

Estudo sôbre a Utilização da Rêde Pública de Água na Proteção contra Incêndio. Aplicação a São Paulo (*)

Eng. EDUARDO RIOMEY YASSUDA,
Professor Catedrático da Faculdade de Higiene e Saúde Pública
da Universidade de S. Paulo.

I — O USO DA ÁGUA EM COMBATE A INCÊNDIO

1 — O combate a um incêndio se baseia na remoção de, pelo menos, um dos três elementos cuja coexistência é indispensável à combustão: o combustível, o comburente ou o calor.

2 — Em termos gerais, a água tem sido considerada como o melhor agente extintor de incêndio. Razões principais:

- a) é um dos melhores agentes disponíveis para resfriamento;
- b) sob as condições usuais, apresenta composição química estável;
- c) recobrando a superfície de substâncias combustíveis, na forma líquida ou de vapor, pode impedir o acesso de suficiente oxigênio do ar.

3 — A eficácia da água, em dominar o fogo, usualmente depende de a mesma atingir o material em combustão e resfriá-lo a um ponto em que cessem a combustão contínua e o desprendimento de gases ou vapores capazes de formar misturas ignicíveis. Para atingir o material em combustão, o jato de água, emitido pelo bocal da mangueira (esguicho), deve ter forma (secção transversal) e energia (velocidade) capazes de permitir-lhe vencer uma considerável resistência do ar e passar através de gases ou vapores aquecidos. Nestas condições, decorrem as observações práticas enunciadas a seguir.

- a) Os esguichos devem ter requintes (peças de extremidade) capazes de produzir jatos plenos, isto é, caudais maciços que não se dividam facilmente em gotículas. (Observ.: as palavras "esguicho", "requisite" e "jato pleno" estão sendo usadas em obediência à terminologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas, P-NB-24R).
- b) O consumo de água depende muito da precisão com que se consiga fazer o jato atingir e dominar extensões sucessivas de partes básicas alimentadoras do fogo.
- c) Combate a incêndio, em que se possa trabalhar com o esguicho no interior do edifício, nas proximidades dos focos incandescentes, exige volume de água bem menor do que quando o jato só pode ser dirigido do exterior.

(*) Trabalho elaborado para a Divisão de Planejamento e Obras do Departamento de Águas e Esgotos de São Paulo.

- d) Quando o jato só pode ser dirigido do exterior, é preferível ter-se uns poucos jatos de grande vazão do que a mesma quantidade de água lançada por meio de numerosos esguichos de pequena capacidade. Os jatos de pequeno porte não exercem uma ação compacta sobre o material em combustão ou talvez nem mesmo consigam molhá-lo; o material continua queimando e emitindo calor, impossibilitando uma conquista progressiva de terreno, na luta contra o fogo. Usando-se caudais possantes, é importante ir-se deslocando seguidamente o ponto de impacto. Vinte litros por segundo, que é um bom jato emissível por um esguicho com requinte de 1¼", corresponde a uma descarga de mais de uma tonelada de água por minuto; pode-se perceber que, apenas um ou dois minutos de aplicação, em geral bastarão para molhar e resfriar suficientemente qualquer ponto. Após essa curta aplicação, se não houver redução apreciável das chamas e do calor, é de se presumir que o caudal não esteja incidindo em parte vital, devendo-se portanto escolher outro ponto de ataque.
- e) Os requisitos de capacidade (vazão) e quantidade de esguichos crescem sensivelmente com o aumento das dimensões do incêndio. Especialmente com o volume e natureza (calor específico, temperatura de ignição, limites de explosividade etc.) do material combustível interveniente. A ação do vento sobre a renovação de comburentes e transmissão do calor, bem como sobre o alcance dos jatos, é também um fator ponderável.

4 — Existem condições especiais em que é recomendável a aplicação da água sob a forma de aspersão. São empregados requintes aspersores especiais. Pode-se também recorrer aos esguichos comuns, manobrando-os no sentido da verticalidade de modo que passem a trabalhar com um ângulo superior ao máximo permissível para jato pleno, à distância considerada.

4.1 — Aspersão de água sobre superfície de edifícios ou estruturas circunvizinhas, seriamente ameaçadas, poderá ser a medida adequada para controlar a temperatura, evitando propagação do incêndio e ocorrência de danos — principalmente nas vidraças — devido ao calor.

4.2 — Lançamento de água sob a forma de chuva, sobre a área acometida pelo fogo, pode acarretar um abaixamento conveniente da temperatura. É, porém, uma tática só cogitável quando, em definitivo, se verificar que os jatos disponíveis não conseguem um melhor efeito através de ação direta sobre o núcleo do fogo.

4.3 — O combate a incêndio mediante jato de água pleno, no caso de derivados do petróleo e outros líquidos inflamáveis, em geral é de pouca valia. Eventualmente, há efeito negativo, aumentando a superfície atingida pelo líquido em chãma. Por meio de aspersão, regando toda a superfície inflamada com uma precipitação de água, pode-se baixar a temperatura de modo a fazer cessar a combustão; para dar resultado, deve-se dispor de bastante água e de uma eficiente distribuição da mesma em gotículas. No caso de líquidos que não a gasolina e semelhantes produtos refinados, a aplicação da aspersão, desde que sob alta pressão, pode formar emulsões temporárias na superfície, constituindo um manto de efeito abafador.

4.4 — Uma série de outras situações específicas pode ser catalogada, em conexão com uma aplicação da água sob a forma de aspersão. Notadamente, no remoção ou confinamento de emanações tóxicas resultantes do incêndio e no controle da explosividade de fluidos pre-existentes ou decorrentes do incêndio.

5 — Há casos em que o uso da água é contra-indicado ou somente permissível com restrições. A propósito, merece referência a classificação de incêndios, estabelecida pelo Underwriters' Laboratories e adotada na Portaria N.º 21 do D. N. S. P. C. (Departamento Nacional de Seguros Privados e Capitalização), na qual se exprime a adequação de extintores em relação à natureza de materiais presentes:

- a) Classe A — fogo em materiais combustíveis comuns (celulose, madeira, papel, tecidos, fibras vegetais, carvão, coque etc.), nos quais, as ações de apagar e resfriar por meio de água ou soluções contendo alta percentagem de água são de primordial importância;
- b) Classe B — fogo em líquidos inflamáveis, graxas etc., onde o abafamento é artifício essencial; gás carbônico, líquidos vaporíferos (tetra-cloreto de carbono ou cloro-bromo-metana), espuma (substância espumante insuflada de gás carbônico), areia, compostos químicos em pó e congêneres são usualmente necessários para extingui-lo;
- c) Classe C — fogo em equipamento elétrico que não se possa desligar na ocasião ("live" electrical equipment), em que é essencial o emprego de agente extintor que não seja condutor de eletricidade — geralmente líquidos vaporíferos e gases inertes.

6 — Inovações técnicas, relativamente recentes, têm ampliado as possibilidades de aplicação da água em quase tôdas as classes de incêndio.

6.1 — A água em neblina ("water fog"), obtida mecânicamente por meio de requintes especiais sob alta pressão, são atribuídas: alta eficiência e rapidez na remoção do calor (em incêndio de tamanho moderado) e de gases tóxicos; eficácia contra a explosividade de gases; capacidade de controlar o fogo em líquidos inflamáveis; condutividade elétrica muito reduzida.

6.2 — Condicionamento químico, por meio de agentes que ativam a capacidade de molhar, constitui outro desenvolvimento tendente a aumentar a utilidade da água como elemento de combate ao fogo.

6.3 — O sistema de chuveiros automáticos ("sprinklers") tem comprovado ser a melhor proteção de caráter genérico, no interior de edifícios. Água aplicada de dentro de edifícios é mais eficaz que jatos lançados do exterior; dentro deste princípio geral, concebe-se a alta eficiência de chuveiros que automaticamente se abram sôbre ou muito próximos do fóco incandescente, logo no nascedouro deste. A descarga em forma de chuveiro visa fornecer água suficiente para atingir e apagar o fogo; molhar o fôrro e materiais combustíveis; absorver o calor liberado, de modo a impedir que o ar atinja a temperatura de ignição de substâncias presentes. Em 1948, nos Estados Unidos, havia cerca de 250 milhões de chuveiros instalados, protegendo propriedades avaliadas em mais de 50 bilhões de dólares; estatísticas indicavam que os prejuízos por incêndio, em tais propriedades, eram inferiores a 10 por cento daquêles em edifícios semelhantes desprovidos do mencionado dispositivo.

II — ASPECTOS HIDRAULICOS RELATIVOS AO COMBATE A INCÊNDIO

1 — Diâmetro do requinte

1.1 — Diâmetros usuais:

- a) Para jatos pequenos: 1/2" e 5/8".
- b) Para jatos médios: 3/4", 1", 1 1/8" e 1 1/4".
- c) Para jatos grandes: 1 1/2", 1 3/4" e 2".

