

---

**ANÁLISE DE ALTERNATIVAS PRÁTICAS PARA REDUÇÃO DE CUSTOS  
NA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS**

*ANALYSIS OF PRACTICAL ALTERNATIVES FOR REDUCING COSTS IN THE  
IMPLEMENTATION OF SPRINKLERS*

*Ivan Ricardo Fernandes<sup>1</sup>  
Pablo Ruan Zotti Brum<sup>2</sup>*

*Kelvin Gütz Marques<sup>3</sup>*

**Resumo**

Este artigo trata da análise de alternativas para a implantação de sistemas de chuveiros automáticos com menor custo. Foi analisada a utilização de distâncias entre bicos de sprinklers de até 3 metros ou mais, utilização de bucha ou luva de redução e o emprego de tubulações de aço carbono com ou sem galvanização, para regiões não litorâneas e não enterradas. Concluiu-se, entre as alternativas citadas, quais apresentam um melhor custo benefício, para a implantação do sistema de sprinkler. Com a análise das pesquisas de viabilidade e de custo, houve uma notável vantagem no uso de distância entre bicos de até 3 metros, com redução no custo do material de 7,5% e redução no tempo de 20,9% a 11,8%; foi determinado que a melhor alternativa para redução nos diâmetros de tubos é a bucha de redução, impactando em menor custo de material e tempo de instalação; e optou-se pelo uso de tubulação sem galvanização por representar uma considerável diferença no custo do material, entorno de 20%.

**Palavras-chave:** Sprinklers. Otimização. Custo.

**Abstract**

*This scientific article is about the analysis of alternatives for the implantation of automatic sprinklers systems with lower cost. It was analyzed the utilization of distances between sprinklers with 3 meters or more, the usage of “bucha” or “luva” of reduction and the use of carbon steel pipes with or without galvanization for non-coastal regions and not buried. At the end of the research, one of the alternatives presented a better cost benefit, for implementation of sprinkler systems. With the analyse of the research about feasibility and cost, it had a notable advantage in the use of distance between pipes up to 3 meters, with reduction in material cost of 7.5% and reduction in time from 20.9% to 11.8%; It was determined that the best alternative for reduction in the pipe diameter is the “bucha” of reduction, impacting on lower material cost and shorter installation time. The use of non-galvanizing tubing was chosen because it represents a considerable difference in the cost of the material, of approximately 20%.*

**Key words:** Sprinklers. Optimization. Cost.

---

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Mestre em Engenharia de Construção Civil, ivan.r@pucpr.br

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Especialista em Engenharia de Segurança Contra Incêndio e Pânico, pabluruan.brum@gmail.com

<sup>3</sup> Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Paraná, Técnico Mecânico, kelvingutz@hotmail.com

## **INTRODUÇÃO**

A importância de medidas preventivas, quando o assunto é segurança, já é unanimidade na opinião de autoridades no assunto. Recentes tragédias envolvendo incêndios evidenciam a necessidade de medidas mais eficazes. Uma das melhores soluções, atualmente, para o combate de incêndio são os sistemas de sprinklers, os mesmos, além de serem automáticos, tem a capacidade, constatada em pesquisas internacionais, de controlar até 92% dos incêndios com a ativação de até 5 sprinklers (SKOP, 2017).

Apesar da eficiência em minimizar possíveis perdas, este sistema possui um alto custo de implantação, dificultando a difusão dos sprinklers em território brasileiro. Desta forma torna-se extremamente importante o estudo referente a esse assunto, visando otimizações, permitidas pelas normas vigentes, que ocasionem em um custo menor desse sistema.

Sendo assim, o objetivo geral deste estudo é definir a melhor solução em relação ao custo benefício entre as opções apresentadas para a implantação de sistemas de chuveiros automáticos, analisando quais são as alternativas mais viáveis. Para o estudo será considerada a utilização de uma distância entre bicos maior que 3 metros ou até 3 metros; a utilização de componentes (luva de redução ou bucha de redução) para a redução de diâmetro em tubulações de até 50 mm (2"); e o tipo de tubulação (aço carbono sem galvanização ou aço carbono com galvanização) para regiões não litorâneas e não enterradas.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **Distâncias de 3 metros entre bicos**

A primeira alternativa a ser abordada é quanto ao distanciamento entre bicos. Para realização dos estudos, foram geradas duas situações hipotéticas, sendo um

estabelecimento de 2.892,56m<sup>2</sup> para os dois casos, apresentando as mesmas características e parâmetros, sendo ambos enquadrados na classe de risco, contando apenas com diferença na disposição dos bicos, porém buscou-se que os bicos nas duas situações tivessem a mesma área de cobertura.

