

## **CÁLCULO DE VAZÃO PARA DIMENSIONAMENTO DA RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO CONSIDERANDO PERDAS DE CARGA**

Augusto Gabriel Simon (1), Nestor Back (2)

*UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense*

*(1)augustosimon@outlook.com, (2)nestorback@yahoo.com.br*

### **RESUMO**

O sistema hidráulico preventivo (SHP) é um sistema de prevenção contra incêndios, conhecido popularmente como rede de hidrantes. Esse tipo de instalação predial utiliza da água para combater o fogo. Para todo SHP, há um reserva técnica de incêndio (volume de água exclusiva para combate de incêndio). No dimensionamento dessa quantia de água, é calculada a vazão do hidrante mais favorável, ou seja, o hidrante com maior pressão. Neste trabalho, abordaremos o cálculo da vazão considerando a perda de carga na tubulação e acessórios da rede, visando reduzir a quantidade de água para reserva de combate a incêndio, isso é importante já que para muitas construtoras e incorporadoras de imóveis, além de reduzir custos em estrutura e fundações, irão diminuir a altura do reservatório, gerando uma melhor visão arquitetônica e manter água “parada” dentro do mesmo. Os dados apresentados no exemplo mostram uma redução de aproximadamente 16,00% a menos em volume e conseqüentemente peso na estrutura. Também podemos perceber que realmente, 2/3 da coluna de água converte-se em velocidade na tubulação e o terço restante em perda de carga no sistema. Podemos considerar que, além de um cálculo fácil de ser elaborado, com a utilização de apenas duas equações a mais do que o método simplificado do Corpo de Bombeiros de dimensionamento de RTI, ainda garantimos a segurança e eficiência do sistema em caso de sinistro, manutenção predial e principalmente, economia nas obras, principalmente de edificações verticalizadas com estruturas de concreto e fundações.

*Palavras-Chave: Hidrante, vazão, incêndio, RTI.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Quando se fala em Projeto ou Plano de Prevenção Contra Incêndio (PPCI), logo nos vem a ideia o uso da água para combate ao fogo. Enquanto os efeitos negativos de instalações inadequadas de água potável, esgoto e águas pluviais se processam de forma geralmente lenta, as conseqüências de um incêndio são imediatas e sinistras.

Uma instalação de proteção e combate de incêndio é uma forma direta de salvar vidas e bens materiais.

O fogo é um fenômeno químico, gerado de uma combustão com desprendimento de calor e eventualmente de luz. O triângulo do fogo é a representação dos três elementos necessários para iniciar uma combustão. Esses elementos são o combustível que fornece energia para a queima, o comburente que é a substância que reage quimicamente com o combustível e o calor que é necessário para iniciar a reação entre combustível e comburente. Para que se processe esta reação, obrigatoriamente dois agentes químicos devem estar presentes: Combustível e Comburente.



**Figura 1 - Triângulo do Fogo**

O combate ao fogo consiste em eliminar pelo menos um dos elementos do triângulo do fogo, portanto há três possibilidades:

- a) Abafamento: eliminação do oxigênio;
- b) Eliminação do combustível: retirar ou isolar os materiais combustíveis;
- c) Resfriamento: eliminar a fonte de calor ou dissipar o calor gerado.

Para um melhor entendimento do que é o fogo, podemos classificar em categorias de incêndio, de acordo com o tipo de material combustível onde ocorre:

- Categoria A: quando ele ocorre em materiais de fácil combustão com a propriedade de queimarem em sua superfície e profundidade, e que deixam resíduos como: tecidos, madeira, papel, fibras, etc.
- Categoria B: quando o fogo ocorre em produtos inflamáveis que queimam somente em sua superfície, não deixando resíduos, como óleo, graxas, vernizes, tintas, gasolina, etc.

- Categoria C: quando o fogo ocorre em equipamentos elétricos energizados como motores, transformadores, quadros de distribuição, fios, etc.
- Categoria D: quando o fogo ocorre em elementos pirofóricos como magnésio, zircônio, titânio, entre outros.

O sistema de Hidrantes é um dos sistemas mais utilizados para combater o fogo, já que, quando bem dimensionado é capaz de extinguir focos de incêndio sem a utilização de viaturas do corpo de bombeiros. Segundo a IN 007/DAT/CBMSC, norma essa que estabelece e padroniza critérios de concepção e dimensionamento do Sistema Hidráulico Preventivo (SHP), nos processos fiscalizados pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina, Artigo 4º, “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.”

