

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO



LUIZ DI BERNARDO
ALBERTO R. ARAÚJO FILHO
CARLOS EDUARDO BLUNDI

SÃO CARLOS - 1983
Publicação 038/88

Reimpressão

INSTALAÇÕES PARA COMBATE A INCÊNDIO

1 - INTRODUÇÃO

O fogo é considerado como um fenômeno químico onde ocorre desprendimento de calor e de luz (eventualmente). Para que haja combustão, é necessária a participação de três elementos, que constituem o triângulo da Combustão.

TRIÂNGULO DA COMBUSTÃO



Se um dos três elementos deixar de existir, o fogo cessará. Assim sendo, para se apagar um incêndio, há três possibilidades:

- a) retirada do material: por eliminação ou controle do combustível
- b) abafamento : por eliminação de oxigênio
- c) resfriamento : por eliminação do calor

Apresenta-se a seguir, as definições de elementos ou características básicas relacionadas com sistemas de prevenção e combate a incêndios.

- agente extintor: produto químico utilizado para extinguir o fogo.
- aspersor: dispositivo utilizado nos chuveiros automáticos ou sob comando (sprinkler) para produzir neblina.
- bomba de incêndio: equipamento hidráulico destinado a recalcar água no sistema de hidrantes.
- carreta: extintor sobre rodas, com capacidade mínima de 20 kg de agente extintor em um único recipiente.
- extintor portátil: dispositivo que possui agente extintor, com peso total inferior a 25 kg, destinado ao combate de princípio de incêndios.
- esguicho: dispositivo metálico instalado na mangueira e destinado a dar forma ao jato de água.
- hidrante: é o ponto de tomada de água, provido de registro de manobra e união de engate rápido
- mangueira: tubulação flexível, destinada a transportar água do hidrante ao esguicho.

- ponto de fulgor: é a temperatura mínima, na qual os elementos combustíveis começam a desprender vapores que se incendiam de forma intermitente quando em contato com uma fonte externa de calor.
- ponto de combustão: é a temperatura mínima, na qual os vapores, despreendidos dos elementos combustíveis, entram em combustão quando em contato com uma fonte externa de calor e queimam de forma contínua.
- registro de recalque: dispositivo hidráulico destinado a permitir a introdução de água na instalação hidráulica de prevenção e combate a incêndio, também conhecido como hidrante de passeio ou de parede (em geral são instalados externamente às edificações)
- reserva de incêndio: é a quantidade de água reservada para combate a incêndios
- unidade extintora: é a capacidade mínima convencional de agente extintor.

2 - CATEGORIA DOS INCÊNDIOS

De acordo com suas características, os incêndios foram agrupados em três categorias. Apresenta-se na tabela a seguir, as principais características de cada categoria e os respectivos métodos de extinção.

CATEGORIA	MATERIAL	MÉTODO DE EXTINÇÃO TIPO DE EXTINÇÃO
I	Material combustível comum: <u>pa</u> pel, madeira, fibra, etc. que quando queimam, deixam cinzas e resíduos.	<u>RESFRIAMENTO</u> : água ou extintor que contenha água: espuma, água, soda-ácido, etc.
II	Líquidos inflamáveis: <u>gasoli</u> na, óleos, tintas, etc., que quando queimam não deixam <u>re</u> síduos.	<u>ABAFAMENTO</u> : extintores que <u>aba</u> fam ou isolam o líquido <u>infla</u> mável do ar: pó químico, espuma, CO-2.
III	Equipamentos elétricos com energia e que oferecem risco de vida ao operador.	Extintores não condutores de corrente elétrica, isto é, não contenham água: CO-2 e pó químico seco.

Os incêndios de categoria I apresentam características de ação de profundidade, requerendo emprego de agente extintor com poder de penetração e resfriamento.

Os incêndios de categoria II apresentam características de ação superficial, requerendo emprego de agente extintor com poder de abafamento e permanência, a fim de eliminar o contato do combustível com o oxigênio do ar.

Os incêndios de categoria III, caracterizados pela presença de energia elétrica, exigem o emprego de agente extintor que não conduza eletricidade.

3 - CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS DE INCÊNDIO

Os riscos são classificados em função da ocupação da área a ser protegida, de acordo com a Tarifa Seguro Incêndio do Brasil (T.S.I.B.). Em função da ocupação será maior ou menor o risco de incêndio. A classificação da ocupação varia de 1 a 13 e em função da classe de ocupação, tem-se três classes de risco, conforme se apresenta a seguir:

Risco de Classe A: risco isolado, cuja classe de ocupação na T.S.I.B. é 01 ou 02, excluídos os depósitos que devem ser considerados como Classe B.

Risco de Classe B: risco isolado, cuja classe de ocupação na T.S.I.B. é 03, 04, 05 e 06, bem como os depósitos de classe de ocupação 01 e 02.

Risco de Classe C: risco isolado, cuja classe de ocupação na T.S.I.B. é 07, 08, 09, 10, 11, 12 e 13.

Considera-se risco isolado quando for observada uma das seguintes condições:

- a) distância de 4 m entre paredes sem aberturas e de materiais incombustíveis;
- b) distância de 6 m entre paredes de materiais incombustíveis com aberturas em uma delas;
- c) distância de 8 m entre paredes de materiais incombustíveis com aberturas em ambas as paredes.

É necessário consultar a T.S.I.B. quando se pretende elaborar o projeto das instalações de prevenção e combate a incêndio. Somente a título de exemplo, apresentam-se algumas ocupações e respectivas classes:

- depósito de ácido sulfúrico: 05
- depósito de ácido clorídrico: 04
- depósito de álcool: 03, 04, 05 ou 06

- fábrica de explosivo: 12
- loja de armas de munições: 05
- armazéns de secos e molhados: 06
- fábrica de bijuterias: 05
- fábrica de calçados: 05
- estações e subestações transformadoras com transformadores a óleo: 04
- escolas (internatos): 02
- escritórios: 01, 02 ou 03
- fábrica de fósforo: 07
- garagem pública com oficina: 07
- garagem pública sem oficina: 06
- edifícios de garagens sem depósito de inflamáveis: 04
- hospitais: 01
- hotéis: 03
- laticínios (usina): 03
- serrarias: 07
- edifícios de apartamentos: 01

Muitas vezes, um mesmo estabelecimento compreende várias classes de risco. Assim sendo, é importante conhecer todas as atividades que serão desenvolvidas no estabelecimento para posteriormente consultar a Tarifa Seguro Incêndio do Brasil. Há riscos especiais, que devem ser considerados separadamente: casa de caldeiras, casas de força, casas de bombas, incineradores, casa de máquinas de elevadores, quadro de comando de força e luz e transformadores, pontes e escadas rolantes.

4 - TIPOS DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

Os tipos de proteção contra incêndios estabelecidos pelo Decreto nº 20.811 que aprova especificações para as instalações de proteção contra incêndios são as seguintes:

4.1 - Proteção Estrutural

- 4.1.1 - Paredes, portas corta-fogos e platibandas (abas) de segurança
- 4.1.2 - Pisos, tetos e paredes incombustíveis
- 4.1.3 - Vidros resistentes no mínimo a 60 minutos de fogo
- 4.1.4 - Afastamento entre edificações
- 4.1.5 - Compartimentação de áreas
- 4.1.6 - Isolamento vertical

4.2 - Meios de Fuga

- 4.2.1 - Escada de segurança
- 4.2.2 - Iluminação de emergência
- 4.2.3 - Elevador de segurança

4.3 - Meios de Combate a Incêndios

- 4.3.1 - Extintores manuais
- 4.3.2 - Extintores sobre rodas
- 4.3.3 - Instalações fixas, semi-fixas, portáteis, automáticas e/ou sob comando
 - 4.3.3.1 - Chuveiros automáticos (Sprinklers)
 - 4.3.3.2 - Gás carbônico
 - 4.3.3.3 - Pó químico seco
 - 4.3.3.4 - Espuma
 - 4.3.3.5 - Halon
 - 4.3.3.6 - Hidrantes
 - 4.3.3.7 - Nebulizadores e/ou canhões monitores

4.4 - Meios de Alerta

- 4.4.1 - Detecção de fumaça
- 4.4.2 - Alarme contra incêndios
- 4.4.3 - Sinalização e indicação específicas que facilitem as operações de combate a incêndios e fugas

A compartimentação de áreas e o isolamento vertical referentes aos itens 4.1.5 e 4.1.6, respectivamente são definidos pelo Decreto 20.811 de acordo com as considerações que se seguem:

a) Compartimentação de áreas

Para que unidades autônomas, no mesmo pavimento, sejam consideradas isoladas entre si, deverão obedecer os seguintes requisitos mínimos:

- estarem separadas, entre si por paredes resistentes ao fogo por um tempo mínimo de 2 horas
- ter paredes resistentes ao fogo por um tempo mínimo de 2 horas, isolando-as das áreas de uso comum
- serem dotadas de portas resistentes ao fogo por um tempo mínimo de uma hora e trinta minutos
- ter abertura situada em lados opostos de paredes divisórias entre unidades, afastadas no mínimo 5 metros entre si
- a distância mencionada no item anterior poderá ser substituída por aba vertical, perpendicular ao plano das aberturas, com 1 metro de saliência sobre o mesmo e ultrapassando 0,60 metros a verga das aberturas

- ter aberturas situadas em paredes paralelas, perpendiculares ou oblíquas entre si, que pertençam a unidades autônomas distintas com afastamento mínimo de 5 metros

b) Isolamento entre Pavimentos

Serão isolados entre si os pavimentos que atenderem aos seguintes requisitos mínimos:

- ter entre pisos em concreto armado, executado de acordo com a NB-1 da ABNT
- ter paredes externas resistentes ao fogo, por um tempo mínimo de 2 horas
- ter afastamentos mínimos de 1,20 metros entre vergas e peitoris das aberturas situadas em pavimentos consecutivos
- as distâncias entre as aberturas poderão ser substituídas por abas horizontais que avancem 1 metro da face externa da edificação, solidária com o entre-piso e de material com resistência mínima ao fogo por 2 horas

4.5 - Exigências

De acordo com o Decreto 20.811 está relacionado, a seguir, a classificação das edificações com a finalidade de se conhecer a proteção adequada, indicada pelas especificações desse decreto.

