

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

JORDAN THIAGO PHILIPPSSEN DA SILVA

**SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO POR MANGOTINHOS:
Estudo Aplicado a Edificação Residencial Multifamiliar no
Município de São José/SC**

FLORIANÓPOLIS, 2023.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

JORDAN THIAGO PHILIPPSSEN DA SILVA

**SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO POR MANGOTINHOS:
Estudo Aplicado a Edificação Residencial Multifamiliar no
Município de São José/SC**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Civil.

Orientadora:
Profa. Ana Paula Pupo Correia, Dra.

FLORIANÓPOLIS, 2023

RESUMO

O processo de urbanização brasileiro – e o aumento de construções verticalizadas nas grandes metrópoles – trouxe consigo um constante crescimento do fator de risco e, conseqüentemente, uma maior demanda e exigência no que diz respeito aos projetos de prevenção contra incêndio e seus sistemas constituintes. Dentre eles, encontra-se o sistema de mangotinhos, um dos três tipos de sistemas que compõem o sistema hidráulico preventivo de incêndio (SHP), classificado como um dispositivo ativo de combate a incêndio através do armazenamento, transporte e lançamento de água. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo a aplicação desse sistema para uma edificação residencial multifamiliar localizada em São José, Santa Catarina. Nesse sentido, ocorreu o desenvolvimento de seu dimensionamento, através do método de cálculo proposto por Brentano (2016) e critérios pré-estabelecidos em Instruções Normativas (INs) e normas técnicas brasileiras (NBRs), e seu projeto com a utilização da modelagem da informação da construção (BIM), por intermédio de famílias paramétricas, para obtenção de suporte de informações precisas. Assim, o presente trabalho visa a elucidação do sistema, com o propósito de incentivar a utilização do SHP por mangotinhos, ainda pouco disseminado em território nacional.

Palavras-chave: Prevenção contra incêndios. Projeto com Sistema hidráulico preventivo por mangotinhos. Modelagem da informação da construção (BIM).

ABSTRACT

The Brazilian urbanization process, along with the increased construction of high-rise buildings in major cities, has led to a continuous growth in risk factors and, consequently, a greater demand and requirement for fire prevention projects and their constituent systems. Among them is the hose reel system, one of the three types of systems that make up the Fire Protection Hydraulic System (SHP), classified as an active firefighting device through the storage, transport, and release of water. Thus, the present work aims to apply this system to a multifamily residential building located in São José, Santa Catarina. In this context, the development of its sizing occurred through the calculation method proposed by Brentano (2016) and pre-established criteria in Normative Instructions (INs) and Brazilian technical standards (NBRs), and its design using Building Information Modeling (BIM), through parametric families, to obtain support for accurate information. Therefore, this study seeks to clarify the system with the purpose of encouraging the use of the SHP hose reel system, which is still relatively uncommon in the national territory.

Keywords: Fire prevention. Project with preventive hydraulic system using hoses. Building information modeling (BIM).

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Philippsen da Silva , Jordan Thiago
SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO POR MANGOTINHOS: estudo aplicado a edificação residencial multifamiliar no município de São José/SC / Jordan Thiago Philippsen da Silva ; orientação de Ana Paula Pupo Correia. - Florianópolis, SC, 2024.

97 p.
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil.
Inclui Referências.

1. Prevenção contra incêndios. 2. Projeto com Sistema hidráulico preventivo por mangotinhos. 3. Modelagem da informação da construção (BIM). I. Pupo Correia, Ana Paula . II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO POR MANGOTINHOS.


**SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO POR MANGOTINHOS: ESTUDO
APLICADO A EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR NO MUNICÍPIO DE
SÃO JOSÉ/SC**

JORDAN THIAGO PHILIPPSSEN DA SILVA


Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 15 de dezembro, 2023.


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 ANA PAULA PUPO CORREIA
Data: 15/02/2024 15:45:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ana Paula Pupo Correia, Dra.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 MILENA DE MESQUITA BRANDAO
Data: 19/02/2024 11:56:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Milena de Mesquita Brandão, Ma.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 REGINALDO CAMPOLINO JAQUES
Data: 19/02/2024 11:42:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Reginaldo Campolino Jacques, Me.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

A minha família, em especial a minha mãe, Inês Philippsen, a qual prestou todo auxílio para meu desenvolvimento e formação como pessoa, agradeço por todo carinho, atenção e companheirismo.

Aos professores do Instituto Federal de Santa Catarina, em especial aos professores Ana Paula Pupo, Milena Brandão, Reginaldo Jacques e Maurília de Almeida, agradeço a todo o ensinamento compartilhado nestes anos de graduação e por embarcarem comigo neste trabalho de conclusão de curso, fornecendo auxílio para possibilitar o desenvolvimento do mesmo.

A Polatti Engenharia, empresa a qual me despertou o interesse a área da engenharia de projetos de Prevenção a Incêndio e Pânico, cabendo ainda agradecimento de forma especial aos Engenheiros Haroldo Polatti e Ana Paula Mignoni, por todos os ensinamentos e trocas de conhecimento realizados nestes anos de parceria de trabalho.

Por fim, as amizades construídas ao longo desta graduação, em especial aos colegas que compartilharam a presença ao longo de toda esta graduação, Tainá, Raíssa, Henrique, Jonathan, Matheus Cruz e Matheus Araújo, amizades as quais levarei para toda a vida.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visualização 3D edificação	16
Figura 2 – Estrutura do trabalho	20
Figura 3 – Incêndio edifício Joelma	21
Figura 4 – Tetraedro do fogo.....	22
Figura 5 – Propagação por condução	24
Figura 6 – Propagação por convecção.....	24
Figura 7 – Propagação por radiação térmica	25
Figura 8 – Mangotinho em carretel móvel	31
Figura 9 – Esguicho regulável 25mm	32
Figura 10 – Pictograma indicativo de mangotinho.....	33
Figura 11 – Válvula de globo angular 2.1/2”	33
Figura 12 – Tomada de água dentro da caixa da escada	34
Figura 13 – Pictograma hidrantes fora do abrigo de mangueiras.....	34
Figura 14 – Abrigo de mangotinhos com ponto de tomada de água	35
Figura 15 – Processo de comunicação BIM.....	37
Figura 16 – LOD BIM	39
Figura 17 – Elementos paramétricos.....	41
Figura 18 – Estrutura de desenvolvimento	42
Figura 19 – Corte esquemático	43
Figura 20 – Planta pavimento tipo.....	44
Figura 21 – Fluxograma de dimensionamento do SHP por mangotinhos	48
Figura 22 – Esquema vertical genérico	49
Figura 23 – QR Code dimensionamento	61
Figura 24 – Curva característica da bomba hidráulica	68
Figura 25 – Curva de rendimento da bomba hidráulica.....	68
Figura 26 – QR Code Objetos	72
Figura 27 – Tomada d’água mangotinho pavimento tipo	73
Figura 28 – Tomada d’água de uso exclusivo corpo de bombeiros	73
Figura 29 – Posição hidrante de recalque	74
Figura 30 – Pressurização do sistema hidráulico preventivo	75
Figura 31 – Reserva técnica de incêndio	76
Figura 32 – Detalhamento hidrante de recalque	76
Figura 33 – QR Code visualização virtual	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo da legislação estadual do SHP por Mangotinhos.....	30
Quadro 2 – Dimensões do modelo BIM	38
Quadro 3 – Níveis LOD BIM.....	39
Quadro 4 – Classificação da ocupação.....	44
Quadro 5 – Carga de incêndio por ocupação.....	45
Quadro 6 – Informações da edificação.....	62
Quadro 7 – Informações do sistema hidráulico preventivo.....	63
Quadro 8 – Determinação pressão mínima ponto A	64
Quadro 9 – Cálculo da vazão mangotinho 02	65
Quadro 10 – Cálculo da vazão mangotinho 03	65
Quadro 11 – Cálculo da vazão mangotinho 04	66
Quadro 12 – Determinação da altura mínima superior.....	66
Quadro 13 – Resumo dimensionamento mangotinhos	67
Quadro 14 – Tabela de seleção de motobomba	67
Quadro 15 – Definição conjunto motobomba	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tempo gasto para armação de hidrante x mangotinho	29
Tabela 2 – Parâmetros do sistema.....	46
Tabela 3 – Comprimento equivalentes das tubulações.....	47
Tabela 4 – Elementos do SHP por mangotinhos.....	59
Tabela 5 – Modelagem Objetos do SHP por mangotinhos	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIM	<i>Building Information Modelling</i>
CBMERJ	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro
CBMMG	Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais
CBMPMESP	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
CBMPR	Corpo de Bombeiros Militar do Paraná
CBMSC	Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
IN	Instrução Normativa
IT	Instrução Técnica
LOD	<i>Level of development</i>
NBR	Norma Brasileira
NPT	Normas de Procedimentos Técnicos
NT	Notas Técnicas
RTI	Reserva Técnica de Incêndio
SCI	Segurança Contra Incêndio
SHP	Sistema Hidráulico Preventivo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa	17
1.2	Delimitação da Pesquisa	18
1.3	Objetivo Geral.....	19
1.4	Objetivos Específicos.....	19
1.5	Estrutura do Trabalho.....	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	Contextualização da segurança contra incêndio (SCI).....	21
2.2	Concepção do fogo e incêndio	22
2.3	Formas de propagação e extinção do incêndio	23
2.4	Projeto de prevenção contra incêndio e Pânico (PPCI).....	26
2.4.1	Sistema hidráulico preventivo por mangotinhos.....	28
2.4.1.1	<i>Normativas do SHP por mangotinhos</i>	29
2.4.1.2	<i>Composição do SHP por mangotinhos</i>	31
2.5	Metodologia BIM no desenvolvimento de projetos.....	36
2.5.1	Processos do modelo BIM	37
2.5.2	Dimensões do modelo BIM	38
2.5.3	Nível de desenvolvimento (LOD)	39
2.5.4	Modelos paramétricos.....	40
3	MÉTODO DA PESQUISA	42
3.1	Apresentação da edificação.....	42
3.2	Dimensionamento do SHP por mangotinhos	45
3.2.1	Roteiro de dimensionamento do SHP por mangotinhos	48
3.2.1.1	<i>Determinação da pressão e perda de carga no mangotinho desfavorável</i> 49	
3.2.1.2	<i>Cálculo da perda de carga total no sub-ramal do mangotinho</i>	51
3.2.1.3	<i>Cálculo da pressão do ramal com a coluna de incêndio</i>	54
3.2.1.4	<i>Cálculo do fator de vazão K_a na conexão com a coluna de incêndio</i>	54
3.2.1.5	<i>Cálculo da perda de carga no trecho RS - A e da pressão no ponto A</i>	55
3.2.1.6	<i>Verificação da pressão e vazão nos mangotinhos em uso simultâneo</i>	56
3.2.1.7	<i>Determinação da altura mínima superior do reservatório</i>	57
3.2.1.8	<i>Cálculo do sistema de pressurização</i>	57
3.3	Modelagem BIM do SHP por mangotinhos	58
3.3.1	Definições do projeto	58
3.3.2	Elaboração da Família do SHP por mangotinhos	59
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	61
4.1	Roteiro de Cálculo do SHP por mangotinhos automatizado.....	61
4.1.1	Aplicação e Utilização da Planilha Automatizada.....	62
4.2	Modelagem BIM do SHP por mangotinhos	69
4.3	Aplicação do SHP por mangotinhos a edificação	72
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	79
	REFERÊNCIAS	80
	APÊNDICES	85
	APÊNDICE A – Projeto do Sistema Hidráulico Preventivo (SHP) por Mangotinhos	86

APÊNDICE B – Planilha de Dimensionamento do Sistema Hidráulico Preventivo (SHP) por Mangotinhos.....	87
--	----

1 INTRODUÇÃO

O progresso e o desenvolvimento da sociedade contribuíram para um aumento significativo nos casos de incêndios, devido à concentração cada vez maior de pessoas em algumas áreas. O aumento desses incidentes está diretamente ligado à construção de edifícios cada vez mais altos e próximos entre si, bem como a concepções arquitetônicas que favorecem a rápida propagação do fogo, além do aumento do uso de dispositivos eletrônicos, entre outros fatores.

Em razão disso, sempre que houver a construção de uma edificação, deverá ser elaborado um projeto de prevenção contra incêndio em consonância com o projeto arquitetônico e demais projetos de engenharia. Além disso, o projeto deverá ser executado corretamente e os sistemas preventivos de incêndio mantidos em condições plenas de funcionamento, inclusive com as previsões de manutenções futuras. (BRENTANO, 2016)

A prevenção de incêndio visa impedir o surgimento de um foco de incêndio, dificultar a sua propagação, detectá-lo o mais rápido possível e facilitar o seu combate ainda em fase inicial. A segurança contra incêndio é um problema que deve ser encarado desde o momento da concepção de uma obra de infraestrutura, seja ela de qualquer natureza. (FERNANDES, 2010)

O sistema hidráulico preventivo (SHP), objeto de estudo deste trabalho, é definido por Seito et al. (2008) como um sistema fixo de combate ao incêndio que funciona sob comando e libera água sobre o foco de incêndio, em vazão compatível ao risco do local que visa proteger, de forma a extinguir e controlar o fogo ainda em seu estágio inicial. Portanto, o objetivo do sistema hidráulico preventivo é possibilitar o início do combate às chamas pelos ocupantes das edificações, bem como posteriormente possibilitar a atividade do corpo de bombeiros, em especial nas edificações com maior número de pavimentos, após a pressurização da rede através do hidrante de recalque.

No estado de Santa Catarina, o sistema hidráulico preventivo, onde está contido o sistema de mangotinhos, segue os parâmetros estabelecidos pela IN 7 – Sistema Hidráulico Preventivo, que tem como objetivo estabelecer e padronizar os

critérios para a concepção e dimensionamento no SHP nos processos analisados e fiscalizados pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. (CBMSC, 2022)

Um dos sistemas presentes no sistema hidráulico preventivo é o sistema de mangotinhos, que consiste em um equipamento de menor vazão e simplificada operação, cujo objetivo é facilitar o combate inicial das chamas pelos próprios ocupantes da edificação, antes mesmo da chegada das equipes do corpo de bombeiros.

Conforme Seito *et al.* (2008), no Brasil cada unidade da federação é responsável pela redação das suas legislações com relação à segurança contra incêndio. No estado de Santa Catarina, esta atividade é de responsabilidade do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC), conforme redação dada pela lei estadual de nº 16.157/2013.

Para aplicação do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos, foi utilizada uma edificação verticalizada e através dela desenvolvido o projeto e dimensionamento do sistema. A edificação trata-se de um empreendimento com área construída de 7.732,77m² possuindo 20 pavimentos, contemplando um subsolo, térreo, quatro pavimentos de garagem, treze pavimentos tipos de unidades residenciais e uma área de lazer no pavimento ático. Na Figura 1 está apresentada uma visualização 3D de uma das fachadas da edificação.

Figura 1 – Visualização 3D edificação



Fonte: Adaptado do acervo da construtora (2022).

A edificação está localizada no município de São José, Santa Catarina e, portanto, deve atender o prescrito nas instruções normativas (INs) elaboradas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC), bem como seu projeto deverá ser submetido a análise do corpo técnico do órgão.

1.1 Justificativa

A atualização nas normativas do CBMSC, que até o ano de 2017 não previam a obrigatoriedade da utilização do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos em substituição aos hidrantes nas edificações. No entanto, após atualizações realizadas durante o ano em questão, o órgão passou a exigir que todas as edificações com mais de 15 pavimentos e carga de incêndio inferior a 1.200 MJ/m² disponham do SHP por mangotinhos em substituição aos hidrantes.

Além da situação elencada acima, a IN 7 – Sistema hidráulico preventivo (CBMSC, 2022), passou por uma atualização no final de 2022, trazendo algumas alterações em relação a edição anterior, principalmente no que diz respeito ao posicionamento de hidrantes e mangotinhos, da consideração do alcance do jato d'água como alcance da área a ser protegida e do seu artigo que prevê a colocação de tomada de água para uso do corpo de bombeiro dentro da caixa da escada em todos os pavimentos, nas edificações verticalizadas que façam o uso do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos.

Outro ponto que culminou em uma maior previsão do SHP por mangotinhos nas edificações, diz respeito a atualização dos planos diretores dos municípios da grande Florianópolis, cabe citar principalmente as atualizações ocorridas nos municípios de Florianópolis no ano de 2020 e a ocorrida em São José, objeto de estudo deste trabalho, no ano de 2019. Ambas permitiram o avanço da construção civil no quesito do aumento de número de pavimentos, o que alterou o enquadramento das edificações nas exigências de sistemas de combate a incêndio.

Destaca-se também que o trabalho será desenvolvido sob a metodologia BIM, visando obter uma versão final rica em informações e detalhes, bem como adequar-se as novas demandas que o mercado da construção civil exige. A respeito da metodologia BIM, um mapeamento realizado pela Agência Brasileira de

Desenvolvimento Industrial (2022) aponta o crescimento do uso da metodologia BIM no Brasil. Entretanto, a implantação desta apresenta pontos de dificuldade, sendo o principal deles a procura por profissionais qualificados, uma vez que, segundo dados da pesquisa, somente 10,25% das empresas consideram que possuem equipe apta para utilização da metodologia. Ainda de acordo com o levantamento, 70% das empresas se veem atuando das metodologias nos próximos anos, explicitando a demanda que a metodologia BIM está exercendo no mercado da construção civil. (ABDI, 2022)

Além disso, serviu como motivação para desenvolvimento deste trabalho o autor, ao longo da graduação em engenharia civil, ter realizado estágio nas áreas de projetos complementares de engenharia, em específico na área de projetos hidrossanitários e preventivos contra incêndio, este último com maior recorrência, participando da concepção, dimensionando e detalhamento destes projetos. Outro ponto é o interesse, de modo especial, em aprofundar-se na área prevenção contra incêndio, buscando se especializar nos diversos sistemas que a área contempla.

1.2 Delimitação da Pesquisa

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um projeto em BIM do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos de uma edificação residencial multifamiliar no município de São José, Santa Catarina. Como parâmetros para desenvolvimento e dimensionamento deste projeto, serão utilizadas as normas NBR 13.714:2000 – Sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio e NBR 16.642:2019 – Conjunto de mangueira semirrígida e acessórios para combate a incêndio, bem como as instruções normativas IN 01 – Sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico – Parte 2 e IN 07 – Sistema hidráulico preventivo, ambas as normativas do corpo de bombeiros militar de Santa Catarina (CBMSC) em sua atualização mais recente, com vigência a partir de dezembro de 2022.

Para desenvolvimento deste estudo, foi empregado para modelagem e apresentação do projeto o software Autodesk Revit e para o dimensionamento dos sistemas foram construídas planilhas de cálculo através do método proposto por Brentano (2016) em seu livro – “Instalações hidráulicas de combate a Incêndios nas edificações”.

1.3 Objetivo Geral

Demonstrar a aplicação do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos a uma edificação verticalizada residencial multifamiliar localizada no município de São José, Santa Catarina, através do seu dimensionamento e modelagem BIM.

1.4 Objetivos Específicos

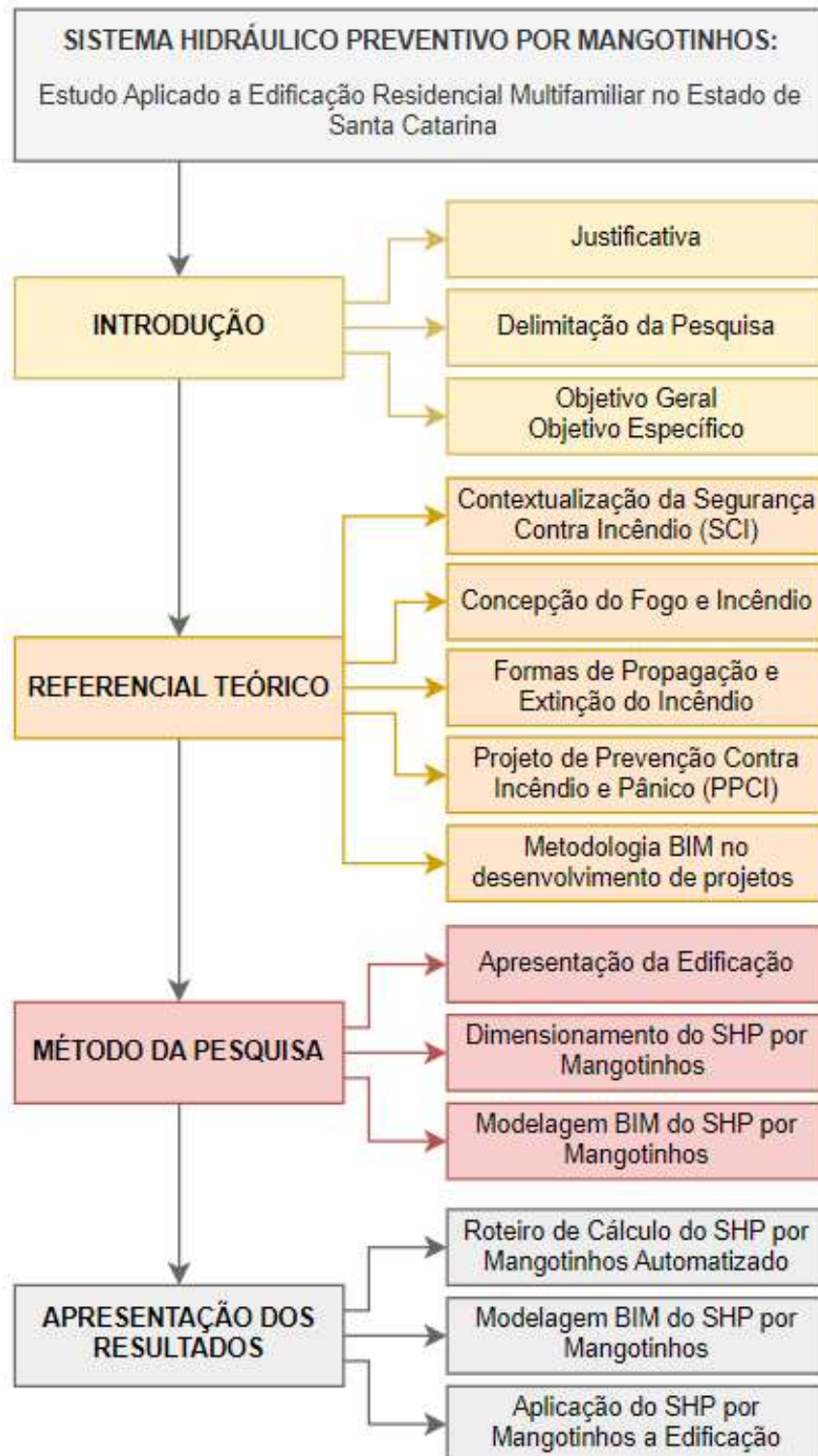
Para atingir o objetivo geral deste trabalho, será necessário estabelecer alguns objetivos específicos, estes estão apresentados abaixo:

- a) Elaborar e disponibilizar o roteiro de cálculo automatizado para o dimensionamento do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos;
- b) Desenvolver e disponibilizar uma família de elementos através do software Autodesk Revit para elaboração de projetos do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos;
- c) Executar um projeto em BIM do sistema hidráulico preventivo de uma edificação multifamiliar localizada no município de São José, Santa Catarina.

1.5 Estrutura do Trabalho

O trabalho foi elaborado e organizado através de 3 capítulos: Referencial teórico, onde estão abordados os principais materiais que serviram de embasamento para fomentar este trabalho; Método da pesquisa, onde está contido a forma de desenvolvimento e apresentação deste trabalho; e por fim, a apresentação dos resultados que se dá através da apresentação do projeto do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos da edificação, juntamente com seu roteiro de cálculo e família de objetos do sistema. A estrutura pode ser visualizada no fluxograma apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Estrutura do trabalho



Fonte: Elaboração própria (2023).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico estão abordados os principais conceitos, referenciais teóricos e bibliográficos que serviram de embasamento para o desenvolvimento deste trabalho.

2.1 Contextualização da segurança contra incêndio (SCI)

No Brasil, a segurança contra incêndio começou a ser implementada com maior ênfase após os dois grandes incêndios ocorridos na cidade de São Paulo na década de 70, onde, o primeiro deles no Edifício Andraus (1972), prédio de escritórios e lojas, o incêndio atingiu todos os pavimentos e resultou em 6 vítimas fatais e 32 feridas. Dois anos mais tarde, um incêndio atingiu o Edifício Joelma (1974), edifício comercial e de garagens, o incêndio que teve como causa provável um curto circuito, atingiu todos os pavimentos da edificação e vitimou fatalmente 189 pessoas e ferindo outras 320. (CBPMESP, 2019)

Figura 3 – Incêndio edifício Joelma



Fonte: O Povo (2021).

No estado de Santa Catarina, a principal alteração no que diz respeito a legislação e a atuação do CBMSC, surgiu após o incêndio de grandes proporções ocorrido no estado do Rio Grande do Sul, o incêndio da Boate Kiss no ano de 2013, onde a utilização de um equipamento pirotécnico originou um incêndio de grandes proporções que vitimou 242 pessoas e deixou outras 636 feridas. (ARAÚJO, 2023)

Logo após a ocorrência deste incêndio, ainda no ano de 2013, foi sancionada pelo governo do Estado de Santa Catarina a Lei de nº 16.157/2013 que dispõe dos requisitos mínimos para prevenção e segurança contra incêndio e pânico. A grande mudança implementada nesta lei foi em relação as atividades desempenhadas pelo CBMSC, “Ao CBMSC compete o exercício do poder de polícia administrativa para assegurar o adequado cumprimento das normas de prevenção e combate a incêndio [...]”, desta forma assegura ao CBMSC a ação imediata, inclusive com a interdição do imóvel quando este apresentar risco grave aos ocupantes ou a integridade edificação. (ESTADO DE SANTA CATARINA, 2013)

2.2 Concepção do fogo e incêndio

O homem desde o princípio da humanidade utiliza o fogo como seu aliado fundamental, utilizando-o para seu conforto térmico, como fonte de energia, iluminação, preparo de alimentos, fabricação de materiais e demais usos que impulsionaram o desenvolvimento e a evolução da espécie. O fogo sempre irá conviver com o homem, mas ambos devem conviver em harmonia, e para isso é necessário compreender sua dinâmica, formação, meios de propagação, meios de extinção, causas e consequências.