No caso 01, a área de cobertura dos bicos é igual a 11,97 m<sup>2</sup> e 12,00 m<sup>2</sup> no caso 02. Vale mencionar que o caso 01 possui uma distância entre bicos S (distância entre bicos, conforme a ABNT NBR 10.897:2014) de 3,46 m e uma distância L (distância entre ramais, conforme a ABNT NBR 10.897:2014) de 3,46 m. Já no caso 02 temos a medida S igual a 3,00 m e L a 4,00 m.

Como a dimensão S diminuiu do caso 01 para o caso 02, houve a necessidade de aumentar a quantidade de bicos nesse ramal, entretanto a distância L aumentou, diminuindo a quantidade necessária de ramais. Dessa maneira, no caso 01 se fez necessários 242 bicos e no caso 02 foram 247 pontos de chuveiros automáticos para a proteção adequada do suposto estabelecimento.

De acordo com a NBR 10.897:2014 há uma especificação referente às distâncias máximas e mínimas entre bicos, sendo respectivamente 4,60 m e 1,80 m, além da sua área de cobertura máxima, de 12,1 m<sup>2</sup>. Desta forma a distância de 3 metros entre chuveiros automáticos, está em um intervalo possível e amparado pela norma regulamentadora.

Os impactos gerados por esta alternativa de distanciamento são diversos, englobando materiais, o tempo de mão-de-obra requisitada e a seleção da bomba. Para quantificar os impactos gerados em comparação ao caso 01, anteriormente citado, foram seguidos alguns procedimentos, sendo: levantamento de materiais, estudo de tempo de mão-de-obra e cálculos para o dimensionamento das bombas.

Com a lista de materiais para fabricação elaborada para ambos os casos, obteve-se o custo de R\$ 41.300,95, para o caso 01 e R\$ 38.204,58 para o caso 02, envolvendo o custo médio dos materiais requisitados. Logo, o caso 02 apresenta uma economia de 7,5%, em relação ao caso 01. Vale ressaltar que, como o objetivo é descobrir a diferença de um projeto para o outro, não foi levantado os materiais

referente à casa de bombas e coluna principal, visto que serão iguais nos dois projetos. Ou seja, as conexões e válvulas nesse trecho serão iguais, entretanto, pode existir diferença na bomba selecionada. O dimensionamento da bomba será demonstrado ao decorrer deste artigo.

Para estipular os impactos gerados na mão-de-obra necessária nos dois casos apresentados, se fez necessário mapear os processos globais para execução dos dois sistemas, possibilitando então a constatação de quais procedimentos serão distintos ou apresentarão tomadas de tempo diferentes. Vale ressaltar que não está sendo considerado o tempo necessário para a casa de bombas e nem para a coluna principal, como já explicado anteriormente.

Com o mapeamento de ambos os casos definidos, algumas observações foram consideradas, entre elas a de que os processos de pintura e de fabricação e instalação de suportes serão distintos. Para a pintura, basta ser estimado através da metragem e diâmetros dos tubos. Já para a fabricação e instalação dos suportes, os mesmos foram classificados por unidade, não distinguindo o diâmetro da tubulação que irá alimentar, já que ao se alterar o diâmetro do tubo mudará somente o tipo do suporte e o mesmo já vem pronto, assim o tempo para um suporte de 4” acaba sendo igual ao suporte de 1”.

Para o processo de fabricação e instalação de peças soldadas, o mesmo foi determinado conforme a quantidade de peças, e segundo especialistas tem-se diferença no tempo somente entre peças grandes e peças pequenas. Desta forma, tem-se 22 peças pequenas soldadas no caso 01, 20 peças pequenas soldadas no caso 02, 21 peças grandes soldadas no caso 01 e 18 peças grandes soldadas no caso 02. Logo, para esse processo pode-se concluir que se gasta 10% de tempo a mais no caso 01 para as peças soldadas pequenas e aproximadamente 15% de tempo a mais no caso 01. Com isso não será levantado o tempo por operação para esse processo.