- a) edificações com área de construção inferior a 750 m^2 e/ou altura não superior a 10 m, medida a contar do piso do pavimento mais baixo ao piso do pavimento mais alto.
- b) edificações com área de construção superior a 750 m^2 e inferior a 3000 m^2 e/ou altura superior a 10 m
- c) edificações com área de construção superior a 3000 m^2

Para as edificações referentes aos itens acima e mais as áreas destinadas a estacionamento e guarda de veículos automotores, exploradas comercialmente, e as destinadas a depósitos de papéis velhos, caixotes e similares, deverão ter os tipos de proteção previstas nos itens: 4.2.2, 4.3.1 e 4.4.3.

Para as edificações destinadas a garagens e oficinas mecânicas, sempre que tiverem área compreendida entre 201 e 750 m^2 , além das exigências acima será também exigido o tipo de proteção relativa ao item 4.3.2.

Para as edificações referentes ao item b, ou seja as edificações com área de construção superior a 750 m^2 e inferior a 3000 m^2 e/ou altura superior a 10 m, além das exigências já mencionadas (4.2.2, 4.3.1 e 4.4.3) são previstos outros meios de proteção conforme o tipo de ocupação da edificação conforme a classificação a seguir, transcrita do Decreto 20.811:

Residencial

- a) com área de construção superior a 750 m^2 e/ou altura superior a 10 m, os tipos de proteção previstos nos itens 4.2.1, 4.2.2, 4.3.1, 4.3.3.6, 4.4.2 e 4.4.3

Institucional e Similares

- a) com área de construção superior a 750 m^2 e/ou altura superior a 10 m, os tipos de proteção previstos nos itens 4.1.6, 4.2.1, 4.2.2, 4.3.1, 4.3.3, 4.4.2 e 4.4.3

Escritórios e Similares

- a) com área de construção superior a 750 m^2 e/ou altura superior a 10 m, os tipos de proteção previstos nos itens 4.1.5, 4.1.6, 4.2.1, 4.2.2, 4.3.1, 4.3.3.6, 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3
- b) cada pavimento não poderá possuir compartimentação com área superior a 500 m^2
- c) com altura superior a 23 m, além das exigências da letra "a", será exigido o tipo de proteção previsto no item 4.3.3.1.

Locais de Reunião Pública

- a) com área de construção superior a 750 m^2 e/ou altura superior a 10 m, os tipos de proteção previstos nos itens 4.1.5, 4.1.6, 4.2.1, 4.2.2, 4.3.1, 4.3.3.6, 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3
- b) para áreas superiores a 2000 (dois mil) m^2 e/ou lotação acima de 1000 (mil) pessoas, será também exigido o tipo de proteção previsto no item 4.3.3.1
- c) o tipo de proteção do item 4.4.1, será exigido apenas nos locais onde não houver presença de pessoa humana

Indústria, Comércio e Depósito

- a) com área de construção superior a 750 m^2 e/ou altura superior a 10 m, os tipos de proteção previstos nos itens 4.1.5, 4.1.6, 4.2.1, 4.2.2, 4.3.1, 4.3.3.6, 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3
- b) para edificações destinadas à indústria e depósitos não será permitida compartimentação em áreas superiores a $1,50 \text{ m}^2$, por pavimento
- c) para edificações destinadas a comércio e serviços com compartimentação em áreas superiores a 3000 m^2 , em pavimentos elevados ou 500 m^2 em subsolos e/ou altura superior a 23 m, será exigido o tipo de proteção previsto no item 4.3.3.1, além das exigências da letra "a".

Hotéis, Motéis e Similares

- a) com área de construção superior a 750 m^2 e/ou 10 m de altura os tipos de proteção previstos nos itens 4.1.5, 4.1.6, 4.2.1, 4.2.2, 4.3.1, 4.3.3.6, 4.4.1 e 4.4.3
- b) não serão permitidas compartimentação com áreas superiores a 950 m^2
- c) com área de construção superior a 3000 m^2 e/ou altura superior a 23 m será exigido o tipo de proteção previsto no item 4.3.3.1, além das exigências da letra "a".

A edificação destinada a ocupação ou uso não listado será classificada por similaridade.

Para edificações que não atenderem às exigências dos itens 4.1.5 e 4.1.6, será exigido o tipo de proteção previsto no item 4.3.3.1.

Para as edificações com ocupações de risco de classe "C", além das exigências previstas em itens anteriores, será exigido o tipo de proteção previsto no item 4.3.2.

Para as edificações com altura superior a 80 m, além das exigências constantes em itens anteriores específicos, será exigido o tipo de proteção previsto no item 4.2.3.

5 - SISTEMA DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

5.1 - Unidade Extintora

A tabela a seguir apresenta as características dos extintores para formar uma unidade extintora.

Substâncias	UNIDADE EXTINTORA	
	Capacidade do Extintor	Nº extintores para formar uma "UE"
Espuma	10 litros	1
Soda-Ácido	10 litros	1
	5 litros	2
Tetracloroeto de Carbono	3 litros	2
	2 litros	3
	1 litro	4
Gás Carbônico (CO ₂)	6 quilos	1
	4 quilos	2
Pó Químico Seco	4 quilos	1
Água sob Pressão	10 litros	1

Uma unidade extintora (UE) protegerá, em função da classe do risco, as áreas especificadas na tabela a seguir.

RISCO	ÁREA
Risco Classe "A"	500 m ²
Risco Classe "B"	300 m ²
Risco Classe "C"	200 m ²

Os extintores devem ser distribuídos, na área protegida, de forma a obedecer as distâncias preconizadas pela tabela a seguir:

RISCO	DISTÂNCIA
Risco Classe "A"	25 m
Risco Classe "B"	20 m
Risco Classe "C"	15 m

5.2 - Localização dos Extintores

Os extintores devem ser instalados com a parte superior a uma abertura inferior a 1,80 m em relação ao piso.

Devem ser escolhidos os seguintes locais: com menor probabilidade do fogo bloquear acesso aos mesmos; que permaneçam visíveis para que todos os usuários fiquem familiarizados com sua localização; permaneçam protegidos contra golpes; permaneçam desobstruídos. Os extintores não devem se localizar em paredes de escadas.

Os locais destinados aos extintores devem ser assinalados por círculo ou seta larga de cor vermelha, com bordas de cor amarela.

5.3 - Escolha do Tipo de Extintor a ser Utilizado

De acordo com a categoria do incêndio, seleciona-se o tipo de extintor a ser empregado de acordo com a tabela a seguir.

QUADRO COMPARATIVO DAS CARACTERÍSTICAS DOS
EXTINTORES
CARACTERÍSTICAS DOS EXTINTORES DE INCÊNDIOS

Extintor	Pó Químico Seco	Esmuma	Dióxido de Carbono	Água
Categoria do Incêndio				
I Madeira Tecidos Papéis etc.	NÃO; mas contro- la fogos superfi- ciais em fibras texteis.	SIM	NÃO; mas con- trolla peque- nos focos.	SIM
II Óleos Gasolina Tintas, etc	SIM	SIM	SIM	NÃO
III Equipamen- to elétri- co.	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Agente Extintor	Composto químico predominando o 2NaHCO_3	Bolhas cheias com gás iner- te.	Dióxido de carbono	Água
Método de Extin- ção	Abafamento	Resfriamento Abafamento	Abafamento	Resfria- mento.
Origem da pres- são de descarga	Cilindro de gás comprimido	Reação química entre os ele- mentos componen- tes da carga	Compressão do próprio agen- te extintor.	Cilindro de gás comprimi- do.
Operação para funcionamento	Abrindo a válvu- la de gás e acio- nando a válvula do esguicho	Invertendo o extintor.	Retirando o pino de segu- rança e acio- nando o gati- lho.	Abrindo a válvula do cilin- dro de gás.

Em um edifício, cada pavimento terá, no mínimo, 2 unidades extintoras.

Quando a proteção se faz por extintores sobre rodas, só será computado, no máximo, metade de sua capacidade em unidades extintoras do tipo correspondente. As distâncias a serem percorridas pelo operador do extintor sobre rodas são:

CLASSE DE RISCO	DISTÂNCIA (m)
A	40
B	30
C	25

Não é permitida a proteção de edificações unicamente por extintores sobre rodas, podendo-se ter, no máximo, até a metade da proteção total correspondente ao risco.

6 - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE COMBATE A INCÊNDIO

6.1 - Tipos de Instalações

Há dois tipos básicos de instalações hidráulicas para combate a incêndios: através de hidrantes de parede e por meio de sprinklers.

6.2 - Sistema de Proteção por Hidrantes

6.2.1 - Hidrantes

A edificação deve ser protegida por sistema de hidrantes internos ou externos, distribuídos de modo que qualquer ponto da área protegida possa ser alcançado por um jato de água proveniente de uma mangueira de comprimento máximo igual a 30 m.

Os hidrantes devem se localizar em pontos de fácil acesso e permanecerem visíveis a todos os usuários, como proximidades de portas externas, proximidades de escadas de saídas, não podendo, entretanto, serem instalados em escadas.

Os hidrantes são constituídos por um registro de 63 mm, sendo de 1,0 a 1,5 m a sua altura em relação ao piso.

6.2.2 - Canalização

A canalização de alimentação dos hidrantes deverá ter diâmetro mínimo de 63 mm e ser independente da instalação de água para abastecimento, ter velocidade de escoamento máxima de 5 m/s e executada com os seguintes materiais: ferro fundido, sobre, aço preto e aço galvanizado. As canalizações de PVC rígido e cimento amianto são aceitos para execução de redes externas enterradas.

A canalização deverá ser dimensionada com base no número máximo de hidrantes em uso, não sendo permitido o emprego de bomba com altura manométrica superior a 100 m.c.a.

Para cada 1000 l/min de vazão no sistema de hidrantes, deverá haver um prolongamento da canalização, em geral, até o passeio, onde serão instalados os "registros de recalque" (hidrantes subterrâneos), de 63 mm de diâmetro e espaçador de no máximo 20 m entre si. Os hidrantes subterrâneos, instalados no passeio, deverão ser encerrados em caixas de alvenaria, de 40 X 60 cm e profundidade inferior a 0,5 m, pois a expedição, voltada para cima em um ângulo de 45° e dotada de engate rápido, deverá estar a uma distância inferior a 0,15 m do piso. O "registro de recalque" poderá, também, ser instalado na parede da edificação, com a expedição voltada para a rua, a uma altura mínima de 0,6 m e máxima de 1,0 m. No caso de indústrias, pode-se usar um hidrante de coluna em lugar do "registro de recalque".