Segundo o CBPMESP (2019), o fogo é um fenômeno físico-químico onde ocorre uma reação de oxidação com emissão de calor e luz, para sua existência é necessário a ocorrência simultânea de quatro componentes, o material combustível, o comburente, uma fonte de calor e a reação em cadeia, constrói-se assim o tetraedro do fogo, apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Tetraedro do fogo



Fonte: CBPMESP (2019).

O combustível é o material que, após ser inflamado, continua seu processo de queima, alimentando desta forma o processo da combustão, podendo ser sólido, líquido ou gasoso.

O comburente é o elemento que ativa e alimenta a reação química, e o mais comum é o oxigênio, que está presente no ar atmosférico. Brentano (2016), explica que ambientes abertos onde há maior circulação de ar e, portanto, uma maior concentração de oxigênio, são locais propícios a intensificação das chamas, já em locais que possuem concentração de oxigênio inferior 14%, a propagação do incêndio é prejudicada, visto que os materiais combustíveis não conseguem manter as chamas em sua superfície.

Já o calor, é o elemento que dá o início e ativa o fogo, através de diversas fontes, onde as mais conhecidas são a faísca, chama, curto ou superaquecimento de componentes elétricos, fricção ou até mesmo a concentração de luz solar.

A partir do conceito e da forma de obtenção do fogo, é necessário conceituar e esclarecer as diferenças entre fogo e incêndio, muitas vezes tratados como sinônimos, mas que possuem distinções entre si. Segundo Camilo Júnior (2019), fogo e incêndio estão associados ao processo de queima, entretanto o fogo é um evento controlado e através dele é possível preparar alimentação, confeccionar artefatos utilizando ferro e aço, entre outros objetivos. Já o incêndio é definido como o próprio fogo, mas em situação fora de controle, este, causa perdas, destruição e, em algumas circunstâncias, óbitos.

2.3 Formas de propagação e extinção do incêndio

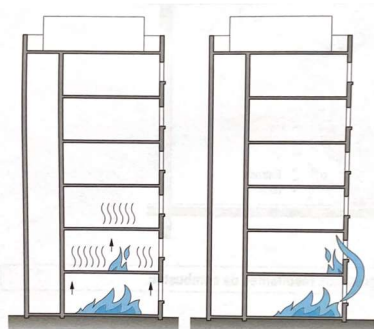
Para que o fogo exista e se propague são necessários a combinação dos três elementos: Combustível, comburente e calor, em abundância e de forma contínua. Não havendo combustível ou comburente em proporções adequadas, ou se houver uma redução de calor por extinção ou retardantes, o fogo ou incêndio é extinto. (BONITESE, 2007)

Após a ignição do incêndio, o fogo poderá se propagar transferindo energia e calor através de três formas, são elas: condução, convecção e radiação térmica. Acerca das formas de propagação atuantes em uma propagação de incêndio, o

CBPMESP (2016) cita “Num incêndio, as 3 formas geralmente são concomitantes, embora em determinado momento uma delas seja a predominante”.

A transferência de calor por condução ocorre quando o fogo é transmitido através do contato, pelo próprio material que está em chamas ou a partir do contato direto de dois materiais. Ocorre com facilidade em materiais que possuem alta condutividade térmica.

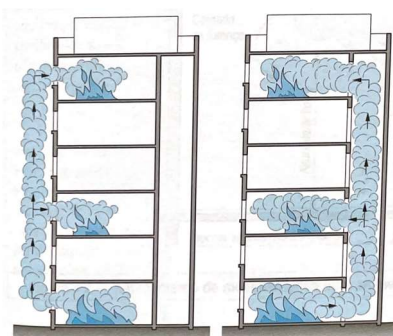
Figura 5 – Propagação por condução



Fonte: Brentano (2016).

O segundo meio da propagação de calor é a convecção, a forma de transferência de calor através da forma gasosa, exemplificada em uma edificação através da seguinte forma: a massa de ar aquecida, fumaça, que se desloca para outros compartimentos da edificação levando consigo energia térmica, aquecendo outros materiais até que atinjam seu ponto de combustão, desta forma originando outro foco de incêndio, denominado usualmente foco de incêndio secundário.

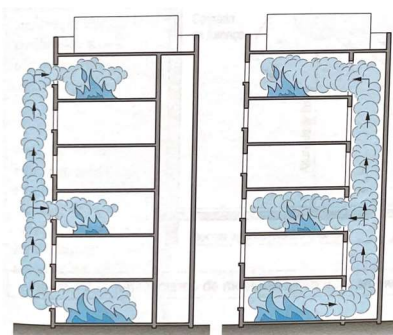
Figura 6 – Propagação por convecção



Fonte: Brentano (2016).

O terceiro meio da propagação de calor é a radiação térmica, trata-se da transmissão através dos raios ou ondas caloríficas, onde a partir do ponto onde há fogo são emitidas ondas de calor que atingem outros objetos, em que aquecem e entram em combustão, gerando um novo foco de incêndio. Desta forma, a transmissão de calor através da radiação térmica atinge edificações vizinhas que não possuem qualquer contato físico com a edificação em chamas.

Figura 7 – Propagação por radiação térmica



Fonte: Brentano (2016).

Em relação aos métodos de extinção do fogo, os mesmos estão ligados diretamente ao tetraedro do fogo, e visam promover a extinção do incêndio eliminando um ou mais dos componentes presentes no tetraedro, de modo que a continuidade seja cessada.

O primeiro método para a extinção do fogo é conhecido como retirada do combustível ou isolamento, este consiste na retirada do material que está queimando ou que está próximo ao fogo, quebrando a cadeia da combustão, visto que deste modo não haverá mais material para alimentar o fogo, que assim será extinto.

O segundo método se dá através da retirada do comburente ou abafamento, que consiste na diminuição ou impedimento do contato do oxigênio com o material combustível. Isso é possível através do isolamento do local e a utilização de espuma aquosa, jato de água em neblina ou gases mais pesados que o ar.

O terceiro é a retirada do calor ou resfriamento, e consiste na retirada do calor do material que está em chamas até que se promova o controle e posterior extinção da chama. É o método mais comum utilizado para cessar o fogo em uma

edificação, e o agente mais utilizado para este feito é a água. Segundo Brentano (2016), isso ocorre devido a água ser um dos elementos mais difundidos na natureza e, portanto, encontrada com abundância, além disso trata-se de um composto seguro e efetivo no combate ao incêndio, visto que a água possui um grande poder de absorção de calor.

Por fim, o quarto método é a quebra da cadeia química, que ocorre quando a reação em cadeia é quebrada através do lançamento de agentes extintores que se combinam com a mistura inflamável formando outra mistura não inflamável. Este princípio pode ser observado na utilização de pós químicos em extintores de incêndio.

O sistema hidráulico preventivo, objeto de estudo deste trabalho, utiliza a combinação de alguns destes métodos para promover a extinção do incêndio. A água age através do resfriamento quando aplicada sobre o fogo, tanto com a utilização de jato d'água compacto ou sob a forma de neblina. Ainda assim, quando devido à proporção da chama há a possibilidade de resfriar a área ao entorno do foco principal de incêndio, o jato d'água em forma de neblina é mais recomendado, já que aumenta a área de absorção do calor. Em simultaneidade com o resfriamento, é possível utilizar a água para a extinção por meio do abafamento, através dos jatos sob a forma de neblina, onde a água aplicada sobre o fogo se vaporiza, formando uma camada protetora, que reduz a concentração de oxigênio e por conseguinte reduz a inflamabilidade do incêndio. (BRENTANO, 2016)

2.4 Projeto de prevenção contra incêndio e Pânico (PPCI)

O Projeto de Prevenção Contra Incêndio e Pânico pode ser definido como o conjunto de sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico a ser implementado em edificações, estruturas ou áreas de risco. Sua função é propiciar a segurança dos ocupantes, evitar o surgimento de incêndio, limitar sua propagação, reduzir seus efeitos, possibilitar a sua extinção, permitir o abandono seguro dos ocupantes e o posterior acesso para as operações do Corpo de Bombeiros. (ESTADO DE SANTA CATARINA, 2013)

De forma semelhante, o CBPMESP (2019) estabelece em sua Instrução Técnica 02, Conceitos Básicos de Segurança Contra Incêndio, os objetivos da prevenção de incêndios, são eles:

- “A. Proteger a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco, em caso de incêndio;
- B. Dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio;
- C. Proporcionar meios de controle e extinção do incêndio;
- D. Dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros Militar;
- E. Proporcionar a continuidade dos serviços nas edificações e áreas de risco.”
(CBPMESP, 2019).

Segundo Ono (2007), a segurança de uma edificação está associada ao risco da ocorrência de eventos que proporcionem perigo aos ocupantes e bens materiais da edificação, esta segurança é obtida através da mitigação destes riscos. Ainda, Ono cita que a isenção de todos riscos é impossível, desta forma deve-se prever um conjunto de medidas capazes de proteger a edificação e os ocupantes dos eventuais riscos.

Para isso, Ono (2007) classifica as medidas de segurança contra incêndio em dois grupos. O primeiro consiste nas medidas de prevenção de incêndio, responsáveis por prevenir o início do incêndio, estas deverão ser pensadas e estruturadas ainda na fase de projeto da edificação. Já o segundo grupo são as medidas de proteção ou de combate ao incêndio, responsáveis por preservar a vida humana e proteger os bens materiais dos ocupantes da edificação, esta medida ocorre enquanto a edificação já sofre os efeitos de um incêndio.

O projeto preventivo de incêndio é elemento fundamental na garantia da segurança dos ocupantes, proteção do patrimônio e viabilização do combate ao incêndio pelos combatentes do Corpo de Bombeiros. Sua importância consiste na prevenção de princípios incêndios e na mitigação dos danos causados por estes, visando contribuir para existência de um ambiente seguro aos ocupantes da edificação.

2.4.1 Sistema hidráulico preventivo por mangotinhos

O sistema hidráulico preventivo por mangotinhos é definido pela ABNT NBR 13.714:2000 como “ponto de tomada de água onde há uma (simples) saída contendo válvula de abertura rápida, adaptador (se necessário), mangueira semirrígida, esguicho regulável e demais acessórios”.

O sistema faz o uso de mangueira e esguicho do tipo regulável, ambos com diâmetro nominal de 25mm, o que torna a operação do sistema uma tarefa simples e rápida, facilitando o combate inicial às chamas pelos ocupantes da edificação. A mangueira do tipo semirrígida, é semelhante a utilizada em mangueiras de jardim, permitindo o fácil deslocamento da mangueira até o ponto de combate e proporcionando um controle do jato d'água. (NEGRISOLO, 2019)

Referente a montagem ou armação, o sistema de hidrantes que faz o uso de mangueiras convencionais de 40mm é disposto no abrigo de mangueiras desmontado, portanto, para a operação do sistema é necessário primeiramente realizar a montagem do mesmo, que consiste em desenrolar e unir as mangueiras, 2 trechos de 15m de comprimento, acoplar uma extremidade da mangueira na tomada de água e a outra extremidade no esguicho, após isso abrir o registro de globo angular localizado dentro do abrigo de mangueiras e por fim iniciar o combate às chamas. Em contrapartida, o SHP por mangotinhos dispõe-se pronto para utilização dentro do abrigo de mangueiras, não exigindo do operador do sistema a habilidade na montagem do equipamento.

Buscando demonstrar a eficiência do SHP por mangotinhos e quantificar de forma numérica o tempo desempenhado na montagem do equipamento, Alvin (2021) realizou uma simulação a respeito da armação e início de operação para o sistema de hidrantes e de mangotinhos, na simulação realizada com um grupo de 3 militares e 3 civis, chegou aos dados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Tempo gasto para armação de hidrante x mangotinho

Tempo desempenhado para completa armação e pronto combate (segundos)						
	Sistema de Hidrantes			Sistema de Mangotinhos		
Voluntários Militares	37	41	44	5	6	6
Voluntários Civis	70	58	127	11	9	10
Média (s)	62,8			7,8		

Fonte: Adaptado de Alvin (2021).

A média para armação e início da operação do sistema de hidrantes foi de 62,8 segundos, já para o sistema de mangotinhos para execução da mesma tarefa o tempo médio para realização foi de 7,8 segundos, cabendo ressaltar que a simulação foi realizada com apenas uma mangueira de 15 metros, não sendo necessário realizar o acoplamento entre duas mangueiras, o que acarretaria em um maior tempo de montagem do sistema de hidrantes.

Portanto, através do simulado realizado por Alvin (2021), pode se notar a efetividade e agilidade na operação do sistema de mangotinhos em detrimento do sistema de hidrantes, podendo ser operado inclusive por pessoas que não possuem treinamento adequado, dado a praticidade do sistema.

2.4.1.1 Normativas do SHP por mangotinhos

No Brasil, o SHP por mangotinhos é normatizado pela NBR 13.714:2000 - Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio, em conjunto com a ABNT NBR 16.642:2019 – Conjunto de mangueira semirrígida e acessórios para combate a incêndio. Ainda assim, deverá ser observada a Instrução Técnica emitida pelo Corpo de Bombeiros Militar de cada estado da federação, visto que conforme legislação federal compete aos mesmos a elaboração e aplicação da legislação.

Para a elaboração do presente estudo e aplicação do sistema na edificação apresentada na introdução deste trabalho, serão utilizadas as normas brasileiras NBR 13.714:1998 e NBR 16.642:2019 em conjunto com a instrução normativa de IN 07 do CBMSC, devido a e inserção da edificação no estado de Santa Catarina.

Ainda assim, para efeito comparativo dentre as mais variadas legislações dos estados brasileiros, podem ser citadas as instruções normativas ou técnicas de alguns estados da federação, elencadas abaixo:

- NPT 22 – Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio (CBMPR, 2015);

- IT 22 – Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio (CBPMESP, 2019);

- NT 2-02 – Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio (CBMERJ, 2019);

- IT 17 – Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio (CBMMG, 2022).

Através destas, foi elaborado o Quadro 1, realizando um breve comparativo a respeito dos parâmetros estabelecidos pelas normativas, foram analisados: A previsão da utilização do sistema; a obrigatoriedade do sistema; A vazão e pressão exigidas; e, A posição da tomada de água dotada de válvula de globo angular para uso do corpo de bombeiros.

Quadro 1 – Comparativo da legislação estadual do SHP por Mangotinhos

UF	Previsão	Obrigatoriedade	Vazão	Pressão	Tomada d'água
SC	Sim	Edificações > 15 pavtos. Carga < 1.200 MJ/m ²	80 l/min	---	Na escada
PR	Sim	A critério do projetista	100 l/min	10 mca*	No abrigo
SP	Sim	A critério do projetista	100 l/min	80 mca	No abrigo
RJ	Sim	A critério do projetista	100 l/min	58 mca	No abrigo
MG	Sim	A critério do projetista	80 l/min** 100 l/min	---	No abrigo

* Medido na saída do esguicho regulável;

** Edificações do grupo A (Residencial).

Fonte: Elaboração própria (2023).

2.4.1.2 Composição do SHP por mangotinhos

O sistema hidráulico preventivo por mangotinhos é composto por reservatórios de água com reserva de incêndio, tubulações de distribuição de água, tomadas de incêndio, contendo uma válvula de abertura rápida, acoplada a uma mangueira semirrígida que possui em sua extremidade um esguicho regulável e, quando necessário através do dimensionamento do sistema, deverão ser previstos bombas de incêndio para a pressurização, podendo ser utilizadas para recalque ou apenas reforço, em um SHP do tipo gravitacional.

As tomadas de incêndio para uso do SHP por mangotinhos são compostas de redução 2.1/2" x 25mm com válvula de abertura do tipo fecho rápido de 25mm, junto a válvula estará acoplada uma mangueira de borracha semirrígida de 25mm que possuirá em sua extremidade um esguicho do tipo regulável. A mangueira de borracha, similar a utilizada como mangueira de jardim, estará disposta enrolada em um carretel fixo ou móvel, facilitando dessa forma a operação, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Mangotinho em carretel móvel



Fonte: Engepaz JC (2023).

O esguicho, do tipo regulável por rotação, é permanentemente acoplado à mangueira do mangotinho e possui diâmetro nominal de 25mm (1"). Sua função é dar forma, direção e controle do jato d'água visando o combate ao incêndio. O fluxo de

água do esguicho é regulado através da rotação da empunhadura, permitindo duas posições de utilização, na forma de jato compacto ou jato de neblina. (ABNT, 2019)

Na Figura 9 é apresentado um dos modelos de esguicho regulável por rotação frequentemente encontrado no mercado, entretanto existem outros modelos, como o de material termoplástico

Figura 9 – Esguicho regulável 25mm



Fonte: Real Fire (2022).

O conjunto de equipamentos que compõem o SHP por mangotinhos deverá estar devidamente alocado dentro de um abrigo, similar ao utilizado para SHP por hidrantes, e deverá possuir espaço adequado para operação do sistema bem como ser de cor vermelha, conforme NBR 13.714:2000.

Alguns estados permitem também que o abrigo de mangueiras seja constituído de outros materiais, como é o caso de Santa Catarina, que não limita a utilização de materiais diversos na confecção do abrigo de mangueiras, apenas padroniza a utilização de material metálico ou de madeira na cor vermelha, ou vidro incolor para porta do abrigo. Ainda assim, a porta dos abrigos de mangueira deverá possuir a inscrição “INCENDIO” e pictograma indicativo de mangotinho. (CBMSC, 2022)

Figura 10 – Pictograma indicativo de mangotinho

Fonte: CBMSC (2022).

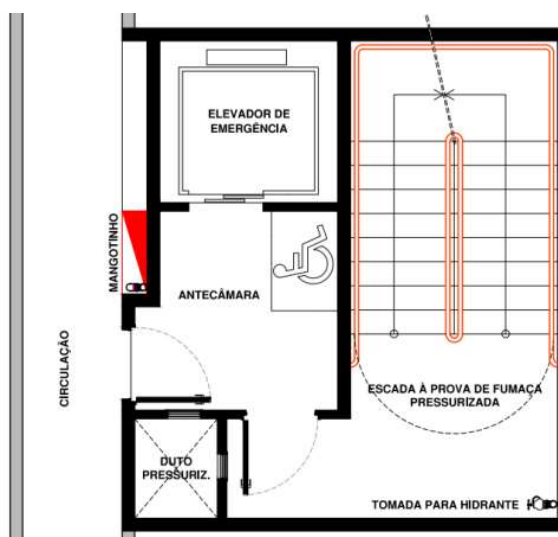
A NBR 13.714:2000 prevê ainda, nas edificações que façam o uso do SHP por mangotinhos, a instalação adicional de uma tomada de água dotada de válvula de globo angular com adaptador rosca x storz para mangueira 40mm (1.1/2”), conforme Figura 11. Essa tomada de água será de uso exclusivo do Corpo de Bombeiros, que em caso de incêndio, após o combate inicial realizado pelos ocupantes da edificação, utilizará as mangueiras de incêndio de 40mm para realizar o combate às chamas. Estas mangueiras são de mais difícil operação, entretanto possuem maior capacidade de vazão de água, facilitando desta forma o combate às chamas por profissionais capacitados a operação das mesmas.

Figura 11 – Válvula de globo angular 2.1/2”

Fonte: Segurimax (2023).

Nas edificações verticalizadas do estado de Santa Catarina, a válvula de globo angular citada anteriormente deverá estar alocada dentro das caixas das escadas de emergência, no patamar do pavimento ou no patamar intermediário das escadas, entre dois pavimentos, conforme Figura 12. A tomada de água deverá estar situada entre as cotas 1,20 a 1,50m a partir do piso acabado e deverão estar sinalizadas com o pictograma indicativo de hidrante fora do abrigo de mangueiras, conforme padrão da NBR 16820:2022, apresentado na Figura 13. (CBMSC, 2022)

Figura 12 – Tomada de água dentro da caixa da escada



Fonte: CBMSC (2022).

Figura 13 – Pictograma hidrantes fora do abrigo de mangueiras

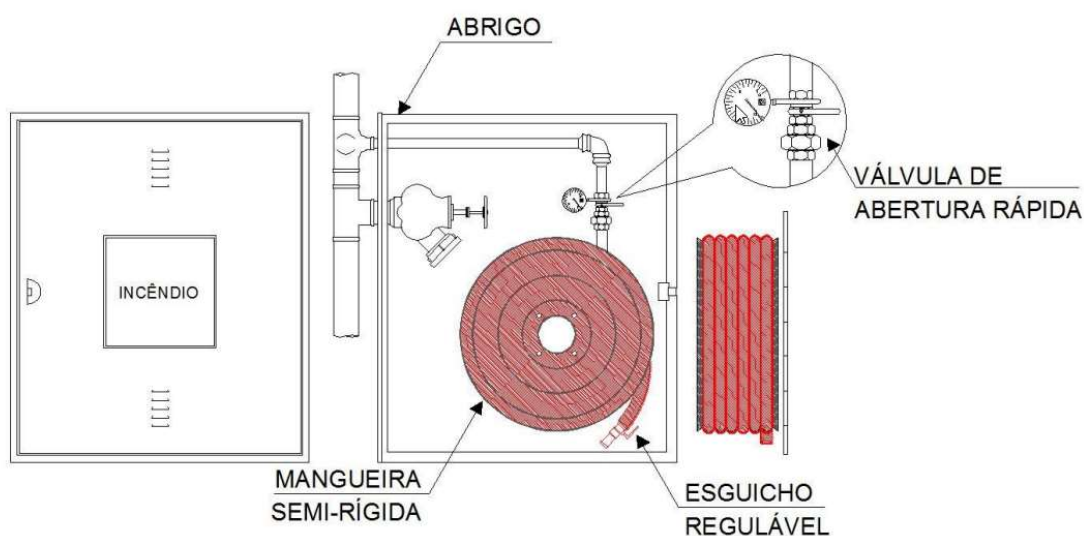


Fonte: CBMSC (2022).

A principal característica que difere a disposição dos equipamentos do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos na legislação vigente de Santa Catarina em relação aos demais estados brasileiros, é a necessidade de a previsão da tomada de água para uso do corpo de bombeiros estar localizada dentro da caixa da escada de emergência.

Nos demais estados, assim como é o caso do estado de São Paulo, a tomada de água para uso do corpo de bombeiros deve estar localizada dentro do abrigo de mangotinhos, na circulação comum do pavimento. Em razão da legislação do estado de São Paulo influenciar o desenvolvimento e aprimoramento das normativas nos demais estados da federação, este requisito é recorrente também em outros estados, como é o caso de Minas Gerais retratado na Figura 14. (CBPMESP, 2022)

Figura 14 – Abrigo de mangotinhos com ponto de tomada de água



Fonte: CBMMG (2022).

Brentano (2016) cita que a válvula de abertura rápida, aliada à disposição das mangueiras e da não necessidade de acoplamentos de peças ou manobras adicionais, faz com que o sistema esteja disponível para operação de forma imediata, constituindo um sistema de fácil manuseio, assemelhando-se ao sistema encontrado na operação de uma mangueira de jardim.

Havendo demanda, devido à alta pressão exigida para o funcionamento do sistema, será necessária a previsão de bombas de reforço para atingir a pressão e altura manométrica calculada para operação do sistema. A disposição e quantidade de bombas adotadas varia de acordo com a instrução normativa de cada estado e, em Santa Catarina, de acordo com a IN 7 CBMSC (2022), deve ser utilizado no mínimo uma bomba para situações de reforço, e duas bombas para situações de recalque, ambos os sistemas devem apresentar fonte de energia reserva.

2.5 Metodologia BIM no desenvolvimento de projetos

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (CBIC) (2017), BIM é a modelagem de informações da construção, uma metodologia oriunda de processos, políticas e tecnologias voltadas para a concepção de edificações, desde a fase de projetos de uma obra até o final da vida útil, através de plataformas digitais.

A plataforma Sienge (2020) realizou um mapeamento de maturidade BIM, contando com a participação de 643 empresas e profissionais de toda a extensão territorial nacional. Como resultado, apenas 38,4% já utilizam o método, com concentração nas regiões Sul e Sudeste, e os demais 61,6% apontam como principal motivo para não adoção do modelo as barreiras financeiras em relação aos softwares e treinamentos.

Ainda assim, Gonçalves Junior (2018) salienta os benefícios de explorar a tecnologia, tendo como exemplo a facilidade de visualização e diálogo entre os diversos profissionais envolvidos nas etapas de desenvolvimento do edifício e a economia gerada ao reduzir retrabalhos, a adoção de um padrão para o desdobramento dos projetos, a fluidez dos processos através da atualização automática das informações e a obtenção de quantitativos de forma instantânea.

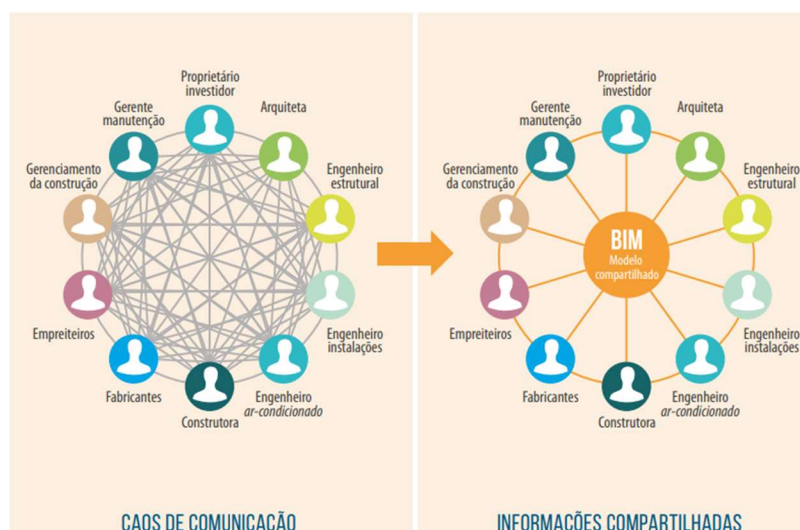
A aplicabilidade em projetos complementares é um exemplo notável desses benefícios, conforme exposto pela CBIC (2016), por diversos motivos, como a leitura tridimensional do projeto, que deixa de ser fruto da interpretação de cada indivíduo e, independentemente de sua complexidade, passa a estar exposta de forma que a visualização seja única, e a identificação de interferências automática entre as disciplinas, visando a clareza do processo de execução e a destreza na comunicação

entre projetistas, de forma que as inconsistências sejam contempladas por ambos e ajustadas com maior celeridade ainda na fase de projeto de uma edificação.