1.2 — A escolha do diâmetro adequado depende, principalmente, da vazão ou capacidade desejável para o jato. Portanto, depende das dimensões do incêndio e do modo de ataque ao mesmo. Em regra, qualquer incêndio que possa ser combatido de posições interiores aos edifícios, exige, no máximo, jatos correspondentes

a requintes de 1" ou 1 1/8". Para incêndios pequenos, particularmente em casas residenciais, os requintes de 1/2" são geralmente suficientes. Os jatos grandes são recomendáveis no caso de se ter de combater o fogo a partir de posições exteriores ao prédio; notadamente, quando se acham envolvidos grandes armazenamentos ou estruturas combustíveis.

2 — Pressão no requinte

2.1 — Por facilidade de medição, no caso corrente de jato pleno, a pressão é referida à saída do jato junto ao bocal. É determinada por meio de um tubo de Pitot.

2.2 — Devido ao equipamento usual em São Paulo, quase todo de procedência norte-americana, a pressão é comumente expressa em libras por polegada quadrada ($1 \text{ lb/pol}^2 \cong 0,7 \text{ m d'água} = 0,07 \text{ kg/cm}^2$). Frequentemente, essa unidade é mencionada simplesmente com a palavra "libras", o que será feito também no presente texto.

2.3 — O valor da pressão satisfatório, no requinte de tipo comum, é condicionado pelo alcance exigido para o jato pleno.

Em geral, o alcance considerado bom é da ordem de 20 a 25 metros, o menor valor se referindo aos jatos de menor capacidade. Conseqüentemente, pressões no requinte da ordem de 40 a 60 libras (28 a 42 m d'água) são satisfatórias.

Por isso, nos cálculos, freqüentemente se toma, como referência, o valor médio igual a 50 libras (35 m d'água).

Usando-se jatos grandes, pode ser vantajoso aumentar a pressão para o intervalo de 60 a 100 libras (42 a 70 m d'água). Nesta hipótese, costuma-se tomar, como referência, o valor médio igual a 80 libras (56 m d'água).

O limite mínimo de pressão no requinte, correspondente a jatos ainda aproveitáveis embora precários, é da ordem de 15 libras (10 m d'água).

O limite máximo da pressão depende de diferentes circunstâncias. Para cada diâmetro de requinte, há uma pressão limite, a partir da qual o jato torna-se instável, tendendo a se desfazer em gotículas, o que é desvantajoso. Em requintes de 1/2", esse limite é de cerca de 70 libras (49 m d'água); nos de 5/8" e 3/4", está compreendido entre 70 e 80 libras (49 a 56 m d'água). Por outro lado, à medida que se consideram pressões maiores, torna-se menor a eficiência do aproveitamento da energia disponível. Assim (vide Quadro II-1), verifica-se que o alcance vertical varia de, aproximadamente, 78% da carga de velocidade no requinte, quando esta é de 20 libras, para 46% apenas, quando a referida carga é de 90 libras. Com uma pressão de 250 libras (175 m d'água), o alcance vertical, para o requinte de 1 1/2", seria de 25% da carga de velocidade, ou seja, cerca de 45 metros; para o de 2", seria de 34%, ou seja, 60 metros. Além de baixa eficiência, esta elevada pressão acarretaria vazões muito grandes, problemas de suprimento, problemas de golpe de ariete, ancoragem etc. Por esses motivos, como regra geral da prática, recomenda-se nunca usar pressão no requinte superior a 100 libras (70 m d'água).

Os valores expostos no Quadro II-1 proporcionam uma visualização sobre a variação do alcance do jato pleno, em função da pressão no requinte, para diferentes diâmetros de requinte. Baseiam-se nas experiências de Freeman, realizadas em 1888 e 1889. Subordinam-se, portanto, às especificações empíricas estabelecidas por aquele pesquisador, a respeito da dispersão máxima admissível para o jato considerado ainda pleno e eficaz. Pressupõem a atuação de um vento moderado; ventos contrários, com 15 km/hora ou mais, podem causar redução de até 40% do alcance.

2.4 — O valor da pressão satisfatório, no esguicho de tipo especial para emissão de neblina ("water fog"), difere conforme os modelos de esguicho, os quais existem em grande número e são patenteados pelos respectivos fabricantes.

QUADRO II-1

Alcances efetivos de jatos plenos, em metros (§)

Pressão		Diâmetro do requinte							
		1"		1 1/8"		1 1/4"		1 1/2"	
libra	metro	V	H	V	H	V	H	V	H
20	14	11	11	11	12	11	12	11	13
30	21	15	14	16	15	16	16	16	17
40	28	19	17	20	18	20	19	21	20
50	35	22	19	23	20	23	21	24	23
60	42	24	20	25	22	26	23	26	24
70	49	26	22	27	23	27	24	28	26
80	56	27	23	28	25	29	26	29	27
90	63	28	24	29	26	30	27	30	28

(§) Pressão em libra/polegada quadrada e em metro de coluna d'água, medida pelo tubo de Pitot, na saída do jato; V = alcance vertical e H = alcance horizontal, em metros.

De um modo geral, tais esguichos trabalham com maior eficiência sob pressões no requinte compreendidas entre 75 e 125 libras (53 a 88 m d'água); para efeitos práticos, pode-se tomar, como referência, o valor de 100 libras. Porém, como a eficácia na extinção do fogo depende da intensidade com que a água é aplicada, em muitos incêndios se consegue resultado satisfatório mediante pressões de, apenas, 30 a 50 libras.

Existe um tipo à parte de esguicho para neblina, o qual trabalha com vazões pequenas, sob pressão muito alta, isto é, dentro do intervalo de 400 a 800 libras (280 a 560 m d'água). Este dispositivo, embora projetado para uso dos bombeiros, tem sua aplicação limitada a unidades que disponham de bombas e mangueiras especiais, ao contrário dos outros modelos de esguichos de menor pressão, os quais podem ser instalados nas mangueiras comuns.

3 — Vazão no esguicho

3.1 — Pela mesma razão exposta no item II-2.2, a vazão é comumente expressa em galões por minuto (100 gpm \cong 6,3 l/s \cong 378 l/min).

3.2 — No esguicho com requinte de tipo comum, para jato pleno, a vazão pode ser calculada pela conhecida fórmula de bocais:

$$Q = U.C_d.S\sqrt{2gh}$$

onde **U**, coeficiente de transformação de unidades, é igual a um, no sistema M. K. S.

Nas unidades de uso corrente, mencionadas anteriormente, essa fórmula pode ser posta na seguinte forma conveniente:

$$Q = 29,83.C.d^2\sqrt{p}$$

onde **Q** é a vazão, em gpm; **d** é o diâmetro do requinte em polegadas; **p** é a pressão em libras/polegada quadrada determinada pelo tubo de Pitot e **C** é o coeficiente de descarga apropriado.

Valores práticos do coeficiente **C**:

- a) requintes para jatos pequenos: $C = 0,98$
 b) requintes para jatos médios: $C = 0,98$ a $0,99$
 c) requintes para jatos grandes: $C = 0,992$ a $0,997$

Comumente se toma, como jato padrão para combate a incêndio, aquele emitido por um requinte com $d = 1\ 1/8''$, sob pressão $p = 45$ libras (32 m d'água), ao qual corresponde uma vazão $Q = 250$ gpm (15,8 l/s).

Valores de **Q**, para outras condições, podem ser praticamente examinados, lembrando-se que variam com o quadrado de **d** e com a raiz quadrada de **p**.

Nos quadros II-2, II-3 e II-4, estão sendo apresentados valores de **Q**, com a finalidade de facilitar uma visualização sobre os valores práticos em jato.

3.3 — Análogamente ao exposto no item II-2.4, a vazão, no esguicho de tipo especial para emissão de neblina, varia conforme os modelos patenteados.

Em muitos modelos, o requinte é ajustável de modo a poder emitir jatos com diferentes ângulos de abertura: desde jatos plenos até aspersões com 90° de abertura. A vazão varia com o ângulo de abertura. Existem, também, modelos apresentando combinações de esguichos, nos quais há dois requintes independentes, um deles projetado para produzir jato pleno e o outro para neblina; um registro comanda o encaminhamento da água.