Outras etapas como teste de estanqueidade e mobilização das equipes para execução dos serviços, foram desconsiderados, uma vez que os tempos requisitados são praticamente iguais em ambos os casos.

Com as observações feitas acima, a tabela 1 relaciona o tempo consumido para executar a pintura, sendo o tempo por metro para cada barra, e ainda o tempo para fabricação e instalação dos suportes. Ainda houve um acréscimo de 10% no tempo de final do processo de pintura, pois a cronometragem ocorreu em oficina e com boas condições de serviço.

**Tabela 1** – Tomada de tempo para pintura e suportes

DESCRIÇÃO MATERIAL	TEMPO (s)	PEÇAS CASO 01	PEÇAS CASO 02
PINTURA - TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 1"	490	26	19
PINTURA - TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 1.1/4"	627	26	19
PINTURA - TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 1.1/2"	784	51	38
PINTURA - TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 2"	980	19	25
PINTURA - TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 2.1/2"	1235	2	2
PINTURA - TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 3"	1568	1	1
PINTURA - TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 4"	1960	12	11
FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE SUPORTE TIPO GOTA, COM 0,3M DE BARRA ROSQUEADA	360	264	228

*Fonte:* Os autores (2018)

Para o processo de fabricação e instalação de peças rosqueadas será estudado por operações. Sendo separados da seguinte maneira: o tempo para se cortar uma barra no tamanho da medida da peça certa e abrir rosca nas duas extremidades do tubo; o tempo para passar o material vedante nas duas roscas e apertar a conexão em uma das extremidades; o tempo para instalar a peça no suporte e apertar na peça instalada anteriormente.

Com as tomadas de tempo realizadas e com a lista de materiais necessários para ambos os casos, ainda foi dado um acréscimo de 20% nos tempos, já que esse processo não será estudado no nível que ficará o sistema de sprinklers, ou seja, em um nível elevado. Com isso, o tempo final para todo processo, consiste na soma dos três sub processos, considerando as peças para cada caso.

Outro procedimento a ser analisado é referente à instalação dos bicos de sprinklers. Da mesma forma que os demais processos foram cronometrados os tempos para a instalação de bicos. Porém, como o mesmo é feito após o teste de estanqueidade

foi considerado retirar o bujão de 1/2”, preparar o bico e instalá-lo. Como as condições de instalação dos bicos serão em posição elevada, considerou-se também de 20% a mais no tempo marcado para condições perfeitas. Desta forma, segue a tabela 2 relacionando o tempo estimado aproximado para cada processo e os tempos totais aproximados para cada caso.

**Tabela 2** – Comparativo de tomadas de tempos gerais

DESCRIÇÃO DE PROCESSO	CASO 01 (s)	CASO 02 (s)
CORTE E ROSQUEAMENTO	147510	104994
PINTURA	115209	101116
INSTALAÇÃO DE MATERIAL VEDANTE E APERTO DE UMA CONEXÕES	69603	51710
FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE SUPORTES	95040	82080
SUPORTE E APERTO DA PEÇA NA PEÇA ANTERIORMENTE INSTALADA	69811	50403
INSTALAÇÃO DE BICOS	26620	27170
<b>TOTAL (SEGUNDOS)</b>	<b>523793</b>	<b>417474</b>
<b>TOTAL (HORAS)</b>	<b>145</b>	<b>116</b>

*Fonte:* Os autores (2018)

Baseado no estudo elaborado se faz possível analisar uma redução de 20,7% no tempo requisitado para o tempo de mão-de-obra, em comparação ao caso 01. Mas vale a observação que a metodologia desenvolvida ocorreu em um ambiente com boas condições de trabalho e não mensuram todos os tempos como a organização das ferramentas, a seleção dos materiais, a conferência de medidas no projeto e demais serviços necessários e intrínsecos ao serviço como um todo, os quais poderiam vir a impactar nas conclusões obtidas.

Além de utilizar essa metodologia desenvolvida pelos autores, seguiu-se alguns parâmetros estabelecidos por Pedro Telles (2001), onde o mesmo desenvolveu uma tabela com tempo para estimativa de tempos de homem-hora para serviços de instalação de tubulações. Utilizando-se esses parâmetros foi possível desenvolver a tabela 3 para os casos estudados.