2.5.1 Processos do modelo BIM

De acordo com CBIC (2016), o processo de um modelo BIM difere-se drasticamente de um modelo coordenado sob a metodologia tradicional 2D, uma vez que seu fluxo de trabalho ocorre de forma coordenada e centralizada, através dos projetos desenvolvidos pelos diversos participantes do processo de forma simultânea, eliminando a ocorrência de ajustes recorrentes, conforme apresenta a Figura 15.

Figura 15 – Processo de comunicação BIM



Fonte: CBIC (2016).

Portanto, o projeto de uma edificação desenvolve-se de forma coordenada e colaborativa, de modo que a posterior compatibilização dos projetos se limite a verificações pontuais, visto que os eventuais conflitos, entre os mais variados projetos que contemplam a edificação, são evitados antes mesmo de sua ocorrência. Entretanto, para que isso ocorra com eficiência, é necessário que todos os projetistas participem desde a fase inicial, desempenhando um maior esforço nesta fase, mas como reflexo disso, um menor esforço será exigido na fase final de projeto, em virtude de um menor número de alterações e retrabalho durante a etapa de construção propriamente dita da edificação, acarretando em economia de tempo e dinheiro, e

colhendo como fruto deste processo, uma melhor qualidade final para o empreendimento. (CBIC, 2016).

2.5.2 Dimensões do modelo BIM

De acordo com Arnal (2018), para a compreensão das dimensões do modelo BIM, é necessária a compreensão do ciclo construtivo entrelaçado ao digital através de ferramentas, meios e propósitos, representados como modelos tridimensionais atrelados a um banco de dados, originando o conceito de trabalho colaborativo ao longo da vida da edificação, de forma que se encaminhe à construção industrializada, aumentando a produtividade do setor, como diz a Teoria das 10 Dimensões BIM. Assim, no Quadro 2 estão caracterizadas as dimensões.

Quadro 2 – Dimensões do modelo BIM

Dimensão	Caracterização da Dimensão
1D	Implantação da metodologia BIM
2D	Implantação de fluxo de trabalho colaborativo; contratação e criação comprometidas com a ideia de soluções integradas
3D	Introdução de modelagem digital e tridimensional, identificação de interferências entre disciplinas, elaboração de imagens realistas
4D	Elemento tempo: planejamento temporal vinculado aos elementos modelados
5D	Elemento monetário: planejamento econômico vinculado aos elementos modelados, desde a compra aos procedimentos de manutenção
6D	Sustentabilidade do projeto e da construção
7D	Operação e manutenção da edificação
8D	Conceitos de saúde e segurança durante o projeto, a construção e a manutenção
9D	Introdução do conceito de gerenciamento da construção enxuta
10D	Industrialização da construção, com integração de novas tecnologias

Fonte: Adaptado de Arnal (2018).

2.5.3 Nível de desenvolvimento (LOD)

De acordo com o *BIM Dictionary* (2020), o nível de desenvolvimento, também conhecido como especificação de progressão do modelo, identifica quais informações devem ser adicionadas à construção

Elucidado pela CBIC (2016), a padronização através dos níveis, exibida na Figura 16 e Quadro 3, visa a facilidade na comunicação entre os desenvolvedores do projeto e seus leitores, através da descrição completa e precisa dos sistemas construtivos, indo além de sua representação gráfica; da especificação da confiabilidade da informação, pois é fundamental que a equipe de trabalho de todas as disciplinas saiba o estágio em que cada uma se encontra e se as especificações atuais serão levadas a diante no desenvolvimento do projeto; e da contratação dos serviços de modelagem BIM, pois é possível definir previamente o escopo de entregáveis.

Figura 16 – LOD BIM



Fonte: Biblus (2022)

Quadro 3 – Níveis LOD BIM

Nível	Representação gráfica	Informações
LOD 100	Símbolo; representações genéricas	Informações derivadas de outros elementos
LOD 200	Sistema genérico, com tamanhos, formas, quantidades e orientações aproximadas	Informações não gráficas vinculadas ao elemento
LOD 300	Sistema específico, com tamanhos, formas, quantidades e orientações específicas	Informações não gráficas vinculadas ao elemento

LOD 350	Sistema específico, com tamanhos, formas, quantidades, orientações e interfaces com outros sistemas específicos	Informações não gráficas vinculadas ao elemento
LOD 450	Sistema específico, com tamanhos, formas, quantidades e orientações detalhadas sobre fabricação, montagem e instalação	Informações não gráficas vinculadas ao elemento
LOD 500	Verificadas em campo em relação ao tamanho, formas, localização, quantidades e orientações	Informações não gráficas vinculadas ao elemento

Fonte: Adaptado de CBIC (2016).

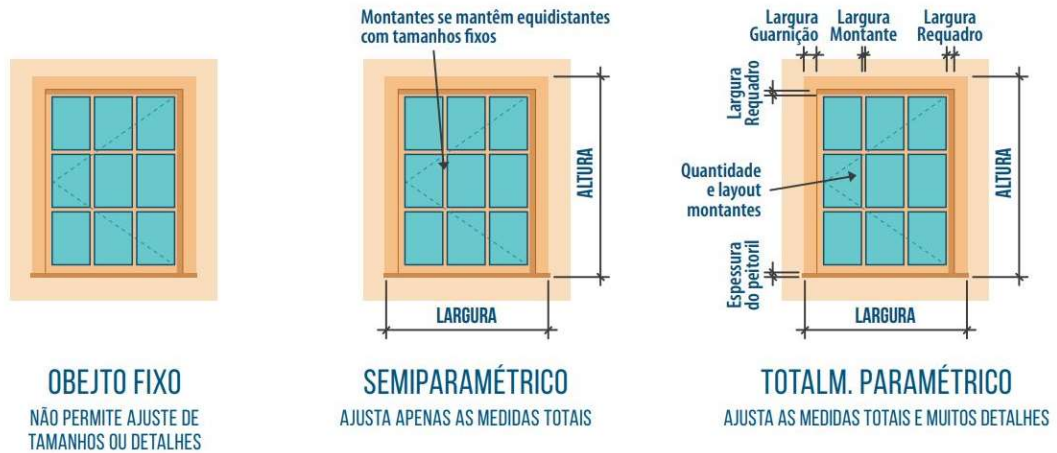
O projeto será desenvolvido utilizando nível de desenvolvimento (LOD) 300, com representações gráficas apresentando elementos com dimensões, formas e orientações específicas, bem como apresentando informações técnicas vinculadas aos elementos.

2.5.4 Modelos paramétricos

Conceituado no *BIM Dictionary* (2019), modelos paramétricos possibilitam a manipulação de objetos, realizada pelo usuário final, utilizando parâmetros explícitos, regras e restrições.

Sacks *et.al.* (2018) ressalta que a geometria desses objetos, tanto em planta quanto em elevação, não permite inconsistências. Em relação ao seu comportamento, é possível também o encapsulamento entre objetos, como a inserção automática de portas em paredes, bem como a identificação de inviabilidade no caso do tamanho definido para cada um não possibilitar sua integração; e a modificação de propriedades gerais através da atualização de informações em um dos componentes do elemento, conforme apresentado na Figura 17.

Figura 17 – Elementos paramétricos



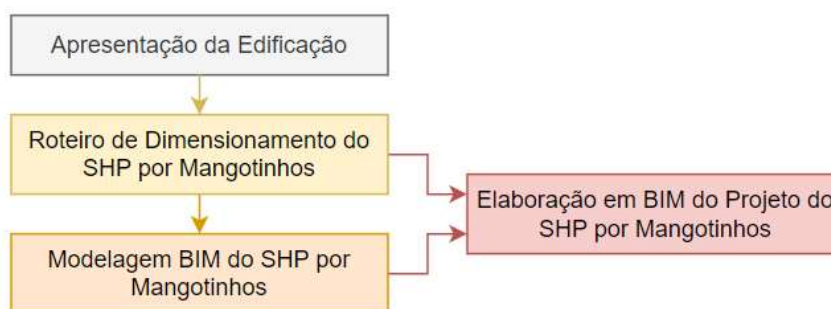
Fonte: CBIC (2016).

Ainda, a CBIC (2016) salienta a abundância de informações que é possível associar aos objetos, incluindo a possibilidade de vínculo com documentações externas, como manuais de montagem; de alteração de dimensões e outros atributos do elemento; especificações de prazo de garantia, para futura manutenção, entre outras referências necessárias ao sistema construtivo trabalhado.

3 MÉTODO DA PESQUISA

Neste capítulo está contido o método empregado para realização deste estudo, critérios de dimensionamento e parâmetros estabelecidos pelas normativas.

Figura 18 – Estrutura de desenvolvimento



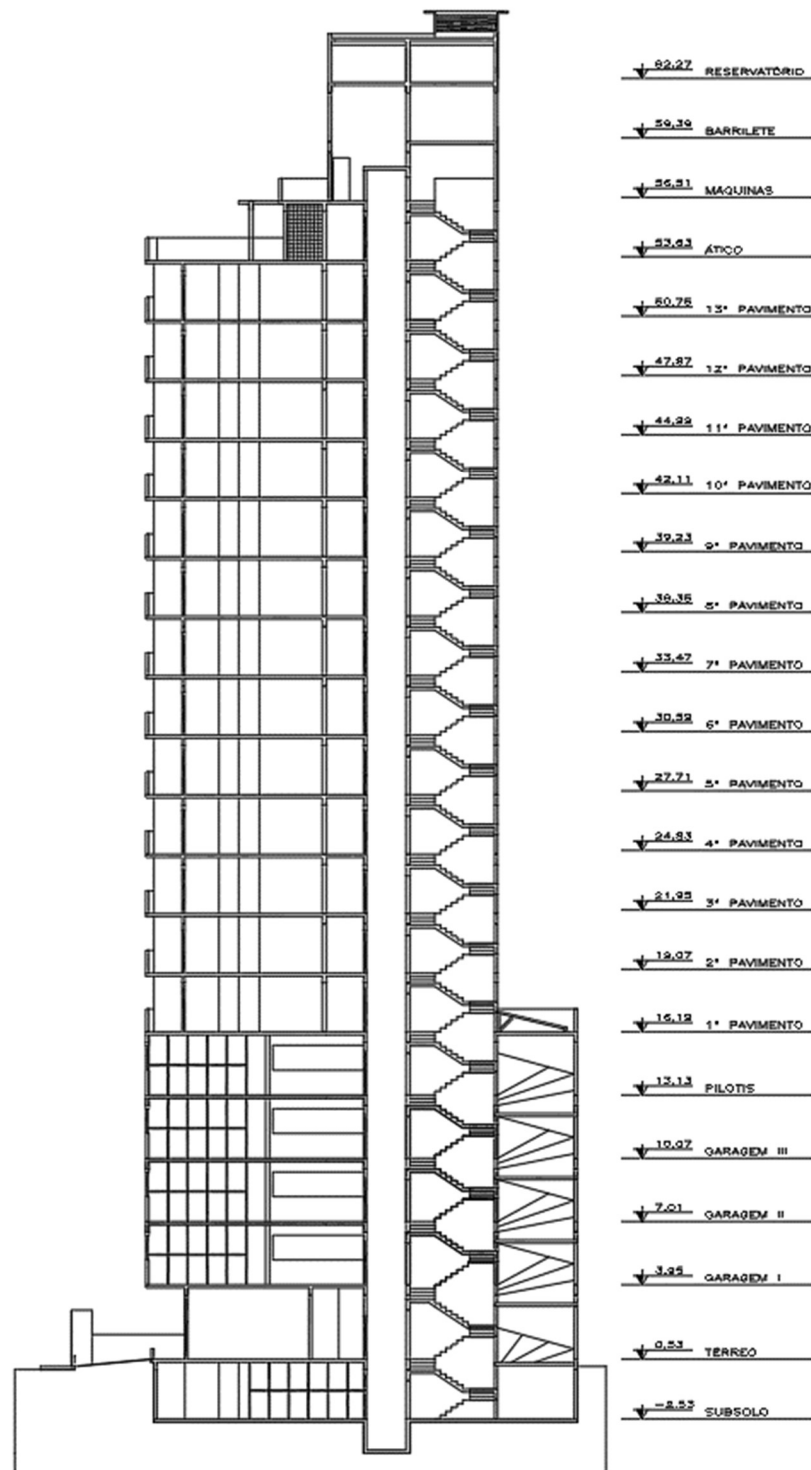
Fonte: Elaboração própria (2023).

3.1 Apresentação da edificação

A edificação objeto de estudo deste trabalho está localizada no município de São José, Santa Catarina, e, portanto, para desenvolvimento do projeto e dimensionamento do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos desta edificação, serão utilizados os critérios estabelecidos nas Instruções Normativas do CBMSC, bem como os demais parâmetros estabelecidos pelas ABNT NBRs específicas, a serem apresentadas no decorrer deste trabalho.

O empreendimento possui 20 pavimentos, estando dispostos da seguinte forma: subsolo com ocupação garagem; térreo com área de uso comum e garagem; 04 pavimentos de garagem; 13 pavimentos tipo – contemplando 05 unidades residenciais autônomas cada; ático com área de lazer de uso comum. A disposição em níveis dos pavimentos pode ser visualizada na Figura 19.

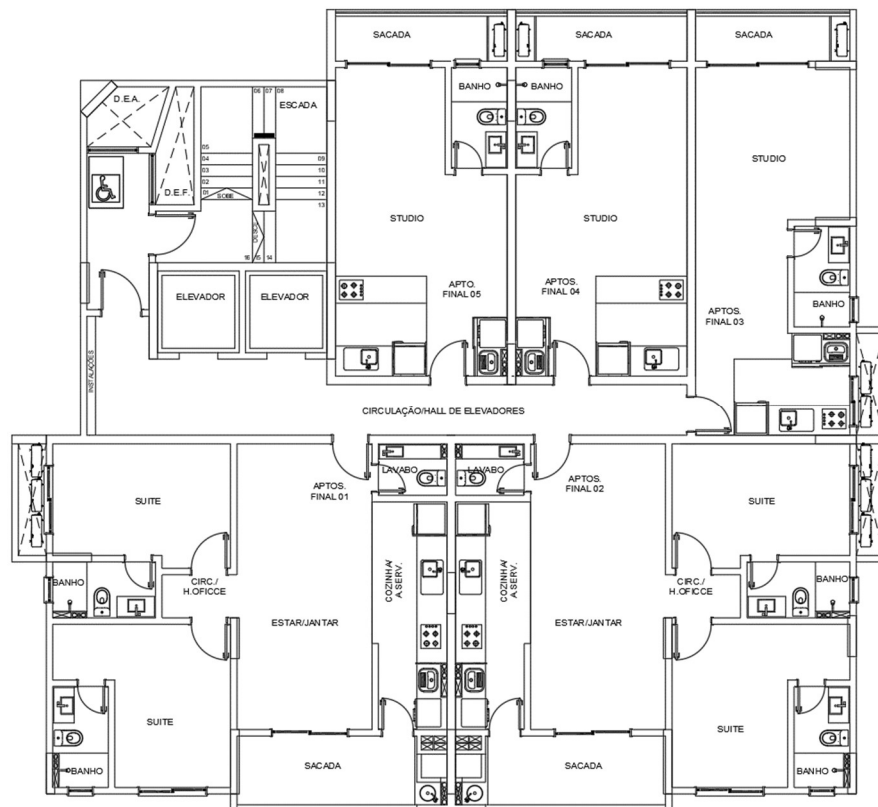
Figura 19 – Corte esquemático



Fonte: Adaptado do acervo da construtora (2022).

O pavimento tipo que contempla 5 unidades residenciais autônomas, como visto anteriormente, dispõe-se conforme a Figura 20.

Figura 20 – Planta pavimento tipo



Fonte: Adaptado do acervo da construtora (2022).

Quanto as classificações de ocupação e uso estabelecidas pela IN 1 – Sistemas e Medidas de Segurança Contra Incêndio do CBMSC (2019), a edificação enquadra-se em A-2, residencial multifamiliar vertical, conforme Quadro 4.

Quadro 4 – Classificação da ocupação

Grupo	Ocupação	Divisão	Descrição	Destinação
A	Residencial	A-1	Multifamiliar horizontal e unifamiliar.	Condomínios horizontais, casas geminadas e residências unifamiliares mistas.
		A-2	Multifamiliar vertical.	Edifícios de apartamentos em geral.
		A-3	Coletiva.	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas.

Fonte: Adaptado de IN 1 – Parte 2 CBMSC (2022).

Ainda de acordo com a IN 1, a edificação enquadra-se em altura superior a 30 metros, conforme corte apresentado na Figura 19, e área superior a 750 m² visto que possui área total construída de 7.732,77m².

Em relação ao risco que a edificação está submetida, de acordo com a IN 3 – Classificação de Risco, as edificações de ocupação A-2 possuem uma carga de incêndio específica de 300 MJ/m² como explicita o Quadro 5, enquadrando-se, portanto, em classificação de risco baixo, $100 < \text{Carga de incêndio específica} \leq 300$ (MJ/m²).

Quadro 5 – Carga de incêndio por ocupação

Grupo	Ocupação	Divisão	Descrição	Destinação	Carga de incêndio específica (MJ/m ²)
A	Residencial	A-1	Multifamiliar horizontal e unifamiliar.	Todas	300
		A-2	Multifamiliar vertical.	Todas	300
		A-3	Coletiva.	Todas	300

Fonte: Adaptado de IN 3 CBMSC (2019).

As informações apresentadas neste tópico são de suma importância para elaboração do projeto e memorial de cálculo da edificação, através destas e em conjunto com as demais Instruções Normativas, foram definidos os tipos de sistemas aplicados a edificação, seus parâmetros mínimos e suas particularidades.

3.2 Dimensionamento do SHP por mangotinhos

Realizado o levantamento de dados referente a utilização, ocupação e carga de incêndio da edificação, cabe agora analisar os parâmetros relativos ao sistema hidráulico preventivo a ser utilizado. A IN 7 do CBMSC (2022) em seu Art. 7º estabelece que: “É obrigatória a instalação de mangotinhos, em substituição aos hidrantes, nas edificações com mais de 15 pavimentos e carga de incêndio até 1.200 MJ/m²”, desta forma o artigo contempla a edificação que serve como objeto deste estudo, já que a mesma possui 20 pavimentos e carga de incêndio de 300 MJ/m².

Para a concepção inicial do projeto do sistema hidráulico preventivo, é necessário definir a quantidade e localização dos abrigos para mangotinhos e das tomadas de água para uso do corpo de bombeiros. Em relação a quantidade de abrigos para mangotinho, a instrução normativa estabelece que o número se dá em razão da cobertura propiciada pelas mangueiras, que devem proporcionar a cobertura na íntegra do pavimento a ser protegido, considerando o trajeto real da mangueira acrescido do alcance mínimo do jato d'água, de quatro metros.

Os abrigos de mangotinho deverão estar posicionados em área comum do pavimento e a não mais do que 5 metros dos acessos da área a ser protegida, em local que proporcione fácil acesso e boa visibilidade, de modo a evitar seu bloqueio em caso de sinistro. Ainda de acordo com a IN 7 CBMSC (2022), deverá ser prevista em todos os pavimentos da edificação uma tomada de água dotada de válvula de globo angular e adaptador rosca x Storz de 40mm para uso exclusivo do corpo de bombeiros, localizada dentro da caixa da escada de emergência, conforme ilustrado na Figura 12.

Em relação ao dimensionamento do SHP por mangotinhos, a IN 7 CBMSC (2022) estabelece os parâmetros mínimos para o funcionamento do sistema, os valores preconizados pela instrução normativa estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros do sistema
















Tipo	Característica	Carga de Incêndio MJ/m²	Diâmetro da mangueira	Tipo de esguicho	Vazão mínima no esguicho	Nº mangotinhos (Nº saídas simultâneas)
II	Mangotinho	≤ 1.200	25mm (1")	Regulável	80 L/min	>6 (4)

Fonte: Adaptado de IN 7 CBMSC (2022).

Entretanto, a IN 7 CBMSC (2022) não traz todos os parâmetros necessários para a realização do dimensionamento da rede hidráulica do sistema, sendo necessário recorrer a outras fontes, como ábacos e fichas técnicas disponibilizadas pelos fabricantes das peças que compõem o sistema, para obtenção dos demais dados para o desenvolvimento do dimensionamento.

A fim de estabelecer a perda de carga dos trechos de canalização, será utilizada a Tabela 3, fornecida pela Franklin Electric, subsidiária da Schneider Motobombas, que traz o comprimento equivalente das conexões em metros lineares em função do diâmetro nominal das conexões utilizadas no sistema.

Tabela 3 – Comprimento equivalentes das tubulações

CONEXÃO	Diâmetro nominal X Equivalência em metros de canalização									
	Material	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"
Curva 90° 	PVC	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9
	Metal	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,3	1,6	2,1
Curva 45° 	PVC	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
	Metal	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9
Joelho 90° 	PVC	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3	4,9
	Metal	0,7	0,8	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	3,4	4,2
Joelho 45° 	PVC	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	2,5
	Metal	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,9
Tê de passagem direta 	PVC	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,3
	Metal	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	2,7
Tê de saída lateral 	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4
Tê de saída bilateral 	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4
União 	PVC	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2	0,25
	Metal	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04
Saída de canalização 	PVC	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,9
	Metal	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0
Luva de redução (*) 	PVC	0,3	0,2	0,15	0,4	0,7	0,8	0,85	0,95	1,2
	Aço	0,29	0,16	0,12	0,38	0,64	0,71	0,78	0,9	1,07
Registro de gaveta ou esfera aberto 	PVC	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1
	Metal	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9
Registro de globo aberto 	Metal	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21,0	26,0	34,0	43,0
Registro de ângulo aberto 	Metal	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0
Válvula de pé com crivo 	PVC	9,5	13,3	15,3	18,3	23,7	25,0	26,8	28,8	37,4
	Metal	5,6	7,3	10,0	11,6	14,0	17,0	22,0	23,0	30,0
Válvula de Retenção 	Horizontal	Metal	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3	10,4
	Vertical	Metal	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7	16,1

Fonte: Franklin Electric (2023).

Outro valor necessário para o dimensionamento do sistema é a perda de carga no esguicho regulável ($h_{p_{esg}}$), e para determinação deste valor é necessário

obter o fator de vazão do esguicho regulável (K_{esg}). Conforme Brentano (2016), não é habitual a disponibilização deste fator pelos fabricantes brasileiros, sendo assim para determinação do fator " K_{esg} " será utilizada a pressão residual mínima na saída do esguicho (p_R) de 20 mca = 200 kPa, estabelecida pela norma europeia EN 671-1:2012 – Instalações fixas de combate a incêndio.

3.2.1 Roteiro de dimensionamento do SHP por mangotinhos

Neste tópico está descrito os passos sequenciais para promover o dimensionamento do sistema hidráulico preventivo (SHP) por mangotinhos, conforme o equacionamento hidráulico proposto por Brentano (2016) em sua obra “Instalações Hidráulicas de combate a incêndios nas edificações”.

Definidos os critérios iniciais para desenvolvimento do dimensionamento, como: a normativa a ser utilizada como parâmetro, os tipos de ocupação e o sistema a ser adotado na edificação, deverão ser lançados os pontos de tomada de água para o SHP por mangotinhos, atendo aos critérios quantitativos e de posicionamento prescritos pela IN 7 do CBMSC (2022).

Após efetuado o lançamento dos pontos de tomada de água e da rede de distribuição, desde sua origem no reservatório superior até os pontos de utilização, será utilizado o roteiro descrito a seguir para dimensionamento do sistema, visando atendimento aos critérios estabelecidos, aliando economia e eficiência, conforme apresentado na Figura 21.

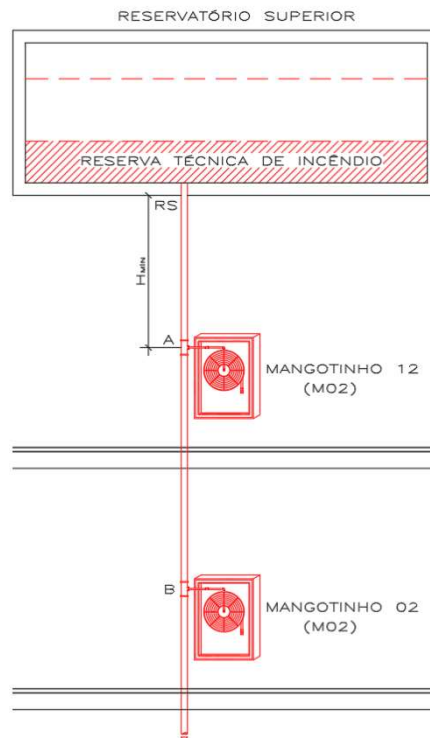
Figura 21 – Fluxograma de dimensionamento do SHP por mangotinhos



Fonte: Elaboração própria (2023).

Para melhor entendimento e interpretação do modelo de dimensionamento, a Figura 22 traz um modelo genérico de SHP por mangotinhos, elencando os pontos que serão necessários para o desenvolvimento do dimensionamento do sistema.

Figura 22 – Esquema vertical genérico



Fonte: Elaboração própria (2023).

3.2.1.1 Determinação da pressão e perda de carga no mangotinho desfavorável

Através da equação de Torricelli, utilizando a pressão residual fornecida pela EN 6701-1:2012 e adotada para o dimensionamento deste, é obtida a velocidade de saída de água no esguicho regulável, conforme Equação 1.

$$V_{esg} = \sqrt{2 * g * p_r} \quad (1)$$

Onde:

V_{esg} = Velocidade da água na saída do esguicho regulável (m/s);

g = Aceleração da gravidade = 9,8 m/s²;

p_r = Pressão residual mínima no esguicho regulável de 20 mca.

Através do diâmetro da saída de água do esguicho regulável, é possível determinar a vazão obtida pela pressão residual utilizada anteriormente, utilizando a equação da continuidade, Equação 2.

$$Q_{esg} = A_{esg} * V_{esg} \quad (2)$$

Onde:

Q_{esg} = Vazão na saída do esguicho regulável (m³/s);

$A_{vál}$ = Área da secção do esguicho regulável (m²);

V_{esg} = Velocidade da água na saída do esguicho regulável (m/s).

Após a determinação da vazão, é verificado se a mesma atende o requisito fornecido pela normativa. Se a vazão encontrada não atender a mínima estabelecida por norma, deverá ser aumentada a pressão residual na saída do esguicho.