QUADRO II-2

Vazões em jatos plenos pequenos

p		d = 1/2''		d = 5/8''	
libra	metro	gpm	l/s	gpm	l/s
20	14	33	2,1	51	3,2
40	28	46	2,9	72	4,5
50	35	52	3,3	81	5,1
60	42	57	3,6	88	5,5
70	49	61	3,8	95	6,0

QUADRO II-3

Vazões em jatos plenos médios

p		d = 3/4''		d = 1''		d = 1 1/8''		d = 1 1/4''	
libra	metro	gpm	l/s	gpm	l/s	gpm	l/s	gpm	l/s
20	14	74	4,7	132	8,3	167	10,5	206	13,0
40	28	104	6,6	187	11,8	237	15,0	292	18,4
50	35	117	7,4	209	13,2	265	16,7	326	20,5
60	42	127	8,0	229	14,4	290	18,3	357	22,5
80	56	147	9,3	264	16,6	335	21,1	413	26,0
100	70	165	10,5	295	18,6	374	23,5	461	29,1

QUADRO II-4

Vazões em jatos plenos grandes

p		d = 1 1/2"		d = 1 3/4"		d = 2"	
libra	metro	gpm	l/s	gpm	l/s	gpm	l/s
50	35	472	29,8	643	40,6	841	53,2
60	42	517	32,5	704	44,5	920	58,0
80	56	596	37,6	813	51,3	1 063	67,0
100	70	667	42,0	909	57,2	1 189	75,0

De um modo geral, pode-se dizer que a vazão, nos esguichos para neblina, acompanha a escala de valores apresentada nos quadros II-2 a II-4 e chegam até 1 600 gpm.

A título de ilustração, estão sendo apresentados, nos quadros II-5 e II-6, as vazões em alguns modelos comerciais, para a pressão de 100 libras/polegada quadrada no esguicho.

No tipo de esguicho projetado para trabalhar sob pressão muito alta (400 a 800 libras), mencionado no item II-2.4, a vazão é da ordem de 25 a 30 gpm (1,6 a 1,9 l/s).

QUADRO II-5

Fabricação J. M. Baker Pattern Co.

("Baker Atomic Wonder All-Purpose Water Fog Nozzles")

Modelo	d (diâm.)	Âng. Abert.	Vazão (a 100 libras)
Baby V-1	1/2"	90°	60 gpm
Medium V-2	1"	90°	220 gpm
"	1 1/4"	90°	300 gpm
Giant V-3	1 3/8"	90°	440 gpm

QUADRO II-6

Fabricação Elkhart Brass Mfg. Co.

M o d e l o	Âng. Abert.	Vazão (a 100 libras)
Elkhart Mystery adjustable nozzle	0°	135 gpm
	30°	160 gpm
	60°	170 gpm
	90°	194 gpm
Elkhart Jumbo Mystery adjustable nozzle	0°	352 gpm
	30°	425 gpm
Elkhart Navy Jumbo Mystery adjustable	30°	690 gpm
	60°	708 gpm
	90°	750 gpm

4 — Bombas móveis para combate a incêndio

4.1 — Pelo motivo exposto no item II-2.2, serão examinados, particularmente, os tipos de fabricação padrozinada, conforme as especificações norte-americanas.

4.2 — As bombas pertinentes ao equipamento para corpos de bombeiros são designadas pela sua capacidade nominal. Esta é, usualmente, expressa em galões por minuto.

São especificados os cinco tamanhos básicos seguintes: 500, 750, 1 000, 1 250 e 1 500 gpm de capacidade nominal.

Definia-se a capacidade nominal de uma bomba para incêndio como a vazão, recalçada pela mesma, com uma pressão na saída de 120 libras/polegada quadrada (84 m d'água). Exigia-se, outrossim, que, para as pressões de 200 e 250 libras (140 e 175 m d'água) na saída, a bomba recalcase, respectivamente, 50% e 33 1/3% de sua capacidade nominal. Este requisito, relativo à curva característica de funcionamento da bomba, decorria de observações práticas sôbre as variadas condições de bombeamento ocorrentes em incêndios. Visava assegurar uma flexibilidade de ação, de modo a conferir um campo de aplicação satisfatoriamente amplo para cada unidade. Tal especificação vigorou, nos Estados Unidos, durante mais de quarenta anos. Recentemente, passou a ser considerada como de categoria inferior, denominada Classe B.

Modernamente, a maioria das bombas é fabricada dentro das especificações de Classe A, que exigem maior pressão para a capacidade nominal e menor queda de vazão. A capacidade nominal deve ser fornecida à pressão de 150 libras (105 m d'água) na saída e, para as pressões de 200 e 250 libras na saída, a bomba deve recalcar, respectivamente, 70% e 50% de sua capacidade nominal. Na capacidade nominal, deve ser satisfeita uma altura geométrica de sucção de, pelo menos, 3 metros; para acionamento da bomba, pode-se usar até 80% da velocidade de "peak" do motor previsto (e até 90%, nas pressões maiores especificadas).

No Quadro II-7, estão resumidas as características fundamentais das bombas de Classe A.

QUADRO II-7

Vazões recalçadas pelas bombas de Classe A, para diferentes pressões na saída

Capacidade nominal gpm	150 libras (105 m d'água)		200 libras (140 m d'água)		250 libras (175 m d'água)	
	gpm	l/s	gpm	l/s	gpm	l/s
500	500	32	350	22	250	16
750	750	47	525	33	375	24
1 000	1 000	63	700	44	500	32
1 250	1 250	79	875	55	625	40
1 500	1 500	95	1 050	66	750	48

As bombas mencionadas são, geralmente, de tipo centrífugo. Comumente, são fabricadas segundo o sistema série-paralelo, contendo vários rotores, os quais, mediante uma válvula de câmbio, podem ser postos a funcionar como estágios

sucessivos (operação em "pressão") ou como rotores múltiplos em paralelo (operação em "volume").

Além das bombas descritas acima, padronizadas, são também empregadas pequenas unidades, destinadas a dar pressão em jatos alimentados por carros tanque (bombas "booster"). São geralmente de tipo portátil, para jatos pequenos, merecendo referência o modelo especificado para 50 gpm a 90 libras e 100 gpm a 60 libras.

5 — Tubulações móveis para combate a incêndio

5.1 — Diâmetros usuais:

São usados: 3/4", 1", **1 1/2"**, 2", **2 1/2"**, 3", **3 1/2"**, 4", **4 1/2"**, 5", e 6" (os valores em negrito são os mais comuns). Os diâmetros iguais ou inferiores a 2" aplicam-se, normalmente, nas linhas curtas, para vazões pequenas. Os de 2 1/2", 3" e 3 1/2" são usados nas linhas longas, bem como para vazões médias e grandes; conforme o comprimento da tubulação, a vazão e a pressão intervenientes, montam-se tubulações formadas por linhas simples, duplas, triplas ou mesmo quádruplas, trabalhando em paralelo. Diâmetros superiores a 3 1/2" têm sido empregados em tubulações de sucção, referindo-se, portanto, a pequenas extensões.

5.2 — Tipos de tubo.

5.2.1 — Comumente, são empregadas mangueiras revestidas de borracha. Constituídas de lona formando uma camisa simples, dupla ou tripla e de um cilindro interno de borracha. Modernamente, têm sido introduzidas fibras sintéticas ("Dacron", "Fiberglas"), de modo a aumentar a resistência e diminuir o peso da camisa. As pressões internas, correntemente adotadas para ensaio de mangueiras novas, são de 300 e 400 libras (210 e 280 m d'água), para tubos com lona simples e lona dupla, respectivamente. Em ensaios de ruptura para amostras de cada partida, o limite de resistência especificado é de 500 libras (350 m d'água) nas de lona simples e 600 libras (420 m d'água) nas de lona dupla ou tripla. Para ensaios regulares, a serem repetidos anualmente pelos serviços de manutenção, a pressão mínima recomendada é de 200 libras (140 m d'água).

5.2.2 — Existem, também, mangueiras revestidas de borracha interna e externamente. Usadas em diâmetro pequeno (3/4" e 1") e nas tubulações para sucção.

5.2.3 — Mangueiras sem revestimento, usuais em instalações, fixas para proteção predial, têm aplicação limitada nas tubulações em referência.

5.2.4 — Tubos de alumínio e outros materiais leves e lisos, quando dotados de conexões fáceis e rápidas, poderão ter boa aplicabilidade, desde que ofereçam resistência satisfatória à pressão interna e durabilidade aceitável.

5.3 — Perdas de carga unitárias.

5.3.1 — Nos quadros II-8 e II-9, estão sendo apresentados valores de perdas de carga unitárias em mangueiras com revestimento de borracha, em função da vazão, os quais foram obtidos experimentalmente.

5.3.2 — Nas aplicações práticas, o cálculo das perdas de carga deve ser feito sem se pretender muita precisão, devido às condições transitórias e de emergência, com que são instaladas as tubulações em apreço e, também, devido à variação na qualidade de fabricação das mangueiras e à variação de diâmetro com a pressão. Dentro dessa ressalva, é interessante observar que a fórmula de Hazen-Williams, com $C = 140$, se empregada na solução do problema prático em referência, oferece resultados satisfatórios, principalmente nos diâmetros superiores a 2".

