionadas geram calor excessivo, aumentando o risco de ignição.	Realizar inspeções elétricas regulares e manutenção preventiva para identificar e corrigir problemas.
Sobrecarga de Circuitos	Conectar múltiplos aparelhos a uma única tomada ou circuito pode sobrecarregar a fiação, aumentando o risco de superaquecimento e ignição.	Distribuir adequadamente a carga elétrica, utilizando tomadas e circuitos dedicados para aparelhos de alta potência.
Uso Inadequado de Extensões	O uso excessivo de extensões e benjamins, extensões danificadas, mal dimensionadas ou sobrecarregadas podem superaquecer e causar ignição.	Optar por soluções permanentes de distribuição de energia para reduzir o risco de incêndio. Quando o uso de extensões é necessário, é importante verificar regularmente sua integridade e evitar o uso excessivo.

FONTE: Autora (2025) adaptado do catálogo da ABNT (2019)

2.3 CAUSAS DE INCÊNDIOS E TIPOS DE MATERIAIS INFLAMÁVEIS

Para um melhor entendimento referente aos materiais inflamáveis e a proteção passiva contra incêndios, foram utilizadas como referências as Normativas Técnicas em vigência no estado do Paraná, sendo elas a NPT 10, que trata sobre Controle de materiais de acabamento e de revestimento, que entrou em vigência no ano de 2014, a NPT 14 que por sua vez refere-se a carga de incêndio nas edificações e áreas de risco e entrou em vigência no ano de 2018, e a NPT 08 que refere-se resistência ao fogo dos elementos de construção e entrou em vigência no ano de 2012.

Quando o assunto é a proteção passiva é válido ressaltar a importância do CMAR (Controle de Materiais de Acabamento e de Revestimento), que com base na NPT 10 é exigido em razão da ocupação da edificação, e da posição e utilização dos materiais de construção. Esta instrução estabelece padrões para o não surgimento de condições propícias do crescimento e da propagação de incêndios, bem como a geração de fumaça. O CMAR não será exigido nas edificações com área menor ou igual a 750 m² (setecentos e cinquenta metros quadrados) e altura menor ou igual a 12 m (doze metros), segundo os grupos/divisões dessa mesma norma técnica.

Coutinho e Corrêa (2016) contribuíram para a compreensão das exigências referentes ao CMAR, por meio da apresentação da dualidade entre a velocidade de queima dos materiais e sua influência no tempo necessário para o abandono seguro da edificação.

Para que se tenha uma proteção contra incêndios adequada, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) conta com o subcomitê de proteção passiva contra incêndios que elabora normas para este tema, sendo este subcomitê responsável por determinar as normas referentes aos tipos de materiais de construção e a sua resistência contrafogo, as quais aparecem listadas no Quadro 5. Na primeira coluna podem ser observadas as categorias, sendo elas: CMAR, compartimentação, segurança estrutural contra incêndio e saídas de emergência. Em seguida tem-se os códigos, títulos e anos de publicação.

QUADRO 5 - NORMAS DE PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA INCÊNDIOS

CATEGORIA	CÓDIGO	TÍTULO	ANO
Controle de materiais de acabamento e revestimento (CMAR)	NBR 9442	Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante – Método de ensaio	2019
	ISO 1182	Fire tests – Building materials – on-combustibility test	2010
	ISO 11925 part. 2	Reaction to fire tests – Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single flame source test	2010
	NBR 11232	Revestimentos têxteis de piso – Comportamento ao fogo – Ensaio da pastilha em temperatura ambiente – Método de ensaio	1990
Compartimentação	NBR 10636	Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio	1989
	NBR 8660	Ensaio de reação ao fogo em pisos – Determinação do comportamento com relação à queima utilizando uma fonte radiante de calor	2013
Segurança estrutural contra incêndio	NBR 14323	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio	2013

FONTE: Autora (2025) adaptado do catálogo da ABNT (2019)

A seleção adequada dos materiais de construção, desde os acabamentos até os revestimentos das edificações, é fundamental para a prevenção de sinistros. Esta responsabilidade recai sobre os proprietários das obras, os responsáveis pela segurança, os projetistas e os empreiteiros.

Segundo Duarte (2018) as normas técnicas do catálogo da ABNT passam a ser obrigatórias quando há lei que regulamenta a exigência, podendo ser utilizadas normas estrangeiras, caso não exista norma equivalente de âmbito nacional ou de forma complementar, de acordo com requisitos de empresas e/ou de seguradoras

Barroso, Ferreira e de Lima (2020) apresentam que as medidas físicas de segurança contra incêndios em edificações são ferramentas colocadas à disposição dos indivíduos e das entidades que ocupam as edificações. As medidas de proteção passiva devem ser incorporadas diretamente ao sistema construtivo.

Ainda parafraseando Barroso, Ferreira e de Lima (2020) a resistência ao fogo do sistema construtivo pode ser consideravelmente aumentada por meio de acabamentos e revestimentos apropriados. As formas de proteção fornecidas por esses acabamentos e revestimentos são as mais variadas, dependendo do controle de materiais para este fim.

O CMAR estabelece condições propícias para evitar a propagação do fogo, restringindo a geração e a movimentação da fumaça, favorecendo a integridade estrutural, facilitando a rota de fuga dos usuários, garantindo a aproximação e ingresso ao edifício para as ações de combate e resgate.

No Brasil, empresas atuam há 20 anos dedicadas ao desenvolvimento da proteção passiva contra o fogo, oferecendo uma vasta linha de produtos para CMAR, compartimentação corta-fogo, *firestop*, processo produtivo e segurança estrutural de qualidade comprovada e certificada pelos principais órgãos e laboratórios nacionais e internacionais. Atualmente, existem produtos para proteção passiva com tecnologias inovadoras retardantes antichamas, tinta antichamas e/ou vernizes retardantes, para aplicação em materiais de acabamento e revestimento como: madeiras, tecidos, carpetes, fibras naturais, espuma acústica, PVC e chapas metálicas.

De acordo com Lin (2018), no QUADRO 6, é possível observar a exemplificação da aplicação de produtos para proteção passiva (verniz retardante, tinta intumescente, solução retardante ou intumescente) relacionada aos materiais construtivos (de revestimento, de acabamento e termoacústicos).

Ressalta-se que todas as soluções retardantes de fogo devem atender às normas brasileiras, principalmente a NBR 9442 (ABNT, 2019). Esta norma prescreve o método para determinar o índice de propagação superficial de chamas em materiais de construção.

Barroso, Ferreira e de Lima (2020) apresentam que existem fabricantes mundiais – qualificados e certificados – de tintas e revestimentos para proteção passiva contra o fogo. Essas tintas e revestimentos intumescentes (sistema de proteção passiva contra os incêndios), ao entrar em contato com temperaturas superiores a 200 °C, se expandem por múltiplas vezes o seu tamanho, protegendo termicamente o substrato tratado e retardando a ação da temperatura sobre a superfície.

Na página oficial da Associação Brasileira de Proteção Passiva (ABPP)(<https://abpp.org.br/>) encontram-se associados que atuam no ramo. Essa associação de classe estimula as boas práticas de mercado, fornecendo diretrizes técnicas para o correto emprego dos sistemas de proteção passiva contra incêndios, disseminando conhecimento, apoiando os profissionais e entidades fiscalizadoras.

QUADRO 6 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO PASSIVA CONFORME OS MATERIAIS CONSTRUTIVOS

MATERIAIS CONSTRUTIVOS	USO	VERNIZ RETARDANTE	TINTA INTUMESCENTE	SOLUÇÃO RETARDANTE	SOLUÇÃO INTUMESCENTE
Madeira	Forros, mezaninos, escadas, portas	Aplicável	Aplicável	Aplicável	
Tecidos e carpetes	Eventos e decoração			Aplicável	
Fibra natural	Telhados, quiosques, decoração			Aplicável	
Lonas plásticas	Eventos, circos				Aplicável
Fibras de vidro, PVC	Forros acústicos, obras de arte, forros de PVC		Aplicável		
Fibra celulósica acústica	Restaurantes, armazéns, galpões		Aplicável	Aplicável	
Espuma acústica	Forros, paredes, salas técnicas, auditórios		Aplicável		

FONTE: Autora (2025) adaptado de Lin e Lin (2018)

2.4 SIG

2.4.1 WebGIS

O *Web Geographic Information System* (WebGIS) é uma aplicação baseada na web que incorpora Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e opera dentro dos protocolos da World Wide Web (WWW). Essa tecnologia pode ser desenvolvida utilizando diversas linguagens de programação, e sua arquitetura pode variar conforme a complexidade do sistema (YAN e GUO, 2013). Desde sua criação, os WebGIS têm mostrado um imenso valor em diversas áreas, incluindo governamental, empresarial, científica e na sociedade em geral (FU, 2015).

As aplicações de WebGIS disponibilizam ferramentas que facilitam a manipulação, interação, análise, armazenamento, gerenciamento, edição e visualização de dados geoespaciais provenientes de diversas fontes. Essas aplicações são organizadas em três camadas distintas. A camada de apresentação, representada pelos clientes WebGIS, refere-se à interface visual da aplicação, frequentemente apresentada na forma de mapas ou resultados de análises, sendo interpretada por navegadores web. A camada lógica, ou intermediária, é ocupada pelos servidores WebGIS, que determinam o conteúdo e as funcionalidades da aplicação. Por sua vez, um Sistema de Gerência de Bancos de Dados Geográficos (SGBDG) é responsável por fornecer o armazenamento e a recuperação dos dados espaciais e seus atributos (QUEIROZ e CÂMARA, 2005), sendo, portanto, essencial para o suporte das operações de uma aplicação WebGIS.

Nas últimas duas décadas, houve um aumento significativo no interesse pela aplicação de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG) voltadas para a mobilidade e navegação em campi universitários, especialmente em função do seu desenvolvimento em ambientes web. Paralelamente, diversas tecnologias de posicionamento e mapeamento têm sido incorporadas a essas aplicações.

Como exemplo de tais aplicações podemos citar Sepehr (2013) que apresentou em sua tese uma proposta de framework para estruturar a categorização, organização, validação, navegação e representação de dados topográficos. Os dados topográficos são coletados anualmente pelos alunos de Engenharia de Geodésia e Geomática da Universidade de New Brunswick, Canadá. Seu trabalho apresenta também uma proposta de implementação de um BDG para seu armazenamento.

Chilela (2016) desenvolveu um sistema WebGIS (FIGURA 1) que possibilita o armazenamento, organização e espacialização das informações de um *Smart Campus* e suas instalações. Este sistema também é capaz de processar e manipular dados gerados por um

dispositivo que calcula o número de pessoas em cada edifício, utilizando sua instalação e conexão à internet. Dessa forma, integra conceitos e ferramentas da Internet das Coisas.

FIGURA 1 - WEB GIS DESENVOLVIDO POR CHILELA



FONTE: Chilela (2016)

No Brasil, observam-se diversas iniciativas de implementação de sistemas de mapeamento interativos. Um exemplo significativo é o trabalho de Silva e Sá (2015), que desenvolveram um sistema WebGIS para consulta das informações dos edifícios no campus Recife da Universidade Federal de Pernambuco. Delazari et al. (2019) discutem os desafios associados à representação em ambientes internos e à criação de sistemas de navegação eficientes, apresentando um modelo de rotas baseado em um mapa esquemático semiautomático, desenvolvido na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Lima (2020) enfatiza que a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) em plataformas interativas, por meio dos denominados WebGIS, possibilita a apresentação de mapas integrados a dados resultantes de pesquisas, além de permitir análises espaciais realizadas de forma online em navegadores de computadores, smartphones ou tablets. Os WebGIS oferecem diversas vantagens em comparação aos aplicativos de desktop, incluindo um alcance maior de usuários, custos de desenvolvimento potencialmente inferiores e a capacidade de execução em uma ampla gama de sistemas operacionais, como Windows, Linux, Mac, Android e iOS, entre outros benefícios (Fu, 2018).

2.4.2 SMART CAMPUS E CAMPUS MAP

Smart Campus é um conceito que envolve a aplicação de tecnologias avançadas para transformar o ambiente acadêmico em um espaço mais eficiente, interconectado e sustentável. Essa transformação é viabilizada por meio da integração de sistemas de informação, Internet das Coisas (IoT), *big data* e inteligência artificial, que permitem a coleta e análise de dados em tempo real, promovendo uma gestão mais eficaz dos recursos e serviços disponíveis.

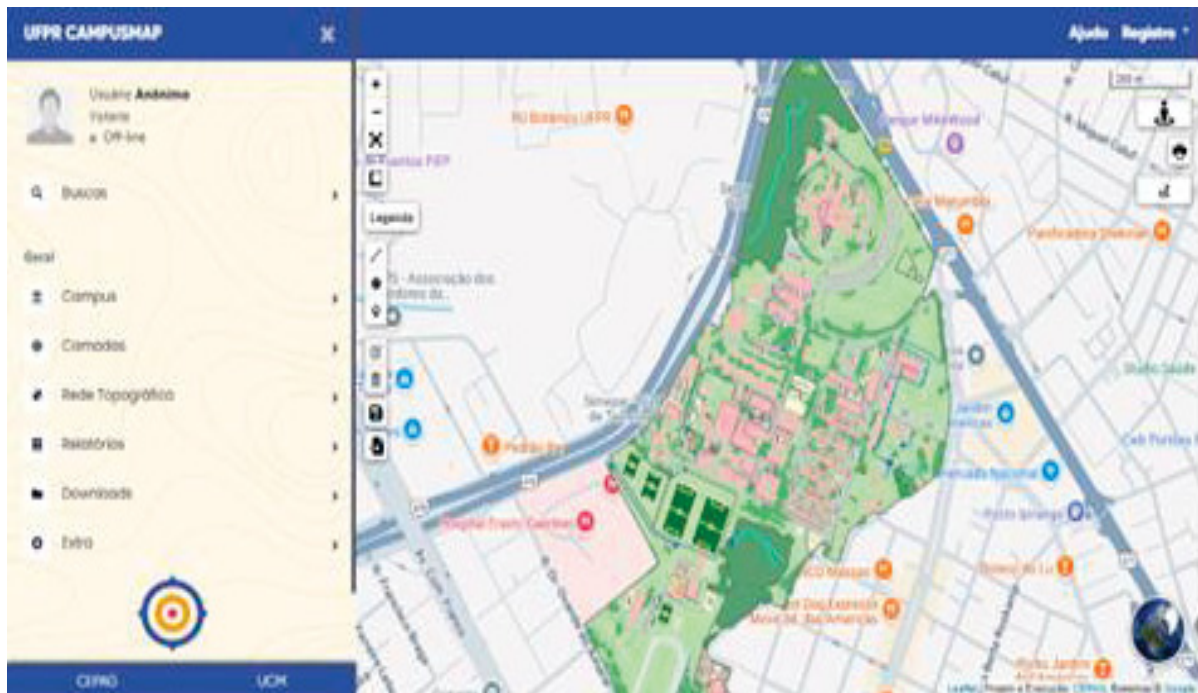
As tecnologias digitais são utilizadas para melhorar a experiência dos alunos, facilitar a comunicação e colaboração entre diferentes atores da instituição e otimizar a gestão das infraestruturas e serviços. Exemplos de implementações incluem sistemas de gerenciamento de espaços físicos, aplicativos para navegação e acesso a informações.

Em suma, o desenvolvimento de um *Smart Campus* representa uma evolução na forma como as instituições de ensino superior operam, com potencial para transformar a educação e gestão no ambiente acadêmico. Essa abordagem multidimensional requer um planejamento entre diversos setores, incluindo administradores, professores, alunos e profissionais de tecnologia, para garantir a implementação bem-sucedida das soluções propostas e maximizar os benefícios para toda a comunidade acadêmica.

Como exemplo podemos citar o UFPR Campus Map (UCM) que de acordo com Mendonça (2022) é uma iniciativa desenvolvida na Universidade Federal do Paraná que provê informações geográficas outdoor e indoor de campi universitários, e visa auxiliar usuários da Universidade na visualização e interação com os recursos e facilidades existentes nas áreas de uso da universidade, tendo como base um banco de dados geográfico atualizado dos campi.