Como podemos observar pelas definições citadas anteriormente, o SHP é um excelente combatente ao fogo principalmente quando este for classe A.

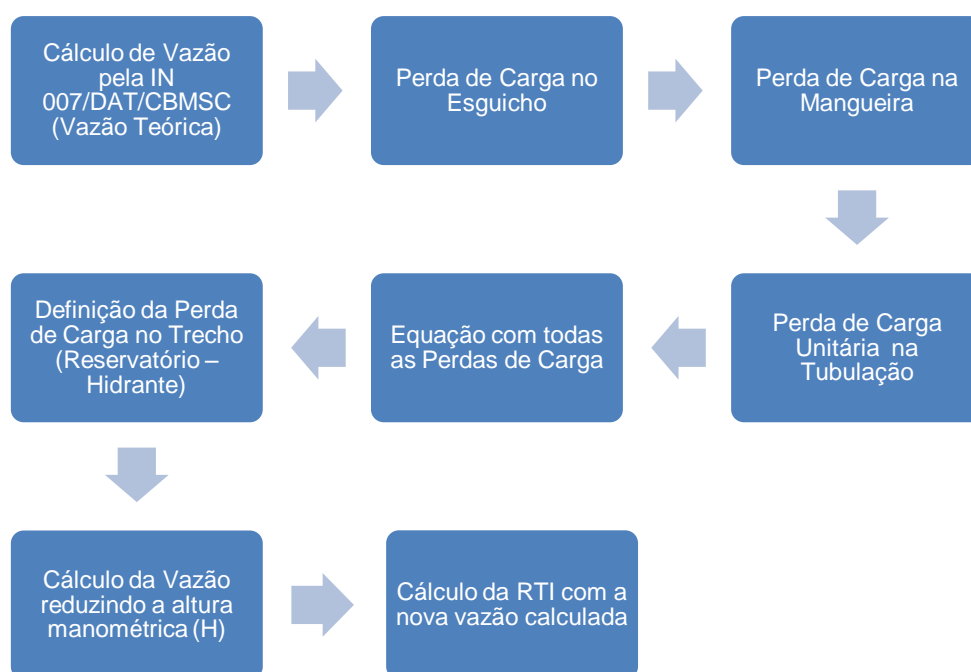
Para todo sistema hidráulico preventivo deve ser dimensionada uma reserva técnica de incêndio (RTI), que é um volume de água destinado exclusivamente ao combate ao fogo, podendo ser por reservatório superior ou inferior, definição essa feita pelo projeto arquitetônico ou pelo próprio PPCI.

Diante do exposto, o desafio deste estudo é analisar o dimensionamento da reserva técnica de incêndio conforme normatiza o Corpo de Bombeiros, apresentando as equações pelo método simplificado (conforme CBMSC), sem considerar perdas de carga do trecho do reservatório até o hidrante mais favorável, após, com a análise dessas perdas e fazendo a verificação com o que nos diz as bibliografias, em que aproximadamente  $1/3$  da altura  $H$  de água se converte em perda de carga e  $2/3$  em velocidade do fluido, causando uma possível redução da reserva de água para combate a incêndio, gerando economia na estrutura com redução de peso, também na altura da caixa da água, causando melhor visão arquitetônica do edifício e

diminuição de água parada no reservatório, que pode ocasionar a criação de limo e outros fungos nas paredes da tubulação.

As equações apresentadas nesse trabalho, na sua maior parte, apenas são utilizadas para edificações do Risco Leve, definida através da IN001/DAT/CBMSC – Da Atividade Técnica.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS



**Figura 2 - Fluxograma dos procedimentos**

**Fonte: do Autor**

Para cálculo de RTI segundo o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, deve-se levar em consideração apenas o diâmetro do requinte do esguicho e altura manométrica na tomada da água do hidrante mais favorável, sendo esta a altura da saída da canalização do reservatório até o bocal do hidrante, ou seja, não considera as perdas de carga em função de todo o trajeto percorrido pela água desde o reservatório até o hidrante mais favorável nem acessórios desse hidrante (mangueiras e esguicho). Sabe-se que no escoamento de fluídos reais, parte da sua energia dissipa-se em forma de calor e nos turbilhões que se formam na corrente fluída.

Essa energia é dissipada para o fluido vencer a resistência causada pela sua viscosidade e a resistência provocada pelo contato do fluido com a parede interna do tubo e também para vencer as resistências causadas por peças de adaptação ou conexões (curvas, válvulas, etc.).