QUADRO II-8

Perda de carga em mangueiras revestidas de borracha, com diâmetro nominal de 3/4" a 2"

Vazão		Perda de carga, em m/100 m			
gpm	l/s	3/4"	1"	1 1/2"	2"
10	0,6	31	8	1	0,2
20	1,3	115	28	4	1
30	1,9	242	60	8	2
50	3,2	—	154	21	5
80	5,1	—	—	53	12
120	7,6	—	—	108	27
170	10,7	—	—	—	52
250	15,8	—	—	—	106

QUADRO II-9

Perda de carga em mangueiras revestidas de borracha, com diâmetro nominal de 2 1/2" a 3 1/2"

Vazão		Perda de carga, em m/100 m		
gpm	l/s	2 1/2"	3"	3 1/2"
100	6,3	6	3	—
150	9,5	13	5	—
200	12,6	23	9	—
250	15,8	35	14	—
300	18,9	49	19	—
350	22,1	65	25	—
400	25,2	83	32	15
500	31,5	—	49	22
600	37,8	—	69	31
700	44,2	—	91	41
800	50,5	—	—	52
1 000	63,1	—	—	79

6 — Sistemas de abastecimento de água na área do incêndio

6.1 — O presente tópico diz respeito aos sistemas móveis, instalados por ocasião do incêndio, junto à área de ocorrência do mesmo, e destinados a conduzir a água desde as fontes de suprimento até os esguichos, alimentando estes com vazão e pressão satisfatórias.

6.2 — Fontes de suprimento

6.2.1 — Para efeito do presente estudo, interessa considerar apenas o caso em que a fonte de suprimento é constituída pela rede pública de distribuição de água potável, fazendo-se a tomada por meio de hidrantes.

6.2.2. — Em situações particulares, entretanto, poderá ser conveniente tirar partido de tomadas em reservatórios ou cursos de água não potável, bem como de redes especiais para incêndio.

6.3 — Capacidade de cada tomada

6.3.1. — Seja **T** a seção da canalização pública (réde de água potável) onde se faz a derivação do ramal alimentador de um hidrante. Seja H_0 a menor pressão dinâmica em **T**, nas condições mais desfavoráveis admitidas, antes de a rede estar fornecendo água para combate a incêndio.

Se se abrir gradativamente o registro do hidrante, a réde passará a fornecer, através do mesmo, vazões gradativamente crescentes. Em correspondência, a pressão em **T** sofrerá uma queda gradativa.

Seja **H** a menor pressão dinâmica admissível em **T** durante a emergência de se ter de extrair água para combate a incêndio. A vazão que possa ser derivada da réde em **T**, com a queda da pressão igual a $H_0 - H$, representa a capacidade máxima admissível para a tomada em consideração.

A experiência norte-americana tem indicado, para **H**, o valor de 20 libras/pol. quadrada (14 m d'água), grandeza considerada suficiente para, nos casos gerais, vencer as perdas de carga no hidrante e nas demais conexões da tomada e evitar pressões negativas na réde. Excepcionalmente, aceita-se 10 libras (7 m d'água).

6.3.2 — É interessante observar que, a capacidade máxima admitida numa tomada, quando calculada no projeto da rede pública, não será necessariamente obtida no campo, através do hidrante, a não ser que este e suas conexões ofereçam perdas de carga compatíveis com o valor adotado para **H**. Como consequência, é recomendável que os hidrantes sejam fabricados em modelos de diversos tamanhos, para capacidades padronizadas, associadas a perdas de carga máximas especificadas. Dessa forma, em função da vazão prevista na tomada, será escolhido o hidrante adequado a ser instalado. De acordo com os padrões C502 — 54, da A.W.W.A., os limites máximos de perda de carga, em hidrantes, são os seguintes:

Capacidade nominal		Perda de carga	
gpm	l/s	libras	m d'água
250	16	1	0,7
500	32	2	1,4
750	47	3	2,1
1 000	63	4	2,8

Por outro lado, é conveniente que os hidrantes sejam fabricados em modelos apresentando diferentes tipos de tomadas padronizadas. Deste modo, para uma dada seção **T** da réde pública, em função das vazões e pressões disponíveis no intervalo (H_0 , **H**), será especificado o número de tomadas diretas para mangueira (2 1/2") e/ou para bomba (4" a 6") que o hidrante local deverá conter.

6.3.3. — Para que os bombeiros não percam tempo no decorrer da emergência do incêndio (inclusive instalando bombas de capacidade imprópria), é conveniente que os hidrantes sejam bem cadastrados, não só quanto à localização como em relação à característica funcional. Visando dar uma confirmação "in loco", sobre o máximo a esperar de um hidrante, muitas cidades norte-americanas adotam o sistema de sinalização pela cor do cabeçote e dos "caps" do hidrante, de acordo com a convenção seguinte:

- Côr verde: Hidrantes de Classe A — capacidade para 1000 gpm (63 l/s) ou mais, com pressão residual no mínimo de 10 libras (7 m d'água);
- Côr laranja: Hidrantes de Classe B — capacidade para 500 gpm ou mais com pressão residual no mínimo de 10 libras;

- c) Côr vermelha: Hidrantes de Classe C — não são capazes de fornecer 500 gpm à pressão residual de 10 libras.

6.3.4. — A capacidade de um dado hidrante pode ser influenciada pela interferência de outros em uso simultâneo bem como por manobras em registros da rede pública. Essa influência depende do traçado e diâmetros da rede pública. Depende também do número, posição relativa e vazão dos hidrantes postos em funcionamento. As cartas ou cadastros de hidrantes, para uso dos bombeiros, devem conter elementos informativos a respeito.

Tais elementos informativos devem ser verificados periodicamente no campo, através do ensaio de hidrantes em funcionamento simultâneo (geralmente não mais que seis unidades), tendo-se em conta as vazões máximas para combate ao fogo, previsíveis na área. Na oportunidade, para os pontos mais importantes a serem protegidos, devem ser estudadas as "chaves" ou esquemas de ligação e de manobra mais eficazes. É oportuno observar que esses ensaios têm a finalidade de verificação e atualização periódicas, uma vez que o problema já deverá ter sido examinado, tanto quanto possível, na fase de projeto da rede pública; neste particular, são de grande utilidade os laboratórios para análise do problema hidráulico através de modelos.

6.4. — Sistemas de adução.

6.4.1. — Para a concepção e montagem do sistema de adução, destinado a conduzir água dos pontos de tomada à área de utilização nos esguichos, é preciso haver uma estimativa sobre o consumo de água, ou melhor, uma estimativa sobre número e tipos de jatos a serem emitidos. No Capítulo III, será apresentado um critério para estimativa dessa vazão global.

6.4.2 — Devido aos objetivos do presente estudo, a condução de água por meio de carros-tanque não será considerada, embora se reconheça a sua grande utilidade em incêndios pequenos (menores que os incêndios "críticos" relativos às redes públicas em estudo), assim como para o ataque imediato ao fogo (enquanto não se monta o sistema de adução por tubulações), e, também, enquanto a rede de água de São Paulo não oferecer um mínimo de hidrantes adequados. Sobre este último aspecto, é oportuno a transcrição do seguinte: "... impõe-se uma solução para remediar a situação, e pensamos ser a mais apropriada o aumento do número de tanques móveis de grande capacidade (jamanta) de forma que cada conjunto de três postos seja dotado de uma dessas viaturas, conseguindo-se assim uma descentralização mais eficiente e vencendo-se por outro lado, dessa forma, o grande obstáculo que é a situação crítica do nosso tráfego" (do relatório de viagem, elaborado por uma comissão de eminentes oficiais do Corpo de Bombeiros, sob o título: Observações sobre a organização contra incêndio nas cidades dos Estados Unidos — Conclusões para São Paulo).

Para se ter uma idéia sobre a dificuldade de adução por meio de carros-tanque, no caso de um incêndio grande, que exija várias horas de trabalho, em uma indústria ou num prédio de armazens gerais, basta lembrar que, somente três esguichos com jato de 15 litros/segundo, exigem o transporte de 162 toneladas de água por hora, ou seja, cerca de um tanque de 5 000 litros cada meio minuto.

6.4.3 — A vazão global para combate ao incêndio é fornecida por meio de uma, duas ou mais linhas de adução. A capacidade de cada linha de adução é função da capacidade da respectiva tomada (hidrante). O número de linhas necessárias decorre, portanto, do valor dessas capacidades individuais, em face da vazão global requerida.

6.4.4 — Cada linha de adução é constituída de uma tubulação simples ou de duas ou mais tubulações trabalhando em paralelo. O número de tubulações necessárias é função da capacidade adotada para a linha, da carga hidráulica disponível para o escoamento, da pressão exigida nos esguichos, do comprimento da linha (distância do hidrante ao local do incêndio) e do diâmetro dos tubos (mangueiras) disponíveis.

6.4.5 — Desde que devidamente constituídas, certas linhas de adução podem funcionar à custa da carga hidráulica disponível na saída do hidrante respectivo.

6.4.6 — No caso mais freqüente, há necessidade de se proporcionar uma energia adicional, por meio de uma ou mais bombas, intercaladas em série e/ou em paralelo.