Quando a alimentação do sistema de hidrantes for feita por gravidade, não será permitida a instalação de válvula de retenção no "registro de recalque".

6.2.3 - Mangueiras - Abrigos - Esguichos

Apresenta-se, a seguir, as mangueiras e respectivos esguichos, em função da classe de risco:

CLASSE DE RISCO	MANGUEIRA E ESGUICHO
A	mangueira de 38 mm de diâmetro, comprimento de 30 m e esguicho de 13 mm de diâmetro
B	mangueira de 38 mm de diâmetro, comprimento de 30 m e esguicho de 16 mm de diâmetro
C	mangueira de 63 mm de diâmetro, comprimento de 30 m e esguicho de 19 mm de diâmetro

Os hidrantes e respectivas mangueiras deverão ser instalados em abrigos que não possuam portas providas de fechaduras.

6.2.4 - Vazões e Pressões Necessárias

Para edificações com classe de risco A, onde a alimentação do sistema de Hidrantes se faz através de reservatórios elevados, será permitida uma pressão dinâmica mínima de 6 m no esguicho do hidrante mais desfavorável e nos demais, as pressões resultantes do dimensionamento das canalizações. Assim, o alcance do jato de água fica reduzido, de acordo com a pressão em cada esguicho.

Para edificações de até 4 pavimentos, com risco predominante de classe A e que possua no térreo, risco de classe B, será obrigatório o uso de mangueiras de 63 mm e esguichos de 16 mm no térreo quando a alimentação do sistema de hidrantes for feita através de reservatórios elevados.

O número de hidrantes em funcionamento a ser considerado depende do número total de hidrantes do sistema, conforme segue.

Nº DE HIDRANTES DA INSTALAÇÃO	Nº DE HIDRANTES EM FUNCIONAMENTO
1	1
2, 3 ou 4	2
5 ou 6	3
> 6	4

As vazões dos hidrantes são consideradas no bocal do esguicho acoplado à mangueira. A pressão mínima no bocal do esguicho do hidrante mais desfavorável será de 15 m.c.a. A vazão poderá ser determinada por:

$$Q = Cd.S. \sqrt{2g h} \quad , \text{ onde:}$$

Q - vazão no bocal (m^3/s)

S - área do bocal (m^2)

g - aceleração da gravidade (m/s^2)

h - pressão no bocal (m)

Cd- coeficiente de descarga (0,95 a 0,98)

Quando o sistema de hidrantes se destina à proteção de instalações de produção, manipulação, armazenamento e distribuição de derivados de petróleo e álcool (risco de classe C), a pressão mínima no hidrante mais desfavorável será de 40 m.c.a. para áreas descobertas e 30 m.c.a. para áreas cobertas.

6.2.5 - Reservação

A capacidade dos reservatórios destinados ao combate a incêndios deverá ser suficiente para garantir a alimentação dos hidrantes em funcionamento por um período de tempo que depende da área total construída, como segue:

Área Total Construída	Tempo de Alimentação
até 20.000 m^2	30 min
entre 20001 e 30000 m^2	45 min
entre 30001 e 50000 m^2	60 min
750000 m^2	120 min

Para o caso de edificações de produção, manipulação, armazenamento e distribuição de derivados de petróleo e álcool, o tempo de suprimento será de 120 minutos.

A capacidade mínima de reserva para combate a incêndio é de 5 m³. Não é permitida a utilização de reserva de incêndio com o emprego conjugado de reservatórios inferiores e superiores. A reserva, feita em reservatórios elevados, poderá ser desmembrada em unidades mínimas de 5 m³. Quando a reserva for feita em reservatório inferior, não será permitido o desmembramento do volume total.

Poderá ser usado um mesmo reservatório para abastecimento e reserva de incêndio, desde que seja assegurada a reserva prevista para cada caso.

O volume de água necessário para combate a incêndio será:

$$V = Q \cdot T$$

T - período de suprimento (min)

Q - vazão corresponde ao número de hidrantes em funcionamento (l/min)

V - volume de reserva (l)

6.3 - Instalação Hidráulica de "Sprinklers"

Esse tipo de instalação é automática, de modo que ao se iniciar um incêndio, sua ação é imediata, evitando a propagação do fogo.

De acordo com as Normas que regem as instalações de "Sprinklers" automáticos, os riscos estão divididos em três classificações distintas: risco pequeno, comum e grande.

a) Risco Pequeno

Esta classificação enquadra locais onde a quantidade e combustibilidade dos conteúdos é baixa, destacando-se: hospitais, escolas, escritórios, bibliotecas e prédio de apartamentos.

b) Risco Comum

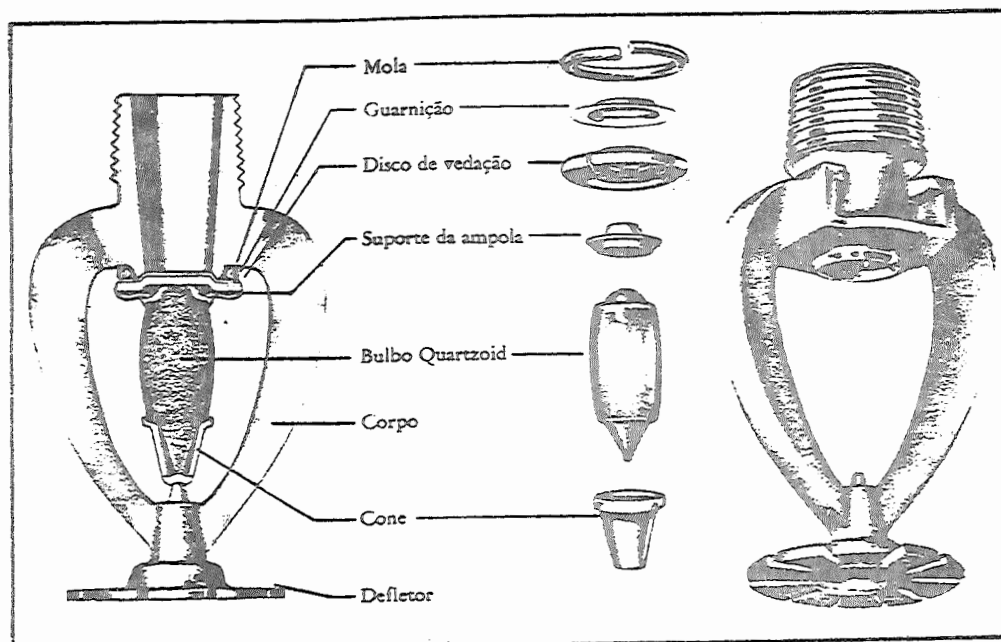
Esta classificação inclui edifícios comerciais ou industriais relacionados com o manuseio, processamento e estoque de materiais de combustão normal, excluindo-se, entretanto, fogos de artifício e fábricas de tintas e vernizes.

c) Risco Grande

Incluem-se, nesta classificação, os edifícios comerciais e industriais onde o manuseio e os processos de fabricação representam grande risco de incêndio, onde se destacam: fabricantes de fogos de artifícios, pneus celulose, tintas e vernizes, espuma de plástico, etc.

6.3.1 - Tipos de Sprinklers e Funcionamento

De modo geral, empregam-se os sprinklers da marca Grinnell, tipo "Quartzoid", que é apresentado na figura a seguir.



O elemento operador do "sprinkler" é a ampola feita de "Quartzoid", uma substância transparente. A ampola contém um líquido altamente expansível e sensível ao calor, capaz de exercer uma força de rompimento muito elevada quando aquecida à temperatura de funcionamento.

Uma das características mais importantes do sprinklers da marca Grinnell é o sistema de alarme. Quando o fogo provoca a operação de um "sprinkler", a água escoá através de uma válvula de alarme que emite o sinal ruidoso de um gongo.

Para cada classe de risco, há tipos específicos de "sprinklers" a serem empregados. A tabela a seguir apresenta a temperatura de funcionamento, que é identificada pela cor do líquido na ampola.

CLASSIFICAÇÃO DO SPRINKLER		TEMPERATURA QUE NÃO DEVERÁ SER EXCEDIDA ONDE O SPRINKLER ESTÁ LOCALIZADO		COR DO LÍQUIDO NA AMPOLA
°F.	°C.	°F.	°C.	
155°	68°	120°	49°	Vermelho
175°	79°	140°	60°	Amarelo
200°	93°	165°	74°	Verde
286°	141°	250°	121°	Azul
360°	182°	320°	160°	Violeta
440°	227°	400°	204°	Preto
500°	260°	460°	238°	Preto

É conveniente que sejam consultados catálogos para a escolha conveniente do tipo de "sprinkler" a ser empregado. A tabela a seguir apresenta os principais tipos de "sprinklers" de Grinnell, relacionados com a classificação do risco.