Segundo Lima (2020) o projeto UFPR CampusMap foi desenvolvido pelo Centro de Pesquisa Aplicada em Geoinformação (CEPAG) da UFPR, que gera outros projetos de atualização da base cartográfica da UFPR e a manutenção e ampliação da rede de referência topográfica dos campi da universidade. O UFPR CampusMap (UCM) está disponível em uma plataforma web, configurando-se como um WebGIS que oferece uma base de dados detalhada sobre a estrutura dos campi. A interface do sistema (FIGURA 2) permite a localização do usuário e sua interação com diversas funcionalidades, como a geração de relatórios com informações métricas, capacidades restritivas dos ambientes, download de mapas de localização, monografias, dados de base GNSS, além das especificações técnicas dos produtos cartográficos. O público-alvo do UCM é composto por frequentadores dos campi que buscam informações sobre a localização das estruturas, possibilidades de rotas e acesso a dados cartográficos específicos referentes aos campi.

FIGURA 2 - INTERFACE WEBGIS UFPR CAMPUS MAP



FONTE: UFPR CampusMap (2024) (www.campusmap.ufpr.br)

De acordo com Lima (2020), as tarefas previstas na interação com a interface do UFPR CampusMap (UCM) incluem:

- a) Visualizar atributos de feições: Permite ver as informações referentes a feições que foram categorizadas e constituem a base cartográfica dos campi da UFPR;
- b) Realizar buscas por atributos: Essa tarefa permite que o usuário obtenha informações de camadas de interesse de acordo com uma feição escolhida;
- c) Realizar rotas de navegação: Nessa funcionalidade o usuário consegue obter informações de rotas quanto à localização de estruturas dos Campi da UFPR;
- d) Visualizar e manipular mapas indoor, outdoor e ortofotos: Refere-se à liberdade de controle do usuário em exibir em tela os ambientes indoors, outdoor e ortofotos;
- e) Realizar registro no sistema: Atividade de realizar registro de acesso ao sistema e assim ter acesso à área de usuário cadastrado.
- f) Realizar download de dados disponíveis: O usuário pode obter as especificações técnicas, fazer download dos mapas de localização, obter a monografia da base GNSS e ter acesso aos dados de rastreamento da base GNSS.

Conforme descrito por Lima (2020), os dados da base cartográfica apresentados no UCM foram categorizados a partir das normas desenvolvidas pelo Exército Brasileiro nas Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV). A

estruturação do UCM foi realizada sem adequações de acessibilidade para pessoas com deficiências, não dispondo de funcionalidades para uso de pessoas daltônicas.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa se propôs a desenvolver um sistema de automatização de consulta de dados implementados ao banco de dados do Campus Map no contexto da UFPR. Para o desenvolvimento foi proposta uma atualização ao banco de dados doo UCM a fim de se ter uma interface de consulta para auxiliar no desenvolvimento de projetos de incêndio.

A pesquisa foi desenvolvida nas seguintes etapas: determinação da área de estudo, caracterização e desenvolvimento da pesquisa, estando detalhadas as etapas nos itens a seguir.

3.1 MATERIAIS

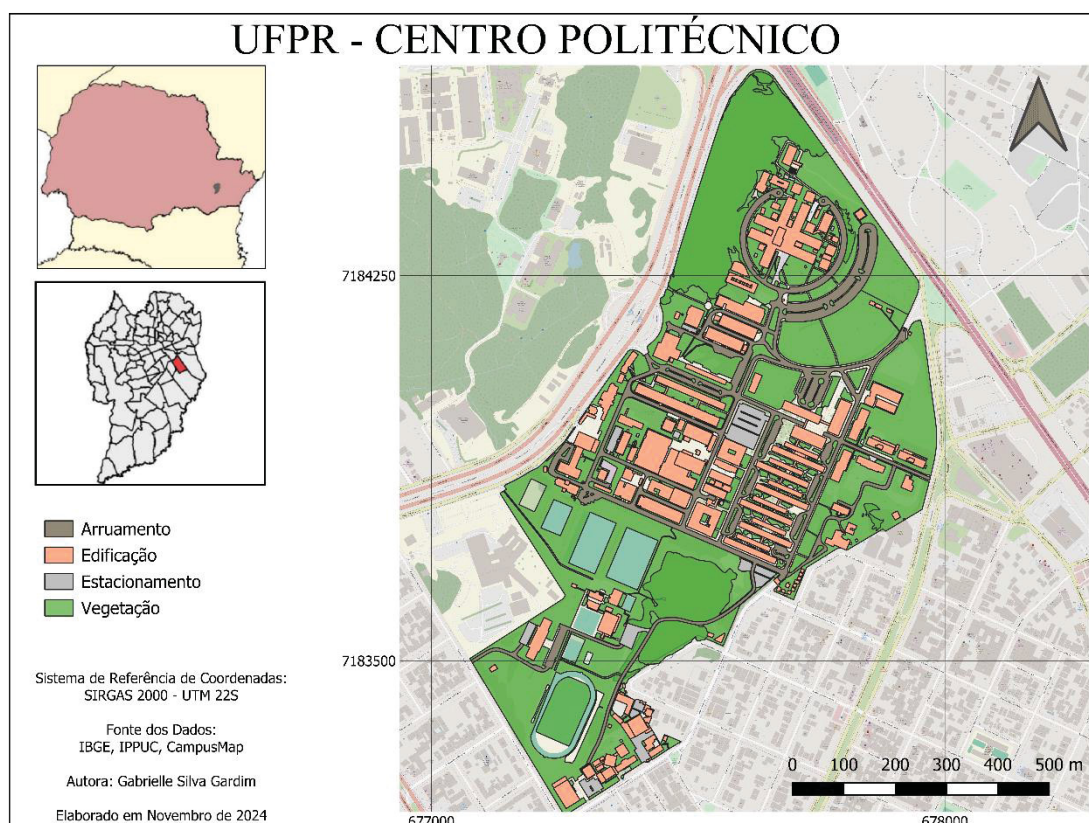
Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados os dados disponíveis no banco de dados da UFPR *CampusMap* como referência para a coleta de informações. O software Excel será empregado para documentar e organizar de forma eficaz os dados coletados. A coleta de imagens dos ambientes, necessária para a identificação dos tipos de materiais, será realizada com um dispositivo móvel Samsung A54, que possui uma câmera de 50 megapixels, garantindo uma resolução de 8165x6124 pixels para capturas nítidas e detalhadas.

3.2 ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Curitiba é um município brasileiro, capital do estado do Paraná, possui as seguintes coordenadas geográficas 25° 25' 47" S e 49° 16' 19" W, está localizada a 934 m de altitude, a uma distância de 1386 km de Brasília – DF. De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no censo demográfico de 2022, Curitiba possuía 1.773.718 habitantes, sendo o município mais populoso do estado do Paraná.

Na cidade em questão, encontram-se 13 campi da Universidade Federal do Paraná (UFPR), que foi fundada em 1912. Dentre estes 13 campi, foi selecionado o Campus Centro Politécnico, que se localiza no bairro Jardim das américas, por ser o maior campus e abrigar um maior número de cursos de nível superior, recebendo diariamente diversos alunos e sendo frequentemente um local de grande concentração humana e de atividades diversas, o que aumenta significativamente o potencial de risco. Na FIGURA 3 é apresentado o mapa de localização do campus da UFPR centro politécnico.

FIGURA 3 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: A autora (2025)

Para um estudo de caso mais detalhado foi determinado que a área de estudo terá como foco principal o bloco PI do Complexo Rubens Meister (FIGURA 4) por ser um ambiente acadêmico com elevada concentração de alunos diariamente, além de incluir outros laboratórios de pesquisa para que seja possível abranger mais tipos de riscos, como químico e biológico, portanto foram escolhidos, o Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR), FIGURA 5, e instalações voltadas para pesquisa com materiais biológicos, a qual chamaremos aqui de Laboratório B, estando localizado no Setor de Ciências Biológicas, FIGURA 6, ambos localizados no campus Centro Politécnico da UFPR, ambos os laboratórios foram escolhido por conterem diferentes tipos de materiais inflamáveis e por estarem associados a diferentes risco.

A FIGURA 4 apresenta a localização do bloco PI dentro do Complexo Rubens Meister, no campus Centro Politécnico da UFPR. O mapa exibe uma visão geral do campus, que evidencia a disposição das edificações e elementos cartográficos relevantes para a análise espacial do estudo. Esse bloco foi selecionado devido à sua elevada concentração de alunos e

às características de seus ambientes internos, que incluem laboratórios e salas de aula, representando diferentes cenários de risco em relação à segurança contra incêndios.

FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO DO COMPLEXO RUBENS MEISTER



Fonte: UFPR CampusMap (2024)

A FIGURA 5 ilustra a localização do Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR) no campus Centro Politécnico da UFPR. O mapa apresenta uma visão geral do campus, destacando a área onde o laboratório está situado. O LAMIR foi selecionado para este estudo devido à presença de materiais com potencial inflamável e às especificidades dos riscos químicos associados às suas atividades laboratoriais.

FIGURA 5 - LOCALIZAÇÃO DO LAMIR



FONTE: UFPR *CampusMap* (2024)

A Figura 6 apresenta a localização aproximada do Laboratório B, situado no Setor de Ciências Biológicas do campus Centro Politécnico da UFPR. Esse laboratório foi incluído no estudo devido à sua relação com pesquisas que envolvem materiais biológicos, o que implica riscos específicos, como aqueles associados a agentes biológicos e substâncias inflamáveis.

FIGURA 6 - LOCALIZAÇÃO APROXIMADA DO LABORATÓRIO B



FONTE: UFPR *CampusMap* (2024)

3.3 CARACTERIZAÇÃO E DELINEAMENTO DA PESQUISA

O trabalho em questão aborda um método de pesquisa quantitativo. Para o desenvolvimento da pesquisa será realizada uma coleta e análise de dados e será aplicado também método de estudo de caso, a fim de explorar o desenvolvimento e a aplicabilidade do tema.

No que tange aos procedimentos técnicos, a presente pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e documental, englobando o levantamento e a análise de dados. No âmbito bibliográfico, foram consultadas obras, artigos científicos, teses e dissertações relacionadas à construção de bancos de dados, ao desenvolvimento de *WebGIS* e às análises de risco de

incêndios. Em relação à vertente documental, foram efetuadas consultas em documentos, artigos e normas técnicas pertinentes ao tema em questão.

Para o planejamento do presente trabalho foram seguidas as etapas conforme QUADRO 7, sendo dividido em 04 etapas, sendo: (01) determinação da problemática e pesquisa bibliográfica, a qual constitui-se na identificação e investigação dos principais aspectos relacionados com a pesquisa e posterior Revisão de Literatura; (02) identificação do fluxo de determinação de projetos de incêndio; (03) desenvolvimento do banco de dados para WebGIS, com base nas normativas técnicas utilizadas na determinação do risco das edificações; (04) coleta das informações necessárias e aplicação do banco de dados final no UCM.

QUADRO 7 - ETAPAS DA PESQUISA

ETAPAS	DESCRIÇÃO
01	-Determinação da problemática - Pesquisa bibliográfica - Revisão de literatura.
02	- Identificação do fluxo de determinação de projetos de incêndio
03	-Modelagem do banco de dados
04	-Coleta de dados - Determinação da árvore de decisão - Aplicação do banco de dados no UCM

FONTE: A autora (2025)

3.3.1 ETAPA 01 - DETERMINAÇÃO DA PROBLEMÁTICA E PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Nesta etapa, a partir do tema central da pesquisa, foi delineada a problemática que orienta o desenvolvimento. Foram especificados eixos que sustentam a problemática do trabalho e que estão diretamente vinculados a ela. Nesse contexto, foi realizada uma leitura de artigos publicados em periódicos e revistas científicas, com o intuito de selecionar outros tópicos que também contribuíssem para a fundamentação teórica da pesquisa.

Conforme afirmado por Gonçalves (2019) a Revisão de Literatura é uma ferramenta crucial nos estudos acadêmico-científicos, uma vez que envolve a busca de material que fornece suporte ao tema do trabalho e possibilita discussões relevantes para a pesquisa. Desde o levantamento preliminar da literatura até a seleção de critérios, esse processo permite a articulação das obras ou documentos pertinentes ao assunto.

Dessa forma, a Revisão Bibliográfica foi realizada ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho, conferindo embasamento científico e consistência às questões norteadoras. Foram

lidos e preferencialmente selecionados trabalhos dos últimos seis anos, os quais apresentavam relação com o tema, visando proporcionar um melhor entendimento do objeto de pesquisa.

3.3.2 ETAPA 02 – ETAPAS PARA CRIAÇÃO DE PROJETOS DE INCÊNDIO

Para iniciar a determinação do fluxo de criação de projetos de prevenção a incêndios, é fundamental determinar o nível de risco presente nas edificações, sendo necessário a análise de diversos fatores, tais como; carga de incêndio, classificação de ocupação da edificação e medidas de prevenção adotadas.

Esses elementos combinados permitem determinar o nível de risco da edificação e as medidas de segurança necessárias para mitigá-lo. Para a criação de projetos de incêndio, é necessário, primeiramente, analisar a classificação da edificação, realizar uma análise de risco conforme as normas de referência e identificar os materiais de acabamento e revestimento. Nesse contexto, os materiais de acabamento e revestimento são importantes, uma vez que influenciam o risco de incêndio. A escolha desses materiais pode afetar a carga de incêndio da edificação, impactando a intensidade e a propagação do fogo. Ademais, de acordo com o nível de risco da edificação, podem existir exigências específicas sobre os tipos de materiais a serem utilizados, o que impacta diretamente na segurança geral do projeto.

A utilização de materiais de acabamento e revestimento em projetos de incêndio é utilizada para a determinação do nível de risco de uma edificação. Essa análise pode ser realizada por meio de um banco de dados que categoriza os tipos de materiais, facilitando a avaliação do risco associado a cada um deles. Os materiais utilizados nos acabamentos e revestimentos devem ser classificados quanto à sua inflamabilidade, materiais com alta resistência ao fogo são recomendados, pois podem retardar a propagação de chamas, a reação dos materiais ao fogo deve ser considerada juntamente com a emissão de fumaça e gases tóxicos. Para um melhor entendimento da reação dos materiais de acabamento e revestimento, recomenda-se a consulta ao distribuidor. Na ausência de registro, é necessário realizar testes de resistência dos materiais para uma melhor determinação dos projetos de incêndio.

Portanto, a conformidade com normas técnicas, como a NPT 14, é essencial para garantir que os materiais utilizados atendam aos padrões de segurança exigidos para a proteção contra incêndios.

Para exemplificar a execução de projetos de incêndio no âmbito da Universidade Federal do Paraná (UFPR) será utilizado como exemplo o Restaurante Universitário (RU), primeiramente identifica-se onde a edificação se encaixa nas categorias previstas pelo Código

de Segurança contra Incêndios. Por exemplo, ao desenvolver um projeto de incêndio para um Restaurante Universitário (RU), deve-se consultar o Código de Segurança e alocar a edificação nas tabelas apropriadas. Na Tabela 1 (<http://surl.li/spmamo>) do código de segurança contra incêndios, é determinada a classificação da edificação, que neste caso é identificada como F-8, referindo-se a locais destinados a refeições, conforme o Anexo A da NPT 014.

A próxima etapa consiste na verificação da altura da edificação. No exemplo apresentado, a edificação é classificada como baixa, seguindo o Anexo B da NPT 014. Em seguida, deve-se verificar a classificação de risco que é determinada com base no ANEXO A (<http://surl.li/vnitdx>) da NPT 14, relevante para calcular a carga de incêndio da edificação, estabelecendo se o risco é leve, moderado ou elevado.

Em seguida são determinadas as medidas de segurança exigidas para edificações com essas características. Por exemplo, se o RU for classificado como de risco moderado, com área inferior a 1.000 m² e altura inferior a 6,0 metros, e sendo um F-8, tendo como base a Tabela 6F.3 para definir as medidas de segurança contra incêndio necessárias.

Esse processo detalhado e meticuloso assegura que todas as características da edificação sejam consideradas e que as medidas adequadas sejam implementadas para proteger tanto a estrutura quanto as pessoas que a utilizam.

3.3.3 ETAPA 03 - MODELAGEM DO BANCO DE DADOS

Nesta sessão, será descrita a metodologia adotada para a complementação do banco de dados, que sustentará o desenvolvimento do presente trabalho. A construção de um banco de dados é essencial para garantir a integridade e a confiabilidade das informações coletadas.