Com a Equação 3, equação geral simplificada da vazão por um orifício circular, é determinado o fator de vazão " K_{esg} ".

$$K_{esg} = \frac{Q_{M01}}{\sqrt{p_{esg}}} \quad (3)$$

Onde:

K_{esg} = Fator de vazão do esguicho regulável (l/min * mca^{-1/2});

Q_{M01} = Vazão no esguicho regulável do mangotinho mais desfavorável (l/min);

p_{esg} = Pressão na entrada do esguicho regulável do mangotinho mais desfavorável (m/s).

Utilizando os valores obtidos nas Equações 1 e 3, através da equação geral das perdas de carga localizadas, Equação 4, é obtida a perda de carga do esguicho regulável utilizado na ponta do mangotinho.

$$hp_{esg} = K_{esg} * \frac{V_{esg}^2}{2 * g} \quad (4)$$

Onde:

hp_{esg} = Perda de carga no esguicho regulável (mca);

K_{esg} = Fator de vazão do esguicho regulável ($l/min * mca^{-1/2}$);

V_{esg} = Velocidade da água na saída do esguicho regulável (m/s).

g = Aceleração da gravidade = 9,8 m/s²;

3.2.1.2 Cálculo da perda de carga total no sub-ramal do mangotinho

Para a continuidade do dimensionamento é necessário obter a perda de carga total ocasionada pelo conjunto do mangotinho, canalização do ramal; válvula esfera; mangotinho e esguicho regulável. Para tal será utilizada a Equação 5, que traz somatório das perdas de cargas totais de cada elemento contido no abrigo de mangotinhos mais desfavorável.

$$hp_{A-M01} = hp_c + hp_v + hp_{mang} + hp_{esg} \quad (5)$$

Onde:

hp_{A-M01} = Perda de carga total no ramal de alimentação do mangotinho (mca);

hp_c = Perda de carga no segmento de canalização do ramal (mca);

hp_v = Perda de carga na válvula de esfera (mca);

hp_{mang} = Perda de carga no mangotinho (mca);

hp_{esg} = Perda de carga no esguicho regulável (mca).

O primeiro fator da Equação 5 trata da perda de carga do segmento de canalização do ramal de alimentação do mangotinho e pode ser obtida com a determinação do comprimento teórico da tubulação, Equação 6, e posteriormente com a utilização da equação de Hazen-Willians, Equação 7, é determinada a perda de carga total no trecho.

$$lt_c = ln_c + le_c \quad (6)$$

Onde:

lt_c = Comprimento teórico total da canalização do trecho (m);

ln_c = Somatório dos segmentos de canalização retos do trecho (m);

le_c = Somatório dos comprimentos equivalentes das conexões do trecho (m).

$$hp_{A-M12} = \frac{10,65 * Q_{M01}^{1,85}}{C^{1,85} * dc^{4,87}} * lt_c \quad (7)$$

Onde:

hp_{A-M01} = Perda de carga total no trecho (mca);

Q_{M0} = Vazão no esguicho regulável do mangotinho mais desfavorável (l/min);

C = Coeficiente de rugosidade de Hazen-Willians;

dc = Diâmetro interno da canalização (mm);

lt_c = Comprimento teórico total da canalização do trecho (m).

O segundo fator da Equação 5 é relacionado à perda de carga da válvula de esfera anterior ao mangotinho e seu valor pode ser determinado com a aplicação da equação da continuidade, Equação 8, e posteriormente com a utilização da equação geral das perdas de carga localizadas, Equação 9, é determinada a perda de carga total ocasionada pela válvula de esfera.

$$V_{v\acute{a}l} = \frac{Q_{M01}}{A_{v\acute{a}l}} \quad (8)$$

Onde:

$V_{v\acute{a}l}$ = Velocidade na válvula de esfera (m/s);

Q_{M01} = Vazão no esguicho regulável do mangotinho mais desfavorável (m³/s);

$A_{v\acute{a}l}$ = área da seco da válvula esfera (m²).

$$hp_{v\acute{a}l} = K_{v\acute{a}l} \frac{V_{v\acute{a}l}^2}{2g} \quad (9)$$

Onde:

$hp_{v\acute{a}l}$ = Perda de carga na válvula esfera (mca);

$K_{v\acute{a}l}$ = Coeficiente de singularidade;

$V_{v\acute{a}l}$ = Velocidade na válvula esfera (m/s);

g = Acelerao da gravidade = 9,8 m/s².

O terceiro fator da Equao 5  a perda de carga da mangueira de mangotinho, e seu valor  obtido pela simplificao da equao de Hazen-Williams, utilizando o diâmetro interno da mangueira de 25mm e o coeficiente de atrito de Hazen-Williams C=140, conforme Equao 10.

$$hp_{mang} = 2.140.000 * Q_{M01}^{1,85} \quad (10)$$

Onde:

hp_{mang} = Perda de carga na mangueira (mca);

Q_{M01} = Vazão no esguicho regulável do mangotinho mais desfavorável (m³/s).

O último fator da equação 5 trata-se da perda de carga no esguicho regulável do mangotinho, valor já calculado anteriormente, item 3.2.1, com a utilização da Equação 4.

3.2.1.3 Cálculo da pressão do ramal com a coluna de incêndio

Calculada a perda de carga total no sub-ramal do mangotinho, é necessário agora obter a pressão no ponto "A", que corresponde a ligação da coluna de incêndio com o mangotinho mais desfavorável, com a aplicação da Equação 11.

$$P_A = p_r + hp_{A-M01} \quad (11)$$

Onde:

P_A = Pressão no ponto A (mca);

P_r = Pressão residual na saída do esguicho regulável (mca);

hp_{A-M01} = Perda de carga total no ramal do mangotinho (mca).

3.2.1.4 Cálculo do fator de vazão K_A na conexão com a coluna de incêndio

O fator de vazão K_A é necessário para realizar o balanceamento das pressões nas conexões de ramais com a coluna de incêndio. O valor é calculado para o mangotinho mais desfavorável da edificação e posteriormente adotado para os demais, visto que possuirão maior vazão. Sua obtenção se dá pela utilização da equação geral simplificada da vazão por um orifício circular, Equação 12.

$$K_A = \frac{Q_{M01}}{\sqrt{p_A}} \quad (12)$$

Onde:

K_A = Fator de vazão no ponto A ($l/min * mca^{-1/2}$);

Q_{M01} = Vazão no esguicho regulável do mangotinho mais desfavorável (l/min);

p_A = Pressão no ponto A (mca).

3.2.1.5 Cálculo da perda de carga no trecho RS - A e da pressão no ponto A

Após a determinação das perdas de cargas no sub-ramal do mangotinho e da pressão no ponto "A", deve-se determinar a perda de carga na tubulação que vai do reservatório superior ao ponto "A". O primeiro passo é o cálculo da vazão do sistema, com o uso da Equação 13.

$$Q_{CI} = N * Q_{M01} \quad (13)$$

Onde:

Q_{CI} = Vazão do sistema (l/min);

N = Número de mangotinhos em uso simultâneo;

Q_{M01} = Vazão no esguicho regulável do mangotinho mais desfavorável (l/min);

Após determinada a vazão total mínima do sistema, determina-se o comprimento teórico da tubulação, Equação 14, e posteriormente, com a utilização da equação de Hazen-Willians, Equação 15, é determinada a perda de carga total no trecho que liga o reservatório superior ao mangotinho mais desfavorável.

$$It_{RS-A} = It_{RS-A} + Ie_{RS-A} \quad (14)$$

Onde:

It_{RS-A} = Comprimento total teórico total da canalização do trecho (m);

It_{RS-A} = Somatório dos segmentos de canalização retos do trecho (m);

lt_{RS-A} = Somatório dos comprimentos equivalentes das conexões do trecho (m).

$$hp_{RS-A} = \frac{10,65 * Q_{CI}^{1,85}}{C^{1,85} * d_{RS-A}^{4,87}} * It_{RS-A} \quad (15)$$

Onde:

hp_{RS-A} = Perda de carga total no trecho (mca);

Q_{CI} = Vazão do sistema (m^3/s);

C = Coeficiente de rugosidade de Hazen-Willians;

d = Diâmetro interno da canalização (mm);

lt_{RS-A} = Somatório dos comprimentos equivalentes das conexões do trecho (m).

O valor calculado da perda de carga entre o trecho de canalização que liga o reservatório superior e o mangotinho mais desfavorável, deve ser acrescido ao valor calculado anteriormente para a pressão no ponto "A", obtendo-se assim a nova pressão no ponto, conforme Equação 16.

$$p_A' = p_A + hp_{RS-A} \quad (16)$$

Onde:

p_A' = Nova pressão no ponto A (mca);

p_A = Pressão no ponto A (mca);

hp_{RS-A} = Perda de carga total no trecho (mca).

3.2.1.6 Verificação da pressão e vazão nos mangotinhos em uso simultâneo

Após calculada a pressão mínima necessária no ponto "A" para gerar a vazão de 80 l/min, deverá ser efetuada a verificação para saber se a pressão estipulada atende aos critérios de pressão e vazão para os demais mangotinhos que estarão em uso simultâneo, conforme o estabelecido pela instrução normativa. Para realização da verificação de pressão será utilizada a Equação 17, e para vazão a Equação 18, respectivamente abaixo.

$$p_B = p_A' + hg_{A-B} - hp_{A-B} \quad (17)$$

Onde:

p_B = Pressão no ponto B (mca);

p_A' = Nova pressão no ponto A (mca);

hg_{A-B} = Desnível entre o ponto A e B (mca);

hp_{A-B} = Perda de carga no trecho A-B (mca).

$$Q_{M02} = K_A * \sqrt{p_B} \quad (18)$$

Onde:

Q_{M02} = Vazão no esguicho regulável do mangotinho 02 (l/min);

K_A = Fator de vazão no ponto A (l/min * mca^{-1/2});

p_B = Pressão no ponto B (mca);

3.2.1.7 Determinação da altura mínima superior do reservatório

Para determinação da altura mínima entre o fundo do reservatório superior e o abrigo de mangotinho mais desfavorável do sistema, usualmente conhecida como altura "X", é utilizada a Equação 19.

$$h_{mín} = p_A' - hp_{RS-A} \quad (19)$$

Onde:

$h_{mín}$ = Altura mínima (mca);

p_A' = Pressão total mínima no ponto A (mca);

hp_{RS-A} = Perda de carga entre os pontos Rs e A (mca).

3.2.1.8 Cálculo do sistema de pressurização

O sistema hidráulico por mangotinhos possui elevada perda de carga, devido a diversos fatores, tais como, o modelo do esguicho, o diâmetro da mangueira, e a possibilidade da utilização do sistema com a mangueira parcialmente enrolada no carretel. Acarretando, desta forma, em uma elevada altura mínima para o funcionamento do sistema de forma gravitacional, muitas das vezes impraticável do

ponto de vista arquitetônico. Diante do exposto, deverá ser calculada a altura manométrica mínima para a previsão de bombas de reforço que servirão de apoio para o sistema, de forma a atender os parâmetros estabelecidos pelas normativas. A equação é a seguinte:

$$hm_{\text{mín}} = p_A' - hg_{RS-A} \quad (20)$$

Onde:

$hm_{\text{mín}}$ = Altura manométrica mínima (mca);

p_A' = Pressão total mínima no ponto A (mca);

hg_{RS-A} = Desnível entre os pontos Rs e A.

Posteriormente, será elaborada uma planilha automatizada que incluirá os equacionamentos propostos por Brentano (2016), e elencados acima, para o dimensionamento do sistema. A planilha está apresentada no capítulo 4 deste trabalho, apresentação dos resultados, e visa elucidar de forma prática o dimensionamento do SHP por mangotinhos.

3.3 Modelagem BIM do SHP por mangotinhos

Em consonância com o apresentado no referencial teórico deste trabalho, foi elaborado o projeto do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos para a edificação apresentada, seguindo os parâmetros pré-estabelecidos pela IN 7 do CBMSC (2022) e ABNT NBR 13.714:2020.

3.3.1 Definições do projeto

O projeto foi desenvolvido fazendo o uso da metodologia de modelagem da informação da construção (BIM), através da utilização do software Autodesk Revit elaborou-se o projeto completo do SHP de mangotinhos, com plantas e detalhamentos pertinentes, visando facilitar a visualização e interpretação do mesmo.

Conforme caracterizações apresentadas anteriormente, o projeto foi desenvolvido na dimensão BIM 3D, apresentando informações e objetos parametrizados, possibilitando a identificação de interferência entre as disciplinas e a elaboração de imagens realistas. Quando ao seu nível de desenvolvimento (LOD), o projeto apresenta LOD 300 contemplando representações do sistema com tamanho, forma e orientações específicas, bem como, apresentando informações não gráficas vinculada aos seus componentes.

A apresentação final se dá através das plantas baixas dos pavimentos, e detalhes pertinentes, apresentados em pranchas em formato .PDF. Em paralelo, foi elaborado um passeio virtual pelo sistema hidráulico da edificação, através de visualizações 3D no *software* Autodesk Viewer, de modo a possibilitar a visualização do projeto de forma interativa e imersiva.

3.3.2 Elaboração da Família do SHP por mangotinhos

Para o desenvolvimento deste projeto, se fizeram necessárias a elaboração de alguns elementos e peças imprescindíveis que compõem o sistema, estas foram desenvolvidas através de famílias paramétricas utilizando o software Autodesk Revit.

Os elementos que compõem o sistema hidráulico preventivo por mangotinhos elaborados pelo autor estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 – Elementos do SHP por mangotinhos

Descrição	Representação
Mangotinho (ZEUS DO BRASIL, 2022)	
Abrigo de Mangotinho com carretel (MULTISEG, 2021)	

Válvula de Abertura Rápida 1” (QUALITY TUBOS, 2022)	
Válvula de Retenção (QUALITY TUBOS, 2023)	
Registro de Gaveta (QUALITY TUBOS, 2023)	
Válvula de Globo Angular 45° (SEGURIMAX, 2023)	
Bomba Centrífuga (SCHENEIDER MOTOBOMBAS, 2023)	
Botoeira de Acionamento (INTELBRAS, 2023)	
Placas de Sinalização (CBMSC, 2022)	

Fonte: Elaboração própria (2023).

As famílias dos elementos foram elaboradas e estarão apresentadas posteriormente no capítulo 4, apresentação dos resultados. Em conjunto com as famílias desenvolvidas, serão apresentados: o projeto do sistema hidráulico preventivo da edificação em pranchas e visualizações 3D; memorial de cálculo e dimensionamento; e planilha de dimensionamento automatizada, de forma a possibilitar o uso posterior pela comunidade acadêmica dos produtos desenvolvidos neste trabalho.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, estão apresentados os resultados obtidos e disponibilizados os produtos finais desenvolvidos neste trabalho, incluindo o roteiro de dimensionamento e a família de objetos paramétricos. Em sequência, o roteiro automatizado de cálculo do Sistema Hidráulico Preventivo por mangotinhos e a família de objetos desenvolvidos, serão empregados ao projeto do sistema hidráulico preventivo de uma edificação verticalizada com ocupação residencial multifamiliar, localizada no município de São José, Santa Catarina.

4.1 Roteiro de Cálculo do SHP por mangotinhos automatizado

O roteiro de dimensionamento automatizado do sistema hidráulico preventivo (SHP) por mangotinhos, teve seu desenvolvimento pautado no método apresentado por Brentano (2016) em sua obra “Instalações hidráulicas de combate a incêndio nas edificações”, o descritivo destes cálculos juntamente com coeficientes e valores empregados no dimensionamento foram apresentados na seção 3.2 deste trabalho.

Através do QR Code apresentado na figura 23, disponibiliza-se a planilha de dimensionamento automatizado do SHP por mangotinhos.

Figura 23 – QR Code dimensionamento



Fonte: Elaboração própria (2023).

As especificações de vazão, número de mangotinhos em uso simultâneo e volume de reserva técnica de incêndio (RTI) empregadas, estão alinhadas com o que

preconiza a Instrução Normativa 7 – Sistema Hidráulico Preventivo (2022), do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina (CBMSC).

4.1.1 Aplicação e Utilização da Planilha Automatizada

Após realizado o lançamento inicial dos pontos de utilização dos mangotinhos e definido o caminhamento das tubulações desde o reservatório superior até os pontos de utilização do sistema, será utilizada a planilha automatizada desenvolvida e apresentada a seguir, para realizar o dimensionamento do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos da edificação.

Inicia-se pela informação dos dados iniciais a respeito da edificação, os quais servirão para enquadramento da edificação e definição do volume da reserva técnica de incêndio, o preenchimento deve ser realizado através das células preenchidas com cor verde claro, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 – Informações da edificação

Informações da Edificação			
Empreendimento:	Residencial Multifamiliar São José - SC		
Proprietário:	-----		
Responsável Técnico:	TCC Jordan Thiago Philippsen da Silva		
ART	-----		
Área Total Construída(m ²):	7732,77	m ²	
Carga de Incêndio:	< 1.200	MU/m ²	

Fonte: Elaboração própria (2023).

Após a informação inicial dos dados da edificação, deverá ser informado as informações específicas a respeito do sistema hidráulico preventivo a ser adotado, como o número de mangotinhos da edificação, a pressão residual desejada e o comprimento do mangotinho mais desfavorável. Através destas, as demais informações que servirão de premissas para o dimensionamento, como perdas de cargas, pressão mínimas e fator de vazão, serão calculadas a partir das etapas do roteiro de cálculo apresentado na seção 3.2 deste trabalho e automatizado nesta planilha de dimensionamento, conforme apresenta o Quadro 7.

Quadro 7 – Informações do sistema hidráulico preventivo

Informações do Sistema Hidráulico Preventivo		
Tipo de sistema:	Tipo II - Sistema de Mangotinhos	
Mangueira:	Tipo 6 - Mangote de Borracha 25mm (1")	
Nº de Mangotinhos:	26	Un.
Nº Mangotinhos Simultâneos:	4	Un.
Vazão Mínima (Por Ponto):	80,00	L/min
Vazão Mínima (Simultânea):	320,00	L/min
Volume Mínimo RTI:	15,00	m³
Pressão Residual Ponta do Esguicho:	20,00	mca
Comprimento Mangotinho 01:	20,00	m
Perda de Carga no Mangotinho:	6,94	mca
Perda de Carga Esguicho Regulável:	27,00	mca
Perda de Carga Válvula:	0,03	mca
Perda de Carga Canalização Ramal:	1,40	mca
Perda de Carga no Conjunto:	35,37	mca
Pressão Mínima Inicial Ponto A:	55,37	mca
Fator de Vazão:	10,75	$(l/min * mca)^{(-1)/2}$

Fonte: Elaboração própria (2023).

Para a determinação da pressão total mínima no ponto A (Pa'), posição anterior ao primeiro ponto de tomada d'água para mangotinho, deverão ser informadas o diâmetro da canalização e as peças utilizadas ao longo da canalização do trecho da saída do reservatório até a chegada ao ponto "A". Com a finalidade de estabelecer a pressão mínima necessária no ponto A, de modo a haver a vazão prevista em normativa na ponta do esguicho do mangotinho mais desfavorável, conforme apresenta o Quadro 8.

Com o preenchimento do Quadro 8, obtém-se então o valor de pressão mínima no ponto "A" (Pa') de 58,06 mca, capaz de gerar uma vazão na ponta do esguicho regulável do mangotinho mais desfavorável (M 01) de 81,92 l/min, atendendo desta forma a premissa de projeto para o sistema estabelecida pela IN 7 do CBMSC (2022).

Quadro 8 – Determinação pressão mínima ponto A

Determinação Pressão Mínima Ponto A (Vazão Mangotinho 01)				
Trecho da Canalização	RS - A			
Diâmetro da Canalização	Ø2.1/2" ▾			
Vazão Mínima	0,0053			m³/s
Conexão/Canalização	Quantidade	Equivalência	Total	
Válvula de Retenção	3	8,1	24,30	m
Registro de Gaveta aberto	3	0,4	1,20	m
Joelho 90º	7	2	14,00	m
Joelho 45º	0	0,9	0,00	m
Te de passagem bilateral	3	4,3	12,90	m
Entrada/saída	2	1,9	3,80	m
Tubulação	15	1	15,00	m
Comprimento teórico da canalização			71,20	m
Perda de carga total no trecho			2,69	mca
Nova pressão no ponto A (Pa')			58,06	mca
Vazão no Mangotinho 1			81,92	l/min

Fonte: Elaboração própria (2023).

Progride-se no dimensionamento através das verificações nos pontos de mangotinhos em uso simultâneo seguintes, verificando se os mesmos atendem os valores de vazão e pressão estabelecido em instrução normativa. A partir do lançamento inicial do número de pontos de mangotinhos existente na edificação a automatização da planilha retorna com a quantidade de mangotinhos em uso simultâneo, e aos demais prevê a informação “Não se aplica”, conforme apresentado no Quadro 9, 10 e 11.

Quadro 9 – Cálculo da vazão mangotinho 02

Cálculo da Vazão Mangotinho 02				
Trecho da Canalização	A - B			
Diâmetro da Canalização	Ø2.1/2" ▾			
Vazão Mínima	0,0040		m³/s	
Conexão/Canalização	Quantidade	Equivalência	Total	
Válvula de Retenção	0	8,1	0	m
Registro de Gaveta aberto	1	0,4	0,4	m
Joelho 90º	0	2	0	m
Joelho 45º	0	0,9	0	m
Te de passagem bilateral	1	4,3	4,3	m
Entrada/saída	1	1,9	1,9	m
Tubulação	2,88	1	2,88	m
Comprimento teórico da canalização			9,48	m
Perda de carga total no trecho			0,21	mca
Desnível Ponto A - B			2,88	m
Pressão no Ponto B			60,73	mca
Vazão no Mangotinho 2			83,78	l/min

Fonte: Elaboração própria (2023).

Quadro 10 – Cálculo da vazão mangotinho 03

Cálculo da Vazão Mangotinho 03				
Trecho da Canalização	B - C			
Diâmetro da Canalização	Ø2.1/2" ▾			
Vazão Mínima	0,0027		m³/s	
Conexão/Canalização	Quantidade	Equivalência	Total	
Válvula de Retenção	0	8,1	0	m
Registro de Gaveta aberto	1	0,4	0,4	m
Joelho 90º	0	2	0	m
Joelho 45º	0	0,9	0	m
Te de passagem bilateral	1	4,3	4,3	m
Entrada/saída	1	1,9	1,9	m
Tubulação	2,88	1	2,88	m
Comprimento teórico da canalização			9,48	m
Perda de carga total no trecho			0,10	mca
Desnível Ponto B - C			2,88	m
Pressão no Ponto C			63,51	mca
Vazão no Mangotinho 3			85,68	l/min

Fonte: Elaboração própria (2023).

Quadro 11 – Cálculo da vazão mangotinho 04

Cálculo da Vazão Mangotinho 04				
Trecho da Canalização	C - D			
Diâmetro da Canalização	Ø2.1/2" ▾			
Vazão Mínima	0,0013		m³/s	
Conexão/Canalização	Quantidade	Equivalência	Total	
Válvula de Retenção	0	8,1	0	m
Registro de Gaveta aberto	1	0,4	0,4	m
Joelho 90º	0	2	0	m
Joelho 45º	0	0,9	0	m
Te de passagem bilateral	1	4,3	4,3	m
Entrada/saída	1	1,9	1,9	m
Tubulação	2,88	1	2,88	m
Comprimento teórico da canalização			9,48	m
Perda de carga total no trecho			0,03	mca
Desnível Ponto C - D			2,88	m
Pressão no Ponto D			66,36	mca
Vazão no Mangotinho 4			87,58	l/min

Fonte: Elaboração própria (2023).

Após descoberto a pressão total mínima no ponto A (Pa'), realizando a alimentação de dados do campo "Desnível RS e A", obtém-se a altura que deverá ser compensada através da utilização de um sistema de pressurização a ser calculado posteriormente, conforme apresentado no Quadro 12.

Quadro 12 – Determinação da altura mínima superior

Determinação da Altura Mínima Superior		
Pressão Total Mínima (Pa')	58,06	mca
Desnível RS e A	7,44	m
Observação:	Prever Pressurização	
Altura Manométrica Mínima	50,62	mca

Fonte: Elaboração própria (2023).

Portanto é obtido o resumo do dimensionamento do SHP por mangotinhos, onde após efetuado o lançamento de dados e as verificações pertinentes apresenta-se uma mostra dos dados obtidos através do dimensionamento, apresentada no Quadro 13.

Quadro 13 – Resumo dimensionamento mangotinhos

Resumo - Dimensionamento SHP por Mangotinhos		
Volume Mínimo RTI:	15,00	m ³
Altura Manométrica Mínima (Calculada):	58,06	mca
Altura manométrica (Bomba):	50,62	mca
Vazão Mínima (Bomba)	19,2	m ³ /h
Potência Mínima (Bomba):	7,35	cv

Fonte: Elaboração própria (2023).

Ao final define-se então o sistema de pressurização a ser empregado de modo a suprir as especificações de vazão e pressão estabelecidas em normativa e adotadas anteriormente para realização do dimensionamento. Através do catálogo técnico do fabricante que contempla, as características hidráulicas e as curvas características e de rendimento, define-se então a melhor solução de pressurização para correto funcionamento do sistema.

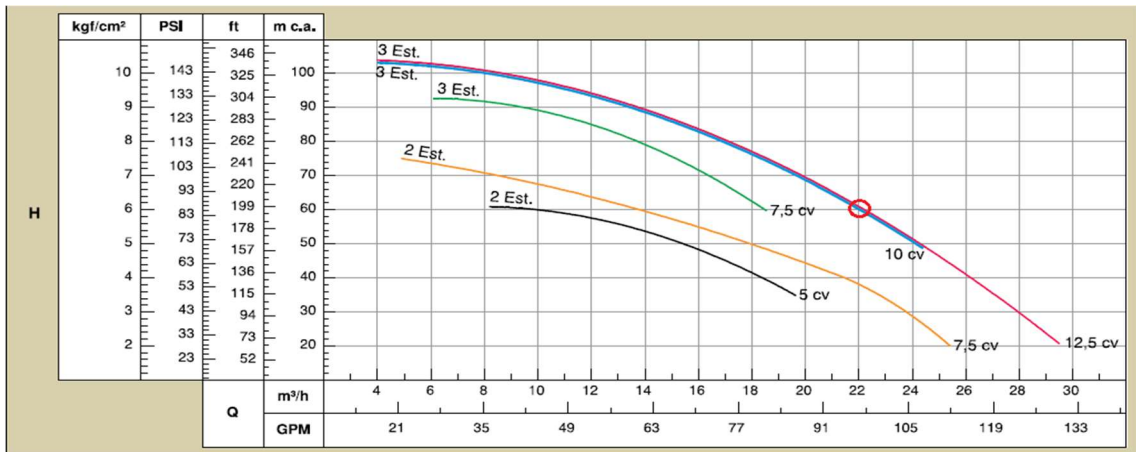
Por meio das características contidas no Quadro 14 e da curva de hidráulica apresentada na Figura 24, define-se a utilização da bomba hidráulica de modelo BPI ME-AL 23100V que possui 10 cv de potência, e é capaz de atingir para uma vazão de 22,2 m³/h a altura manométrica de 60 mca, características estas que suprem os valores dimensionados e apresentados anteriormente no Quadro 13.

