

DIMENSIONAMENTO E LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DIRETOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE TRÊS TIPOS DE SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO: ESTUDO DE CASO EM UM PAVILHÃO COMERCIAL

Michel Vieira do Canto (1), Nestor Back (2);

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1) *michel_vieira_canto@yahoo.com.br*, (2) *nestorback@yahoo.com.br*

RESUMO

No Estado de Santa Catarina, todas as edificações, exceto residências unifamiliares, devem cumprir os requisitos mínimos de prevenção de incêndio de acordo com as especificações das normas de segurança contra incêndio. Para as edificações existentes e antigas, que não possuem sistemas de prevenção de incêndio, é necessária sua regularização perante a legislação vigente, podendo haver punições ao proprietário no caso de não cumprimento, conforme prevê a Lei Estadual nº 16.157. Contudo, em nossa região, existe um grande número de edificações no processo de adequação aos sistemas de prevenção de incêndio. Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo geral o dimensionamento e levantamento dos custos diretos para implantação do Sistema Hidráulico Preventivo (SHP) em um pavilhão comercial já existente, localizado em Araranguá, SC, comparando três tipos de sistemas: SHP Tipo 1 - Reservatório em castelo da água e adução feita por gravidade; SHP Tipo 2 - Reservatório Inferior e adução feita por bombas; SHP Tipo 3 - Reservatório em castelo da água e adução feita por bomba reforço. Considerando-se os materiais e métodos deste estudo, os resultados demonstraram um custo direto total de R\$ 39.156,83 para o SHP tipo 1, R\$ 35.767,78 para o SHP tipo 2 e R\$ 42.057,79 para o SHP tipo 3, portanto, analisando somente os custos diretos, o SHP tipo 2 mostrou-se mais eficiente que os demais. Em comparação a esse, o SHP tipo 1 resultou-se 9,48% mais oneroso e o SHP tipo 3 apresentou-se 17,59% 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 1, onde a adução do sistema é de forma gravitacional e assim mais favorável à segurança da edificação.

Palavras-Chave: Dimensionamento, Sistema Hidráulico Preventivo, Bombas de Incêndio, NBR 13714/2000, IN07/DAT/CBMSC/2014.

1. INTRODUÇÃO

A prevenção de incêndios é obrigatória em todas as edificações, exceto residências unifamiliares. Para sua viabilização, é necessária a elaboração do projeto preventivo contra incêndio (PPCI) que deve ser aprovado junto ao corpo de bombeiros para posterior execução *in loco* e liberação do habite-se da edificação. Atualmente, existe

um grande número de edificações em nossa região que não cumpre os requisitos mínimos de prevenção de incêndio, grande parte são edificações antigas devido à falta de exigência dos órgãos competentes na época. Segundo FELISBERTO, (2011, p. 10)

Muito além de ser uma exigência de quem projeta e constrói, a segurança nas edificações é visível somente nos grandes centros do país, mais por exigências legais e de fiscalização. No entanto, quando a legislação é mais exigente para garantir a segurança contra incêndios, surgem questionamentos na procura de subterfúgios alternativos na tentativa de reduzir custos adicionais, estes muitas vezes consideráveis. E assim, muitas edificações são projetadas deixando-se de lado elementos importantes, principalmente a segurança contra incêndio [...].

De acordo com a Lei Estadual nº 16.157 (SANTA CATARINA, 2013), publicada no diário oficial em 11 de novembro de 2013, dispõe-se que todas as edificações existentes, ou seja, aquelas que já se encontram edificadas, acabadas ou concluídas, devem regularizar-se perante as normas de segurança contra incêndio vigente para o Estado de Santa Catarina. O não cumprimento, acarretará as seguintes sanções prevista na lei “[...] I advertência; II multa; III embargo de obra; IV interdição parcial ou total; e V cassação de atestado de vistoria para habite-se ou funcionamento”. (SANTA CATARINA, Lei 16.157, 2013, Art.16).

A norma de segurança contra incêndio (NSCI), através da instrução normativa, IN 001 (2014), relata que os sistemas de prevenção exigidos nas edificações dependem da sua ocupação, altura, área total construída e carga de incêndio. Em edificações com ocupação comercial, o Sistema Hidráulico Preventivo (SHP), será exigido se sua altura for maior ou igual a 12 metros e ou sua área total construída for maior ou igual a 750m². Segundo a NSCI, IN 007 (2014, p. 3), 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.

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 menor custo direto para implantação em um pavilhão comercial já existente?

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, comparando três tipos de sistemas conforme abaixo:

- SHP Tipo 1: Reservatório em castelo da água e adução feita por gravidade;
- SHP Tipo 2: Reservatório Inferior e adução feita por bombas;
- SHP Tipo 3: Reservatório em castelo da água e adução feita por bomba reforço;

Como objetivos específicos têm: estudar a norma de segurança contra incêndio sobre (SHP); dimensionar a rede hidráulica para os três tipos de sistemas utilizando o software Hydros V4¹, desenvolvido pela empresa AltoQi²; realizar o levantamento quantitativo para identificar os custos diretos para os três tipos de sistemas, utilizando-se das composições de preços unitários previsto no SINAPI³; comparar os custos diretos para os três tipos de sistemas do estudo de caso.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 PERÍODO DA PESQUISA

A pesquisa bibliográfica ocorreu nos meses de março a maio de 2015. Em seguida, nos meses de junho e julho de 2015, realizaram-se os dimensionamentos. O levantamento dos custos diretos, organização e análise dos resultados ocorreram nos meses de agosto a outubro de 2015. A conclusão ocorreu no mês de novembro de 2015. A figura 01 ilustra as etapas da pesquisa.

FIGURA 1: Etapas para desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: Autor, 2015.

¹ Hydros V4 - Software para projetos de instalações hidrossanitárias, gás e hidráulico preventivo

² AltoQi - Desenvolvimento de software para construção civil - Florianópolis - SC

³ SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Para a presente pesquisa, utilizou-se de um pavilhão comercial já existente, para estudo de caso, ilustrado na figura 2, construído no ano de 2011, onde não foi previsto a instalação de Sistema Hidráulico Preventivo. A edificação possui área total de 1.097,76m² sendo 1.026,30m² no pavimento térreo (pavilhão) e 71,46m² no pavimento superior (mezanino) e encontra-se localizada no município de Araranguá, Santa Catarina.

FIGURA 2: Edificação utilizada para estudo de caso.



Fonte: Autor, 2015.