Para cálculo, será realizado um estudo de bocais, que segundo Azevedo Neto (1998), os bocais ou tubos adicionais são constituídos por peças tubulares adaptadas a orifícios. Orifícios segundo o mesmo autor, são perfurações, geralmente de forma geométrica definida, feitas abaixo da superfície livre do líquido em paredes de reservatórios, tanques, canais ou canalizações. Os bocais servem para dirigir o jato, no caso, a água no foco de incêndio.

Os bocais costumam ser classificados em:

- 1) Cilíndricos: interiores ou exteriores;
- 2) Cônicos: convergentes ou divergentes.

Na prática, os bocais são construídos para várias finalidades: combater incêndios, operações de limpeza, serviços de construção, aplicações agrícolas, tratamento de água, máquinas hidráulicas, etc. O coeficiente de descarga ( $C_d$ ) geralmente está compreendido entre 0,95 e 0,98.

Define-se o coeficiente de descarga para esse estudo, conforme norma do Corpo de Bombeiros, 0,98 e aceleração da gravidade  $9,81\text{m/s}^2$ .

## 2.1 CÁLCULO PELO MÉTODO SIMPLIFICADO

Para o cálculo da vazão no hidrante mais favorável, a equação 2.1.1 nos apresenta conforme o método simplificado presente na norma do Corpo de Bombeiros:

$$Q = 0,2046 \times D^2 \times \sqrt{H} \quad \text{equação (2.1.1)}$$

Em que:

Q - vazão, [l/min];

D - diâmetro mínimo do requinte do esguicho, [mm];

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

Esta equação é uma simplificação da equação da vazão em função da área e da velocidade do tubo:

$$Q = Cd \times V \times A \quad \text{equação (2.1.2)}$$

Em que:

Q - vazão, [l/min];

Cd – coeficiente de descarga;

V – velocidade do fluido, [m/s];

A – área do bocal, [m<sup>2</sup>].

Sabendo que:

$$Vt = \sqrt{2gh} \quad \text{equação (2.1.3)}$$

A equação da área de um cilindro é dada pela equação:

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad \text{equação (2.1.4)}$$

Logo, a equação da vazão no modo simplificado:

$$Q = Cd \times \sqrt{2gh} \times \frac{\pi \times D^2}{4} \quad \text{equação (2.1.5)}$$

Adotando-se os seguintes valores conhecidos:

$$g = 9,81\text{m/s}^2$$

$$Cd = 0,98$$

$$Q = 0,98 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times h} \times \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$Q = 0,98 \times \frac{4,42944691807 \times \pi}{4} \times \sqrt{h} \times D^2$$

$$Q = 0,98 \times 3,47887947432 \times \sqrt{h} \times D^2 \rightarrow \text{resultado em } \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q = 0,98 \times \frac{3,47887947432}{1000} \times \sqrt{h} \times D^2 \rightarrow \text{resultado em } \frac{\text{litros}}{\text{s}}$$

$$Q = 0,98 \times 0,00347887947432 \times 60 \times \sqrt{h} \times D^2 \rightarrow \text{resultado em } \frac{\text{litros}}{\text{min}}$$

$$Q = 0,2046 \times \sqrt{h} \times D^2 \rightarrow \text{resultado em } \frac{\text{litros}}{\text{min}}$$

Dessa forma, o cálculo de vazão fica com a altura “h” sem considerar a perda de carga existente no trecho em questão, o que na prática não acontece, já que além

da perda no trecho de tubulação, teremos perda na mangueira de incêndio e no esguicho.

A equação para cálculo da perda de carga no esguicho está apresentada em 2.1.6 e para as mangueiras em 2.1.7 (38mm – 1.1/2”) e 2.1.8 (63mm – 2.1/2”).

$$J_e = 0,0396 \times H \quad \text{equação (2.1.6)}$$

Em que:

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

$H$  – pressão dinâmica, [m.c.a.].

$$J_m = 9399,38 \times Q^{1,85} \quad \text{equação (2.1.7)}$$

$$J_m = 801,45 \times Q^{1,85} \quad \text{equação (2.1.8)}$$

Em que:

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

$Q$  – vazão, [m<sup>3</sup>/s].

$$J_{mt} = J_m \times L_m \quad \text{equação (2.1.9)}$$

Em que:

$J_{mt}$  – perda de carga total da mangueira, [m.c.a];

$L_m$  – comprimento total da mangueira, [m].