**Tabela 3** – Tabela homem-hora, conforme literatura

ESTIMATIVA DE TEMPO DE MÃO-DE-OBRA - CASO 01 E 02					
DESCRIÇÃO	UND	QTDE CASO 01	HOMEM/HORA CASO 01	QTDE CASO 02	HOMEM/HORA CASO 02
TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 1"	m	156	37,44	114	27,36
TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 1.1/4"	m	156	40,56	114	29,64
TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 1.1/2"	m	306	91,8	228	68,4
TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 2"	m	114	44,46	150	58,5
CONEXÕES P/ FG BSP - Ø 2"	pç	110	132	133	159,6
CONEXÕES P/ FG BSP - Ø 1.1/2"	pç	169	135,2	114	91,2
CONEXÕES P/ FG BSP - Ø 1.1/4"	pç	106	68,9	76	49,4
CONEXÕES P/ FG BSP - Ø 1"	pç	62	31	57	28,5
<b>TOTAL CASO 01</b>			<b>581,36</b>	<b>TOTAL CASO 02</b>	<b>512,6</b>

*Fonte:* Os autores (2018)

O último ponto a se analisar nessa alternativa apresentada é o impacto gerado no dimensionamento na bomba. Baseado na NBR 10897:2014, seguiu-se a metodologia de cálculo para se dimensionar os dois sistemas e selecionar uma bomba para ambos os casos.

Como resultado, obteve-se a seleção da mesma bomba para os dois casos. Com apenas uma variação de 1% nos parâmetros para seleção da bomba, não influenciou na bomba selecionada, já que geralmente utiliza-se bombas com curva de funcionamento levemente acima da mínima necessária, assim utilizando bombas com rotor padrão.

### **Bucha de redução x Luva de redução**

A segunda alternativa a ser abordada é quanto ao uso de buchas e luvas de redução. Buscando encontrar o melhor custo x benefício, o estudo realizado comparou as peças citadas conforme viabilidade teórica e prática, se as mesmas são recomendadas por norma e se existe alguma restrição. Após isto uma análise em relação ao custo destas peças, em seguida as diferenças na mão de obra e por final se existe algum impacto na bomba, ao se optar por uma ou outra alternativa.

Visando a viabilidade da aplicação, a NBR10897:2014 aponta no item 5.5.3 que as duas peças devem ser aplicadas quando existir mudanças no diâmetro da

tubulação. Logo, não há restrições normativas ou técnicas para o uso de luvas ou buchas de redução. Entretanto, ainda no mesmo item citado, a norma recomenda o uso da luva de redução.

Para confrontar os custos da utilização de bucha de redução contra luvas de redução, deve-se considerar o custo direto e indireto para a utilização do componente. Analisando a instalação da luva de redução, como possui duas roscas do tipo fêmea e a redução de diâmetro da tubulação é sempre feito após uma conexão que também possui rosca fêmea, sendo necessária uma peça com extremidades com rosca macho, para efetuar a união.

Sendo assim, em piores condições, se faz necessário o uso de um niple. Devendo esta peça ter seu custo acoplado ao custo de utilização de luvas de redução. Em contrapartida, ao utilizar-se do niple duplo, tem-se uma pequena diminuição no tamanho do tubo, com isso economiza-se com os tubos. Desta maneira, será confrontado o custo das buchas de redução contra o custo da luva de redução mais o niple e menos o pedaço de tubo que se deve diminuir da peça. As tabelas 04 e 05 relacionam os preços das peças e os seus custos indiretos.

**Tabela 4 – Caso 3 - Custos de materiais - Luvas de redução**

DESCRIÇÃO	UND	QTDE	R\$
LUVA DE REDUÇÃO GALVANIZADA, F/F, BSP - Ø 2" x 1.1/2"	pç	1	R\$ 30,45
LUVA DE REDUÇÃO GALVANIZADA, F/F, BSP - Ø 1.1/2" x 1.1/4"	pç	1	R\$ 25,98
LUVA DE REDUÇÃO GALVANIZADA, F/F, BSP - Ø 1.1/4" x 1"	pç	1	R\$ 20,96
NIPLÉ DUPLO GALVANIZADO, BSP - Ø 2"	pç	1	R\$ 14,13
NIPLÉ DUPLO GALVANIZADO, BSP - Ø 1.1/2"	pç	1	R\$ 10,33
NIPLÉ DUPLO GALVANIZADO, BSP - Ø 1.1/4"	pç	1	R\$ 7,43
TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 2" - 68mm (A DESCONTAR)	pç	1	-R\$ 2,57
TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 1.1/2" - 59mm (A DESCONTAR)	Pç	1	-R\$ 1,39
TUBO NBR 5580, CLASSE MÉDIA, Ø 1.1/4" - 57mm (A DESCONTAR)	Pç	1	-R\$ 1,19
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 104,13</b>