2.3 REQUISITOS DO SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO

Cordero (2009) relata que os sistemas hidráulicos de prevenção e combate ao incêndio têm sua fundamentação teórica baseada na hidráulica, por isso é importante entender esta fundamentação, para a determinação das pressões, das vazões, das velocidades e das perdas de cargas contínuas e localizadas. Para os dimensionamentos, seguiram-se as especificações e fórmulas da NSCI, IN 007 (2014), para risco leve, conforme o dimensionamento da carga de incêndio da edificação apresentado no item 3.1, considerando-se o caminhamento das tubulações, os diâmetros adotados, a perda de carga na tubulação, conexões e mangueiras, de forma a garantir a pressão dinâmica mínima e vazão necessária para o correto funcionamento do sistema. Segundo a norma, para edificações

classificadas como risco leve a pressão mínima deve ser de 4,00 m.c.a., essa pressão é medida no esguicho do hidrante mais desfavorável hidráulicamente, aquele que está na cota mais elevado ou mais afastado, considerando o funcionamento simultâneo dos hidrantes, de acordo com a quantidade de hidrantes instalados na rede. Todo o Sistema Hidráulico Preventivo deve dispor de reserva técnica de incêndio (RTI), que deve ser dimensionada para garantir ao sistema uma autonomia mínima de 30 minutos, sendo aumentada conforme a quantidade de hidrantes instalados. Para o dimensionamento da RTI, considerou-se a vazão do hidrante mais favorável e para os sistemas constituídos por bombas consideraram-se a vazão com a bomba em funcionamento. Segundo a norma, a RTI mínima é de 5.000 litros e para sistemas com reservatório inferior, a RTI deve ser dobrada.

2.4 REQUISITOS DA BOMBA DE INCÊNDIO

Para os dimensionamentos das bombas de incêndio, seguiram-se as especificações e fórmulas da NSCI, IN 007 (2014), sendo sua instalação de forma “afogada”. Para 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.

2.5 MEMORIAL DE CÁLCULO E MÉTODOS

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. 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 dois hidrantes no interior da edificação e um hidrante de recalque localizado no passeio público, dentre os hidrantes previstos para o interior da edificação, um hidrante localizado no pavimento térreo, denominado H1, para proteção da área maior do pavilhão, constituído de dois lanços de 15 metros, totalizando 30 metros de mangueira e o outro hidrante localizado também no pavimento térreo, denominado H2, para proteção do hall de entrada e mezanino da edificação, com comprimento total de 30 metros de mangueira, sendo dois lanços de 15 metros. Não há exigência de instalação de hidrantes para o pavimento mezanino, devido sua área ser inferior a 100m², porém, fica o hidrante H2 responsável pela proteção através do caminhamento da mangueira, com isso, no dimensionamento, considerou-se uma pressão mínima de 6,80 m.c.a., devido à diferença de nível do pavimento mezanino ser de 2,80 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. Para o cálculo das vazões e pressões necessárias ao funcionamento do sistema, considerou-se o funcionamento simultâneo de dois hidrantes, sendo o dimensionamento voltado para o hidrante H2, por ser o mais desfavorável hidráulicamente. O dimensionamento foi desenvolvido para os três tipos Sistema Hidráulico Preventivo proposto neste estudo de caso, com o emprego do software Hydros V4. No dimensionamento do SHP realizou-se as seguintes considerações: para as mangueiras de incêndio, optou-se pelo modelo tipo 2, conforme a tabela 1 da NSCI, IN 007 (2014 p. 13), com coeficiente de rugosidade de 140. O diâmetro das mangueiras e requintes, considerou-se a tabela 2 da NSCI, IN 007 (2014 p. 14), seguindo as especificações para risco leve, adotou-se diâmetro de \varnothing 38mm (1 ½")

para as mangueiras e diâmetro de \varnothing 13mm ($\frac{1}{2}$ ") para os requintes. Para as tubulações, optou-se pela utilização de aço galvanizado (A^oG^o), sendo o coeficiente de rugosidade de 120. Utilizou-se o catálogo técnico da empresa Tupy S.A.⁴, para os dados de comprimento equivalente e diâmetro interno das tubulações. A figura 3 demonstra as dimensões dos tubos utilizados no dimensionamento.

FIGURA 3: Dimensões dos tubos de aço, de classe leve, conforme a NBR 5580.

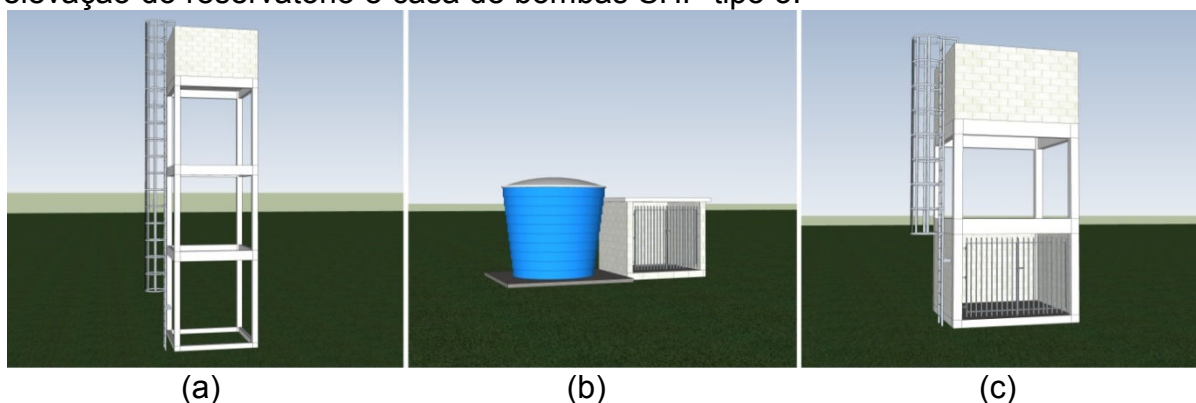
Diâmetro Externo (mm)	Diâmetro Nominal		Diâmetro Externo D (mm)		Espessura de Parede e (mm)	Massa Teórica do Tubo Preto (kg/m)
	(mm)	(pol)	máximo	mínimo		
76,1	65	2 $\frac{1}{2}$	76,3	75,2	3,35	6,01
88,9	80	3	89,4	87,9	3,35	7,07
101,6	90	3 $\frac{1}{2}$	101,8	100,3	3,35	9,05
114,3	100	4	114,9	113,0	3,75	10,22

Fonte: Catálogo técnico, Tupy S.A., 2014.

