

TÉCNICAS ALTERNATIVAS DE SANEAMENTO URBANO (UNIDADE I.)

José Paulo Narciso da Rocha Júnior

Resumo

O principal objetivo desta unidade é mostrar técnicas alternativas ao saneamento urbano básico e oferecer um roteiro simplificado para estudo introdutório destinado a estudantes e profissionais da área.

INTRODUÇÃO

Com o objetivo de mostrar de maneira didática uma introdução básica de Saneamento Urbano serão abordados inicialmente em quatro partes, assim divididas nesta UNIDADE I: SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA; ESCOLHA DO MANANCIAL; APLICAÇÃO PRÁTICA; CAPACIDADE DOS MANANCIAIS DISPONÍVEIS E TIPOS DE CAPTAÇÕES NA PARTE I.

LOCALIZAÇÃO DE UMA TOMADA D'ÁGUA EM RIO; LOCALIZAÇÃO DE UMA TOMADA D'ÁGUA EM UM LAGO; TIPOS DE TOMADA D'ÁGUA; LOCALIZAÇÃO INDEVIDA DE POÇOS FREÁTICOS NA PARTE II.

E finalizando a III parte em ADUÇÃO.

Nas próximas três UNIDADES daremos prosseguimento a mesma síntese com mesmos critérios que aqui apresentamos nesta UNIDADE I.

GENERALIDADES:

Conceito de saúde (OMS) - é um estado de completo bem estar físico, mental e social e, não apenas, a ausência de doenças.

O homem é a função das condições do meio em que vive, e a saúde depende das ações recíprocas entre o homem e o meio.

- A higiene sendo a ciência, tendo por objetivo a saúde pode ser dividida em 3 ramos principais:

1 - Medicina Preventiva – 2 Higiene no sentido restrito e 3 Saneamento.

1 - Medicina Preventiva – prepara o homem para enfrentar o meio com a ação preponderante do médico.

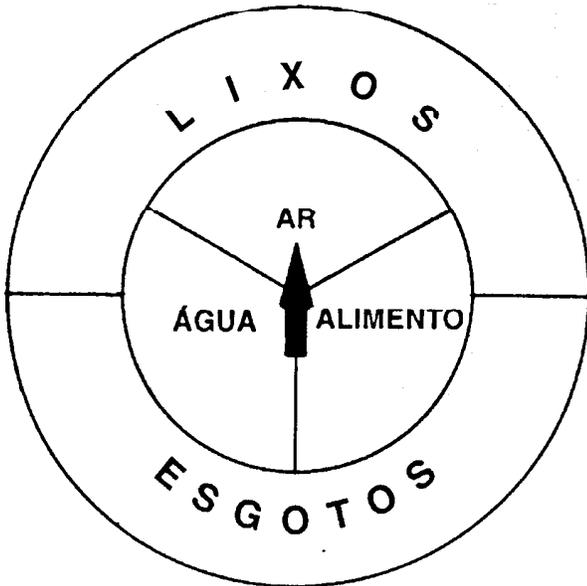
2 - Higiene no Sentido Restrito – restabelece uma série de normas relativas aos cuidados que devem ser tomados pelo homem ao longo de sua existência. EXEMPLO: Higiene pré-Natal, Higiene infantil etc.

3 - Saneamento – Condiciona o meio a fim de torná-lo mais propício ao homem com ação preponderante do engenheiro e do arquiteto. EXEMPLO: luz solar, ar, água, alimento etc.

A fixação na determinada região está intimamente ligada a disponibilidade quantitativa e qualificativa de elementos úteis, necessários a sua subsistência. A capacidade de consumo pelo homem desses elementos não é total, portanto resultou desta utilização diversos tipos de resíduos, para que esses resíduos não acarretem tanto as fontes de produção e conseqüentemente a saúde.

Existem "sistemas de saneamentos", que são os seguintes:

- Sistema de abastecimento d'água.
- Sistema de Esgotos.
- Sistema de limpeza urbana.
- Sistema de controle do alimento.
- Sistema de controle de poluição (das águas, do solo, ar atmosférico etc).



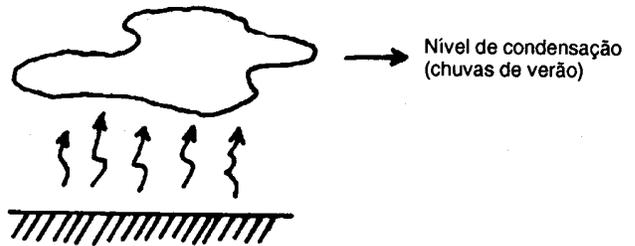
Poluição: é qualquer alteração prejudicial das propriedades, físicas, químicas, biológicas do meio ambiente. Quando esta alteração ocasiona doenças denominamos contaminação.