*Fonte:* Os autores (2018)



**Tabela 5 – Caso 3 - Custos de materiais - Buchas de redução**

DESCRIÇÃO	UND	QTDE	R\$
BUCHA DE REDUÇÃO GALVANIZADA, M/F, BSP - Ø 2" x 1.1/2"	Pç	1	R\$ 11,77
BUCHA DE REDUÇÃO GALVANIZADA, M/F, BSP - Ø 1.1/2" x 1.1/4"	Pç	1	R\$ 8,51
BUCHA DE REDUÇÃO GALVANIZADA, M/F, BSP - Ø 1.1/4" x 1"	Pç	1	R\$ 7,24
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 27,51</b>

*Fonte:* Os autores (2018)

Com isso percebe-se uma diferença considerável para o uso de luvas de redução, onde o emprego de buchas consiste em apenas 26,4% do custo das luvas.

Do mesmo modo apresentado na alternativa anterior, do distanciamento de 3,0 m entre bicos, será feito um estudo para concluir qual das alternativas demanda um maior tempo para a execução. E analisando novamente todos os processos que envolvem a instalação de sprinklers, percebe-se que a utilização de bucha ou luva de redução somente irá impactar no processo de aperto das conexões nas peças de tubos.

A tabela 6 evidencia resultados médios para tempos de aperto das conexões. O uso do tee (T), apresentado na tabela, não teve um motivo elementar, apenas foi necessário usar peças com rosca fêmea para apertar a bucha e luva de redução com o niple duplo.

**Tabela 6 – Tomada de tempo - Processo: Bucha de redução x Luva de redução**

DESCRIÇÃO MATERIAL	TEMPO (S) - PEÇAS COM BUCHA	TEMPO (S) - PEÇAS COM LUVA E NIPLE
TEE GALVANIZADO, F/F, BSP - Ø 1"	192	253
TEE GALVANIZADO, F/F, BSP - Ø 1.1/4"	325	345
TEE GALVANIZADO, F/F, BSP - Ø 1.1/2"	301	332
TEE GALVANIZADO, F/F, BSP - Ø 2"	311	355
<b>TOTAL (SEGUNDOS)</b>	<b>1129</b>	<b>1285</b>
<b>TOTAL (MIN)</b>	<b>19</b>	<b>21</b>

*Fonte:* Os autores (2018)



Da análise da tabela, percebe-se que existe uma redução no tempo de mão-de-obra de aproximadamente 9,5% ao utilizar buchas de redução se comparadas com as

luvas, referente ao tempo para instalação e aperto dos componentes, ou seja, a bucha de redução possui um menor tempo para instalação.

Outro processo que também sofrerá um impacto indireto com a utilização de luva ou bucha de redução é o teste de estanqueidade, em que ocorrer vazamentos, e como para o emprego de luva de redução existirá uma maior quantidade de uniões entre rosca, a probabilidade de vazamentos aumenta, tomando mais tempo para a realização do teste de estanqueidade.

O último ponto a se analisar nesta alternativa é o impacto gerado na seleção da bomba. A principal diferença que se tem ao optar pela bucha ou luva de redução no cálculo e dimensionamento do sistema é a perda de carga localizada para cada componente. Os dois possuem uma pequena diferença de valores, conforme demonstrado na figura 1.

**Figura 1** - Equivalência da perda de carga das conexões (luva e bucha de redução) em metros de tubos.

DIÂMETRO NOMINAL	½ x ¼	½ x ¾	½ x ½	¾ x ¾	¾ x ½	¾ x ¼	1 x ¾	1 x ½	1 x ¼	1½ x ½	1½ x ¾	1½ x ½	1½ x ¼	1½ x 1	1½ x 1½	
	2 x ½	2 x ¾	2 x 1	2 x 1¼	2 x 1½	2½ x 1	2½ x 1¼	2½ x 1½	2½ x 2	3 x 1	3 x 1¼	3 x 1½	3 x 2	3 x 2½	4 x 2	4 x 3
	0,10	0,16	0,14	0,22	0,23	0,24		0,24	0,24	0,24	0,22	0,19	0,29	0,26	0,24	0,20
	0,34		0,36	0,40	0,43	0,28	0,33	0,36	0,39		0,65	0,69	0,75			
	0,11	0,18	0,18		0,26	0,32	0,30	0,32	0,29	0,33	0,43	0,16		0,53	0,27	0,12
			0,30	0,35	0,38		0,44	0,48	0,64			0,71	0,70	0,71		