2.5.1 ELEVAÇÃO DO RESERVATÓRIO E CASA DE BOMBAS

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 1 e 3. Para os sistemas constituídos por bombas, essas devem estar instaladas em compartimentos próprios, chamados de casa de bombas. Para os sistemas tipo 2 e 3, considerou-se a execução da casa de bombas em alvenaria com blocos de concreto. A figura 4 ilustra as maquetes perspectivas do projeto das torres e casa de bombas consideradas neste estudo.

FIGURA 4: Maquetes perspectivas do projeto: 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: Autor, 2015.

⁴ Tupy S.A. – Empresa multinacional brasileira do ramo da metalurgia

As estruturas em concreto armado foram calculadas pelo Engenheiro Civil Luis Fernando Klar Serrano, CREA/SC 59257-2. Para as torres, considerou-se fundação em sapata isolada e para a casa de bombas considerou-se fundação em sapata corrida. Todas as sapatas, pilares, vigas e lajes foram detalhadas no projeto estrutural, juntamente à especificação da armadura e resistência do concreto.

2.5.2 SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO TIPO 1

Nesse tipo de SHP, considerou-se reservatório em castelo da 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, determinada conforme o dimensionamento apresentado no item 3.2.

2.5.3 SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO TIPO 2

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 2.4, localizadas dentro da casa de bombas, devidamente ventilada.

2.5.4 SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO TIPO 3

Nesse tipo de SHP, considerou-se reservatório em castelo da água e adução feita por uma bomba reforço. Assim, para o correto funcionamento deste sistema, é necessário uma altura mínima de 4 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 2.4.

2.6 PROCESSO ORÇAMENTÁRIO

Após os resultados dos dimensionamentos da rede hidráulica de incêndio definidos no item 3, elaborou-se o levantamento quantitativo para identificação dos custos diretos. Para isso, utilizou-se de planilhas orçamentárias elaboradas no Excel e as composições de preços unitários previstos no SINAPI para Santa Catarina, referente ao mês de julho de 2015 sem desoneração.

2.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nessa etapa, realizaram-se as análises comparativas entre os Sistemas Hidráulicos Preventivos, onde se pode identificar os custos diretos para implantação dos três tipos de SHP propostos neste estudo de caso. Os valores foram apresentados em forma de gráficos, tabelas e produção textual.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO DA CARGA DE INCÊNDIO

A NSCI, IN 003, (2014) descreve que as edificações comerciais, exceto supermercados ou galerias comerciais, possuem classificação como risco leve, desde que sua carga de incêndio seja inferior a 60kg/m^2 . A edificação apresentou classificação de incêndio como risco leve, de acordo com o resultado do dimensionamento da carga de incêndio representado no quadro 1.

QUADRO 1: Resultado do dimensionamento da carga de incêndio da edificação.

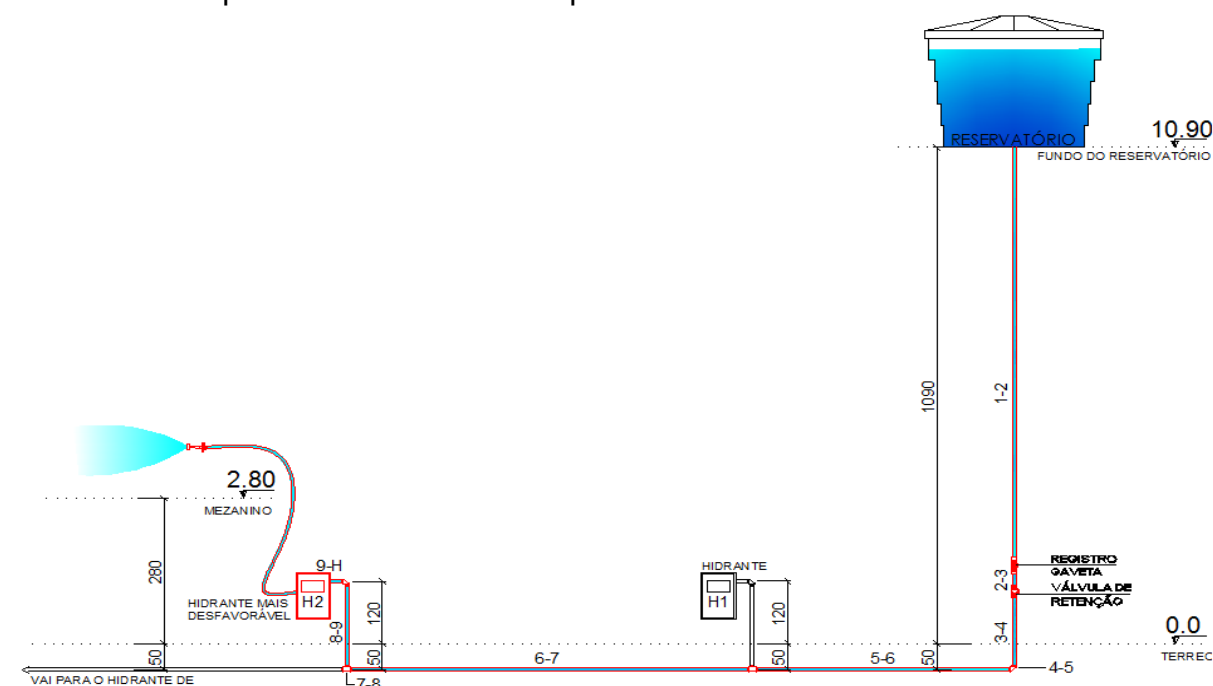
Combustíveis			Quantidade de calor por combustível Q=(kcal)	Quantidade de calor total dos combustíveis ΣQ=(kcal)	Área da unidade S=(m ²)	Carga de incêndio específica qe=(Kcal/m ²)	Equivalência em madeira (Kcal/kg)	Carga de incêndio ideal qi=(kg/m ²)
TIPO	PESO (Kg)	P. calorífico (kcal/kg)						
MADEIRA	3000	5000	15000000	168800000	1097,76	153767,67	4550	33,80
MÓVEIS DE MADEIRA	8000	4100	32800000					
PLÁSTICO	3000	7500	22500000					
PAPEL	2000	4100	8200000					
BORRACHA	1000	8000	8000000					
REVESTIMENTO	1000	3500	3500000					
ROUPAS	5000	4500	22500000					
ACRÍLICO	2000	6700	13400000					
ÓLEOS COMBUSTÍVEIS	3000	10000	30000000					
ALGODÃO	3000	4300	12900000					

Fonte: Autor, 2015.