6.4.7 — Como se pode notar, o problema hidráulico interveniente é indeterminado, permitindo várias soluções. A escolha da solução mais adequada, dentro das vicissitudes do ambiente de fogo, exige, do pessoal do corpo de bombeiros, um elevado bom senso, além de um sólido conhecimento técnico sobre as características dos órgãos que constituirão o sistema de abastecimento local. Dentro desse arrazoado, ressalta a importância de se conhecer a capacidade dos pontos de tomada (hidrantes), bem como a importância de se simplificar e padronizar os equipamentos, principalmente as bombas.

Para reduzir as perdas de tempo durante o incêndio, devem ser estudadas, antecipadamente, várias "chaves" ou esquemas de ligação específicos para cada área. Pela mesma razão, várias regras gerais devem ser examinadas nos períodos de treinamento. Esses esquemas específicos e regras gerais nada mais são do que soluções práticas para diferentes problemas hidráulicos encontrados.

A título de ilustração, estão sendo apresentadas, a seguir, algumas dessas regras gerais (simples traduções de trechos do Special Interest Bulletins N.º 71 e 72 da N. B. F. U.).

- a) Uma regra expedita sobre o número de tubulações necessárias para o suprimento de jatos possantes é a seguinte:

Para requinte de 1 1/2":

Até 120 m de distância — Duas tubulações de 2 1/2" em paralelo ou uma de 3";

120 a 240 m de distância — Três tubulações de 2 1/2" em paralelo ou duas de 3" em paralelo.

Os valores acima pressupõem o uso de uma bomba com capacidade nominal de 750 a 1000 gpm, operando em "volume" e alimentando apenas um esguicho. Para bombas de capacidade menor, duas serão necessárias

Se a distância for superior a 240 metros, será necessária a operação em "pressão", e será preciso instalar duas bombas se as mesmas forem de 750 gpm, mas uma única unidade de 1000 gpm deverá ser capaz de alimentar o esguicho com requinte de 1 1/2".

Para requinte de 2":

Até 30 m de distância — Duas tubulações de 2 1/2" em paralelo ou uma de 3";

De 30 a 90 m de distância — Três de 2 1/2" em paralelo ou duas de 3" em paralelo;

De 90 a 180 m de distância — Quatro de 2 1/2" ou três de 3", em paralelo.

Os valores acima pressupõem a instalação de uma bomba de 1000 gpm ou duas de 500 a 750 gpm operando em "volume".

Se a distância for superior a 180 metros, será necessária a operação em "pressão", e serão requeridas duas unidades de 1000 gpm ou três de 500 a 750 gpm.

- b) Quando um edifício se encontra a uma distância considerável da fonte de suprimento, há necessidade de tubulação excessivamente longa. Uma bomba

usual, operando à pressão de 250 libras (175 m d'água), pode fornecer um jato de 1", razoavelmente bem, a uma distância de 900 metros (pressão de 30 libras no requinte e vazão de 162 gpm ou 10 litros/segundo), ou pode fornecer um jato de 1 1/8", com a mesma pressão no requinte mas com uma vazão de 205 gpm (13 l/s), a uma distância de 660 metros; porém, quando se tem essa quantidade de mangueiras, normalmente se pode contar com duas ou três bombas disponíveis para instalação. A questão, então, é saber qual o melhor aproveitamento a ser dado às bombas e mangueiras. Numerosas soluções têm sido esquematizadas para o problema, envolvendo distâncias diversas, bombas de diferentes capacidades e vários sistemas de tubulações.

Uma regra simples, comumente aplicável a qualquer condição, é instalar a bomba maior junto à fonte de suprimento e colocar a segunda bomba afastada da primeira de dois terços da distância total. Qualquer tentativa de maior precisão pode acarretar demoras consideráveis. A primeira bomba operará em "pressão"; se a bomba intermediária ficar localizada, no máximo, a 150 metros do incêndio, será posta a operar em "volume", e dela será feita a emissão de duas tubulações em direção ao incêndio, cada uma alimentando um esguicho com requinte de 1".

Se o afastamento entre as duas bombas for superior a 300 metros, ou se a capacidade da bomba maior for inferior a 750 gpm, então uma única tubulação poderá ser emitida da segunda bomba, e o diâmetro melhor para o requinte será 1 1/8"; ou então, a água poderá ser distribuída, mediante conexões bifurcadas, a várias tubulações de 1 1/2" providas de requintes para jatos pequenos. Em qualquer dessas operações, particular atenção deverá ser prestada ao manômetro da canalização da alimentação da bomba.

III — VAZÕES DE DISTRIBUIÇÃO, EM REDES DE ÁGUA POTÁVEL, ATRIBUÍVEIS À DEMANDA PARA INCÊNDIO

1 — Critérios de estimativa

1.1 — Em cidades ou setores de cidades, cujas condições de urbanismo propiciam uma elevada transmissividade ao fogo, de um edifício para outro, a vazão para combate a incêndio é principalmente determinada pela condição crítica seguinte: número máximo provável de edifícios em combustão e tamanho médio dos edifícios.

Essa condição, em certas partes da cidade, pode ser correlacionada ao tamanho da comunidade e, portanto, à população presente, devido a certas leis gerais que governam o crescimento urbano.

Fórmula para cálculo da vazão destinada a incêndio, em função da população da cidade, tem sido usada pelos norte-americanos, desde 1911. De acordo com a mesma, resultam, para a zona central da cidade, vazões como as seguintes:

População da cidade (hab.)	Vazão para combate a incêndio (l/s)
1 000	60
10 000	190
40 000	380
100 000	570
200 000	760

Tais valores, aparentemente exagerados, tornam-se mais compreensíveis quando se examinam a quantidade e a área abrangida por incêndios naquele país, na época precedente ao estabelecimento da fórmula.

O Quadro III-1 fornece alguns dados a respeito.

QUADRO III-1

Magnitudes de alguns incêndios nos Estados Unidos, até 1911

Ano	Cidade	Propriedades destruídas
1935	Nova Iorque	Edifícios cobrindo 5 hectares
1845	Pittsburgh	1 000 prédios
1849	St. Louis	425 prédios e 27 barcos
1851	São Francisco	2 500 prédios
1866	Portland (Me.)	1 500 prédios
1871	Chicago	17 430 prédios
1872	Boston	776 prédios
1889	Boston	52 prédios
1901	Jacksonville (Fla.)	1 700 prédios
1902	Paterson (N. J.)	525 prédios
1904	Baltimore	80 quarteirões da zona comercial
1906	São Francisco	28 000 prédios
1908	Chelsea (Mass.)	3 500 prédios
1911	Bangor (Me.)	267 prédios

1.2 — A experiência demonstra que, muitas cidades ou setores de cidades, não oferecem condições para conflagração, isto é, para propagação do fogo sobre a área urbana. Os incêndios são circunscritos por fatores ambientes que impedem o seu alastramento.

Nestas condições, a estimativa da quantidade de água, necessária para combate ao fogo, acha-se associada a cada caso particular, isto é, a cada prédio ou, no máximo, a um grupo restrito de prédios contíguos. Na prática, evidentemente, esta estimativa individual só merece ser feita para os prédios de importância significativa.

Para uma rede ou setor de rede pública de distribuição de água, a capacidade mínima, a ser genericamente especificada, é principalmente determinada pela condição crítica seguinte: incêndio no prédio típico admitido como o mais desfavorável.

No presente estudo, a vazão para combate a incêndio será estimada por este critério, em consequência das condições prevalentes em São Paulo. Serão tomados como referência, para caracterização dos prédios quanto à magnitude provável de incêndios que os atinjam, certos critérios de avaliação estabelecidos na T.S.I.B. (Tarifa de Seguro — Incêndio do Brasil). As correspondentes necessidades de água serão relacionadas a certos coeficientes implícitos na folha de cálculo da N.B.F.U., intitulada "Industrial and Other Individual High Value Buildings — Fire Flow Required".

2 — Classes de construção

Para estimativa da vazão de combate a incêndio, os prédios serão divididos em classes de construção, de acordo com a maior ou menor facilidade que os seus elementos construtivos ofereçam à propagação do fogo.

A classe de construção influi não só na área que o incêndio pode abranger, como também, na segurança com que os bombeiros poderão fazer o ataque ao fogo de posição interiores ao prédio. Serão adotadas, para este efeito, as mesmas 4 classes de construção definidas na T.S.I.B., conforme transcrito a seguir.

2.1 — Classe 1 — Entendem-se por prédios de classe 1 todos aquêles que apresentarem, simultâneamente, as seguintes características:

- a) Estrutura integral de concreto armado ou aço protegida por concreto ou alvenaria;
- b) piso de todos os pavimentos constituído por laje de concreto armado;
- c) teto ou fôrro, se existente, do último pavimento, construído de material incombustível;
- d) escadarias de comunicação geral entre os diversos pavimentos construídas com material incombustível;
- e) paredes externas de material incombustível em tôdas as partes do edifício;
- f) cobertura de material incombustível assente em armação metálica ou de concreto;
- g) elevadores instalados em vãos próprios construídos de material incombustível;
- h) instalação elétrica embutida, ou, se aparente, protegida por tubos e caixas de ferro ou equivalente.