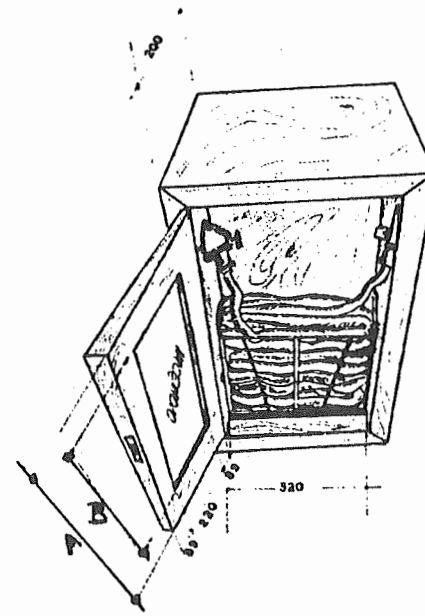
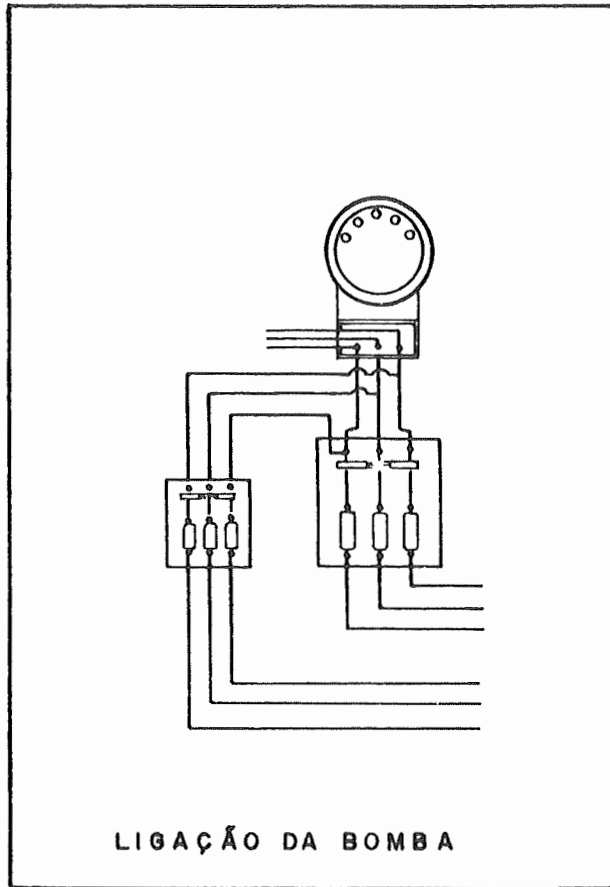
RISCO	TIPO DE SPRINKLER	DIÂMETROS NOMINAL DO ORIFÍCIO (mm)
Pequeno	K, L, E, F	K, L 10 mm
		E, F 15 mm
Comum	E, F	15 mm
Grande	J	20 mm

6.3.2 - Dimensionamento da Instalação

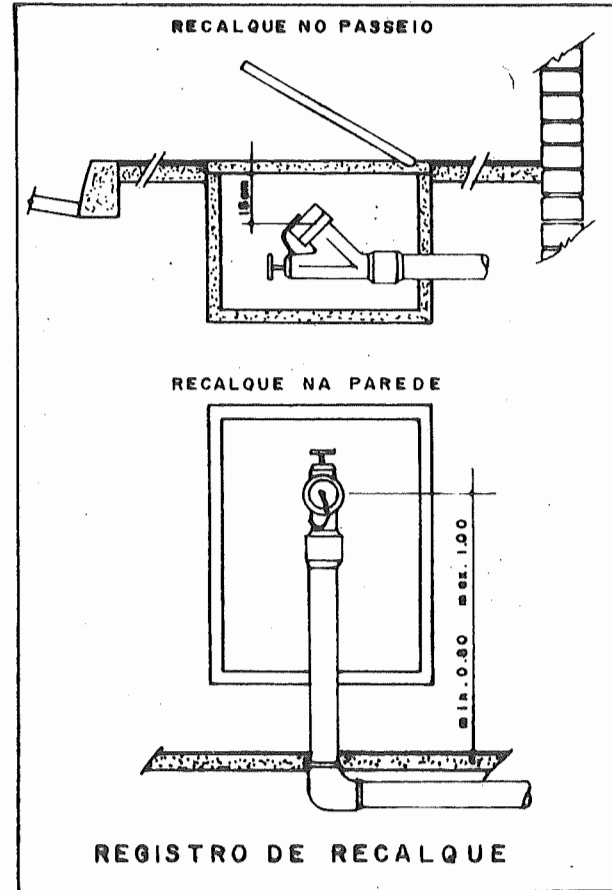
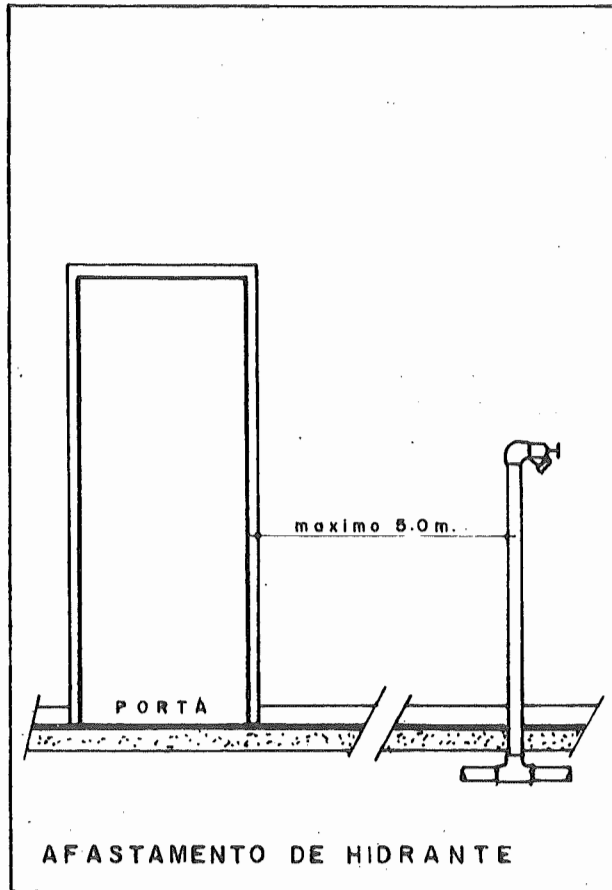
Por ser uma instalação altamente especializada, o projeto e execução da instalação são, geralmente, feitos por firmas fornecedoras de equipamentos. A tabela a seguir, apresenta a área de influência de um sprinkler e a distância máxima entre eles.

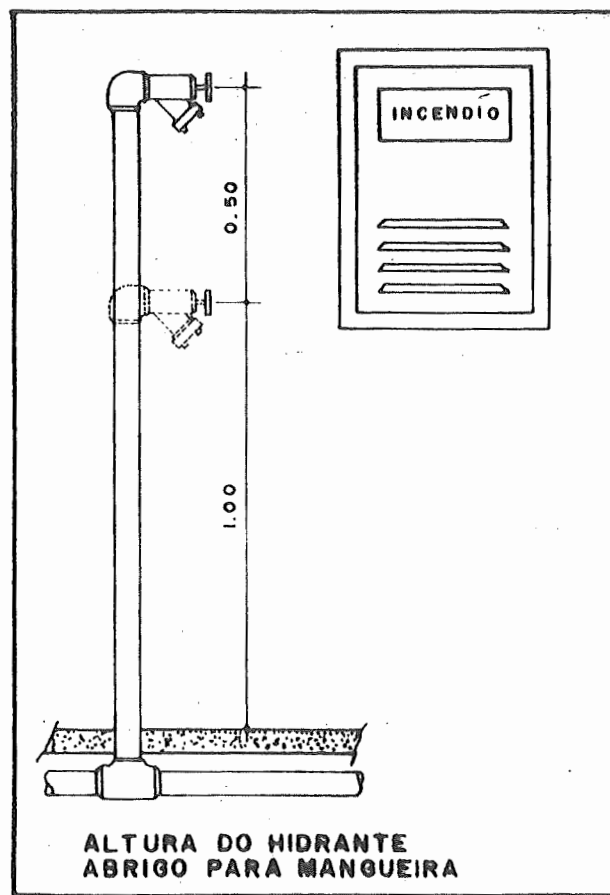
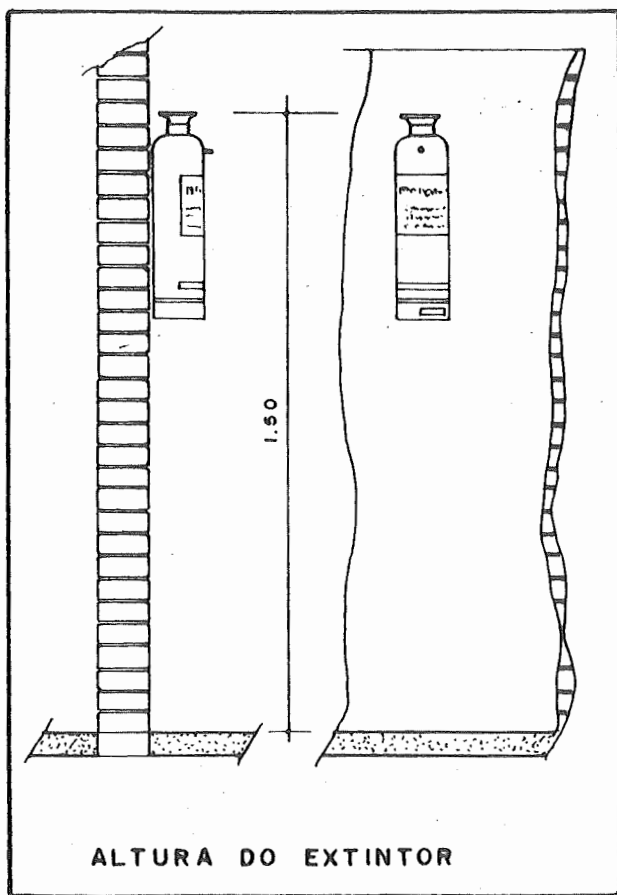
RISCO	ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SPRINKLER (m ²)	DISTÂNCIA ENTRE SPRINKLER (m)
Pequeno	18	4,5
Comum	9	4,0
Grande	8	3,5