Quadro 14 – Tabela de seleção de motobomba

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS					
Modelo	Altura Manométrica Total (m.c.a.)				
	50	55	60	65	70
Vazão em m ³ /h válida para sucção de 0 m.c.a.					
BPI ME - AL 2250	12,9	11,8	10,1	7,8	4,9
BPI ME - AL 2275 V	17,9	16	13,8	11,3	8,5
BPI ME - AL 23100 V	24,3	23,3	22,2	21,1	19,9
BPI ME - AL 23125 V	24,3	23,3	22,2	21,1	19,9

Fonte: Adaptado de Franklin Eletric (2023).

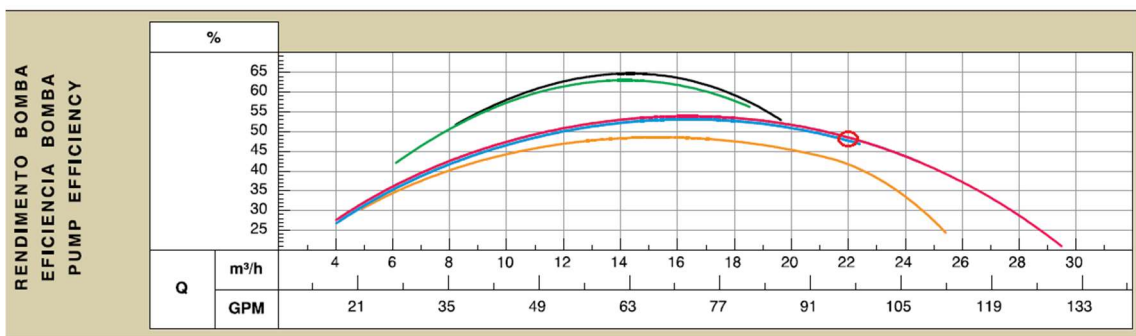
Figura 24 – Curva característica da bomba hidráulica



Fonte: Adaptado de Franklin Eletric (2023).

Ainda com as informações fornecidas pelo catálogo do fabricante, verifica-se a curva de rendimento da bomba hidráulica, visando obter uma maior eficiência no consumo de energia elétrica aliado a potência da bomba selecionada, tendo em vista que quando maior a eficiência da bomba menor será a potência necessária para a pressurização do sistema. Para a bomba empregada ao sistema, operando a uma vazão de 22,2 m³/h obtém-se uma eficiência na média de 49%, conforme apresentado na Figura 25.

Figura 25 – Curva de rendimento da bomba hidráulica



Fonte: Adaptado de Franklin Eletric (2023).

Após isso, alimenta-se as informações do quadro “Definição Conjunto Motobomba” onde ao final é realizado automaticamente a verificação se a mesma atende as condições de dimensionamento estipuladas, conforme é apresentado no Quadro 15. Concluindo através deste roteiro o dimensionamento do sistema hidráulico preventivo a ser aplicado a edificação.

Quadro 15 – Definição conjunto motobomba

Definição Conjunto Motobomba		
Marca:	Schneider Electric	
Modelo:	BPI ME-AL 23100 V	
Altura manométrica (Adotada):	60	mca
Vazão (Adotada):	22,2	m ³ /h
Potência (Adotada):	10	cv
Rendimento (Adotado)	0,49	%
Observação:	Atende dimensionamento	

Fonte: Elaboração própria (2023).

Posteriormente, no APÊNDICE B deste estudo – Planilha de Dimensionamento do Sistema Hidráulico Preventivo (SHP) por Mangotinhos –, será apresentada na íntegra uma visão geral da planilha de dimensionamento automatizada desenvolvida, a mesma poderá ser acessada e utilizada através de uma duplicação da planilha original, disponibilizada no QR Code da Figura 23.

4.2 Modelagem BIM do SHP por mangotinhos


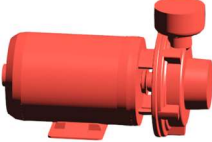

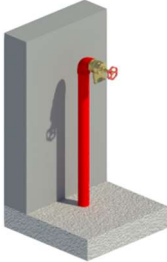


A família de objetos do SHP por mangotinhos foram desenvolvidas através do editor de famílias do software Autodesk Revit, através da utilização das funções essenciais de criação de revoluções e extrusões. As informações dos objetos desenvolvidos foram retiradas de catálogos e guias técnicas disponibilizados pelos fabricantes.

Além das famílias desenvolvidas alguns dos objetos foram retirados de portais de fabricantes, afim de obter uma representação e informação com maior precisão, este é o caso da bomba centrífuga e das conexões em aço galvanizado, já a tubulação de aço galvanizado será utilizada a tubulação padrão do software Autodesk Revit.

Na Tabela 5, estão apresentados os objetos que compõe a família de objetos do SHP por mangotinhos.

Tabela 5 – Modelagem Objetos do SHP por mangotinhos

Descrição / Referência	Modelagem
Tubulação Aço Galvanizado (AUTODESK REVIT)	
Conexões Aço Galvanizado (TUPY, 2023)	
Mangotinho (ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2023)	
Abrigo de Mangotinho com carretel (ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2023)	
Válvula de Abertura Rápida 1” (ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2023)	
Válvula de Retenção (ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2023)	
Registro de Gaveta (ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2023)	

<p>Válvula de Globo Angular 45° (DOCOL, 2020)</p>	
<p>Bomba Centrífuga (SCHNEIDER MOTOBOMBAS, 2023)</p>	
<p>Botoeira de Acionamento (ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2023)</p>	
<p>Hidrante de Recalque Aparente (ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2023)</p>	
<p>Placas de Sinalização (ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2023)</p>	
<p>Placas de Sinalização (ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2023)</p>	

Fonte: Elaboração própria (2023).

Através do QR Code apresentado na figura 26, disponibiliza-se a família de elementos do SHP por mangotinhos.

Figura 26 – QR Code Objetos



Fonte: Elaboração própria (2023).

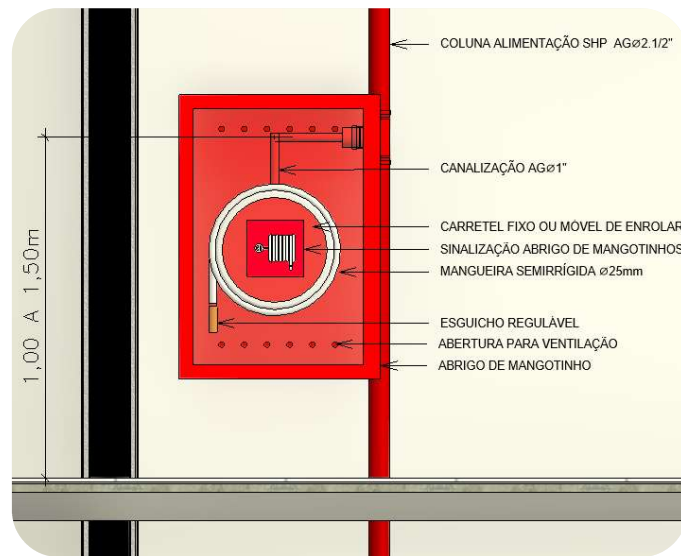
Posteriormente, no APÊNDICE A deste estudo – Projeto do Sistema Hidráulico Preventivo (SHP) por Mangotinhos –, será empregada a família de objetos desenvolvida e exemplificado seu funcionamento, aplicando-a no projeto de um sistema hidráulico preventivo por mangotinhos para uma edificação verticalizada destinada a ocupação residencial multifamiliar.

4.3 Aplicação do SHP por mangotinhos a edificação

Após o desenvolvimento da planilha de dimensionamento e da família paramétrica de objetos do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos, ambos apresentados respectivamente nas secções 4.1 e 4.2 deste trabalho, partiu-se então para a aplicação dos mesmos a edificação residencial multifamiliar apresentada anteriormente na secção 3.1 deste mesmo trabalho. A aplicação dos sistemas à edificação visa avaliar as funcionalidades dos produtos desenvolvidos, sua aplicação se dá através sequência descrita a seguir.

De início estabeleceu-se as posições dos pontos de tomada d'água do sistema de mangotinhos, seguindo as premissas de localizações estabelecidas pela IN 7 (CBMSC, 2022), de modo que os pontos estejam localizados em local de circulação comum; de boa visibilidade; de não obstrução em caso de incêndio; e a não mais de 5 metros de distância em relação ao acesso da área a ser protegida, neste caso a escada de emergência. Diante disso foram previstos uma posição de tomada d'água por pavimento, com exceção do pavimento térreo que conta com duas tomadas d'água para mangotinhos, na Figura 27 é demonstrado o posicionamento do mangotinho do pavimento tipo, que está locado no *shaft* situada ao lado da escada de emergência.

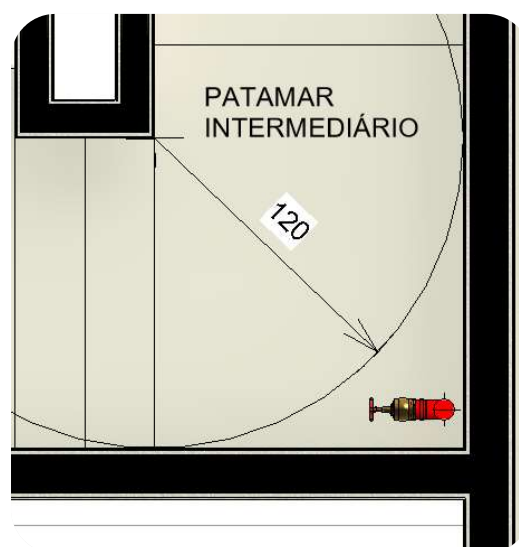
Figura 27 – Tomada d'água mangotinho pavimento tipo



Fonte: Elaboração própria (2023).

Além das posições das tomadas de água para mangotinho, foram locadas também as tomadas de água dotadas de válvula do globo angular para uso exclusivo do corpo de bombeiros, conforme premissa de localização estabelecida na atualização da IN 7 CBMSC (2022). As válvulas foram locadas no patamar intermediário das escadas de emergência, conforme apresentado na Figura 28.

Figura 28 – Tomada d'água de uso exclusivo corpo de bombeiros



Fonte: Elaboração própria (2023).

Para finalizar o lançamento dos pontos de utilização, foi definido o ponto destinado ao hidrante de recalque da edificação, o qual tem por função a pressurização do sistema pelo corpo de bombeiros no caso de ocorrência de sinistro a edificação. O hidrante de recalque foi previsto de forma aparente no jardim da edificação com sua válvula voltada para o passeio de pedestres, não necessitando de sinalização adicional tendo em vista sua coloração vermelha, conforme pontua a NBR 16820:2022, como disposto na Figura 29.

Figura 29 – Posição hidrante de recalque



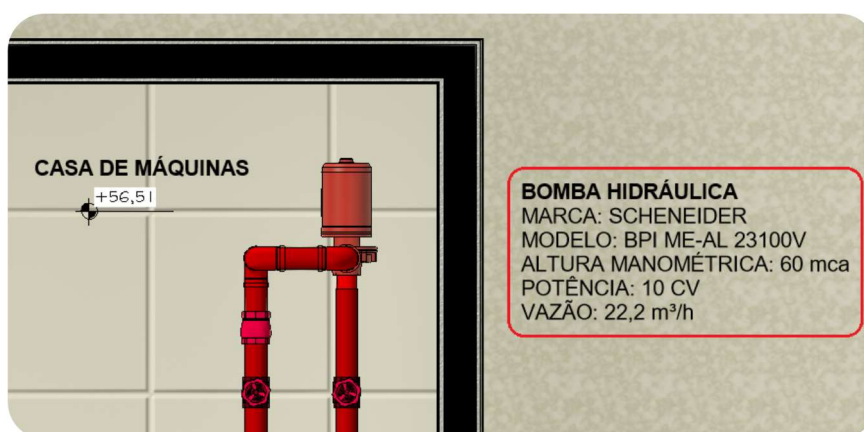
Fonte: Elaboração própria (2023).

Após a definição dos pontos de tomada d'água que compõe o sistema hidráulico preventivo da edificação, traçou-se então os caminhamentos das tubulações de modo a obter eficiência e economia. Com o sistema locado passou-se então para o dimensionamento do mesmo através da planilha de dimensionamento automatizada elaborada e apresentada anteriormente no item 4.1 deste trabalho, afim de obter as informações de vazão e pressão, bem como realizar verificações pertinentes a respeito do correto funcionamento do sistema.

O dimensionamento realizado apresentou a necessidade de pressurização do sistema, tendo em vista a alta perda de carga conferida ao mesmo, conforme apresentado anteriormente no Quadro 13. O dimensionamento explicita que para correto funcionamento do SHP por mangotinhos nesta edificação é necessário que haja a pressão mínima de 58,06 mca, no ponto da prumada anterior ao hidrante mais desfavorável de forma a atender aos critérios de vazão e utilização simultânea de

equipamentos, conforme previsto na IN 7 CBMSC (2022). Na figura 30 é apresentado o sistema de pressurização adotado para a edificação, localizado no pavimento casa de máquinas.

Figura 30 – Pressurização do sistema hidráulico preventivo

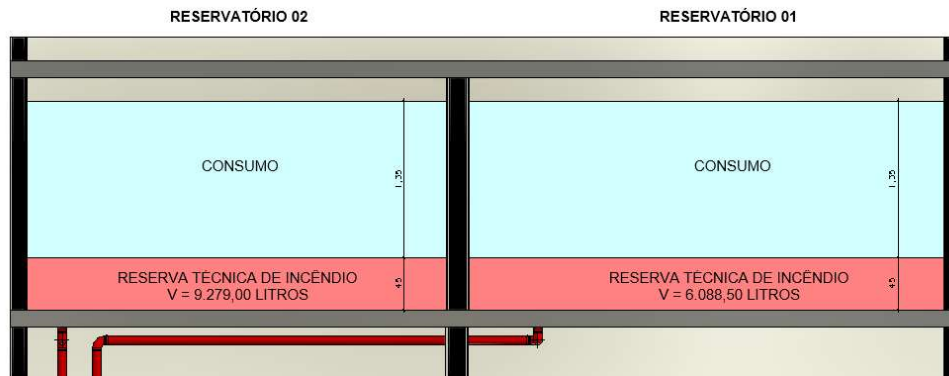


Fonte: Elaboração própria (2023).

A bomba hidráulica especificada em projeto é do tipo elétrica com fonte de energia auxiliar, fazendo o uso da premissa acrescida na atualização da IN 7 CBMSC (2022), onde para situações de reforço na pressurização do sistema não se faz necessária a utilização de bomba hidráulica auxiliar, de caráter reserva.

Ainda através da planilha de dimensionamento elaborada, como informação de saída, obtemos que para uma edificação residencial multifamiliar, com carga de incêndio inferior a 1.200 MJ/m² e área igual a 7.732,77m², é necessária a previsão de uma reserva técnica de incêndio com volume mínimo de 15.000,00 litros. Para a edificação projetada foi prevista a utilização de reservatório com duas células distintas, afim de possibilitar a realização de manutenções e limpezas sem acarretar na interrupção total do funcionamento do sistema hidráulico preventivo do empreendimento, conforme apresenta a Figura 31.

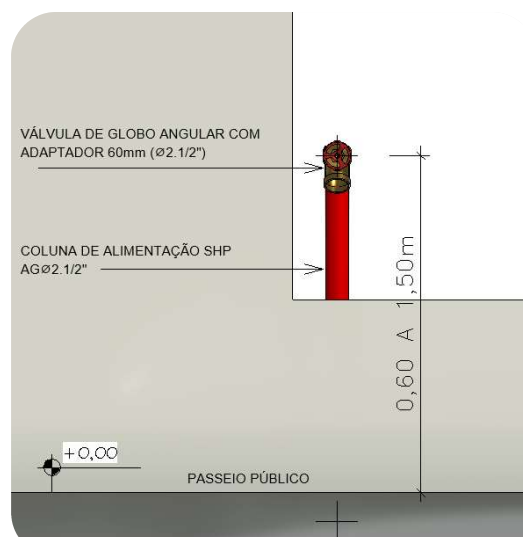
Figura 31 – Reserva técnica de incêndio



Fonte: Elaboração própria (2023).

Através da finalização do dimensionamento e verificação da operabilidade do sistema, partiu-se então para o desenvolvimento executivo do projeto, contemplando seus detalhamentos pertinentes. Nesta etapa, a utilização de um modelo 3D representou um ganho temporal significativo, tendo em vista a agilidade obtida para gerar vistas e representações de elementos importantes do sistema, como é o caso do detalhamento do hidrante de recalque, apresentado na Figura 32.

Figura 32 – Detalhamento hidrante de recalque



Fonte: Elaboração própria (2023).

Após concluído o desenvolvimento do projeto, com a utilização da aplicação Autodesk Viewer foi produzido uma visualização virtual pelo sistema

hidráulico preventivo da edificação, de forma que o leitor através da utilização do QR Code apresentado na Figura 33, e disponibilizado nas pranchas do projeto, poderá através da leitura do mesmo, realizar um passeio virtual pelos elementos do sistema.

Figura 33 – QR Code visualização virtual



Fonte: Elaboração própria (2023).

Posteriormente, no APÊNDICE A deste estudo – Projeto do Sistema Hidráulico Preventivo (SHP) por Mangotinhos –, estará apresentada o projeto do sistema hidráulico preventivo da edificação, juntamente com seus detalhamentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciar este trabalho, foram analisadas as mais recentes atualizações nos planos diretores dos municípios da Grande Florianópolis, essas atualizações culminaram em um aumento no número de pavimentos permitidos para as edificações situadas nessas localidades. Em paralelo, duas recentes alterações na Instrução Normativa 7 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2022), as quais preveem a adoção do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos em edificações verticalizadas com mais de 15 pavimentos, de baixa e média carga de incêndio. Diante desta problemática, identificou-se a necessidade de realizar um estudo aprofundado do tema, considerando a recorrência esperada na aplicação desse sistema em futuros empreendimentos no estado de Santa Catarina.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho se deu pelo desenvolvimento de uma planilha de dimensionamento automatizada utilizando do *software* Excel e de uma família de objetos paramétricos com a utilização do *software* Revit, ambos visando a simplificação do desenvolvimento posterior do projeto do SHP por mangotinhos para uma edificação verticalizada. A construção destes produtos teve como base a utilização do método de cálculo proposto por Telmo Brentano em conjunto com as instruções normativas do CBMSC e legislações brasileiras pertinentes, leia-se NBRs.

Para alcançar o objetivo proposto e de forma conjunta verificar as funcionalidades da planilha de dimensionamento automatizada e da família de objetos do SHP por mangotinhos, foi realizada a aplicação destes através do projeto do sistema para uma edificação residencial multifamiliar verticalizada. Compreende-se que após a aplicação, a planilha de dimensionamento e a família de objetos desenvolvidos, atendeu o objetivo levantado neste trabalho e que os produtos finais desenvolvidos servirão de base para o desenvolvimento de futuros projetos que contemplam a utilização do sistema.

Quanto a aplicação do sistema ao projeto da edificação, cabe observar as vantagens da utilização da metodologia BIM em seu desenvolvimento, possibilitando a obtenção de uma diversidade de detalhamentos, visualizações tridimensionais do sistema e de suas instalações, visualizações que auxiliam a execução do mesmo.

Para concluir, espera-se que o material desenvolvido e disponibilizado a comunidade, contribua com a formação de demais alunos do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), de modo a auxiliar no dimensionamento e desenvolvimento de projetos que contemplem o sistema hidráulico preventivo por mangotinhos. Sistema este, que em razão das atualizações realizadas nos últimos anos na Instrução Normativa 7 do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina (2022) será amplamente empregado nas futuras edificações verticalizadas no estado de Santa Catarina.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Como proposição para pesquisas futuras na área da engenharia de prevenção e combate a incêndio e pânico, indica-se um estudo a respeito da comparação do sistema hidráulico preventivo por mangotinhos em substituição ao sistema de hidrantes em edificações multifamiliares no estado de Santa Catarina, tendo em vista a abrangência da normativa a respeito da tipologia do sistema hidráulico preventivo a ser empregado. Além desta, uma segunda proposição de estudo, seria estabelecer uma análise comparativa dentre as variadas legislações dos estados brasileiros, em relação ao sistema hidráulico preventivo (SHP).

REFERÊNCIAS

ABDI, AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (Brasil). **Mapeamento de maturidade BIM no Brasil**. São Paulo: ABDI, 2022. 27 p.

ALVIN, Danillo. **ESTUDO SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE MANGOTINHO NO ÂMBITO DO DISTRITO FEDERAL**: Uma proposta de revisão da nt nº 04/2000-cbmdf - sistema de proteção por hidrantes. 2021. 141 f. Monografia (Especialização) - Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais, Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2021.

ARNAL, Ignasi Pérez. **Why don't we start at the beginning?**: the basics of a project: lean planning and pre-construction. The basics of a project: lean planning and pre-construction. 2018. Disponível em: <https://www.bimcommunity.com/news/load/490/why-don-t-we-start-at-the-beginning>. Acesso em: 21 maio 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16642**: Conjunto de mangueira semirrígida e acessórios para combate a incêndio. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. 32 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13714: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2000. 25 p.

ARAÚJO, Stéphanie (ed.). O que aconteceu na Boate Kiss?: relembre uma das maiores tragédias do brasil. **Estadão**. São Paulo, p. 1-1. 26 jan. 2023. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/brasil/o-que-aconteceu-na-boate-kiss-relembre-uma-das-maiores-tragedias-do-brasil/>. Acesso em: 12 abr. 2023.

BIBLUS (ed.). **LOD e LOIN no BIM**: o que são e para que servem. o que são e para que servem. 2022. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/lod-e-loin-no-bim-o-que-sao-e-para-que-servem/>. Acesso em: 22 maio 2023.

BIM DICTIONARY. **Level of Development (LOD)**. 2020. Disponível em: <https://bimdictionary.com/en/level-of-development/1>. Acesso em: 21 maio 2023.

BIM DICTIONARY. **Parametric Model**. 2019. Disponível em: <https://bimdictionary.com/en/parametric-model/1>. Acesso em: 21 maio 2023.

BONITESE, Karina Venâncio. **SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIO HABITACIONAL DE BAIXO CUSTO ESTRUTURADO EM AÇO**. 2007. 278 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção Civil, Escola de Engenharia UFMG, UFMG, Belo Horizonte, 2007.

BRENTANO, Telmo. **Instalações hidráulicas de combate a Incêndios nas edificações**. 5. ed. Porto Alegre: Edição do Autor, 2016. 708 p.

CAMILO JUNIOR, Abel Batista. **Manual de prevenção e combate a incêndios**. 15, ed. São Paulo: Editora Senac, 2019. 200 p.

CBIC. **10 motivos para evoluir com o BIM**. 2. ed. Brasília: CBIC, 2017. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Cartilha_do_BIM_2016.pdf. Acesso em: 30 abr. 2023.

CBIC. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras: volume 1 - fundamentos bim**. Brasília: CBIC, 2016.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **IT 02**: Conceitos básicos de segurança contra incêndio. São Paulo: CBPMESP, 2019. 32 p.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **IT 22**: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. São Paulo: CBPMESP, 2019. 23 p.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. **IT 17**: Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio. 1 ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2022. 34 p.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 1 - PARTE 2**: Procedimentos administrativos: Sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico. 3 ed. Florianópolis: CBMSC, 2022. 66 p.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 3**: Carga de Incêndio. Florianópolis: CBMSC, 2019. 17 p.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 7**: Sistema hidráulico preventivo - SHP. Florianópolis: CBMSC, 2022. 27 p.

DOCOL. **VALVULA ANGULAR PARA HIDRANTE**. 2020. Disponível em: <https://www.docol.com.br/00322800-valvula-para-hidrante-45%C2%B0-p988986>. Acesso em: 18 nov. 2023.

EDIFÍCIO JOELMA: O prédio mais assombrado do mundo fica no Brasil. São Paulo, 12 abr. 2021. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/curiosidades/2021/04/12/edificio-joelma--o-predio-mais-assombrado-do-mundo-fica-no-brasil.html>. Acesso em: 01 abr. 2023.

ENGEPAZ JC. **Rede de Mangotinho em Execução.** Ribeirão do Pinhal, 03 nov. 2023. Facebook: Engepaz JC. Disponível em: https://www.facebook.com/p/Engepaz-JC-Projetos-e-Obras-de-Preven%C3%A7%C3%A3o-Contra-Inc%C3%AAndio-100057408499631/?paipv=0&eav=AfbyBYLvVKahCSStJYumE07VAJeStwlhs8CoV5x4XW62cY_Of6lTBvrLePGPPJvj__o&_rdr. Acesso em: 07 fev. 2024.

ESTADO DE SANTA CATARINA (Estado). Constituição (2013). Lei nº 16.157, de 07 de novembro de 2013. Florianópolis, SC, 07 nov. 2013. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2013/16157_2013_lei.html. Acesso em: 09 abr. 2023.

FERNANDES, Ivan Ricardo. **Engenharia de segurança contra incêndio e pânico.** Curitiba: CREA-PR, 2010. 88 p.

FRANKLIN ELECTRIC. **Tabela de Seleção de Bombas e Motobombas.** 2023. Disponível em: https://schneidermotobombas.blob.core.windows.net/media/321009/schneider_tabela_selecao_2023-05_web.pdf. Acesso em: 15 maio 2023.

GONÇALVES JUNIOR, Francisco. **BIM: tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia.** Florianópolis: Altoqi, 2018. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/#adocaobim>. Acesso em: 30 abr. 2023.

INTELBRAS. **Acionador Manual de Bomba.** 2023. Disponível em: <https://www.intelbras.com/pt-br/acionador-manual-de-bomba-amb-3202>. Acesso em: 12 nov. 2023.

MULTISEG. **Caixa Metálica para Mangotinho 90X70X28 Sobrepor.** 2021. Disponível em: <https://www.multiseg.com.br/3723/caixa-metlica-para-mangotinho-90x70x28-sobrepor>. Acesso em: 20 maio 2023.