Formação da água na natureza - Ciclo Hidrológico:

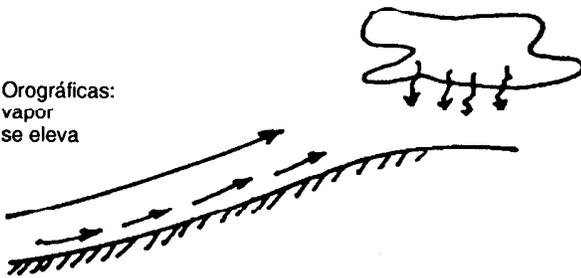
- a - Precipitação atmosférica - chuva, granizo, neve, orvalho.
- b - Escoamento Superficial - rios, lagos, mares.
- c - Escoamento Subterrâneo lençóis rasos, profundos e artesianos.
- d - Evaporação na superfície livre de rios, lagos, mangues etc. e na evapo-transpiração dos vegetais.

Chuvas: Convectivas, Orográficas e Frente.

Convectivas: Chuva em grande quantidade (pesada sendo de grande intensidade mas de pequena duração).



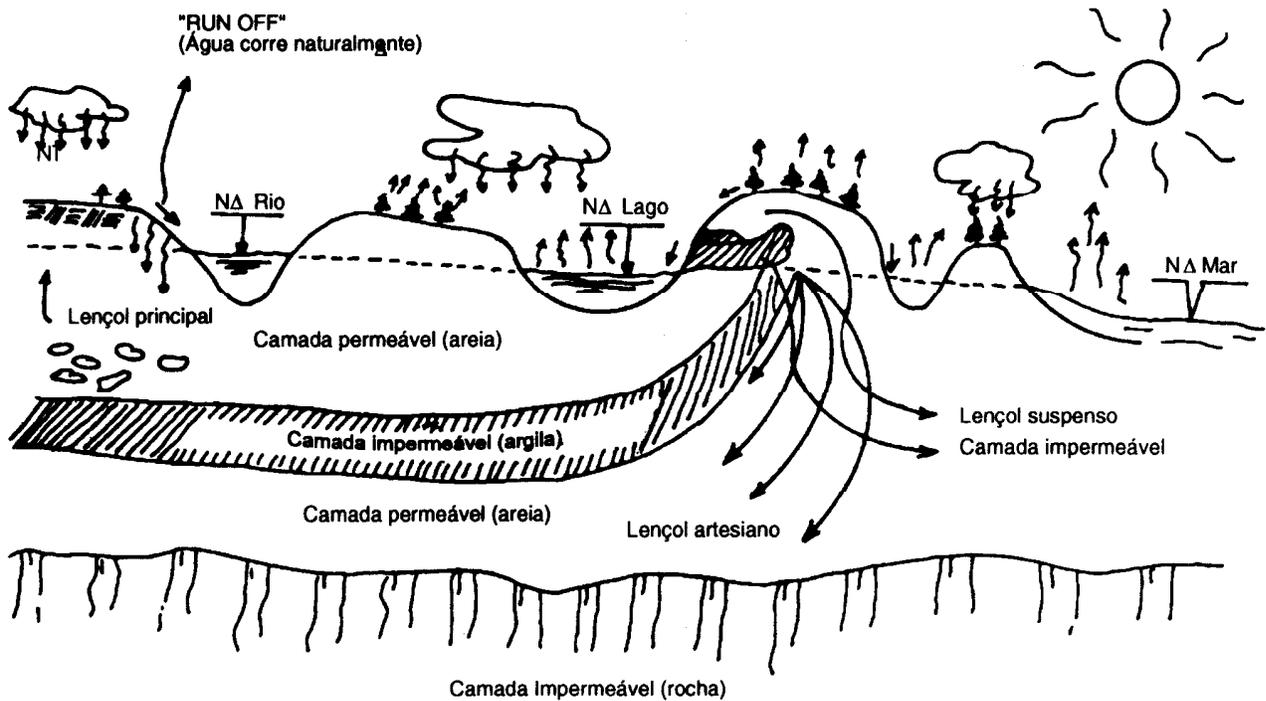
Orográficas:
vapor se eleva



Frente: chuva miúda de grande duração e pequena intensidade



Esquema Geral de formação da água na natureza:

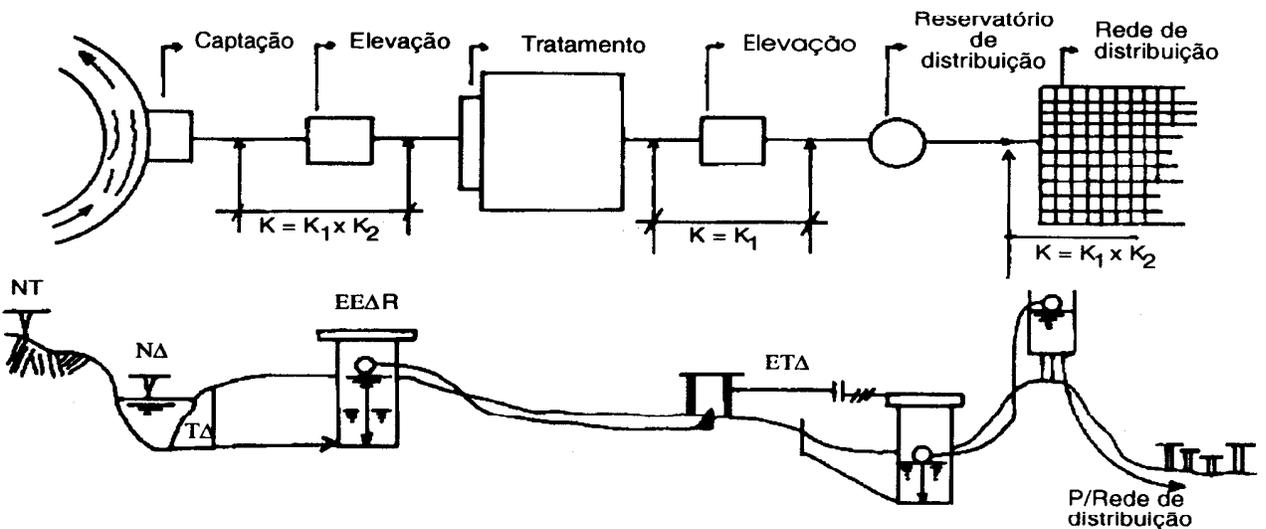


SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA

Em geral um sistema de abastecimento d'água compreende os seguintes serviços:

- 1 - Escolha do manancial.
- 2 - Captação e tomada d'água
- 3 - Adução
- 4 - Elevação (se necessário).
- 5 - Tratamento (se necessário).
- 6 - Elevação (se necessário).
- 7 - Reservatório de distribuição.
- 8 - Rede de distribuição.

ESQUEMA GERAL DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA:



T.A.	=	TOMADA D'ÁGUA.
EEBR	=	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE BAIXO RECALQUE.
EEAR	=	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ALTO RECALQUE.
ETA	=	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA
K	=	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DE CONSUMO
K1	=	1,2
K2	=	1,5
K3	=	1,05

ESCOLHA DO MANANCIAL

Tipos - Os mananciais utilizados podem ser os seguintes:

Águas da chuva - captação meteórica.

Águas superficiais - captação superfície de rios, lagos, lagoas.

Águas subterrâneas - captação subterrânea de lençóis rasos e artesianos.

Quantidade d'água necessária ao consumo - podemos avaliar a quantidade d'água necessária ao consumo mediante a aplicação da seguinte fórmula:

$$Q_c = \frac{K.C.P.}{86.400} \text{ l/s} + Q_i \text{ l/s}$$

Q = Vazão necessária ao consumo. (l/s)

C = quota diária d'água por habitante.
(taxa "per capita per die")

Q_i = vazão necessária as indústrias.

P = População a ser abastecida ou população abastecível.

Para efeitos práticos podemos considerar:

Cidades pequenas - 150L/hab./dia.

Cidades médias - 200 a 300L/hab./dia.

Cidades grandes - 300 a 800L/hab./dia.

mínimo - 135L/hab./dia (Ministério da Saúde).

"A população abastecível de acordo com normas aprovadas em congresso corresponde a 75% da população prevista para cidade, no tempo de validade do projeto, sendo os 25% restante consideráveis de população residente em locais não urbanizados. Contudo o projetista poderá adotar limites superior desde que seja justificado esta adoção".

K = Coeficiente de variação de consumo.

K1 = Coeficiente relativo ao dia de maior consumo.
Valor usual = 1,2

K2 = Coeficiente relativo a hora de maior consumo.
Valor usual = 1,5

K3 = Coeficiente de consumo na estação de tratamento.

Valor usual = 1,05

APLICAÇÃO

Calcular a vazão necessária ao consumo e a vazão a ser captada para abastecimento d'água de uma cidade cuja a população abastecível é de 45.000 habitantes com quota de área d'água por habitantes de 200L. O sistema de abastecimento possui estação de tratamento e reservatório de distribuição.

1 - Vazão necessária ao consumo (Q_c). O sistema possui reservatório de distribuição, logo atende a variação horária de consumo.

$$Q_c = \frac{K_1 \times C \times P}{86400} = \frac{1,2 \times 200 \times 45000}{86400} = 125 \text{ L/s}$$

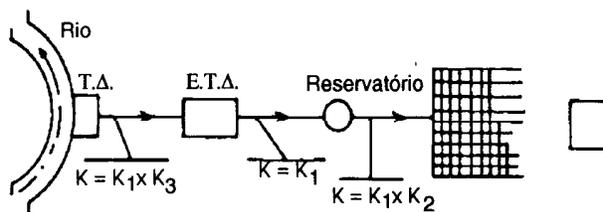
2 - Vazão a ser captada (Q_{cap.}).

