

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
SAMUEL OTTÁVIO TEIXEIRA ROCHA

**COMPARATIVO ENTRE TRÊS TÉCNICAS DE ADUÇÃO DE
ÁGUA NO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO DE INCÊNDIO**

LAGES
2020

SAMUEL OTTÁVIO TEIXEIRA ROCHA

**COMPARATIVO ENTRE TRÊS TÉCNICAS DE ADUÇÃO DE
ÁGUA NO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO DE INCÊNDIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Me Aldori Batista dos Anjos

LAGES

2020

SAMUEL OTTÁVIO TEIXEIRA ROCHA

**COMPARATIVO ENTRE TRÊS TÉCNICAS DE ADUÇÃO DE
ÁGUA NO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO DE INCÊNDIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Me Aldori Batista dos Anjos

Lages, SC ____/____/ 2020. Nota _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Aldori Batista dos Anjos
Orientador

Prof. ^a Dra Maria Benta

Prof. Pierre W. dos Anjos

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que não deixou faltar forças em nenhum dos vários momentos de dificuldade. Dedico também aos meus pais, que com muito esforço e trabalho, puderam realizar meu sonho de estar concluindo este curso de graduação.

“Aceita o conselho dos outros, mas nunca desista da tua própria opinião”.

William Shakespeare

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de realizar este curso de graduação, por sempre estar presente acalmando e dando energia para continuar.

Em especial aos meus pais Delcido Pedro da Rocha e Maria Alves Teixeira Rocha, seguindo sempre como meu espelho e inspiração, que com amor e trabalho fizeram eu me tornar a pessoa que sou.

A minha namorada Deise Alano Padilha, que me deu apoio sempre que precisei nas horas mais difíceis.

Ao orientador Prof. Me Aldori Batista dos Anjos por todo o ensinamento ao longo da graduação, por todo o apoio na realização deste trabalho.

À todos os professores do Centro Universitário Unifacvest, pelo aprendizado e por fazerem parte da minha graduação, por toda experiência e conhecimento passados.

Aos meus demais amigos e colegas de sala que participaram de certa maneira da minha formação acadêmica.

Eu agradeço a todos que de alguma forma direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, e que depositaram confiança em mim, o meu muito obrigado.

COMPARATIVO ENTRE TRÊS TÉCNICAS DE ADUÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO DE INCÊNDIO

Samuel Ottávio Teixeira Rocha¹
Aldori Batista dos Anjos²

RESUMO

A pesquisa realizada neste trabalho pretende elaborar um comparativo entre três técnicas de adução de água no Sistema Hidráulico Preventivo (SHP), em um depósito de madeiras que será construído no Bairro Tributo em Lages – SC. Os tipos de adução em pesquisa foram: SHP Tipo I - Reservatório em castelo d'água e adução feita por gravidade; SHP Tipo II - Reservatório Inferior e adução feita por bombas e SHP Tipo III - Reservatório em castelo d'água e adução feita por bomba reforço. Para embasar a pesquisa foi elaborada uma caracterização acerca dos conceitos relacionados ao fogo, bem como os critérios normativos a respeito dos sistemas abordados. Para a composição do comparativo referente ao dimensionamento dos três sistemas, todas as bibliografias, equações e parâmetros pré-estabelecidos foram devidamente apresentados. A elaboração do dimensionamento dos sistemas teve em vista constatar a eficiência de ambos no combate ao incêndio, por meio dos valores encontrados para as vazões, pressões e altura manométrica. Foram dimensionados em Projeto todos os quantitativos do Sistema Hidráulico Preventivo (SHP) e da estrutura, para que posteriormente pudesse levantar os orçamentos de custos diretos através da tabela SINAPI 05/2020 de Santa Catarina. Considerando-se os resultados e discursões deste estudo, os resultados demonstraram um custo direto total de R\$ 69.627,67 para o SHP Tipo I, R\$ 62.951,28 para o SHP Tipo II e R\$ 79.257,80 para o SHP Tipo III, portanto, analisando somente os custos diretos, o SHP Tipo II mostrou-se mais eficiente que os demais. Em comparação a esse, o SHP Tipo I resultou-se 10,60% mais oneroso e o SHP Tipo III apresentou-se 25,90% mais caro. Contudo, devido à diferença do custo total ser relativamente pequena e considerando-se as manutenções periódicas durante a vida útil das bombas de incêndio e possíveis falhas no seu funcionamento, sugere-se a implantação do SHP Tipo I, onde a adução do sistema é de forma gravitacional e assim mais favorável à segurança da edificação.

Palavras-chaves: SHP, Adução, Custo Direto.

¹ Acadêmico da 10ª fase do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNIFACVEST.

² Professor Mestre do Centro Universitário UNIFACVEST.

COMPARATIVO ENTRE TRÊS TÉCNICAS DE ADUÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO DE INCÊNDIO

Samuel Ottávio Teixeira Rocha¹
Aldori Batista dos Anjos²

ABSTRACT

The research carried out in this work intends to elaborate a comparison between three types of water supply in the Preventive Hydraulic System (SHP) in a wood deposit that will be built in Bairro Tributo in Lages - SC. The types of research adduction were: SHP Type I - Water castle reservoir and adduction made by gravity; SHP Type II - Lower Reservoir and adduction made by pumps; SHP Type III - Reservoir in water castle and adduction made by reinforcement pump. To support the research, a characterization was developed about the concepts related to fire, as well as the normative criteria regarding the systems addressed. For the composition of the comparative referring to the dimensioning of the three systems, all bibliographies, equations and pre-established parameters were duly presented. The elaboration of the dimensioning of the systems had in view to verify the efficiency of both in the fight against the fire, through the values found for the flows, pressures and head. All Quantitative of the Preventive Hydraulic System (SHP) and the structure were dimensioned in the Project, so that later it could raise the direct cost budgets through the SINAPI 05/2020 table in Santa Catarina. Considering the results and speeches of this study, the results showed a total direct cost of R \$ 69,627.67 for SHP Type I, R \$ 62,951.28 for SHP Type II and R \$ 79,257.80 for SHP Type III therefore, analyzing only the direct costs, the SHP Type II proved to be more efficient than the others. In comparison to this, SHP Type I was 10.60% more expensive and SHP Type III was 25.90% more expensive. However, due to the difference in the total cost being relatively small and considering the periodic maintenance during the life of the fire pumps and possible failures in their operation, it is suggested the implementation of the SHP Type I, where the adduction of the system is gravitational way and thus more favorable to the security of the building.

Keywords: SHP, Adduction, Direct Cost.

¹ Academic of the 10th phase of the Civil Engineering Course at the UNIFACVEST University Center.

² Master Teacher at the UNIFACVEST University Center..

LISTA DE SÍMBOLOS

MJ – Mega Joule

*m*² – metros quadrados

*m*³ – metros cúbicos

Ø – diâmetro das tubulações;

Mpa – Mega Pascal;

h – altura;

m.c.a – metros de coluna d'água;

kgf – Quilograma força.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;

CBMSC – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina;

IN – Instrução Normativa;

NBR – Norma Brasileira;

NSCI – Normas de Segurança Contra Incêndio

RTI – Reserva Técnica de Incêndio;

SHP – Sistema Hidráulico Preventivo;

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tipos de Sistemas.....	26
Tabela 2 - Tipos de Mangueiras	32
Tabela 3- Volume Mínimo da R.T.I.....	36
Tabela 4 - Carga de Incêndio	40
Tabela 5- Comparativo de custos diretos dos três sistemas.	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Tetraedo do Fogo	22
Figura 2- Classes de Incêndio	23
Figura 3- Resfriamento do fogo	24
Figura 4- Abafamento do fogo	25
Figura 5 - Detalhe do Abrigo com dois lances de mangueiras	27
Figura 6 - Detalhe do Abrigo com um lance de mangueira	28
Figura 7- Hidrante de Recalque com abrigo	29
Figura 8 - Hidrante de Recalque Aparente.....	30
Figura 9- Hidrante de Recalque Embutido	30
Figura 10 - Tubulação de Hidrantes.....	31
Figura 11 - Válvula Angular	32
Figura 12 - Esguicho Agulheta	33
Figura 13 - Esguicho Regulável.....	34
Figura 14 - Terreno do Estudo de Caso	39
Figura 15 - Maquetes eletrônicas: A) Torre de elevação do reservatório SHP tipo I. B) Casa de bombas e reservatório inferior SHP tipo II. C) Torre de elevação do reservatório e casa de bombas SHP tipo III.	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráficos 1 - Custo direto total para a implantação do SHP Tipo I.....	47
Gráficos 2 - Custo direto total para a implantação do SHP Tipo II	53
Gráficos 3 - Custo direto total para a implantação do SHP Tipo III.....	58

Sumário

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA.....	17
1.2 OBJETIVO GERAL	17
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	18
1.5 METODOLOGIA	18
2 SISTEMAS PREVENTIVOS CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO	20
2.1 VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NA PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	20
2.2 A IMPORTÂNCIA DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES	20
2.3 FOGO E INCÊNDIO	21
2.4 CLASSES DE INCÊNDIO	23
2.5 USO DA ÁGUA NO COMBATE AO INCÊNDIO	24
3 SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO	25
3.1 TIPOS DE SISTEMAS	26
3.2 HIDRANTES	26
3.3 ABRIGO DE MANGUEIRAS.....	27
3.4 HIDRANTE DE RECALQUE.....	28
3.5 TUBULAÇÕES.....	31
3.6 VÁLVULAS	32
3.7 MANGUEIRAS	32
3.8 ESGUICHOS.....	33
3.8.1 Esguicho tipo agulheta:	33
3.8.2 Esguicho tipo regulável:	34
3.9 LOCALIZAÇÃO E SINALIZAÇÃO DOS HIDRANTES OU MANGOTINHOS	35
3.10 QUANTIDADE DE HIDRANTES OU MANGOTINHOS	35
3.11 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO.....	35
3.12 RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO (RTI).....	36
3.13 RESERVATÓRIOS	36
3.13.1 Reservatório elevado (castelo d' água) e adução feita por gravidade	37

3.13.2 Reservatório Inferior e adução feita por bombas	37
3.13.3 Bombas de Incêndio.....	38
4 ESTUDO DE CASO.....	39
4.1 CARGA DE INCÊNDIO	40
4.2 CASA DE BOMBAS E ELEVAÇÃO DO RESERVATÓRIO.....	41
4.3 DIMENSIONAMENTO DO SHP	42
5 SHP TIPO I - CASTELO D' ÁGUA ADUÇÃO FEITA POR GRAVIDADE	43
5.1 MEMORIAL DE CÁLCULO DA TUBULAÇÃO.....	43
5.2 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA.....	46
6 SHP TIPO II - RESERVATÓRIO INFERIOR E ADUÇÃO FEITA POR BOMBAS	47
6.1 MEMORIAL DE CÁLCULO DA TUBULAÇÃO.....	48
7 SHP TIPO III - CASTELO D' ÁGUA COM ADUÇÃO FEITA POR GRAVIDADE E POR BOMBA DE REFORÇO	53
7.1 MEMORIAL DE CÁLCULO DA TUBULAÇÃO.....	53
7.2 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA.....	57
8 RESULTADOS E DISCURSÕES	58
9 CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXO A.....	64
ANEXO B.....	69
ANEXO C.....	74
ANEXO D.....	79
ANEXO E.....	80
ANEXO F.....	81
ANEXO G.....	82

1 INTRODUÇÃO

Os acidentes envolvendo fogo em edificações são um problema recorrente historicamente. Em épocas passadas os edifícios não eram projetados com a adequada prevenção para o combate a incêndios, e quando um desastre ocorria eles eram dizimados em pouco tempo de incêndio, acarretando numerosas vítimas e prejuízos materiais.

Na década de 70, em virtude de grandes tragédias que ocorreram no Brasil e vitimaram centenas de pessoas, as atividades de prevenção e combate a incêndios tiveram grande desenvolvimento e a atitude passiva de que as tragédias que ocorriam eram fatalidades não foi mais admissível. Ficou evidente que se os incêndios e as tragédias podiam ser evitados através de medidas preventivas, essas medidas deveriam ser cobradas e fiscalizadas pelo Corpo de Bombeiros, ONO (2008).

Com o tempo o cuidado em relação a segurança e bem-estar das pessoas, do patrimônio material e as vezes até cultural, aumentou, como também cresceu a vigilância das prefeituras municipais e do Corpo de Bombeiros Militar de cada Estado sobre os projetos de novos edifícios.

Para formular o projeto de prevenção contra incêndio e pânico de uma edificação, deve-se atentar para as várias formas de combate indicadas. Em alguns casos, o corpo de bombeiros do estado de Santa Catarina requer a instalação de um sistema hidráulico preventivo (SHP), que pode ser dimensionado de várias maneiras diferentes, adequando-se à demanda do local.

Ao idealizar um SHP, alguns detalhes devem ser observados, como a disponibilidade de pressão nos esguichos, o tempo de funcionamento do sistema alimentado pela RTI, a disposição dos hidrantes no ambiente, dentre outros fatores. Dependendo da ocupação e carga de incêndio da edificação, seu risco é determinado para que se obtenha os dados primários como vazão no esguicho e outras disposições. Um estudo detalhado é necessário para montar o sistema, já que todas as peças utilizadas, bem como as distâncias apresentadas em projeto, são cruciais para determinação das perdas de carga, que são os fatores mais importantes na análise de pressões.

O SHP é constituído por uma rede de tubulações que tem a finalidade de conduzir água de uma RTI, por meio da gravidade ou pela interposição de bombas, permitindo o combate do princípio de incêndio através da abertura de hidrante para o emprego de mangueiras e esguichos.

Pretende-se com o desenvolvimento deste trabalho fazer a verificação das principais vantagens e desvantagens dos sistemas de adução de água no SHP, efetuando uma análise qualitativa e quantitativa, a qual contém o melhor custo-benefício para execução do SHP na edificação escolhida como estudo de caso.

1.1 JUSTIFICATIVA

A preocupação com a segurança e com o bem-estar em ambientes de uso coletivo está em um crescente sem precedentes na história do país. O cenário recente tem alertado para o despreparo das edificações quanto a segurança de seus usuários.

Muitos centros recreativos, escolas, prédios, comércios e etc, têm buscado se adaptar às normas vigentes, as quais vem evoluindo ano após ano, mudando a cena, no que diz respeito à segurança de edificações.

A constante modernização dos sistemas de projeto torna imperativo que o profissional se atualize com as tendências do mercado. O engenheiro civil deve solucionar problemas, e dimensionar o sistema de prevenção se tornou tarefa fundamental. Porém é uma tarefa que exige trabalho árduo, já que o dimensionamento leva em consideração um número elevado de variáveis, desde econômicas, até técnicas e sociais. Isso requer uma análise qualitativa e quantitativa das opções disponíveis, buscando um resultado preciso e adequado a cada caso.

A Instrução Normativa 007/2017 – CBMSC cita que abastecimento do SHP poderá ser feito através de reservatório superior ou reservatório inferior. Ao projetar um SHP, sempre se tem a dúvida de qual forma de adução de água utilizar. Aparentemente o sistema com interposição de bombas é menos oneroso do que o reservatório elevado, porem necessita passar por diversas manutenções preventivas, enquanto o reservatório tem sua adução gravitacional sendo menos suscetível a falhas de funcionamento. Assim devido ao questionamento de vários projetistas decidiu-se fazer esta pesquisa a fim de levantar o custo direto relacionado as três formas de adução de água no SHP e fazer uma análise qualitativa de ambas.

1.2 OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem como objetivo geral o dimensionamento e levantamento dos custos diretos para implantação do Sistema Hidráulico Preventivo em um estudo de caso de um depósito de madeiras que será construído, comparando três tipos de sistemas e suas respectivas formas de adução de água conforme abaixo:

SHP Tipo I: Reservatório em castelo da água e adução feita por gravidade;

SHP Tipo II: Reservatório Inferior e adução feita por bombas;

SHP Tipo III: Reservatório em castelo da água e adução feita por bomba reforço.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar o conceito e importância dos Sistemas Preventivos Contra Incêndio e Pânico;
- Apresentar o conceito, finalidade e componentes do Sistema Hidráulico Preventivo;
- Dimensionar em projeto a rede de hidrantes do SHP I, II e III;
- Apresentar o memorial de cálculo de vazão, pressão e altura manométrica necessárias no SHP I, II e III;
- Realizar o levantamento quantitativo para identificar os custos diretos para os três tipos de sistemas, utilizando-se das composições de preços unitários previsto na tabela SINAPI, comparando economicamente qual dos sistemas é mais viável implementar na edificação em estudo.

1.4 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A NSCI, IN 007 (2014), prevê que o abastecimento do SHP poderá ser feito através de reservatório superior, reservatório inferior, inclusive mananciais naturais, e por castelo da água, e sua adução feita pela ação da gravidade ou por instalação de bombas. Diante do exposto, surge o seguinte questionamento: Qual tipo de Sistema Hidráulico Preventivo apresenta o melhor custo benefício para implantação em um depósito de madeiras que será construído?

1.5 METODOLOGIA

O trabalho apresenta uma pesquisa, estruturada em uma revisão bibliográfica de teses, dissertações, pesquisa em sites da internet, artigos e revistas especializadas no conteúdo. O trabalho contará também com pesquisas em livros específicos do assunto.

O estudo em pauta tem aprofundamento na área de Sistemas Preventivos Contra Incêndio e Pânico, com foco nos meios de adução de água no Sistema Hidráulico Preventivo. Com o seguinte tema: Comparativo entre três técnicas de adução de água no Sistema Hidráulico Preventivo.

O trabalho apresenta uma revisão básica sobre os temas: Sistemas Preventivos Contra Incêndio e Pânico, Sistema Hidráulico Preventivo e faz uma analogia de um Estudo de Caso de um barracão com ocupação Depósito de Madeiras que esta na fase de elaboração de PPCI , tendo como foco desta pesquisa definir qual seria a forma de adução

de água no SHP mais viável economicamente e funcionalmente a se implementar nesta edificação.

No segundo capítulo da pesquisa apresenta-se conceitos importantes dos sistemas preventivos contra incêndio e pânico e sua importância nas edificações, fogo e incêndio, as classes de incêndio e o uso da água no combate ao incêndio.

No terceiro capítulo tem-se um pequeno resumo do que é o Sistema Hidráulico Preventivo, seus meios de adução, reservatórios, tubulações, válvulas, mangueiras e esguichos.

No quarto capítulo demonstramos as características da edificação que será construída escolha como estudo de caso nesta pesquisa.

Nos capítulos cinco, seis e sete, apresenta cada meio de adução de água nos respectivos sistemas comparados, efetuando os cálculos de vazão, pressão e altura manométrica, para assim dimensionar os sistemas e fazer uma análise quantitativa e qualitativa para suas respectivas implantações.

Por fim, comparamos o montante dos três sistemas de adução e concluímos qual a alternativa seria mais viável para implantação na edificação em estudo de caso.

2 SISTEMAS PREVENTIVOS CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

O conceito de prevenção contra sinistros ligados ao incêndio não recebe toda a atenção que deveria no Brasil, a falta de equipes de brigadistas em empresas e condomínios, como aponta D'Ávila (1992), é ponto chave desse descaso. Segundo o autor, os usuários da edificação deveriam estar atentos a apenas dois procedimentos de segurança: não entrar em pânico e aguardar instrução dos brigadistas. Estes por sua vez deveriam ter conhecimentos sobre extintores, procedimentos de evacuação, controle de pânico e afins, que são elementos fundamentais em uma situação de sinistro.

2.1 VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NA PREVENÇÃO DE INCÊNDIO

As diversas alterações e inovações nas instalações prediais geram novos riscos de incêndio, e por consequência, reduzem a segurança dos usuários e vulnerabilizam os bens materiais dispostos no local. Por tanto, qualquer propagação violenta de fogo, que gera danos materiais ou perdas de vidas humanas é considerada como incêndio, e este pode se tornar uma catástrofe de proporções gigantescas caso não seja controlado. Acúmulos de materiais combustíveis, falta de manutenção dos agentes combatentes, instalações elétricas sobrecarregadas e mudanças nas práticas diárias da edificação, são fatores que tornam difícil manter um controle sobre o risco de sinistro, porém é imprescindível, segundo os autores, que este conhecimento esteja disponível ao gerenciar as atividades no local do ponto de vista da segurança, devendo por tanto, conhecer a magnitude, a probabilidade de ocorrência e os métodos de combate de tais problemas. Segundo Neto (1995) a arquitetura das edificações é, ainda hoje, criada sem levar em conta os conhecimentos relacionados a este tema, bem como os projetos de instalações e de estrutura. Porém, o projetista responsável pelo desenho da obra deve estar atento desde o início a estes problemas.

2.2 A IMPORTÂNCIA DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES

É possível identificar a importância da segurança contra incêndio quando a ONO (2004, p. 1) diz que, apesar de haver naturalmente diversos tipos de catástrofes, sendo elas furacões, terremotos, eclosões vulcânicas, enchentes, desabamentos, entre outras, diante de todas elas o incêndio: “assola a todos, independente de condições econômicas, políticas ou geográficas e, na maioria das vezes, tem efeitos devastadores, causando perdas e danos irreversíveis”. Silva

(2016, p. 14) afirma que: “pela ausência de grandes incêndios no Brasil até o início dos anos 70 do século passado, a segurança contra incêndio era relegada a segundo plano”, no entanto, vem sendo notado certo desenvolvimento da temática, principalmente diante de verdadeiras tragédias relacionadas. Conforme Brentano (2015, p. 31): “nas últimas décadas, houve um aumento muito grande na preocupação com incêndios nas edificações no Brasil, [...] e principalmente com a grande tragédia do incêndio da boate Kiss, em Santa Maria - RS”. Assim, o que antes era proveniente da preocupação por parte de seguradoras, até mesmo na elaboração de normas do corpo de bombeiros que abordassem essa temática, que indicavam obrigatoriedade de certos sistemas de combate a incêndio (SILVA, 2016), hoje é tema de uso cada vez mais difundido e estudado em diferentes situações.