Observações:

- 1) Não prejudicam esta classe de construção — acabamentos de madeira ou outro material combustível, aplicados sôbre lajes, escadas ou paredes incombustíveis, tais como: tacos, marcos, esquadrias, lambrís e semelhantes.
- 2) São dispensáveis as seguintes exigências, desde que satisfeitas as demais acima citadas:
 - A) estrutura integral de concreto armado ou aço (alínea a), nos prédios de 1 e 2 pavimentos em que haja teto ou fôrro constituído por laje de concreto armado ou nos dois últimos pavimentos dos prédios de 3 ou mais pavimentos;
 - B) assentamento da cobertura em armação metálica ou de concreto, permitindo-se portanto, travejamento e ripamento de madeira (alínea f), nos edifício de três ou mais pavimentos e, ainda, nos de 1 e 2, contanto que nestes exista teto ou fôrro constituído por laje de concreto armado.

2.2 — Classe 2 — Consideram-se desta classe os prédios que se enquadrarem em um dos tipos de construção previstos a seguir:

- a) Paredes externas inteiramente construídas de alvenaria (de pedra ou tijolo), isto é, em cuja construção não sejam empregados outros materiais além do cimento, pedra, areia, ferro, tijolos ou argamassas à base de cimento, cal, saibro e areia; cobertura de material incombustível, permitindo-se assentamento sôbre travejamento de madeira e ainda lanternins ou respiradores de qualquer material;
- b) paredes externas construídas de tijolos com vigas metálicas ou de madeira embutida; cobertura de material incombustível, permitindo-se assentamento sôbre travejamento de madeira e ainda lanternins ou respiradores de qualquer material;
- c) construções abertas, cobertura de material incombustível, permitindo-se colunas de sustentação e fechamento externo das tesouras de qualquer material;
- d) paredes externas e cobertura com as características exigidas na alínea "a" dêste sub-item, permitindo-se o emprêgo, nas paredes externas, em escala igual ou inferior a 25% da área total dessas paredes, de chapas metálicas ou de materiais incombustíveis, da categoria fibro-cimento;

- e) paredes externas e cobertura com as características exigidas na alínea “a” deste sub-item, com o emprêgo, nas paredes externas de materiais incombustíveis da categoria fibro-cimento com escala superior a 25% da área total dessas paredes.

2.3 — Classe 3 — Consideram-se desta classe os prédios que se enquadrarem em um dos tipos de construção previstos a seguir:

- a) paredes externas construídas com menos de 25% (vinte e cinco por cento) de material combustível, desde que com cobertura de material incombustível, permitindo-se o assentamento sôbre travejamento de madeira e ainda lanternins ou respiradores de qualquer material;
- b) paredes externas de construção metálica, com a cobertura de material incombustível, permitindo-se o assentamento sôbre travejamento de madeira;
- c) paredes externas e cobertura com as características exigidas na alínea “a” deste sub-item, com o emprêgo, nas paredes externas, de materiais incombustíveis da categoria fibro-cimento com escala superior a 25% da área total dessas paredes;
- d) quaisquer outros tipos de construção que não se enquadrarem nas classes 1, 2 ou 4.

2.4 — Classe 4 — Consideram-se desta classe os prédios que se enquadrarem em um dos tipos de construção previstos a seguir:

- a) Cobertura de material combustível; paredes construídas de qualquer material;
- b) paredes externas com mais de 25% (vinte e cinco por cento) de material combustível, cobertura de qualquer material.

3 — Classes de risco

3.1 — Para estimativa da vazão de combate a incêndio, os prédios ou partes de prédios serão divididos em classes de riscos, de acordo com a natureza de suas ocupações mais desfavoráveis. Serão adotadas, para este efeito, três classes de risco, assim definidas (baseado na Portaria N. 21 do D.N.S.P.C. — Depart. Nac. de Seguros Privados e Capitalização):

3.1.1 — Classe A: Riscos cuja classe de ocupação, na T.S.I.B., seja 1 ou 2, excluídos os “Depositos” (que devem ser considerados como Classe B);

3.1.2 — Classe B: Riscos cujas classes de ocupação, na T.S.I.B., sejam 3, 4, 5 ou 6, bem como os “Depositos” de classe de ocupação 1 e 2;

3.1.3 — Classe C: Riscos cujas classes de ocupação, na T.S.I.B., sejam 7, 8, 9, 10, 11, 12 ou 13.

3.2 — Portanto, a Classe A abrange as ocupações que constituem riscos pequenos, a Classe B os riscos médios e a Classe C os riscos grandes.

3.3 — A relação completa de classes de ocupação pode ser consultada na referida T.S.I.B. Está sendo apresentada, a seguir, uma relação parcial:

Ocupação do risco	Classe de ocupação
Alcool e Aguardente: depósitos, com manipulação:	7
Alfaiatarias:	4
Algodão em caroço: depósito:	7 a 10

Algodão, fábrica de tecidos:	
abridores, batedores e semelhantes:	7
fiação e processos prévios:	5
tecelagem e processos subsequentes:	3
Armarinhos: loja:	5
Armazéns de depósito: mercadorias indiscriminadas:	9
Armazéns grandes ("lojas de departamentos", estabelecimentos a varejo):	5
Bar, botequim e restaurante:	4
Bibliotecas públicas:	2
Cabarés e salões públicos de bailes:	6 a 7
Café: depósito, em côco:	3
Cinema: sem palco ou com palco sem movimentação de cenários:	3
Cinema: com palco, com movimentação de cenários:	7
Cimento: fábrica:	1 a 2
Consultórios médicos ou dentários:	1 a 2
Drogarias:	4 a 6
Escolas: externato:	1
internato:	2
profissionais:	3
Escritórios, permitindo-se existência de mostruários:	1
Estações aeroviárias, ferroviárias, portuárias, rodoviárias e de transportes urbanos, local de embarque e desembarque:	2 a 4
Explosivos: fábricas e depósitos:	12 a 13
Fazendas: depósitos e lojas:	3 a 4
Garagem:	6 a 9
Hospitais:	1
Hotéis:	3 a 6
Igrejas:	2
Jornais e revistas: impr. sem rotogravuras:	4
Impr. com rotogravura:	9
Ladrilhos; fábricas, sem forno:	2
Livrarias:	3 a 4
Madeira: depósitos:	3 a 6
serrarias:	7 a 9
fábrica de artefatos:	10 a 11
Mercados públicos:	7
Metal: laminação, casa do forno:	2
laminação:	2
Modas: oficinas e lojas:	4
Moradias:	1
Padarias:	4 a 6
Papel e papelão: fábrica, depósito e lojas:	3 a 7
Papelarias:	4
Plásticas, matérias: fábricas:	5 a 12
Quartéis:	4
Rádios e vitrolas: fábricas, com trabalho de madeira:	7
Siderurgia: Fornos e laminação:	3
Destilação de carvão e subprodutos:	4 a 8

4 — Fórmula para estimativa da vazão

4.1 — Caso de incêndio em um só pavimento predial

4.1.1 — A vazão para combate a incêndio será relacionada aos fatores fundamentais que a determinam, através da expressão seguinte:

$$Q = (q + a \cdot A) (b + c \cdot C) - Q_0$$

onde:

- Q = vazão para combate ao incêndio crítico (l/s);
- A = área vulnerável ao incêndio crítico (m²);
- C = classe de construção do prédio (parâmetro sem dimensão);
- q = parâmetro de vazão mínima (l/s);
- a = coeficiente de área (l/s . m²)
- b = parâmetro relativo à classe de risco (sem dimensão);
- c = coeficiente (sem dimensão);
- Q₀ = vazão (l/s) creditável aos dispositivos do próprio prédio, para combate a incêndio.

4.1.2 — Expressão particular, sugerida para São Paulo:

$$Q = (20 + 0,07 \cdot A)(b + 0,10 \cdot C) - Q_0$$

onde:

- C = 1 a 4, o valor maior se referindo à classe de construção mais vulnerável ao fogo, nos termos da T. S. I. B.;
- b = 0,30 em riscos de Classe A;
- b = 0,50 em riscos de Classe B;
- b = 0,75 em riscos de Classe C;
- Q₀, nos casos gerais, deverá ser adotado como igual a zero, uma vez que são poucos os prédios que possuem abastecimento próprio ou reservas dignas de crédito.