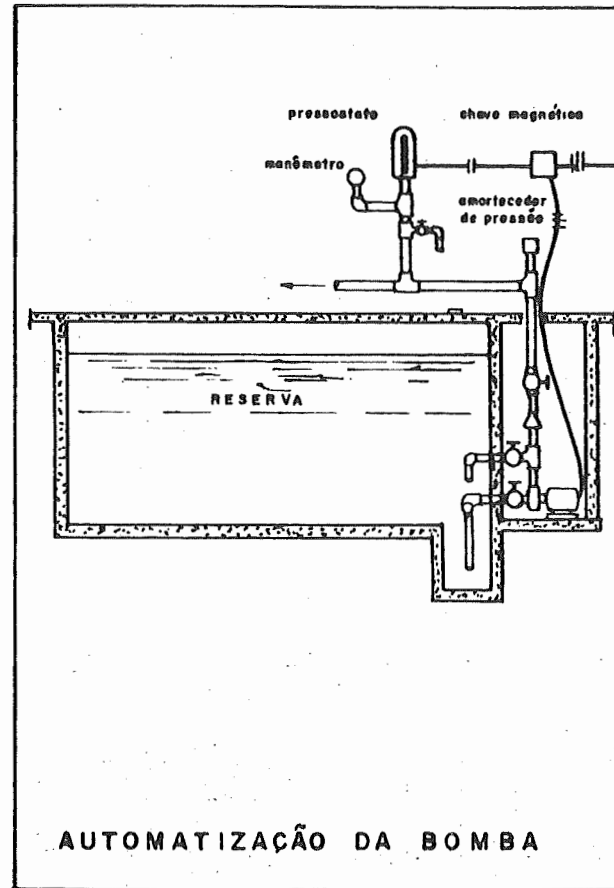
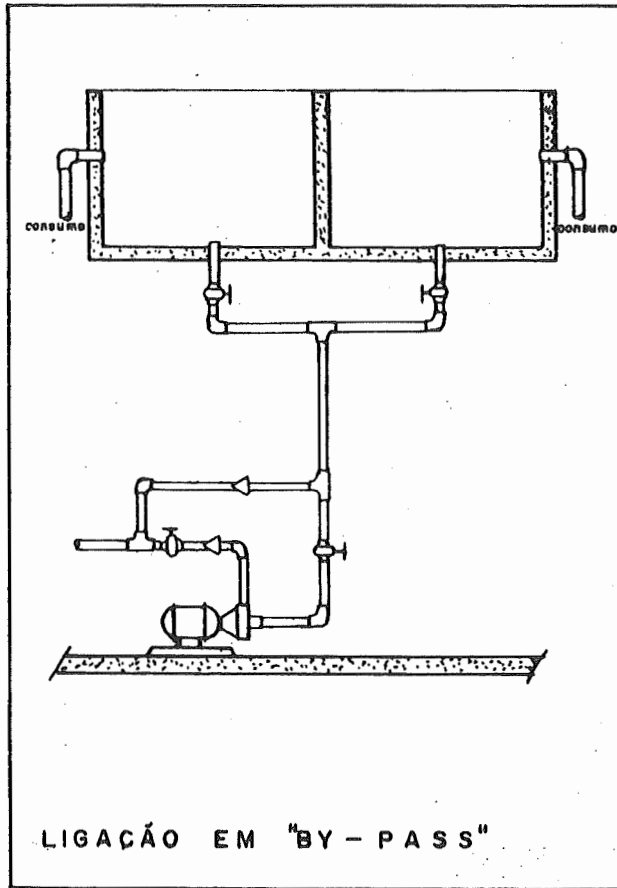
As canalizações de instalação, altura do reservatório de água (volume da ordem de 125m³), emprego ou não de bombas, são características inerentes ao tipo de sprinkler empregado e pressão de funcionamento. Recomenda-se a consulta das firmas de equipamentos.

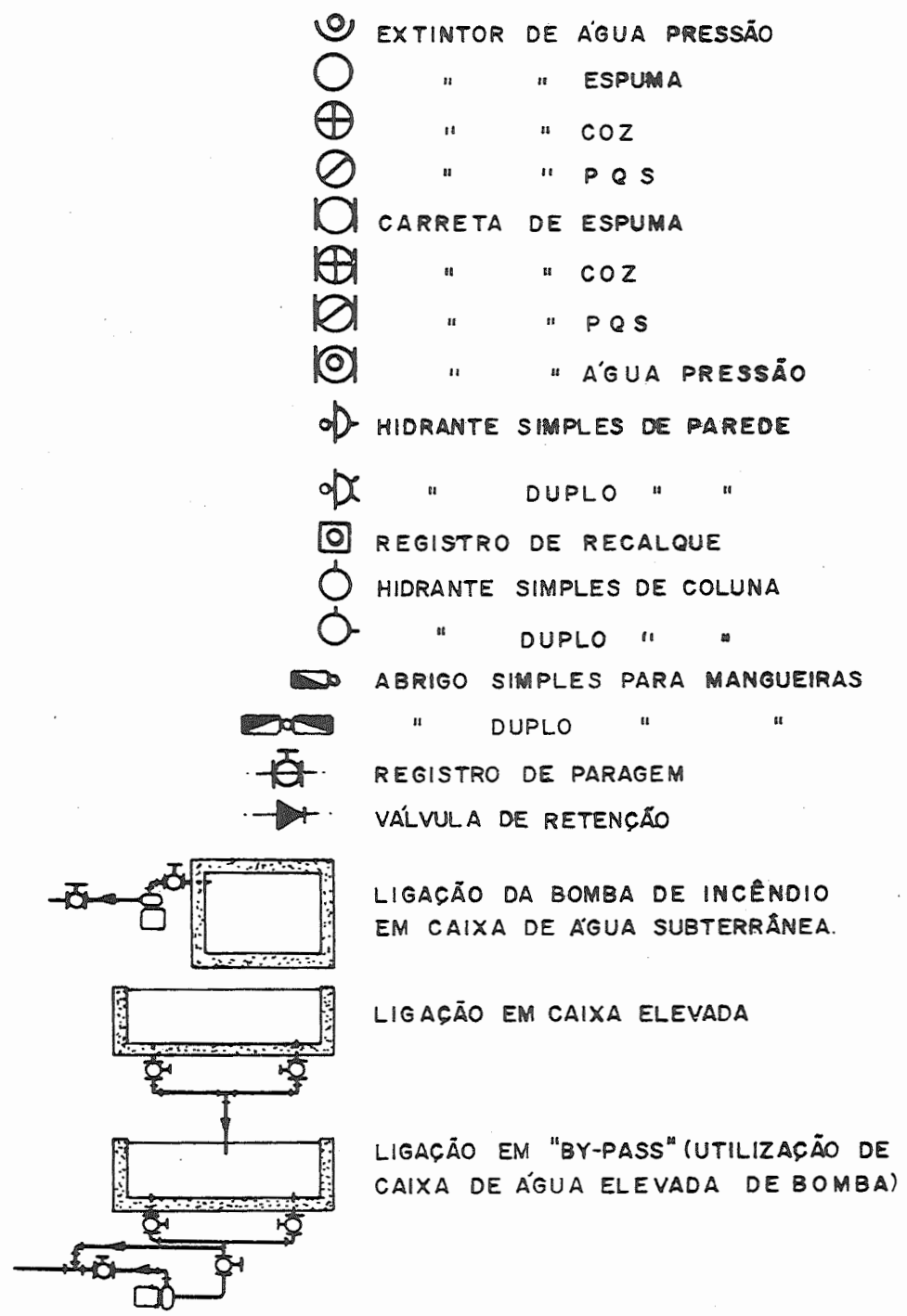


COMPRIMENTO DA MANGUEIRA EM METROS	DIMENSÕES EM mm	
	A	B
10	530	330
15	570	390
20	610	430
25	650	470
30	690	510





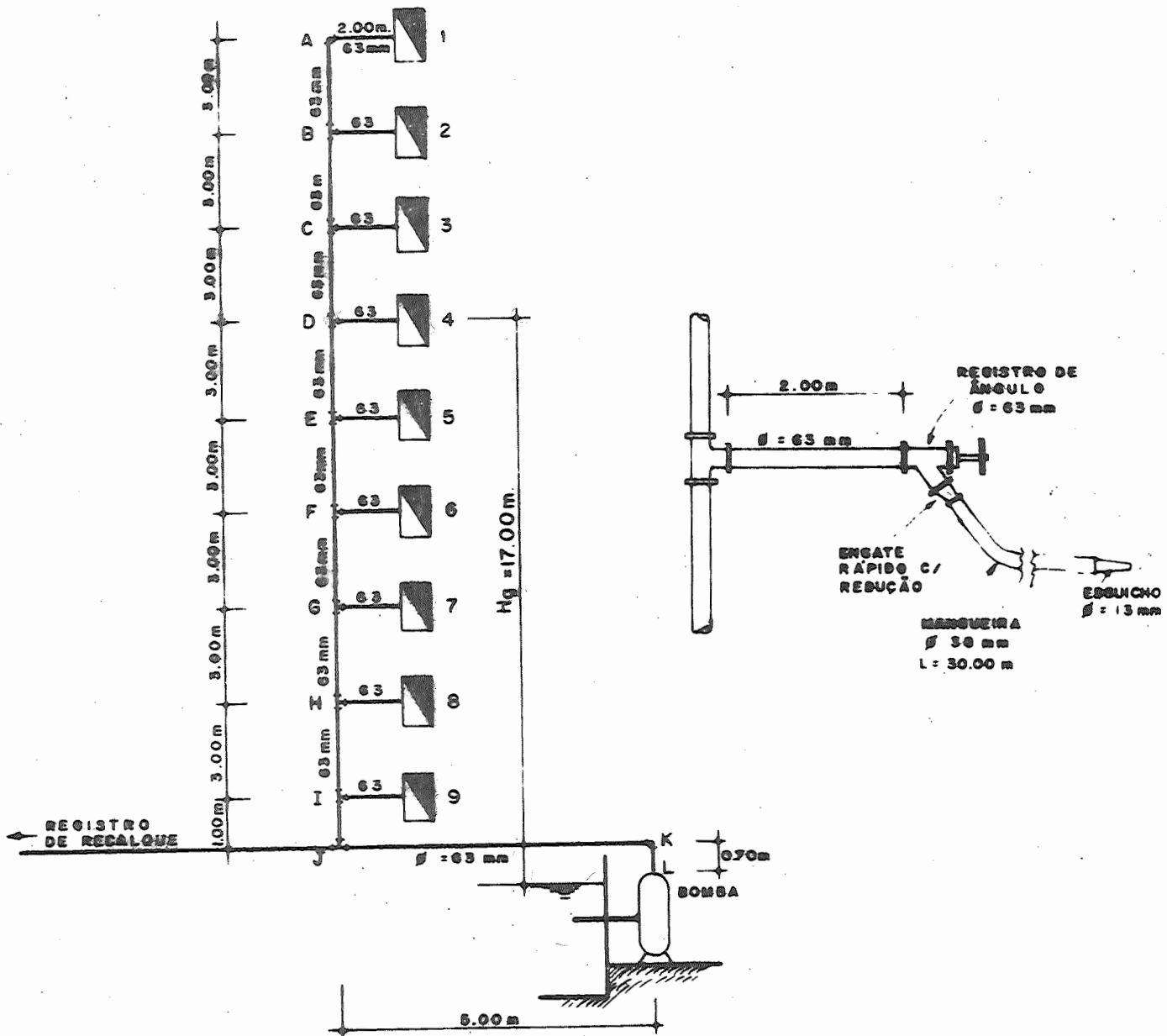




LEGENDA PARA PROJETO DE INSTALAÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIOS

Exemplo de dimensionamento de uma instalação de combate a incêndio, por hidrantes, risco classe A.