Assim, Silva (2016, p. 17) afirma que: “o objetivo das regulamentações modernas de segurança contra incêndio é proteger a vida e evitar que os incêndios, caso se iniciem, se propaguem para fora de um compartimento do edifício”, bem como Brentano (2015, p. 34) cita que: “os níveis aceitáveis de risco e o foco da análise da proteção contra o fogo [...] estão concentrados nos três objetivos, segundo sua ordem de importância: a proteção da vida humana, a proteção do patrimônio e a continuidade do processo produtivo” e em acordo, Pinto (2005, p. 13) diz que: “a segurança contra incêndio é uma ciência. Seus objetivos gerais são: a proteção à vida e a proteção da propriedade. Ela requer, para isto, a integração dos muitos campos da engenharia e das ciências, caracterizando-se pela interdisciplinaridade”, sendo assim notadamente imprescindíveis para a manutenção da vida e do meio.

2.3 FOGO E INCÊNDIO

Por definição, fogo é uma reação química, denominada combustão, que é uma oxidação rápida entre o material combustível, sólido, líquido ou gasoso, e o oxigênio do ar, provocada por uma fonte de calor, que gera luz e calor.

Sendo o fogo o resultado da combinação do oxigênio do ar com certos corpos submetidos a ação do calor, conclui-se tratar-se de uma reação química denominada combustão e mantida pelo calor produzido durante o processamento da reação, devido a ruptura das ligações moleculares do combustível.

O conceito de incêndio baseia-se na ação destruidora do fogo, o que ocorre sempre que o mesmo foge ao controle humano.

Para combater o fogo, é necessário conhecê-lo. Existem fatores fundamentais para existência do fogo, sem os quais não é possível haver combustão, para tanto são necessários 3

ingredientes, que juntos formam o chamado triângulo do fogo, são eles: combustível (material que entra em combustão, fornecendo energia para o sistema), comburente (gás reagente da combustão: oxigênio) e calor, resultando na reação em cadeia (CAMILLO JR, 2010), apresentados na Figura 1.

Figuras 1- Tetraedro do Fogo



Fonte: fogueincêndio, 2012.

Após a ignição do fogo, para que o mesmo se propague, faz-se necessário a ocorrência da transferência de calor de molécula para molécula do material combustível, ainda intactas, que entram em combustão sucessivamente, produzindo o que se chama de reação em cadeia, formando o chamado tetraedro do fogo.

Para extinguir o fogo, deve-se por tanto, retirar um dos componentes deste triângulo. Assim, pode-se realizar a extinção de três maneiras: removendo o combustível, reduzindo o calor, ou abafando o oxigênio. Vianna (2012) propõe que para remoção do combustível não é necessário nada mais do que força física, remover os materiais que estão sendo queimados pode extinguir o fogo, quando este não tiver mais combustível para queimar. Na remoção do comburente, em pequenos incêndios, é possível utilizar um material que abafe o fogo, como cobertores, panos, tampas e etc. Porém, quando as proporções do incêndio são maiores é necessário uso de extintores, como o pó químico ou PQS, extintor a base de espuma, ou de água na forma de neblina, reduzindo assim, a concentração de oxigênio nas imediações do fogo. Já para o método mais utilizado, que é a remoção do calor, utiliza-se extintores de espuma, CO₂, ou a base de água, que agem fazendo trocas de calor com o sistema, reduzindo assim a temperatura e fazendo com que não haja calor suficiente para continuar a reação. Godoy (2005) indica que o método de extinção mais difundido é o por extintores de incêndio. Porém estes só

são recomendados para incêndios com até 1 m³ de volume. Sendo assim, quando das situações de maiores proporções, fica sendo necessário o uso de um método mais eficiente. Camillo Jr (2010) sugere como outra forma para controle e até uma possível extinção do fogo, o uso de sistema de hidrantes. Estes usam a água como agente extintor, atuando no triângulo do fogo, basicamente através do resfriamento.

2.4 CLASSES DE INCÊNDIO

As classes de incêndio são a divisão dos tipos de incêndios de acordo com os materiais combustíveis presentes. A divisão é determinada em cinco classes: A, B, C, D e K. De acordo com Batista e Camillo Jr. (2012), pode-se defini-las como:

a) Classe A: é a queima dos materiais mais comuns, como madeira, papel, tecidos, borracha, etc. Esse tipo de queima deixa resíduos, ocorrendo na superfície e em profundidade. É combatido com o resfriamento das superfícies, principalmente pela água;

b) Classe B: não deixa resíduos, uma vez que a queima ocorre somente na superfície. É a queima que se dá em líquidos inflamáveis ou combustíveis, como gasolina e gás natural, sendo extinta pelo abafamento, a fim de interromper a reação em cadeia da reação;

c) Classe C: é o fogo em equipamentos elétricos energizados e o método de extinção não pode ser um material condutor de eletricidade;

d) Classe D: alguns autores consideram-na como sendo fogo em metais pirofóricos, outros consideram como fogo em produtos químicos, e outros ainda consideram como incêndios especiais (veículos, aviões, material radioativo, etc);

e) Classe K: incêndios que tem início em óleos e gorduras de cozinhas. É a causa da maioria dos acidentes domésticos.

Basicamente, pode-se resumir as classes de incêndio conforme a Figura 2.

Figuras 2- Classes de Incêndio

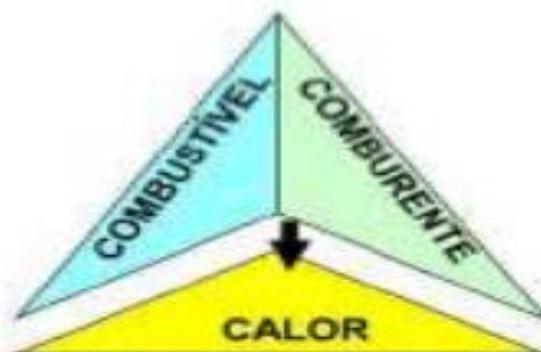


Fonte: Equitec Extintores, 2018.

2.5 USO DA ÁGUA NO COMBATE AO INCÊNDIO

A água é o meio mais utilizado para combater incêndios (GODOY, 2005). Ao deparar-se com fogo fora de controle, a primeira coisa que se pensa é em encontrar uma fonte de água para controlá-lo, antes que este se espalhe e gere um problema maior. Porém, até mesmo a água tem suas restrições quanto ao uso como agente extintor. Camilo JR (2010) salienta que, ao utilizar um sistema de combate ao incêndio a base de água, deve-se sempre atentar para o perigo que oferecem as instalações elétricas. Antes de utilizar sistemas assim, deve-se garantir que a chave de distribuição de energia esteja desligada. Não se deve utilizar água para combater incêndios em combustíveis como óleos, gasolina e afins, pois como são componentes menos densos que a água, estes combustíveis permanecem na superfície, e a adição de água pode causar transbordamento dos líquidos, facilitando assim, a propagação das chamas. É o que afirma Figueiredo (1998), que diz que a alta tensão superficial da água também é um limitador para sua utilização para fins de combate a incêndio, pois dificulta a molhabilidade das superfícies sob ação do fogo, e também torna mais difícil que a mesma penetre nos materiais incendiados. Outro ponto levantado pela autora, diz respeito a baixa viscosidade da água, que faz com que esta escoe muito rápido, diminuindo seu efeito em superfícies verticais. Quanto às vantagens do uso da água para os determinados fins, a principal, como aponta Figueiredo (1998), é a grande capacidade de retirar calor da reação, pois possui um calor de vaporização elevado ($40,66 \text{ kJ.mol}^{-1}$), retirando muita energia do sistema para entrar em ebulição, atuando como resfriador para desestruturar o triângulo do fogo, como ilustra a Figura 3 a seguir.

Figuras 3- Resfriamento do fogo

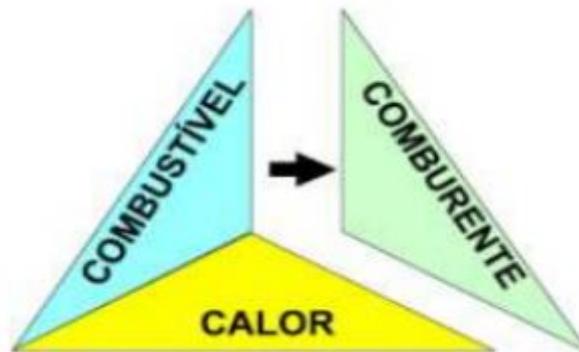


Fonte: CAMILLO JR. (2010).

Quando se torna vapor, a água assume um estado de neblina, que atuando nas imediações, reduz a concentração de comburente disponível para a reação. Por tanto, apesar de

atuar principalmente como agente resfriador, o vapor da água abafa o fogo, removendo oxigênio. A água existente na composição das espumas dos extintores, através da sua vaporização, potencializa o efeito abafador dos extintores que utilizam este método. A Figura 4, a seguir, ilustra o abafamento da reação, e a extinção do fogo por falta de comburente.

Figuras 4- Abafamento do fogo



Fonte: CAMILLO JR. (2010).

Godoy (2005) cita a água como sendo o meio mais indicado para extinção de incêndios classe “A”, que são os mais corriqueiros.

3 SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO

O Sistema Hidráulico Preventivo (SHP) é constituído por uma rede de tubulações que tem a finalidade de conduzir água de uma Reserva Técnica de Incêndio (RTI), por meio da gravidade ou pela interposição de bombas, permitindo o combate do princípio de incêndio através da abertura de hidrante para o emprego de mangueiras e esguichos e/ou o emprego do mangotinho.

Conforme a Instrução Normativa 007 (IN 007) do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, podem ser utilizados dois tipos de sistema hidráulico preventivo nos projetos de prevenção a incêndios, os hidrantes e os mangotinhos. A definição de qual tipo de sistema será utilizado vem por meio da classificação do risco de incêndio do imóvel. (SANTA CATARINA, 2017).

É obrigatória a instalação de mangotinhos em substituição aos hidrantes, apenas para as edificações com carga de incêndio com até 1.142 MJ/m² com mais de 15 pavimentos, para as demais edificações, com carga de incêndio com até 1.142 MJ/m², a instalação de mangotinhos em substituição aos hidrantes fica a critério do projetista. , para as edificações com carga de

incêndio acima de 1.142 MJ/m² é obrigatória a instalação de hidrantes, não podendo haver substituição por mangotinhos.

Baptista (2010) relaciona as variáveis componentes do SHP como sendo: hidrantes ou mangotinhos, tubulações, reservatório e bombas.

Como o objetivo deste trabalho é estabelecer um comparativo entre três técnicas de adução de água no Sistema Hidráulico Preventivo, será abordado cada um destes componentes, caracterizando seus tipos, sua aplicação e forma de dimensionamento.

3.1 TIPOS DE SISTEMAS

A Instrução Normativa 003/CBMSC (IN 003), compreende por risco leve os imóveis com carga de incêndio ideal menor do que até 1.142 MJ/m², risco médio os imóveis com carga de incêndio ideal entre 1.143 a 2.284 MJ/m² e risco elevado os imóveis com carga de incêndio ideal maior do que 2.284 MJ/m².

Tabela 1- Tipos de Sistemas

Tipo	Característica	Carga de Incêndio	Diâmetro da mangueira	Nº de saídas	Tipo de esguicho	Vazão mínima no esguicho
I	Hidrante	Até 1.142 MJ/m ²	40 mm (1½")	Simple	Agulheta (Ø requinte = ½")	70 L/min
II	Mangotinho	Até 1.142 MJ/m ²	25 mm (1")	Simple	Regulável	80 L/min
III	Hidrante	1.143 a 2.284 MJ/m ²	40 mm (1½")	Simple	Regulável	300 L/min
IV	Hidrante	Acima de 2.284 MJ/m ²	65 mm (2½")	Dupla	Regulável	600 L/min

Adota-se: 1 MPa = 10 bar = 10 kgf/cm² = 100 mca = 145 psi

Fonte: SANTA CATARINA, 2017, p. 09.

3.2 HIDRANTES

Conforme a IN 004/2018 - CBM-SC, o hidrante é o “ponto de tomada de água onde há uma ou duas saídas contendo válvulas globo angulares com seus respectivos adaptadores, mangueiras de incêndio, esguichos e demais acessórios para combate a incêndio”. (SANTA CATARINA, 2018, p. 21).

Segundo a NBR 13714:2000, é um sistema constituído por tomadas de incêndio, que são estrategicamente distribuídas em locais da edificação, a fim de atender os possíveis princípios de incêndio.

3.3 ABRIGO DE MANGUEIRAS

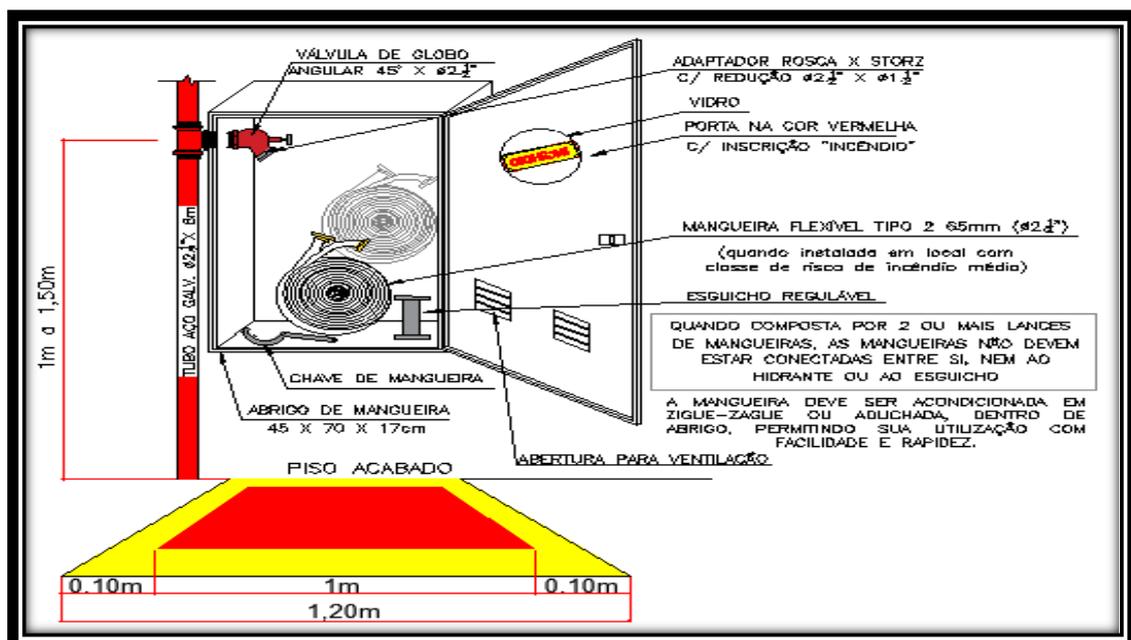
Em concordância com a Instrução Normativa 007, “o abrigo de mangueiras deve ter dimensões adequadas ao acondicionamento e manuseio das mangueiras, esguicho, chave de mangueira, hidrante e/ou mangotinho”. (SANTA CATARINA, 2017, p. 06).

A porta do abrigo deve ser na cor vermelha, com o letreiro “INCÊNDIO”, quando for feita de material metálico ou de madeira, ou então pode ser de vidro temperado liso, transparente, incolor e sem película. Ela deve possuir abertura para ventilação e permitir a retirada rápida das mangueiras, liberando fácil acesso, sem tranca ou cadeado. (SANTA CATARINA, 2017).

No interior do abrigo de mangueiras para hidrantes, as mangueiras devem ser armazenadas juntamente com a chave de mangueira, o esguicho e o hidrante. O hidrante pode estar fixado fora do abrigo de mangueiras, desde que o abrigo não esteja a mais de 3 m de distância do hidrante. (SANTA CATARINA, 2017).

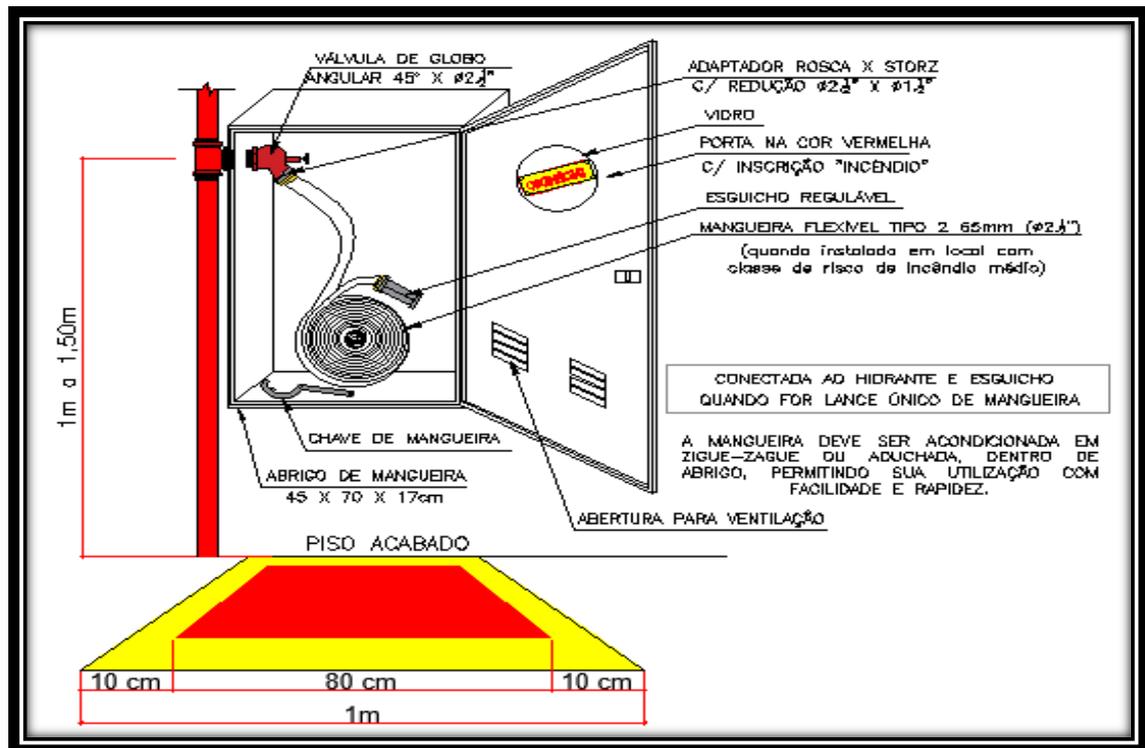
As figuras seguintes apresentam exemplos de abrigos de mangueiras para hidrantes para o sistema tipo III, o qual destina-se a edificações com risco médio os imóveis com carga de incêndio ideal entre 1.143 a 2.284 MJ/m², como a edificação utilizada como estudo de caso neste trabalho. Observa-se a presença da mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil e aduchada. Essa mangueira deve possuir diâmetro de 65 mm (2 1/2") e pressão de trabalho de 140 m.c.a. (SANTA CATARINA, 2017).

Figuras 5 - Detalhe do Abrigo com dois lances de mangueiras



Fonte: Compilação do autor.

Figuras 6 - Detalhe do Abrigo com um lance de mangueira



Fonte: Compilação do autor.

3.4 HIDRANTE DE RECALQUE

Segundo a IN 004, hidrante de recalque é o “dispositivo para uso do Corpo de Bombeiros, que permite o abastecimento de água do caminhão para o sistema de combate a incêndio e vice-versa” e o hidrante de coluna é o “dispositivo instalado sobre o piso de passeios públicos, com corpo cilíndrico e três saídas, utilizado para combate ao incêndio”. (SANTA CATARINA, 2018, p.21).

Visto isso vamos para a IN 007, que pede a utilização de um hidrante de recalque, do tipo coluna no sistema hidráulico preventivo. Esse hidrante de recalque do tipo coluna deve conter uma válvula globo angular para abertura, com adaptador rosca x *storz* soldado à válvula, evitando assim o furto do adaptador, com saída de 65 mm (2 1/2") para a mangueira. Conjuntamente a isso, é necessário um engate para mangueira voltada para baixo em ângulo de 45° e um tampão cego 2 1/2" *storz* com corrente e tampão opcional. O centro geométrico de tomada d'água deve variar entre as cotas de 60 cm a 150 cm, tendo como referencial o piso. (SANTA CATARINA, 2017).