O valor de **A** (área mais desfavorável a ser admitida como vulnerável a um incêndio) poderá ser estimado em conformidade com o conceito do "risco isolado", especificado na T. S. I. B. (Arts. 5.º e 15.º, transcritos parcialmente no final deste Capítulo). Nestas condições, cada um dos pavimentos do edifício de construção de Classe 1 constituirá, para fins de estimativa da vazão, um risco isolado (uma única área vulnerável) distinto dos demais pavimentos. Além disso, os compartimentos ou grupos de compartimentos dentro de um mesmo pavimento, que sejam cercados por paredes incombustíveis e com tôdas as aberturas (exceto as que abrirem para o exterior do prédio ou para áreas internas descobertas) protegidas por portas ou janelas simples de aço à prova de incêndio, constituirão riscos isolados (áreas vulneráveis independentes), distintos dos demais compartimentos. Por outro lado, em prédios contíguos, que não satisfaçam a Classe 1 de construção, o valor de **A** abrangerá mais de um prédio, se não houver, de permêio, parede suficiente ou espaço livre suficiente para isolamento ("parede suficiente" e "espaço livre suficiente" podendo ser aceitos conforme os termos e distâncias especificados no Art. 5.º da T. S. I. B.).

4.2. — Caso de incêndio em mais de um pavimento.

4.2.1 — Nos prédios de mais de um pavimento, cujas características tornem provável o alastramento do fogo a mais de um pavimento, a vazão para combate a incêndio será estimada pela fórmula

$$Q = [q + a \cdot A + q'(H - 1)](b + c \cdot C) - Q_0$$

onde, além dos símbolos indicados na fórmula anterior:

- q' = coeficiente de altura (l/s. pavimento);
- H = número de pavimentos atingidos.

4.2.2 — Valores particulares, sugeridos para São Paulo:

$q' = 15$ a 30 litros por segundo, por pavimento;

H = número de pavimentos do prédio, até sete; em prédios com sete ou mais pavimentos, será adotado $H = 7$; em prédios de construção de Classe 1, qualquer que seja o número de pavimentos do prédio, $H = 1$.

Resulta:

$$Q = [20 + 0,07 \cdot A + q' (H - 1)](b + 0,10 \cdot C) - Q_c$$

4.3. — Observação:

A formulação prática acima apresentada, visa estabelecer um critério para estimativa da vazão de combate a incêndio. Não deve ser aplicada com a pretensão de rigor absoluto, principalmente nas partes norteadas pelos dados da T. S. I. B. Isto é, como nos demais problemas da previsão do consumo de água em uma comunidade, será indispensável que o calculista aplique as fórmulas mediante razoável senso prático.

4.4 — Dados ilustrativos.

4.4.1 — Caso A:

a) Rua central, densamente construída, onde todos os edifícios, que merecem ser protegidos pela rede pública, são de Classe 1 de construção. Pavimentos superiores apresentando escritórios, consultórios e outros tipos de ocupação congêneres. Pavimentos térreos apresentando atividades comerciais, equiparáveis aos riscos de Classe B; situação mais desfavorável representada por compartimentos de uma loja, totalizando uma área vulnerável de 1 000 m². Vazão para combate a incêndio de vulto, creditável aos dispositivos do próprio prédio, praticamente nula.

b) A vazão, a ser fornecida pela rede pública, terá a seguinte estimativa:

$$Q = (20 + 0,07 \cdot 1000)(0,50 + 0,10 \cdot 1) = 54 \text{ l/s}$$

4.4.2 — Caso B:

a) As mesmas hipóteses do caso anterior, exceto o seguinte: a loja está instalada em um antigo edifício de Classe 2 de construção, edifício esse tendo 1 500 m² em planta (500 m² ocupados pela área de circulação e por outra loja e um bar); o edifício tem 5 pavimentos, com significativa vulnerabilidade a um incêndio, devido à facilidade de alastramento oferecida por escadas e pisos de madeira.

b) A vazão a ser fornecida pela rede pública terá a seguinte estimativa:

$$Q = (20 + 0,07 \cdot 1500 + 30 \cdot 4)(0,50 + 0,10 \cdot 2) = 170 \text{ l/s}$$

4.4.3 — Caso C:

a) Depósito para algodão em caroço, em armazens de Classe 4 de construção, oferecendo uma área total vulnerável de 1 000 m².

b) Vazão estimada:

$$Q = (20 + 0,07 \cdot 1000)(0,75 + 0,10 \cdot 4) = 104 \text{ l/s}$$

4.4.4 — Caso D:

a) Casas de moradia, padrão médio, construção de Classe 2, dois pavimentos (sobrados), pisos e escadas de concreto armado ou alvenaria. Parede de isolamento

suficiente entre as casas (alvenaria, inclusive dividindo os telhados) ou espaços desocupados suficientes entre as casas (mínimo de 3 metros, na Classe 2). Área, vulnerável ao incêndio crítico, igual a 70 m² em cada pavimento, cada um podendo ser admitido como um risco isolado.

b) Vazão estimada:

$$Q = (20 + 0,07 \cdot 70)(0,30 + 0,10 \cdot 2) = 13 \text{ l/s.}$$

Observação — Se se tivesse admitido uma casa térrea, com A = 140 m², ter-se-ia obtido: Q = 15 l/s, valor praticamente igual.

4.4.5 — Caso E:

a) Casas de moradia, estilo norteamericano, construção de Classe 4, dois pavimentos (sobrado), pisos e escadas de madeira. Paredes de madeira, espaços livres suficientes para isolamento dos riscos entre as casas (mínimo de 8 metros, na Classe 4). Área, vulnerável ao incêndio crítico, igual a 70 m² em cada pavimento, ambos devendo ser considerados como um risco conjunto.

b) Vazão estimada:

$$Q = (20 + 0,07 \cdot 70 + 15 \cdot 1)(0,30 + 0,10 \cdot 4) = 28 \text{ l/s}$$

Observação — Se fôsse casa térrea, com A = 140 m², ter-se-ia: Q = 21 l/s.

5 — APÊNDICE AO CAPÍTULO III

TRANSCRIÇÃO PARCIAL DOS ARTIGOS 5.º e 15.º DA TARIFA DE SEGURO-INCÊNDIO DO BRASIL

Artigo 5.º — Conceituação do Risco Isolado

1 — Para fins de taxação, consideram-se isolados os riscos separados dos demais, por paredes ou espaço desocupado, na forma dos itens 2 e 3.

1.1 — Os riscos de construção classe 1 constituem sempre para fins de taxação, um risco isolado, mesmo quando em franca comunicação com prédios de construção de classe diferente.

2 — Considera-se parede suficiente para separação de riscos, a que apresente simultaneamente as seguintes condições:

a) inteiramente construída de concreto armado ou de alvenaria (de pedra ou de tijolo), isto é, em cuja construção não sejam empregados outros materiais além de cimento, pedra, areia, ferro, tijolos ou argamassas à base de cimento, cal, saibro e areia;

b) dividir os telhados;

c) não ter abertura de qualquer espécie, salvo as estritamente necessárias para a passagem de tubulações (observado o disposto no item 2.1), rôscas sem fim, eixos de transmissões ou ter aberturas protegidas, de acôrdo com a regulamentação constante da 4.ª parte desta Tarifa.

2.1 — As tubulações previstas na alínea c) dêste item deverão ser providas de válvulas de segurança e registros apropriados, desde que se destinem à condução de inflamáveis.

3 — Consideram-se espaços desocupados suficientes para separação de riscos aqueles que apresentarem as dimensões indicadas no quadro abaixo:

Classe de Construção	1	2		3	4	
		Ao ar livre e construção aberta	Demais			
1	—	—	—	—	—	
2	Ao ar livre e construção aberta	—	8 m	3 m	5 m	8 m
	Demais	—	3 m	—	3 m	3 m
3	—	5 m	3 m	5 m	5 m	
4	—	8 m	3 m	5 m	8 m	

3.1 — As medidas indicadas no quadro acima serão contadas entre os pontos mais próximos das paredes, nos trechos em que estas deixaram de satisfazer as condições previstas no item 2, salvo se existir via pública que, em qualquer caso, constituirá espaço suficiente para efeito de separação.

3.2 — Considera-se como não estabelecendo comunicação entre dois riscos, separados pelas distâncias constantes do item 3 d'este artigo, a existência de passagens abertas com cobertura de material incombustível, desde que não excedam as dimensões necessárias para proteger o trânsito de pessoas e não sirvam, nem excepcionalmente, para abrigo de mercadorias ou quaisquer outros fins.

4 — Os riscos construídos com chapas metálicas ou materiais incombustíveis da categoria fibro-cimento, qualquer que seja a escala de emprêgo desses materiais, serão equiparados, para efeito da aplicação das distâncias previstas no quadro constante do item 3, aos de classe 3.

Artigo 15 — Taxação de Riscos de Construção Classe 1.

* * *

Item 4 — Taxação do conteúdo.

4.1 — Cada um dos pavimentos do edifício de construção da classe I constitui, para fins de taxação dos conteúdos respectivos, um risco isolado distinto dos demais pavimentos.