As equações para cálculo da perda de carga no trecho da tubulação em aço galvanizado (as mais usuais em rede de hidrantes) estão expressas em 2.1.10 (63mm – 2.1/2”), 2.1.11 (75mm – 3”), 2.1.12 (100mm – 4”) e 2.1.13 (125mm – 5”).

$$J_t = 1065,88 \times Q_{teorico}^{1,85} \quad \text{equação (2.1.10)}$$

$$J_t = 455,98 \times Q_{teorico}^{1,85} \quad \text{equação (2.1.11)}$$

$$J_t = 112,33 \times Q_{teorico}^{1,85} \quad \text{equação (2.1.12)}$$

$$J_t = 37,89 \times Q_{teorico}^{1,85} \quad \text{equação (2.1.13)}$$

Onde:

$J_t$  – perda de carga unitária da tubulação de aço galvanizado, [m/m];

$Q$  – vazão, [m<sup>3</sup>/s].

A perda de carga na tubulação, como modo de facilitar os cálculos de vazão para RTI, utilizará apenas o trecho vertical, ou seja, para a perda de carga total na tubulação utilizaremos o valor da pressão estática, utilizada por H no cálculo da vazão.

$$J_{tt} = J_t \times H \quad \text{equação (2.1.14)}$$

Onde:

$J_{tt}$  – perda de carga total da tubulação de aço galvanizado, [m.c.a];

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

## 2.2 PERDA DE CARGA

Segundo Azevedo Neto (1998), da carga total H, que atua sobre um bocal cilíndrico, cerca de 2/3 se converte em velocidade, correspondendo o terço restante à energia despendida na entrada do bocal, ou seja, 1/3 é a perda de carga do sistema.

Antes de definirmos a velocidade do fluido, é importante termos conhecimento como nos cita Back (2006), que quanto maior a velocidade do líquido, menor o diâmetro empregado, porém devem-se evitar velocidades excessivas, pois estas implicam em grandes perdas de carga, que diminuem a pressão na canalização. Além disso, com velocidades altas aumenta o perigo de corrosão das canalizações. Por outro lado, as velocidades muito baixas encarecem as redes e possibilitam a sedimentação de materiais finos em suspensão. Assim, a velocidade da água deve ficar entre limites máximos e mínimos, que para condições gerais podem ser considerados os valores a seguir.

- Velocidade mínima: Azevedo Netto (1998) recomenda que a velocidade mínima deve ser fixada entre 0,25 e 0,40m/s, dependendo da qualidade da água. Quando é observado que a água contem certos matérias em suspensão, deve-se aumentar essa velocidade mínima para no mínimo 0,50m/s.
- Velocidade máxima: A velocidade máxima pode causar diversos problemas, como danos mecânicos prejudiciais a tubulação, ruídos e



perda de carga. Segundo a NBR 13714/2000 - Sistemas de Hidrantes e de Mangotinhos para Combate a Incêndio, a velocidade máxima nas tubulações de hidrante é de 5m/s.

Em um sistema de hidrantes é difícil dimensionar a rede com a velocidade máxima, sendo assim, na grande maioria das vezes, principalmente em edificações verticalizadas, a velocidade ultrapassa o valor definido pela NBR 13714/2000. A norma do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina não estabelece critérios quanto a velocidade mínima e máxima. Podendo levar em consideração também que o sistema não é usado com frequência, sendo assim, não há movimento de fluido que gere ruídos nem deterioração da parede do tubo, logo, essa velocidade máxima é desprezada.

### 2.3 EQUAÇÕES PARA DIMENSIONAMENTO DA RTI

Para definir uma equação para dimensionamento de RTI, adotaremos as equações da instrução normativa IN 007/DAT/CBMSC.

Para a vazão teórica de cálculo, que é a vazão do sistema se não houvesse a dissipação de energia:

$$Q_{teorico} = 0,2046 \times D^2 \times \sqrt{H}$$

Podemos definir como perda de carga no esguicho e na mangueira, ou seja, nos acessórios, como sendo:

$$J_a = J_{mt} + J_e \quad \text{equação (2.3.1)}$$

Sendo  $J_{mt}$  a perda de carga na mangueira e  $J_e$  no esguicho, chegamos na equação 2.3.2 (38mm – 1.1/2”) e 2.3.4 (63mm – 2.1/2”).

$$J_a = (9399,38 \times Q_{teorico}^{1,85}) \times L_m + 0,0396 \times H \quad \text{equação (2.3.2)}$$

$$J_a = (801,41 \times Q_{teorico}^{1,85}) \times L_m + 0,0396 \times H \quad \text{equação (2.3.3)}$$

Em que:

$J_a$  – perda de total, [mca];

$Q_{teorica}$  – vazão teórica, [m<sup>3</sup>/s];

$L_m$  – comprimento total da mangueira, [m];

$H$  – pressão dinâmica, [m.c.a.].