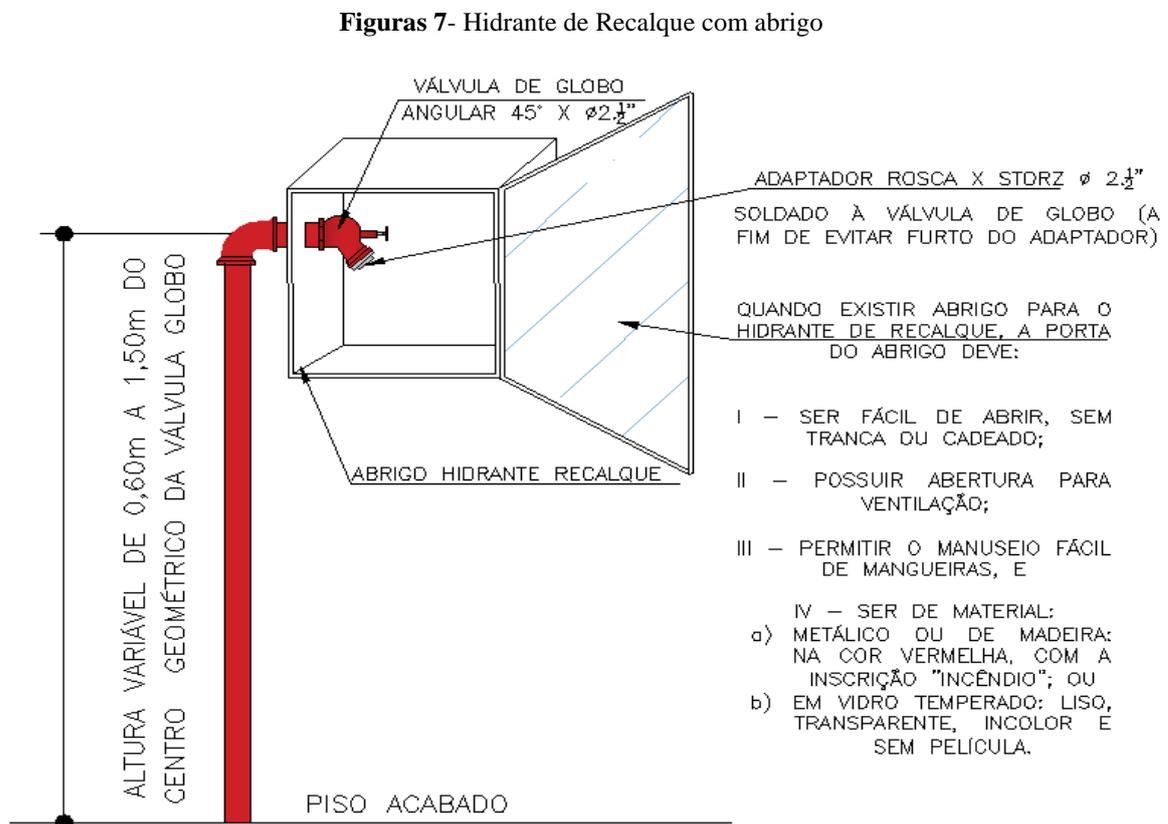
Não é permitido o uso de válvula de retenção impedindo a retirada d'água do sistema hidráulico preventivo, através do hidrante de recalque. E é permitida a interligação de duas ou mais colunas, ou reservatórios, para abastecimento de um único hidrante de recalque, porém os

reservatórios elevados devem estar na mesma cota. (SANTA CATARINA, 2017).

A instalação do hidrante de recalque deve ser feita sempre junto à entrada principal do imóvel, no muro da divisa da edificação com a rua, na parede externa da fachada principal da edificação ou na área externa da circulação do imóvel. (SANTA CATARINA, 2017).

O propósito o hidrante de recalque é sua utilização pelo Corpo de Bombeiros, então sua localização deve permitir o livre acesso e a aproximação do caminhão de combate a incêndio, a partir do logradouro público, sem existir qualquer obstáculo que dificulte o seu uso e a sua localização. (SANTA CATARINA, 2017).

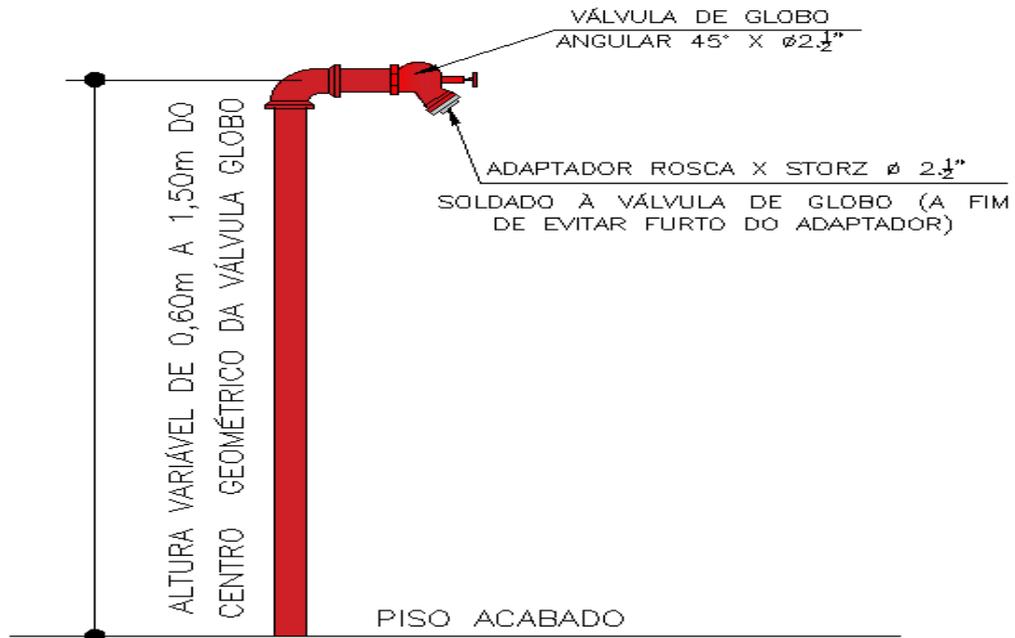
Podem ser utilizados três modelos para hidrante de recalque, conforme pode-se verificar nas figuras abaixo listadas:



Fonte: Compilação do autor.

Para o hidrante de recalque dentro de abrigo deve-se atentar para as dimensões adequadas ao seu uso. A porta do abrigo deve ser fácil de abrir, sem tranca ou cadeado, também deve permitir o manuseio fácil de mangueiras, possuir abertura para ventilação e ser de material em vidro temperado liso, transparente, incolor e sem película ou em material metálico ou de madeira na cor vermelha, com a inscrição "INCÊNDIO". (SANTA CATARINA, 2017).

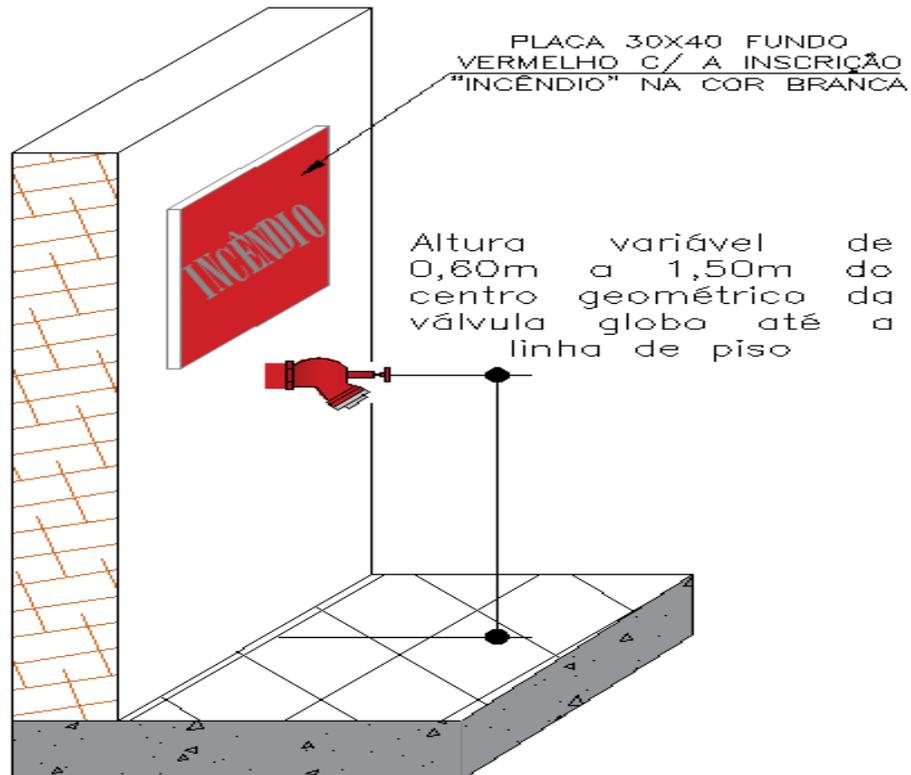
Figuras 8 - Hidrante de Recalque Aparente



Fonte: Compilação do autor.

A única exigência para o hidrante de recalque aparente é que ele seja pintado na cor vermelha.

Figuras 9- Hidrante de Recalque Embutido



Fonte: Compilação do autor.

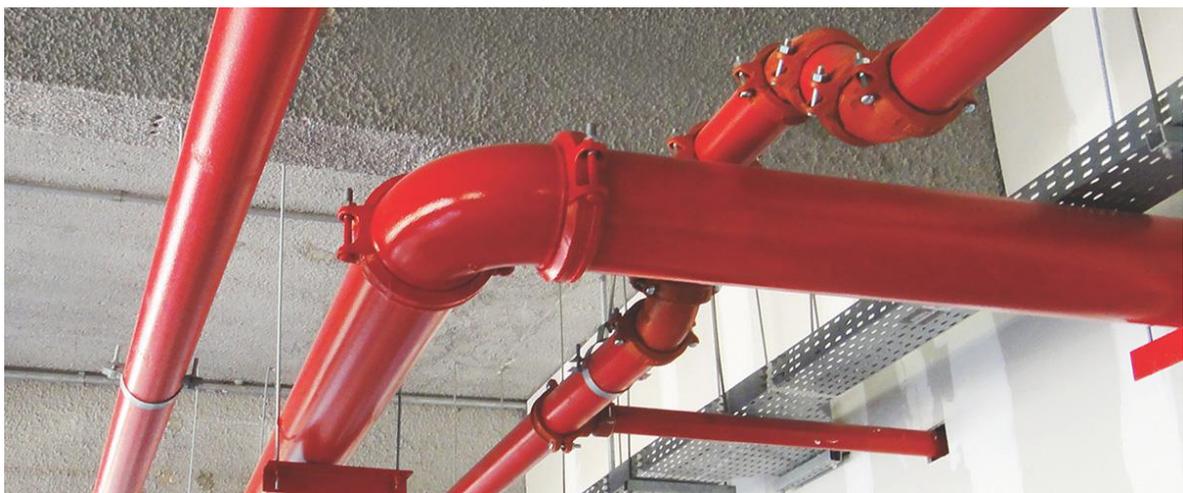
Para o hidrante de recalque embutido em muro ou parede, deve haver sinalização na parede ou no muro, composta por um retângulo vermelho nas dimensões de 30 cm x 40 cm, com a inscrição “INCÊNDIO” na cor branca. (SANTA CATARINA, 2017).

3.5 TUBULAÇÕES

As tubulações do sistema hidráulico preventivo tratam-se de um conjunto de tubos, conexões e outros acessórios designados a conduzir a água da RTI até os hidrantes ou mangotinhos. (ABNT, 2000).

De acordo com a IN 007, a tubulação do sistema hidráulico preventivo deve ser metálica e com diâmetro mínimo de 65 mm (2 1/2"). Para tubulações de cobre pode-se admitir diâmetro mínimo de 50 mm (2"). Há a possibilidade do uso de materiais termoplásticos, desde que estejam fora da planta da edificação e enterrados a uma profundidade mínima de 60cm, proporcionando proteção mecânica e ao fogo. Também deve existir um nicho com dimensões mínimas de 25 x 30 cm para inspeção da conexão dos tubos metálicos de materiais diferentes. Esses nichos devem estar posicionados nos pontos de encontro dos tubos de materiais termoplásticos com os tubos metálicos, acompanhados por uma tampa metálica pintada na cor vermelha. Da mesma forma, devem ser pintadas na cor vermelha as tubulações, conexões e válvulas aparentes do sistema hidráulico preventivo. (SANTA CATARINA, 2017).

Figuras 10 - Tubulação de Hidrantes



Fonte: alvenius.ind.br, 2020.

É importante assegurar-se que, independentemente do tipo de material, a resistência mínima seja de 150 m.c.a (15 kgf/cm²), para a tubulação do sistema hidráulico preventivo. (SANTA CATARINA, 2017).

3.6 VÁLVULAS

Para os hidrantes devem ser utilizadas válvulas do tipo angulares com diâmetro de 65 mm (2½"). Podem ser empregadas válvulas com diâmetro de 40 mm (1½"), para mangueiras com diâmetro de 40 mm, contanto que seu desempenho seja comprovado. (ABNT, 2000).

Figuras 11 - Válvula Angular



Fonte: zeusdobrasil.com.br, 2020.

3.7 MANGUEIRAS

Em conformidade com a IN 007, para a escolha do tipo de mangueira utilizada, leva-se em consideração seu local de uso e a condição de aplicação, conforme a tabela a seguir.

Tabela 2 - Tipos de Mangueiras

Mangueira	Aplicação	Diâmetro	Pressão de trabalho	Descrição
Tipo 1	Destina-se a edifícios de ocupação residencial.	40 mm (1½")	100 mca	Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil.
Tipo 2	Destina-se a edifícios comerciais ou industriais.	40 mm (1½") 65 mm (2½")	140 mca	Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil.
Tipo 3	Destina-se à área naval ou industrial.	40 mm (1½") 65 mm (2½")	150 mca	Mangueira flexível, de borracha, com reforços têxteis duplos sobrepostos.
Tipo 4	Destina-se à área industrial, onde é desejável uma maior resistência à abrasão.	40 mm (1½") 65 mm (2½")	140 mca	Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil, acrescida de um revestimento externo de PVC + borracha.
Tipo 5	Destina-se à área industrial, onde é desejável uma alta resistência à abrasão e a superfícies quentes.	40 mm (1½") 65 mm (2½")	140 mca	Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil, acrescida de um revestimento externo de borracha.
Tipo 6	Destina-se às edificações que utilizam mangotinhos.	25 mm (1")	140 mca	Mangueira semirrígida, de borracha, com um reforço têxtil.

Adota-se: 1 MPa = 10 bar = 10 kgf/cm² = 100 mca = 145 psi

Fonte: SANTA CATARINA, 2017, p. 05.

A manutenção das mangueiras de incêndio é responsabilidade do proprietário do imóvel, que deve ser inspecionada a cada 6 meses e ser submetida a ensaio hidrostático / manutenção a cada 12 meses. Esses serviços requerem condições e equipamentos adequados e deverão ser realizados por empresa capacitada.

3.8 ESGUICHOS

São os componentes do sistema responsáveis por dar forma, direção e alcance aos jatos de água, a partir da transformação de energia de pressão ou estática, em energia de velocidade ou cinética. Os esguichos são classificados de acordo com a forma do jato de água que produz, podendo ser do tipo agulheta, ou regulável.

3.8.1 Esguicho tipo agulheta:

O tipo agulheta é aquele que possui um corpo no formato tronco-cônico ou cilíndrico, produzindo um jato sólido ou compacto, determinado pelo diâmetro de seu requinte.

Segundo a NBR13714:2000, na utilização de esguichos do tipo agulheta, o jato compacto deverá ter alcance mínimo de 4 metros, considerando as pressões máximas preconizadas pela norma.

Figuras 12 - Esguicho Agulheta



3.8.2 Esguicho tipo regulável:

Os esguichos tipo reguláveis, são aqueles que permitem a produção de jatos de formas variáveis, desde o jato compacto até a formação de neblina de água.

Esta variação está relacionada à capacidade de abertura e fechamento dos mesmos, sendo que segundo a NBR 14870:2002, este tipo de esguicho pode ser:

Básico – é o mais simples deles, sendo que a variação do jato se dá pela rotação de anel em seu corpo, modificando a abertura do mesmo;

De vazão constante – é aquele que mantém a vazão constante, independente da abertura do jato utilizado;

De vazão ajustável – é aquele que permite a seleção manual da vazão de água a ser utilizada, podendo da mesma forma variar o jato de água a ser lançado;

Automático de pressão constante – é aquele que possui um orifício autoajustável no difusor, que permite a variação do jato, bem como do alcance, mantendo a pressão constante.

Figuras 13 - Esguicho Regulável



3.9 LOCALIZAÇÃO E SINALIZAÇÃO DOS HIDRANTES OU MANGOTINHOS

A localização dos hidrantes ou mangotinhos deve ser na área de circulação ou na área comum da edificação, em um local com boa visibilidade e fácil acesso e em localidade que evite seu bloqueio em caso de incêndio. É proibido instalar hidrante ou mangotinho em rampas, escadas, antecâmaras e seus patamares, assim como também é proibido depositar materiais que possam dificultar o uso do hidrante ou mangotinho. (SANTA CATARINA, 2017).

Para áreas de garagens ou de depósitos, independentemente do tipo de ocupação do imóvel, os hidrantes ou mangotinhos devem ser sinalizados no piso com a pintura de um quadrado na cor vermelha, com 100 cm de lado e com as bordas pintadas na cor amarela com 10 cm de espessura. (SANTA CATARINA, 2017).

3.10 QUANTIDADE DE HIDRANTES OU MANGOTINHOS

De acordo com a IN 007, cada edificação verticalizada deve contar com, no mínimo, um hidrante ou mangotinho por pavimento. Essa quantidade de hidrantes ou de mangotinhos também deve levar em conta a cobertura proporcionada pelas mangueiras, uma vez que qualquer ponto da área a ser protegida seja alcançado pelo esguicho, considerando-se o comprimento da mangueira e seu trajeto real e desconsiderando-se o alcance do jato d'água. (SANATA CATARINA, 2017).

3.11 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO

A vazão medida na saída do esguicho do hidrante ou do mangotinho hidraulicamente menos favorável não pode ser inferior ao previsto na Tabela 1 no item 3.1.

O dimensionamento do sistema hidráulico preventivo é feito em função da classe de risco de incêndio, fornecendo assim a vazão requerida na Tabela 1 no item 3.1, com o funcionamento simultâneo de:

- a) Um hidrante ou mangotinho, quando instalado um hidrante ou um mangotinho;
- b) Dois hidrantes ou mangotinhos, quando instalados dois, três ou quatro hidrantes ou mangotinhos;
- c) Dois hidrantes ou mangotinhos, quando instalados dois, três ou quatro hidrantes ou mangotinhos;
- d) Quatro hidrantes ou mangotinho, quando instalados sete ou mais hidrantes ou

mangotinhos.

A pressão máxima de trabalho, ao ser dimensionado o sistema hidráulico preventivo, em qualquer um dos pontos do sistema deve ser de 100 m.c.a. (10 kgf/m²), sendo que o sistema deve possuir dispositivos de redução de pressão quando a mesma ultrapassar esse valor. (SANTA CATARINA, 2017).

3.12 RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO (RTI)

Levando em consideração a classificação de risco de incêndio e a área total construída da edificação, pode-se estabelecer o volume d'água da RTI, conforme a Tabela a seguir:

Tabela 3- Volume Mínimo da R.T.I

Carga de Incêndio	Área ≤ 2.500m ²	2.500m ² < Área ≤ 5.000m ²	5.000m ² < Área ≤ 10.000m ²	10.000m ² < Área ≤ 25.000m ²	25.000m ² < Área ≤ 50.000m ²	Área > 50.000m ²
< 1.142 MJ/m ²	RTI = 5 m ³	RTI = 10 m ³	RTI = 15 m ³	RTI = 20 m ³	RTI = 25 m ³	RTI = 30 m ³
1.143 a 2.284 MJ/m ²	RTI = 18 m ³	RTI = 36 m ³	RTI = 54 m ³	RTI = 72 m ³	RTI = 90 m ³	RTI = 108 m ³
> 2.284 MJ/m ²	RTI = 36 m ³	RTI = 72 m ³	RTI = 108 m ³	RTI = 144 m ³	RTI = 180 m ³	RTI = 216 m ³

Fonte: SANTA CATARINA, 2017, p. 10.

3.13 RESERVATÓRIOS

A água para consumo da edificação e a água da reserva técnica de incêndio devem estar no mesmo reservatório, a não ser que sejam usadas fontes naturais de água perene como reservatório do sistema hidráulico preventivo. Para garantir a RTI, o reservatório deve dispor de uma tubulação de saída lateral para o consumo predial. (SANTA CATARINA, 2017).

Para propiciar a limpeza e manutenção do reservatório, ele pode ser dividido em duas ou mais células, efetuando-se a limpeza e manutenção de uma célula enquanto a outra célula supre de água a edificação e o sistema hidráulico preventivo. Nesse caso, as células do reservatório devem ser interligadas por uma tubulação com diâmetro, no mínimo, igual ao do sistema hidráulico preventivo. Os reservatórios também devem dispor de dispositivos para acesso à vistoria interna. (SANTA CATARINA, 2017).

A tubulação de saída do reservatório para abastecimento do sistema hidráulico preventivo deve ser provida de registro de esfera ou registro de gaveta, proporcionando assim a manutenção do sistema, e de válvula de retenção para bloqueio do recalque, ambas devem possuir o mesmo diâmetro da tubulação. O registro de gaveta ou registro de esfera e a válvula

de retenção devem ser instalados em locais com pé direito de no mínimo 1,20 m, facilitando o acesso, o exame visual e a manutenção. (SANTA CATARINA, 2017).

Em caso de instalados em ambientes não protegidos contra o fogo, a tubulação e o registro para limpeza dos reservatórios devem ser de material metálico. Já o reservatório deve garantir proteção ao fogo de no mínimo duas horas e deve ser em concreto armado, material metálico, fibra, policloreto de vinil (PVC) ou outros materiais. A porta do reservatório deve ser em material metálico, sem elemento vazado, ou tipo P-30. (SANTA CATARINA, 2017).

É dispensada a proteção ao fogo do reservatório quando este tiver afastamento da edificação de 6 m e as paredes frontais da edificação para o reservatório não possuírem aberturas ou quando o afastamento foi de 12 m e as paredes frontais da edificação para o reservatório possuírem aberturas. (SANTA CATARINA, 2017).

3.13.1 Reservatório elevado (castelo d' água) e adução feita por gravidade

O abastecimento do sistema hidráulico preventivo é realizado pela ação da gravidade quando o reservatório é do tipo elevado, sendo superior ou castelo d'água. Esse reservatório deve estar à altura suficiente para proporcionar a vazão mínima citada na Tabela 1 no item 3.1. Sendo assim, a RTI deve ser considerada a partir do fundo do reservatório, quando a adução for na parte inferior do reservatório, até 1,00 m acima do nível do piso do hidrante ou mangotinho menos favorável hidráulicamente, ou então deve-se considerar a altura da face inferior do tubo de adução, quando o reservatório for de fibra ou policloreto de vinil (PVC) e a adução for feita na parede lateral do reservatório, até 1,00 m acima do nível do piso do hidrante ou mangotinho menos favorável hidráulicamente. (SANTA CATARINA, 2017).