4.1.1 — Os compartimentos ou grupos de compartimentos dentro de um mesmo pavimento, que sejam cercados por paredes incombustíveis e com tôdas as aberturas (exceto as que abrirem para o exterior do prédio ou para as áreas internas descobertas) protegidas por portas ou janelas simples de aço à prova de incêndio, constituirão riscos isolados distintos dos demais compartimentos.

4.1.2 — Os pavimentos, como tais considerados também os subsolos, sobrelojas, jiras e galerias em comunicação, no todo ou em parte, constituem, em conjunto, um único risco isolado.

4.2 — A taxa aplicável ao conteúdo de cada pavimento será correspondente à ocupação determinante de taxa mais elevada, no pavimento.

4.2.1 — Na hipótese prevista no item 4.1.1, o conteúdo será taxado pela ocupação própria, não influenciando na taxa aplicável aos demais compartimentos do pavimento, nem sendo por ela influenciado.

4.3 — Os conteúdos que ocuparem simultaneamente, no todo ou em parte, edifícios de construção de classe 1 e outros edifícios de outras classes de construção, porém, em comunicação com os edifícios de construção de classe 1, serão taxados:

- a) se segurados por verbas distintas — separadamente, conforme a taxa aplicável a cada um;
- b) se segurados por verba única, com a taxa mais elevada cabível a cada uma das partes.

IV — CRITÉRIO PARA DIMENSIONAMENTO DA RÉDE PÚBLICA

1 — Introdução.

Será apresentada, a seguir, uma tentativa de especificação sobre condições mínimas a serem verificadas na rede pública de distribuição de água, relativa às áreas onde se pretenda a proteção contra incêndio. Essas condições visam dar uma orientação aos trabalhos de projeto da rede, bem como aos serviços de ensaio de hidrantes no campo.

Tendo em conta as situações encontradas em diferentes setores da cidade, bem como as facilidades disponíveis para combate ao fogo, foram previstas três classes de rede, descritas a seguir.

2 — Rede de Classe 15

2.1 — Especificação:

- a) Vazão mínima para combate a incêndio: 15 l/s.
- b) Essa vazão deverá ser fornecida, em qualquer ponto da área, mediante tomada em um único hidrante.
- c) Qualquer linha de adução (mangueiras), a partir de um hidrante, terá comprimento inferior a 300 metros.

2.2 — Comentário:

Uma concepção de projeto, dentro desta Classe, pode ser baseada em anéis, constituídos de tubulações com diâmetro mínimo igual a 150 mm (eventualmente 100 mm), afastadas entre si, no máximo, de uma distância de 600 metros. Cada hidrante deverá ter capacidade, no mínimo, igual a 15 l/s. O equipamento mínimo de adução, exigido para combate ao fogo, poderá ter a seguinte constituição: a) uma bomba de 500 gpm; b) uma linha com comprimento de 300 metros, constituída por uma tubulação de 2 1/2".

3 — Rede de Classe 30.

3.1 — Especificação:

- a) Vazão mínima para combate a incêndio: 30 l/s.
- b) Essa vazão deverá ser fornecida, em qualquer ponto da área, mediante tomadas em não mais que dois hidrantes.
- c) Qualquer linha de adução, a partir de um hidrante, terá comprimento inferior a 300 metros.

3.2 — Comentários:

3.2.1 — Uma concepção de projeto dentro desta Classe, pode ser baseada em anéis, constituídos de tubulações com diâmetro mínimo igual a 150 mm, afastadas entre si, no máximo, de uma distância de 300 metros. Cada hidrante deverá ter capacidade, no mínimo, igual a 15 l/s. O equipamento mínimo da adução, exigido para combate ao fogo, poderá ter a seguinte constituição: a) duas bombas de 500 gpm; b) duas linhas, com comprimento de 300 m cada uma, constituídas por tubulação simples de 2 1/2".

3.2.2 — Outra concepção de projeto, dentro desta Classe, pode ser baseada em anéis, com diâmetro mínimo de 200 mm (eventualmente 150 mm) e afastamento máximo de 600 metros. Cada hidrante, no mínimo, com capacidade para 30 l/s. Equipamento mínimo de adução: a) uma bomba de 750 gpm; uma linha de 300 m, constituída por duas tubulações de 2 1/2" em paralelo. Variante: a) uma bomba de 1 000 gpm; b) uma linha de 300 m, constituída por tubulação simples de 3".

4 — Rêde de Classe 60

4.1 — Especificação:

- a) Vazão mínima para combate a incêndio: 60 l/s.
- b) Essa vazão deverá ser fornecida, em qualquer ponto da área, mediante tomadas em não mais que 3 hidrantes.
- c) O comprimento global das linhas de adução, para fornecimento da vazão especificada, não deverá ser maior que 600 metros.

4.2 — Comentários:

4.2.1 — Uma concepção de projeto, dentro desta Classe, pode ser baseada em anéis, com diâmetro mínimo de 300 mm (eventualmente 200 mm) e afastamento máximo de 300 metros. Cada hidrante, no mínimo, com capacidade para 60 l/s. Equipamento mínimo de adução: a) uma bomba de 1 000 gpm; b) uma linha de 150 m, constituída por duas tubulações de 3", em paralelo.

4.2.2 — Outra concepção de projeto pode ser baseada em anéis, com diâmetro mínimo de 200 mm (eventualmente 150 mm) e afastamento máximo de 300 metros. Cada hidrante, no mínimo, para 30 l/s. Equipamento mínimo de adução: a) duas bombas de 1 000 gpm; b) duas linhas, com comprimento de 300 m cada uma, constituídas por tubulação simples de 3".

5 — Observações

5.1 — Os valores especificados constituem condições mínimas, em cada classe de rêde, para efeito de análise da capacidade hidráulica em projeto e em ensáio de campo. Evidentemente, em um projeto particular, o traçado das tubulações mestras, bem como o número e tipos de hidrantes, deverão ser examinados em cada ponto, de modo a se tirar o máximo partido de facilidades locais. Assim, na rêde de Classe 60 por exemplo, é de se esperar que, na maior parte da área, resulte disponibilidade para 90 l/s ou mais.

Nas concepções de projeto, sugeridas sob o título de "Comentários", os hidrantes básicos previstos serão localizados ao longo das canalizações tronco (anéis), instalando-se pelo menos uma unidade em cada cruzamento de rua; ao longo das linhas tronco, êsses hidrantes ficarão, portanto, distanciados cêrca de 100 metros entre sí.

5.2 — Os hidrantes, mencionados nas especificações das Classes, deverão ser do tipo de coluna, com tomadas adequadas para as bombas previstas. É indispensável uma especificação detalhada para os mesmos, nos moldes da especifi-

cação C-502-54 da A. W. W. A., o que deverá ser estabelecido por uma comissão que inclua representantes do Corpo de Bombeiros e dos fabricantes.

5.3 — É recomendável, inclusive no interesse da indústria nacional, a elaboração de uma norma brasileira para bombas móveis destinadas a combate a incêndio. Na oportunidade, será conveniente reexaminar as capacidades nominais mais convenientes.

5.4 — As vazões mínimas para combate a incêndio deverão ser obtidas sem necessidade de manobra de registros da rêde. Para o seu fornecimento, será admitido que a pressão dinâmica mínima, na rêde em geral, possa baixar para 5 metros de coluna d'água; na derivação para um hidrante, além desta condição, deverá ser satisfeita a pressão mínima exigível para o tipo de hidrante adotado.

5.5 — Nas três classes de rêde especificadas, deverá ser prevista uma duração mínima de 4 horas para o combate ao fogo, recomendando-se, porém, a disponibilidade de reservas de água, para, no mínimo, 6 horas.

V — CONSIDERAÇÕES FINAIS

1 — Tínhamos a intenção de nos aprofundarmos no estudo do problema em referência, principalmente na parte relativa a concepções de projeto. Acreditamos, agora, que o trabalho deva ser interrompido neste ponto. Antes de prosseguir, consideramos indispensável que o equacionamento do problema, até aqui estabelecido, sofra um processo de revisão, através da análise crítica e sugestões a serem proporcionadas por conhecedores da matéria.

Em especial, muito apreciaríamos essa colaboração a mais do pessoal do Corpo de Bombeiros de São Paulo, em aditamento às informações que lhe solicitamos em consultas anteriores.

2 — Desejamos consignar os nossos agradecimentos ao Exmo. Sr. Diretor da Divisão de Planejamento e Obras do Departamento de Águas e Esgotos de São Paulo, Eng. José Martiniano de Azevedo Netto, pela oportunidade e estímulo que nos proporcionou, ao solicitar a realização do estudo presente. (***)

(***) N. da R. — Quando foi elaborado este trabalho, o eng. José M. de Azevedo Netto, era Diretor dessa Divisão; atualmente é professor catedrático da Faculdade de Higiene da U.S.P.