Dimensionar uma instalação de combate a incêndio, por hidrantes, com bombeamento, para um edifício de 9 pavimentos, risco classe A, com área inferior a 20000 m².



1. Número de Hidrantes : 9
2. Número de Hidrantes em uso simultâneo: 4
3. Hidrante mais desfavorável: nº 1, cuja pressão no esguicho deverá ser igual a 15 m.c.a. (Norma)
4. Cálculo de Q (vazão) no hidrante nº 1 e Pressão no ponto A

$$P_A = \text{pressão min bocal} + \Delta h_{\text{mang}} + \Delta h_{\text{red}} + \Delta h_{\text{reg}} + \Delta h_{\text{canal.}} + \Delta h_{\text{curva } 90^\circ}$$

A-1

P/ p_{min} bocal = 15 m.c.a., pela tabela, tem-se:

- $Q_1 = 2,21 \text{ l/s}$

- $J_{\text{mang}} = 0,125 \text{ m/m}$, $\Delta h_{\text{mang}} = 3,75 \text{ m}$ ($\phi = 38 \text{ mm}$)

- $J_{\text{canal.}} = 0,0119 \text{ m/m}$ ($\phi = 63 \text{ mm}$)

Perdas localizadas:

- Registro de ângulo, 63 mm: 10,0 m

- Redução 63 x 38 mm : 0,40 m

- Curva 90° : 0,80 m

$\Delta h_{\text{canal.}} = J_{\text{canal.}} \times (1 + l_{\text{equiv.}}) \Delta h_{\text{canal.}} = 0,0119 (2,00 + 10,00 + 0,40 + 0,80) \Delta h_{\text{canal.}} = 0,16 \text{ m}$

$P_A = 15,00 + 3,75 + 0,16$

$P_A = 18,91 \text{ m}$

5. Cálculo de P_B

$P_B = P_A + \Delta h_{AB} + 3,00$

$h_{AB} = J_{\text{canal.}} \times (l_{AB} + l_{Te}) \Delta h_{AB} = 0,0119 (3,00 + 1,30) \Delta h_{AB} = 0,05 \text{ m}$

$P_B = 21,96 \text{ m}$

6. Cálculo de Q_2

Adota-se $Q_2 = 2,38 \text{ l/s}$ e verifica-se P_B

Pela tabela, tem-se

$J_{\text{canal.}} = 0,0137 \text{ m/m}$

$\Delta h_{\text{mang}} = 4,32 \text{ m}$

$P_{\text{esguicho}} = 17,40 \text{ m}$

$\Delta h_{\text{canal.}} = 0,0137 (2,00 + 10,00 + 0,40 + 4,30) \Delta h_{\text{canal.}} = 0,23 \text{ m}$

$P_B = 17,40 + 4,32 + 0,23$

$P_B = 21,95 \text{ m}$

$21,95 \text{ m} \approx 21,96 \text{ m}$ O.K.

logo $Q_2 = 2,38 \text{ l/s}$

7. Cálculo de P_c

$P_c = P_B + \Delta h_{Bc} + 3,00$

$Q_{Bc} = Q_1 + Q_2 = 4,59 \text{ l/s}$



$$P_c = 21,96 + 0,0490 (3,00 + 1,30) + 3,00$$

$$P_c = 25,17 \text{ m}$$

8. Cálculo de Q_3

$$Q_3 = 2,55 \text{ l/s}$$

Por raciocínio análogo ao do item 6, tem-se $P_c = 25,21 \text{ m}$

$$25,21 \approx 25,17 \text{ O.K.}$$

logo $Q_3 = 2,55 \text{ l/s}$

9. Cálculo de P_D

$$P_D = P_c + \Delta h_{\text{canal.}} + 3,00$$

$$Q_{cD} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 7,14 \text{ l/s}$$

$$P_D = 25,17 + 0,1171 (3,00 + 1,3) + 3,0$$

$$P_D = 28,67 \text{ m}$$

10. Cálculo de Q_4

$$\text{Para } Q_4 = 2,72, \text{ tem } P_D = 28,68 \text{ m}$$

$$28,67 \approx 28,68$$

logo $Q_4 = 2,72 \text{ l/s}$

11. Volume a ser armazenado para o suprimento dos quatro hidrantes superiores em funcionamento, durante 30 minutos.

$$Q = 2,21 + 2,38 + 2,55 + 2,72$$

$$Q = 9,86 \text{ l/s} \quad v \approx 2,90 \text{ m/s} < 5,00 \text{ m/s} \text{ O.K.}$$

$$V = 9,86 \times 60 \times 30$$

$$V = 17748 \text{ l}$$

12. Cálculo da Potência do Conjunto motor-bomba

$$Q = 9,86 \text{ l/s}$$

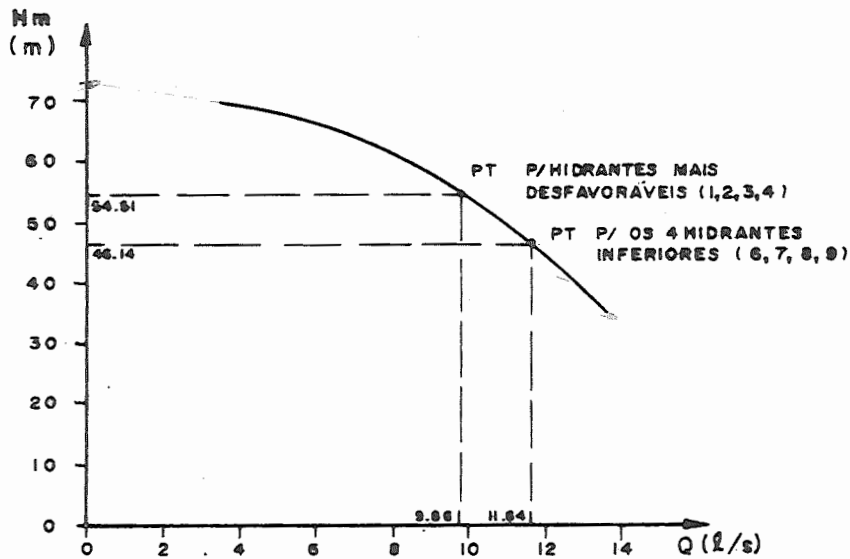
$$H_m = H_g + P_D + \Delta H_{LD}$$

$$H_g = 17,00 \text{ m} \quad P_D = 28,67 \text{ m}$$
$$\Delta H_{LD} = J \cdot L_{LD}$$
$$\Delta H_{LD} = 8,84 \text{ m}$$
$$H_m = 54,51 \text{ m}$$

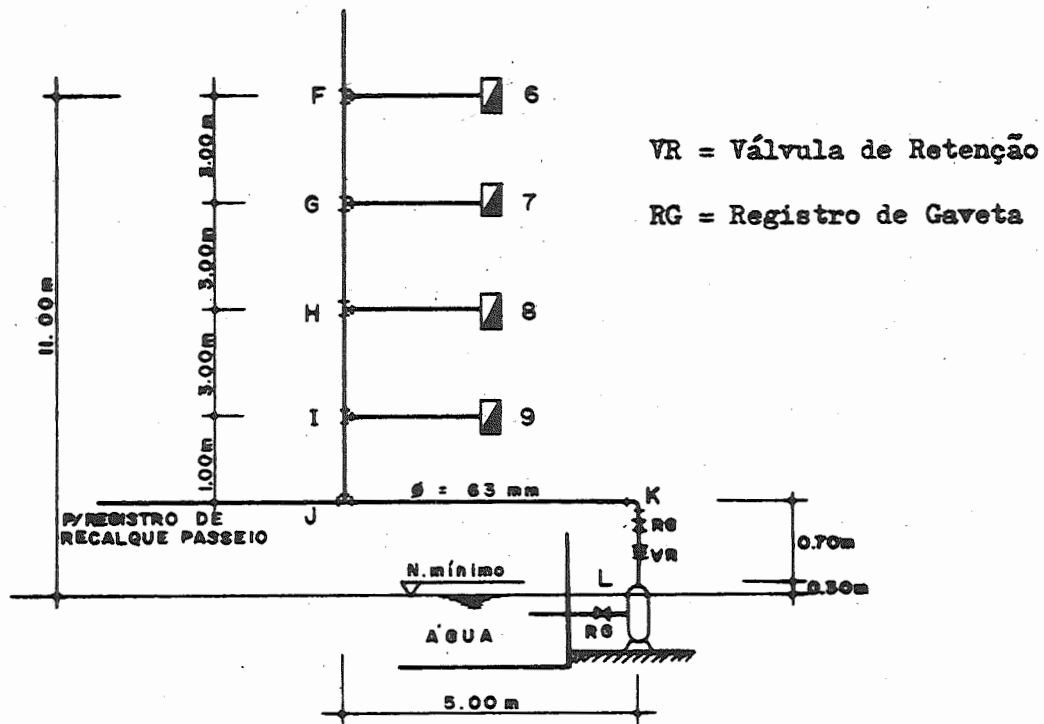
$$P = \frac{Q H_{mj}}{75 \eta} \quad \eta \approx 0,55$$

$$P = 13,03 \text{ H}$$

$P = 14 \text{ HP}$



Curva característica da bomba escolhida



Para o funcionamento dos 4 hidrantes inferiores (menos desfavoráveis), vamos ter uma altura manométrica menor que 54,51 m e uma vazão maior que 9,86 l/s. Admite-se o ponto de funcionamento da bomba: $Q = 11,64$ l/s e $H_m = 46,14$ m

Cálculo de P_I

$$Q_{LI} = 11,64 \text{ l/s} \quad D = 63 \text{ mm} \quad J \approx 0,35 \text{ m/m}$$

$$\Delta H_{LI} = J \cdot L = 6,16 \text{ m}$$

$$P_I = H_m - \Delta H_{LI} - 1,70 \quad P_I = 38,28 \text{ m}$$

Com o valor de P_I obtem-se por tentativas Q_g .