Caso a altura do reservatório elevado não seja suficiente para abastecer a vazão mínima requisitada para o sistema, a solução é utilizar duas bombas de incêndio para reforço, em um sistema *by pass*. (SANTA CATARINA, 2017).

3.13.2 Reservatório Inferior e adução feita por bombas

Quando o reservatório é do tipo inferior, ele pode ser ao nível do solo, térreo, semienterrado, subterrâneo ou cisterna e o abastecimento do sistema hidráulico preventivo é realizado através de duas bombas de incêndio. Da mesma forma, podem ser utilizadas como reservatório inferior para abastecimento do sistema hidráulico preventivo as fontes naturais de água perene, como lagos, lagoas, rios ou açudes. (SANTA CATARINA, 2017).

3.13.3 Bombas de Incêndio

As bombas de incêndio, a serem instaladas, devem ser as bombas afogadas. Elas são as bombas instaladas em condição de sucção positiva, ou seja, a linha do eixo da bomba está abaixo do nível superior d'água da reserva técnica de incêndio. Como já mencionado, devem ser previstas sempre duas bombas de incêndio para o abastecimento ou reforço da vazão do sistema hidráulico preventivo. (SANTA CATARINA, 2017).

A bomba principal deve ser elétrica e ligada a rede elétrica da concessionária local e a bomba reserva deve ser a combustão ou outra bomba elétrica ligada a um gerador de emergência ou a um grupo de baterias. Em caso de funcionamento à plena carga, as bombas de incêndio devem deter uma autonomia mínima de quatro horas para risco de incêndio médio. (SANTA CATARINA, 2017).

As bombas de incêndio, principal e reserva, devem dispor de partida automática com a simples abertura de qualquer hidrante ou mangotinho, já seu desligamento deve ser manual por meio do painel de comando localizado na casa de bombas. As tomadas de admissão, ou sucção, das bombas de incêndio devem ser independentes. (SANTA CATARINA, 2017).

Para a manutenção das bombas, em sua saída é obrigatória a colocação de registro de gaveta ou de esfera e para o bloqueio de recalque é obrigatória a colocação de válvula de retenção. (SANTA CATARINA, 2017).

Em caso de utilização de fontes naturais como reservatório inferior, as bombas de incêndio devem possuir, junto à válvula de pé com crivo, de um sistema de filtros e ralos, evitando assim danos às bombas de incêndio por meio de detritos. (SANTA CATARINA, 2017).

Com a intenção de um compartimento próprio para as bombas de incêndio elas devem ser instaladas em casas de bombas. Essas casas necessitam de pé direito com no mínimo 1,20 metros, espaço interno para a manobra e manutenção das bombas e têm que permitir fácil acesso às bombas. Para garantir o funcionamento de duas horas das bombas à plena carga, a casa de bombas deve oferecer resistência ao fogo por duas horas, no mínimo, assim como conter porta de acesso metálica (sem elemento vazado) ou tipo P-30, contar com escapamento do motor a combustão direcionado para o exterior da edificação, caso necessário e dispor de dispositivo para acionamento e desarme manual das bombas de incêndio. (SANTA CATARINA, 2017).

4 ESTUDO DE CASO

Para a presente pesquisa, utilizou-se de um barracão com ocupação depósito a fim de estocar pilhas de madeira serrada, que está na fase de elaboração de Projeto Preventivo Contra Incendio e Pânico. A edificação aguarda a aprovação dos respectivos projetos junto ao CBMSC e a Prefeitura de Lages para da início a sua construção, possuirá uma área total de 1.800,00m², pé direito de oito metros sendo apenas o térreo. Seu terreno encontra-se localizado no Bairro Tributo no município de Lages, Santa Catarina.

Figuras 14 - Terreno do Estudo de Caso



Fonte: Google Maps, 2020.

No desenvolvimento do PPCI, ao definir a forma de adução de água no Sistema Hidráulico Preventivo, questionou-se qual meio de adução seria mais viável.

Baptista (2010) considera três tipos de sistemas de hidrantes, quanto ao local em que se reserva o volume de água necessário. São eles:

- SHP Tipo I: Reservatório suficientemente elevado, para que satisfaça as condições de pressão fazendo uso unicamente da ação gravitacional;

- SHP Tipo II: Reservatório no nível do terreno, sendo necessário o uso de bombas de acionamento automático para alimentar o sistema.
- SHP Tipo III: Reservatório elevado, porém, com auxílio de bomba para suprir as condições de pressão e vazão demandadas.

4.1 CARGA DE INCÊNDIO

Primeiramente, realizou-se o dimensionamento da carga de incêndio da edificação para classificação do risco de incêndio, uma vez que a norma determina as pressões e vazões mínimas de funcionamento, conforme essa classificação.

Tabela 4 - Carga de Incêndio

Anexo E IN 003 - Planilha para cálculo da carga de incêndio				
Material	Massa m_i [kg]	Área da edificação	Potencial calorífico específico (Tabela D.1) H_i [MJ/kg]	Potencial calorífico por material $m_i \times H_i$ [MJ]
Madeira	200.000,00	1.800,00	19	3.800.000,00
Somatório do potencial Calorífico por Material				3800000
Valor total do potencial calorífico da área considerada para cálculo (MJ): $\sum m_i H_i$				3800000
Área considerada para o cálculo: A_f (m ²)				1.800,00
Carga de incêndio específica: $q_{fi} = \sum m_i H_i / A_f$				2111,111111

Fonte: SANTA CATARINA, 2017, p. 05.

No barracão o limite máximo de estoque de madeira será de 200 toneladas. As tabuas são acondicionadas em paletes que pesam em média duas toneladas, totalizando uma quantidade máxima de 100 paletes de madeira para que não ultrapasse a carga de incêndio calculada.

Já que calculamos a carga de incêndio da edificação, podemos concluir que segundo a tabela 3 na IN 007, obrigatoriamente teremos um sistema Tipo III, com hidrantes de saída simples, mangueiras com diâmetro de 60 mm (2 1/2"), esguichos reguláveis e com vazão mínima no esguicho do hidrante menos favorável de 300 L/min.

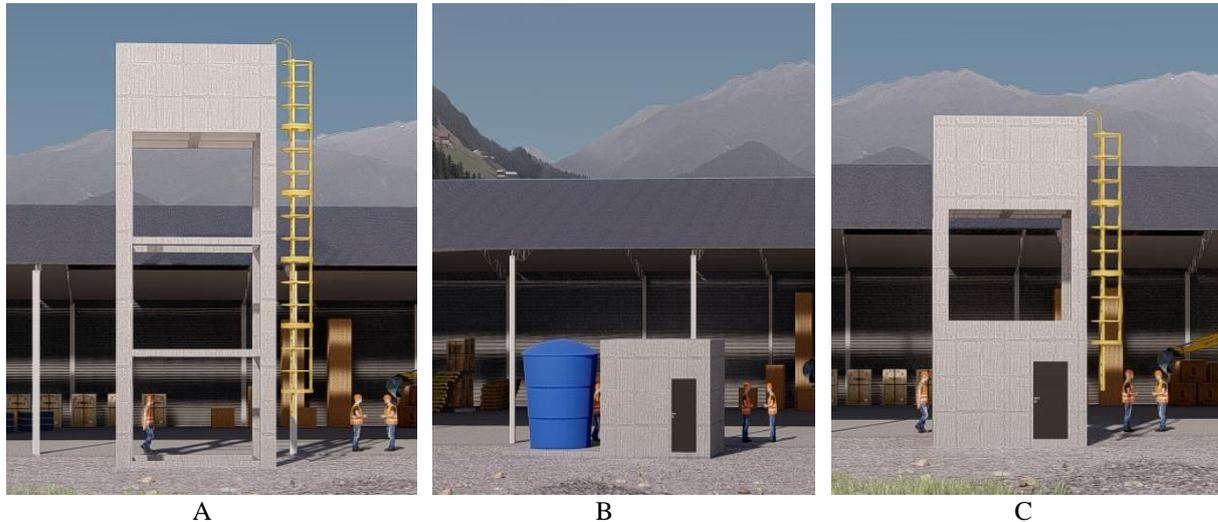
Posteriormente, realizou-se o dimensionamento do SHP. O primeiro passo para o dimensionamento foi definir a quantidade de hidrantes necessários a atender toda edificação. Através do projeto arquitetônico, disponibilizado pelo proprietário, determinou-se a posição e a quantidade de hidrantes necessários para a edificação, de modo a não existirem áreas sem proteção. Para isso, levou-se em conta o caminhamento das mangueiras. Seguindo as especificações da norma, foram previstos três hidrantes no interior da edificação e um hidrante de recalque localizado no pátio, dentre os hidrantes previstos para o interior da edificação, um hidrante localizado no centro, denominado H1, constituído de dois lanços de 15 metros, totalizando 30 metros de mangueira e outros dois hidrantes localizados na direita e esquerda, denominado H2 e H3, com comprimento total de 30 metros de mangueira, sendo dois lanços de 15 metros. Todos os hidrantes foram situados em locais de fácil acesso, com o seu centro geométrico da tomada da água, na cota de 1,20 metros acima do piso acabado e sua tubulação enterrada a 20 centímetros. Para o cálculo das vazões e pressões necessárias ao funcionamento do sistema, considerou-se o funcionamento simultâneo de dois hidrantes (H2 e H3), sendo os hidrantes mais desfavoráveis hidráulicamente.

O dimensionamento foi desenvolvido para os três tipos Sistema Hidráulico Preventivo proposto neste estudo de caso. No dimensionamento do SHP realizou-se as seguintes considerações: para as mangueiras de incêndio, optou-se pelo modelo tipo II, conforme a tabela 1 da NSCI, IN 007 (2017 p. 5), com coeficiente de rugosidade de 140. O diâmetro das mangueiras e esguichos seguindo as especificações para risco médio, adotou-se diâmetro de \varnothing 65mm (2 ½") para as mangueiras e diâmetro de \varnothing 25mm (1") para os esguichos. Para as tubulações, optou-se pela utilização de aço galvanizado (A[°]G[°]), sendo o coeficiente de rugosidade de 120.

4.2 CASA DE BOMBAS E ELEVAÇÃO DO RESERVATÓRIO

Quando o abastecimento do SHP é realizado por reservatório em castelo da água, é necessário a construção de uma estrutura que garanta a altura necessária do dimensionamento. Neste estudo, optou-se por uma torre moldada em concreto armado, para os sistemas tipo I e III. Para os sistemas constituídos por bombas, essas devem estar instaladas em compartimentos próprios, chamados de casa de bombas. Para os sistemas tipo II e III, considerou-se a execução da casa de bombas em alvenaria com blocos de concreto. A figura 13 ilustra as maquetes eletrônicas do projeto das torres e casa de bombas consideradas neste estudo.

Figuras 15 - Maquetes eletrônicas: A) Torre de elevação do reservatório SHP tipo 1. B) Casa de bombas e reservatório inferior SHP tipo 2. C) Torre de elevação do reservatório e casa de bombas SHP tipo 3.



Fonte: Compilação do autor.

Considerou-se fundação em sapata corrida e isolada nos três tipos de SHP. Todas as sapatas, pilares, vigas e lajes foram detalhadas no projeto estrutural nos ANEXOS: E, F e G, juntamente à especificação da armadura e resistência do concreto.

4.3 DIMENSIONAMENTO DO SHP

Para início do dimensionamento do sistema de hidrantes adotou-se os seguintes dados de projeto:

- a) Número de pavimentos: **Um**;
- b) Tipo de ocupação: **Depósito**;
- c) Grau de risco: **Médio**;
- d) Carga de fogo: **2111,11 MJ/m²**;
- e) Número de hidrantes: **Três**;
- f) Número de hidrantes em funcionamento simultâneo: **Dois**;
- g) Diâmetro da mangueira: **65 mm (2"1/2")**;
- h) Comprimento da mangueira: **30 m**;
- i) Diâmetro da tubulação: **65 mm (2^{1/2}") e 75 mm (3")** observar isométrico Anexo E;
- j) Diâmetro de requinte: **25 mm (1")**;
- k) Vazão mínima no hidrante mais desfavorável: **300 L/min**;
- l) Constante de rugosidade: **120 para canalizações em aço galvanizado e 140 para mangueiras com revestimento interno de borracha.**

Efetuu-se o dimensionamento do sistema de hidrantes de acordo com a IN 007 de 2017 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina e com a substituição de todos os dados pré-estabelecidos para o projeto em suas devidas equações, pôde-se chegar aos resultados das pressões em cada ponto e das vazões em cada hidrante.

O dimensionamento considerará a pior situação, ou seja, o sistema deverá atender o hidrante mais desfavorável, isto é, aquele que está mais distante do reservatório. Pelo croqui do local (ANEXO D), o hidrante mais desfavorável é o H3. Como o sistema deverá ter capacidade de atendimento dos dois hidrantes mais desfavoráveis, observando o traçado da tubulação, dividiremos o dimensionamento entre o H3 e H2.

5 SHP TIPO I - CASTELO D' ÁGUA ADUÇÃO FEITA POR GRAVIDADE

Nesse tipo de SHP, considerou-se reservatório em castelo d' água e adução feita por gravidade. Quando o abastecimento é feito pela ação da gravidade, os reservatórios elevados devem estar à altura suficiente para fornecer as vazões e pressões mínimas requeridas, sendo que a altura é considerada do nível da tomada da água do reservatório até o centro geométrico da tomada da água do hidrante mais desfavorável hidráulicamente.

5.1 MEMORIAL DE CÁLCULO DA TUBULAÇÃO

Conforme o Anexo E, detalhamos todo o Sistema Hidráulico Preventivo a fim de fomentar as variáveis requeridas dos cálculos a fim de obter os resultados de vazão, pressão e altura manométrica.

A seguir apresentamos o passo a passo de todo dimensionamento a fim de definir a altura da torre do castelo d' água:

- Cálculo da Vazão no Hidrante mais desfavorável H3:

$$Q = 0,2046 \times d^2 \times \sqrt{H} = 0,2046 \times 25^2 \times \sqrt{6} = 313,22 \text{ L/min} = 313,22 \div 60000 = \mathbf{0,00522 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Onde:

Q = vazão, [l/min];

d = diâmetro mínimo do requinte do esguicho, [mm];

H = pressão dinâmica mínima, [m.c.a.].

- Cálculo da Vazão total nos dois Hidrantes simultâneos:

$$Q_{\text{total}} = Q_{H3} + Q_{H2} = 0,00522 + 0,00522 = \mathbf{0,01044 \text{ m}^3/\text{s}}$$

- Perda de carga no esguicho do hidrante mais desfavorável:

$$J_e = 0,0396 \times H = 0,0396 \times 6 = \mathbf{0,23 \text{ m.c.a}}$$

Onde:

J_e = perda de carga no esguicho, [m.c.a.];

H = pressão dinâmica, [m.c.a.];

- Perda de carga na mangueira do hidrante mais desfavorável:

$$J_m = 801,41 \times Q^{1,85} = 801,41 \times 0,00522^{1,85} = \mathbf{0,04803 \text{ m/m}}$$

$$\Delta J_m = J_m \times L_m = 0,04808 \times 30 = \mathbf{1,44 \text{ m.c.a}}$$

Onde:

J_m = perda de carga unitária da mangueira, [m/m];

Q = vazão, [m³/s];

- Perda de carga do hidrante H3

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento equivalente Total
1	pç	Adaptador 2½" Rosca x 2½" storz	0,80 m	0,80 m
1	pç	Registro angular 2½"	10,00 m	10,00 m
		Leq total		10,80 m

$$J_{h3} = 1.065,88 \times Q^{1,85} = 1.065,88 \times 0,00522^{1,85} = \mathbf{0,0638 \text{ m/m}}$$

$$\Delta J_{h3} = (L_{eq} + L_r) \times J_{h3} = (10,80 + 0,20) \times 0,0638 = \mathbf{0,70 \text{ m.c.a}}$$

Onde:

Δh_f = perda de carga total na tubulação, [m.c.a.];

L_r = comprimento real da tubulação, [m];

L_{eq} = comprimento virtual da tubulação, [m];

J = perda de carga unitária da tubulação, [m/m].

- Perda de carga no trecho H3 – Ponto “A”

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
2	pç	Joelho 90° 2½”	2,00 m	4,00 m
1	pç	Cruzeta 2½”	3,50 m	3,50 m
		Leq total		7,50 m

$$Jt \text{ H3} - A = JH3 = \mathbf{0,0638 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt \text{ H3} - A = (Leq + Lr) \times JH3 = (7,50 + 34,10) \times 0,0638 = \mathbf{2,65 \text{ m.c.a}}$$

- Perda de carga no trecho Ponto “A” – Ponto “B”

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
1	pç	Tê de Passagem direta 3”	1,60 m	1,60 m
1	pç	Redução 2½” x 3”	0,46 m	0,46 m
		Leq total		2,06 m

$$Jt \text{ A} - B = 455,98 \times Q^{1,85} = 455,98 \times 0,01044^{1,85} = \mathbf{0,0985 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt \text{ A} - B = (Leq + Lr) \times Jt \text{ A} - B = (2,06 + 17,00) \times 0,0985 = \mathbf{1,87 \text{ m.c.a}}$$

- Perda de carga no trecho Ponto “B” – Ponto “C”

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
1	pç	Joelho 90° 3”	2,50 m	2,50 m
		Leq total		2,50 m

$$Jt \text{ B} - C = 455,98 \times Q^{1,85} = 455,98 \times 0,01044^{1,85} = \mathbf{0,0985 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt \text{ B} - C = (Leq + Lr) \times Jt \text{ A} - B = (2,50 + 1,10) \times 0,0985 = \mathbf{0,35 \text{ m.c.a}}$$

- Pressão no esguicho do H3

$$Pa = H3 + \Delta Jm1 + \Delta JH3 + Je$$

$$Pa = 6 + 0,23 + 1,44 + 0,70 + 2,65 + 1,87 + 0,35 + 1,4 = \mathbf{14,64 \text{ m.c.a}}$$

- Perda de carga no trecho Ponto “C” – RTI

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
1	pç	Entrada de Borda 3”	2,20 m	2,20 m
1	pç	Registro de Gaveta Aberto 3”	0,50 m	0,50 m
1	pç	Valvula de retenção Horizontal 3”	9,70 m	9,70 m
1	pç	Joelho 90° 3”	2,50 m	2,50 m
		Leq total		14,90 m

$$Jt C - RTI = 455,98 \times Q^{1,85} = 455,98 \times 0,01044^{1,85} = \mathbf{0,0985 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt C - RTI = (Leq + Lr) \times Jt C - RTI = (14,90 + X) \times 0,0985 = \mathbf{(1,46 + 0,0985X) \text{ m.c.a}}$$

- Altura - X

$$Pa = X - \Delta Jt \div 0,95$$

$$Pa = X - (1,46 + 0,0985X)$$

$$14,64 = X - (1,46 + 0,0985X)$$

$$14,64 + 1,46 = 0,9593X$$

$$X = 16,1 \div 0,9593 = \mathbf{16,80m}$$

Para o dimensionamento da rede hidráulica, considerou-se cada trecho de tubulação, desde a saída do reservatório até esguicho do hidrante mais desfavorável H3. Para garantir a pressão necessária no hidrante mais desfavorável hidráulicamente, o fundo do reservatório deve estar à cota 16.80 metros acima do piso acabado da edificação.

5.2 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

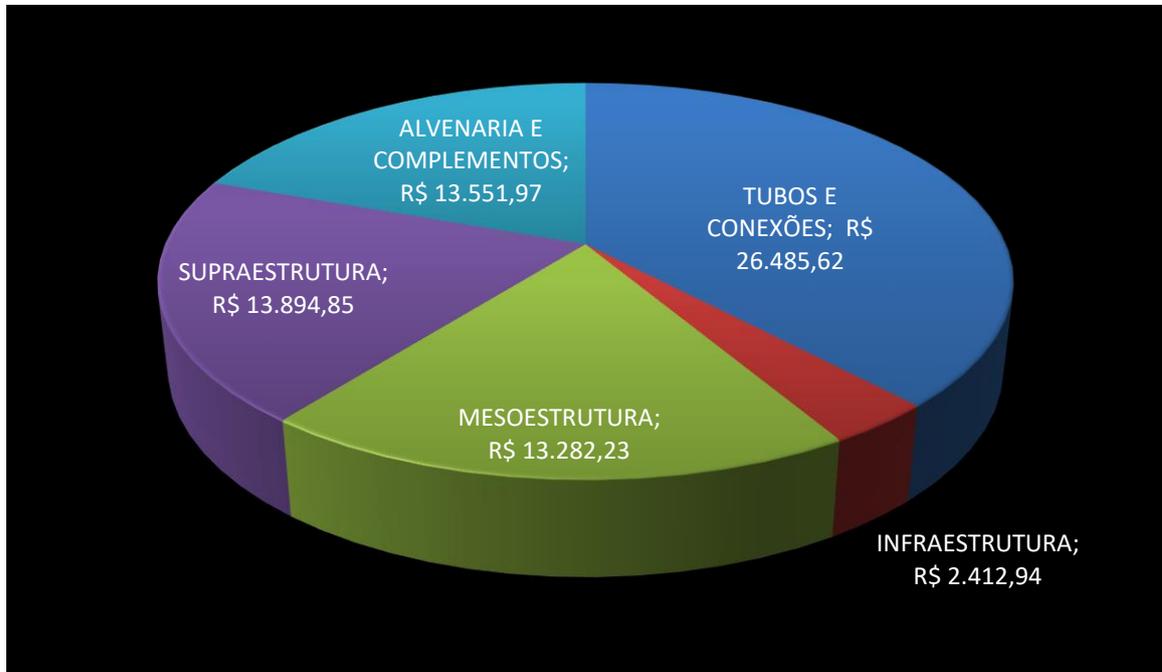
Para a implantação do SHP tipo I é necessário que a adução feita pela gravidade tenha uma altura manométrica de 16,80m do fundo da caixa d’ água conforme calculado no item 5.1.