NEGRISOLO, Walter. **Fundamentos de segurança contra incêndio em edificações: proteção passiva e ativa.** São Paulo: FUNDABOM, 2019.

ONO, Rosaria. Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 97-113, jan. 2007.

PROTECTOR FIRE. **Carretel mangotinho**. 2019. Disponível em: <https://www.protectorfire.com.br/carretel-mangotinho-2/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

QUALITY TUBOS. **Válvula Esfera em Latão F/F de 3/4"**. Disponível em: <https://www.lojaqualitytubos.com.br/valvula-esfera-passagem-plena-em-latao-3-4-p999947>. Acesso em: 20 maio 2023.

QUALITY TUBOS. **Válvula de Retenção vertical em Latão de 2.1/2"**. 2023. Disponível em: <https://www.lojaqualitytubos.com.br/valvula-de-retencao-vertical-em-latao-de-2-1-2-p999717?pp=/40.1401/>. Acesso em: 12 nov. 2023.

QUALITY TUBOS. **Registro de Gaveta Bruto em Latão de 2.1/2"**. 2023. Disponível em: <https://www.lojaqualitytubos.com.br/registro-de-gaveta-bruto-em-latao-de-2-1-2-p999195>. Acesso em: 12 nov. 2023.

SACKS, Rafael *et al.* **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

SEGURIMAX. **Registro Globo (Válvula Angular) PN16 Nodular 2.1/2" x 45°**. 2023. Disponível em: <https://segurimax.com.br/produtos/detalhes/registro-globo-valvula-angular-pn16-nodular-21-2-x-45o/>. Acesso em: 10 abril 2023.

REAL FIRE. **Esguicho mangotinho 3 posições rosca interna 1" bsp latão polido**. 2022 Disponível em: <https://realfire.com.br/esguicho-mangotinho-rosca-1-bsp-latao-polido/>. Acesso em: 20 maio 2023.

SCHNEIDER MOTOBOMBAS. **BPI-22 Prevenção Contra Incêndio**. 2023. Disponível em: <https://schneider.ind.br/produtos/motobombas-de-superf%C3%ADcie/large/preven%C3%A7%C3%A3o-contra-inc%C3%AAndio/bpi-22/>. Acesso em: 20 maio 2023.

SEITO, Alexandre Itiu *et al.* **A segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.

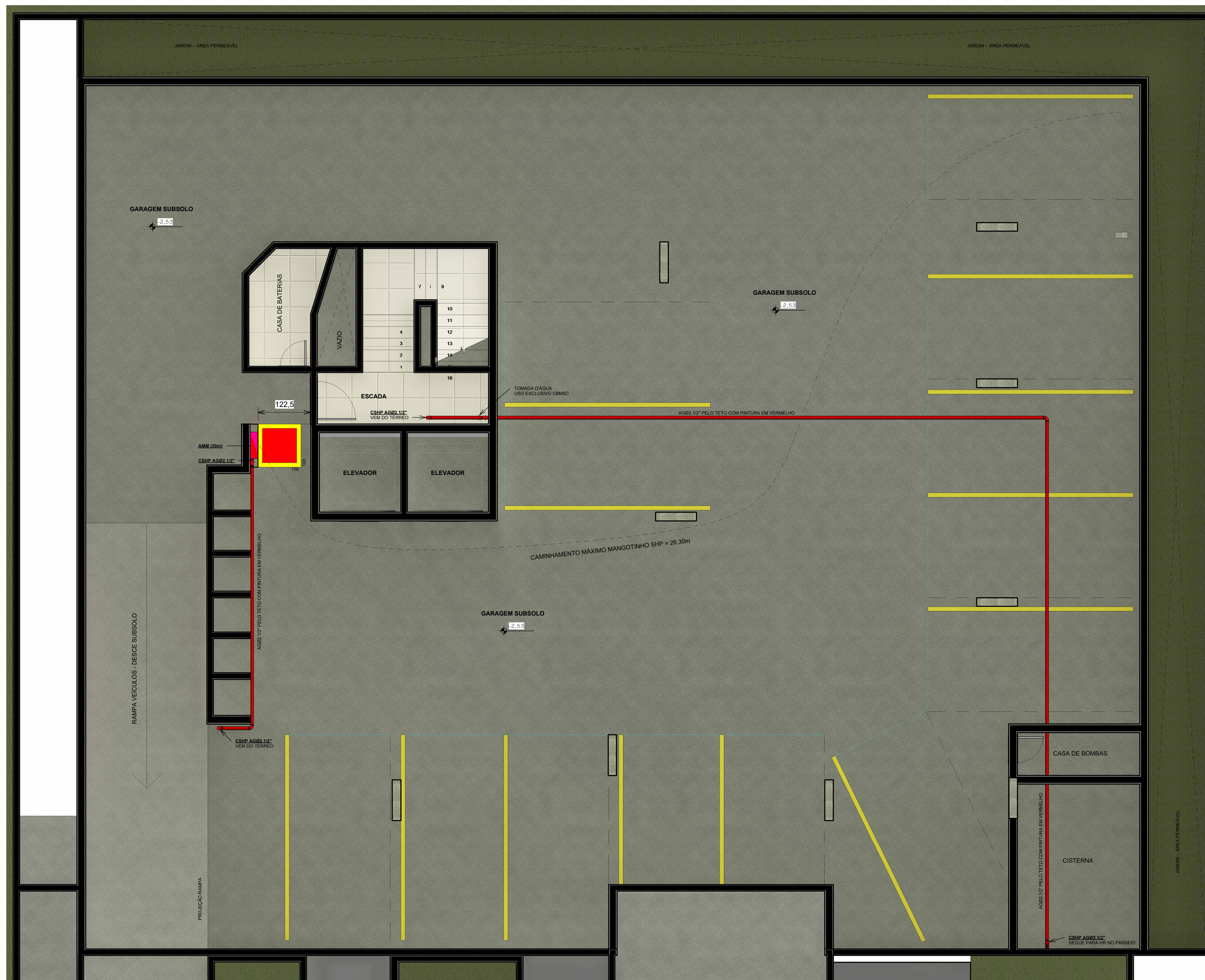
SIENGE. **Mapeamento de maturidade BIM Brasil**. Florianópolis: Sienge, 2020. Disponível em: https://siengeprod.wpenginepowered.com/wp-content/uploads/2020/11/ebook_mapeamento_bim_no_brasil.pdf. Acesso em: 30 abr. 2023.

TUPY. **Catálogo Eletrônico**. 2023. Disponível em: https://tupy.collabo.com.br/pt/resources?limit=20&offset=0&category_slug=arquivos-bimcad-388f1691. Acesso em: 11 nov. 2023.

ZEUS DO BRASIL. **Mangotinho com esguicho e engate de rosca 1 pol. x 15m**. 2022. Disponível em: <https://zeusdobrasil.com.br/produtos/detalhes/mangotinho-com-esguicho-e-engate-de-rosca/>. Acesso em: 10 maio 2023.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Projeto do Sistema Hidráulico Preventivo (SHP) por Mangotinhos



LEGENDA SHP	
CSHP	COLUNA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
AMM	ABRIGO DE MANGUEIRAS DE MANGOTINHOS
HR	HIDRANTE DE RECALQUE
AG	AÇO GALVANIZADO
RG	REGISTRO DE GAVETA
VR	VÁLVULA DE RETENÇÃO
CF	CHAVE DE FLUXO

ESTE PROJETO PODE SER VIZUALIZADO VIRTUALMENTE
APONTE SEU CELULAR PARA O QR CODE ABAIXO

1 PAVIMENTO SUBSOLO
Escala: 1 : 50

IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
 ESTE PROJETO INTEGRA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.
SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO: ESTUDO APLICADO A EDIFICAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA
ALUNO: JORDAN THIAGO PHILIPPSEN DA SILVA
ORIENTADORA: ANA PAULA PUPO CORREIA, DRA.



APLICAÇÃO SHP POR MANGOTINHOS

ENGENHEIRO DA OBRA SÃO JOSÉ, SANTA CATARINA, BRASIL			
AUTOR DO PROJETO JORDAN THIAGO PHILIPPSEN DA SILVA	MATRICULA 201910004189	ASSINATURA	
PROJETO ARQUITETÔNICO ----	CREA ----	ASSINATURA	

DISCIPLINA PAVIMENTO SUBSOLO				
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO ----	COMPUTAÇÃO GRÁFICA JORDAN PHILIPPSEN	CODIGO 01	DATA DEZ / 2023	PRINCHA 01
CO-AUTOR DO PROJETO ----	ESCALA 1 : 50	REVISÃO	CLASSE IFSC	



1 PAVIMENTO TÉRREO
Escala: 1 : 75

LEGENDA SHP	
CSHP	COLUNA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
AMM	ABRIGO DE MANGUEIRAS DE MANGOTINHOS
HR	HIDRANTE DE RECALQUE
AG	AÇO GALVANIZADO
RG	REGISTRO DE GAVETA
VR	VÁLVULA DE RETENÇÃO
CF	CHAVE DE FLUXO

ESTE PROJETO PODE SER VIZUALIZADO VIRTUALMENTE
APONTE SEU CELULAR PARA O QR CODE ABAIXO

IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESTE PROJETO INTEGRA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.

SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO: ESTUDO APLICADO A EDIFICAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORDAN THIAGO PHILIPPSSEN DA SILVA

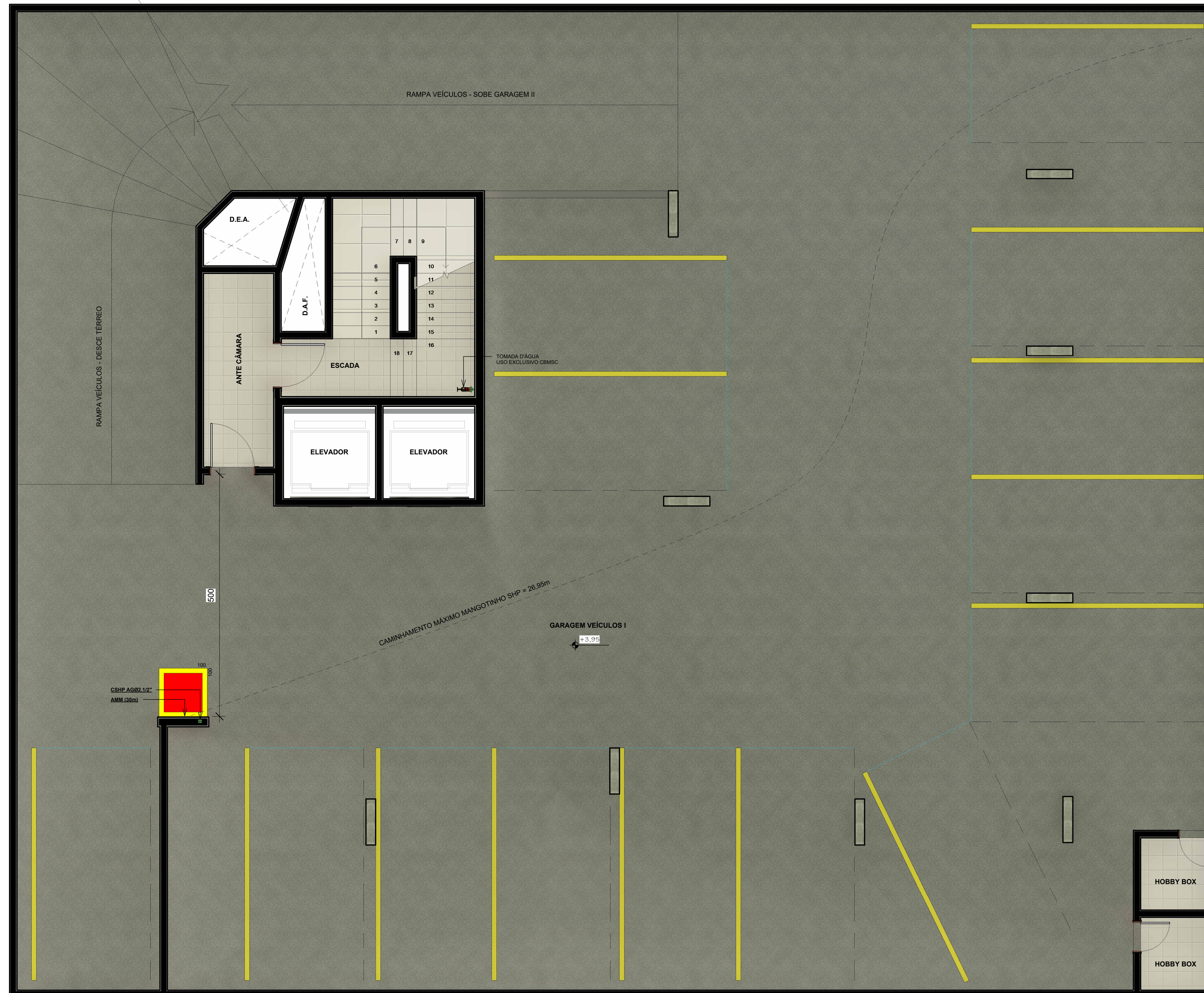
ORIENTADORA: ANA PAULA PUPO CORREIA, DRA.



APLICAÇÃO SHP POR MANGOTINHOS

ENDEREÇO DA OBRA SÃO JOSÉ, SANTA CATARINA, BRASIL		
AUTOR DO PROJETO JORDAN THIAGO PHILIPPSSEN DA SILVA	MATRICULA 201910004189	ASSINATURA
PROJETO ARQUITETÔNICO ----	CREA ----	ASSINATURA

DISCIPLINA PAVIMENTO TÉRREO				
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO ----	COMPUTAÇÃO GRÁFICA JORDAN PHILIPPSSEN	CODIGO 01	DATA DEZ / 2023	PRINCHA 02
CO-AUTOR DO PROJETO ----	ESCALA 1 : 75	REVISÃO	CLASSE IFSC	



1 PAVIMENTO GARAGEM I
Escala: 1 : 50

LEGENDA SHP	
CSHP	COLUNA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
AMM	ABRIGO DE MANGUEIRAS DE MANGOTINHOS
HR	HIDRANTE DE RECALQUE
AG	AÇO GALVANIZADO
RG	REGISTRO DE GAVETA
VR	VÁLVULA DE RETENÇÃO
CF	CHAVE DE FLUXO

ESTE PROJETO PODE SER VIZUALIZADO VIRTUALMENTE
APONTE SEU CELULAR PARA O QR CODE ABAIXO

IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESTE PROJETO INTEGRA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.

SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO: ESTUDO APLICADO A EDIFICAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORDAN THIAGO PHILIPSEN DA SILVA

ORIENTADORA: ANA PAULA PUPO CORREIA, DRA.

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

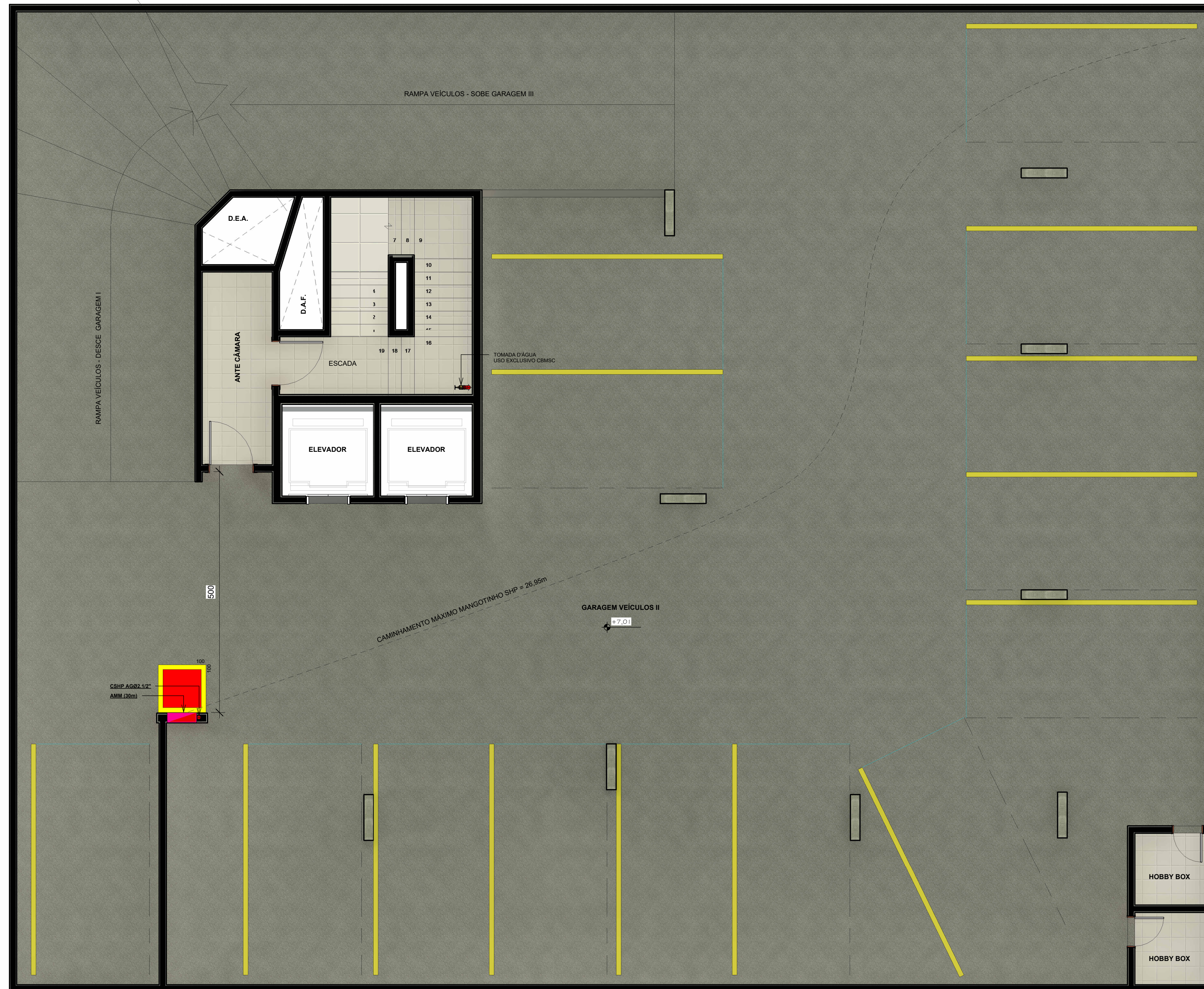
APLICAÇÃO SHP POR MANGOTINHOS

ENFEREÇO DA OBRA
SÃO JOSÉ, SANTA CATARINA, BRASIL

AUTOR DO PROJETO JORDAN THIAGO PHILIPSEN DA SILVA	MATRICULA 201910004189	ASSINATURA
PROJETO ARQUITETÔNICO ----	CREA ----	ASSINATURA

DISCIPLINA
PAVIMENTO GARAGEM I

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO ----	COMPUTAÇÃO GRÁFICA JORDAN PHILIPSEN	CODIGO 01	DATA DEZ / 2023	PRINCHA 03
CO-AUTOR DO PROJETO ----	ESCALA 1 : 50	REVISÃO	CLASSE IFSC	



1 PAVIMENTO GARAGEM II
Escala: 1 : 50

LEGENDA SHP	
CSHP	COLUNA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
AMM	ABRIGO DE MANGUEIRAS DE MANGOTINHOS
HR	HIDRANTE DE RECALQUE
AG	AÇO GALVANIZADO
RG	REGISTRO DE GAVETA
VR	VÁLVULA DE RETENÇÃO
CF	CHAVE DE FLUXO

ESTE PROJETO PODE SER VIZUALIZADO VIRTUALMENTE
APONTE SEU CELULAR PARA O QR CODE ABAIXO

IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESTE PROJETO INTEGRA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.

SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO: ESTUDO APLICADO A EDIFICAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORDAN THIAGO PHILIPSEN DA SILVA

ORIENTADORA: ANA PAULA PUPO CORREIA, DRA.

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

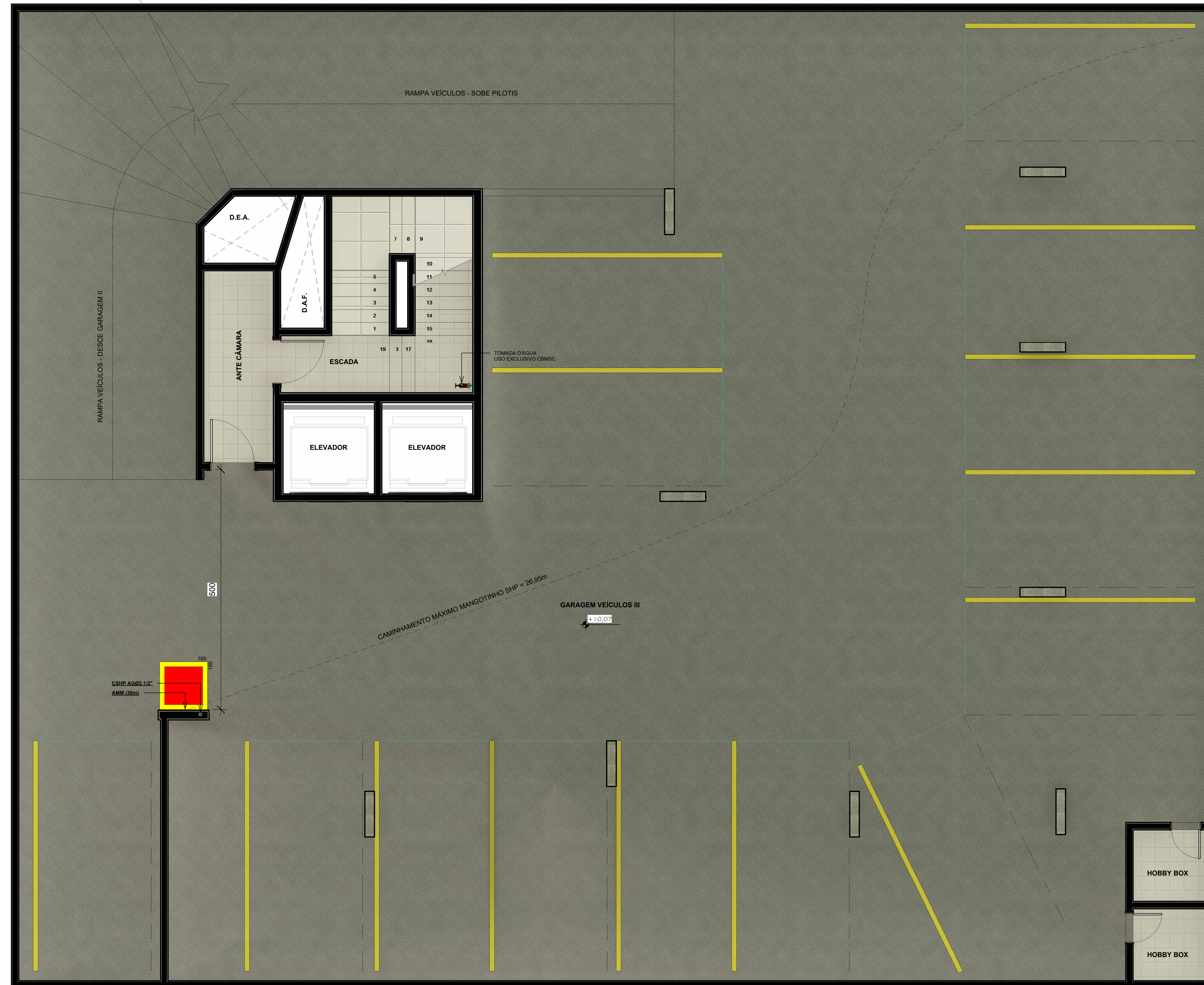
APLICAÇÃO SHP POR MANGOTINHOS

ENDEREÇO DA OBRA
SÃO JOSÉ, SANTA CATARINA, BRASIL

AUTOR DO PROJETO JORDAN THIAGO PHILIPSEN DA SILVA	MATRICULA 201910004189	ASSINATURA
PROJETO ARQUITETÔNICO ----	CREA ----	ASSINATURA

DISCIPLINA
PAVIMENTO GARAGEM II

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO ----	COMPUTAÇÃO GRÁFICA JORDAN PHILIPSEN	CODIGO 01	DATA DEZ / 2023	PRINCHA 04
CO-AUTOR DO PROJETO ----	ESCALA 1 : 50	REVISÃO	CLASSE IFSC	



LEGENDA SHP	
CSHP	COLUNA DO SISTEMA HIDRAULICO PREVENTIVO
AMM	ABRIGO DE MANGUEIRAS DE MANGOTINHOS
HR	HIDRANTE DE RECALQUE
AG	AÇO GALVANIZADO
RG	REGISTRO DE GAVETA
VR	VÁLVULA DE RETENÇÃO
CF	CHAVE DE FLUXO

ESTE PROJETO PODE SER VIZUALIZADO VIRTUALMENTE
APONTE SEU CELULAR PARA O QR CODE ABAIXO

1 PAVIMENTO GARAGEM III
Escala: 1 : 50

IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESTE PROJETO INTEGRA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.

SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO: ESTUDO APLICADO A EDIFICAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORDAN THIAGO PHILIPPSSEN DA SILVA

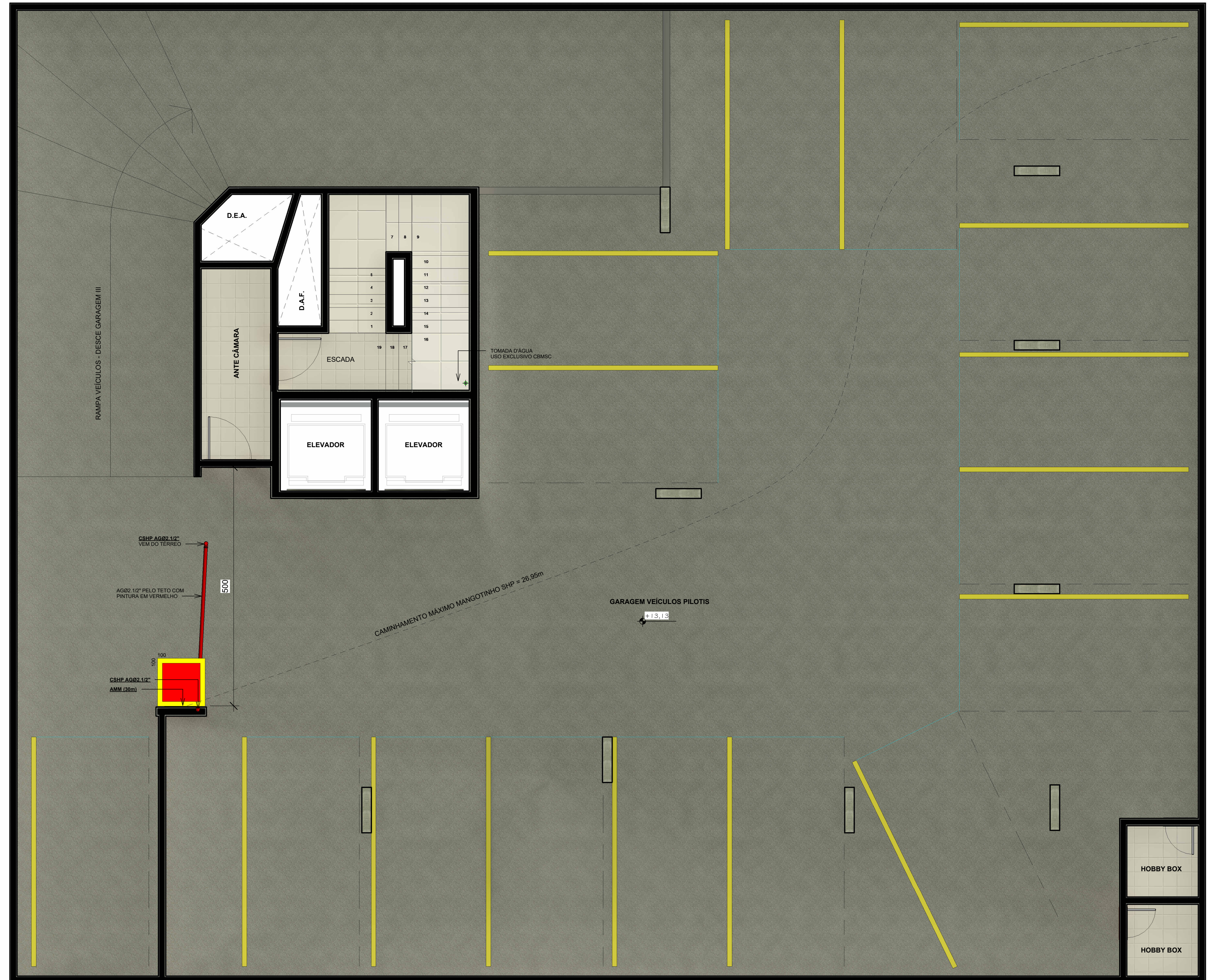
ORIENTADORA: ANA PAULA PUPO CORREIA, DRA.

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

APLICAÇÃO SHP POR MANGOTINHOS

ENDEREÇO DA OBRA SÃO JOSÉ, SANTA CATARINA, BRASIL		
AUTOR DO PROJETO JORDAN THIAGO PHILIPPSSEN DA SILVA	MATRICULA 201910004189	ASSINATURA
PROJETO ARQUITETÔNICO ----	CREA ----	ASSINATURA

DISCIPLINA PAVIMENTO GARAGEM III				
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO ----	COMPUTAÇÃO GRÁFICA JORDAN PHILIPPSSEN	CODIGO 01	DATA DEZ / 2023	PRINCHA 05
CO-AUTOR DO PROJETO ----	ESCALA 1 : 50	REVISÃO	CLASSE IFSC	



LEGENDA SHP	
CSHP	COLUNA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
AMM	ABRIGO DE MANGUEIRAS DE MANGOTINHOS
HR	HIDRANTE DE RECALQUE
AG	AÇO GALVANIZADO
RG	REGISTRO DE GAVETA
VR	VÁLVULA DE RETENÇÃO
CF	CHAVE DE FLUXO

ESTE PROJETO PODE SER VIZUALIZADO VIRTUALMENTE
APONTE SEU CELULAR PARA O QR CODE ABAIXO

1 PAVIMENTO PILOTIS
Escala: 1 : 50

IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESTE PROJETO INTEGRA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.

SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO: ESTUDO APLICADO A EDIFICAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORDAN THIAGO PHILIPPSSEN DA SILVA

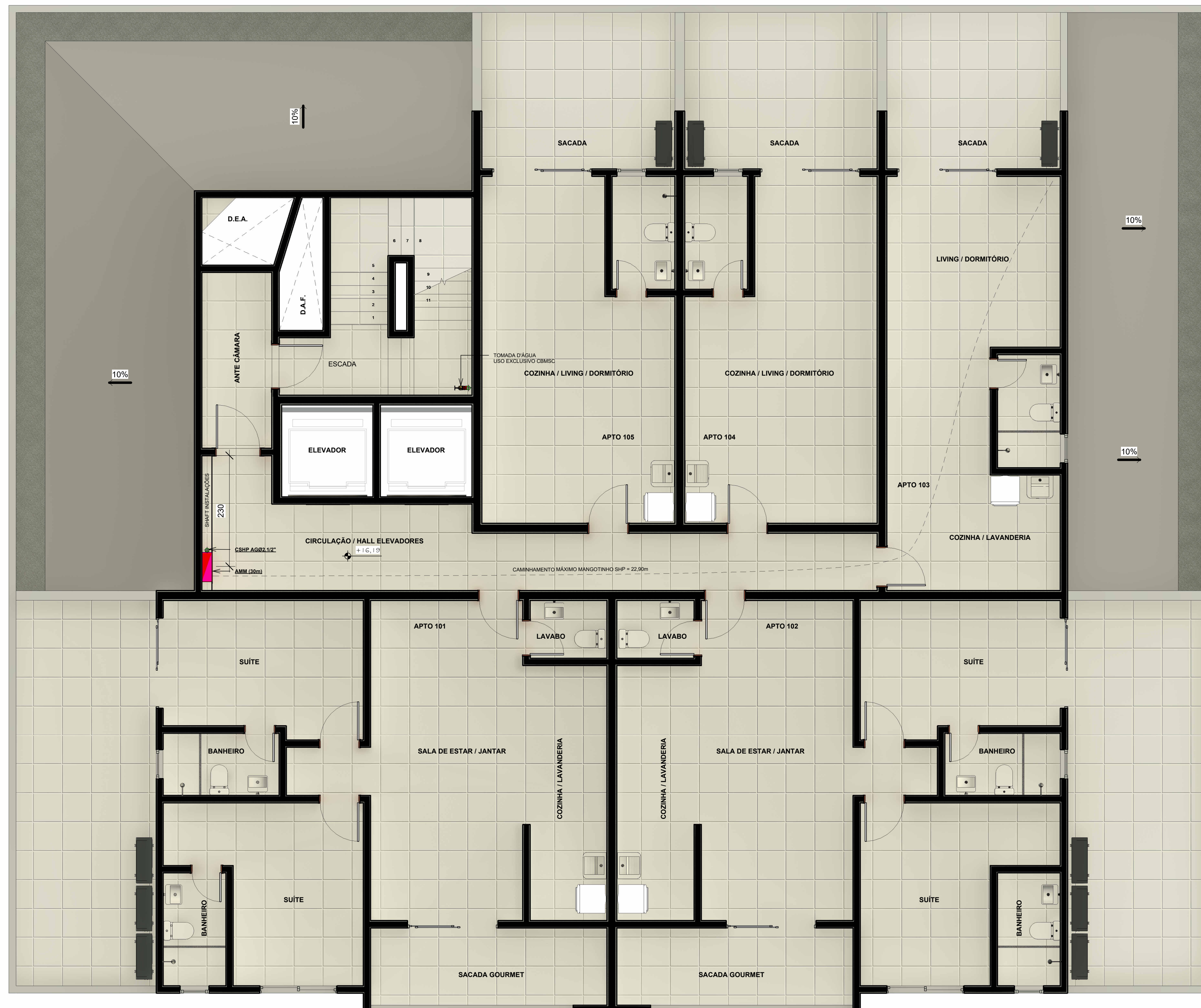
ORIENTADORA: ANA PAULA PUPO CORREIA, DRA.



APLICAÇÃO SHP POR MANGOTINHOS

ENDEREÇO DA OBRA			
SÃO JOSÉ, SANTA CATARINA, BRASIL			
AUTOR DO PROJETO	MATRICULA	ASSINATURA	
JORDAN THIAGO PHILIPPSSEN DA SILVA	201910004189		
PROJETO ARQUITETONICO	CREA	ASSINATURA	
----	----		

DISCIPLINA				
PAVIMENTO PILOTIS				
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA	CODIGO	DATA	PRINCHA
----	JORDAN PHILIPPSSEN	01	DEZ / 2023	06
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA	REVISÃO	CLASSE	
----	1 : 50		IFSC	



1 1º PAVIMENTO TIPO
Escala: 1 : 50

LEGENDA SHP	
CSHP	COLUNA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
AMM	ABRIGO DE MANGUEIRAS DE MANGOTINHOS
HR	HIDRANTE DE RECALQUE
AG	AÇO GALVANIZADO
RG	REGISTRO DE GAVETA
VR	VÁLVULA DE RETENÇÃO
CF	CHAVE DE FLUXO

ESTE PROJETO PODE SER VIZUALIZADO VIRTUALMENTE
APONTE SEU CELULAR PARA O QR CODE ABAIXO

IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESTE PROJETO INTEGRA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.

SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO: ESTUDO APLICADO A EDIFICAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORDAN THIAGO PHILIPPSSEN DA SILVA

ORIENTADORA: ANA PAULA PUPO CORREIA, DRA.

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

APLICAÇÃO SHP POR MANGOTINHOS

ENGENHEIRO DA OBRA SÃO JOSÉ, SANTA CATARINA, BRASIL		
AUTOR DO PROJETO JORDAN THIAGO PHILIPPSSEN DA SILVA	MATRICULA 201910004189	ASSINATURA
PROJETO ARQUITETÔNICO ----	CREA ----	ASSINATURA

DISCIPLINA 1º PAVIMENTO TIPO				
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO ----	COMPUTAÇÃO GRÁFICA JORDAN PHILIPPSSEN	CODIGO 01	DATA DEZ / 2023	PRINCHA 07
CO-AUTOR DO PROJETO ----	ESCALA 1 : 50	REVISÃO	CLASSE IFSC	

LEGENDA SHP	
CSHP	COLUNA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
AMM	ABRIGO DE MANGUEIRAS DE MANGOTINHOS
HR	HIDRANTE DE RECALQUE
AG	AÇO GALVANIZADO
RG	REGISTRO DE GAVETA
VR	VÁLVULA DE RETENÇÃO
CF	CHAVE DE FLUXO

ESTE PROJETO PODE SER VIZUALIZADO VIRTUALMENTE
APONTE SEU CELULAR PARA O QR CODE ABAIXO




1 PAVIMENTO TIPO (x12)
Escala: 1 : 50

IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESTE PROJETO INTEGRA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.

SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO: ESTUDO APLICADO A EDIFICAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORDAN THIAGO PHILIPPSEN DA SILVA

ORIENTADORA: ANA PAULA PUPO CORREIA, DRA.



APLICAÇÃO SHP POR MANGOTINHOS

ENGENHEIRO DA OBRA
SÃO JOSÉ, SANTA CATARINA, BRASIL

AUTOR DO PROJETO JORDAN THIAGO PHILIPPSEN DA SILVA	MATRICULA 201910004189	ASSINATURA
PROJETO ARQUITETÔNICO ----	CREA ----	ASSINATURA

PAVIMENTO TIPO (x12)

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO ----	COMPUTAÇÃO GRÁFICA JORDAN PHILIPPSEN	CODIGO 01	DATA DEZ / 2023	PRINCHA 08
CO-AUTOR DO PROJETO ----	ESCALA 1 : 50	REVISÃO	CLASSE IFSC	



LEGENDA SHP	
CSHP	COLUNA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
AMM	ABRIGO DE MANGUEIRAS DE MANGOTINHOS
HR	HIDRANTE DE RECALQUE
AG	AÇO GALVANIZADO
RG	REGISTRO DE GAVETA
VR	VÁLVULA DE RETENÇÃO
CF	CHAVE DE FLUXO

ESTE PROJETO PODE SER VIZUALIZADO VIRTUALMENTE
APONTE SEU CELULAR PARA O QR CODE ABAIXO

1 PAVIMENTO ÁTICO
Escala: 1 : 50

IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESTE PROJETO INTEGRA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.

SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO: ESTUDO APLICADO A EDIFICAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORDAN THIAGO PHILIPSEN DA SILVA

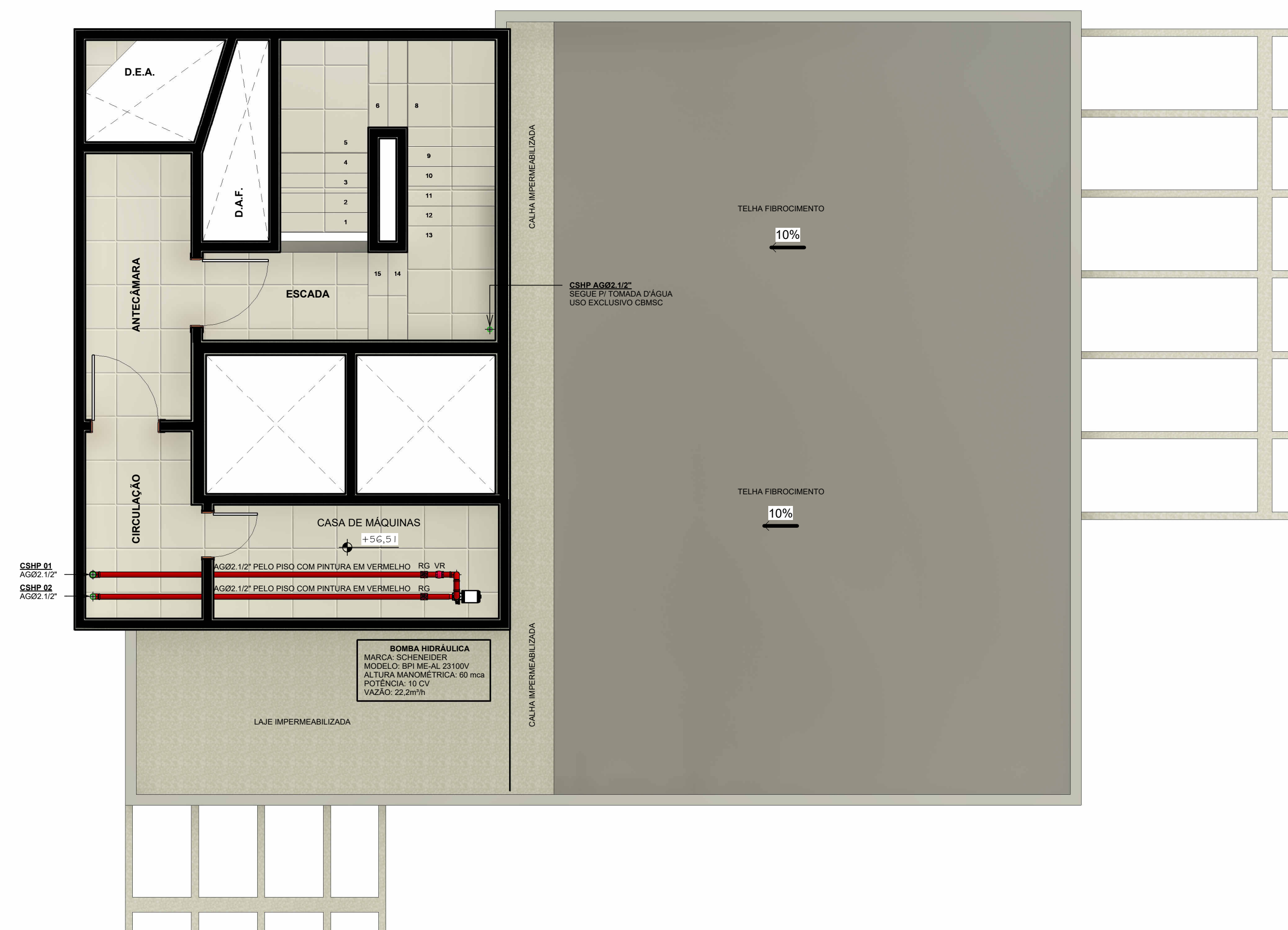
ORIENTADORA: ANA PAULA PUPO CORREIA, DRA.



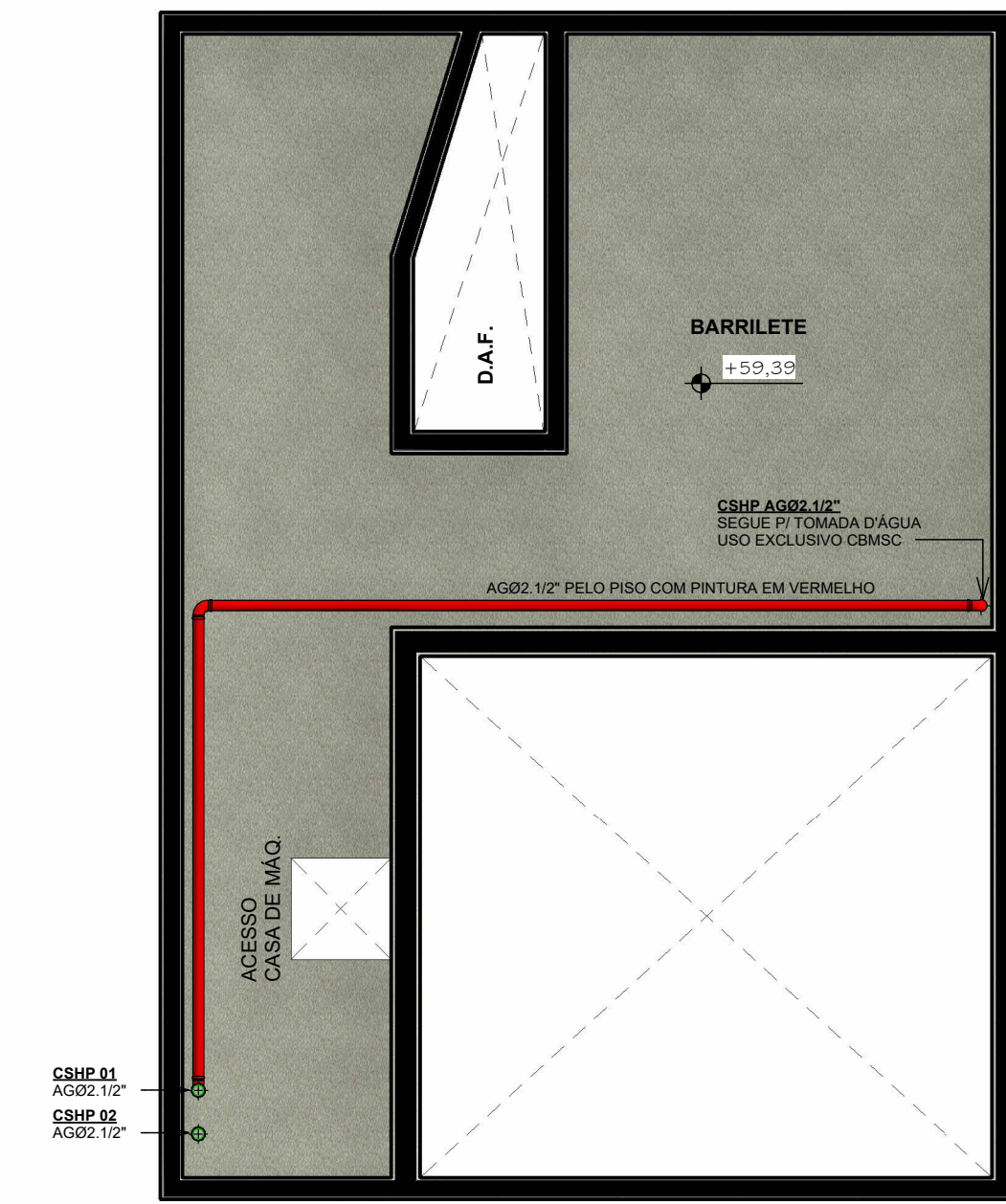
APLICAÇÃO SHP POR MANGOTINHOS

ENDEREÇO DA OBRA		
SÃO JOSÉ, SANTA CATARINA, BRASIL		
AUTOR DO PROJETO	MATRICULA	ASSINATURA
JORDAN THIAGO PHILIPSEN DA SILVA	201910004189	
PROJETO ARQUITETÔNICO	CREA	ASSINATURA
----	----	----

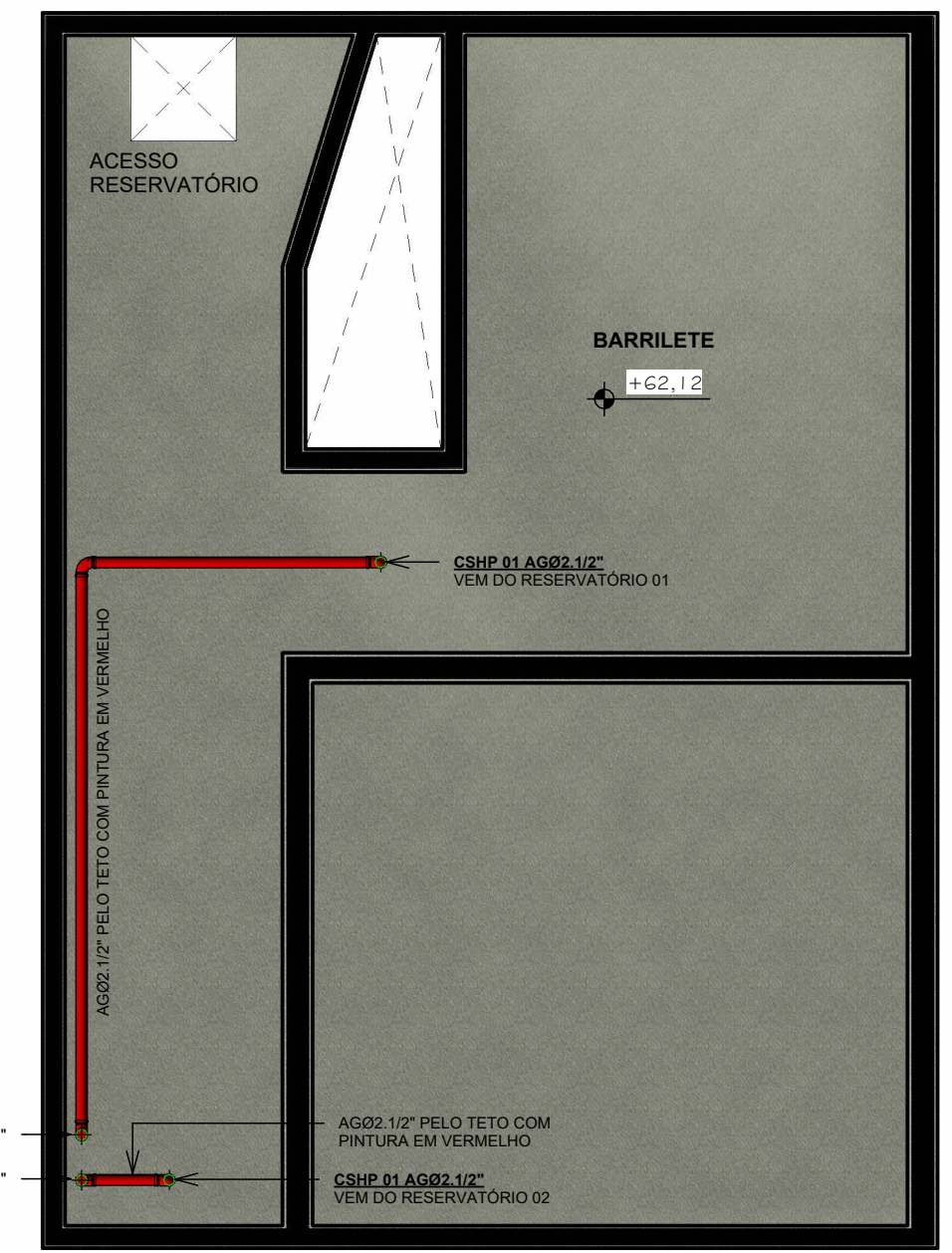
DISCIPLINA				
PAVIMENTO ÁTICO				
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	COMPUTAÇÃO GRÁFICA	CODIGO	DATA	PRINCHA
----	JORDAN PHILIPSEN	01	DEZ / 2023	09
CO-AUTOR DO PROJETO	ESCALA	REVISÃO	CLASSE	
----	1 : 50		IFSC	



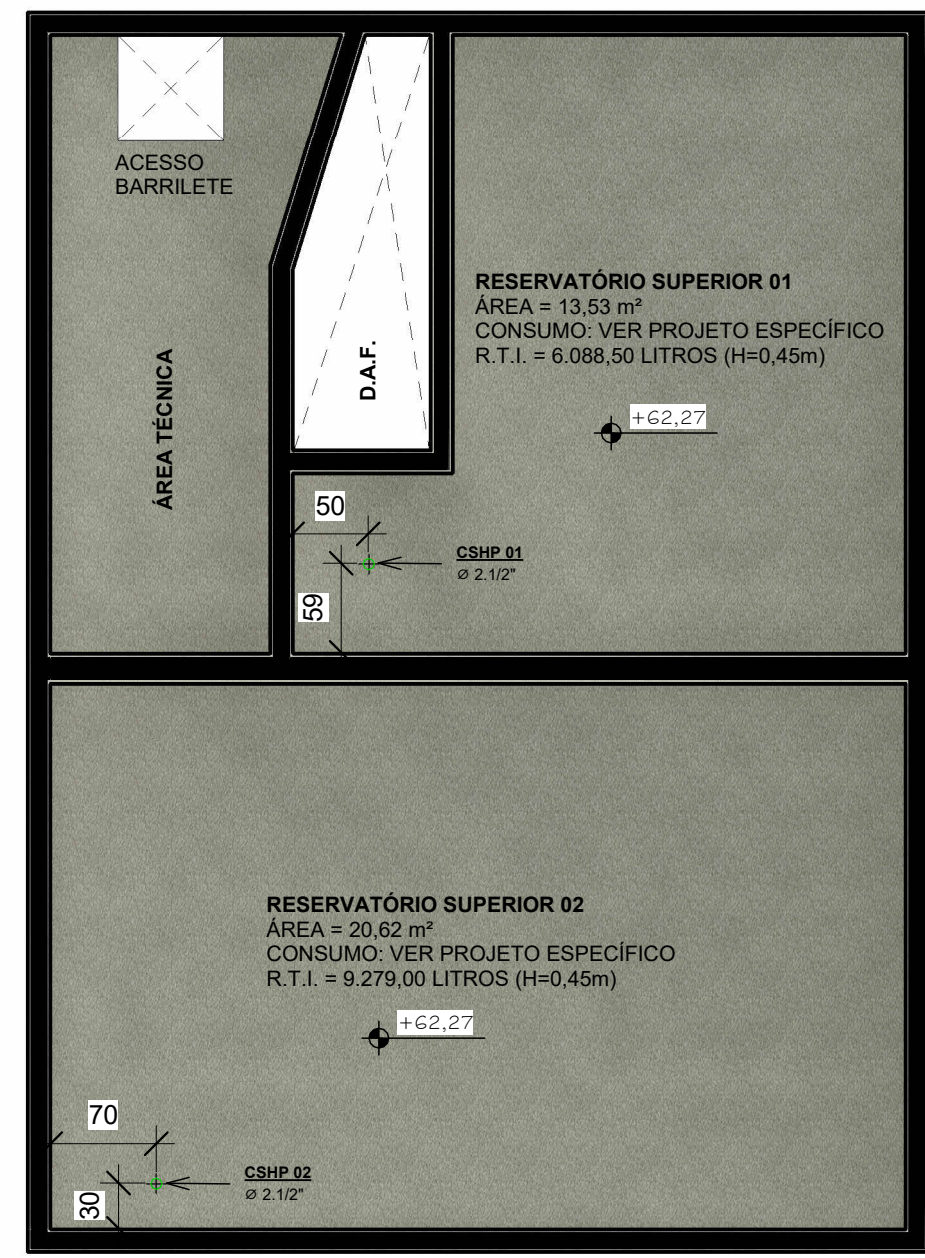
1 **PLANTA CASA DE MÁQUINAS**
Escala: 1 : 50