O sistema possui estação de tratamento.

$$Q_{cap.} = Q_c \times K_3 = 125 \times 1,05 = 131,25 \text{ L/s}$$

(Q_i = 0 é zero).

OBS. Caso em que não exista previsão de reservatório de distribuição o coeficiente K a ser empregado é o K1 x K2 isto é o sistema tende a atender o dia e a hora de maior consumo. Um estado de crescimento populacional com finalidade para abastecimento d'água de uma cidade previu uma população de 120000 habitantes para a época de validade do projeto. Sabendo-se que o sistema de abastecimento d'água prevê estação de tratamento, reservatório de distribuição e que é necessário uma vazão de 20L/s para consumo industrial, pede-se determinar: A vazão necessária ao consumo e a vazão a ser captada, sabendo-se que a quota de área por habitante é de 200L.



População Prevista = 120.000 hab.

População Abastecível = 0,75 x 120.000 = 90.000 hab.

C = 200L/hab./dia.

Q_i = 20L/s.

1 - Vazão necessária ao consumo (Q_c)

$$Q_c = \frac{K_1 \times C \times P}{86400} + Q_i \quad Q_c = \frac{1,2 \times 200 \times 90.000}{86400} + 20$$

$$Q_c = 250 + 20 \dots Q_c = 270 \text{ L/s}$$

2 - Vazão necessária a ser captada para atender ao consumo (Q_{cap} .)

$$Q_{cap} = Q_c \times K_3 \quad Q_{cap} = 270 \times 1,05 \quad Q_{cap} = 283,50 \text{ L/s}$$

CAPACIDADE DOS MANANCIASIS DISPONÍVEIS

A utilização dos mananciais superficiais, para grandes vazões.

Os mananciais subterrâneos concorrem economicamente com os superficiais quando estes apresentam condições de qualidade e quantidade insuficientes.

Sendo:

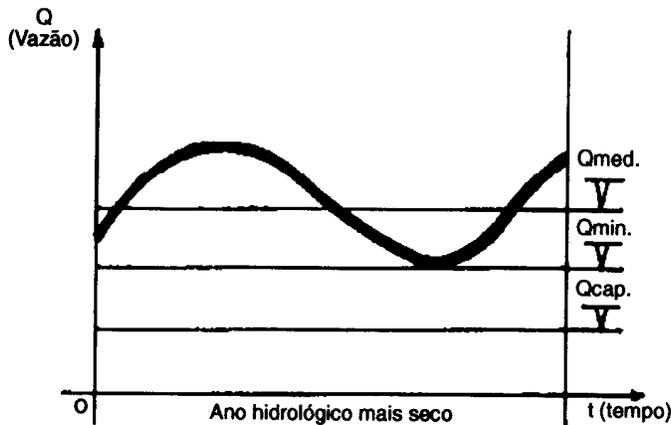
Q_{cap} - Vazão necessária a ser captada para atender ao consumo.

Q_{min} - Vazão mínima do manancial (rio).

Q_{med} - Vazão média do manancial (rio).

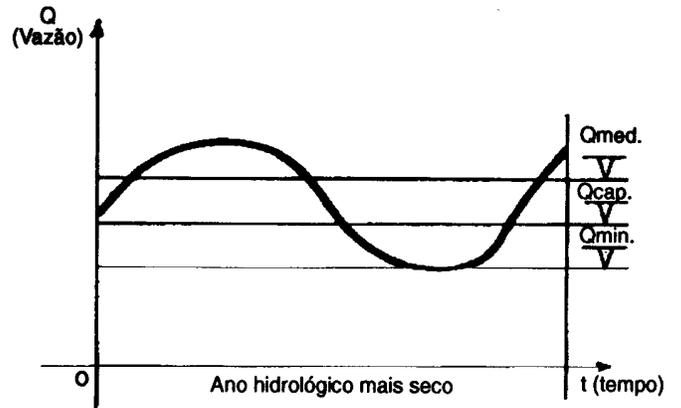
Podemos ter os seguintes casos:

1º caso: $Q_{cap} < Q_{min}$. neste caso vazão a ser captada para atender ao consumo é menor que a vazão mínima de um manancial isto é, o rio sempre tem condição de atender ao consumo. Denominamos este tipo de captação como sendo ao fio d'água, ou direta.