Portanto decidiu-se fazer um Castelo d’água de concreto armado com altura de 21 metros, devido a caixa d’agua ter seu barrilete revestido de paredes e laje, fornecendo proteção ao fogo por no mínimo duas horas.

Conforme o Anexo E, apresenta o projeto estrutural feito no Software Eberick, visando orçar o quantitativo de toda a parte de infraestrutura, mesoestrutura, supraestrutura, alvenaria e complementos do SHP e do Castelo D’água. Com os dados obtidos do projeto estrutural e do SHP, realizamos o levantamento de custo de todos os gastos para implantação do sistema

apresentados no Anexo A, baseado na Tabela SINAPI, resultando nos valores do gráfico a seguir:

Gráficos 1 - Custo direto total para a implantação do SHP Tipo I



Fonte: Compilação do autor.

Para implantação do SHP Tipo I deve se investir um montante de R\$ 69 627,61, considerando material e mão-de-obra.

6 SHP TIPO II - RESERVATÓRIO INFERIOR E ADUÇÃO FEITA POR BOMBAS

Nesse tipo de SHP, considerou-se reservatório inferior e adução feita por bombas. No abastecimento por reservatório inferior, a adução do sistema deverá ser feita por duas bombas fixas, sendo uma bomba principal e outra bomba reserva. A bomba principal é composta por motor elétrico e a bomba secundária composta por motor à combustão, podendo ser a diesel ou a gasolina. Também é necessária a instalação de uma bomba auxiliar chamada bomba “jockey”, sua função é manter a rede pressurizada em uma faixa preestabelecida e de compensar pequenas perdas de pressão, evitando ativações indesejadas da bomba principal. Tal bomba deverá ser dimensionada para uma vazão máxima de 1,2 m³/h. Para o acionamento das bombas, é necessária a instalação de um pressostato para cada bomba do sistema, ligados a um quadro de comando, eles devem ser regulados para ligar e desligar a bomba de pressurização “jockey”, e somente ligar a bomba principal ou a bomba secundária no caso de falta de energia, sendo o

desligamento da bomba principal ou secundária feito de forma manual. A instalação das bombas deve seguir as especificações mencionadas no item 3.13.3, localizadas dentro da casa de bombas, devidamente ventilada conforme apresentado no Anexo F.

6.1 MEMORIAL DE CÁLCULO DA TUBULAÇÃO

Conforme o Anexo F, detalhamos todo o Sistema Hidráulico Preventivo a fim de fomentar as variáveis requeridas dos cálculos a fim de obter os resultados de vazão, pressão e potencia das bombas.

A seguir apresentamos o passo a passo de todo dimensionamento a fim de definir qual o modelo de bomba utilizar através da vazão e potência:

- Cálculo da Vazão no Hidrante mais desfavorável H3:

$$Q = 0,2046 \times d^2 \times \sqrt{H} = 0,2046 \times 25^2 \times \sqrt{6} = 313,22 \text{ L/min} = 313,22 \div 60000 = \mathbf{0,00522 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Onde:

Q = vazão, [l/min];

d = diâmetro mínimo do requinte do esguicho, [mm];

H = pressão dinâmica mínima, [m.c.a.].

- Cálculo da Vazão total nos dois Hidrantes simultâneos:

$$Q_{\text{total}} = Q_{H3} + Q_{H2} = 0,00522 + 0,00522 = \mathbf{0,01044 \text{ m}^3/\text{s}}$$

- Perda de carga no esguicho do hidrante mais desfavorável:

$$J_e = 0,0396 \times H = 0,0396 \times 6 = \mathbf{0,23 \text{ m.c.a}}$$

Onde:

J_e = perda de carga no esguicho, [m.c.a.];

H = pressão dinâmica, [m.c.a.];

- Perda de carga na mangueira do hidrante mais desfavorável:

$$J_m = 801,41 \times Q^{1,85} = 801,41 \times 0,00522^{1,85} = \mathbf{0,04803 \text{ m/m}}$$

$$\Delta J_m = J_m \times L_m = 0,04808 \times 30 = \mathbf{1,44 \text{ m.c.a}}$$

Onde:

J_m = perda de carga unitária da mangueira, [m/m];

Q = vazão, [m³/s];

- Perda de carga do hidrante H3

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento equivalente Total
1	pç	Adaptador 2½” Rosca x 2½” storz	0,80 m	0,80 m
1	pç	Registro angular 2½”	10,00 m	10,00 m
		Leq total		10,80 m

$$J_{h3} = 1.065,88 \times Q^{1,85} = 1.065,88 \times 0,00522^{1,85} = \mathbf{0,0638 \text{ m/m}}$$

$$\Delta J_{h3} = (L_{eq} + L_r) \times J_{h3} = (10,80 + 0,20) \times 0,0638 = \mathbf{0,70 \text{ m.c.a}}$$

Onde:

Δh_f = perda de carga total na tubulação, [m.c.a.];

L_r = comprimento real da tubulação, [m];

L_{eq} = comprimento virtual da tubulação, [m];

J = perda de carga unitária da tubulação, [m/m].

- Perda de carga no trecho H3 – Ponto “A”

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento equivalente Total
2	pç	Joelho 90° 2½”	2,00 m	4,00 m
1	pç	Cruzeta 2½”	3,50 m	3,50 m
		Leq total		7,50 m

$$J_{t \text{ H3 - A}} = J_{H3} = \mathbf{0,0638 \text{ m/m}}$$

$$\Delta J_{t \text{ H3 - A}} = (L_{eq} + L_r) \times J_{H3} = (7,50 + 34,10) \times 0,0638 = \mathbf{2,65 \text{ m.c.a}}$$

- Perda de carga no trecho Ponto “A” – Ponto “B”

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
1	pç	Tê de passagem diretra 2 ½”	1,30 m	1,30 m
		Leq total		1,30 m

$$Jt A - B = 1.065,88 \times Q^{1,85} = 1.065,88 \times 0,01044^{1,85} = \mathbf{0,2144 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt A - B = (Leq + Lr) \times Jt A - B = (1,30 + 17,00) \times 0,2144 = \mathbf{3,92 \text{ m.c.a}}$$

- Perda de carga no trecho Ponto “B” – Ponto “C”

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
1	pç	Joelho 90° 2 ½”	2,00 m	2,00 m
		Leq total		2,00 m

$$Jt B - C = 1.065,88 \times Q^{1,85} = 1.065,88 \times 0,01044^{1,85} = \mathbf{0,2144 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt B - C = (Leq + Lr) \times Jt B - C = (2,00 + 1,10) \times 0,2144 = \mathbf{0,66 \text{ m.c.a}}$$

- Perda de carga no trecho Ponto “C” – Bomba

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
1	pç	Tê de Saída de Lado 2 ½”	4,30 m	4,30 m
2	pç	Registro de Gaveta Aberto 2 ½”	0,40 m	0,80 m
1	pç	Valvula de Retenção Tipo Leve 2 ½”	5,20 m	5,20 m
3	pç	Joelho 90° 2 ½”	2,00 m	6,00 m
		Leq total		16,30 m

$$Jt C - Bomba = 1.065,88 \times Q^{1,85} = 1.065,88 \times 0,01044^{1,85} = \mathbf{0,2144 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt C - Bomba = (Leq + Lr) \times Jt C - Bomba = (16,30 + 3,00) \times 0,2144 = \mathbf{4,13 \text{ m.c.a}}$$

- Perda de carga na Sucção

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
1	pç	Entrada de Borda 2 ½”	1,90 m	1,90 m
1	pç	Registro de Gaveta Aberto 2 ½”	0,40 m	0,40 m
		Leq total		2,30 m

$$Jt A - B = 1.065,88 \times Q^{1,85} = 1.065,88 \times 0,01044^{1,85} = \mathbf{0,2144 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt B - C = (Leq + Lr) \times Jt A - B = (2,30 + 1,80) \times 0,2144 = \mathbf{0,87 \text{ m.c.a}}$$

- Cálculo da altura manométrica

$$Hman = H + J_e + \Delta J_m + \Delta J_h3 + \Delta J_t H3 - A + \Delta J_t A - B + \Delta J_t B - C + \Delta J_t C - Bomba + \Delta J_s \pm H_g$$

$$Hman = 6 + 0,23 + 1,44 + 0,70 + 2,65 + 3,92 + 0,66 + 4,95 + 0,87 + 1,20 = \mathbf{22,62 \text{ m.c.a}}$$

- Vazão da Bomba

$$Q_b = Q \times 2 = 313,22 \times 2 = 626,44 \text{ L/min} = (626,44 \times 60) \div 1000 = \mathbf{37,58 \text{ m}^3/\text{h}}$$

- Potência da Bomba

$$P_b = (0,37 \times Hman \times Q_b) \div \eta = (0,37 \times 22,62 \times 37,58) \div 50 = \mathbf{6,29 \text{ cv}}$$

Onde:

P_b = potência da bomba, [cv];

Q = Vazão da bomba, [m³/h];

$Hman$ = altura manométrica, [m.c.a.];

η = rendimento do conjunto moto-bomba, [%].

0,37 = constante para adequação das unidades e do peso específico da água.

- Especificação das bombas

Bomba	Modelo	Potência (cv)	Tipo de Ligação	Diâmetro de Sucção (pol)	Diâmetro de Recalque(pol)
Principal	Ksb Firebloc 32-125	7,5	Elétrica - Trifásica	2½"	2½"
Secundária	Toyama Tfc25c1301	7,5	Combustão - Gasolina	2½"	2½"
Pressurização	Schneider BC-92S 1C	2	Elétrica - Trifásica	2"	2"

Para o dimensionamento, utilizou-se do diâmetro mínimo permitido para as tubulações em aço galvanizado, uma vez que a bomba será responsável por fornecer as pressões e vazões ao sistema.

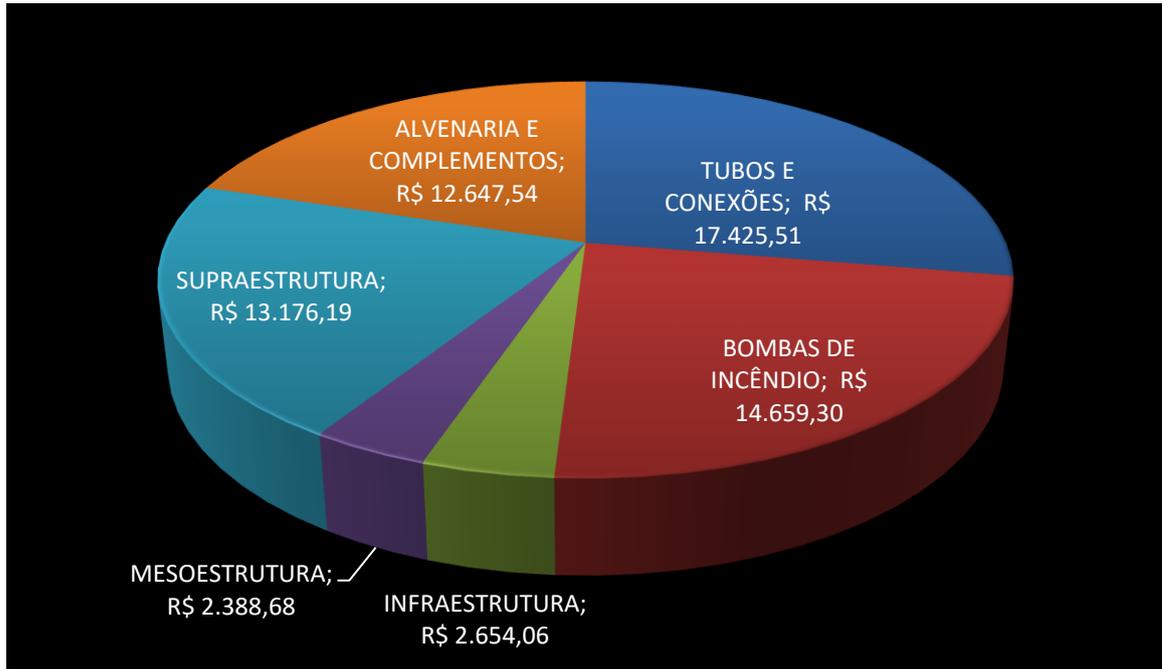
O acionamento das bombas de combate ao incêndio, considerou-se a instalação de

pressostatos. O pressostato tem a função de ligar a bomba quando detecta uma variação de pressão na tubulação, essa variação é ocasionada pela abertura de qualquer hidrante. A norma especifica que o desligamento da bomba de incêndio só pode ser feito de forma manual, para isso se considerou a instalação de dispositivo de desarme no quadro de comando das bombas, localizado dentro da casa de bombas. Para instalação das bombas elétricas, considerou-se uma ligação de energia independente do restante da edificação, ou seja, o cabo alimentador da bomba derivou-se antes da caixa seccionadora ou do disjuntor geral da edificação, de modo que o corte de energia elétrica na ocorrência do incêndio não desative o funcionamento das bombas, para isso, considerou-se a instalação de uma placa de sinalização para a alimentação da bomba de incêndio, localizada na chave de desarme das bombas dentro do quadro de entrada de energia, de modo a diferenciá-la das demais chaves. No interior da edificação, considerou-se a instalação de um painel para sinalização da bomba, com as seguintes descrições: a) painel energizado; b) bomba em funcionamento; c) falta de fase; d) falta de energia no comando de partida, constituído de dispositivo para ligar manualmente a bomba principal e indicação sonora.

6.2 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Para a implantação do SHP tipo II é necessário uma casa de bombas e uma proteção para o reservatório de no mínimo duas horas. Tendo esses parâmetros, decidiu-se fazer uma estrutura de 32m² a fim de acondicionar a casa de bombas e proteger o reservatório de 20 m³.

Conforme o Anexo F, apresenta o projeto estrutural feito no Software Eberick, visando orçar o quantitativo de toda a parte de infraestrutura, mesoestrutura, supraestrutura, Alvenaria e Complementos do SHP, da Casa de Bombas e da proteção para o reservatório. Com os dados obtidos do projeto estrutural e do SHP, realizamos o levantamento de custo de todos os gastos para implantação do sistema apresentados no Anexo B baseado na Tabela SINAPI, resultando nos valores do gráfico a seguir:

Gráficos 2- Custo direto total para a implantação do SHP Tipo II

Fonte: Compilação do autor.

Para implantação do SHP Tipo II deve se investir um montante de R\$ 62 951,28, considerando material e mão-de-obra.

7 SHP TIPO III - CASTELO D' ÁGUA COM ADUÇÃO FEITA POR GRAVIDADE E POR BOMBA DE REFORÇO

Nesse tipo de SHP, considerou-se reservatório em castelo da água e adução feita por bombas de reforço. Assim, para o correto funcionamento deste sistema, é necessário uma altura mínima de 8,5 metros, medidos entre o fundo do reservatório e o hidrante hidráulicamente menos favorável, ficando a bomba reforço responsável por fornecer as pressões e vazões ao sistema. Quando o sistema de bomba está instalado junto a reservatórios elevados, não é necessária a instalação de bomba de pressurização “jockey”, ficando o funcionamento da bomba reforço a partir da despressurização da rede ocasionada pela abertura de qualquer hidrante, detectado pelo pressostato. A bomba reforço deve ser instalada dentro da casa de bombas, devidamente ventilada, respeitando as especificações mencionadas no item 3.13.3.

7.1 MEMORIAL DE CÁLCULO DA TUBULAÇÃO

Conforme o Anexo G, detalhamos todo o Sistema Hidráulico Preventivo a fim de fomentar as variáveis requeridas dos cálculos a fim de obter os resultados de vazão, pressão e

potência das bombas.

A seguir apresentamos o passo a passo de todo dimensionamento a fim de definir qual o modelo de bomba utilizar através da vazão e potência:

- Cálculo da Vazão no Hidrante mais desfavorável H3:

$$Q = 0,2046 \times d^2 \times \sqrt{H} = 0,2046 \times 25^2 \times \sqrt{6} = 313,22 \text{ L/min} = 313,22 \div 60000 = \mathbf{0,00522 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Onde:

Q = vazão, [l/min];

d = diâmetro mínimo do requinte do esguicho, [mm];

H = pressão dinâmica mínima, [m.c.a.].

- Cálculo da Vazão total nos dois Hidrantes simultâneos:

$$Q_{\text{total}} = Q_{H3} + Q_{H2} = 0,00522 + 0,00522 = \mathbf{0,01044 \text{ m}^3/\text{s}}$$

- Perda de carga no esguicho do hidrante mais desfavorável:

$$J_e = 0,0396 \times H = 0,0396 \times 6 = \mathbf{0,23 \text{ m.c.a}}$$

Onde:

J_e = perda de carga no esguicho, [m.c.a.];

H = pressão dinâmica, [m.c.a.];

- Perda de carga na mangueira do hidrante mais desfavorável:

$$J_m = 801,41 \times Q^{1,85} = 801,41 \times 0,00522^{1,85} = \mathbf{0,04803 \text{ m/m}}$$

$$\Delta J_m = J_m \times L_m = 0,04808 \times 30 = \mathbf{1,44 \text{ m.c.a}}$$

Onde:

J_m = perda de carga unitária da mangueira, [m/m];

Q = vazão, [m³/s];

- Perda de carga do hidrante H3

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
1	pç	Adaptador 2½” Rosca x 2½” storz	0,80 m	0,80 m
1	pç	Registro angular 2½”	10,00 m	10,00 m
		Leq total		10,80 m

$$Jh3 = 1.065,88 \times Q^{1,85} = 1.065,88 \times 0,00522^{1,85} = \mathbf{0,0638 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jh3 = (Leq + Lr) \times Jh3 = (10,80 + 0,20) \times 0,0638 = \mathbf{0,70 \text{ m.c.a}}$$

Onde:

Δhf = perda de carga total na tubulação, [m.c.a.];

Lr = comprimento real da tubulação, [m];

Leq = comprimento virtual da tubulação, [m];

J = perda de carga unitária da tubulação, [m/m].

- Perda de carga no trecho H3 – Ponto “A”

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
2	pç	Joelho 90° 2½”	2,00 m	4,00 m
1	pç	Cruzeta 2½”	3,50 m	3,50 m
		Leq total		7,50 m

$$Jt \text{ H3 – A} = JH3 = \mathbf{0,0638 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt \text{ H3 – A} = (Leq + Lr) \times JH3 = (7,50 + 34,10) \times 0,0638 = \mathbf{2,65 \text{ m.c.a}}$$

- Perda de carga no trecho Ponto “A” – Ponto “B”

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
1	pç	Tê de passagem diretra 2 ½”	1,30 m	1,30 m
		Leq total		1,30 m

$$Jt \text{ A – B} = 1.065,88 \times Q^{1,85} = 1.065,88 \times 0,01044^{1,85} = \mathbf{0,2144 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt \text{ A – B} = (Leq + Lr) \times Jt \text{ A – B} = (1,30 + 17,00) \times 0,2144 = \mathbf{3,92 \text{ m.c.a}}$$

- Perda de carga no trecho Ponto “B” – Ponto “C”

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
1	pç	Joelho 90° 2 ½”	2,00 m	2,00 m
		Leq total		2,00 m

$$Jt B - C = 1.065,88 \times Q^{1,85} = 1.065,88 \times 0,01044^{1,85} = \mathbf{0,2144 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt B - C = (Leq + Lr) \times Jt B - C = (2,00 + 1,10) \times 0,2144 = \mathbf{0,66 \text{ m.c.a}}$$

- Perda de carga no trecho Ponto “C” – Bomba

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
2	pç	Tê de Saída de Lado 2 ½”	4,30 m	8,60 m
3	pç	Registro de Gaveta Aberto 2 ½”	0,40 m	1,20 m
1	pç	Válvula de retenção Tipo Leve 2 ½”	5,20 m	5,20 m
3	pç	Joelho 90° 2 ½”	1,70 m	5,10 m
		Leq total		20,10 m

$$Jt C - Bomba = 1.065,88 \times Q^{1,85} = 1.065,88 \times 0,01044^{1,85} = \mathbf{0,2144 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt C - Bomba = (Leq + Lr) \times Jt C - Bomba = (20,10 + 3,00) \times 0,2144 = \mathbf{4,95 \text{ m.c.a}}$$

- Perda de carga na Sucção

Quantidade	Unid	Conexão	Comprimento equivalente	Comprimento
				equivalente Total
1	pç	Entrada de Borda 2 ½”	1,90 m	1,90 m
1	pç	Registro de Gaveta Aberto 2 ½”	0,40 m	0,40 m
2	pç	Joelho 90° 2 ½”	2,00 m	4,00 m
		Leq total		6,30 m

$$Jt A - B = 1.065,88 \times Q^{1,85} = 1.065,88 \times 0,01044^{1,85} = \mathbf{0,2144 \text{ m/m}}$$

$$\Delta Jt B - C = (Leq + Lr) \times Jt A - B = (6,30 + 9,8) \times 0,2144 = \mathbf{3,45 \text{ m.c.a}}$$

- Cálculo da altura manométrica

$$H_{man} = H + J_e + \Delta J_m + \Delta J_h3 + \Delta J_t H3 - A + \Delta J_t A - B + \Delta J_t B - C + \Delta J_t C - Bomba + \Delta J_s \pm H_g$$

$$H_{man} = 6 + 0,23 + 1,44 + 0,70 + 2,65 + 3,92 + 0,66 + 4,95 + 3,45 - 7,30 = \mathbf{16,70 \text{ m.c.a}}$$

- Vazão da Bomba

$$Q_b = Q \times 2 = 313,22 \times 2 = 626,44 \text{ L/min} = (626,44 \times 60) \div 1000 = \mathbf{37,58 \text{ m}^3/\text{h}}$$

- Potência da Bomba

$$P_b = (0,37 \times H_{man} \times Q_b) \div \eta = (0,37 \times 16,70 \times 37,58) \div 50 = \mathbf{4,55 \text{ cv}}$$

Onde:

P_b = potência da bomba, [cv];

Q = Vazão da bomba, [m^3/h];

H_{man} = altura manométrica, [m.c.a.];

η = rendimento do conjunto moto-bomba, [%].