Inicialmente, será apresentado o desenvolvimento do diagrama de caso de uso, a classe dos objetos, onde serão apresentados os elementos principais a serem gerenciados no banco de dados, e o desenvolvimento do diagrama de classe.

3.3.3.1 PROPOSIÇÃO DO DIAGRAMA DE CASO DE USO

O desenvolvimento do diagrama de caso de uso possibilita a compreensão do sistema por qualquer pessoa com conhecimento sobre o problema, tentando apresentar o sistema por intermédio da perspectiva dos usuários. De modo geral o diagrama de caso de uso é utilizado no início da modelagem do sistema, com enfoque nas etapas de licitação e análise de requisitos, podendo posteriormente ser consultado e modificado durante todo o processo de engenharia e servindo de base para a modelagem de outros diagramas.

A modelagem de casos de uso é uma técnica amplamente utilizada para capturar os requisitos funcionais de um sistema. Em projetos voltados à prevenção e combate a incêndios, o diagrama de caso de uso é fundamental para entender como os diferentes atores interagem com o sistema de forma a gerenciar as informações e tomar decisões.

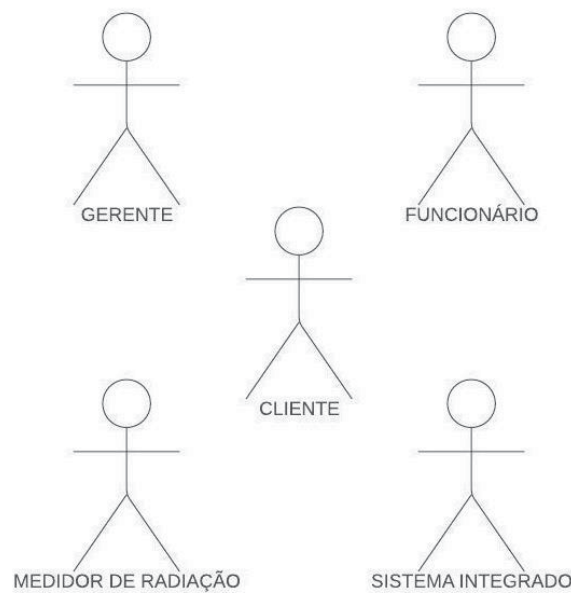
Um diagrama de caso de uso descreve as interações entre os usuários (atores) e as funcionalidades do sistema, mapeando as ações que podem ser executadas e como elas se relacionam com as metas dos usuários. No contexto do UFPR CampusMap (UCM), este diagrama ajuda a visualizar como os técnicos da Superintendência de Infraestrutura (SUINFRA) e outros atores utilizam o sistema para acessar, atualizar e consultar informações sobre riscos de incêndio.

O diagrama de casos de uso tem por objetivo apresentar uma visão externa geral das funcionalidades que o sistema deverá oferecer aos usuários, sem se preocupar muito com a questão de como tais funcionalidades serão implementadas. [...] Procura apresentar uma linguagem simples e de fácil compreensão para que os usuários possam ter uma ideia geral de como o sistema vai se comportar. Procura identificar os atores (usuários, outros sistemas ou até mesmo algum hardware especial) que utilizarão, de alguma forma, o software, bem como os serviços, ou seja, as funcionalidades que o sistema disponibilizará a esses atores, conhecidas nesse diagrama como casos de uso. GUEDES, 2018

O diagrama concentra-se em dois itens principais: atores e casos de uso. Os atores representam os papéis desempenhados pelos usuários que poderão utilizar os serviços e funções do sistema. Eventualmente, um ator pode representar algum hardware ou mesmo outro software que interage com o sistema, como no caso de um sistema integrado, por exemplo também se deve procurar agrupar usuários com características semelhantes, que utilizarão as mesmas funcionalidades no sistema e possuirão os mesmos níveis de permissão, identificando-os como um ator único, sendo representados por símbolos de “bonecos” (FIGURA 7), contendo uma breve descrição logo abaixo que identifica o papel que o ator em questão assume dentro do diagrama.

Algumas perguntas podem ser úteis para identificar atores, como: Que tipos de usuários poderão utilizar o sistema? Quem fornecerá informações ao sistema? Quem utilizará as informações do sistema? Quem poderá alterar ou excluir informações do sistema? Os candidatos a atores devem ser listados e deve-se tentar atribuir responsabilidades e objetivos a cada um deles, ou seja, metas que cada ator poderia desejar atingir ao utilizar o software.

FIGURA 7 - EXEMPLO DE ATORES



FONTE: Autora (2025) adaptado de Guedes (2018)

3.3.3.2 DETERMINAÇÃO TABELAS DE CONSULTA

Para o desenvolvimento das tabelas referentes aos materiais de acabamento e revestimento das salas e laboratórios da PI no Complexo Rubens Meister, do Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR) e instalações voltadas para pesquisa com materiais biológicos, a qual chamaremos aqui de Laboratório B, ambos localizados no campus Centro Politécnico da UFPR foram seguidas as etapas descritas no fluxograma apresentado na FIGURA 8.

A primeira etapa consistiu na busca pelas normas técnicas relativas a materiais de acabamento e revestimento, sendo a NPT 10 a principal norma utilizada no estado do Paraná. Em seguida, foi realizada a análise dessas normas para identificar os tipos de materiais que deveriam ser classificados, juntamente com suas respectivas classes de reação ao fogo. Com estas informações coletadas e analisadas a etapa final é constituída pela construção das tabelas para a classificação dos tipos de materiais de acabamento e de revestimento.

FIGURA 8 - FLUXOGRAMA PARA A DETERMINAÇÃO DAS TABELAS DE CONSULTA



FONTE: A autora (2025)

Para a construção dos quadros que permitirão a realização das consultas na interface do UFPR CampusMap (UCM), foi utilizada a NPT 10, do estado do Paraná, que se baseia nas normas brasileiras NBR 9442 e NBR 8660, além da ISO 1182 e outras normativas relacionadas a materiais de acabamento e revestimento apresentadas no QUADRO 5 (pg.32) do capítulo 2.3 do presente trabalho, também foi utilizado como referência o Código de Segurança Contra Incêndios.

O desenvolvimento se deu inicialmente pela análise da classificação dos materiais a serem utilizados, considerando o grupo e a divisão de ocupação/uso conforme a finalidade de cada material, conforme apresentado na NPT 10 (QUADRO 8). Para se ter uma melhor leitura/compreensão do quadro, vale ressaltar que o acabamento de pisos inclui cordões, rodapés e arremates, enquanto para paredes e divisórias não são consideradas portas, janelas, cordões e outros acabamentos decorativos. Os condomínios referem-se somente a edificações com altura superior a 12,0 m.

QUADRO 8 - FINALIDADE DOS MATERIAIS CONSIDERANDO O GRUPO DE OCUPAÇÃO

		FINALIDADE DO MATERIAL		
		PISO	PAREDE E DIVISÓRIA	TETO E FORRO
GRUPO/ DIVISÃO	A3 e Condomínios residenciais	Classe I, II-A, III-A, IV-A ou V-A	Classe I, II-A, III-A ou IV-A	Classe I, II-A ou III-A
	B,D,E,G,H,I1,J1 e J2	Classe I, II-A, III-A ou IV-A	Classe I, II-A ou III-A	Classe I ou II-A
	C,F,I2,I3, J3, J4, L1, M2 e M3	Classe I, II-A ou IV-A	Classe I ou II-A	Classe I ou II-A

FONTE: Autora (2025) adaptado da NPT 10 (2014)

De acordo com a NPT 10 os materiais de acabamento e revestimento das fachadas das edificações devem se enquadrar entre as Classes I e II-B, já os materiais de acabamento e revestimento das coberturas de edificações devem enquadrar-se entre as Classes I a III-B, exceto para os grupos/divisões C, F-5, I-2, I-3, J-3, J-4, L-1, M-23 e M-3 que devem enquadrar-se entre as Classes I a II-B;

A classificação de reação ao fogo é um sistema que avalia como os materiais se comportam quando expostos ao fogo, indicando o quanto um material contribui para a propagação do fogo em caso de incêndio, sendo as classes dos materiais e seus respectivos índices de propagação superficial da chama dados por:

- Classe A - Índice de propagação superficial de chama: 0 – 25

- Classe B - Índice de propagação superficial de chama: 26 – 75
- Classe C - Índice de propagação superficial de chama: 76 – 150
- Classe D - Índice de propagação superficial de chama: 151 – 400
- Classe E - Índice de propagação superficial de chama: acima de 400

Existem sistemas construtivos que devem ser especialmente considerados em relação à resistência ao fogo, como é o caso em que os elementos estruturais são compostos por materiais combustíveis, ou seja, madeira e materiais poliméricos reforçados com fibras. Esses materiais alimentam sua própria combustão após o incêndio extinguir-se. Se não houver, em razão da dificuldade de combate, uma ação decisiva de extinção total do fogo, a estrutura poderá continuar queimando e se consumindo a ponto de chegar ao colapso, mesmo que o dimensionamento para o tempo requerido de resistência ao fogo tenha sido comprovado como satisfatório. Essa situação exige proteções mais robustas da estrutura contra a ação do incêndio, de forma que seu processo de combustão sequer se inicie.

Berto, 2020

Foram realizados estudos referentes a resistência dos materiais de acabamento e revestimento, como por exemplo Bolina, Prager, Rodrigues e Tutikian (2015), que realizaram estudo sobre a resistência ao fogo de paredes maciças de concreto armado abordando a importância dos materiais de acabamento e revestimento em relação à segurança contra incêndios. Os autores destacam que a escolha desses materiais é crucial, pois eles podem influenciar significativamente o desempenho das estruturas em situações de incêndio.

A segurança contra incêndio depende de detalhes que compõem o edifício e suas partes, tais como materiais empregados, processo construtivo adotado, sistema estrutural, composição de cada elemento construtivo, ligações entre elementos construtivos, características das vedações internas e externas, forros empregados, cobertura, revestimentos empregados e respectiva forma de aplicação, etc.; enfim, todos os detalhes são relevantes e devem ser reconhecidos no processo de avaliação técnica sob a ótica de desempenho. Vale ressaltar a importância dos estudos para determinação da resistência quando não se tem as informações necessárias determinadas pelo fornecedor do material.

Com base no que foi apresentado anteriormente, foram desenvolvidos os QUADROS 9 a 11, que apresentam os tipos de materiais de revestimento e acabamento, suas respectivas classes de reação ao fogo. As classes de reação ao fogo classificam a resistência dos materiais, variando de Classe A a Classe C, sendo a Classe A mais resistente e a Classe C menos resistente.

QUADRO 9 - MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO DE PISO

TIPO DE MATERIAL DE PISO	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO
Cerâmica	Classe A
Piso Vinílico	Classe B
Carpete	Classe C
Madeira	Classe C
Laminado de Alta Pressão	Classe C
Taco	Classe C

FONTE: A autora (2025)

Já o QUADRO 10 lista os diferentes tipos de materiais comumente utilizados em paredes. Nota-se que materiais como tijolos e gesso oferecem maior proteção contra o fogo, com o tijolo apresentando a menor inflamabilidade (Classe A), enquanto opções como divisórias de PVC e paredes de plástico possuem maior risco de incêndio, sendo materiais menos resistentes ao fogo (Classe C).

QUADRO 10 - MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO DE PAREDE

TIPO DE MATERIAL DE PAREDE	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO
Gesso Acartonado (Drywall)	Classe A
Madeira	Classe C
Revestimento de Tinta	Classe A
Papel de Parede	Classe C
Alumínio Composto (ACM)	Classe B
Tijolo	Classe A

FONTE: A autora (2025)

O QUADRO 11 apresenta os principais materiais utilizados na construção de forros e tetos. Materiais como gesso acartonado e fibra mineral se destacam por sua alta resistência ao fogo (Classe A), enquanto materiais como madeira e forros de PVC apresentam maior risco de inflamabilidade, com a madeira sendo um dos materiais com maior propensão ao fogo (Classe C). Essas tabelas auxiliam na seleção de materiais mais seguros para construção e projetos de combate a incêndio, contribuindo para um ambiente mais protegido e conforme as normas de segurança.

QUADRO 11 - MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO DE TETO

TIPO DE MATERIAL DE TETO	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO
Gesso Acartonado (Drywall)	Classe A
Forro de PVC	Classe B
Teto de Madeira	Classe C
Forro de Alumínio	Classe B
Teto de Fibra Mineral	Classe A

FONTE: A autora (2025)

Já para a determinação da classe dos objetos que se referem aos elementos presentes na tabela de consulta para geração da automatização na interface do UCM será utilizada como referência a tabela presente no banco de dados do UCM (QUADRO 12), que está associada ao QUADRO 13, o qual especifica os domínios correspondentes a cada atributo.

O QUADRO 12 apresenta a estrutura da tabela que define os objetos relacionados aos elementos presentes na interface de consulta do UCM, sendo fundamental para a organização dos dados, pois permite identificar e categorizar os diferentes tipos de ambientes dentro da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Os atributos fornecem informações essenciais para a gestão espacial e a automação de consultas, garantindo que os usuários possam acessar rapidamente os dados necessários.

QUADRO 12 - DESCRIÇÃO DOS ATRIBUTOS DO OBJETO AMBIENTE

CLASSE	DESCRIÇÃO		CÓDIGO
Indoor	Indoor são os ambientes internos de uma edificação.		1.1.1
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio
Local	Alfanumérico (150)	Indica o nome da unidade da UFPR	2.2
ambiente	Alfanumérico (150)	Indica o nome do ambiente.	A ser preenchido
capacidade	Inteiro	Indica a quantidade de pessoas que cabem no ambiente	A ser preenchido
sigla_amb	Alfanumérico (15)	Indica a sigla do ambiente.	A ser preenchido
tipo_amb	Alfanumérico (30)	Indica a classificação do ambiente.	2.4
sub_tp_amb	Alfanumérico (30)	Indica a subclassificação do ambiente.	2.4
cod_tp_amb	Inteiro	Indica o código relacionado ao tipo do ambiente.	2.4

FONTE: Autora (2025) adaptado de Sarot (2021)

O QUADRO 13 se relaciona ao QUADRO 12 por meio da especificação do domínio atribuído aos locais da UFPR, tendo como código do local as siglas referentes a cada local sendo esses locais melhores descritos na coluna referente a descrição, como por exemplo o código “PFCG” que se refere ao Canguiri, sendo este uma fazenda localizada no município de Pinhais.

QUADRO 13 – DOMINIO 2.2 LOCAL

NOME/VALOR	DESCRIÇÃO	
CODIGO_LOCAL E LOCAL	CODIGO LOCAL: INDICA QUAL O CÓDIGO DE CADA UNIDADE DA UFPR. LOCAL: INDICA O NOME DE CADA UNIDADE DA UFPR.	
CODIGO_LOCAL	LOCAL	DESCRIÇÃO
CCBT	Artes	Campus localizado no bairro Batel.
CCB	Agrárias	Campus localizado no bairro Cabral.
CCCE	DANC	Campus localizado no bairro Centro.
CCCE	Estudantes (BC, CEUC, DCE e RU)	Campus localizado no bairro Centro.
CCCE	Palácio da Luz	Campus localizado no bairro Centro.