3.2 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO SHP TIPO 1

Para o dimensionamento da rede hidráulica, considerou-se cada trecho de tubulação, desde a saída do reservatório até esguicho do hidrante mais desfavorável H2. Para garantir a pressão necessária no hidrante mais desfavorável hidráulicamente, o fundo do reservatório deve estar à cota 10.90 metros acima do piso acabado da edificação. O traçado da tubulação se deu conforme o esquema vertical do SHP representado na figura 5. Os resultados do dimensionamento estão apresentados na tabela 1.

FIGURA 5: Esquema Vertical do SHP tipo 1 - Hidrante mais desfavorável H2.



Fonte: Autor, 2015.

TABELA 1: Resultados do dimensionamento para o hidrante mais desfavorável H2.

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	3.02	83.00	0.56	9.40	2.20	11.60	0.0060	0.07	10.90	9.40	9.40	9.33
2-3	3.02	83.00	0.56	0.50	0.50	1.00	0.0060	0.01	1.50	0.50	9.83	9.82
3-4	3.02	83.00	0.56	1.50	9.70	11.20	0.0060	0.07	1.00	1.50	11.32	11.26
4-5	3.02	83.00	0.56	4.83	2.82	7.65	0.0060	0.05	-0.50	0.00	11.26	11.21
5-6	3.02	83.00	0.56	26.17	2.82	28.99	0.0060	0.17	-0.50	0.00	11.21	11.04
6-7	1.51	83.00	0.28	23.02	0.50	23.52	0.0016	0.04	-0.50	0.00	11.04	11.00
7-8	1.51	69.00	0.40	1.90	4.11	6.01	0.0041	0.01	-0.50	0.00	11.00	10.99
8-9	1.51	69.00	0.40	1.70	2.35	4.05	0.0041	0.02	-0.50	-1.70	9.29	9.27
9-H	1.51	69.00	0.40	0.00	12.83	12.83	0.0041	2.41	1.20	0.00	9.27	6.86

Fonte: Autor, 2015.

Para os trechos 1 a 7 considerou-se o diâmetro interno de \varnothing 83mm (3"), e para os trechos 7 a H utilizou-se uma redução do diâmetro para \varnothing 69mm (\varnothing 2 1/2"). Adotou-se para cálculo da perda de carga o comprimento equivalente da tubulação representado na tabela 2.

TABELA 2: Comprimento equivalente da tubulação devido às conexões.

Material	Conexões	Diâmetro (pol)	Quant.	L equivalente (m)	
				Unitária	Total
A°G°	Tomada d'água (entrada de borda)	3"	1	2.20	2.20
A°G°	Registro bruto de gaveta	3"	1	0.50	0.50
A°G°	Válvula de retenção vertical	3"	1	9.70	9.70
A°G°	Cotovelo 90	3"	2	2.82	5.64
A°G°	Te de redução (passagem direta)	3" x 2.1/2"	1	0.50	0.50
A°G°	Te de redução (passagem lateral)	3" x 2.1/2"	1	4.11	4.11
A°G°	Cotovelo 90	2.1/2"	2	2.35	4.70
A°G°	Registro ângulo aberto	2.1/2"	1	10.00	10.00
A°G°	Redução	2.1/2" x 1.1/2"	1	0.48	0.48

Fonte: Autor, 2015.

A tabela 3 retrata o resumo do dimensionamento, onde se pode observar a diferença de altura necessária entre o fundo do reservatório e o hidrante H2, chamada estática inicial, as perdas de carga total ao longo do trajeto, mangueira e esguicho e a pressão disponível na saída do esguicho.

TABELA 3: Resumo do dimensionamento para o hidrante mais desfavorável H2.

Pressões (m.c.a.)				
Estática inicial	Perda de carga			Pressão disponível
	Trajeto	Mangueira	Esguicho	
9.70	0.50	1.69	0.65	6.86

Fonte: Autor, 2015.

3.2.1 RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO DA RTI SHP TIPO 1

O quadro 2 apresenta os resultados de vazão e pressão disponível para os dois hidrantes dimensionados nesse estudo de caso, considerando os parâmetros do SHP tipo 1. Seguindo as especificações da norma, para o dimensionamento da RTI

utilizou-se da vazão disponível no hidrante H1, por ser o mais favorável hidraulicamente, o resultado do dimensionamento está representado no quadro 3.

QUADRO 2: Resultados de vazão e pressão disponível nos hidrantes H1 e H2.

	Hidrante H1	Hidrante H2
Peça	Hidrante mais favorável: Mangueira 1.1/2 - 2x15m Requinte 1.1/2 - 13 mm	Hidrante mais desfavorável: Mangueira 1.1/2 - 2x15m Requinte 1.1/2 - 13 mm
Local	Pavimento Térreo	Pavimento Térreo
Vazão (L/min)	90.76	90.53
Pressão (m.c.a.)	6.89	6.86

Fonte: Autor, 2015.

QUADRO 3: Resultado do dimensionamento da RTI.

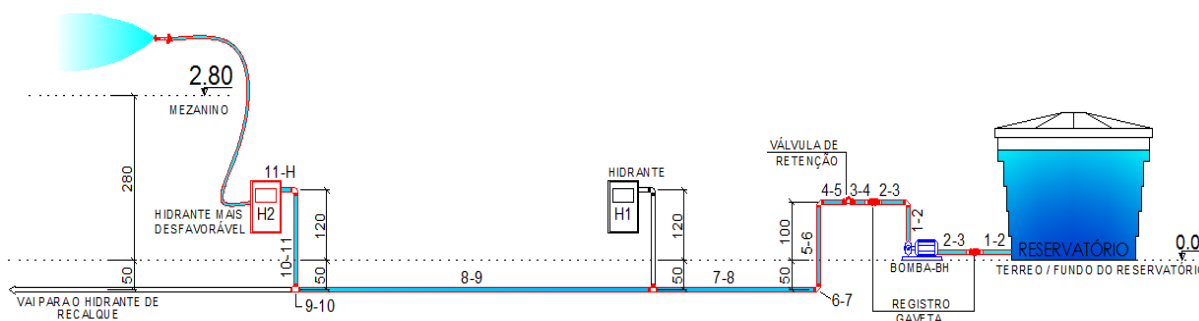
RTI = $\Delta Q \times \Delta T$	Dados:
RTI = 90,76 x 30	RTI = Reserva Técnica de Incêndio
RTI calculado = 2.722,80 Litros	ΔQ = Vazão em L/min
RTI adotado = 5.000,00 Litros	ΔT = Autonomia Mínima em min

Fonte: Autor, 2015.