0,37 = constante para adequação das unidades e do peso específico da água.

Para especificação da bomba reforço, utilizou-se como parâmetro os resultados dos cálculos da altura manométrica, vazão de projeto, e potência teórica da bomba, conforme demonstra a tabela a seguir, juntamente às especificações técnicas do modelo da bomba, fornecidas pelo fabricante:

- Especificação das bombas

Bomba	Modelo	Potência (cv)	Tipo de Ligação	Diâmetro de Sucção (pol)	Diâmetro de Recalque(pol)
Principal	Ksb Firebloc 32-125	5	Elétrica - Trifásica	2½"	2½"
Secundária	Toyama Tfc25c1301	7,5	Combustão - Gasolina	2½"	2½"

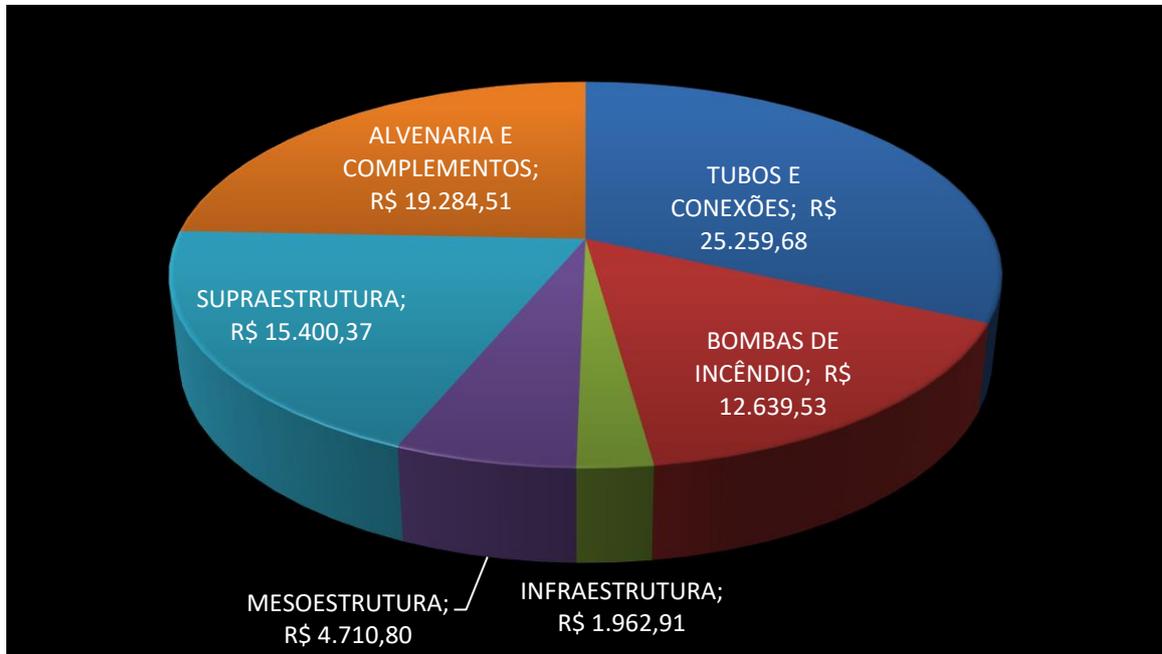
7.2 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Para a implantação do SHP tipo III é necessário uma casa de bombas e um castelo d' água com proteção para o reservatório de no mínimo duas horas. Tendo esse parâmetros, decidiu-se fazer uma estrutura de 16m² na parte térrea a fim de acondicionar a casa de bombas e aproveitando a estrutura fazer um castelo d' água de 8,5m .

Conforme o Anexo G, apresenta o projeto estrutural feito no Software Eberick, visando orçar o quantitativo de toda a parte de infraestrutura, mesoestrutura, supraestrutura, Alvenaria e Complementos do SHP, da Casa de Bombas e da proteção para o reservatório. Com os dados obtidos do projeto estrutural e do SHP, realizamos o levantamento de custo de todos os gastos

para implantação do sistema apresentados no Anexo C baseado na Tabela SINAPI, resultando nos valores do gráfico a seguir:

Gráficos 3- Custo direto total para a implantação do SHP Tipo III



Fonte: Compilação do autor.

Para implantação do SHP Tipo III deve se investir um montante de R\$ 79 257,79, considerando material e mão-de-obra.

8 RESULTADOS E DISCURSÕES

Utilizando-se de planilhas orçamentárias elaboradas no Excel e das composições de preços unitários previstos no SINAPI para Santa Catarina, referente ao mês de maio de 2020 sem desoneração apresentadas nos Anexos A, B e C, identificaram-se os valores correspondentes a cada sistema. A tabela 5 representa o resumo da planilha orçamentária com o valor total de cada item juntamente ao valor do custo total para cada tipo de SHP proposto neste estudo.

Tabela 5- Comparativo de custos diretos dos três sistemas

ITEM	SERVIÇO	SHP TIPO I	SHP TIPO II	SHP TIPO III
1	TUBOS E CONEXÕES	R\$ 26.485,62	R\$ 17.425,51	R\$ 25.259,68
2	BOMBAS DE INCÊNDIO	---	R\$ 14.659,30	R\$ 12.639,53
3	INFRAESTRUTURA	R\$ 2.412,94	R\$ 2.654,06	R\$ 1.962,91
4	MESOESTRUTURA	R\$ 13.282,23	R\$ 2.388,68	R\$ 4.710,80
5	SUPRAESTRUTURA	R\$ 13.894,85	R\$ 13.176,19	R\$ 15.400,37
6	ALVENARIA E COMPLEMENTOS	R\$ 13.551,97	R\$ 12.647,54	R\$ 19.284,51
CUSTO TOTAL		R\$ 69.627,61	R\$ 62.951,28	R\$ 79.257,80

Fonte: Compilação do autor.

Analisando a tabela 5, verificou-se que o SHP tipo II apresentou o menor custo direto em relação aos demais sistemas, ficando o SHP tipo III com o valor mais elevado. Observou-se também que o item I (TUBOS E CONEXÕES) é o mais oneroso nos três sistemas.

9 CONCLUSÃO

No presente estudo de caso, seguiram-se os requisitos da norma para o dimensionamento dos três tipos de Sistema Hidráulico Preventivo e identificaram-se os custos diretos para sua implantação em um depósito de madeira, por meio das composições de preços unitários previstos na tabela SINAPI do mês de maio de 2020 de Santa Catarina.

Os resultados demonstram que o SHP Tipo II constituído por reservatório inferior e adução feita através de bombas apresentou o menor custo direto em comparação aos demais sistemas, ficando seu custo direto total em R\$ 62.951,28. O SHP Tipo I constituído de reservatório em castelo da água e adução feita por gravidade apresentou um custo direto total de R\$ 69.627,61, ficando 10,60% mais oneroso que o SHP Tipo II. Para o SHP Tipo III constituído de reservatório em castelo da água e adução feita por bombas reforço, o custo direto total foi de R\$ 79.257,80 correspondente ao maior valor, ficando sua implantação 25,90% mais cara em comparação ao SHP Tipo II.

O menor custo para implantação do SHP Tipo II, comparado às demais, pode ser explicado em função do sistema não utilizar estrutura para elevação do reservatório, sendo que este apresentou valor considerável nos SHP Tipo I e III, contribuindo para a elevação do custo direto total. Dessa forma, conclui-se que, para este estudo de caso, considerando somente os custos diretos, o SHP Tipo II mostrou-se mais eficiente que os demais sistemas, porém, em um âmbito geral, deve-se computar as manutenções periódicas durante a vida útil das bombas de incêndio e possíveis falhas quando necessário o seu funcionamento.

Contudo, devido à diferença do custo total ser relativamente pequena, sugere-se a implantação do SHP Tipo I por ser mais favorável à segurança, uma vez que sua adução é feita através da gravidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas de Hidrantes e de Mangotinhos para Combate a Incêndio: NBR 13714**. Rio de Janeiro, 2000.

AZEVEDO NETTO, J M. **Manual de Hidráulico**. 8ª Edição. Ed. Edgard Blücher Ltda., São Paulo-SP, 1998.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. – ABNT. **Instalação predial de água fria: ABNT NBR 5626**. Rio de Janeiro, 1998.

BRENTANO, Telmo. **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndios nas Edificações**. 2ª ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2005.

CAMILLO, Junior, Abel Batista. **Manual de Prevenção e Combate a Incêndio**. 2ª ed. São Paulo: SENAC, 2012.

CANTO, Michael, Nestor Back. **Dimensionamento e Levantamento dos Custos Diretos Para a implantação de Três tipos de Sistema Hidráulico Preventivo: Estudo de Caso em um Pavilhão Comercial**. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

CORDERO, Ademar. **Apostila de Sistemas de Proteção Contra Incêndios**. 2009.81p. Universidade Regional de Blumenau - FURB, Centro de Ciências Tecnológicas - CCT, Departamento de Engenharia Civil.

Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Normas de Segurança contra Incêndios - Instrução Normativa IN 01/DAT/CBMSC - Da Atividade Técnica. 2014**. Disponível em: <<http://www.cbm.sc.gov.br>>. Acesso em: 12/06/2020.

Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Normas de Segurança contra Incêndios - Instrução Normativa IN 03/DAT/CBMSC - Carga de Incêndio. 2014**. Disponível em: <<http://www.cbm.sc.gov.br>>. Acesso em: 12/06/2020.

Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Normas de Segurança contra Incêndios - Instrução Normativa IN 07/DAT/CBMSC - Sistema Hidráulico Preventivo. 2014.**

Disponível em: <<http://www.cbm.sc.gov.br>>. Acesso em: 10/03/2020.

EQUITEC EXTINTORES. **Classes de incêndio:** Disponível em <https://www.equitecextintores.com.br>. Acesso em: 20 / 04. 2020.

FELISBERTO, Evelise Gonçalves Mariano. **Dimensionamento do Sistema Hidráulico Preventivo do Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas – IPAT: Estudo de Caso Utilizando a Estrutura de uma Edificação Existente.** 2011. 88p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) Curso de Pós-Graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Ary. **Sistemas de Prevenção Contra Incêndios.** Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

MAUS, Álvaro. **Proteção contra incêndio: atividades técnicas no Corpo de Bombeiros – Teoria Geral.** Florianópolis: Editograf, 1999.

MOTTA, Alexandre de Medeiros et al. **Universidade e Ciência.** Palhoça: Unisul virtual, 2013.

ONO, Rosária. Segurança em xeque. **Revista Incêndio**, [S. l.], v. 53, p.13-28, maio/jun. 2008. Disponível em: <http://www.cbca-iabr.org.br/artigos-tecnicos-ler.php?cod=3053&bsc=>. Acesso em: 05 abril 2020.

PICCHI, Flávio A. **Sistema de qualidade: Uso em empresas de construção de edifícios.** São Paulo, Tese de doutorado – EPUSP, 1993.462p.

QISAT. **Série combate a incêndio – Hidrantes e Mangotinhos.** Florianópolis: QiSat, 2019.

RUDIO, Franz Victor. **Introdução ao projeto de pesquisa científica.** 26. Ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros Militar. **IN 003**: carga de incêndio. [S. l.]: CBMSC, 2020. Disponível em:
<https://dsci.cbm.sc.gov.br/images/arquivo_pdf/IN/Em_vigor/IN_003_18dezembro2019>.pdf
. Acesso em: 21 mar. 2020.

SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros Militar. **IN 004**: terminologia de segurança contra incêndio. [S. l.]: CBMSC, 2018. Disponível em:
https://dat.cbm.sc.gov.br/images/arquivo_pdf/IN/Em_vigor/IN_004_Terminologia_SCI_31jan2018.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros Militar. **IN 007**: sistema hidráulico preventivo. [S. l.]: CBMSC, 2018. Disponível em:
https://dat.cbm.sc.gov.br/images/arquivo_pdf/IN/Em_vigor/IN_007_SHP_01ago2017.pdf.
Acesso em: 20 mar. 2020.

SANTA CATARINA. Lei n.º 16.157, de 7 de novembro de 2013. **Dispõe Sobre as Normas e os Requisitos Mínimos para a Prevenção e Segurança Contra Incêndio e Pânico e Estabelece Outras Providências**. Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina. 6p. SISTEMA Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI.

SEGURANÇA DO TRABALHO. **Acidente zero**: Disponível em
<https://www.segurancadotrabalho01.blogspot.com>. Acesso em: 03 abril. 2020.

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

TRICHES ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA. **Preventivo Contra Incêndio**. Florianópolis: Triches Engenharia e Consultoria LTDA, 2017. ZEUS DO BRASIL.
Produtos: Disponível em: <https://www.zeusdobrasil.com.br>. Acesso em: 12 maio. 2020.

ANEXO A

LEVANTAMENTO DE CUSTOS DE IMPANTAÇÃO DO SHP TIPO I

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	FONTE	UND. MED	QUANT.	CUSTO DIRETO (R\$)				PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
						MÃO DE OBRA	MATERIAL	EQUIP.	OUTROS		
1	SISTEMA HIDRAULICO PREVENTIVO										R\$ 26.485,62
1.1	TUBOS E CONEXÕES										R\$ 26.485,62
1.1.1	92367	TUBO DE AÇO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE MÉDIA, DN 65 (2 1/2"), CONEXÃO ROSQUEADA, INSTALADO EM REDE DE ALIMENTAÇÃO PARA HIDRANTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	SINAPI	M	89,30	8,73	54,26	0,00	0,00	62,99	5625,01
1.1.2	92368	TUBO DE AÇO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE MÉDIA, DN 75 (3"), CONEXÃO ROSQUEADA, INSTALADO EM REDE DE ALIMENTAÇÃO PARA HIDRANTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	SINAPI	M	32,90	9,83	72,78	0,00	0,00	82,61	2717,87
1.1.3	99624	VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL, DE BRONZE, ROSCÁVEL, 3" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2019	SINAPI	UN	1,00	30,23	337,61	0,00	0,00	367,84	367,84
1.1.4	94500	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	SINAPI	UN	1,00	30,23	246,48	0,00	0,00	276,71	276,71
1.1.5	92358	TÊ, EM FERRO GALVANIZADO, DN 75 (3"), CONEXÃO ROSQUEADA, INSTALADO EM PRUMADAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	SINAPI	UN	1,00	54,12	127,59	0,00	0,00	181,71	181,71
1.1.6	92636	JOELHO 90 GRAUS, EM FERRO GALVANIZADO, CONEXÃO ROSQUEADA, DN 75 (3"), INSTALADO EM REDE DE ALIMENTAÇÃO PARA HIDRANTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	SINAPI	UN	2,00	44,34	97,15	0,00	0,00	141,49	282,98
1.1.7	92390	JOELHO 90 GRAUS, EM FERRO GALVANIZADO, DN 65 (2 1/2"), CONEXÃO ROSQUEADA, INSTALADO EM REDE DE ALIMENTAÇÃO PARA HIDRANTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	SINAPI	UN	10,00	39,41	70,00	0,00	0,00	109,41	1094,10
1.1.8	92913	LUVA DE REDUÇÃO, EM FERRO GALVANIZADO, 3" X 2 1/2", CONEXÃO ROSQUEADA, INSTALADO EM PRUMADAS FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	SINAPI	UN	2,00	27,05	78,05	0,00	0,00	105,10	210,20
1.1.9	1651	CRUZETA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2 1/2"	SINAPI	UN	1,00	44,34	135,96	0,00	0,00	180,30	180,30
1.1.10	3268	FLANGE SEXTAVADO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 3"	SINAPI	UN	2,00	30,23	94,65	0,00	0,00	124,88	249,76

CONTINUAÇÃO DO ANEXO A

1.1.11	10904	REGISTRO OU VALVULA GLOBO ANGULAR EM LATAO, PARA HIDRANTES EM INSTALACAO REDIAL DE INCENDIO, 45 GRAUS, DIAMETRO DE 2 1/2", COM VOLANTE, CLASSE DE PRESSAO DE ATE 200 PSI	SINAPI	UN	4,00	30,23	72,95	0,00	0,00	103,18	412,72
1.1.12	10899	ADAPTADOR, EM LATAO, ENGATE RAPIDO 2 1/2" X ROSCA INTERNA 5 FIOS 2 1/2", PARA INSTALACAO PREDIAL DE COMBATE A INCENDIO	SINAPI	UN	4,00	17,09	31,95	0,00	0,00	49,04	196,16
1.1.13	20963	CAIXA DE INCENDIO/ABRIGO PARA MANGUEIRA, DE SOBREPOR/EXTERNNA, COM 90 X 60 X 17 CM, EM CHAPA DE ACO, PORTA COM VENTILACAO, VISOR COM A INSCRICAO "INCENDIO", SUPORTE/CESTA INTERNA PARA A MANGUEIRA, PINTURA ELETROSTATICA VERMELHA	SINAPI	UN	3,00	40,28	171,87	0,00	0,00	212,15	636,45
1.1.14	21034	MANGUEIRA DE INCENDIO, TIPO 2, DE 2 1/2", COMPRIMENTO = 15 M, TECIDO EM FIO DE POLIESTER E TUBO INTERNO EM BORRACHA SINTETICA, COM UNIOES ENGATE RAPIDO	SINAPI	UN	6,00	0,00	382,93	0,00	0,00	382,93	2297,58
1.1.15	37555	ESGUICHO JATO REGULAVEL, TIPO ELKHART, ENGATE RAPIDO 2 1/2", PARA COMBATE A INCENDIO	SINAPI	UN	3,00	0,00	104,21	0,00	0,00	104,21	312,63
1.1.16	20971	CHAVE DUPLA PARA CONEXOES TIPO STORZ, ENGATE RAPIDO 1 1/2" X 2 1/2", EM LATAO, PARA INSTALACAO PREDIAL COMBATE A INCENDIO	SINAPI	UN	3,00	0,00	6,94	0,00	0,00	6,94	20,82
1.1.17	10905	TAMPAO COM CORRENTE, EM LATAO, ENGATE RAPIDO 2 1/2", PARA INSTALACAO PREDIAL DE COMBATE A INCENDIO	SINAPI	UN	1,00	0,00	38,21	0,00	0,00	38,21	38,21
1.1.18	1	RESERVATÓRIO DE POLIETILENO 20 000 L FORTLEV	FORTLEV	UN	1,00		9272,61	0,00	0,00	9272,61	9272,61
1.1.19	89272	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 28,80 M, CAPACIDADE MÁXIMA 30 T, POTÊNCIA 97 KW, TRAÇÃO 4 X 4 - CHP DIURNO. AF_11/2014	SINAPI	H	6,00	20,60	17,60	75,49	0,00	113,69	682,14
1.1.20	10527	LOCACAO DE ANDAIME METALICO TUBULAR DE ENCAIXE, TIPO DE TORRE, COM LARGURA DE 1 ATE 1,5 M E ALTURA DE *1,00* M	SINAPI	PÇ	21,00	0,00	0,00	17,50	0,00	17,50	367,50
1.1.21	90099	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E J M3 USANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM RETROESCAVADEIRA (0,26 M3/88 HP), LARG. MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	SINAPI	M³	4,00	38,39	63,73	2,34	0,00	104,46	417,84
1.1.22	88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	16,00	23,18	0,00	0,00	0,00	23,18	370,88
1.1.23	88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	16,00	17,10	0,00	0,00	0,00	17,10	273,60

CONTINUAÇÃO DO ANEXO A

2	TORRE										R\$ 43.141,99
2.1	INFRAESTRUTURA										R\$ 2.412,94
2.1.1	96535	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	SINAPI	M ²	4,2	94,95	41,06	0,00	0,16	136,17	571,91
2.1.2	94971	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_07/2016	SINAPI	M ³	1,1	48,84	271,79	1,81	1,06	323,50	355,85
2.1.3	96617	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS, ESPESSURA DE 3 CM. AF_08/2017	SINAPI	M ²	4,41	6,38	7,51	0,06	0,03	13,98	61,65
2.1.4	90099	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E J M3 USANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM RETROESCAVADEIRA (0,26 M3/88 HP), LARG. MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	SINAPI	M ³	4,41	38,39	63,73	2,34	0,00	104,46	460,67
2.1.5	92786	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	36,9	2,31	6,60	0,00	0,00	8,91	328,78
2.1.6	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	16,00	23,34	0,00	0,00	0,00	23,34	373,44
2.1.7	88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	16,00	16,29	0,00	0,00	0,00	16,29	260,64
2.2	MESOESTRUTURA										R\$ 13.282,23
2.2.1	92439	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MAIOR QUE 0,25 M ² , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 14 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	SINAPI	M ²	105,60	8,16	0,00	12,57	0,00	20,73	2189,09
2.2.2	94971	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_07/2016	SINAPI	M ³	7,90	48,84	271,79	1,81	1,06	323,50	2555,65
2.2.3	92775	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	318,70	6,91	6,41	0,00	0,00	13,32	4245,08
2.2.4	92777	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	323,90	3,42	6,74	0,00	0,00	10,16	3290,82