Fonte: TUPY (2009)

Realizando os procedimentos de cálculo presentes na norma, já citada na alternativa anterior, percebe-se que houve uma diferença mínima na altura manométrica e na vazão para dimensionamento da bomba na ordem 0,2%, ou seja, impactando novamente na seleção da mesma bomba para as opções.

**Sistemas com e sem galvanização**

Nesta última alternativa o ambiente hipotético de aplicação será o de utilização de tubulação com galvanização ou não para sistemas em regiões não litorâneas e não enterradas. De semelhante modo as alternativas anteriores, serão analisados dois casos, sendo sistemas com mesma área e demais características, apenas diferenciando na especificação das tubulações. Em um dos casos se utilizará o aço carbono com tubulação não galvanizada e em outro aço carbono com tubulação galvanizada.

Objetivando facilitar todas as análises será utilizado o caso 02, citado anteriormente, onde o mesmo será com tubulações sem galvanização e conexões rosqueadas até 50 mm (2") e soldadas para diâmetros maiores de 63mm (2.1/2"). O caso 04 será semelhante, porém com tubulações com galvanização e conexões rosqueadas em todo o sistema.

Para início das análises, novamente constata-se a viabilidade da alternativa através das normas vigentes. A norma brasileira, a qual não apresenta nenhuma preferência, tubulações com ou sem galvanização, apenas aponta a norma que os tubos devem seguir, conforme a forma de junção, para tubos unidos por conexões soldadas deve-se atender a ABNT NBR 5580 (classe leve), no mínimo e para tubos unidos por conexões rosqueadas a ABNT NBR 5580 (classe média) no mínimo.

Porém, como o aço-carbono não é um material de alta resistência à corrosão, é gerada a necessidade de um acréscimo de espessura, criando uma margem para possíveis corrosões nas partes externas expostas ao contato com a atmosfera. (TELLES, 2001)

Desta maneira, adotou-se tubulações conforme a ABNT NBR 5580:2015 classe média (com parede de tubo mais espessa) para ambos os casos, pois para os tubos sem galvanização, haverá sobra de material para garantir a qualidade e proteção a corrosão, a qual já é prevista.

O processo de galvanização também pode impactar na forma de unir os tubos, uma vez que a soldagem em componentes de aço galvanizados a fogo pode necessitar de processos diferentes, comparados aos não revestidos. Isso se deve ao fato

de que a soldagem gera uma perda de parte da camada de revestimento, já que a mesma tende a ser volatilizada durante o procedimento. (PANONNI, 2015)

Com estas observações decidiu-se aplicar para os estudos do custo dos materiais, da mão-de-obra e dos impactos na seleção da bomba, dois sistemas semelhantes ao caso 02, da primeira alternativa apresentada neste artigo. A diferença será apenas para o caso estudado com as tubulações com galvanização, onde as conexões serão rosqueadas.

Desta maneira, o estudo baseou-se nas peças de fabricação e a lista de materiais necessária do caso 02, apenas se alterou o tipo de tubulação, para tubulação com galvanização e as conexões soldadas foram convertidas para conexões rosqueadas, assim temos o caso 04 para análise.

Assim, para o caso 02, como já visto, se tem um custo para os materiais de R\$ 38.204,58 e para o caso 04 o valor de R\$ 47.237,40. Esclarecendo que o sistema com tubos de aço sem galvanização representa um custo de materiais de apenas 80,8% do custo de materiais para o sistema com tubos galvanizados.

Já para estudo das tomadas de tempo para quantificação do tempo requisitado nos dois casos, constatou-se que haverá diferença apenas nos processos para tubos acima de 65 mm (2.1/2”), pois os casos com tubulação inferiores a 65 mm (2.1/2”) são exatamente iguais, já que os processos de corte, rosqueamento, aperto de peça, instalação de suportes e pintura, não sofrem alterações com a mudança na especificação dos tubos.