Adotando-se $Q_g = 3,14$ tem-se $P_I = 38,30$ m

Portanto $38,28 \approx 38,30$ O.K.

Cálculo de P_H

$$Q_{IH} = 11,64 - 3,14 = 8,50 \text{ l/s}$$

$$P_H = P_I - \Delta H_{IH} - 3,00 \quad \Delta H_{IH} = J \cdot L = 0,71 \text{ m} \quad P_H = 34,32 \text{ m}$$

$$Q_8 = 2,98 \text{ l/s} \Rightarrow P_8 = 27,40 \text{ m} \Rightarrow P_H = 34,41 \text{ m}$$

$34,32 \approx 34,41$ O.K.

Logo

$$Q_8 = 2,98 \text{ l/s}$$

Cálculo de P_G

$$Q_{HG} = 8,50 - 2,98 = 5,52 \text{ l/s}$$

$$P_G = P_H - \Delta H_{HG} - 3,00$$

$$\Delta H_{HG} = 0,30 \text{ m}$$

$$P_G = 31,02 \text{ m}$$

$$Q_7 = 2,83 \text{ l/s} \Rightarrow P_7 = 24,60 \text{ m} \Rightarrow P_G = 30,95 \text{ m}$$

$$31,02 \approx 30,95 \quad \text{O.K.}$$

logo

$$Q_7 = 2,83 \text{ l/s}$$

Cálculo de P_6

$$Q_{GF} = 5,52 - 2,83 = 2,69 \text{ l/s}$$

$$P_6 = P_G - H_{G6} - 3,00 - \Delta H_{\text{mang}}$$

$$\Delta H_{G6} = 0,36 \text{ m} \quad \Delta H_{\text{mang}} = 5,46 \text{ m}$$

$$P_6 = 22,20 \text{ m}$$

$$Q_6 = 2,69 \text{ l/s}$$

$$2,69 = 2,69 \quad \text{O.K.}$$

Vazão da Bomba (Verificação)

$$Q_{\text{Bomba}} = 2,69 + 2,83 + 2,98 + 3,14 = 11,64 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{Bomba}} = 11,64 \text{ l/s}$$

$$H_{\text{man}} = 46,14 \text{ m}$$

= Vazão Admitida por TentativasO.K.: Confere com os valores da curva característica

Cálculo do Volume a ser armazenado para o funcionamento simultâneo dos 4 hi
drantes inferiores, durante 30 minutos.

$$V = 11,64 \times 60 \times 30 = 20.952 \text{ l}$$

$$\boxed{V = 20.952 \text{ l}} > 17.748 \text{ l}$$

Diâmetro de Esguicho (mm)	Pressão no Esguicho (mca)	Vazão no Esguicho		(k = 0,06 mm) mangueira		Aço Galvanizado (k = 0,20 mm) Canalização
		l/s	l/min	J (m/m)	h = 30, J (mca)	J (m/m)
				Ø 38 mm	Ø 38 mm	Ø 63 mm
13	6,0	1,40	83,8	0,052	1,56	0,0050
13	6,4	1,44	86,5	0,055	1,65	0,0053
13	6,8	1,49	89,2	0,058	1,74	0,0056
13	7,2	1,53	91,8	0,062	1,86	0,0059
13	7,6	1,57	94,3	0,065	1,95	0,0062
13	8,0	1,61	96,7	0,068	2,04	0,0065
13	8,4	1,65	99,1	0,071	2,13	0,0068
13	8,8	1,69	101,5	0,075	2,25	0,0071
13	9,2	1,73	103,7	0,078	2,34	0,0074
13	9,6	1,77	106,0	0,081	2,43	0,0077
13	10,0	1,80	108,1	0,085	2,55	0,0080
13	10,5	1,85	110,8	0,089	2,67	0,0084
13	11,0	1,89	113,4	0,093	2,79	0,0088
13	11,5	1,93	116,0	0,097	2,91	0,0092
13	12,0	1,97	118,5	0,100	3,00	0,0095
13	12,5	2,02	120,9	0,105	3,15	0,0100
13	13,0	2,06	123,3	0,109	3,27	0,0104
13	13,5	2,09	125,7	0,112	3,36	0,0107
13	14,0	2,13	128,0	0,117	3,51	0,0111
13	14,5	2,17	130,2	0,121	3,63	0,0115

Diâmetro de Esguicho (mm)	Pressão no Esguicho (mca)	Vazão no Esguicho		(k = 0,06 mm) mangueira		Aço Galvanizado (k = 0,20 mm) Canalização
		l/s	l/min	J (m/m) Ø 38 mm	h = 30.J (mca) Ø 38 mm	J (m/m) Ø 63 mm
13	15,0	2,21	132,5	0,125	3,75	0,0119
13	15,5	2,24	134,6	0,129	3,87	0,0122
13	16,0	2,28	136,8	0,133	3,99	0,0126
13	16,5	2,32	138,9	0,137	4,10	0,0131
13	17,0	2,35	141,0	0,141	4,23	0,0134
13	17,5	2,38	143,1	0,144	4,33	0,0137
13	18,0	2,42	145,1	0,149	4,47	0,0142
13	18,5	2,45	147,1	0,153	4,59	0,0145
13	19,0	2,48	149,1	0,156	4,68	0,0148
13	19,5	2,52	151,0	0,161	4,82	0,0153
13	20,0	2,55	153,0	0,165	4,95	0,0157
13	20,5	2,58	154,8	0,169	5,07	0,0160
13	21,0	2,61	156,7	0,172	5,16	0,0164
13	21,5	2,64	158,6	0,177	5,30	0,0168
13	22,0	2,67	160,4	0,180	5,40	0,0171
13	22,5	2,70	162,2	0,185	5,54	0,0176
13	23,0	2,73	164,0	0,188	5,64	0,0179
13	23,5	2,76	165,8	0,192	5,77	0,0183
13	24,0	2,79	167,6	0,196	5,88	0,0186

Diâmetro de Esguicho (mm)	Pressão no Esguicho (mca)	Vazão no Esguicho		(k = 0,06 mm) mangueira		Aço Galvanizado (k = 0,20 mm) Canalização
		l/s	l/min	J (m/m) Ø 38 mm	h = 30.J (mca) Ø 38 mm	J (m/m) Ø 63 mm
13	24,5	2,82	169,3	0,201	6,02	0,0191
13	25,0	2,85	171,0	0,204	6,12	0,0194
13	25,5	2,88	172,7	0,208	6,23	0,0198
13	26,0	2,91	174,4	0,212	6,36	0,0202
13	26,5	2,93	176,1	0,215	6,46	0,0205
13	27,0	2,96	177,7	0,219	6,57	0,0209
13	27,5	2,99	179,3	0,223	6,69	0,0213
13	28,0	3,02	181,0	0,228	6,84	0,0217
13	28,5	3,04	182,6	0,231	6,93	0,0220
13	29,0	3,07	184,2	0,235	7,05	0,0224
13	29,5	3,10	185,8	0,240	7,20	0,0228
13	30,0	3,12	187,3	0,243	7,26	0,0231
13	30,5	3,15	188,9	0,247	7,41	0,0236
13	31,0	3,17	190,4	0,250	7,50	0,0239
13	31,5	3,20	191,9	0,255	7,65	0,0243
13	32,0	3,22	193,5	0,258	7,74	0,0246
13	32,5	3,25	195,0	0,263	7,89	0,0250
13	33,0	3,27	196,5	0,266	7,98	0,0253
13	33,5	3,30	197,9	0,271	8,13	0,0258
13	34,0	3,32	199,4	0,274	8,22	0,0261

Diâmetro de Esguicho (mm)	Pressão no Esguicho (mca)	Vazão no Esguicho		(k = 0,06 mm) mangueira		Aço Galvanizado (k = 0,20 mm) Canalização
		l/s	l/min	J (m/m) Ø 38 mm	h = 30.J (mca) Ø 38 mm	J (m/m) Ø 63 mm
13	34,5	3,35	200,9	0,279	8,37	0,0266
13	35,0	3,37	202,3	0,282	8,46	0,0269
13	35,5	3,40	203,8	0,287	8,61	0,0273
13	36,0	3,42	205,2	0,290	8,70	0,0276
13	36,5	3,44	206,6	0,293	8,79	0,0280
13	37,0	3,47	208,0	0,299	8,97	0,0284
13	37,5	3,49	209,4	0,302	9,06	0,0288
13	38,0	3,51	210,8	0,305	9,15	0,0291
13	38,5	3,54	212,2	0,310	9,30	0,0296
13	39,0	3,56	213,6	0,313	9,39	0,0300
13	39,5	3,58	214,9	0,317	9,51	0,0302
13	40,0	3,60	216,3	0,320	9,60	0,0305
13	41,0	3,65	219,0	0,329	9,87	0,0314
13	42,0	3,69	221,6	0,336	10,08	0,0321
13	43,0	3,74	224,3	0,345	10,35	0,0329
13	44,0	3,78	226,9	0,352	10,56	0,0336
13	45,0	3,82	229,4	0,360	10,80	0,0343
13	46,0	3,87	232,0	0,368	11,04	0,0352
13	47,0	3,91	234,5	0,376	11,28	0,0359
13	48,0	3,95	236,9	0,384	11,52	0,0366

Diâmetro de Esguicho (mm)	Pressão no Esguicho (mca)	Vazão no Esguicho		(k = 0,06 mm) mangueira		Aço Galvanizado (k = 0,20 mm) Canalização	
		l/s	l/min	J (m/m) Ø 38 mm	h = 30.J (mca) Ø 38 mm	J (m/m) Ø 63 mm	
13	49,0	3,99	239,4	0,391	11,73		0,0373
13	50,0	4,03	241,8	0,398	11,94		0,0381
16	15,0	3,34	200,6	0,277	8,31		0,0264
16	15,5	3,40	204,0	0,287	8,61		0,0274
16	16,0	3,45	207,2	0,295	8,85		0,0281
16	16,5	3,51	210,4	0,305	9,15		0,0291
16	17,0	3,56	213,6	0,313	9,39		0,0299
16	17,5	3,61	216,7	0,322	9,66		0,0307
16	18,0	3,66	219,8	0,331	9,93		0,0316
16	18,5	3,71	222,8	0,340	10,20		0,0324
16	19,0	3,76	225,8	0,349	10,47		0,0332
16	19,5	3,81	228,8	0,358	10,74		0,0341
16	20,0	3,86	231,7	0,366	10,98		0,0350
16	20,5	3,91	234,6	0,376	11,28		0,0359
16	21,0	3,96	237,4	0,385	11,55		0,0368
16	21,5	4,00	240,2	0,392	11,76		0,0375
16	22,0	4,05	243,0	0,402	12,06		0,0384
16	22,5	4,10	245,7	0,412	12,36		0,0394
16	23,0	4,14	248,5	0,420	12,60		0,0401