CONTINUAÇÃO DO ANEXO A

2.2.5	10527	LOCAÇÃO DE ANDAIME METÁLICO TUBULAR DE ENCAIXE, TIPO DE TORRE, COM LARGURA DE 1 ATE 1,5 M E ALTURA DE *1,00* M	SINAPI	PÇ	21,00	0,00	0,00	17,50	0,00	17,50	367,50
2.2.6	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	16,00	23,34	0,00	0,00	0,00	23,34	373,44
2.2.7	88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	16,00	16,29	0,00	0,00	0,00	16,29	260,64
2.3	SUPERESTRUTURA										R\$ 13.894,85
2.3.1	92479	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA PLASTIFICADA, 18 UTILIZAÇÕES. AF 12/2015	SINAPI	M²	80,00	25,27	20,65	0,00	0,03	45,95	3676,00
2.3.2	94971	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF 07/2016	SINAPI	M³	9,70	48,84	271,79	1,81	1,06	323,50	3137,95
2.3.3	92775	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	SINAPI	KG	69,70	6,91	6,41	0,00	0,00	13,32	928,40
2.3.4	92778	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	SINAPI	KG	220,70	2,46	6,27	0,00	0,00	8,73	1926,71
2.3.5	92271	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM. AF 12/2015	SINAPI	M²	26,00	0,43	71,56	0,00	0,00	71,99	1871,74
2.3.6	92785	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 6,3 MM -MONTAGEM. AF 12/2015	SINAPI	KG	44,10	3,37	6,56	0,00	0,00	9,93	437,91
2.3.7	92786	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 8 MM -MONTAGEM. AF 12/2015	SINAPI	KG	41,51	2,31	6,60	0,00	0,00	8,91	369,85
2.3.8	92787	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 10 MM -MONTAGEM. AF 12/2015	SINAPI	KG	49,83	1,62	6,13	0,00	0,00	7,75	386,18
2.3.9	10527	LOCAÇÃO DE ANDAIME METÁLICO TUBULAR DE ENCAIXE, TIPO DE TORRE, COM LARGURA DE 1 ATE 1,5 M E ALTURA DE *1,00* M	SINAPI	PÇ	21,00	0,00	0,00	17,50	0,00	17,50	367,50
2.3.10	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	20,00	23,34	0,00	0,00	0,00	23,34	466,80

CONTINUAÇÃO DO ANEXO A

2.3.11	88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	20,00	16,29	0,00	0,00	0,00	16,29	325,80
2.4	ALVENARIA E COMPLEMENTOS										R\$ 13.551,97
2.4.1	87455	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 14X19X39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	SINAPI	M²	64	25,59	40,6	0	0	66,19	4236,16
2.4.2	87879	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	SINAPI	M²	64	1,88	1,44	0	0	3,32	212,48
2.4.3	90406	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM TETO, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_03/2015	SINAPI	M²	64	23,3	12,91	0,02	0,03	36,26	2320,64
2.4.4	88423	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS, UMA COR. AF_06/2014	SINAPI	M²	64	4,24	13,78	0	0	18,02	1153,28
2.4.5	10527	LOCACAO DE ANDAIME METALICO TUBULAR DE ENCAIXE, TIPO DE TORRE, COM LARGURA DE 1 ATE 1,5 M E ALTURA DE *1,00* M	SINAPI	PÇ	21,00	0,00	0,00	17,50	0,00	17,50	367,50
2.4.6	73665	ESCADA TIPO MARINHEIRO EM TUBO ACO GALVANIZADO 1 1/2" 5 DEGRAUS	SINAPI	M	17,00	117,07	137,30	0	0	254,37	4324,29
2.4.7	2	PORTINHOLA 1M X 70CM SEM ELEMENTOS VAZADOS	COMPOSIÇÃO	UN	1,00	23,54	280,00	0	0	303,54	303,54
2.4.8	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	16,00	23,34	0,00	0,00	0,00	23,34	373,44
2.4.9	88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	16,00	16,29	0,00	0,00	0,00	16,29	260,64
							CUSTO SHP:			R\$ 26.485,62	
							CUSTO DA TORRE:			R\$ 43.141,99	
							CUSTO TOTAL:			R\$ 69.627,61	

ANEXO B

LEVANTAMENTO DE CUSTOS DE IMPANTAÇÃO DO SHP TIPO II

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	FONTE	UND. MED	QUANT.	CUSTO DIRETO (R\$)				PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
						MÃO DE OBRA	MATERIAL	EQUIP.	OUTROS		
1	SISTEMA HIDRAULICO PREVENTIVO										R\$ 32.084,81
1.1	TUBOS E CONEXÕES										R\$ 17.425,51
1.1.1	92367	TUBO DE AÇO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE MÉDIA, DN 65 (2 1/2"), CONEXÃO ROSQUEADA, INSTALADO EM REDE DE ALIMENTAÇÃO PARA HIDRANTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2015	SINAPI	M	112,10	8,73	54,26	0,00	0,00	62,99	7061,18
1.1.2	99633	VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL, DE BRONZE, ROSCÁVEL, 2 1/2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2019	SINAPI	UN	1,00	30,24	208,81	0,00	0,00	239,05	239,05
1.1.3	94499	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 2 1/2", INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 06/2016	SINAPI	UN	4,00	29,19	204,03	0,00	0,00	233,22	932,88
1.1.4	92357	TÊ, EM FERRO GALVANIZADO, DN 75 (2 1/2"), CONEXÃO ROSQUEADA, INSTALADO EM PRUMADAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2015	SINAPI	UN	3,00	50,09	96,59	0,00	0,00	146,68	440,04
1.1.5	92390	JOELHO 90 GRAUS, EM FERRO GALVANIZADO, DN 65 (2 1/2"), CONEXÃO ROSQUEADA, INSTALADO EM REDE DE ALIMENTAÇÃO PARA HIDRANTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2015	SINAPI	UN	13,00	39,41	70,00	0,00	0,00	109,41	1422,33
1.1.6	1651	CRUZETA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2 1/2"	SINAPI	UN	1,00	44,34	135,96	0,00	0,00	180,30	180,30
1.1.7	3267	FLANGE SEXTAVADO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2 1/2"	SINAPI	UN	2,00	30,23	70,00	0,00	0,00	100,23	200,46
1.1.8	10904	REGISTRO OU VALVULA GLOBO ANGULAR EM LATAO, PARA HIDRANTES EM INSTALACAO REDIAL DE INCENDIO, 45 GRAUS, DIAMETRO DE 2 1/2", COM VOLANTE, CLASSE DE PRESSAO DE ATE 200 PSI	SINAPI	UN	4,00	30,23	72,95	0,00	0,00	103,18	412,72
1.1.9	10899	ADAPTADOR, EM LATAO, ENGATE RAPIDO 2 1/2" X ROSCA INTERNA 5 FIOS 2 1/2", PARA INSTALACAO PREDIAL DE COMBATE A INCENDIO	SINAPI	UN	4,00	17,09	31,95	0,00	0,00	49,04	196,16

CONTINUAÇÃO DO ANEXO B

1.1.10	20963	CAIXA DE INCENDIO/ABRIGO PARA MANGUEIRA, DE SOBREPOR/EXTERNA, COM 90 X 60 X 17 CM, EM CHAPA DE ACO, PORTA COM VENTILACAO, VISOR COM A INSCRICAO "INCENDIO", SUPORTE/CESTA INTERNA PARA A MANGUEIRA, PINTURA ELETROSTATICA VERMELHA	SINAPI	UN	3,00	40,28	171,87	0,00	0,00	212,15	636,45
1.1.11	21034	MANGUEIRA DE INCENDIO, TIPO 2, DE 2 1/2", COMPRIMENTO = 15 M, TECIDO EM FIO DE POLIESTER E TUBO INTERNO EM BORRACHA SINTETICA, COM UNIOES ENGATE RAPIDO	SINAPI	UN	6,00	0,00	382,93	0,00	0,00	382,93	2297,58
1.1.12	37555	ESGUICHO JATO REGULAVEL, TIPO ELKHART, ENGATE RAPIDO 2 1/2", PARA COMBATE A INCENDIO	SINAPI	UN	3,00	0,00	104,21	0,00	0,00	104,21	312,63
1.1.13	20971	CHAVE DUPLA PARA CONEXOES TIPO STORZ, ENGATE RAPIDO 1 1/2" X 2 1/2", EM LATAO, PARA INSTALACAO PREDIAL COMBATE A INCENDIO	SINAPI	UN	3,00	0,00	6,94	0,00	0,00	6,94	20,82
1.1.14	10905	TAMPAO COM CORRENTE, EM LATAO, ENGATE RAPIDO 2 1/2", PARA INSTALACAO PREDIAL DE COMBATE A INCENDIO	SINAPI	UN	1,00	0,00	38,21	0,00	0,00	38,21	38,21
1.1.15	1	RESERVATÓRIO DE POLIETILENO 20 000 L FORTLEV	FORTLEV	UN	1,00	0,00	9272,61	0,00	0,00	9272,61	9272,61
1.1.16	90099	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E J M3 USANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM RETROESCAVADEIRA (0,26 M3/88 HP), LARG. MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF 01/2015	SINAPI	M³	4,00	38,39	63,73	2,34	0,00	104,46	417,84
1.1.17	88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	16,00	23,18	0,00	0,00	0,00	23,18	370,88
1.1.18	88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	16,00	17,10	0,00	0,00	0,00	17,10	273,60
2.1	BOMBAS DE INCÊNDIO										R\$ 14.659,30
2.1.1	2	BOMBA PARA INCÊNDIO KSB FIREBLOC 32-125 7,5 CV TRIFÁSICA 220/380/440V	COMPOSIÇÃO	UN	1,00	218,36	2378,34	0,00	0,00	2596,70	2596,70
2.1.2	3	BOMBA DE INCÊNDIO TOYAMA TFC25C1301 7,5 CV À GASOLINA COM PARTIDA ELÉTRICA	COMPOSIÇÃO	UN	1,00	218,36	3776,24	0,00	0,00	3994,60	3994,60
2.1.3	4	BOMBA MONOESTÁGIO SCHNEIDER BC-92S 1C 2 CV MONOFÁSICA 110V/220V SEM INTERMEDIÁRIO	COMPOSIÇÃO	UN	1,00	45,36	1414,80	0,00	0,00	1460,16	1460,16
2.1.4	5	PAINEL ELÉTRICO PARA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - 3 BOMBAS 7,5CV	COMPOSIÇÃO	UN	1,00	0,00	4430,88	0,00	0,00	4430,88	4430,88
2.1.5	6	PRESSOSTATO KPI 35 DANFOSS 0,2 A 8 BAR HIDRANTE	COMPOSIÇÃO	UN	3,00	8,33	327,00	0,00	0,00	335,33	1005,99
2.1.6	7	MANÔMETRO 0 A 200 PSI (0 a 14 kgf/cm2), d = 50mm	COMPOSIÇÃO	UN	1,00	15,41	93,00	0,00	0,00	108,41	108,41

CONTINUAÇÃO DO ANEXO B

2.1.7	92980	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM ² , ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA DISTRIBUIÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	SINAPI	M	100,00	0,36	6,46	0,00	0,00	6,82	682,00
2.1.8	88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	27,47	0,00	0,00	0,00	27,47	219,76
2.1.9	88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	20,10	0,00	0,00	0,00	20,10	160,80
2	CASA DE BOMBAS E PROTEÇÃO DO RESERVATÓRIO										R\$ 30.866,47
2.1	INFRAESTRUTURA										R\$ 2.654,06
2.1.1	96535	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	SINAPI	M ²	5,3	94,95	41,06	0,00	0,16	136,17	721,70
2.1.2	94971	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_07/2016	SINAPI	M ³	1,5	48,84	271,79	1,81	1,06	323,50	485,25
2.1.3	96617	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS, ESPESSURA DE 3 CM. AF_08/2017	SINAPI	M ²	5,81	6,38	7,51	0,06	0,03	13,98	81,22
2.1.4	90099	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E J M3 USANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM RETROESCAVADEIRA (0,26 M3/88 HP), LARG. MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	SINAPI	M ³	5,81	38,39	63,73	2,34	0,00	104,46	606,91
2.1.5	92786	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	49,6	2,31	6,60	0,00	0,00	8,91	441,94
2.1.6	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	23,34	0,00	0,00	0,00	23,34	186,72
2.1.7	88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	16,29	0,00	0,00	0,00	16,29	130,32
2.2	MESOESTRUTURA										R\$ 2.388,68
2.2.1	92439	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MAIOR QUE 0,25 M ² , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 14 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	SINAPI	M ²	19,20	8,16	0,00	12,57	0,00	20,73	398,02
2.2.2	94971	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_07/2016	SINAPI	M ³	1,00	48,84	271,79	1,81	1,06	323,50	323,50

CONTINUAÇÃO DO ANEXO B

2.2.3	92775	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	22,60	6,91	6,41	0,00	0,00	13,32	301,03
2.2.4	92777	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	4,74	3,42	6,74	0,00	0,00	10,16	48,16
2.2.5	92778	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	44,40	2,46	6,27	0,00	0,00	8,73	387,61
2.2.6	92779	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	34,65	1,75	5,39	0,00	0,00	7,14	247,40
2.2.7	92780	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	56,82	1,14	5,30	0,00	0,00	6,44	365,92
2.1.6	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	23,34	0,00	0,00	0,00	23,34	186,72
2.1.7	88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	16,29	0,00	0,00	0,00	16,29	130,32
2.3	SUPRAESTRUTURA										RS 13.176,19
2.3.1	92479	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA PLASTIFICADA, 18 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	SINAPI	M²	56,40	25,27	20,65	0,00	0,03	45,95	2591,58
2.3.2	94971	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_07/2016	SINAPI	M³	10,50	48,84	271,79	1,81	1,06	323,50	3396,75
2.3.3	92775	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	48,90	6,91	6,41	0,00	0,00	13,32	651,35
2.3.4	92778	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	199,40	2,46	6,27	0,00	0,00	8,73	1740,76
2.3.5	92271	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM. AF_12/2015	SINAPI	M²	32,00	0,43	71,56	0,00	0,00	71,99	2303,68

CONTINUAÇÃO DO ANEXO B

2.3.6	92785	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 6,3 MM -MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	138,18	3,37	6,56	0,00	0,00	9,93	1372,13
2.3.8	92787	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 10 MM -MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	103,60	1,62	6,13	0,00	0,00	7,75	802,90
2.1.6	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	23,34	0,00	0,00	0,00	23,34	186,72
2.1.7	88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	16,29	0,00	0,00	0,00	16,29	130,32
2.4	ALVENARIA E COMPLEMETOS										R\$ 12.647,54
2.4.1	87455	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 14X19X39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	SINAPI	M²	96	25,59	40,6	0	0	66,19	6354,24
2.4.2	87879	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	SINAPI	M²	96	1,88	1,44	0	0	3,32	318,72
2.4.3	90406	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM TETO, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_03/2015	SINAPI	M²	96	23,3	12,91	0,02	0,03	36,26	3480,96
2.4.4	88423	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS, UMA COR. AF_06/2014	SINAPI	M²	96	4,24	13,78	0	0	18,02	1729,92
2.4.5	8	PORTA DE FERRO GALVANIZADO	COMPOSIÇÃO	UN	1	62,22	384,44	0	0	446,66	446,66
2.4.6	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8	23,34	0,00	0,00	0,00	23,34	186,72
2.4.7	88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8	16,29	0,00	0,00	0,00	16,29	130,32
							CUSTO SHP:			R\$	32.084,81
							CUSTO DA TORRE:			R\$	30.866,47
							CUSTO TOTAL:			R\$	62.951,28

ANEXO C

LEVANTAMENTO DE CUSTOS DE IMPANTAÇÃO DO SHP TIPO III

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	FONTE	UND. MED	QUANT.	CUSTO DIRETO (R\$)				PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
						MÃO DE OBRA	MATERIAL	EQUIP.	OUTROS		
1	SISTEMA HIDRAULICO PREVENTIVO										R\$ 37.899,21
1.1	TUBOS E CONEXÕES										R\$ 25.259,68
1.1.1	92367	TUBO DE AÇO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE MÉDIA, DN 65 (2 1/2"), CONEXÃO ROSQUEADA, INSTALADO EM REDE DE ALIMENTAÇÃO PARA HIDRANTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	SINAPI	M	119,80	8,73	54,26	0,00	0,00	62,99	7546,20
1.1.2	99633	VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL, DE BRONZE, ROSCÁVEL, 2 1/2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2019	SINAPI	UN	1,00	30,24	208,81	0,00	0,00	239,05	239,05
1.1.3	94499	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 2 1/2", INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	SINAPI	UN	3,00	29,19	204,03	0,00	0,00	233,22	699,66
1.1.4	92357	TÊ, EM FERRO GALVANIZADO, DN 75 (2 1/2"), CONEXÃO ROSQUEADA, INSTALADO EM PRUMADAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	SINAPI	UN	2,00	50,09	96,59	0,00	0,00	146,68	293,36
1.1.5	92390	JOELHO 90 GRAUS, EM FERRO GALVANIZADO, DN 65 (2 1/2"), CONEXÃO ROSQUEADA, INSTALADO EM REDE DE ALIMENTAÇÃO PARA HIDRANTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	SINAPI	UN	15,00	39,41	70,00	0,00	0,00	109,41	1641,15
1.1.6	1651	CRUZETA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2 1/2"	SINAPI	UN	1,00	44,34	135,96	0,00	0,00	180,30	180,30
1.1.7	3267	FLANGE SEXTAVADO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2 1/2"	SINAPI	UN	2,00	30,23	70,00	0,00	0,00	100,23	200,46
1.1.8	10904	REGISTRO OU VALVULA GLOBO ANGULAR EM LATAO, PARA HIDRANTES EM INSTALACAO REDIAL DE INCENDIO, 45 GRAUS, DIAMETRO DE 2 1/2", COM VOLANTE, CLASSE DE PRESSAO DE ATE 200 PSI	SINAPI	UN	4,00	30,23	72,95	0,00	0,00	103,18	412,72
1.1.9	10899	ADAPTADOR, EM LATAO, ENGATE RAPIDO 2 1/2" X ROSCA INTERNA 5 FIOS 2 1/2", PARA INSTALACAO PREDIAL DE COMBATE A INCENDIO	SINAPI	UN	4,00	17,09	31,95	0,00	0,00	49,04	196,16
1.1.10	20963	CAIXA DE INCENDIO/ABRIGO PARA MANGUEIRA, DE SOBREPOR/EXTERNA, COM 90 X 60 X 17 CM, EM CHAPA DE ACO, PORTA COM VENTILACAO, VISOR COM A INSCRICAO "INCENDIO", SUPORTE/CESTA INTERNA PARA A MANGUEIRA, PINTURA ELETROSTATICA VERMELHA	SINAPI	UN	3,00	40,28	171,87	0,00	0,00	212,15	636,45

CONTINUAÇÃO DO ANEXO C

1.1.11	21034	MANGUEIRA DE INCENDIO, TIPO 2, DE 2 1/2", COMPRIMENTO = 15 M, TECIDO EM FIO DE POLIESTER E TUBO INTERNO EM BORRACHA SINTETICA, COM UNIOES ENGATE RAPIDO	SINAPI	UN	6,00	0,00	382,93	0,00	0,00	382,93	2297,58
1.1.12	37555	ESGUICHO JATO REGULAVEL, TIPO ELKHART, ENGATE RAPIDO 2 1/2", PARA COMBATE A INCENDIO	SINAPI	UN	3,00	0,00	104,21	0,00	0,00	104,21	312,63
1.1.13	20971	CHAVE DUPLA PARA CONEXOES TIPO STORZ, ENGATE RAPIDO 1 1/2" X 2 1/2", EM LATAO, PARA INSTALACAO PREDIAL COMBATE A INCENDIO	SINAPI	UN	3,00	0,00	6,94	0,00	0,00	6,94	20,82
1.1.14	10905	TAMPAO COM CORRENTE, EM LATAO, ENGATE RAPIDO 2 1/2", PARA INSTALACAO PREDIAL DE COMBATE A INCENDIO	SINAPI	UN	1,00	0,00	38,21	0,00	0,00	38,21	38,21
1.1.15	1	RESERVATÓRIO DE POLIETILENO 20 000 L FORTLEV	FORTLEV	UN	1,00	0,00	9272,61	0,00	0,00	9272,61	9272,61
1.1.16	90099	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E J M3 USANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM RETROESCAVADEIRA (0,26 M3/88 HP), LARG. MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF 01/2015	SINAPI	M³	4,00	38,39	63,73	2,34	0,00	104,46	417,84
1.1.17	10527	LOCACAO DE ANDAIME METALICO TUBULAR DE ENCAIXE, TIPO DE TORRE, COM LARGURA DE 1 ATE 1,5 M E ALTURA DE *1,00* M	SINAPI	PÇ	12,00	0,00	0,00	17,50	0,00	17,50	210,00
1.1.18	88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	16,00	23,18	0,00	0,00	0,00	23,18	370,88
1.1.19	88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	16,00	17,10	0,00	0,00	0,00	17,10	273,60
2.1	BOMBAS DE INCÊNDIO										RS\$ 12.639,53
2.1.1	2	BOMBA PARA INCÊNDIO KSB FIREBLOC 32-125 5 CV TRIFÁSICA 220/380/440V	COMPOSIÇÃO	UN	1,00	218,36	2154,06	0,00	0,00	2372,42	2372,42
2.1.2	3	BOMBA DE INCÊNDIO TOYAMA TFC25C1301 7,5 CV À GASOLINA COM PARTIDA ELÉTRICA	COMPOSIÇÃO	UN	1,00	218,36	3776,24	0,00	0,00	3994,60	3994,60
2.1.3	5	PAINEL ELÉTRICO PARA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - 2 BOMBAS 5 CV	COMPOSIÇÃO	UN	1,00	0,00	4430,88	0,00	0,00	4430,88	4430,88
2.1.4	6	PRESSOSTATO KPI 35 DANFOSS 0,2 A 8 BAR HIDRANTE	COMPOSIÇÃO	UN	2,00	8,33	327,00	0,00	0,00	335,33	670,66
2.1.5	7	MANÔMETRO 0 A 200 PSI (0 a 14 kgf/cm2), d = 50mm	COMPOSIÇÃO	UN	1,00	15,41	93,00	0,00	0,00	108,41	108,41
2.1.6	92980	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA DISTRIBUIÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2015	SINAPI	M	100,00	0,36	6,46	0,00	0,00	6,82	682,00
2.1.7	88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	27,47	0,00	0,00	0,00	27,47	219,76
2.1.8	88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	20,10	0,00	0,00	0,00	20,10	160,80

