

## Capitulo V

### SISTEMA PÚBLICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

#### 5.1 - INTRODUÇÃO

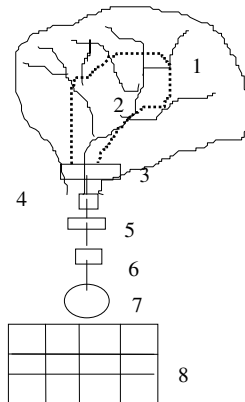
##### I - QUALIDADE DA ÁGUA

A água em sua utilização obedece a padrões qualitativos que são variáveis de acordo com o seu uso (doméstico, industrial, recreação, navegação, etc.)

Água potável é aquela que é isenta de germes patogênicos, de substâncias tóxicas venenosas, tem aspecto agradável (caracterizado pela ausência de cor cheiro ou sabor) e deve ser cristalina sem possuir turbidez.

##### II - SISTEMA DE ABASTECIMENTO:

É o conjunto de Obras Hidráulicas capazes de permitir captar, condicionar, transportar, reservar, e distribuir água para os consumidores.



- 1 - Bacia hidrográfica
- 2 - Reservatório de acumulação
- 3 - Barragem
- 4 - Elevatório de água bruta
- 3/4 - Adutora de água bruta
- 4/5 - Adutora de água bruta
- 5 - Estação tratamento de água
- 5/6 - Adutora de água tratada
- 6 - Elevatório de água tratada
- 6/7 - Adutora de água tratada
- 7 - Reservatório distribuição
- 8 - Rede de distribuição.

#### 5.2 - QUANTIDADE DE ÁGUA:

##### a) Tipo de Consumo:

- Útil - doméstico, público, industrial, etc.
- Inútil - perde por vazamento ou gastos inúteis.

##### b) Fatores Influentes no Consumo

- Características da população quanto a hábitos higiênicos, educação e padrão de vida;
  - Características de desenvolvimento da cidade;
  - Desenvolvimento Industrial;
  - Condições Climáticas;
  - Características do Sistema
1. Administrativas (medição, cobrança, etc.)
  2. Técnicas ( condições da rede, pressão, etc.)

OBS: Per-capta de água (C) - é o consumo médio de um indivíduo fictício medido em litros consumido por dia por habitante.

##### c) Vazões de Consumo:

##### c.1) Vazão média diária de consumo de uma comunidade

$$V_o = P_o C_o$$

Po = população abastecida no início do funcionamento do sistema;  
 Co = Per-capta de água no início do funcionamento do sistema.

**c.2) Vazão de consumo do dia de maior consumo:**

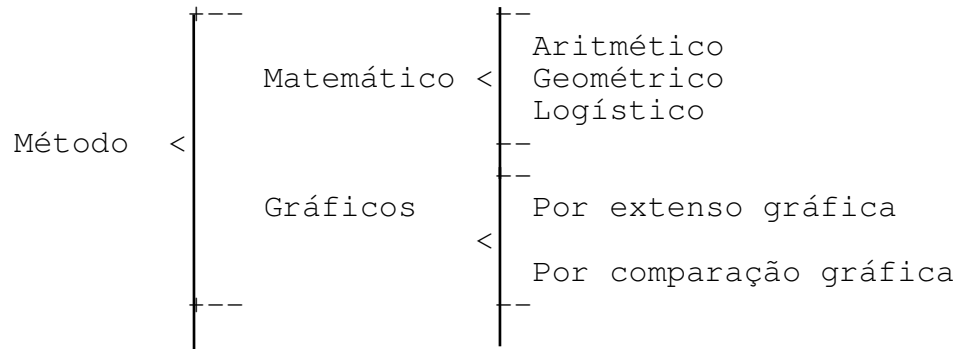
$$Q = K_1 P_o C_o \quad K_1 = 1,25 \text{ coeficiente do dia de maior consumo;}$$

**c.3) Vazão de consumo na hora de maior consumo:**

$$Q = k_1 k_2 P_o C_o$$

$k_2 = 1,5$  coeficiente da hora de maior consumo.

**5.3 - MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO POPULACIONAL:**



**a) Método de avaliação do Crescimento Aritmético:**

Este método considera a população crescendo segundo uma progressão aritmética de razão  $k_a$ .

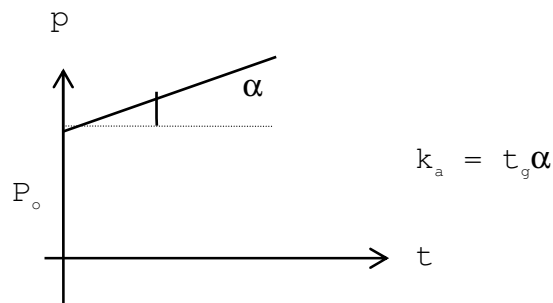
$$k_a = dP/dt \quad K_a dt = dP$$

$$k_a \int_{t_0}^t dt = \int_{p_0}^p dp \quad : \quad k_a (t - t_0) = P - P_0$$

$$k_a = (P - P_0) / (t - t_0)$$

ou

$$P = P_0 + k_a (t - t_0) \quad \text{---> equação da Reta.}$$



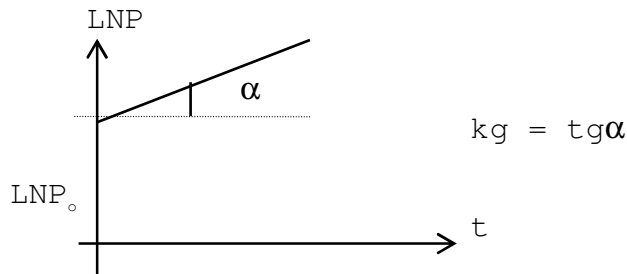
**b) Método de Avaliação do Crescimento Geométrico:**