CCCE	PROGEPE	Campus localizado no bairro Centro.
CCCE	Reitoria	Campus localizado no bairro Centro.
CCCE	Saúde	Campus localizado no bairro Alto da Glória.
CAAG	Ubalino	Campus localizado no bairro Alto da Glória.
CCJB	Botânico	Campus localizado no bairro Jardim Botânico.
CCJU	Comunicação	Campus localizado no bairro Juvevê.
CCJA	Centro Politécnico	Campus localizado no bairro Jardim das Américas.
CCRE	Rebouças	Campus localizado no bairro Rebouças.
PFCG	Canguiri	Fazenda localizada no município de Pinhais.
CHAV	Maternidade Victor Ferreira do Amaral	Hospital localizado no bairro Água Verde.
CHBT	Centro da Visão	Hospital localizado no bairro Batel.
CHCE	Hospital de Clínicas	Hospital localizado no bairro Alto da Glória.
CAPI	Imprensa UFPR	Un. Administrativa localizada no município de Piraquara.
CxCE	Celin XV de Novembro	Campus localizado no bairro Centro.
CxCE	Centro de Assessoria de Publicação Acadêmica	Campus localizado no bairro Centro.
CxAG	SINDITEST	Campus localizado no bairro Alto da Glória
CxCE	Funpar	Campus localizado no bairro Centro.
LCMA	Matinhos	Campus localizado em Matinhos.
LCPP	Centro de Estudos do Mar	Campus localizado em Pontal do Paraná.
LMPA	Museu de Arqueologia e Etnologia - MAE	Museu localizado em Paranaguá.
LAMI	Mirassol	Unidade Acadêmica localizada em Mirassol.
OCPA	Palotina	Campus localizado em Palotina.
OFPA	Palotina	Fazenda localizada em Palotina.
OAMA	Maripá	Unidade acadêmica localizada em Maripá.
OCTO	Toledo	Unidade acadêmica localizada em Toledo.
NCJS	Jandaia do Sul	Campus avançado localizado em Jandaia do Sul
NFPA	Paranavaí	Fazenda localizada em Paranavaí.
NFCA	Castro	Fazenda localizada em Castro.
SFSJ	São João do Triunfo	Fazenda localizada em São João do Triunfo.
SFRN	Rio Negro	Fazenda localizada em Rio Negro.

FONTE: Autora (2025) adaptado de Sarot (2021)

O QUADRO 14 se relaciona ao QUADRO 12 ao especificar os domínios dos atributos relacionados aos tipos e subtipos de ambientes. Este quadro fornece um referencial para compreender as diferentes categorias de ambientes dentro da UFPR, permitindo uma análise mais detalhada e precisa.

QUADRO 14 – DOMÍNIO 2.4 TIPO E SUBTIPO DE AMBIENTE

2.4 cod tp amb, tipo amb, sub tp amb <codeList>>		
NOME/VALOR	DESCRIÇÃO	
cod tp amb	tipo amb	sub tp amb
1	Banheiro	Compartilhado Feminino Masculino
2	Circulação	Hall
3	Construção	
4	Ensino	Sala de estudo

		Sala de aula Laboratório Ensino
5	Hospitalar	
6	Institutos de Educação	
7	Geral	
8	Salas de professores	
9	Transição de Nível	Elevador Escada Rampa
10	Uso Administrativo	
11	Uso Comercial	Cantina/lanchonete/café Correio Papeleria/ fotocópia Restaurante
12	Uso comum	Auditório Biblioteca Diretório acadêmico Museu

FONTE: Autora (2025) adaptado de Sarot (2021)

Na sequência, serão modeladas as interações e dependências entre os diversos componentes. Associações como a composição de uma sala por seus elementos construtivos e a identificação de riscos ambientais com base nas características dos materiais e elementos presentes foram mapeadas, proporcionando uma representação completa e fiel do ambiente físico e dos potenciais riscos.

3.3.3.3 PROPOSTA DO DIAGRAMA DE CLASSE

O diagrama de classe permite a visualização das classes que comporão o sistema com seus respectivos atributos e métodos, sendo assim mais um parâmetro facilitador para o desenvolvimento do banco de dados.

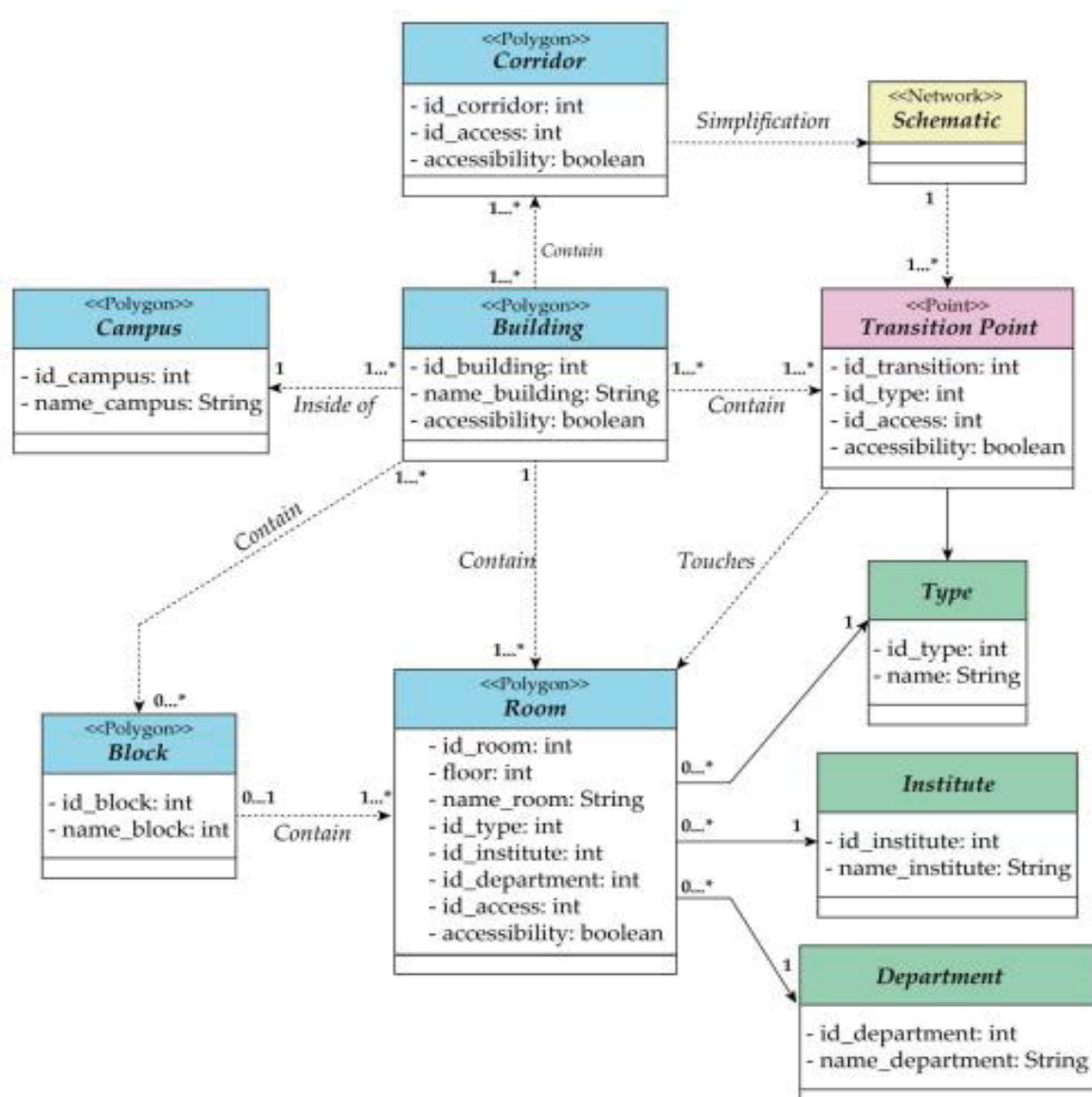
O diagrama de classes é um dos mais importantes e utilizados da UML. Seu principal enfoque está em permitir a visualização das classes que comporão o sistema com seus respectivos atributos e métodos, bem como demonstrar como as classes do diagrama se relacionam, complementam e transmitem informações entre si. Esse diagrama apresenta uma visão estática de como as classes estão organizadas, preocupando-se em como definir a estrutura lógica delas. O diagrama de classes serve ainda como apoio para a construção da maioria dos outros diagramas da linguagem UML.
GUEDES, 2018

A construção do diagrama de classes é um passo essencial na modelagem de dados para o projeto de automatização das consultas a tabelas e normas voltadas à prevenção e combate a incêndio no contexto do UFPR CampusMap. Inicialmente, serão identificados os principais elementos envolvidos nesse cenário, como as estruturas físicas (salas e seus componentes

construtivos), os materiais utilizados na edificação e os diferentes tipos de riscos presentes em ambientes universitários. Com base nessa análise, será definido um conjunto de classes que representam esses elementos, cada uma com seus respectivos atributos e métodos.

Na FIGURA 9 é apresentado o modelo UML do banco de dados indoor do UCM, onde é possível observar a relação entre os elementos que integram o banco de dados e seus domínios, em azul são descritos os elementos e em verde o domínio relacionado ao elemento sala por exemplo, a partir deste modelo serão acrescentados os elementos necessários para consultada referentes a determinação de projetos de incêndio.

FIGURA 9 - MODELO UML DO BANCO DE DADOS INDOOR DO UCM



FONTE: Sarot (2021)

Na sequência, serão modeladas as interações e associações como a composição de uma sala e seus elementos construtivos e a identificação de riscos nos ambientes com base nas características dos materiais e elementos presentes foram mapeadas, proporcionando uma representação completa do ambiente físico e dos potenciais riscos.

3.3.4 ETAPA 04 - COLETA DE DADOS E DETERMINAÇÃO DA ÁRVORE DE DECISÃO E APLICAÇÃO DA INTERFACE NO UCM

A coleta de dados foi realizada por meio de inspeções/vistorias as salas e laboratórios de pesquisa da PI do complexo Rubens Meister, Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR) e instalações voltadas para pesquisa com materiais biológicos, a qual chamaremos aqui de Laboratório B, localizados no campus Centro Politécnico da UFPR, a fim de se ter as informações necessárias para complementar o banco de dados referente a materiais de acabamento e revestimento inflamáveis que podem fazer com que incêndios propaguem com maior facilidade.

Nos QUADROS 15 e 16 são apresentados os parâmetros propostos para determinar as consultas a serem realizadas com o UCM no qual é possível observar os tipos de materiais de acabamento e revestimento, baseado na NPT 10, além de apresentar informações consideradas relevantes e essenciais que impactam a segurança contra incêndios, como o uso do ambiente, que inclui o tipo de ocupação e a capacidade máxima de pessoas, e o tipo de risco, que pode ser classificado como elétrico, químico ou biológico. Também apresenta os materiais de acabamento e revestimento sendo estes subdivididos em piso, parede, teto e janela, conforme a norma, além do tipo de ocupação que pode ser descrito como: salas e laboratórios, estes por sua vez tendo subclasses como por exemplo sala de aula ou sala de reunião e os laboratórios podendo ser classificados em laboratório de pesquisa teórica ou prática, possuindo apenas computadores ou materiais para experimentos, respectivamente.

O quadro também permite registrar se o ambiente está em conformidade com as normativas dos projetos de incêndio, uma lacuna que será preenchida posteriormente pelo usuário, por meio de um campo de múltipla escolha. Essa estrutura de tabela permitirá uma consulta rápida e automatizada dos materiais de acabamento e revestimento, ajudando na verificação da conformidade com a NPT 10 e facilitando o planejamento de ações de prevenção e combate a incêndio.

Vale ressaltar que a coluna referente a classe da edificação é determinada em conformidade com o Código de Segurança Contra Incêndio do estado do Paraná (CSCIP), a coluna referente a data de inspeção deve ser preenchida posteriormente por ser um valor variável conforme as características e idade da edificação.

Para fins didáticos os valores relacionados à altura da edificação, carga média de incêndio e data de vistoria, serão valores e datas arbitrários com o intuito de que se tenha uma melhor leitura sobre as informações que são armazenadas nos quadros.

QUADRO 15 - MODELO DE TABELA PARA DETERMINAÇÃO DOS MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO DOS AMBIENTES – PARTE I

SALA		USO		MATERIAL DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO			MÉDIA DA CARGA DE INCÊNDIO (kg/m²)	TIPO DE RISCO	CLASSE DA EDIFICAÇÃO	ALTURA DA EDIFICAÇÃO (m)
ID.	Nº da sala	Tipo de ocupação	Capacidade máxima	Piso	Parede	Teto				
1		Sala de aula	40	Vinílico	Madeira	Gesso	12	Elétrico	E-4	10
2		Laboratório prático	5	Cerâmica	Gesso	Forro de PVC	8	Químico	I-3	10
3		Sala de estudo	20	Carpete	Papel de parede	Fibra mineral	15	Elétrico	E-4	10
4		Laboratório prático	10	Cerâmica	Gesso	Fibra mineral	8	Biológico	I-3	10

FONTE: A autora (2025)

QUADRO 16 - MODELO DE TABELA PARA DETERMINAÇÃO DOS MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO DOS AMBIENTES – PARTE II

CONFORMIDADE COM A NORMA	MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO		RISCOS VISÍVEIS	OBSERVAÇÃO
	DATA			
	Última inspeção	Próxima inspeção		
SIM	20/09/2023	20/09/2024	Fiação exposta	0
NÃO	20/09/2023	20/09/2024	Químicos	0
SIM	20/09/2023	20/09/2024	0	Inspeção não realizada
SIM	20/09/2023	20/09/2024	0	0

FONTE: A autora (2025)

A partir das informações coletadas será possível realizar a determinação de uma árvore de decisão que é uma técnica que permite representar visualmente os diferentes fatores envolvidos na análise de risco, proporcionando uma abordagem sistemática para a tomada de decisões. Neste estudo, a árvore de decisão será utilizada para identificar os níveis de risco de incêndio em ambientes específicos, contemplando os seguintes elementos.

Para este processo de determinação serão seguidas as seguintes etapas: Identificação dos ambientes; definição de perguntas-chave; critério de avaliação. A identificação dos ambientes consiste na construção da árvore considerando os principais ambientes determinados para o desenvolvimento do trabalho, como as salas e laboratórios. A definição da pergunta-chave por sua vez é determinada para cada tipo de ambiente de modo a facilitar a identificação do risco, como por exemplo para laboratórios onde se pode questionar a existência de materiais químicos. O critério de avaliação tem como base as respostas obtidas permitindo assim a classificação dos ambientes com risco baixo, moderado, elevado ou crítico.

A construção da árvore de decisão será pelas seguintes etapas, coleta de dados para responder as questões, construção da árvore, a partir das informações coletadas será construído um diagrama, permitindo uma visualização clara das relações entre as variáveis e os níveis de risco. Os resultados da árvore de decisão serão analisados para identificar os ambientes com maior risco, permitindo a formulação de recomendações específicas para mitigação e prevenção.

A árvore de decisão proposta será operada por meio de regras condicionais estruturadas a partir dos atributos presentes no banco de dados geoespacial, tais como: tipo de revestimento (piso, parede e teto), classe de reação ao fogo, tipo de ocupação e altura da edificação. Essas regras foram traduzidas em lógica consultável, incorporada diretamente ao banco de dados relacional, permitindo a execução automatizada da classificação de risco. A integração com o WebGIS do UFPR CampusMap (UCM) foi realizada através da associação às funcionalidades de consulta da interface, com o intuito de que o usuário final possa acessar o resultado da árvore de decisão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DIAGRAMA DE CASO DE USO

Para iniciar o desenvolvimento do diagrama de modelo de dados deve-se responder algumas questões, a fim de se ter um auxílio na determinação dos atores, como: Que tipos de usuários poderão utilizar o sistema? Quem fornecerá informações ao sistema? Quem utilizará as informações do sistema? Quem poderá alterar ou excluir informações do sistema? Os candidatos a atores devem ser listados e deve-se tentar atribuir responsabilidades e objetivos a cada um deles, ou seja, metas que cada ator poderia desejar atingir ao utilizar o software.

No contexto do presente trabalho o diagrama de caso de uso envolve as principais interações entre os usuários, que por sua vez são os técnicos responsáveis e o sistema que está relacionado ao banco de dados. Os atores identificados são apresentados em dois grupos, de modo geral os atores referem-se aos técnicos da SUINFRA os quais são os responsáveis por inserir, consultar e atualizar informações sobre os materiais presentes nos ambientes, em seguida temos os técnicos projetistas que são responsáveis pela criação e gestão de projetos de incêndio, estes profissionais utilizam o sistema para consultar dados geoespaciais e automatizar a consulta de dados para a criação de projetos de prevenção e combate a incêndio.

As escolhas de atores e funcionalidades no diagrama de caso de uso foram guiadas pelos objetivos principais da pesquisa: facilitar o gerenciamento de informações sobre riscos de incêndio e automatizar as consultas para a criação de projetos de prevenção e combate a incêndio. O ator técnico da SUINFRA foi selecionado como o principal responsável pela manutenção e atualização dos dados, pois a SUINFRA é a entidade responsável pela infraestrutura física da UFPR. Já o ator técnico projetista é fundamental para utilizar as informações do sistema de forma prática, automatizando consultas e facilitando a criação de projetos.