3.3 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO SHP TIPO 2

Para o dimensionamento da rede hidráulica, considerou-se cada trecho de tubulação, sendo o trecho de sucção compreendido entre a saída do reservatório até a entrada na bomba, e o trecho de recalque compreendido entre a saída da bomba até esguicho do hidrante mais desfavorável H2. O traçado da tubulação se deu conforme o esquema vertical representado na figura 6 e os resultados do dimensionamento estão expostos na tabela 4.

FIGURA 6: Esquema Vertical do SHP tipo 2 – Hidrante mais desfavorável H2.



Fonte: Autor, 2015.

TABELA 4: Resultados do dimensionamento para o hidrante mais desfavorável H2.

Trecho de recalque												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	3.01	69.00	0.81	1.00	0.00	1.00	0.0146	0.01	0.00	-1.00	10.24	10.22
2-3	3.01	69.00	0.81	0.30	2.35	2.65	0.0146	0.04	1.00	0.00	10.22	10.18
3-4	3.01	69.00	0.81	0.40	0.40	0.80	0.0146	0.01	1.00	0.00	10.18	10.17
4-5	3.01	69.00	0.81	0.40	5.20	5.60	0.0146	0.08	1.00	0.00	10.17	10.09
5-6	3.01	69.00	0.81	1.50	2.35	3.85	0.0146	0.06	1.00	1.50	11.59	11.53
6-7	3.01	69.00	0.81	3.72	2.35	6.07	0.0146	0.09	-0.50	0.00	11.53	11.45
7-8	3.01	69.00	0.81	26.17	2.35	28.52	0.0146	0.42	-0.50	0.00	11.45	11.03
8-9	1.50	69.00	0.40	23.02	0.41	23.43	0.0040	0.09	-0.50	0.00	11.03	10.93
9-10	1.50	69.00	0.40	1.90	3.43	5.33	0.0040	0.02	-0.50	0.00	10.93	10.91
10-11	1.50	69.00	0.40	1.70	2.35	4.05	0.0040	0.02	-0.50	-1.70	9.21	9.20
11-H	1.50	69.00	0.40	0.00	12.83	12.83	0.0040	2.39	1.20	0.00	9.20	6.80

Trecho de sucção												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	3.01	69.00	0.81	0.86	1.90	2.76	0.0146	0.04	0.00	0.00	11.30	11.26
2-3	3.01	69.00	0.81	0.90	0.40	1.30	0.0146	0.02	0.00	0.00	11.26	11.24
3-BH	3.01	40.00	2.40	0.00	0.00	0.00	0.2079	0.00	0.00	0.00	11.24	11.24

Fonte: Autor, 2015.

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. Como se pode observar na tabela 4, será necessária uma altura manométrica de 11,30 m.c.a. para garantir a pressão mínima de 6,80 m.c.a. no hidrante mais desfavorável. O comprimento equivalente de tubulação utilizado no dimensionamento referente às conexões está representado na tabela 5.

TABELA 5: Comprimento equivalente da tubulação devido às conexões.

Trecho de recalque					
Material	Conexões	Diâmetro (pol)	Quant.	L equivalente (m)	
				Unitária	Total
A°G°	Cotovelo 90	2.1/2"	6	2.35	14.10
A°G°	Registro bruto de gaveta	2.1/2"	1	0.40	0.40
A°G°	Válvula de retenção horizontal	2.1/2"	1	5.20	5.20
A°G°	Te (passagem direta)	2.1/2"	1	0.41	0.41
A°G°	Te (passagem lateral)	2.1/2"	1	3.43	3.43
A°G°	Registro ângulo aberto	2.1/2"	1	10.00	10.00
A°G°	Redução	2.1/2" x 1.1/2"	1	0.48	0.48

Trecho de sucção					
Material	Conexões	Diâmetro (pol)	Quant.	L equivalente (m)	
				Unitária	Total
A°G°	Tomada d'água (entrada de borda)	2.1/2"	1	1.90	1.90
A°G°	Registro bruto de gaveta	2.1/2"	1	0.40	0.40

Fonte: Autor, 2015.

Para especificação das bombas de incêndio utilizada no sistema, exposto na tabela 7, utilizou-se como parâmetro os resultados dos cálculos da altura manométrica,

vazão de projeto, NPSH disponível e potência teórica da bomba, representada na tabela 6, juntamente às especificações técnicas dos modelos das bombas, fornecidas pelo fabricante.

TABELA 6: Resultados do dimensionamento da bomba de incêndio.

Altura manométrica (m.c.a.)						Vazão de Projeto (m ³ /h)	NPSH disponível (m.c.a.)	Potência teórica (CV)	
Recalque			Sucção						
Altura	Perda	Mangueira	Esguicho	Altura	Perda	Total			
1.20	0.89	1.69	0.65	0.00	0.06	11.30	10.84	10.00	0.91

Fonte: Autor, 2015.

TABELA 7: Especificação das bombas de incêndio.

Bomba	Modelo	Potência (cv)	Tipo de ligação	Diâmetro sucção (pol)	Diâmetro recalque (pol)
Principal	Schneider BC-21 R	1,5	Elétrica - Trifásica	1 1/2"	1 1/4"
Secundária	Toyama TFAE15BW		Combustão - Gasolina	1 1/2"	1 1/2"
Pressurização	Schneider BC-92	1,0	Elétrica - Trifásica	3/4"	3/4"

Fonte: Autor, 2015.

3.3.1 RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO DA RTI SHP TIPO 2

O quadro 4 apresenta os resultados de vazão e pressão disponível para os dois hidrantes dimensionados, de acordo com os parâmetros do SHP tipo 2. Seguindo as especificações da norma, para o dimensionamento da RTI utilizou-se da vazão disponível no hidrante mais favorável H1, considerando a bomba em funcionamento. O resultado do dimensionamento está representado no quadro 5.

QUADRO 4: Resultados de vazão e pressão disponível nos hidrantes H1 e H2.

	Hidrante H1	Hidrante H2
Peça	Hidrante mais favorável: Mangueira 1.1/2 - 2x15m Requinte 1.1/2 - 13 mm	Hidrante mais desfavorável: Mangueira 1.1/2 - 2x15m Requinte 1.1/2 - 13 mm
Local	Pavimento Térreo	Pavimento Térreo
Vazão (L/min)	104.71	104.13
Pressão (m.c.a.)	9.17	9.07

Fonte: Autor, 2015.