CONTINUAÇÃO DO ANEXO C

2 TORRE CASA DE BOMBAS											R\$ 41.358,58
2.1 INFRAESTRUTURA											R\$ 1.962,91
2.1.1	96535	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF 06/2017	SINAPI	M²	3,4	94,95	41,06	0,00	0,16	136,17	462,98
2.1.2	94971	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF 07/2016	SINAPI	M³	1,1	48,84	271,79	1,81	1,06	323,50	355,85
2.1.3	96617	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS, ESPESSURA DE 3 CM. AF 08/2017	SINAPI	M²	4,41	6,38	7,51	0,06	0,03	13,98	61,65
2.1.4	90099	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E J M3 USANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM RETROESCAVADEIRA (0,26 M3/88 HP), LARG. MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF 01/2015	SINAPI	M³	4,41	38,39	63,73	2,34	0,00	104,46	460,67
2.1.5	92786	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÊRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF 1 2/2015	SINAPI	KG	34,2	2,31	6,60	0,00	0,00	8,91	304,72
2.1.6	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	23,34	0,00	0,00	0,00	23,34	186,72
2.1.7	88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	16,29	0,00	0,00	0,00	16,29	130,32
2.2 MESOESTRUTURA											R\$ 4.710,80
2.2.1	92439	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MAIOR QUE 0,25 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 14 UTILIZAÇÕES. AF 12/2015	SINAPI	M²	43,20	8,16	0,00	12,57	0,00	20,73	895,54
2.2.2	94971	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF 07/2016	SINAPI	M³	2,20	48,84	271,79	1,81	1,06	323,50	711,70
2.2.3	92775	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÊRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	SINAPI	KG	61,60	6,91	6,41	0,00	0,00	13,32	820,51
2.2.4	92777	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÊRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	SINAPI	KG	71,10	3,42	6,74	0,00	0,00	10,16	722,38
2.2.5	92778	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÊRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	SINAPI	KG	118,40	2,46	6,27	0,00	0,00	8,73	1033,63

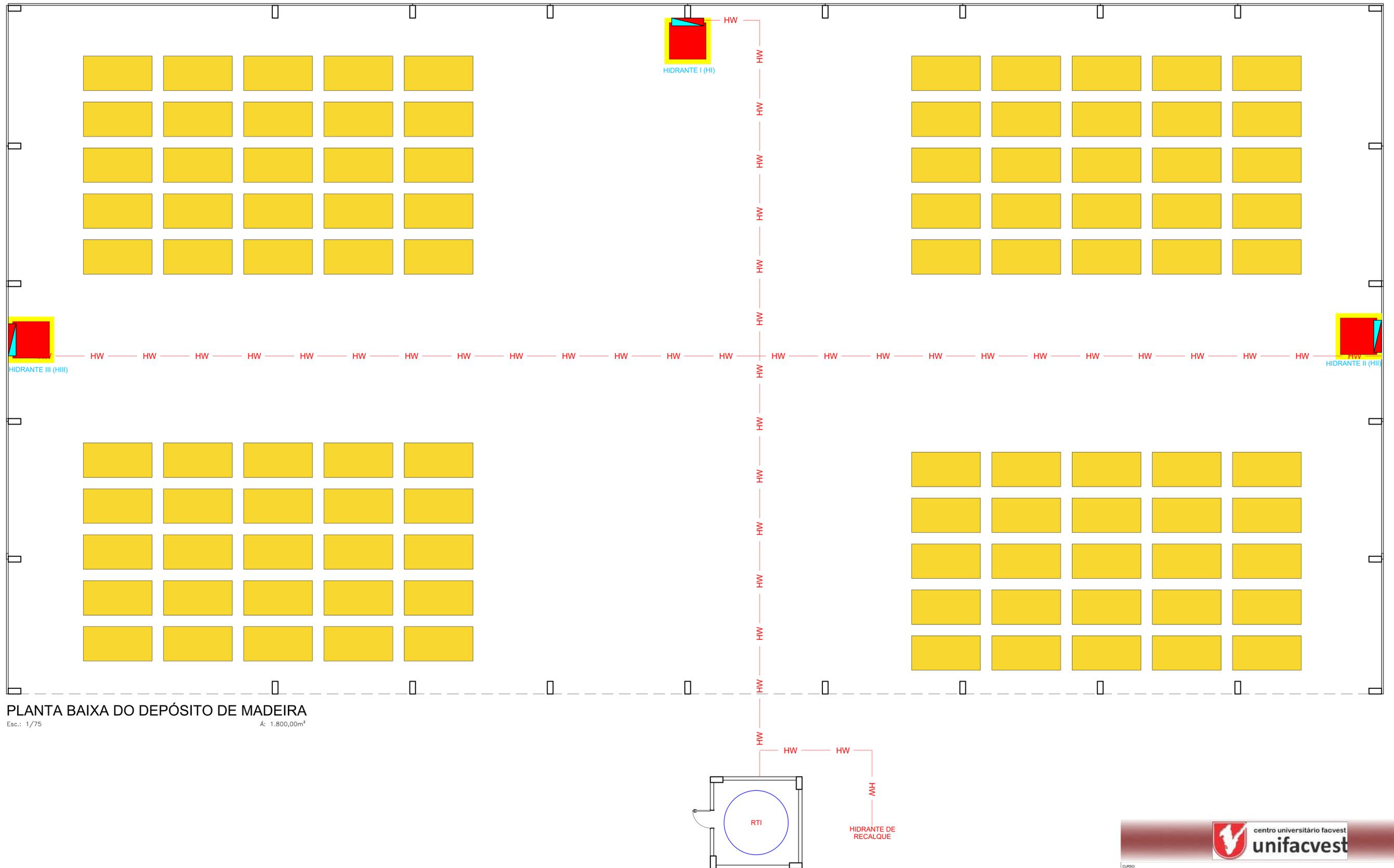
CONTINUAÇÃO DO ANEXO C

2.2.6	10527	LOCAÇÃO DE ANDAIME METÁLICO TUBULAR DE ENCAIXE, TIPO DE TORRE, COM LARGURA DE 1 ATE 1,5 M E ALTURA DE *1,00* M	SINAPI	PÇ	12,00	0,00	0,00	17,50	0,00	17,50	210,00
2.2.7	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	23,34	0,00	0,00	0,00	23,34	186,72
2.2.8	88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	16,29	0,00	0,00	0,00	16,29	130,32
2.3	SUPERESTRUTURA										RS 15.400,37
2.3.1	92479	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA PLASTIFICADA, 18 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	SINAPI	M²	64,00	25,27	20,65	0,00	0,03	45,95	2940,80
2.3.2	94971	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_07/2016	SINAPI	M³	10,90	48,84	271,79	1,81	1,06	323,50	3526,15
2.3.3	92775	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	55,70	6,91	6,41	0,00	0,00	13,32	741,92
2.3.4	92778	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	177,60	2,46	6,27	0,00	0,00	8,73	1550,45
2.3.5	92779	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	34,65	1,75	5,39	0,00	0,00	7,14	247,40
2.3.6	92271	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM. AF_12/2015	SINAPI	M²	51,80	0,43	71,56	0,00	0,00	71,99	3729,08
2.3.7	92785	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 6,3 MM -MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	132,30	3,37	6,56	0,00	0,00	9,93	1313,74
2.3.8	92786	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 8 MM -MONTAGEM. AF_12/2016	SINAPI	KG	47,40	2,31	6,60	0,00	0,00	8,91	422,33
2.3.9	92787	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 10 MM -MONTAGEM. AF_12/2015	SINAPI	KG	51,80	1,62	6,13	0,00	0,00	7,75	401,45
2.3.10	10527	LOCAÇÃO DE ANDAIME METÁLICO TUBULAR DE ENCAIXE, TIPO DE TORRE, COM LARGURA DE 1 ATE 1,5 M E ALTURA DE *1,00* M	SINAPI	PÇ	12,00	0,00	0,00	17,50	0,00	17,50	210,00

CONTINUAÇÃO DO ANEXO C

2.3.11	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	23,34	0,00	0,00	0,00	23,34	186,72
2.3.12	88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8,00	16,29	0,00	0,00	0,00	16,29	130,32
2.4	ALVENARIA E COMPLEMENTOS										R\$ 19.284,51
2.4.1	87455	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 14X19X39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 06/2014	SINAPI	M²	128	25,59	40,6	0	0	66,19	8472,32
2.4.2	87879	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF 06/2014	SINAPI	M²	128	1,88	1,44	0	0	3,32	424,96
2.4.3	90406	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM TETO, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF 03/2015	SINAPI	M²	128	23,3	12,91	0,02	0,03	36,26	4641,28
2.4.4	88423	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS, UMA COR. AF 06/2014	SINAPI	M²	128	4,24	13,78	0	0	18,02	2306,56
2.4.5	10527	LOCAÇÃO DE ANDAIME METÁLICO TUBULAR DE ENCAIXE, TIPO DE TORRE, COM LARGURA DE 1 ATE 1,5 M E ALTURA DE *1,00* M	SINAPI	PÇ	12,00	0,00	0,00	17,50	0,00	17,50	210,00
2.4.6	73665	ESCADA TIPO MARINHEIRO EM TUBO ACO GALVANIZADO 1 1/2" 5 DEGRAUS	SINAPI	M	8,50	117,07	137,30	0	0	254,37	2162,15
2.4.5	8	PORTA DE FERRO GALVANIZADO	COMPOSIÇÃO	UN	1	62,22	384,44	0	0	446,66	446,66
2.4.7	2	PORTINHOLA 1M X 70CM SEM ELEMENTOS VAZADOS	COMPOSIÇÃO	UN	1,00	23,54	280,00	0	0	303,54	303,54
2.4.9	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8	23,34	0,00	0,00	0,00	23,34	186,72
2.4.10	88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SINAPI	H	8	16,29	0,00	0,00	0,00	16,29	130,32
							CUSTO SHP:		R\$ 37.899,21		
							CUSTO DA TORRE:		R\$ 41.358,58		
							CUSTO TOTAL:		R\$ 79.257,79		

ANEXO D



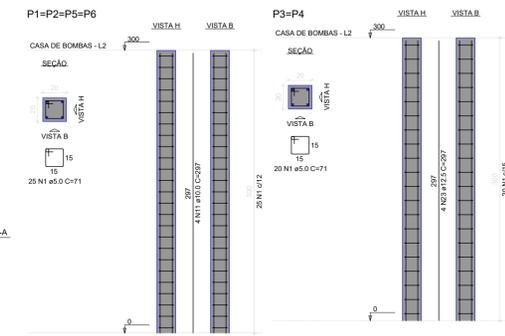
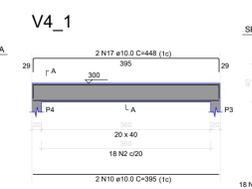
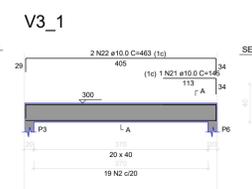
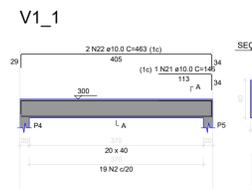
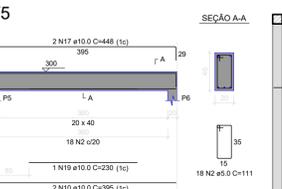
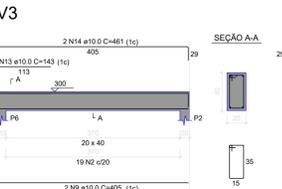
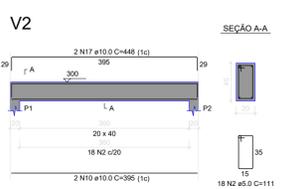
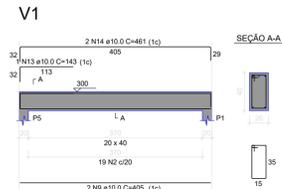
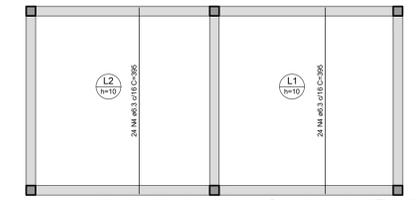
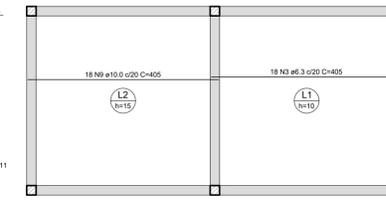
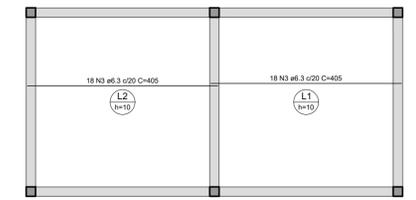
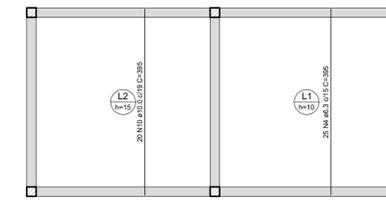
PLANTA BAIXA DO DEPÓSITO DE MADEIRA

Esc.: 1/75

Á: 1.800,00m²

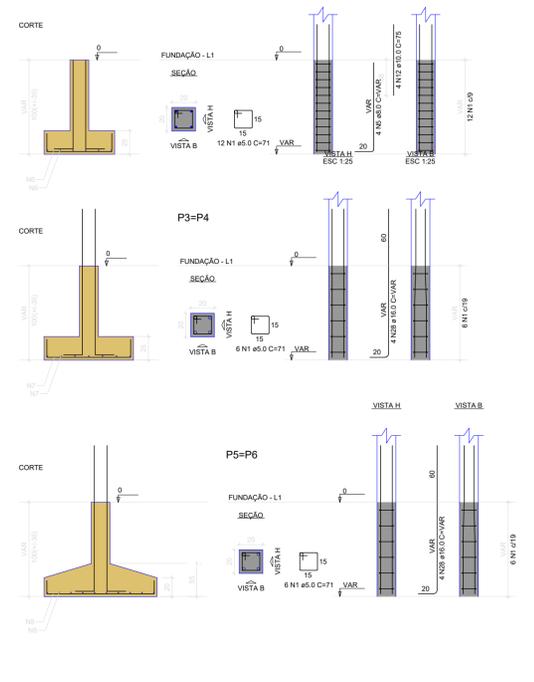
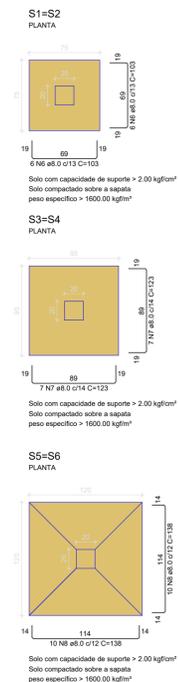
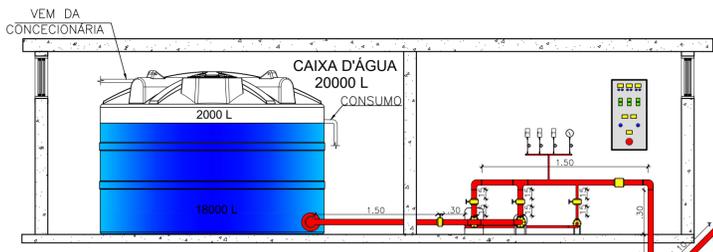
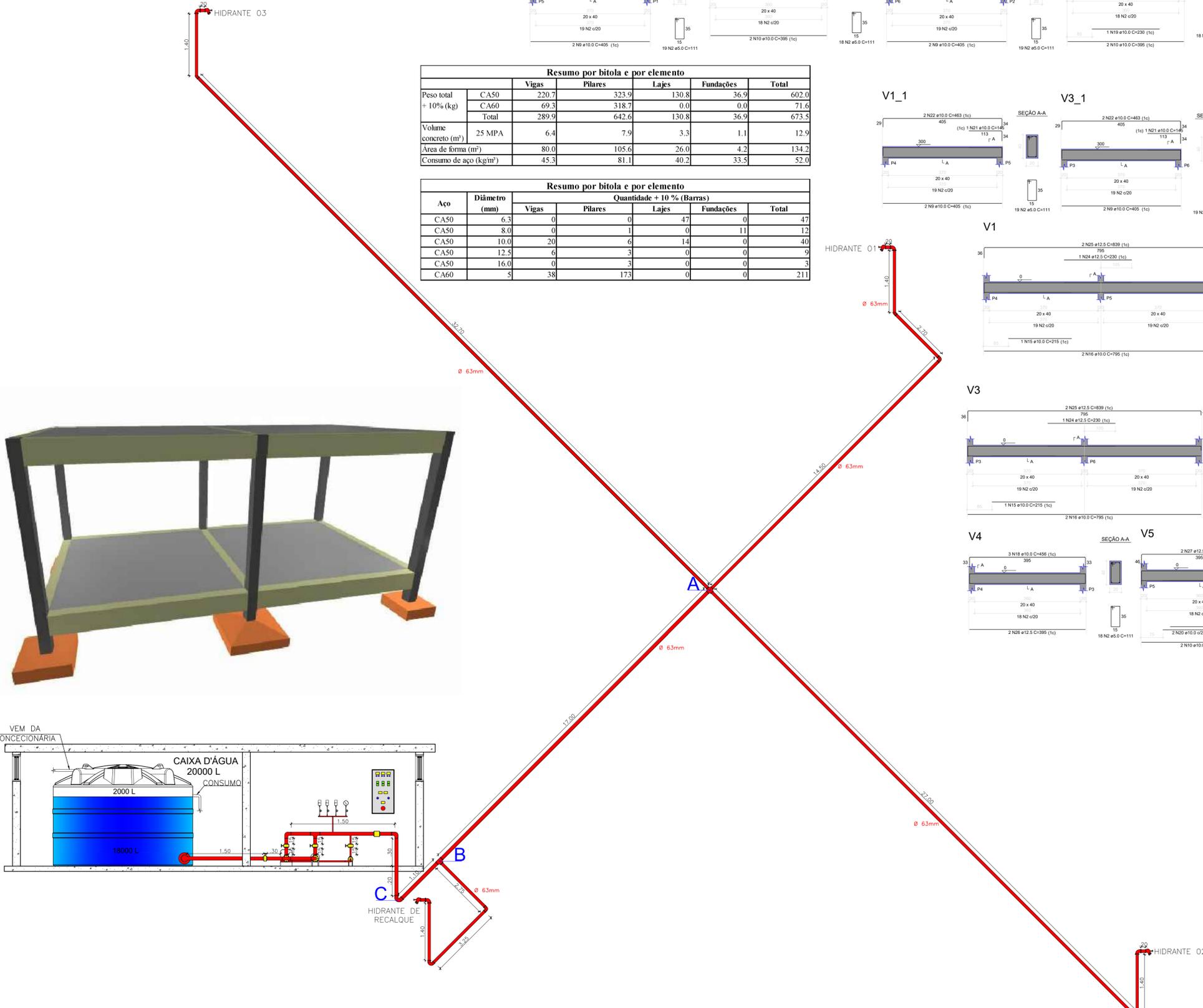
			
CURSO:	ENGENHARIA CIVIL	FASE:	10.ª
DISCIPLINA:	TCC II	ACADÊMICO:	SAMUEL OTTÁVIO TEIXEIRA ROCHA
PROFESSOR:	ALDORI BATISTA DOS ANJOS	ASSUNTO:	LOCAÇÃO DO SISTEMA HIDRAULICO PREVENTIVO EM PLANTA BAIXA
		ESCALA:	INDICADAS

ANEXO F



Resumo por bitola e por elemento						
		Vigas	Pilares	Lajes	Fundações	Total
Peso total	CA50	220.7	323.9	130.8	36.9	602.0
+ 10% (Kg)	CA60	69.3	318.7	0.0	0.0	71.6
	Total	289.9	642.6	130.8	36.9	673.5
Volume concreto (m³)	25 MPA	6.4	7.9	3.3	1.1	12.9
Área de forma (m²)		80.0	105.6	26.0	4.2	134.2
Consumo de aço (kg/m³)		45.3	81.1	40.2	33.5	52.0

Resumo por bitola e por elemento						
Aço	Diâmetro (mm)	Quantidade + 10 % (Barras)				Total
		Vigas	Pilares	Lajes	Fundações	
CA50	6.3	0	0	47	0	47
CA50	8.0	0	1	0	0	11
CA50	10.0	20	6	14	0	40
CA50	12.5	6	3	0	0	9
CA50	16.0	0	3	0	0	3
CA60	5	38	173	0	0	211



CURSO:	ENGENHARIA CIVIL	FASE:	10.ª
DISCIPLINA:	TCC II	ACADEMICO:	SAMUEL OTTAVIO TEIXEIRA ROCHA
PROFESSOR:	ALDORI BATISTA DOS ANJOS	ESCALA:	INDICADAS
ASSUNTO:	ISOMÉTRICO DO SHP II E DETALHAMENTO ESTRUTURAL DA TORRE		