Sabendo disso, foi feita a cronometragem dos processos, de forma semelhante para se realizar o projeto, conforme o caso 02 e o caso 04, porém em oficina e em condições boas de trabalho. Nas tabelas 7 e 8 seguem os tempos totais para os processos distintos dos casos 02 e 04.

**Tabela 7** – Tomada de tempos – Processo Caso 02

DESCRIÇÃO DE PROCESSO	CASO 02 (s)
CORTE E PREPARAÇÃO DO TUBO	17481
PONTEAMENTO DA PEÇA COM A CONEXÃO E NIVELAMENTO	15773
PROCESSO DE SOLDAGEM E ANÁLISE DA SOLDA	207418
<b>TOTAL (SEGUNDOS)</b>	<b>240672</b>
<b>TOTAL (HORAS)</b>	<b>67</b>

*Fonte:* Os autores (2018)

**Tabela 8** – Tomada de tempos – Processo Caso 04

DESCRIÇÃO DE PROCESSO	CASO 02 (s)
CORTE E ROSQUEAMENTO	54228
INSTALAÇÃO DE MATERIAL VEDANTE E APERTO DE UMA CONEXÕES	24490
FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE SUPORTES	25625
<b>TOTAL (SEGUNDOS)</b>	<b>104342</b>
<b>TOTAL (HORAS)</b>	<b>29</b>

*Fonte:* Os autores (2018)

Desta forma percebe-se que os processos do caso 02 demandam muito mais tempo, devido ao processo de soldagem, o qual necessita de um controle maior de qualidade. Sendo que no caso 04 necessitou apenas de aproximadamente 43% do tempo do caso 02.

Analisando conforme a metodologia de Telles (2001), temos as tabela 9 e 10.

**Tabela 9** – Estimativa de homens/hora – caso 02

CASO 2 - QTDE DE HOMENS/HORA P/ SERVIÇOS DE TUBULAÇÃO			
DESCRIÇÃO	UND	QTDE	Homem/Hora
CONEXÕES P/ SOLDA SCH 40 - Ø 4"	pç	20	50
CONEXÕES P/ SOLDA SCH 40 - Ø 3"	pç	2	4
CONEXÕES P/ SOLDA SCH 40 - Ø 2.1/2"	pç	53	90,1
<b>TOTAL</b>			<b>144,1</b>

*Fonte:* Os autores (2018)

**Tabela 10** – Estimativa de homens/hora – caso 04

CASO 4 - QTDE DE HOMENS/HORA P/ SERVIÇOS DE TUBULAÇÃO			
DESCRIÇÃO	UND	QTDE	Homem/Hora
CONEXÕES P/ FG BSP - Ø 4"	pç	20	51,8
CONEXÕES P/ FG BSP - Ø 3"	pç	2	4,04
CONEXÕES P/ FG BSP - Ø 2.1/2"	pç	53	84,27
<b>TOTAL</b>			<b>140,11</b>

*Fonte:* Os autores (2018)

Quanto ao dimensionamento da bomba para os sistemas, trocar o material das tubulações e das conexões pode acarretar na perda de carga do sistema, devido a rugosidade e outros fatores dos materiais a serem diferentes, e esse dado é caracterizado pelo fator C.

A tabela 25 da ABNT NBR 10.897:2014 apresenta os valores do fator C, conforme o material da tubulação. Para tubulações de aço carbono sem galvanização e com galvanização é utilizado o mesmo fator C.

Com isso nos cálculos para dimensionamento do sistema e para seleção da bomba não haverá diferenças, uma vez que se usa o mesmo fator C. Sendo assim, não existem impactos na seleção da bomba e no dimensionamento do sistema.

## CONCLUSÕES

Após todas as análises, consegue-se selecionar as melhores alternativas, ou seja, as que apresentam o melhor custo benefício.

Para o primeiro caso estudado, com a utilização de uma distância entre bicos de até 3 metros ou maior que 3 metros, ficou evidente que a alternativa com até 3 metros apresentou melhor desempenho, uma vez que resultou em uma quantidade menor de peças e menor quantidade de materiais, resultando em menor custo. Mesmo que para atender a alternativa seja necessário utilizar uma quantidade maior de bicos. Esse fato se deu, devido à utilização de tubos padrões, em que os mesmos são comercializados em barras de 6 metros, sendo que ao utilizar até 3 metros de distância entre bicos, é possível fazer duas peças com uma barra, sendo que com distâncias maiores, é necessário unir dois restos de barras para realizar a segunda peça.