Este método considera a População crescendo segundo uma progressão geométrica de razão  $K_g$ .

$$Kg = dP/Pdt : kg \quad dt = dP/P : \quad kg \int_{t_0}^t dt = \int_{P_0}^P dP/P$$

$$kg(t-t_0) = LN (P/P_0) : P/P_0 = e^{kg(t-t_0)t_0}$$

$$P = P_0 e^{kg(t-t_0)} : kg = LN (P/P_0)/t - t_0$$



**OBS:**

1 - Possuímos dados censitários de 1940, 1950, 1960, 1970, 1980 e 1990.

2 - Constatou-se que em mais de 90% das comunidades brasileiras, o crescimento, geralmente, se processa dentro do ritmo geométrico.

**5.4 - CAPTAÇÃO:**

É o conjunto de obras, dispositivos e canalizações que retiram água das fontes de suprimento.

As fontes naturais de suprimento são de três naturezas:

- a) **Água Atmosférica**
- b) **Água Superficial**
- c) **Água Subterrânea** - Lençol Freático  
- Lençol Artesiano

**Tipos de captação**

- a) **Água Atmosférica** - captação das chuvas que caem no telhado das edificações e são armazenadas em reservatórios enterrados.
- b) **Águas Superficiais** - são de dois tipos : águas correntes ( rios, riachos, etc. ) e águas dormentes (lagos, açudes, etc. )

**Formas de Captação de Águas Superficiais;**

- Canal de Derivação
- Poço aberto junto à margem
- Tubos perfurados assentos sobre estacas
- Bombas sobre flutuadores.

**c) Água Subterrânea:**

Captação do lençol freático;

- Poço comum ou cacimbão
- Poço abssínio , de Norton ou Ponteira Filtrante
- Galeria de infiltração (captação longitudinal )
- Trincheiras (captação longitudinal )

Captação do lençol artesiano;

- Poço profundo
  - Surgente
  - Semi surgente

**c.1) Poço Profundo:**

São de menor diâmetro que os poços comuns revestidos de ferro ou PVC, atingem profundidades em torno de 100m.

**c.2) Poços Abssínios:**

Também chamados poços de Norton, são de pequena vazão (1 a 2 l/s) constituídos por tubos com ponteiras filtrantes, cravadas a pequena profundidade. As ponteiras são interligadas e a água sugada por bombeamento.

**c.3) Poços Surgentes e Semi-Surgentes:**

São poços artesianos que, dependendo da posição, poderão ou não dar esguicho.

**5.5 -ADUÇÃO**

É o conjunto de encanamento, peças especiais, obras de arte e instalações diversas que promovem a circulação da água entre a captação e a reservação ou entre a captação e a rede de distribuição quando no sistema não existe reservação.

**a) Vazão de Adução:**

a.1) Sistema de abastecimento sem reservatório de distribuição:

$$Q = k_1 k_2 PC/86400 \text{ l/s}$$

a.2.2) Adução Intermitente:

$$Q = k1 PC/n.3600 \text{ l/s}$$

**ONDE:**

P - População abastecida

k1 - coeficiente do dia de maior consumo

k2 - coeficiente da hora de maior consumo

C - consumo per-capta

n - número de horas de adução

**b) Tipos de Adução:**

**b.1) Adução por gravidade em conduto livre:**

A água escoa numa superfície livre sujeita a pressão atmosférica. São canais, galerias, túneis, etc. Dimensionamento visto no estudo dos canais.

### **b.2) Adução por gravidade em conduto forçado:**

Este é um tipo de Adução no qual a Pressão no interior do encanamento é diferente da Pressão atmosférica.

A canalização acompanha a ondulação da superfície do terreno, o seu traçado devendo obedecer, sempre que possível, as condições seguintes:

- Tensões internas não muitas elevadas
  - No interior do encanamento deve existir pressões positivas de modo a facilitar a expulsão do ar pelas ventosas e diminuir a possibilidade de infiltração de água exterior de origem suspeita.
  - Proteção eficiente contra os efeitos do golpe de aríete.
  - Instalação de registros de distância e especialmente em depressões e elevações possibilitado a execução de reparos e inspeções.
  - Instalação de ventosas, nos pontos altos, par expulsão do ar.
  - Instalação de registros, nos pontos baixos, para limpeza da linha através de descargas de fundo.
- Instalações de válvulas de retenção em pontos tais que, em casos de acidentes, evitem grande perdas de água.