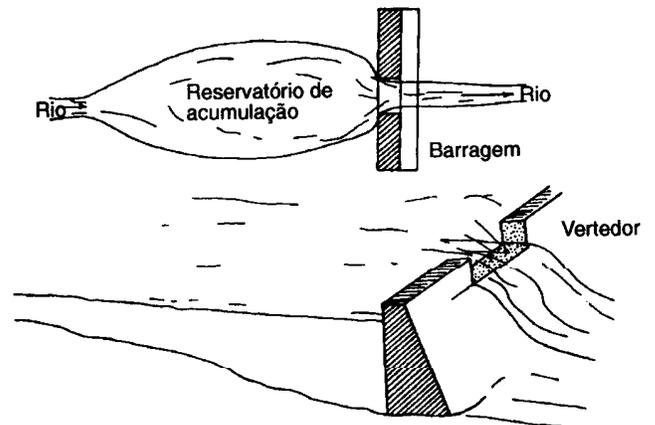


2º caso: $Q_{min} < Q_{cap} < Q_{med}$

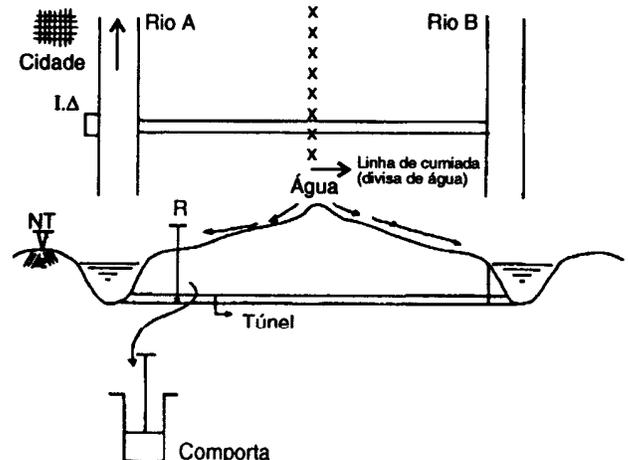
Neste caso a vazão a ser captada para atender ao consumo é maior do que a vazão mínima do manancial e menor do que a vazão média do manancial, isto é o rio tem condição de atender ao consumo, contudo em determinados períodos de estiagem sua vazão é menor que a vazão a ser captada para atender ao consumo.



A solução mais geral dada a este caso é a construção de um reservatório de acumulação com implantação de uma barragem, o que permitirá a regularização da vazão do manancial satisfazendo com isto a condição de atendimento da vazão necessária a ser captada em épocas de estiagem.

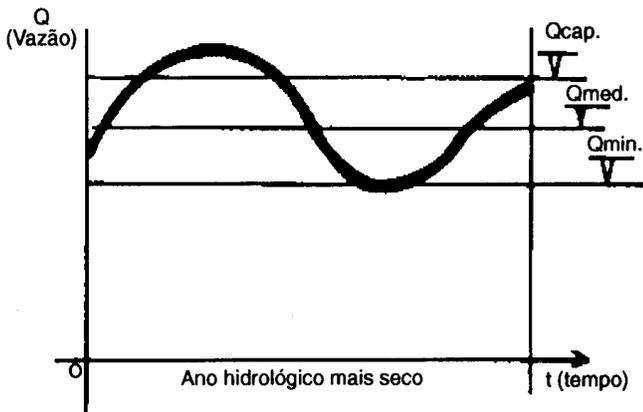


Uma outra solução a ser considerada é o aproveitamento em conjunto com outro manancial superficial que teria a finalidade de suplementar a vazão do curso d'água em tempo de estiagem.

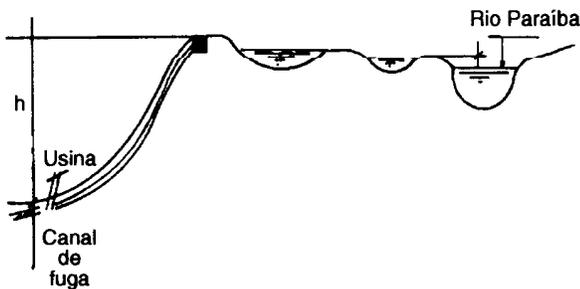


Devemos também considerar o aproveitamento do manancial subterrâneo para suplementar a vazão do manancial superficial quando este não tiver condições de atender ao consumo em época de estiagem. Comparar economicamente com outras soluções.

3º caso: $Q_{cap} > Q_{med}$. - neste caso o manancial estudado não tem condição de atender sozinho a vazão a ser captada para atender ao consumo. Devemos procurar outro manancial que tenha condição de atender ao consumo. Caso não exista nenhum manancial com condição de atender sozinho ao consumo, a solução a ser empregada é o aproveitamento em conjunto de um determinado número de mananciais. Neste caso devemos analisar a possível utilização do manancial subterrâneo.



EXEMPLO DE APROVEITAMENTO HIDRO-ELÉTRICO COM TRANSPOSIÇÃO DE VERTENTE:

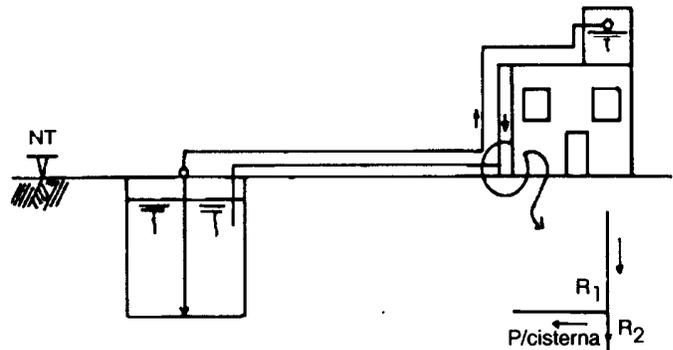


As Captações podem ser:

METEÓRICAS - O aproveitamento das águas das chuvas é feito em regiões onde não existe sistema público de abastecimento d'água ou onde os recursos superficiais subterrâneos são insuficientes.