QUADRO 5: Resultado do dimensionamento da RTI.

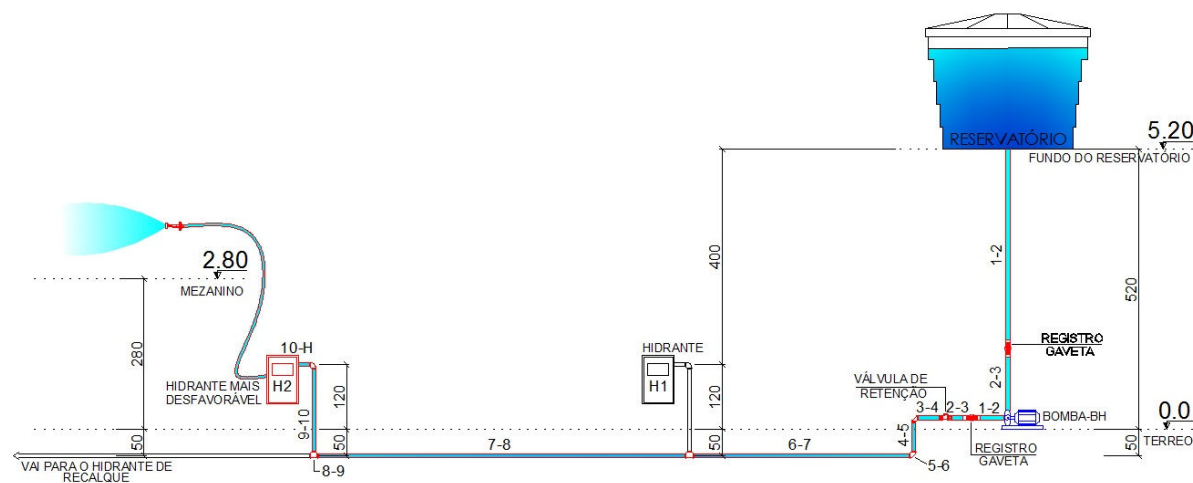
RTI = $\Delta Q \times \Delta T \times 2$	Dados:
RTI = 104,71 x 30 x 2	RTI = Reserva Técnica de Incêndio
RTI calculado = 6.282,60 Litros	ΔQ = Vazão em L/min
RTI adotado = 7.000,00 Litros	ΔT = Autonomia Mínima em min

Fonte: Autor, 2015.

3.4 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO SHP TIPO 3

O dimensionamento foi realizado de forma análoga ao SHP tipo 2, considerando-se cada trecho de tubulação, sendo o trecho de sucção compreendido entre a saída do reservatório até a entrada na bomba, e o trecho de recalque compreendido entre a saída da bomba até esguicho do hidrante mais desfavorável H2. O traçado da tubulação se deu conforme o esquema vertical representado na figura 7, e os resultados do dimensionamento estão expostos na tabela 7.

FIGURA 7: Esquema Vertical do SHP – Hidrante mais desfavorável H2.



Fonte: Autor, 2015.

TABELA 7: Resultados do dimensionamento para o hidrante mais desfavorável H2.

Trecho de recalque												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	3.01	69.00	0.81	0.30	0.00	0.30	0.0146	0.00	0.00	0.00	11.17	11.17
2-3	3.01	69.00	0.81	0.40	0.40	0.80	0.0146	0.01	0.00	0.00	11.17	11.16
3-4	3.01	69.00	0.81	0.40	5.20	5.60	0.0146	0.08	0.00	0.00	11.16	11.08
4-5	3.01	69.00	0.81	0.50	2.35	2.85	0.0146	0.04	0.00	0.50	11.58	11.53
5-6	3.01	69.00	0.81	3.72	2.35	6.07	0.0146	0.09	-0.50	0.00	11.53	11.45
6-7	3.01	69.00	0.81	26.17	2.35	28.52	0.0146	0.42	-0.50	0.00	11.45	11.03
7-8	1.50	69.00	0.40	23.02	0.41	23.43	0.0040	0.09	-0.50	0.00	11.03	10.93
8-9	1.50	69.00	0.40	1.90	3.43	5.33	0.0040	0.02	-0.50	0.00	10.93	10.91
9-10	1.50	69.00	0.40	1.70	2.35	4.05	0.0040	0.02	-0.50	-1.70	9.21	9.20
10-H	1.50	69.00	0.40	0.00	12.83	12.83	0.0040	2.39	1.20	0.00	9.20	6.80

Trecho de sucção												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	3.01	69.00	0.81	3.70	1.90	5.60	0.0146	0.08	5.20	3.70	9.78	9.70
2-3	3.01	69.00	0.81	1.50	0.40	1.90	0.0146	0.03	1.50	1.50	11.20	11.17
3-BH	3.01	40.00	2.40	0.00	0.00	0.00	0.2079	0.00	0.00	0.00	11.17	11.17

Fonte: Autor, 2015.

Nesse tipo de SHP também se utilizou o diâmetro mínimo permitido para as tubulações em aço galvanizado, ficando a bomba responsável por fornecer as pressões e vazões ao sistema. Analisando-se a tabela 7, observou-se uma pressão disponível na entrada da bomba de 5,09 m.c.a., considerando a elevação do reservatório, descontada a perda de carga total para o trecho de recalque. Para garantir a pressão mínima de 6,80 m.c.a. no hidrante H2, será necessária uma altura manométrica de 6,08 m.c.a. O comprimento equivalente de tubulação utilizado no cálculo da perda de carga está representado na tabela 8.

TABELA 8: Comprimento equivalente da tubulação devido às conexões.

Trecho de recalque				L equivalente (m)	
Material	Conexões	Diâmetro (pol)	Quant.	Unitária	Total
A°G°	Cotovelo 90	2.1/2"	5	2.35	11.75
A°G°	Registro bruto de gaveta	2.1/2"	1	0.40	0.40
A°G°	Válvula de retenção horizontal	2.1/2"	1	5.20	5.20
A°G°	Te (passagem direta)	2.1/2"	1	0.41	0.41
A°G°	Te (passagem lateral)	2.1/2"	1	3.43	3.43
A°G°	Registro ângulo aberto	2.1/2"	1	10.00	10.00
A°G°	Redução	2.1/2" x 1.1/2"	1	0.48	0.48

Trecho de sucção				L equivalente (m)	
Material	Conexões	Diâmetro (pol)	Quant.	Unitária	Total
A°G°	Tomada d'água (entrada de borda)	2.1/2"	1	1.90	1.90
A°G°	Registro bruto de gaveta	2.1/2"	1	0.40	0.40

Fonte: Autor, 2015.