Dentre as principais funcionalidades do sistema, representadas no diagrama de caso de uso, que auxiliam no gerenciamento das informações necessárias para a modelagem do banco de dados, incluem:

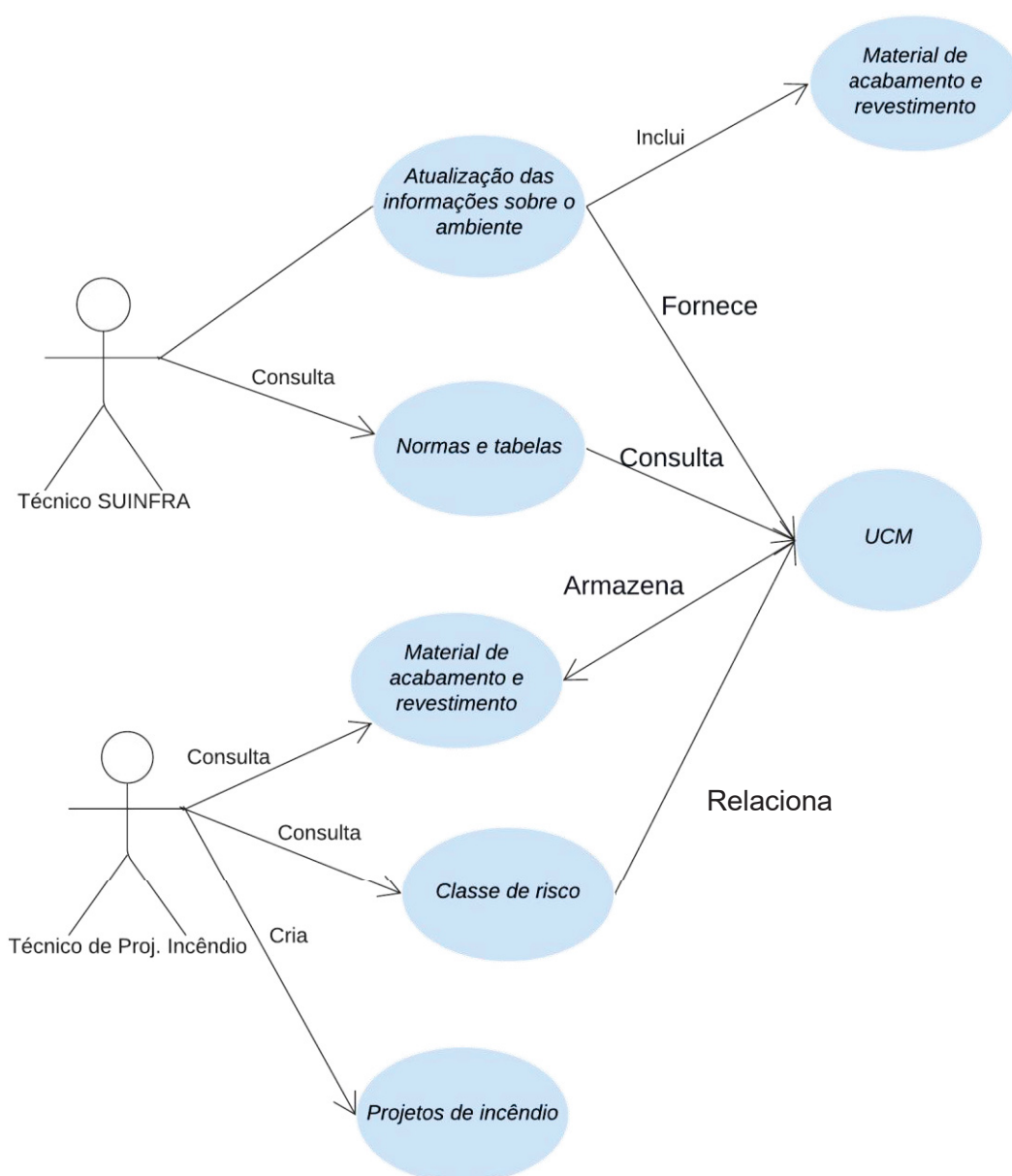
1. **Consulta a normas e tabelas:** Permite a consulta de informações normativas para embasar decisões relacionadas à segurança contra incêndio;

2. **Atualização das informações sobre o ambiente:** Permite que os técnicos da SUINFRA possam incluir ou atualizar dados referente a materiais de acabamento e revestimento presentes nos espaços internos;
3. **Consulta e atualização dos materiais de acabamento e revestimento:** Garante o acesso às características dos materiais existentes, sua classificação e riscos associados;
4. **Consulta à classe de risco:** Fornece informações sobre a avaliação de riscos em diferentes ambientes;
5. **Criação de projetos de incêndio:** Os técnicos de projetos de incêndio podem utilizar o sistema para a criação de projetos detalhados com base em dados armazenados no UCM.

Vale ressaltar que o sistema será utilizado por dois perfis principais de usuários sendo estes; técnicos da Superintendência de Infraestrutura (SUINFRA) e técnicos de projetos de incêndio, sendo responsáveis por atualizar as informações do banco de dados e consultar os materiais de acabamento e revestimento para a criação de projetos de incêndio, respectivamente.

A FIGURA 10 ilustra o diagrama de caso de uso inicial, onde se observam as interações entre os usuários e o sistema. O diagrama também representa as restrições de acesso: apenas técnicos autorizados podem realizar atualizações e consultas ao banco de dados.

FIGURA 10 - MODELO DE CASO DE USO



FONTE: A autora (2025)

Embora o diagrama de caso de uso capture as principais interações entre os usuários e o sistema, o modelo não contempla detalhadamente a integração com outros sistemas de gestão da universidade, como sistemas de manutenção ou de gerenciamento de pessoas. Outra limitação é a falta de detalhamento de possíveis interações entre o sistema e dispositivos físicos de combate a incêndios, como sensores de fumaça e alarmes, que poderiam melhorar a integração entre o gerenciamento de informações e a resposta a emergências.

4.2 CLASSE DOS OBJETOS

A classe dos objetos é definida pela característica comum que une os elementos pertencentes ao banco de dados, permitindo sua identificação e a associação entre os elementos. No contexto de um banco de dados, as classes de objetos desempenham um papel fundamental na organização e gestão da informação, sendo estruturadas para refletir tanto os atributos quanto os relacionamentos entre as entidades, ou seja, representa a relação entre a classe do objeto com o seu domínio. Cada classe de objeto é caracterizada por um conjunto de propriedades, os quais constituem os atributos, e pode estabelecer vínculos com outras classes, possibilitando a modelagem de interações complexas.

Nesse sentido, a definição das classes de objetos não apenas facilita a estruturação dos dados, mas também assegura a integridade e a eficiência no acesso à informação. O uso de diagramas de entidade-relacionamento, juntamente com a identificação de chaves primárias e estrangeiras, é prática comum que auxilia na visualização e implementação dessas classes em sistemas de gerenciamento de banco de dados, no caso do presente trabalho facilitando a integração com o banco de dados já existente.

O QUADRO 17 apresenta a estrutura padrão de relacionamento dos elementos presentes na interface de consulta do UCM, sendo fundamental para a organização dos dados, pois permite identificar e categorizar os diferentes tipos de salas dentro da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Os atributos fornecem informações essenciais para a gestão espacial e a automação de consultas, garantindo que os usuários possam acessar rapidamente os dados necessários.

Além de apresentar a estrutura de relacionamento dos elementos os QUADROS 17 e 18 apresentam a descrição do elemento “AMBIENTE” e seu domínio referente a sigla, tipo, subtipo e código do ambiente, respectivamente. Como os quadros completos foram apresentados anteriormente no capítulo 3.3.3.2 (QUADROS 13 e 15) aqui será utilizado apenas o domínio 2.4 e os ambientes 4, 8, 10, 11 e 12, referentes a ambientes de ensino, sala dos professores, uso administrativo, uso comercial e uso comum, respectivamente. Vale ressaltar que apesar da existência dos demais tipos de ambientes no âmbito universitário para o presente trabalho foram considerados e visitados apenas ambientes de ensino.

QUADRO 17 – DESCRIÇÃO DO OBJETO “AMBIENTE” E SEU DOMÍNIO

CLASSE	DESCRIÇÃO		CÓDIGO
Indoor	Indoor são os ambientes internos de uma edificação.		1.1.1
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio
ambiente	Alfanumérico (150)	Indica o nome do ambiente.	A ser preenchido
capacidade	Inteiro	Indica a quantidade de pessoas que permitidas	A ser preenchido
sigla_amb	Alfanumérico (15)	Indica a sigla do ambiente.	A ser preenchido
tipo_amb	Alfanumérico (30)	Indica a classificação do ambiente.	2.4
sub_tp_amb	Alfanumérico (30)	Indica a subclassificação do ambiente.	2.4
cod_tp_amb	Inteiro	Indica o código relacionado ao tipo do ambiente.	2.4

FONTE: A autora (2025) adaptado do banco de dados UCM

QUADRO 18 - DOMÍNIO 2.4 DO OBJETO “AMBIENTE”

2.4 cod_tp_amb, tipo_amb, sub_tp_amb <<codeList>>		
NOME/VALOR	DESCRIÇÃO	
cod_tp_amb	tipo_amb	sub_tp_amb
4	Ensino	Sala de estudo Sala de aula Laboratório Ensino
8	Salas de professores	
10	Uso Administrativo	
11	Uso Comercial	Cantina/lanchonete/café Correio Papeleria/ fotocópia Restaurante
12	Uso comum	Auditório Biblioteca Diretório acadêmico Museu

FONTE: A autora (2025) adaptado do banco de dados UCM

Os quadros a seguir foram desenvolvidos com o intuito de compor o banco de dados existente com as informações relevantes para criação de projetos de incêndio, por ser desenvolvido para compor um banco já existente os códigos foram determinados arbitrariamente a fim de não se assemelharem aos códigos já existentes. Os QUADROS 19 e 20 apresentam a descrição do objeto “risco” e seu respectivo domínio.

QUADRO 19 – DESCRIÇÃO DO OBJETO “RISCO” E SEU DOMÍNIO

CLASSE	DESCRIÇÃO		CÓDIGO
Indoor	Indoor são os ambientes internos de uma edificação.		1.1.1
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio
risco	Alfanumérico (150)	Indica os tipos de risco existentes na UFPR.	A ser preenchido
id_tp_risco	Alfanumérico (30)	Indica a classificação do risco.	2.35
sub_tp_risco	Alfanumérico (30)	Indica a subclassificação do risco	2.35
cod_tp_risco	Inteiro	Indica o código relacionado ao tipo de risco.	2.35

FONTE: A autora (2025)

QUADRO 20 – DOMÍNIO 2.35 DO OBJETO RISCO

<i>2.35 cod_tp_risco, id_tp_risco, sub_tp_risco</i>		
NOME/VALOR	DESCRIÇÃO	
cod_tp_risco	id_tp_risco	sub_tp_risco
1	Biológico	Vírus Bactérias Parasitas Protozoários Fungos
2	Químico	Poeiras Fumos Névoas Gases Vapores Substâncias Compostos químicos Produtos químicos
3	Elétrico	Fiação elétrica defeituosa Pane elétrica Sobre carga de circuito Uso inadequado de equipamentos

FONTE: A autora (2025)

Os QUADROS de 21 a 26 apresentam os elementos que compõem os ambientes como paredes, piso e teto e os materiais de acabamento e revestimento dos mesmos em seus domínios, vale ressaltar que cada material de acabamento e revestimento possui seu próprio domínio por apresentar materiais distintos com classe de reação ao fogo também distintos e que determinados ambientes pode apresentar mais de um tipo de material na sua composição, como por exemplo possuir paredes de tijolos e PVC em um mesmo ambiente.

QUADRO 21 – DOMÍNIO 2.35 DO OBJETO RISCO

CLASSE	DESCRIÇÃO		CÓDIGO
Indoor	Indoor são os ambientes internos de uma edificação.		1.1.1
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio
Piso	Alfanumérico (150)	Indica o elemento que compõem o ambiente.	A ser preenchido
tipo_piso	Alfanumérico (50)	Indica o material que é composto.	2.36
cod_tp_piso	Inteiro	Indica o código relacionado ao tipo de piso.	2.36
classe_fogo_piso	Alfanumérico (50)	Indica a classe do material de reagir ao fogo.	2.36

FONTE: A autora (2025)

QUADRO 22 - DOMINIO 2.36 DO OBJETO PISO

2.36 cod_tp_piso, tipo_piso, classe_fogo_piso <<codeList>>		
NOME/VALOR	DESCRIÇÃO	
cod_tp_piso	tipo_piso	classe_fogo_piso
1	Cerâmica	Classe A
2	Piso Vinílico	Classe B
3	Carpete	Classe C
4	Madeira	Classe C
5	Laminado de Alta Pressão	Classe C
6	Taco	Classe C

FONTE: A autora (2025)

QUADRO 23 - DESCRIÇÃO DO OBJETO “PAREDE” E SEU DOMINIO

CLASSE	DESCRIÇÃO		CÓDIGO
Indoor	Indoor são os ambientes internos de uma edificação.		1.1.1
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio
Parede	Alfanumérico (150)	Indica o elemento que compõem o ambiente.	A ser preenchido
tipo_parede	Alfanumérico (50)	Indica o material que é composto.	2.37
cod_tp_parede	Inteiro	Indica o código relacionado ao tipo de parede.	2.37
classe_fogo_parede	Alfanumérico (50)	Indica a classe do material de reagir ao fogo.	2.37

FONTE: A autora (2025)

QUADRO 24 – DOMINIO 2.37 DO OBJETO PAREDE

2.37 cod_tp_parede, tipo_parede, classe_fogo_parede <<codeList>>		
NOME/VALOR	DESCRIÇÃO	
cod_tp_parede	tipo_parede	classe_fogo_parede
1	Gesso Acartonado (Drywall)	Classe A
2	Madeira	Classe C
3	Revestimento de Tinta	Classe A
4	Papel de Parede	Classe C
5	Alumínio Composto (ACM)	Classe B
6	Tijolo	Classe A

FONTE: A autora (2025)

QUADRO 25 - DESCRIÇÃO DO OBJETO “TETO” E SEU DOMINIO

CLASSE	DESCRIÇÃO		CÓDIGO
Indoor	Indoor são os ambientes internos de uma edificação.		1.1.1
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio
Teto	Alfanumérico (150)	Indica o elemento que compõem o ambiente.	A ser preenchido
tipo_teto	Alfanumérico (50)	Indica o material que é composto.	2.38
cod_tp_teto	Inteiro	Indica o código relacionado ao tipo de teto.	2.38
classe_fogo_teto	Alfanumérico (50)	Indica a classe do material de reagir ao fogo.	2.38

FONTE: A autora (2025)

QUADRO 26 - DOMINIO 2.38 DO OBJETO TETO

2.37 cod_tp_parede, tipo_parede, classe_fogo_teto <<codeList>>		
NOME/VALOR	DESCRIÇÃO	
cod_tp_parede	tipo_parede	classe_fogo_teto

1	Gesso Acartonado (Drywall)	Classe A
2	Forro de PVC	Classe B
3	Teto de Madeira	Classe C
4	Forro de Alumínio	Classe B
5	Teto de Fibra Mineral	Classe A

FONTE: A autora (2025)

No QUADRO 27 é descrito o objeto “CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO”, onde a classe de reação ao fogo está relacionada ao tipo de material de acabamento e revestimento, portanto este objeto possui seu domínio sendo igual aos 2.36, 2.37 e 2.38.