Ainda nesse tópico, é possível estudar uma distância ideal entre bicos, onde a peça de fabricação já tem a medida de 3 metros, reduzindo ainda mais as perdas com sobras de materiais.

Para o segundo assunto estudado, a bucha de redução apresentou um melhor desempenho, uma vez que o componente tem um menor custo, e a sua utilização não

necessita de outras peças para complementar, além de facilitar o teste reduzindo pontos para possíveis vazamentos. Entretanto, existe uma recomendação na norma para o uso de luvas de redução, com isso incentiva-se a análise desse ponto de vista pela ABNT.

Para a última análise realizada, com a utilização de tubulação com ou sem galvanização, a alternativa sem galvanização apresentou um melhor desempenho. O valor do custo do material para o sistema sem galvanização teve uma grande diferença em detrimento ao com galvanização, entretanto nas estimativas dos tempos houve um impasse, já que pela literatura o tempo foi quase o mesmo, porém na cronometragem houve uma grande diferença.

Esta diferença se deve pelos ensaios serem realizados em bancada e oficina, e não se possível aferir o tempo total do processo, além de sofrer muita variação conforme a habilidade do soldador. Como existem recomendações contra o uso de peças galvanizadas para diâmetros maiores e iguais a 65 mm (2.1/2”), a alternativa utilizando tubulação sem galvanização se mostrou com maior vantagem.

Ao se comparar a diferença de tempo dado pela metodologia da cronometragem, visto que está se analisando somente os processos distintos entre os casos, a diferença de tempo encontrada represente somente 4% do tempo estimado total para a realização de todo serviço, ou seja, na pior das situações haverá uma diferença de apenas 4% no tempo total da obra. Vale citar que o ideal seria a cronometragem dos serviços em loco, assim buscando tempos mais próximos da realidade.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10897**: Sistemas de Chuveiros Automáticos para Combate a Incêndio, Rio de Janeiro, 2014.

BRENTANO, T. **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndio nas Edificações**. 4. Ed. Porto Alegre, 2011.

BRENTANO, T. **Proteção Contra Incêndios no Projeto de Edificações**. 1. Ed. Porto Alegre, 2007.

FERNANDES R. I. **Sistema de Chuveiros Automáticos** NPT 023/11 e NBR 10897/2014. Notas de aula, Curso de engenharia de segurança contra incêndio e pânico, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba 2018.

JÚNIOR, J. **Sprinklers: conceitos básicos e dicas excelentes para profissionais** um estudo prático sobre a NFPA 13. 1. Ed. Instituto sprinklers brasil, São Paulo, 2015.

NAKAMURA, Juliana; **Sprinklers anti-incêndio: tubulação pode ser de aço carbono, tubos de cobre ou CPVC.** Texto técnico. Disponível em: <http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/161/sprinklers-anti-incendio-tubulacao-pode-ser-de-aco-carbono-tubos-de-333896-1.aspx>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

PANNONI. F. **Princípios da galvanização a fogo.** 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/266345339\\_Principios\\_da\\_Galvanizacao\\_a\\_Fogo](https://www.researchgate.net/publication/266345339_Principios_da_Galvanizacao_a_Fogo) Acesso em 16 de junho de 2018.

PEREIRA, A. ARAUJO,C. **Sistema de chuveiros automáticos.** Revista Científica Aprender.4ed. Jun, 2011. Disponível em: <http://revista.fundacaoaprender.org.br/index.php?id=141>>. Acesso em: 10 de junho de 2018.

SKOP. **Sprinklers: o guia essencial.** E-book, 2017. Disponível em:<<http://www.skop.com.br/2018/05/29/sprinklers-o-guia-essencial/>> Acesso em: 25 de maio de 2018.

TELLES. P. **Tubulações industriais** materiais, projeto, montagem. 10. Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2001.

TRINDADE, P. **Meios de extinção de incêndio** sistemas automáticos por água. 2009. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Faculdade de engenharia faculdade do Porto – FEUP, Porto, Portugal, 2009.

TUPY S.A. **Catálogo Técnico:** CT1003. Joinville, 2009 Disponível em: [http://www.tupy.com.br/downloads/pdfs/conexoes/catalogo\\_pt.pdf](http://www.tupy.com.br/downloads/pdfs/conexoes/catalogo_pt.pdf)>. Acesso em: 01 de junho de 2018.