Para especificação da bomba reforço, representada na tabela 10, utilizou-se como parâmetro os resultados dos cálculos da altura manométrica, vazão de projeto, NPSH disponível e potência teórica da bomba, conforme demonstra a tabela 9, juntamente às especificações técnicas do modelo da bomba, fornecidas pelo fabricante.

TABELA 9: Resultados do dimensionamento da bomba de incêndio.

Altura manométrica (m.c.a.)							Vazão de Projeto (m³/h)	npsH disponível (m.c.a.)	Potência teórica (CV)
Recalque			Sucção		Total				
Altura	Perda	Mangueira	Esguicho	Altura		Perda			
1.20	0.83	1.69	0.65	+5.20	0.11	6.08	10.84	15.15	0.49

Fonte: Autor, 2015.

TABELA 10: Especificação da bomba de incêndio.

Bomba	Modelo	Potência (cv)	Tipo de ligação	Diâmetro sucção (pol)	Diâmetro recalque (pol)
Reforço	Schneider BC-21 R	1,5	Elétrica - Trifásica	1 1/2"	1 1/4"

Fonte: Autor, 2015.

3.4.1 RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO DA RTI SHP TIPO 3

O quadro 6 demonstra os resultados de vazão e pressão disponível para os dois hidrantes dimensionados. Para o dimensionamento da RTI considerou-se a bomba em funcionamento utilizando a vazão disponível no hidrante mais favorável H1. O resultado do dimensionamento está representado no quadro 7.

QUADRO 6: Resultados de vazão e pressão disponível nos hidrantes H1 e H2.

	Hidrante H1	Hidrante H2
Peça	Hidrante mais favorável: Mangueira 1.1/2 - 2x15m Requinte 1.1/2 - 13 mm	Hidrante mais desfavorável: Mangueira 1.1/2 - 2x15m Requinte 1.1/2 - 13 mm
Local	Pavimento Térreo	Pavimento Térreo
Vazão (L/min)	119.63	118.98
Pressão (m.c.a.)	11.97	11.84

Fonte: Autor, 2015.

QUADRO 7: Resultado do dimensionamento da RTI.

RTI = $\Delta Q \times \Delta T$	Dados:
RTI = 119.63 x 30	RTI = Reserva Técnica de Incêndio
RTI calculado = 3.588,90 Litros	ΔQ = Vazão em L/min
RTI adotado = 5.000,00 Litros	ΔT = Autonomia Mínima em min

Fonte: Autor, 2015.

3.5 RESULTADOS DOS CUSTOS DIRETOS

Para determinar os custos diretos da implantação dos Sistema Hidráulico Preventivo proposto neste estudo de caso, realizou-se o levantamento quantitativo dos serviços descritos nos quadros 8, 9 e 10 de acordo com o tipo de sistema.

QUADRO 8: Descrição dos serviços para implantação do SHP tipo 1.

SERVIÇOS	DESCRIÇÃO
Tubos, Conexões / Componentes	Tubulações, conexões, registros, válvulas, hidrantes, reservatório em fibra de vidro, pintura da tubulação e demais componentes.
Infraestrutura	Sapata em concreto armado com fck=25Mpa.
Supraestrutura	Pilares, vigas e laje pré-moldada em concreto armado com fck=25Mpa, formas e escoramentos em madeira.
Alvenaria	Alvenaria de vedação com blocos vazados de concreto de 14x19x39cm para proteção do reservatório em fibra de vidro.
Impermeabilização	Manta impermeabilizante à base de asfalto aplicada sobre a laje.
Pintura	Pintura com tinta acrílica, aplicada aos pilares, vigas, fundo da laje e alvenaria de vedação.
Complementos	Escada tipo marinho em aço galvanizado.

Fonte: Autor, 2015.

QUADRO 9: Descrição dos serviços para implantação do SHP tipo 2.

SERVIÇOS	DESCRIÇÃO
Tubos, Conexões / Componentes	Tubulações, conexões, registros, válvulas, hidrantes, reservatório em fibra de vidro, pintura da tubulação e demais componentes.
Bomba de Incêndio / Componentes	Bombas de incêndio, manômetro, pressostatos, quadro comando para bombas, elétrica e demais componentes.
Infraestrutura	Sapata corrida em concreto armado com fck=20Mpa.
Supraestrutura	Alvenaria de blocos de concreto estrutural 14x19x39cm com fbk=4,5 Mpa, armadura vertical e horizontal \varnothing 10mm, graute fgk=15 Mpa e laje pré-moldada em concreto armado com fck=20Mpa com escoramentos em madeira para cobertura da casa de bombas.
Pavimentação	Piso em concreto armado com fck=20Mpa, com junta de dilatação em madeira para base do reservatório. Contrapiso e piso cimentado liso, para casa de bombas.
Impermeabilização	Manta impermeabilizante à base de asfalto, aplicada sobre a laje da cobertura da casa de bombas.
Pintura	Pintura com tinta acrílica, aplicada sobre alvenaria estrutural e laje.
Complementos	Porta de abrir em ferro galvanizado, tipo grade.

Fonte: Autor, 2015.

QUADRO 10: Descrição dos serviços para implantação do SHP tipo 3.

SERVIÇOS	DESCRIÇÃO
Tubos, Conexões / Componentes	Tubulações, conexões, registros, válvulas, hidrantes, reservatório em fibra de vidro, pintura da tubulação e demais componentes.
Bomba de Incêndio / Componentes	Bomba reforço, manômetro, pressostato, quadro comando para bomba, elétrica e demais componentes.
Infraestrutura	Sapata em concreto armado com fck=25Mpa.
Supraestrutura	Pilares, vigas e laje pré-moldada em concreto armado com fck=25Mpa, formas e escoramentos em madeira.
Pavimentação	Contrapiso e piso cimentado liso para casa de bombas.
Alvenaria	Alvenaria de vedação com blocos vazados de concreto de 14x19x39cm para proteção do reservatório em fibra de vidro e casa de bombas.
Impermeabilização	Manta impermeabilizante à base de asfalto aplicada sobre a laje do fundo do reservatório e laje da cobertura da casa de bombas.
Pintura	Pintura com tinta acrílica aplicada aos pilares, vigas, fundo da laje e alvenaria de vedação.
Complementos	Escada tipo marinho em aço galvanizado e porta de abrir em ferro galvanizado, tipo grade.