As águas das chuvas pelo seu percurso na atmosfera absorvem bioxido de carbono e outros gases que podem torná-las corrosivas, mas por outro lado apresentam menor perigo de poluição por bactérias e parasitas. Ainda que apresentando boa qualidade ao serem captada não se constituem em fonte de aproveitamento constante, já que devem ser captadas em épocas chuvosas, como é óbvia, armazenada para consumo em épocas de seca.

As primeiras águas de uma chuva não devem ser captadas pois servirão para lavagem dos telhados e por serem estas mais carregadas de elementos poluidores contidos na atmosfera.



Primeiras águas de uma chuva:

R1 - Registro Fechado

R2 - Registro Aberto

Após as primeiras águas de uma chuva:

R1 - Registro Aberto

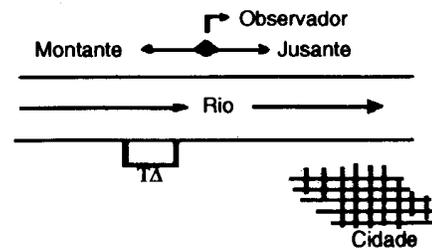
R2 - Registro Fechado.

Superficiais - rios, lagos, lagoas.

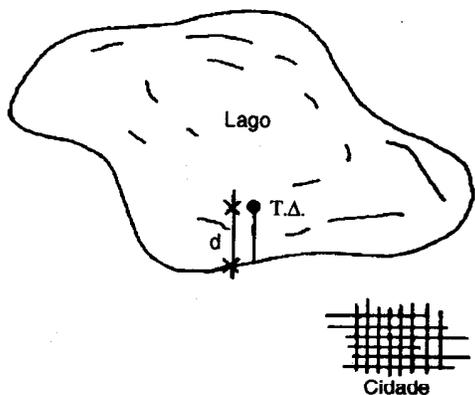
a) Situação.

Situação de uma tomada d'água em um rio:

Uma tomada d'água em rio deve ser situada sempre que possível a montante da cidade para evitar a poluição produzida pela cidade.



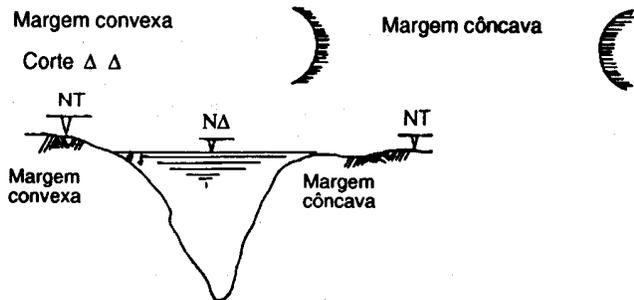
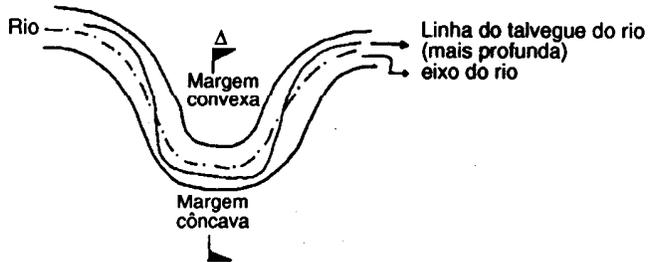
Situação de uma tomada d'água em um lago deve ser situada afastada da margem, de uma distância tal que evite as poluições marginais, distância (d).



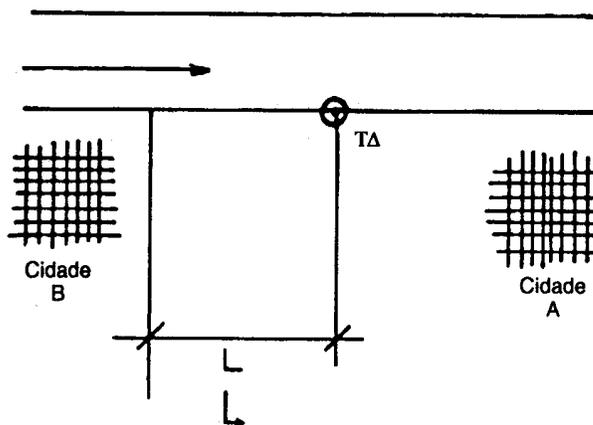
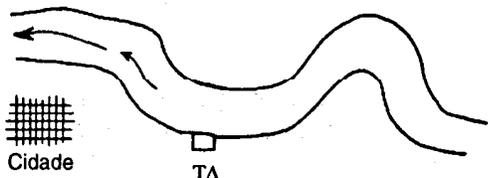
Subterrâneas - lençóis rasos, profundos e artesianos.