#### **b.2.1) Dimensionamento:**

Conhecendo-se;

$$H = \text{desnível} - \left( \frac{Q}{hp} \right)^2 \cdot L = \text{carga total}$$

L = Comprimento da tubulação

Aplica-se a fórmula de Hazen-Williams

$$V = 0,355 C D^{0,63} J^{0,54}$$

$$Q = V.A$$

#### **b.3) Adução por recalque:**

Necessita de um sistema elevatório de bombas para transportar a água de uma cota mais baixa para uma mais elevada. Isto só é possível com o uso de condutos forçados, apresentando, assim, um comportamento semelhante ao das adutoras por gravidade em condutos forçados. Diferem deste tipo pelo fato da energia para o escoamento ser fornecida por um conjunto elevatório de bombas.

##### **b.3.1) Equipamentos Acessórios:**

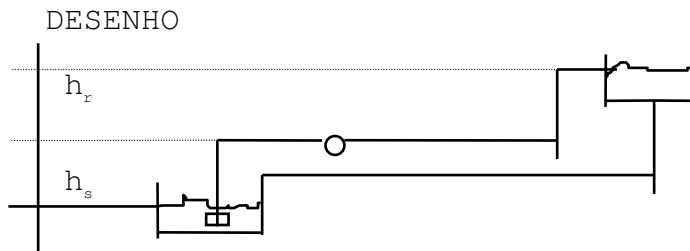
No que se refere a equipamentos acessórios, além dos já previstos para adução por gravidade em condutos forçados, devem ser acrescentados os seguintes:

- Um conjunto elevatório de reserva;
- Uma válvula de retenção na saída da bomba e um dispositivo de proteção contra golpe de aríete;
- Um registro de gaveta na saída da bomba;
- Uma válvula de pé com crivo na extremidade da tubulação de sucção;

- Registro na tubulação de sucção, na entrada da bomba, quando esta funciona afogada;
- Dispositivo para descarga de fundo após a elevatória;
- Válvulas de ar destinadas a evitar o achatamento da tubulação provocada por pressões negativas elevadas.

### **b.3.2) Dimensionamento:**

Seja o sistema de recalque abaixo, constituído por uma canalização de sucção, um conjunto elevatório e uma canalização de recalque:



**ONDE:**  $H$  = desnível a ser vencido - altura geométrica  
 $h_s$  = altura de sucção;  
 $h_r$  = altura de recalque;  
 $H = h_s + h_r$

#### **b.3.2.1 - Cálculo da Perda de Carga:**

##### **I - Perda de Carga Linear (h):**

É uma perda por resistência ao longo dos condutos, ocasionado pelo movimento da água na própria tubulação.

- Diretamente proporcional ao comprimento da tubulação;
- Inversamente proporcional a um uma potência do diâmetro
- Função de uma potência da velocidade;
- Variável com a natureza das paredes dos tubos;
- Independente da Posição do tubo;
- Independente da Posição interna.

A fórmula mais utilizada para calcular esta perda de carga é a de Hazen-Williams:

$$V = 0,355 C D^{0,63} J^{0,54}$$

$$Q = V.A; J = hp/L$$

##### **II - Perda de Carga Localizada ( $h_p$ )**

Também chamada de perda acidental ou singular.

Ocorre nas mudanças de direção, de diâmetro, registros válvulas, etc., devido ao aumento do atrito causado por estas peças. Pode ser desprezada nas tubulações longas ( $L > 4000 D$ ) e nas canalizações em que a velocidade é baixa e o número de peças é reduzido.

$$hp = K V^2 / 2g$$

$K$  - Coeficiente característico da peça

A perda de carga localizada pode, também, ser calculada pelo Método dos Comprimentos Virtuais. Neste método transforma-se a perda de carga localizada em comprimentos equivalentes aos diversos tipos de peças:

### III - Altura Manométrica Total (Hm):

É a soma da altura geométrica com as perdas de cargas.

$$H_m = h_s + h_r + \sum h + \sum h_p$$

$$H_m = H + \sum h + \sum h_p$$

### IV - Potência do Conjunto:

A potência absorvida pela bomba, expressa em H.P., é determinada através da expressão:

$$P_{H.P.} = \gamma Q H_m / 75 \eta$$

$$\eta = \eta_m \times \eta_B$$

### ONDE:

$\gamma$  - peso específico (kg/m<sup>3</sup>)

Q - vazão (m<sup>3</sup>/s)

H<sub>m</sub> = altura manométrica total (m)

$\eta$  - rendimento de conjunto

$\eta_m$  - rendimento do motor

$\eta_B$  - rendimento da bomba

1 CV --- 0.986 H.P

1 KV --- 0,736 H.P

### V - Diâmetro das Tubulações:

Para o dimensionamento econômico da Tubulação do recalque utilizamos a fórmula de Bress:

$$D = 1,3 X^{0,25} Q^{0,5}$$

Onde;

X = número de horas de funcionamento da elevatória/24

Q = vazão em m<sup>3</sup>/s

D - diâmetro de recalque em metro

A canalização de sucção é executada com o diâmetro imediatamente superior.

## 5.6 - PROJETO