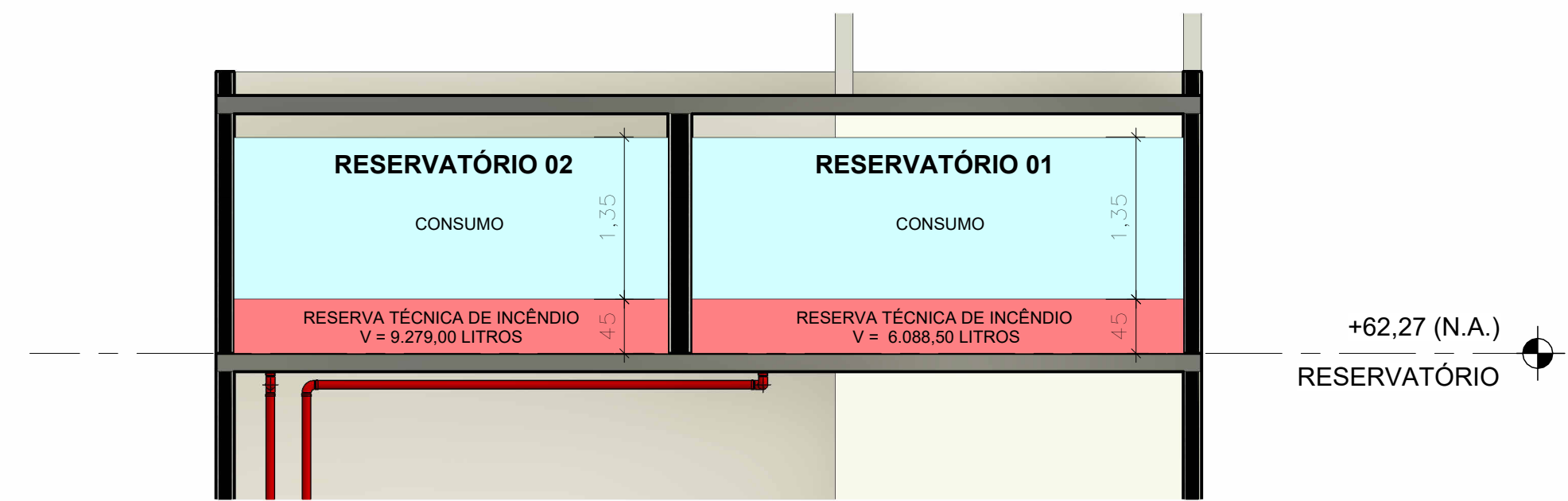
2 **PLANTA BARRILETE**
Escala: 1 : 50



3 **PLANTA TETO BARRILETE**
Escala: 1 : 50



4 **PLANTA RESERVATÓRIO**
Escala: 1 : 50



5 **DETALHE RESERVATÓRIO**
Escala: 1 : 50

LEGENDA SHP	
CSHP	COLUNA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
AMM	ABRIGO DE MANGUEIRAS DE MANGOTINHOS
HR	HIDRANTE DE RECALQUE
AG	AÇO GALVANIZADO
RG	REGISTRO DE GAVETA
VR	VÁLVULA DE RETENÇÃO
CF	CHAVE DE FLUXO

ESTE PROJETO PODE SER VIZUALIZADO VIRTUALMENTE
APONTE SEU CELULAR PARA O QR CODE ABAIXO

IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESTE PROJETO INTEGRA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.

SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO: ESTUDO APLICADO A EDIFICAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORDAN THIAGO PHILIPSEN DA SILVA
ORIENTADORA: ANA PAULA PUPO CORREIA, DRA.

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Florianópolis

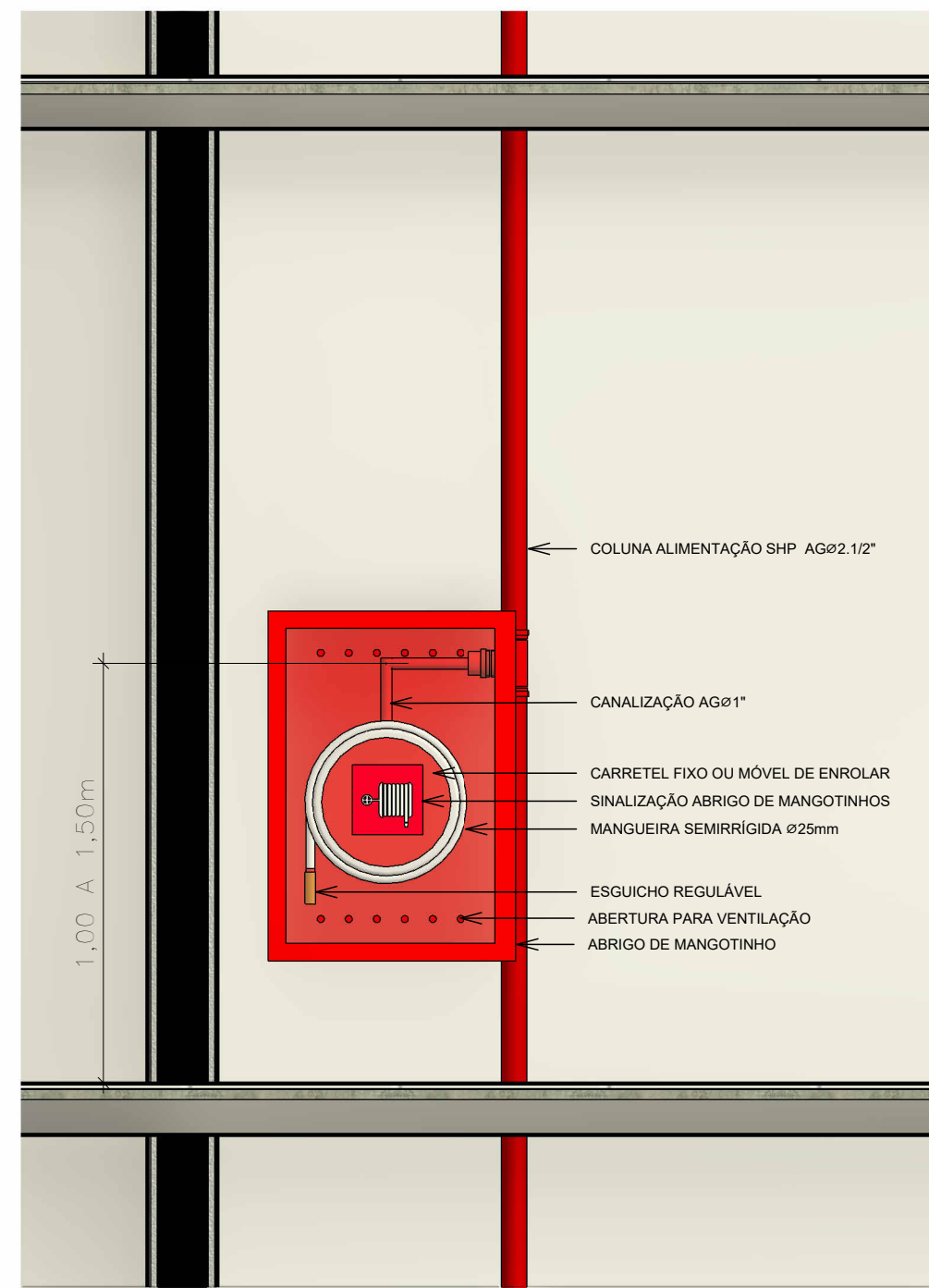
APLICAÇÃO SHP POR MANGOTINHOS

ENDEREÇO DA OBRA
SÃO JOSÉ, SANTA CATARINA, BRASIL

AUTOR DO PROJETO JORDAN THIAGO PHILIPSEN DA SILVA	MATRICULA 201910004189	ASSINATURA
PROJETO ARQUITETÔNICO ----	CREA ----	ASSINATURA

DISCRIMINAÇÃO
CASA DE MÁQUINAS/BARRILETE/RESERVATÓRIO

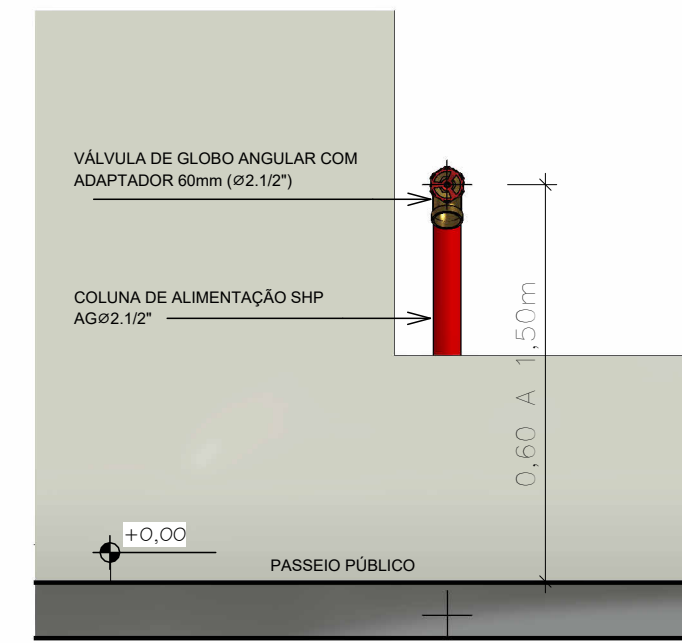
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO ----	COMPUTAÇÃO GRÁFICA JORDAN PHILIPSEN	CODIGO 01	DATA DEZ / 2023	PRINCHA 10
CO-AUTOR DO PROJETO ----	ESCALA 1 : 50	REVISÃO	CLASSE IFSC	



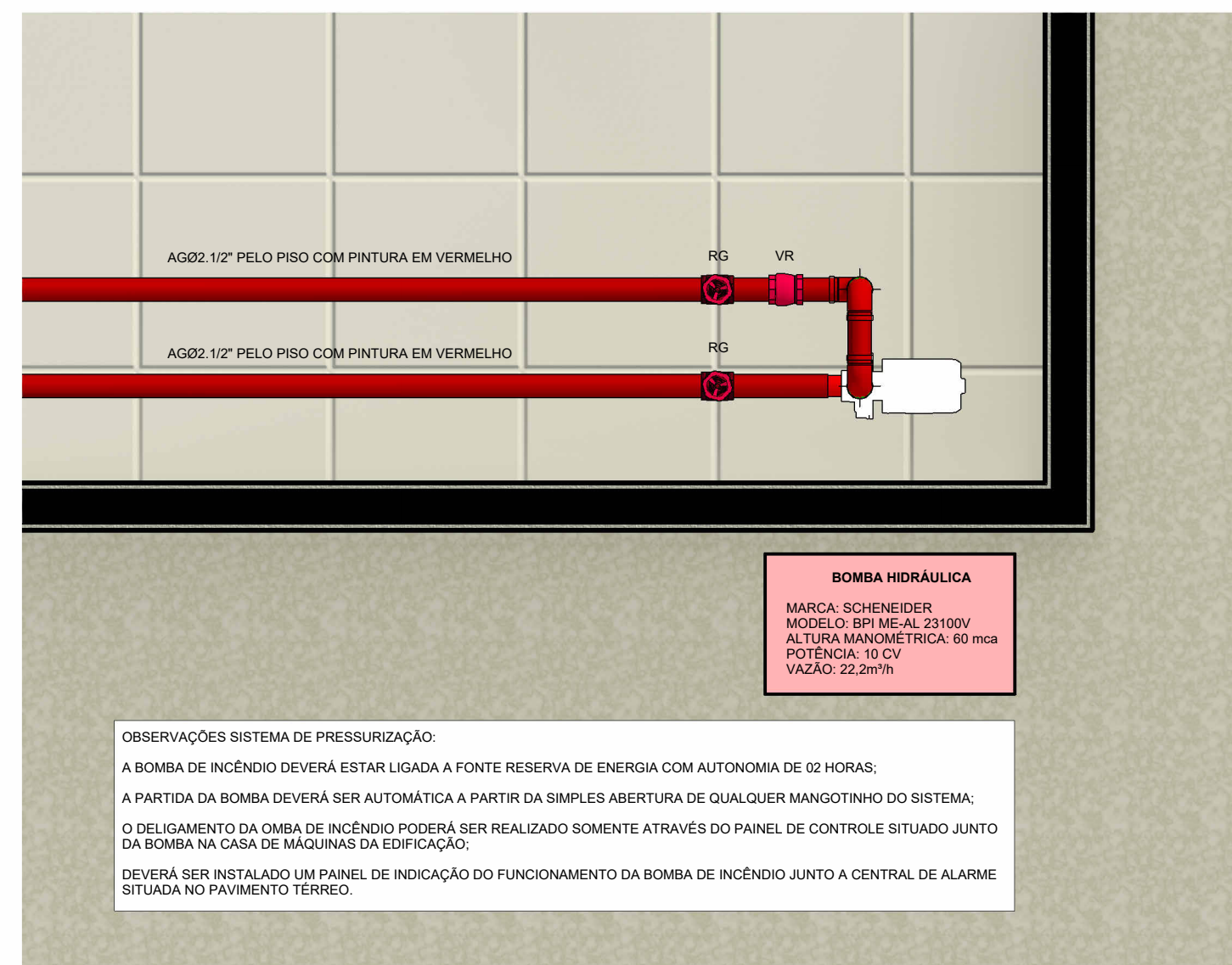
1 ABRIGO DE MANGOTINHO
Escala: 1 : 20



2 TOMADA D'ÁGUA CBMSC
Escala: 1 : 20



3 HIDRANTE DE RECALQUE
Escala: 1 : 20



4 DETALHE BOMBA HIDRÁULICA
Escala: 1 : 20

OBSERVAÇÕES SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO

TODA TUBULAÇÃO DE S.H.P. APARENTE, SERÁ PINTADA NA COR VERMELHA;
TODA TUBULAÇÃO DE S.H.P. ENTERRADA, TERÁ TRATAMENTO ANTI CORROSIVO;
TODA TUBULAÇÃO DE S.H.P. SERÁ EM AÇO GALVANIZADO;
TODA TUBULAÇÃO DE S.H.P. TERÁ RESIST. MÍNIMA = 150 mca (15 kgf/cm²);
A MANGUEIRA PARA MANGOTINHO DEVE SER ACONDICIONADA ENROLADA, EM CARRETEL FIXO OU MÓVEL, DENTRO DE ABRIGO, PERMITINDO SUA UTILIZAÇÃO COM FACILIDADE E RAPIDEZ.

LEGENDA SHP	
CSHP	COLUNA DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO
AMM	ABRIGO DE MANGUEIRAS DE MANGOTINHOS
HR	HIDRANTE DE RECALQUE
AG	AÇO GALVANIZADO
RG	REGISTRO DE GAVETA
VR	VÁLVULA DE RETENÇÃO
CF	CHAVE DE FLUXO



IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESTE PROJETO INTEGRA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.

SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO: ESTUDO APLICADO A EDIFICAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORDAN THIAGO PHILIPPSEN DA SILVA

ORIENTADORA: ANA PAULA PUPO CORREIA, DRA.



APLICAÇÃO SHP POR MANGOTINHOS

ENFEREÇO DA OBRA SÃO JOSÉ, SANTA CATARINA, BRASIL		
AUTOR DO PROJETO JORDAN THIAGO PHILIPPSEN DA SILVA	MATRICULA 201910004189	ASSINATURA
PROJETO ARQUITETÔNICO ----	CREA ----	ASSINATURA

DETALHES SHP POR MANGOTINHOS

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO ----	COMPUTAÇÃO GRÁFICA JORDAN PHILIPPSEN	CODIGO 01	DATA DEZ / 2023	PRINCHA 11
CO-AUTOR DO PROJETO ----	ESCALA 1 : 20	REVISÃO	CLASSE IFSC	

APÊNDICE B – Planilha de Dimensionamento do Sistema Hidráulico Preventivo (SHP) por Mangotinhos

Dimensionamento do Sistema Hidráulico Preventivo por Mangotinhos																																																																									
Informações da Edificação Empreendimento: _____ Projetista: _____ Responsável Técnico: _____ AUT: _____ Área Total Construída (m ²): _____ m ² Carga de incêndio: = 1,200 M/m ²																																																																									
Informações do Sistema Hidráulico Preventivo Tipo de sistema: Tipo 2 – Sistema de Mangotinhos Mangotinho: Tipo 5 – Mangote de Borracha 25mm (1") Nº de Mangotinhos: _____ lit. Nº Mangotinhos Simultâneos: 0 lit. Vazão Mínima (Por Ponto): 80,00 L/min Vazão Mínima (Simultânea): 0,00 L/min Volume Mínimo RT: 0,00 m ³ Pressão Residual Ponto de Esguicho: _____ mca Comprimento Mangotinho (L): _____ m Penda de Carga no Mangote: 0,00 mca Penda de Carga Esguicho Regulável: 27,00 mca Penda de Carga Válvula: 0,01 mca Penda de Carga Canalização Ramal: 1,68 mca Penda de Carga no Conjunto: 28,43 mca Pressão Mínima Inicial Ponto A: 28,43 mca Fator de Variação: 15,00 ((lit/m ² mca) ² (1-3))																																																																									
Determinação Pressão Mínima Ponto A (Vazão Mangotinho 01) Trecho de Canalização: RS – A Diâmetro da Canalização: _____ Vazão Mínima: 0,0000 m ³ /s <table border="1"> <thead> <tr> <th>Conexão/Canalização</th> <th>Quantidade</th> <th>Equivalência</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Válvula de Retenção</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Registro de Gaveta aberto</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Joelho 90º</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Joelho 45º</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Tê de passagem lateral</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Entrada/saída</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Tubulação</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Comprimento teórico da canalização</td> <td></td> <td></td> <td>0 m</td> </tr> </tbody> </table> Penda de carga total no trecho: 0 mca Nova pressão no ponto A (P _A): 28,43 mca Vazão no Mangotinho 1: 80 l/min	Conexão/Canalização	Quantidade	Equivalência	Total	Válvula de Retenção	0	0	0 m	Registro de Gaveta aberto	0	0	0 m	Joelho 90º	0	0	0 m	Joelho 45º	0	0	0 m	Tê de passagem lateral	0	0	0 m	Entrada/saída	0	0	0 m	Tubulação	1	0	0 m	Comprimento teórico da canalização			0 m	Cálculo da Vazão Mangotinho 02 Trecho de Canalização: A – B Diâmetro da Canalização: _____ Vazão Mínima: -0,0013 m ³ /s <table border="1"> <thead> <tr> <th>Conexão/Canalização</th> <th>Quantidade</th> <th>Equivalência</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Válvula de Retenção</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Registro de Gaveta aberto</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Joelho 90º</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Joelho 45º</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Tê de passagem lateral</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Entrada/saída</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Tubulação</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Comprimento teórico da canalização</td> <td></td> <td></td> <td>0 m</td> </tr> </tbody> </table> Penda de carga total no trecho: Não se Aplica mca Desnível Ponto A – B: _____ m Pressão no Ponto B: Não se Aplica mca Vazão no Mangotinho 2: Não se Aplica l/min	Conexão/Canalização	Quantidade	Equivalência	Total	Válvula de Retenção	0	0	0 m	Registro de Gaveta aberto	0	0	0 m	Joelho 90º	0	0	0 m	Joelho 45º	0	0	0 m	Tê de passagem lateral	0	0	0 m	Entrada/saída	0	0	0 m	Tubulação	1	0	0 m	Comprimento teórico da canalização			0 m
Conexão/Canalização	Quantidade	Equivalência	Total																																																																						
Válvula de Retenção	0	0	0 m																																																																						
Registro de Gaveta aberto	0	0	0 m																																																																						
Joelho 90º	0	0	0 m																																																																						
Joelho 45º	0	0	0 m																																																																						
Tê de passagem lateral	0	0	0 m																																																																						
Entrada/saída	0	0	0 m																																																																						
Tubulação	1	0	0 m																																																																						
Comprimento teórico da canalização			0 m																																																																						
Conexão/Canalização	Quantidade	Equivalência	Total																																																																						
Válvula de Retenção	0	0	0 m																																																																						
Registro de Gaveta aberto	0	0	0 m																																																																						
Joelho 90º	0	0	0 m																																																																						
Joelho 45º	0	0	0 m																																																																						
Tê de passagem lateral	0	0	0 m																																																																						
Entrada/saída	0	0	0 m																																																																						
Tubulação	1	0	0 m																																																																						
Comprimento teórico da canalização			0 m																																																																						
Cálculo da Vazão Mangotinho 03 Trecho de Canalização: B – C Diâmetro da Canalização: _____ Vazão Mínima: -0,0027 m ³ /s <table border="1"> <thead> <tr> <th>Conexão/Canalização</th> <th>Quantidade</th> <th>Equivalência</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Válvula de Retenção</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Registro de Gaveta aberto</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Joelho 90º</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Joelho 45º</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Tê de passagem lateral</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Entrada/saída</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Tubulação</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Comprimento teórico da canalização</td> <td></td> <td></td> <td>0 m</td> </tr> </tbody> </table> Penda de carga total no trecho: Não se Aplica mca Desnível Ponto B – C: _____ m Pressão no Ponto C: Não se Aplica mca Vazão no Mangotinho 3: Não se Aplica l/min	Conexão/Canalização	Quantidade	Equivalência	Total	Válvula de Retenção	0	0	0 m	Registro de Gaveta aberto	0	0	0 m	Joelho 90º	0	0	0 m	Joelho 45º	0	0	0 m	Tê de passagem lateral	0	0	0 m	Entrada/saída	0	0	0 m	Tubulação	1	0	0 m	Comprimento teórico da canalização			0 m	Cálculo da Vazão Mangotinho 04 Trecho de Canalização: C – D Diâmetro da Canalização: _____ Vazão Mínima: -0,0030 m ³ /s <table border="1"> <thead> <tr> <th>Conexão/Canalização</th> <th>Quantidade</th> <th>Equivalência</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Válvula de Retenção</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Registro de Gaveta aberto</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Joelho 90º</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Joelho 45º</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Tê de passagem lateral</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Entrada/saída</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Tubulação</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0 m</td> </tr> <tr> <td>Comprimento teórico da canalização</td> <td></td> <td></td> <td>0 m</td> </tr> </tbody> </table> Penda de carga total no trecho: Não se Aplica mca Desnível Ponto C – D: _____ m Pressão no Ponto D: Não se Aplica mca Vazão no Mangotinho 4: Não se Aplica l/min	Conexão/Canalização	Quantidade	Equivalência	Total	Válvula de Retenção	0	0	0 m	Registro de Gaveta aberto	0	0	0 m	Joelho 90º	0	0	0 m	Joelho 45º	0	0	0 m	Tê de passagem lateral	0	0	0 m	Entrada/saída	0	0	0 m	Tubulação	1	0	0 m	Comprimento teórico da canalização			0 m
Conexão/Canalização	Quantidade	Equivalência	Total																																																																						
Válvula de Retenção	0	0	0 m																																																																						
Registro de Gaveta aberto	0	0	0 m																																																																						
Joelho 90º	0	0	0 m																																																																						
Joelho 45º	0	0	0 m																																																																						
Tê de passagem lateral	0	0	0 m																																																																						
Entrada/saída	0	0	0 m																																																																						
Tubulação	1	0	0 m																																																																						
Comprimento teórico da canalização			0 m																																																																						
Conexão/Canalização	Quantidade	Equivalência	Total																																																																						
Válvula de Retenção	0	0	0 m																																																																						
Registro de Gaveta aberto	0	0	0 m																																																																						
Joelho 90º	0	0	0 m																																																																						
Joelho 45º	0	0	0 m																																																																						
Tê de passagem lateral	0	0	0 m																																																																						
Entrada/saída	0	0	0 m																																																																						
Tubulação	1	0	0 m																																																																						
Comprimento teórico da canalização			0 m																																																																						
Determinação da Altura Mínima Superior Pressão Total Mínima (P _T): 28,43 mca Desnível RS e A: _____ m Observação: Pressão Pressurização Altura Manométrica Mínima: 28,43 mca																																																																									
Resumo - Dimensionamento Mangotinhos Volume Mínimo RT: 0,00 m ³ Altura Manométrica Mínima (Calculada): 28,43 mca Altura manométrica (Bomba): 28,43 mca Vazão Mínima (Bomba): 0 m ³ /s Potência Mínima (Bomba): 0 ca																																																																									
Definição Conjunto Motobomba Marca: _____ Modelo: _____ Altura manométrica (Adotada): _____ mca Vazão (Adotada): _____ m ³ /s Potência (Adotada): _____ ca Rendimento (Adotado): _____ % Observação: Verificar Conjunto Moto-Bomba																																																																									