LOCALIZAÇÃO DE UMA TOMADA D'ÁGUA EM UM RIO

Uma tomada d'água em um rio, deve ser localizada sempre que possível na margem côncava pois aí os filetes d'água são mais energéticos isto é, maiores velocidades e maiores tirantes d'água, evitando com isto, problemas de assoreamento (depósito de material sólido encarreado pelo rio).



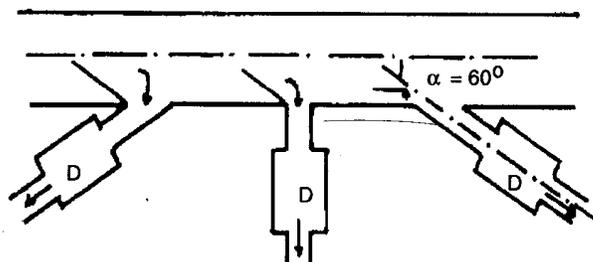
Para grandes velocidades devemos proteger os taludes para evitar o solapamento dos mesmos.



distância a ser levada em consideração no projeto do tratamento de esgotos da cidade B sob o ponto de vista de auto depuração.

TRECHOS RETOS DE UM RIO

$$V_{T\Delta} \leq V_{Rio}$$



D - Desarenador - Unidade hidráulica para retirada da areia.

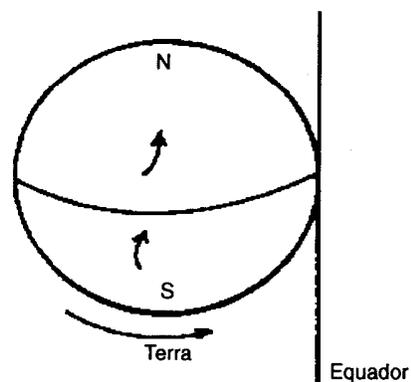
Equação da continuidade: $Q = A \cdot V$.

Q = Vazão m³/s.

A = Area molhada m².

V = Velocidade de tomada m/s.

As diversas posições indicadas na figura dependem da vazão sólida do rio $\alpha = 60^\circ$ é a condição ideal para evitar a formação de VÓRTICES.



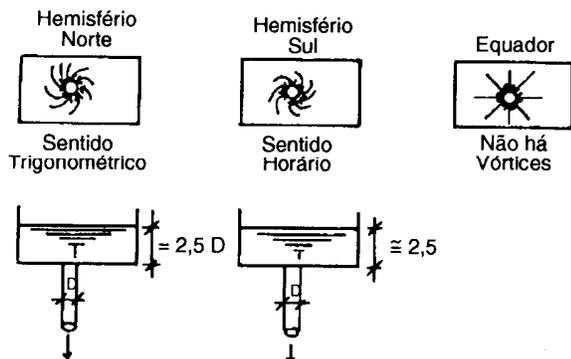
BAIER HIDRÁULICO SUIÇO

Hemisfério Norte-tendem a se deslocar para margem direita.

Hemisfério Sul - tendem a se deslocar para margem esquerda.

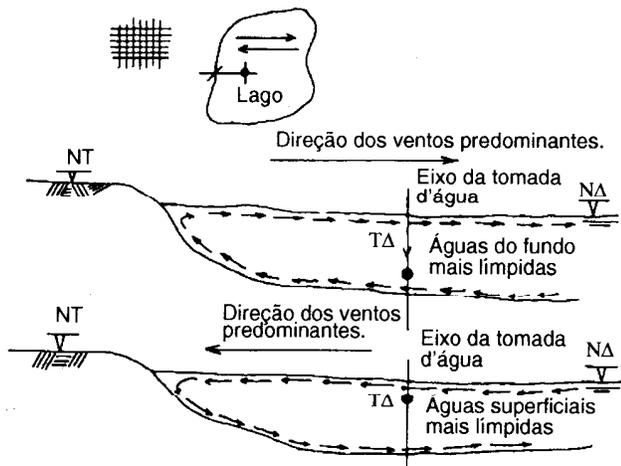
Equador - paralelamente.

Devido a aceleração de coriolis (proviniente do movimento de rotação da terra).



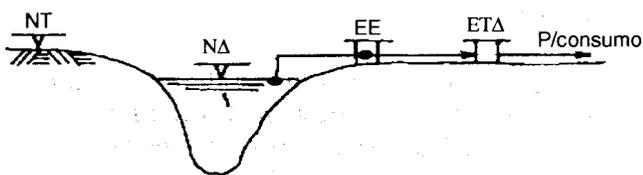
LOCALIZAÇÃO DE UMA TOMADA D'ÁGUA EM UM LAGO:

Uma tomada d'água em um lago deve ser localizado tendo-se em conta a direção dos ventos predominantes que dão o sentido das correntes superficiais e sub superficiais e as variações de níveis d'água.