QUADRO 27 - DESCRIÇÃO DO OBJETO “CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO” E SEU DOMÍNIO

CLASSE	DESCRIÇÃO		CÓDIGO
Indoor	Indoor são os ambientes internos de uma edificação.		1.1.1
Atributo	Tipo (tamanho)	Descrição	Domínio
Classe de reação ao fogo	Alfanumérico (150)	Indica a classe de reação ao fogo.	A ser preenchido
classe_fogo_piso	Alfanumérico (50)	Indica a classe do material de reagir ao fogo.	2.36
classe_fogo_parede	Alfanumérico (50)	Indica a classe do material de reagir ao fogo.	2.37
classe_fogo_teto	Alfanumérico (50)	Indica a classe do material de reagir ao fogo.	2.38

FONTE: A autora (2025)

4.3 DIAGRAMA DE CLASSE

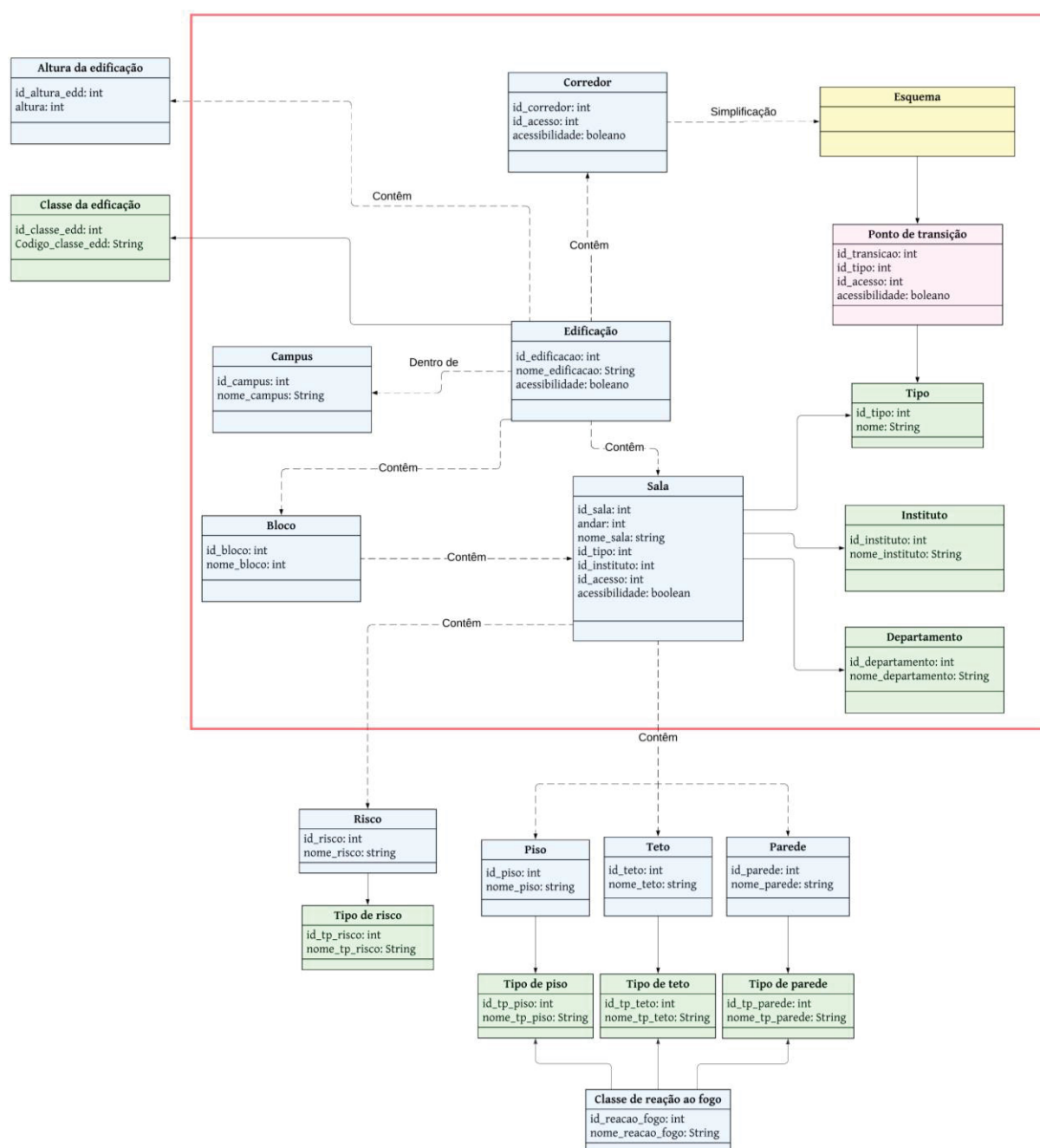
O diagrama de classes possibilita a organização e estruturação das informações, permitindo visualizar as entidades, atributos e seus relacionamentos, garantindo a gestão eficiente de dados espaciais e não espaciais. A construção do diagrama de classes foi um processo fundamental para a modelagem dos dados necessários ao projeto de automatização de consultas de tabelas e normas para prevenção e combate a incêndio no âmbito do UFPR *CampusMap*.

Inicialmente, foram identificados os principais elementos envolvidos no contexto de um projeto de prevenção e combate a incêndio, incluindo as estruturas físicas (como salas e seus elementos construtivos), os materiais utilizados na construção, e os diferentes tipos de riscos presentes em ambientes universitários. Com base nessa análise, foi definido um conjunto de classes representativas desses elementos, cada uma com seus atributos e métodos específicos, conforme será descrito.

A etapa seguinte envolveu a identificação das relações entre essas classes, visando representar de forma precisa as interações e dependências entre os diversos componentes. Foram mapeadas associações como a composição de uma sala por elementos construtivos, e a determinação dos riscos ambientais com base nas características dos materiais e elementos presentes.

O diagrama de classes refere-se a um diagrama UML (*Unified Modeling Language*), uma representação visual das classes e seus relacionamentos dentro de um modelo de dados. Na FIGURA 11 é apresentado o diagrama de classe que foi desenvolvido com base no diagrama de classe do UCM (FIGURA 9) que pode ser observado no contorno vermelho, a fim de se ter um diagrama mais sucinto e de fácil compreensão foram adicionados objetos ao diagrama inicial. Como o objetivo do trabalho é modelar um banco de dados geoespacial para projetos de incêndio foram inseridos os objetos: Altura da edificação, classe da edificação, parede, piso, teto, classe de reação ao fogo e o risco, além dos domínios necessários como os tipos de parede, piso, teto e risco.

FIGURA 11 - DIAGRAMA DE CLASSE



FONTE: A autora (2025)

As estruturas organizacionais do banco de dados devem ser seguidas para que as ferramentas implantadas no WebGIS possam ser executadas. Durante o desenvolvimento do WebGIS, preocupou-se em preencher o banco de dados com as informações que deverão ser disponibilizadas ao público-alvo.

O diagrama apresentado é um modelo de classes que descreve a estrutura de um banco de dados relacional para a análise de riscos e gestão de informações em ambientes internos,

com foco na segurança e prevenção de incêndios. O modelo organiza os dados em entidades (representadas por tabelas) e suas relações, permitindo a integração de informações sobre salas, ocupações, elementos de construção e tipos de revestimentos, além da associação a diferentes tipos de risco, sugere uma abordagem integrada para avaliar o risco total de uma sala/laboratório com base nos materiais construtivos e nos elementos que a compõem.

Para uma melhor representação do que foi exposto anteriormente o QUADRO 28, apresenta com maior detalhamento os atributos e métodos das classes, sendo separado por: entidade, descrição, atributos e seus relacionamentos.

As associações entre as classes foram mapeadas, destacando, por exemplo, como os elementos construtivos de uma sala (piso, teto e paredes) determinam os tipos de riscos presentes. Além disso, os tipos de revestimentos, como Tijolos, PVC, Madeira, Cerâmica e Drywall, desempenham um papel central na caracterização dos ambientes e na análise dos riscos. Este diagrama é um componente fundamental no desenvolvimento do banco de dados geoespacial, permitindo consultas automatizadas que consideram normas de segurança e combate a incêndios específicas para diferentes espaços universitários.

A avaliação de risco, no contexto apresentado, resulta da integração de vários fatores: a localização, os materiais de construção e as características dos componentes físicos dos ambientes. É apresentada a relação entre elementos e riscos, permitindo a identificação abrangente e estruturada dos riscos associados a cada sala. A visualização do diagrama facilita não apenas a compreensão da estrutura dos dados, mas também a implementação de uma interface eficiente para consulta no *UFPR CampusMap*, contribuindo para o alcance dos objetivos da pesquisa relacionados à prevenção de incêndios e gestão da segurança nos campi da universidade.

QUADRO 28 - DETALHAMENTO DOS OBJETOS

OBJETO	DESCRIÇÃO	ATRIBUTOS	RELACIONAMENTOS
Edificação	Representa uma edificação com detalhes como acessibilidade e localização no campus/bloco.	- id_edificacao (int): Identificador único da edificação - nome_edificacao (string): Nome da edificação - acessibilidade (boolean): Se possui acessibilidade	Pertence a Bloco e Campus Contém Salas
Sala	Representa salas dentro de uma edificação, com informações sobre tipo, acessibilidade e associação a institutos.	- id_sala (int): Identificador único da sala - andar (int): Andar da sala - nome_sala (string): Nome da sala - id_tipo (int): Tipo da sala - id_instituto (int): Relaciona à instituição responsável - id_acesso (int): Tipo de acesso - acessibilidade (boolean): Se possui acessibilidade	Pertence a Edificação Relacionada com Instituto e Tipo
Altura da Edificação	Define a altura da edificação para classificações de risco.	- id_altura_edif (int): Identificador único - altura (int): Altura da edificação (em metros)	Relaciona-se com Edificação
Classe de Reação ao Fogo	Define a classificação de reação ao fogo dos materiais de construção.	- id_reacao_fogo (int): Identificador - nome_reacao_fogo (string): Nome da classificação	Relaciona-se com Piso, Teto e Parede

FONTE: A autora (2025)

4.4 COLETA DOS TIPOS DE MATERIAS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO E DETERMINAÇÃO DA ÁRVORE DE DECISÃO

A identificação precisa dos tipos de materiais presentes nos ambientes do bloco PI do Complexo Rubens Meister, além do Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR) e instalações voltadas para pesquisa com materiais biológicos, a qual chamaremos aqui de Laboratório B é importante para a avaliação dos riscos de incêndio. Para tanto, realizou-se uma coleta de dados minuciosa *in loco*, abrangendo as salas e laboratórios (QUADRO 29), no LAMIR, foram realizadas visitas em todos os ambientes e o Laboratório B, foram visitados um conjunto de três laboratórios de pesquisa.

QUADRO 29 - SALAS E LABORATÓRIOS VISITADOS DO BLOCO PI

BLOCO	ANDAR	NOME
PI	Térreo	Copa
PI	Térreo	PI-02 (LARAS)
PI	Térreo	PI-02 (Laboratório de sensoriamento remoto)
PI	Primeiro	PI-09 (Laboratório de cartografia)
PI	Primeiro	PI-13-A (PET)
PI	Primeiro	PI-16 (LABAP)

FONTE: A autora (2025).

A fim de registrar detalhadamente as características dos ambientes, utilizou-se um aparelho celular Samsung A54 para a captura de fotografias. As imagens foram registradas em modo panorâmico, proporcionando uma visão abrangente de cada ambiente, além de fotos individuais de elementos como portas, pisos e paredes. Essa documentação fotográfica é essencial para a posterior identificação dos materiais e análise dos riscos.

O UFPR *Campus Map* serviu como base de referência para a coleta das informações, garantindo a precisão na localização e identificação dos ambientes. Os dados coletados foram organizados e sistematizados por meio do software Excel, facilitando a análise e o cruzamento de informações nas etapas seguintes da pesquisa. As informações coletadas serviram como base para a complementação de um banco de dados existente no UCM porém com acesso restrito aos responsáveis da SUINFRA a fim de auxiliar na criação de projetos de incêndio.

Nas FIGURAS 12 a 14, são apresentados exemplos das imagens coletadas para posterior análise e determinação dos tipos de materiais de acabamento e revestimentos das salas e laboratórios, na FIGURA 12, é apresentada uma imagem panorâmica do laboratório de cartografia, PI 09, nas FIGURAS 13 e 14, são apresentadas imagens para determinação do tipo de material das paredes, teto e piso, do mesmo bloco de salas e laboratórios.

FIGURA 12 – FOTO PANORÂMICA DA PI 09



Fonte: A autora (2025)

FIGURA 13 - EXEMPLO DE IMAGEM PARA IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL DO TETO



FONTE: A autora (2025)

FIGURA 14 - EXEMPLO DE IMAGEM PARA IDENTIFICAÇÃO DE PISO E PAREDE



FONTE: A autora (2025)

Após a análise das imagens do laboratório de cartografia, foram identificados os elementos descritos nos QUADROS 30 e 31, conforme estabelecido nas normas pertinentes apresentadas anteriormente. Em diversos ambiente foram identificados riscos elétricos por conta de fiação exposta e também considerando a idade da edificação, o quadro apresenta as principais informações para auxiliar na determinação de projetos de incêndio para o ambiente universitário em questão.

Nos QUADROS 32 e 33, são apresentados os elementos identificados no Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR). Durante a visita realizada ao laboratório foi possível observar que o local apresenta os principais requisitos de segurança contra incêndio. O foco principal do laboratório é a realização de análises químicas, mineralógicas e físicas, portanto apresentando assim diversos tipos de riscos, desde o elétrico ao químico, o risco químico se dá pela existência de diversos reagentes, ácidos e químicos, como nitrogênio, hélio, isótopos, nitrato, cloreto, ácido cítrico, ácido clorídrico, entre outros, que são utilizados nos experimentos.

Nos QUADROS 34 e 35 são apresentados os elementos referentes aos materiais de acabamento e revestimento do laboratório B, o risco principal deste laboratório está relacionado ao risco biológico, por conta da realização de experimentos relacionados a cultura de células, além do risco elétrico que é comumente existente. Vale ressaltar que o número da sala no caso do Laboratório B também foram arbitrários a fim de não realizar uma identificação do laboratório. Nestes laboratórios também foram identificados químicos e reagentes utilizados nos experimentos, como por exemplo nitrogênio líquido, CO₂, brometo de etídio, ácido acético, ácido clorídrico, dimethylformamide, entre outros componentes.

De modo geral quanto à estrutura da edificação observou-se que as salas e laboratórios em sua maioria são ambientes compostos por paredes de drywall, que de acordo com o QUADRO 10 deste trabalho, apresenta um risco 2 de incêndio por pertencer a classe A de reação ao fogo sendo assim apresentam um baixo risco de inflamabilidade para o ambiente, vale ressaltar que para uma determinação mais precisa do risco de inflamabilidade do material seria necessário consultar a empresa que realizou a venda dos mesmo ou a realização de experimentos, porem o foco principal do trabalho é a modelagem do banco de dados e automatização da consulta. Vale ressaltar que para fins didáticos as informações referentes a carga média de incêndio, altura da edificação, conformidade com a norma e data de inspeção foram arbitrários, sendo assim os mesmos devem ser complementados quando o banco for implementado.