Diâmetro de Esguicho (mm)	Pressão no Esguicho (mca)	Vazão no Esguicho		(k = 0,06 mm) mangueira		Aço Galvanizado - Canalização (k = 0,20 mm)
		l/s	l/min	J (m/m) Ø 38 mm	h = 30.J (mca) Ø 38 mm	J (m/m) Ø 63 mm
16	23,5	4,19	251,1	0,431	12,93	0,0411
16	24,0	4,23	253,8	0,439	13,17	0,0418
16	24,5	4,27	256,4	0,447	13,41	0,0426
16	25,0	4,32	259,0	0,457	13,71	0,0436
16	25,5	4,36	261,6	0,464	13,92	0,0444
16	26,0	4,40	264,2	0,473	14,19	0,0452
16	26,5	4,44	266,7	0,482	14,46	0,0460
16	27,0	4,49	269,2	0,492	14,76	0,0470
16	27,5	4,53	271,7	0,501	15,03	0,0478
16	28,0	4,57	274,1	0,510	15,30	0,0486
16	28,5	4,61	276,6	0,518	15,54	0,0495
16	29,0	4,65	279,0	0,526	15,78	0,0503
16	29,5	4,69	281,4	0,535	16,05	0,0511
16	30,0	4,73	283,8	0,544	16,32	0,0520
16	30,5	4,77	286,1	0,553	16,59	0,0529
16	31,0	4,81	288,4	0,563	16,89	0,0538
16	31,5	4,85	290,8	0,572	17,16	0,0546
16	32,0	4,88	293,1	0,579	17,37	0,0553
16	32,5	4,92	295,3	0,589	17,67	0,0562
16	33,0	4,96	297,6	0,597	17,91	0,0571
16	33,5	5,00	299,9	0,606	18,18	0,0580

Diâmetro de Esguicho (mm)	Pressão no Esguicho (mca)	Vazão no Esguicho		(k = 0,06 mm) mangueira		Aço Galvanizado - Canalização (k = 0,20 mm)	
		l/s	l/min	J (m/m)	h = 30.J (mca)	J (m/m)	
				∅ 38 mm	∅ 38 mm	∅ 63 mm	
16	34,0	5,03	302,1	0,613	18,39		0,0587
16	34,5	5,07	304,3	0,623	18,69		0,0596
16	35,0	5,11	306,5	0,632	18,96		0,0605
16	35,5	5,14	308,7	0,640	19,20		0,0611
16	36,0	5,18	310,8	0,650	19,50		0,0622
16	36,5	5,22	313,0	0,660	19,80		0,0631
16	37,0	5,25	315,1	0,667	20,01		0,0638
16	37,5	5,29	317,3	0,678	20,34		0,0648
16	38,0	5,32	319,4	0,685	20,55		0,0655
16	38,5	5,36	321,5	0,695	20,85		0,0665
16	39,0	5,39	323,5	0,703	21,09		0,0672
16	39,5	5,43	325,6	0,712	21,36		0,0682
16	40,0	5,46	327,7	0,719	21,57		0,0689
16	41,0	5,53	331,7	0,738	22,14		0,0707
16	42,0	5,60	335,7	0,756	22,68		0,0724
16	43,0	5,66	339,7	0,772	23,16		0,0740
16	44,0	5,73	343,6	0,792	23,76		0,0758
16	45,0	5,79	347,5	0,808	24,24		0,0773
16	46,0	5,86	351,4	0,827	24,81		0,0792
16	47,0	5,92	355,2	0,843	25,29		0,0808
16	48,0	5,98	358,9	0,859	25,77		0,0824
16	49,0	6,04	362,6	0,876	26,28		0,0840
16	50,0	6,11	366,3	0,896	26,88		0,0859

Diâmetro de Esguicho (mm)	Pressão no Esguicho (mca)	Vazão no Esguicho		(k = 0,06 mm) mangueira	Aço Galvanizado - Canalização (k = 0,20 mm)
		l/s	l/min	J (m/m) Ø 63 mm	J (m/m) Ø 63 mm
19	15,0	4,72	282,9	0,0411	0,0518
19	15,5	4,79	287,6	0,0422	0,0534
19	16,0	4,87	292,2	0,0436	0,0551
19	16,5	4,95	296,8	0,0450	0,0568
19	17,0	5,02	301,2	0,0462	0,0585
19	17,5	5,09	305,6	0,0474	0,0601
19	18,0	5,17	309,9	0,0488	0,0619
19	18,5	5,24	314,2	0,0501	0,0635
19	19,0	5,31	318,4	0,0514	0,0653
19	19,5	5,38	322,6	0,0527	0,0669
19	20,0	5,45	326,7	0,0540	0,0687
19	20,5	5,51	330,8	0,0551	0,0702
19	21,0	5,58	334,8	0,0565	0,0719
19	21,5	5,65	338,7	0,0576	0,0737
19	22,0	5,71	342,7	0,0590	0,0752
19	22,5	5,78	346,5	0,0604	0,0771
19	23,0	5,84	350,4	0,0616	0,0786
19	23,5	5,90	354,2	0,0628	0,0802
19	24,0	5,96	357,9	0,0641	0,0818
19	24,5	6,03	361,6	0,0655	0,0837

Diâmetro de Esguicho (mm)	Pressão no Esguicho (mca)	Vazão no Esguicho		Aço Galvanizado - Canalização (k = 0,20 mm)	
		l/s	l/min	(k = 0,06 mm) mangueira J (m/m) Ø 63 mm	J (m/m) Ø 63 mm
19	25,0	6,09	365,3	0,0668	0,0854
19	25,5	6,15	368,9	0,0680	0,0871
19	26,0	6,21	372,5	0,0693	0,0887
19	26,5	6,27	376,1	0,0706	0,0904
19	27,0	6,33	379,6	0,0719	0,0921
19	27,5	6,39	383,1	0,0732	0,0938
19	28,0	6,44	386,6	0,0743	0,0953
19	28,5	6,50	390,0	0,0757	0,0971
19	29,0	6,56	393,4	0,0770	0,0988
19	29,5	6,61	396,8	0,0781	0,1003
19	30,0	6,67	400,1	0,0795	0,1021
19	30,5	6,72	403,5	0,0806	0,1036
19	31,0	6,78	406,8	0,0820	0,1055
19	31,5	6,83	410,0	0,0832	0,1070
19	32,0	6,89	413,3	0,0846	0,1089
19	32,5	6,94	416,5	0,0858	0,1104
19	33,0	6,99	419,7	0,0870	0,1120
19	33,5	7,05	422,8	0,0884	0,1139
19	34,0	7,10	426,0	0,0896	0,1155
19	34,5	7,15	429,1	0,0909	0,1171
19	35,0	7,20	432,2	0,0921	0,1187

Diâmetro de Esguicho (mm)	Pressão no Esguicho (mca)	Vazão no Esguicho		Aço Galvanizado - Canalização (k = 0,20 mm)	
		l/s	l/min	J (m/m) Ø 63 mm	J (m/m) Ø 63 mm
19	35,5	7,25	435,3	0,0933	0,1203
19	36,0	7,31	438,3	0,0948	0,1223
19	36,5	7,36	441,4	0,0960	0,1239
19	37,0	7,41	444,4	0,0973	0,1256
19	37,5	7,46	447,4	0,0986	0,1273
19	38,0	7,51	450,3	0,0998	0,1290
19	38,5	7,55	453,3	0,1009	0,1303
19	39,0	7,60	456,2	0,1022	0,1320
19	39,5	7,65	459,1	0,1035	0,1337
19	40,0	7,70	462,0	0,1048	0,1355
19	40,5	7,75	464,9	0,1061	0,1372
19	41,0	7,80	467,8	0,1074	0,1390
19	41,5	7,84	470,6	0,1085	0,1404
19	42,0	7,89	473,4	0,1098	0,1421
19	42,5	7,94	476,3	0,1111	0,1439
19	43,0	7,98	479,1	0,1122	0,1454
19	43,5	8,03	481,8	0,1136	0,1472
19	44,0	8,08	484,6	0,1150	0,1490
19	44,5	8,12	487,3	0,1161	0,1504
19	45,0	8,17	490,1	0,1174	0,1523
19	46,0	8,26	495,5	0,1200	0,1556

Diâmetro de Esguicho (mm)	Pressão no Esguicho (mca)	Vazão no Esguicho		Aço Galvanizado - Canalização (k = 0,20 mm)	
		l/s	l/min	(k = 0,06 mm) mangueira J (m/m) ϕ 63 mm	J (m/m) ϕ 63 mm
19	46,5	8,30	498,2	0,1211	0,1571
19	47,0	8,35	500,8	0,1225	0,1590
19	47,5	8,39	503,5	0,1236	0,1605
19	48,0	8,44	506,1	0,1251	0,1623
19	48,5	8,48	508,8	0,1262	0,1639
19	49,0	8,52	511,4	0,1274	0,1654
19	49,5	8,57	514,0	0,1288	0,1670
19	50,0	8,61	516,6	0,1300	0,1689
19	51,0	8,70	521,7	0,1326	0,1724
19	52,0	8,78	526,8	0,1350	0,1755
19	53,0	8,86	531,8	0,1373	0,1787
19	54,0	8,95	536,8	0,1401	0,1822
19	55,0	9,03	541,8	0,1425	0,1854
19	56,0	9,11	546,7	0,1450	0,1888
19	57,0	9,19	551,6	0,1474	0,1921
19	58,0	9,27	556,4	0,1499	0,1954
19	59,0	9,35	561,1	0,1524	0,1987
19	60,0	9,43	565,9	0,1549	0,2021