Sendo as equações da perda de carga na tubulação mostradas anteriormente e adicionadas no  $J_a$  (perda de carga total nos acessórios), a perda de carga total será definida por  $J_{total}$  (equação 2.3.4):

$$J_{total} = J_a + J_{tt} \quad \text{equação (2.3.4)}$$

O tempo de autonomia do sistema deverá ser o suficiente para 30 minutos em reservatório elevado, com adição de 2 minutos para cada hidrante excedente a 04, através da vazão fornecida pelo hidrante mais favorável.

O volume mínimo de reserva de água para incêndio é de 5.000 litros para reservatórios elevados.

O dimensionamento para volume de RTI, é realizado pela equação 2.3.5:

$$RTI = T \times Q_{+favoravel} \quad [2.3.5]$$

Em que:

RTI – volume de reserva de incêndio, [litros];

T – tempo de autonomia, [min];

Q – vazão no hidrante mais favorável, [l/min].

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 EXEMPLO – ESTUDO DE CASO EM EDIFÍCIO

Como forma de esclarecimento da utilização das equações, apresentaremos um estudo de caso em um edifício multifamiliar e comercial, 13 pavimentos, com garagens, de risco leve segundo a classificação da IN001/DAT/CBMSC – da Atividade Técnica. Para tal, será dimensionada a altura do reservatório até o hidrante mais desfavorável para pressão mínima de 0,4kgf/cm<sup>2</sup> (4,00 m.c.a.) e após

analisado a vazão de projeto até o hidrante mais favorável, sendo o H22, instalado no subsolo.

Conforme cálculo realizado em planilha com a utilização do Microsoft Excel 2010, tem-se que a altura mínima da tomada d'água até o hidrante mais desfavorável (H1) é de 6,09m, conforme projeto arquitetônico o reservatório encontra-se a 6,80m desse nível. Sendo assim, atende no que diz respeito as condições de pressão e vazão para o funcionamento de 04 hidrantes. A altura total da tomada d'água até o hidrante mais favorável portanto, fica em 47,925m de altura, sendo essa a altura manométrica de cálculo. Assim, a vazão calculada pelo método atual do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina para o hidrante mais favorável é de 239,37 l/min, sendo a RTI com autonomia para 64 minutos com volume total de 15.319,68 litros.

### 3.1.1 MEMÓRIAS DE CÁLCULO DA RTI DO SHP

Dados:

- Diâmetro do requinte: 13mm
- Diâmetro da tubulação: 2.1/2" = 63mm
- Diâmetro da mangueira: 1.1/2" = 38mm
- Comprimento da mangueira: 30,00m
- Material da tubulação: Aço galvanizado
- H=47,925m

Para cálculo da vazão no hidrante mais favorável, através do método simplificado, temos:

$$Q_{teorico} = 0,2046 \times D^2 \times \sqrt{H}$$
$$Q_{teorico} = 0,2046 \times 13^2 \times \sqrt{47,925}$$
$$Q_{teorico} = 239,37l/min \rightarrow 0,0040m^3/s$$

Perda de carga nos acessórios (esguicho o mangueira):

$$J_a = (9399,38 \times Q_{teorico}^{1,85}) \times L_m + 0,0396 \times H$$
$$J_a = (9399,38 \times 0,004^{1,85}) \times 30 + 0,0396 \times 47,925$$

$$J_a = 12,23mca$$

Perda de carga na tubulação (2.1/2"):

$$J_{tt} = 1065,88 \times Q^{1,85} \times H$$

$$J_{tt} = 1065,88 \times 0,004^{1,85} \times 47,925$$

$$J_{tt} = 0,039 \times 47,925$$

$$J_{tt} = 1,87mca$$

Ou seja, a perda de carga total no sistema será a soma da perda de carga na mangueira e a perda de carga no esguicho, mais a perda de carga na tubulação para a vazão teórica, conforme cálculo acima, reduzindo a altura H (altura manométrica total), obtém-se uma nova altura manométrica para cálculo da vazão para RTI.