QUADRO 30 – COMPONENTES DO BANCO DE DADOS REFERENTE A PI – PARTE I

ID.	SALA		MATERIAL DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO			MÉDIA DA CARGA DE INCÊNDIO (kg/m²)	TIPO DE RISCO	CLASSE DA EDIFICAÇÃO	ALTURA DA EDIFICAÇÃO (m)
	USO		Piso	Parede	Teto				
Nº da sala	Tipo de ocupação	Capacidade máxima							
PI 09	Laboratório teórico	18	Madeira	Tijolos e PVC	Fibra mineral	11	Elétrico	E-4	13
PI 02	Laboratório teórico	13	Madeira	Tijolos e PVC	Fibra mineral	11	Elétrico	E-4	13
PI 03	Laboratório teórico	12	Madeira	Tijolos e PVC	Fibra mineral	11	Elétrico	E-4	13
PI 03B	Sala de estudos	10	Madeira	Tijolos e PVC	Fibra mineral	11	Elétrico	E-4	13
PI 13 A-B	Sala de estudos	22	Cerâmica	Tijolos e PVC	Fibra mineral	8	Elétrico	E-4	13
PI 16	Laboratório teórico	14	Cerâmica	Tijolos e PVC	Fibra mineral	8	Elétrico	E-4	13

FONTE: A autora (2025)

QUADRO 31 – COMPONENTES DO BANCO DE DADOS REFERENTE A PI – PARTE II

CONFORMIDADE COM A NORMA	MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO		RISCOS VISÍVEIS	OBSERVAÇÃO
	DATA			
	Última inspeção	Próxima inspeção		
SIM	20/08/2024	20/08/2025	 Fiação antiga	x
SIM	20/08/2024	20/08/2025	 Fiação antiga e sobrecarga	Fiação expostas
SIM	20/08/2024	20/08/2025	x	x
SIM	20/08/2024	20/08/2025	x	x
SIM	20/08/2024	20/08/2025	x	x
SIM	20/08/2024	20/08/2025	 Sobrecarga de rede	Poucas tomadas causando sobrecarga da rede

FONTE: A autora (2025)

QUADRO 32 – COMPONENTES DO BANCO DE DADOS REFERENTE AO LAMIR – PARTE I

ID.		SALA		USO		MATERIAL DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO			MÉDIA DA CARGA DE INCÊNDIO (kg/m²)	TIPO DE RISCO	CLASSE DA EDIFICAÇÃO	ALTURA DA EDIFICAÇÃO (m)
Nº da sala			Tipo de ocupação	Capacidade máxima	Piso	Parede	Teto					
								S/N	Sala de aula	19	Cerâmica	Tijolos e PVC
Microscopia Eletrônica			Laboratório prático	2	Cerâmica	Tijolos e PVC	Fibra mineral	8	Elétrico	I-3	10	
Microtomografia			Laboratório prático	2	Cerâmica	Tijolos e PVC	Fibra mineral	8	Químico Elétrico	I-3	10	
Sala Limpa ICP - OES			Laboratório prático	x	Cerâmica	Tijolos e PVC	Fibra mineral	8	Químico Elétrico	I-3	10	
Petrografia			Laboratório prático	5	Cerâmica	Tijolos e PVC	Fibra mineral	8	Químico Elétrico	I-3	10	
ICP - MS			Laboratório prático	4	Cerâmica	Tijolos e PVC	Fibra mineral	8	Químico Elétrico	I-3	10	
LadSed			Laboratório prático	3	Cerâmica	Tijolos e PVC	Fibra mineral	8	Químico Elétrico	I-3	10	

FONTE: A autora (2025)

QUADRO 33 – COMPONENTES DO BANCO DE DADOS REFERENTE AO LAMIR – PARTE II

CONFORMIDADE COM A NORMA	MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO		RISCOS VISÍVEIS	OBSERVAÇÃO
	DATA			
	Última inspeção	Próxima inspeção		
SIM	15/07/2024	15/07/2025	x	1º andar
SIM	15/07/2024	15/07/2025	x	x
SIM	15/07/2024	15/07/2025	Reagentes	x
SIM	15/07/2024	15/07/2025	x	x
SIM	15/07/2024	15/07/2025	Nitrogênio	x
SIM	15/07/2024	15/07/2025	Reagentes	Sobre aquecimento rede elétrica
SIM	15/07/2024	15/07/2025	x	X

FONTE: A autora (2025)

QUADRO 34 – COMPONENTES DO BANCO DE DADOS REFERENTE AO LABORATORIO B – PARTE I

SALA			MATERIAL DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO			MÉDIA DA CARGA DE INCÊNDIO (kg/m²)	TIPO DE RISCO	CLASSE DA EDIFICAÇÃO	ALTURA DA EDIFICAÇÃO (m)
ID.	USO								
Nº da sala	Tipo de ocupação	Capacidade máxima	Piso	Parede	Teto				
Lab 1	Laboratório prático	15	Cerâmica	Tijolos e PVC	Fibra mineral	8	Biológico, químico e elétrico	I-3	45
Lab 2	Laboratório prático	5	Cerâmica	Tijolos e PVC	Fibra mineral	8	Biológico, químico e elétrico	I-3	45
Lab 3	Laboratório prático	5	Cerâmica	Tijolos e PVC	Fibra mineral	8	Biológico, químico e elétrico	I-3	45

FONTE: A autora (2025)

QUADRO 35 – COMPONENTES DO BANCO DE DADOS REFERENTE AO LABORATORIO B – PARTE II

CONFORMIDADE COM A NORMA	MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO			RISCOS VISÍVEIS	OBSERVAÇÃO
	DATA				
	Última inspeção	Próxima inspeção			
SIM	08/11/2024	08/11/2025		Químicos e células	x
SIM	08/11/2024	08/11/2025		Químicos, células e gases	x
SIM	08/11/2024	08/11/2025		Químicos, células e gases	x

FONTE: A autora (2025)

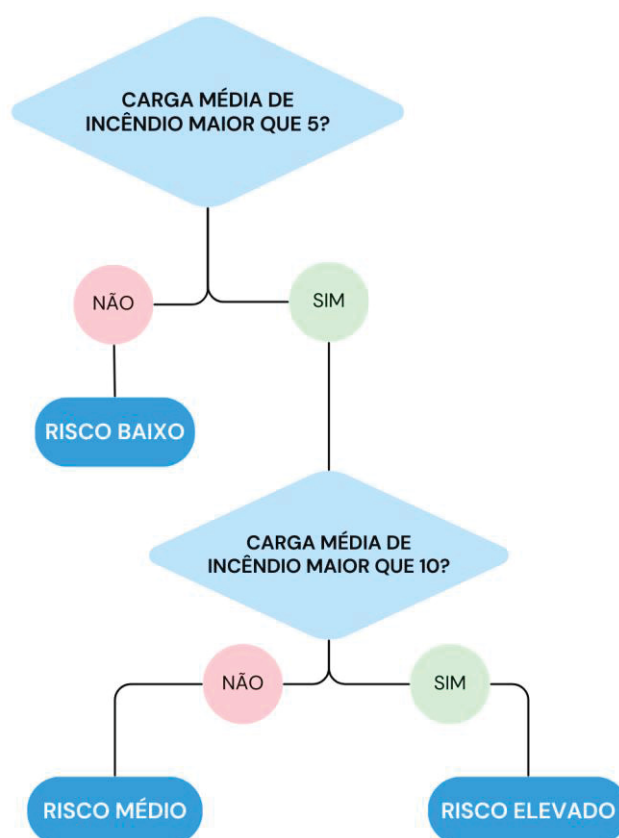
A fim de se reduzir o risco elétrico se faz necessária a realização de inspeções regulares na rede de energia, principalmente em edificações mais antigas como a PI, no QUADRO 31 é possível observar que existem problemas nas instalações elétricas, portanto uma maneira de se evitar este tipo de risco é verificar a situação das instalações, não utilizar equipamentos com fiação antiga e realizar inspeções a fim de se evitar incêndios por pane elétrica.

Para os riscos químicos e biológicos apresentados nos QUADROS 32 a 35, é necessário realizar a identificação adequada dos materiais perigosos, em seguida armazenar os mesmos de maneira correta para assim evitar que ocorra algum tipo de acidente químico e/ou biológico nos laboratórios.

Após a coleta de dados, a árvore de decisão foi construída, incorporando as informações referentes a média da carga de incêndio que foi apresentada anteriormente, de modo que a mesma árvore de decisão possa ser aplicada a todos os ambientes de estudo. Com base nas informações coletadas e apresentadas nos quadros anteriormente considerando que a carga de incêndio no presente trabalho irá variar até 15, foi determinado que de 0 a 5 é uma classificação de risco baixa, de 6 a 10 é uma classificação de risco médio e por fim de 11 a 15 será considerada uma classificação de risco de incêndio elevada.

A FIGURA 15, apresenta a árvore de decisão associada à carga média de incêndio a qual foi determinada arbitrariamente anteriormente, permitindo assim um melhor desenvolvimento da interface de consulta e da criação de projetos de incêndio no ambiente universitário onde se tem diversos tipos de ambientes integrados.

FIGURA 15 - ÁRVORE DE DECISÃO



FONTE: A autora (2025)

Os resultados obtidos através da aplicação da metodologia de árvore de decisão forneceram resultados relevantes sobre os níveis de risco de incêndio nas diversas instalações. A coleta de dados envolveu uma combinação de entrevistas e inspeções de campo, permitindo uma avaliação abrangente e fundamentada dos ambientes acadêmicos.

Após a análise da árvore de decisão juntamente com os QUADROS 32 a 35, constatou-se que os laboratórios e salas do bloco PI são os ambientes que apresentam maior risco de incêndio quando se considera os materiais de acabamento e revestimento por possuírem, em sua maioria, pisos de madeira que por sua vez são bons condutores para a propagação de incêndio.

Os resultados para salas de aula e áreas de armazenamento indicam a presença de riscos médios a elevados, sugerindo que uma revisão das condições de manutenção e dos planos de evacuação poderia ser benéfica. É importante ressaltar que a insegurança estrutural identificada nesses ambientes necessita de ações imediatas para garantir a proteção dos usuários.

Os resultados obtidos através da árvore de decisão fornecem uma base para o desenvolvimento de projetos futuros que visem melhorar a segurança contra incêndios na

UFPR. A adequação de um banco de dados informando sobre os níveis de risco serve como um recurso valioso para a tomada de decisões estratégicas em gestão de segurança.

4.4.1 COMPLEMENTO DO BANCO DE DADOS DO UCM

A partir da árvore de decisão e com o intuito de se ter uma melhor interação entre o sistema e o usuário foi realizada a construção de um protótipo de interface de consulta baseado na interface desktop existente do UCM, para que assim fosse possível visualizar como se daria a automatização, a consulta e a atualização das informações relevantes. Foram determinados aspectos como a funcionalidade do sistema a ser apresentado, buscando uma interação agradável ao usuário, destaca-se que este processo deve ser contínuo, considerando que os interesses dos usuários podem mudar ao longo do tempo assim como podem surgir novos requisitos.

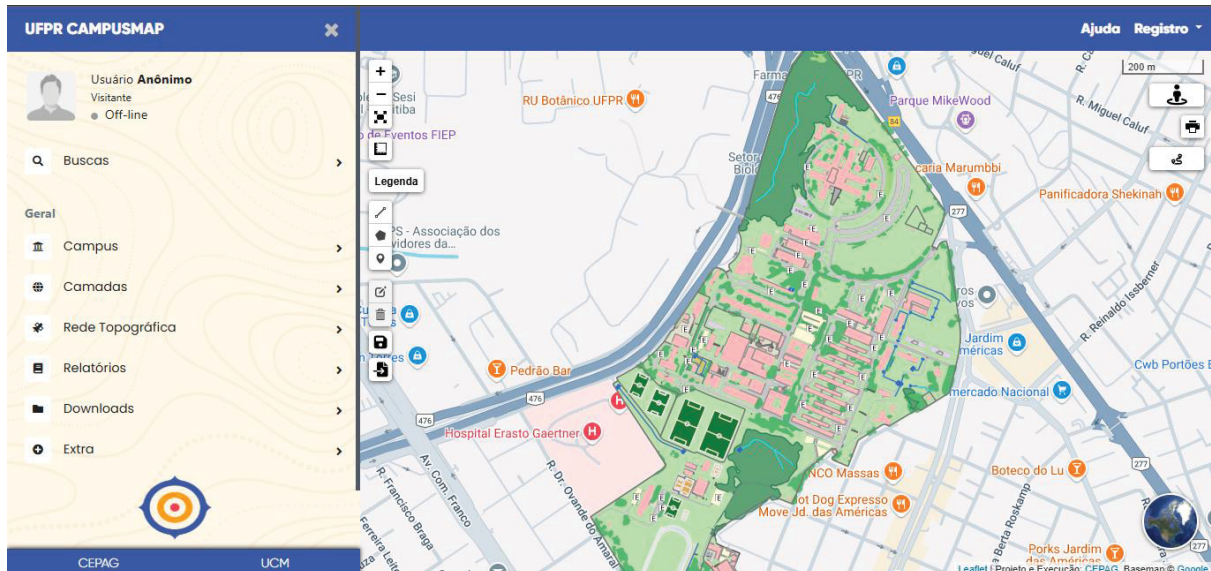
Espera-se que a interface possua dois modelos uma para os técnicos da SUINFRA, considerando que estes serão responsáveis por realizar a atualização das informações no banco de dados, sendo assim, terão acesso a uma interface editável, e para os projetistas que terão acesso a uma interface de consulta das informações necessárias como por exemplo a altura da edificação de interesse, aqui será apresentada apenas a interface do projetista.

A funcionalidade desenvolvida permite que o usuário selecione um ambiente no mapa interativo e, a partir dessa seleção, o sistema consulta os dados registrados no banco, aplicando as regras da árvore de decisão. Essa lógica foi previamente estruturada com base nas normas de segurança contra incêndio e transformada em uma cadeia de decisões implementada tecnicamente como consultas automatizadas. O resultado é apresentado diretamente na interface do WebGIS por meio de uma caixa de diálogo contendo o nível de risco classificado (baixo, médio ou alto), de acordo com os critérios normativos. Essa integração viabiliza a automatização da análise de risco, reduz o tempo de elaboração de projetos e oferece uma ferramenta de apoio técnico para os profissionais da Superintendência de Infraestrutura (SUINFRA), promovendo uma gestão mais eficiente da segurança nos ambientes universitários.

A FIGURA 15 apresenta a interface atual do UCM, sendo esta interface utilizada como base para criação do protótipo da interface de consulta para projetos de prevenção a incêndios. Foi determinado que a consulta automatizada do risco se dá pela utilização do menu lateral onde é possível determinar a classe, tipo de edificação, materiais de revestimento, entre outros

elementos, determinando assim o nível do risco da edificação, podendo ser esse leve, alto ou moderado.

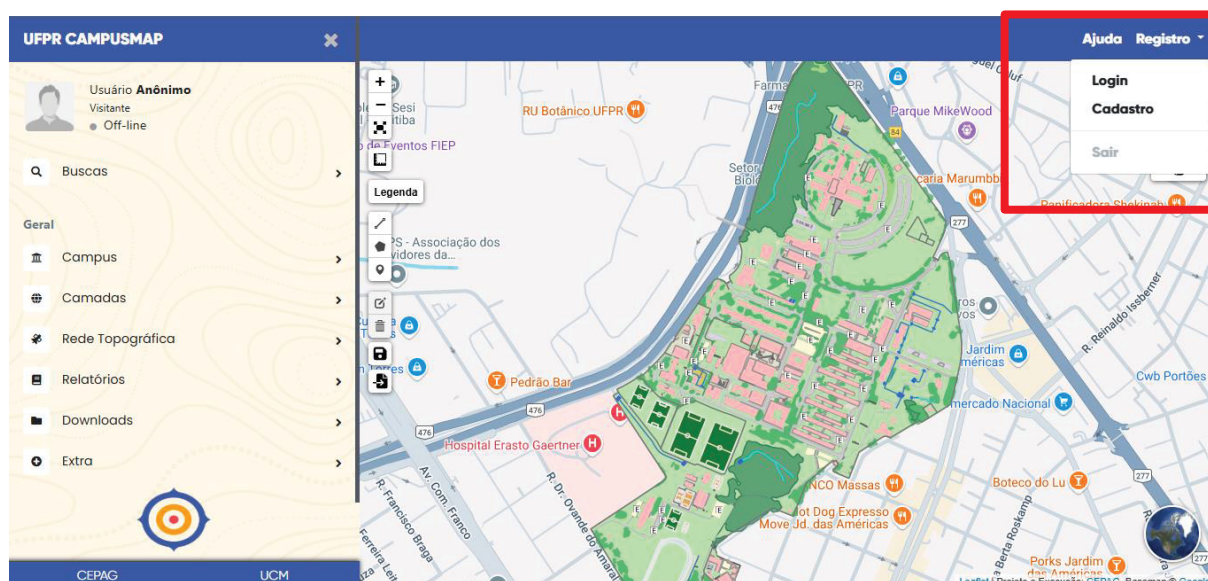
FIGURA 16 - INTERFACE ATUAL DO UCM



FONTE: UCM (<https://campusmap.ufpr.br/>)

A interação com a interface primeiramente é realizada no login realizado pelo usuário no site, para realizar o acesso basta selecionar o menu registro na parte superior direita conforme indicado na FIGURA 16. Como o sistema de consulta será restrito aos servidores da SUINFRA, técnicos e projetistas, o cadastro será realizado pelo responsável do setor, sendo assim os técnicos e projetistas tem um acesso já determinado anteriormente por seu supervisor, sendo preciso apenas realizar o login na página com e-mail e senha disponibilizados.