Fonte: Autor, 2015.

Utilizando-se de planilhas orçamentárias elaboradas no Excel e das composições de preços unitários previstos no SINAPI para Santa Catarina, referente ao mês de julho de 2015 sem desoneração, identificaram-se os valores correspondentes a cada sistema. A tabela 11 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.

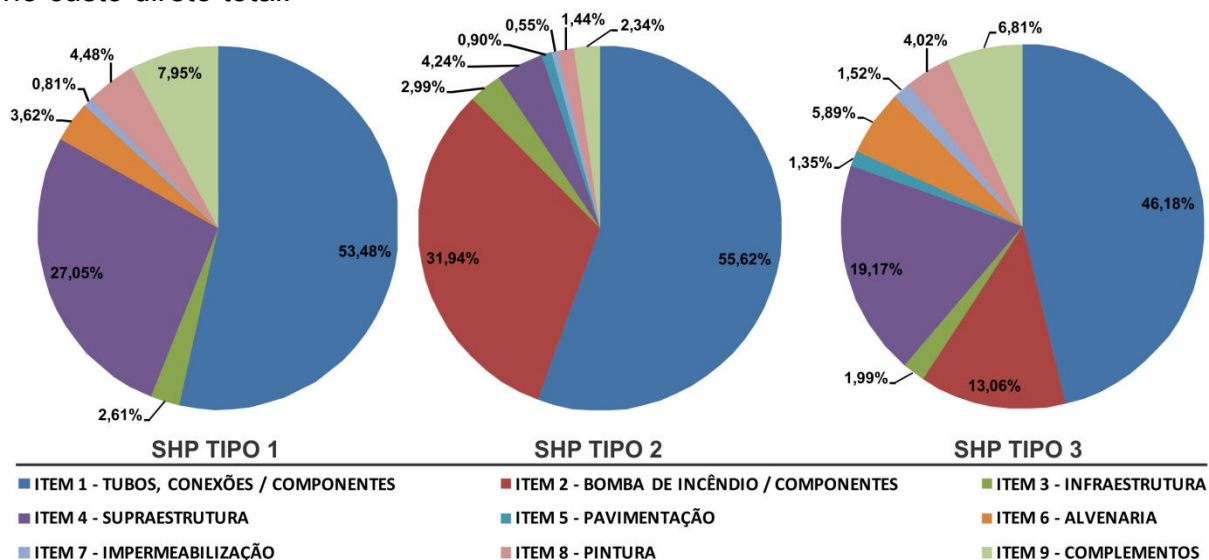
TABELA 11: Resumo orçamentário para identificação do custo direto.

SISTEMA HIDRÁULICO PREVENTIVO		SHP TIPO 1	SHP TIPO 2	SHP TIPO 3
ITEM	SERVIÇOS	PREÇO ITEM	PREÇO ITEM	PREÇO ITEM
1	TUBOS, CONEXÕES / COMPONENTES	R\$ 20.941,37	R\$ 19.893,04	R\$ 19.421,90
2	BOMBA DE INCÊNDIO / COMPONENTES	-	R\$ 11.423,58	R\$ 5.494,21
3	INFRAESTRUTURA	R\$ 1.022,65	R\$ 1.068,27	R\$ 837,82
4	SUPRAESTRUTURA	R\$ 10.590,08	R\$ 1.516,59	R\$ 8.063,74
5	PAVIMENTAÇÃO	-	R\$ 320,66	R\$ 567,60
6	ALVENARIA	R\$ 1.418,40	-	R\$ 2.478,65
7	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$ 318,78	R\$ 195,52	R\$ 637,56
8	PINTURA	R\$ 1.752,83	R\$ 514,84	R\$ 1.692,18
9	COMPLEMENTOS	R\$ 3.112,72	R\$ 835,28	R\$ 2.864,13
CUSTO TOTAL		R\$ 39.156,83	R\$ 35.767,78	R\$ 42.057,79

Fonte: Autor, 2015.

Analisando a tabela 11, verificou-se que o SHP tipo 2 apresentou o menor custo direto em relação aos demais sistemas, ficando o SHP tipo 3 com o valor mais elevado. A figura 8 ilustra a participação em porcentagem para cada item da planilha orçamentária no custo direto total.

FIGURA 8: Participação em porcentagem para cada item da planilha orçamentária no custo direto total.



Fonte: Autor, 2015.

Analisando a figura 8, observou-se que para o SHP tipo 1 os itens que apresentaram as maiores participações no custo direto total foram o item 1, correspondente a 53,48%, e o item 4 com 27,05%. Para o SHP tipo 2, o item 1 apresentou a maior participação no custo direto total com 55,62%, e o item 2 apresentou 31,94%. Para o

SHP tipo 3, destacaram-se três itens com maior participação no custo direto total, sendo o item 1 correspondente a 46,18%, o item 4 com 19,17% e o item 2 com 13,06%.

4 CONCLUSÕES

Neste estudo, 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 pavilhão comercial, por meio das composições de preços unitários previstos no SINAPI para Santa Catarina.

Os resultados demonstram que o SHP tipo 2 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\$ 35.767,78. O SHP tipo 1 constituído de reservatório em castelo da água e adução feita por gravidade apresentou um custo direto total de R\$ 39.156,83, ficando 9,48% mais oneroso que o SHP tipo 2. Para o SHP tipo 3 constituído de reservatório em castelo da água e adução feita por bomba reforço, o custo direto total foi de R\$ 42.057,79 correspondente ao maior valor, ficando sua implantação 17,59% mais cara em comparação ao SHP tipo 2.

O menor custo para implantação do SHP tipo 2, 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 1 e 3, 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 2 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 1 por ser mais favorável à segurança, uma vez que sua adução é feita através da gravidade.

Diante do exposto, pode-se deixar como recomendação para trabalhos futuros:

- aplicar a mesma metodologia considerando reservatório metálico tipo taça;
- aplicar a mesma metodologia em uma edificação com maior número de

hidrantes;

- aplicar a mesma metodologia para classe de risco médio e ou elevado;

5 REFERÊNCIAS

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

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: 10/03/2015

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: 10/03/2015.

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: 10/03/2015.

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.

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.

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. **Caixa Econômica Federal**, Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>>. Acesso em: 08/06/2015.

TUPY S.A. **Catálogo Técnico**. Joinville, 2014. 48p.