$$J_{total} = J_a + J_{tt}$$

$$J_{total} = 12,23 + 1,87$$

$$J_{total} = 14,10mca$$

Para cálculo da vazão para RTI:

$$Q = 0,2046 \times 13^2 \times \sqrt{H - J_t}$$

$$Q = 0,2046 \times 13^2 \times \sqrt{47,925 - 14,10}$$

$$Q = 201,10l/min$$

Se considerarmos o que nos diz Azevedo Netto, em que 2/3 da altura H converte-se em velocidade teríamos:

$$Q = 0,2046 \times 13^2 \times \sqrt{H \times \frac{2}{3}}$$

$$Q = 0,2046 \times 13^2 \times \sqrt{47,925 \times \frac{2}{3}}$$

$$Q = 0,2046 \times 13^2 \times \sqrt{31,95}$$

$$Q = 195,45/min$$

Podemos observar que os valores realmente são muito próximos, mais, como forma didática, utilizaremos o maior valor encontrado.

O dimensionamento para volume de RTI, em litros, sabendo-se que a edificação possui 21 hidrantes instalados será:

$$RTI = T \times Q_{+favoravel}$$

$$RTI = [30 + (21 - 4) \times 2] \times 201,10$$

$$RTI = 12.870,40 \text{ litros}$$

O resultado da RTI para o exemplo apresentado, para cálculo de vazão com perda de carga, tem um decréscimo de 2.449,28 litros, ou seja, isso representa aproximadamente 16,00% a menos de reserva exclusiva para combate a incêndio no reservatório superior. Esses valores mostram que pode-se economizar na estrutura da edificação, já que neste caso, seriam aproximadamente 2.450kgf a menos no reservatório, bem como toda essa quantidade de água depositada sem utilização. Com isso também, podemos analisar que realmente, o que nos fala Azevedo Netto, praticamente 1/3 da coluna H de água em uma tubulação é para perda de carga, já que dos 47,925m de altura, 14,10m são para perda de carga e 33,825m da altura manométrica se converte em energia para velocidade na tubulação, valor esse muito próximo dos 31,95m apresentado na memória de cálculo.

#### 4 CONCLUSÕES

- A reserva técnica de incêndio é superdimensionada atualmente pelo método simplificado do Corpo de Bombeiros do que realmente é necessário;
- Mesmo considerando perda de carga no sistema pode ser considerado seguro e bom desempenho no momento do sinistro;
- Ressalto que, com apenas a utilização de duas equações, é possível definir essa perda de carga no sistema, ou seja, um método muito simples que com qualquer planilha eletrônica ou software pode facilmente ser calculado;
- Para esse estudo, comprova-se que aproximadamente 1/3 da carga H do sistema converte-se em perda de carga e 2/3 em energia para velocidade;
- Podemos economizar em dimensionamento estrutural (inclusive fundações);
- Reduzir a quantidade de água depositada no reservatório sem utilização;

- Recomendo para um próximo trabalho, verificar as equações para tubulações de PVC ou cobre;
- Criar um modelo prático em edificações de risco médio ou elevado;
- Dimensionar com a utilização de reservatório inferior com a instalação de bombas, já que para esse caso, a reserva de incêndio é o dobro quando dimensionado para reservatório superior.

Segue abaixo, no quadro 01, um resumo dos dados apresentados no exemplo em análise.

|                        | <b>Sem consideração das<br/>perdas de carga</b> | <b>Com consideração das<br/>perdas de carga</b> |
|------------------------|---|---|
| Volume de RTI (litros) | 15.319,68                                       | 12.870,40                                       |
| Redução em %           | 0,00%   | 16,00%  |
| Carga H                | H (altura total)                                | H x 2/3   |
| Perda de Carga         | 0,00  | H x 1/3   |

Quadro 01 – Resumo dos dados

## 5 REFERÊNCIAS

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

AZEVEDO NETTO, J. M; ALVAREZ, G.A. *Manual de Hidráulica*. 8.Ed.atual.São Paulo: Edgar Blucher, 1998. 669p.

BACK, A.J. *Hidráulica e Hidrometria Aplicada (com programa Hidrom para cálculo)*. Florianópolis: Epagri, 2006. 299p.

NORMAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS CORPO DE BOMBEIROS. **Da atividade Técnica: IN001**. Santa Catarina, 17 de abril de 2015.

NORMAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS CORPO DE BOMBEIROS. **Sistema Hidráulico Preventivo: IN007**. Santa Catarina, 28 de março de 2014.

**Citação da internet:** Combustão e o Triângulo do fogo [2012]. Disponível em <http://naturezadofogo.com.br/2012/09/combustao/>. Acesso em: julho 2015.