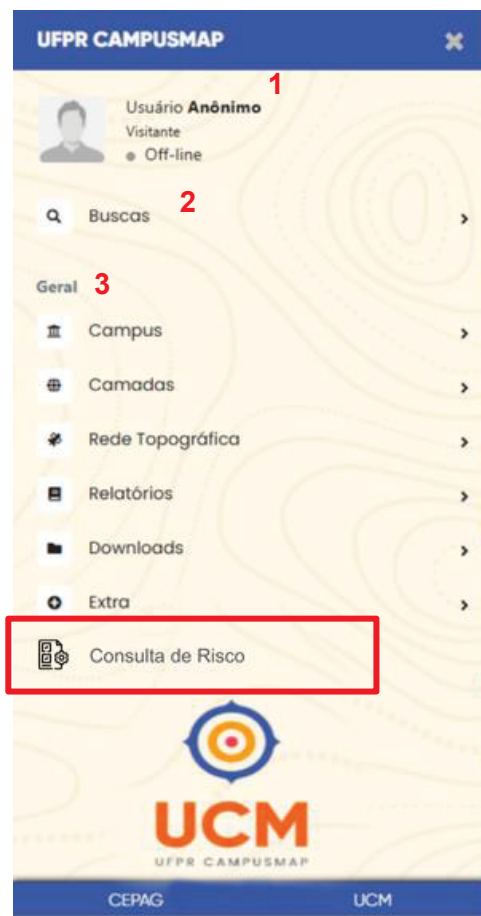
FIGURA 17 - LOGIN NA PÁGINA DO UCM



FONTE: UCM (<https://campusmap.ufpr.br/>)

Após realizar o login no sistema aparecera um novo item (FIGURA 17) no menu vertical a esquerda, onde são apresentados (01) o status do usuário onde é possível verificar se existe uma identificação no sistema; (02) Um menu “Buscas”, onde é possível realizar buscas por atributos; (03) Um menu “Geral”, onde se encontra diversas aplicações disponíveis no sistema que por sua vez é onde encontra-se o novo item sendo este a “consulta de risco”. Ao seleccionar esta opção para o projetista aparecera uma caixa de diálogo onde será possível seleccionar primeiramente a sala e bloco de interesse (FIGURA 18).

FIGURA 18 - CONSULTA DO RISCO



FONTE: A autora (2025)

FIGURA 19 - CAIXA DE DIÁLOGO DA EDIFICAÇÃO SELECIONADA



FONTE: A autora (2025)

Na FIGURA 19 e 20 são apresentados os *pop-up* com as informações referentes ao ambiente selecionado anteriormente, as informações aparecem de acordo com o que está presente no banco de dados. Como exemplo de informação não inserida temos o elemento “ALTURA DA EDIFICAÇÃO” que é uma informação que não está presente no QUADRO 30 do presente trabalho.

FIGURA 20 – INFORMAÇÕES RELACIONADAS AO AMBIENTE SELECIONADO – PARTE I



FONTE: A autora (2025)

FIGURA 21 – INFORMAÇÕES RELACIONADAS AO AMBIENTE SELECIONADO – PARTE II



FONTE: A autora (2025)

Na FIGURA 22 é apresentado o resultado da consulta referente ao nível de risco do ambiente considerando a média da carga de incêndio apresenta nos quadros anteriores, como os ambientes da PI apresentam uma média de carga de incêndio maior do que 10 apresentam, portanto, um risco elevado de incêndio.

FIGURA 22- CONSULTA DO NIVEL DE RISCO



FONTE: A autora (2025)

Vale ressaltar que a funcionalidade do sistema é distinta para o projetista e para o técnico, sendo um responsável por realizar as consultas necessárias para a criação de projetos de incêndio, e o outro responsável por atualizar as informações do sistema mantendo o mesmo sempre atualizado, respectivamente.

Por meio desta consulta a criação de projetos de prevenção e combate a incêndios se torna automatizada de modo que não seja necessário realizar consultas constantes as normas e as visitas aos ambientes se tornam apenas necessárias pelo técnico da SUINFRA.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A presente pesquisa teve como objetivo principal a análise dos riscos de incêndio no âmbito da Universidade Federal do Paraná (UFPR), com ênfase na estruturação e atualização de um banco de dados capaz de subsidiar a elaboração de projetos de prevenção e combate a incêndios. A identificação e catalogação dos materiais presentes nos laboratórios constituiu uma etapa fundamental para a avaliação de riscos e para o desenvolvimento de uma base de dados voltada à gestão de medidas preventivas.

Os resultados obtidos evidenciam a relevância de se dispor de um banco de dados detalhado e sistematizado, especialmente em ambientes acadêmicos, como os laboratórios e o bloco PI do Complexo Rubens Meister da UFPR. Durante o desenvolvimento da pesquisa, foi necessário o mapeamento do fluxo de atividades envolvidas na elaboração de projetos de incêndio, constatando-se a imprescindibilidade da consulta contínua às normas técnicas vigentes.

O desenvolvimento de um banco de dados geoespacial voltado à prevenção e combate a incêndios demonstrou-se uma proposta inovadora, ao facilitar o acesso a informações normativas e fortalecer a gestão de riscos, contribuindo para uma abordagem mais eficiente e alinhada às exigências técnicas.

Para a modelagem do banco de dados, foi elaborado um diagrama de caso de uso, representando as principais interações entre os usuários e o sistema. O modelo contempla, de forma sucinta, a integração com outros sistemas institucionais, embora apresente limitações no que se refere ao detalhamento das possíveis interações com dispositivos físicos de combate a incêndio, como sensores de fumaça e alarmes. Essa lacuna representa uma oportunidade para o aprimoramento da integração entre gerenciamento de dados e resposta emergencial.

A aplicação da árvore de decisão na pesquisa contribuiu para a avaliação dos riscos de incêndio e também se mostrou eficaz como ferramenta didática para a conscientização quanto à segurança em ambientes acadêmicos. A metodologia adotada proporcionou a formação de um conjunto robusto de dados, passível de utilização em estudos e intervenções futuras, constituindo uma base sólida para estratégias de prevenção.

Os dados obtidos por meio da árvore de decisão oferecem subsídios relevantes para a formulação de projetos voltados à melhoria da segurança contra incêndios na instituição. A adequação de um banco de dados contendo informações sobre os níveis de risco configura-se como instrumento estratégico para a tomada de decisões em gestão de segurança.

A metodologia aplicada combinou técnicas quantitativas e qualitativas, como a coleta de dados em campo e a pesquisa bibliográfica, o que garantiu consistência aos resultados e fundamentação teórica às conclusões alcançadas.

Como contribuição prática, destaca-se a proposição da árvore de decisão no ambiente WebGIS do UFPR CampusMap, o que permitirá a automatização do processo de classificação de risco de incêndio com base nas condições reais dos ambientes internos. Essa integração proporcionará maior agilidade e precisão na elaboração de projetos de prevenção e combate a incêndios, reduzindo a dependência de consultas manuais às normas técnicas e oferecendo suporte direto aos técnicos e gestores da SUINFRA. A lógica da árvore, embutida nas consultas ao banco de dados, viabiliza a geração automática de diagnósticos de risco, promovendo a eficiência da gestão e ampliando a aplicabilidade do CampusMap como ferramenta de apoio à segurança institucional. Dessa forma, o presente trabalho não apenas propôs um modelo teórico, mas também como seria sua implementação, com potencial de replicação em outros contextos acadêmicos e institucionais.

As consultas dos dados para projetos de prevenção e combate a incêndio, conforme o modelo proposto, revelam-se mais adequadas e precisas a partir de um banco de dados completo e constantemente atualizado. Para que a automatização seja eficaz, destaca-se a importância da atuação colaborativa entre técnicos e projetistas, garantindo a manutenção e confiabilidade das informações.

Destaca-se, ainda, que o risco elétrico, embora não contemplado no modelo CMAR, foi incluído na pesquisa por sua relevância como fator de risco de incêndio. A classificação dos materiais foi realizada, de forma arbitrária, para fins de exemplificação, sendo recomendada, para maior precisão, a realização de ensaios laboratoriais ou a consulta às fichas técnicas fornecidas pelos distribuidores.

Durante o desenvolvimento do estudo, foram realizadas reuniões com o responsável técnico da Superintendência de Infraestrutura (SUINFRA), nas quais foi possível avaliar a aplicabilidade prática do banco de dados proposto. Constatou-se a necessidade de ensaios técnicos para verificação das propriedades de inflamabilidade de materiais de acabamento e revestimento, especialmente nos casos em que não se disponha de dados fornecidos por distribuidores.

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se a realização desses ensaios e a definição de critérios objetivos para a delimitação de áreas de risco em situações de emergência. Tal definição permitirá a identificação de zonas potencialmente atingidas em caso de incêndio, contribuindo para o planejamento de rotas de fuga e áreas de segurança.

Recomenda-se também que a proposta das interfaces e demais componentes deste módulo do cálculo de risco sejam implementadas e testadas com os diferentes usuários da UFPR.

Conclui-se que as propostas apresentadas neste trabalho possuem potencial para aprimorar a segurança contra incêndios na UFPR e podem, ainda, ser aplicadas em outras instituições de ensino superior. Os resultados obtidos reforçam a relevância de uma abordagem sistemática e tecnológica na gestão de riscos em ambientes acadêmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT Catálogo. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/abnt-catalogo> . Acesso em: 2024

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9442: Materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - Método de ensaio. Rio de Janeiro (RJ). 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10636: Paredes divisórias sem função estrutural - Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 1989.

Barroso L. B.; Ferreira L. S.; de Lima R. C. A. Proteção passiva contra incêndios em edificações. Revista de Ciência e Inovação, v. 5, n. 1, 12 mar. 2020.

BERTO, Antonio Fernando. Avaliação da Segurança Contra Incêndio de Sistemas Construtivos. Revista IPT: Tecnologia e Inovação, v. 4, n. 13, 2020.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. Unified Modeling Language User Guide. 2nd. ed. [S.l.]: Addison-Wesley, 2005.

BOLINA, F. L.; PRAGER, G. L.; RODRIGUES, E.; TUTIKIAN, B. F. Avaliação da resistência ao fogo de paredes maciças de concreto armado. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 291-305, out./dez. 2015.

BRASIL. Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978 NR - 5. Comissão Interna de Prevenção de Acidentes. In: SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. 29. ed. São Paulo: Atlas, 1995. 489 p. (Manuais de legislação, 16).

CASTRO, Carlos Ferreira de; ROBERTO, António Possidónio. Manual de exploração de segurança contra incêndio em edifícios. Lisboa: Editor Associação Portuguesa de Segurança Eletrônica e de Proteção Incêndio - APSEI, 2010.

CASTRO, Carlos Ferreira de; ROBERTO, António Possidónio. Manual de exploração de segurança contra incêndio em edifícios. Lisboa: Editor Associação Portuguesa de Segurança Eletrônica e de Proteção Incêndio - APSEI, 2010.

CHILELA, Júlio Gabriel. Web Geographic Information Systems (WebGIS) for smart campus and facility management. Dissertação de Mestrado. Department of Mathematics of Faculty of Science and Technology at University of Coimbra, Portugal. 2016.

COUTINHO, Bianca Alvarenga; CORRÊA, Antônio Ramos. A interpretação do controle de materiais de acabamentos e de revestimento no processo de segurança contra incêndio e pânico. E&S Engineering and Science, volume 2, edição 6, 2016.

DELAZARI, Luciene Stamato; ERCOLIN FILHO, Leonardo. Especificações Técnicas de Produtos Cartográficos: Projeto UFPR CampusMap. 2019.

DUARTE, Rogério Bernardes. “Código e normas de segurança contra incêndio”. In: COSTA, Carla Neves et al. (org.) Segurança Contra Incêndio em Edificações – Recomendações, 2018, págs. 8-22.

FU, P. Getting to know Web GIS. Photogrammetric engineering & remote Sensing, v. 84, n. 2, p. 59-60, 2018.

FU, P. GETTING TO KNOW WEB GIS. Esri Press, 2015.

GOMES, F. de J. L.; LIMA, J. V. de. O USO DE BANCOS DE DADOS LOCAIS EM UM AMBIENTE COLABORATIVO DE APRENDIZAGEM BASEADO NA WEB. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 2, n. 2, 2004. DOI: 10.22456/1679-1916.13808. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13808>.

GONÇALVES, J. R. Como escrever um artigo de revisão de literatura. Revista JRG De Estudos Acadêmicos, v. 2, n. 5, p. 29-55, 2019.

Goudard, Gabriela. Mendonça, Francisco de Assis. (2022) Riscos hidrometeorológicos híbridos na bacia do Alto Iguaçu – Paraná (Brasil). Confins. DOI: 10.4000/confins.44833

GUEDES, Gilleanes TA. UML 2-Uma abordagem prática. Novatec Editora, 2018.

IBGE, Censo Demográfico 2022, IBGE, Cadastro Central de Empresas 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2024

LEHNER, S. European fire classification of construction products, new test method “SBI”, and introduction of the European classification system into German building regulations. Otto-Graf-Journal, v. 16, p. 151-166, 2005

LIMA, M. C. Desenvolvimento de um WebGIS para campus universitário com práticas de UCD. 2020. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná.

LIN, Rogério. “A importância das associações de classe frente à segurança contra incêndio”. In: COSTA, Carla Neves et al. (org.) Segurança Contra Incêndio em Edificações – Recomendações, 2018, pág. 190-193.

LIN, Rogério; LIN, Jeffery. “Treinamento CMAR Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento”. In: 3º Comando Operacional de Bombeiros (org.) I Seminário de Prevenção Contra Incêndio e Pânico – SEPCIP, 2018.

Lu, Q., Parlikad, A. K., Woodall, P., Don Ranasinghe, G., Xie, X., Liang, Z., Konstantinou, E., Heaton, J. & Schooling, J. Developing a Digital Twin at Building and City Levels: Case Study of West Cambridge Campus. Journal of Management in Engineering. ASCE, 2020

MELO, Eduardo A. Loureiro Melo. Curso de instalações prediais de proteção contra incêndio. FINATEC. Brasília, DF, 1999.

Moretti, N., Ellul, C., Re Cecconi, F., Papapesios, N. & DeJaco, M. C. GeoBIM for built environment condition assessment supporting asset management decision making. Automation in Construction. Elsevier, 130, October, p. 103859, 2021.

NG, Jason W.p. et al. The Intelligent Campus (iCampus): End-to-End Learning Lifecycle of a Knowledge Ecosystem. 2010 Sixth International Conference On Intelligent Environments, [s.l.], p.332-337, jul. 2010. IEEE.

OWOC, Mieczyslaw; MARCINIAK, Katarzyna. Knowledge management as foundation of smart university. In: 2013 Federated Conference on Computer Science and Information Systems. IEEE, 2013. p. 1267-1272.

QUEIROZ, Gilberto Ribeiro de; CÂMARA, Gilberto. Banco de Dados Geográficos. Curitiba: Editora MundoGEO, 2005.

RODRIGUES, Eduardo Estêvam Camargo. Sistema de gestão da segurança contra incêndio e pânico nas edificações: Fundamentação para uma regulamentação nacional. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

Sarot, R.V., Delazari, L.S. and Camboim, S.P. 2021. Proposal of a spatial database for indoor navigation. Acta Scientiarum. Technology. 43, 1 (Jun. 2021), e51718.

SEPEHR, Samyar. Development of a geospatial reference framework: a case study for the UNB-GGE survey camp. Tese (Doutorado). University of New Brunswick, Canadá. 2013.

SILVA, Pricila Alves da; SÁ, Lucilene Antunes Correia Marques de. MAPEAMENTO DIGITAL PARA WEB DO CAMPUS RECIFE DA UFPE. In: XXIII CONIC, VII CONITI, IV ENIC, 23., 2015, Recife. Anais... Recife: UFPE, 2015. v. 1, p. 1 -4.

SOUZA, Aline Borges de. Adaptação do projeto cartográfico de mapas na web para usuários com deficiência visual de cor: estudo de caso UFPR CampusMap, UFPR, Curitiba – PR, 2023.

Ward, Y., Morsy, S., & El-Shazly, A. GIS-BIM data integration towards a smart campus. In Design and Construction of Smart Cities: Toward Sustainable Community (pp. 132-139). Springer International Publishing, 2021.

YAN, Pei; GUO, Jiao. Design of Digital Campus Based on WebGIS. 2012 International Conference On Information Technology And Management Science (ICITMS 2012) Proceedings, [s.l.], p.41-46, 2013. Springer Berlin Heidelberg.