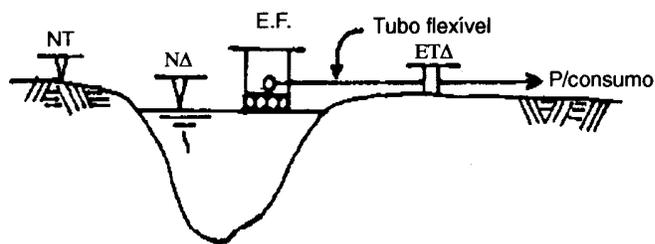


TIPOS DE TOMADA D'ÁGUA:

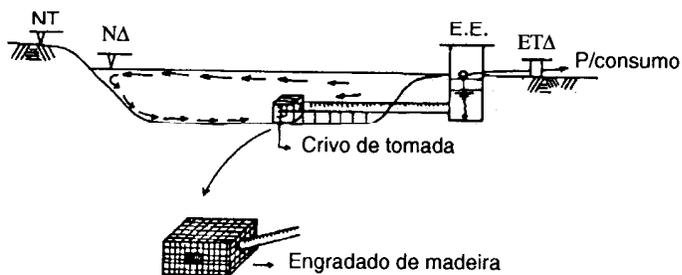
a. Tomada d'água na superfície:
(Pequenos consumos)



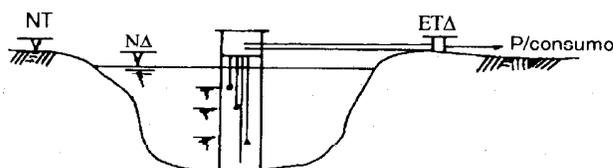
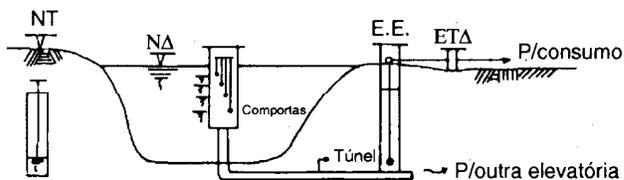
Tomada flutuante (N.A. Variável).



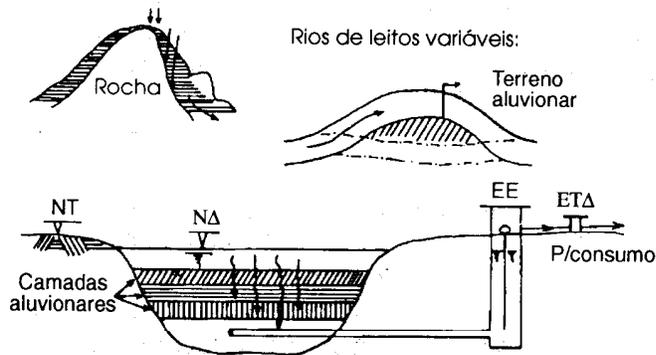
b. Tomada d'água profunda:
(consumo pequeno - canalização).
(consumo grande - túnel).



Observação: quando há grandes variações de níveis d'água e para grandes consumos, utiliza-se torres de tomada ou tomada d'água tipo torres.

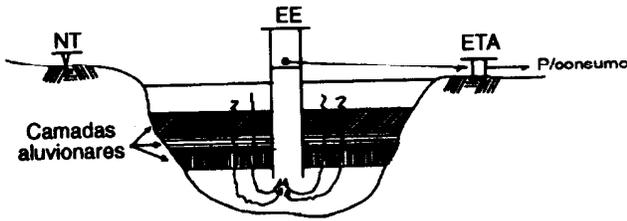


Tomadas d'água em aluvião (material sólido transportado e depositado pela água).

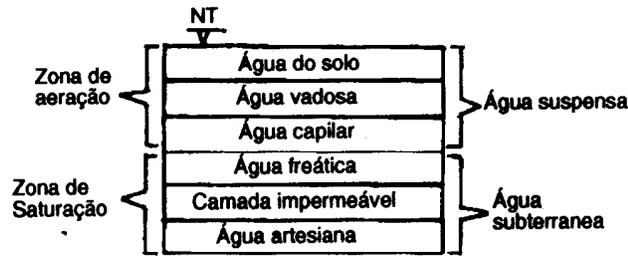


A tomada d'água em aluvião é empregado quando a água a ser captada apresenta má qualidade sobre o ponto de vista bacteriológico. Necessitando de uma pré-filtração para o tratamento subsequente. Esta pré-filtração pode ser realizada captando-se a água em terreno aluvionar, que fornece uma redução do número de coliformes (bactérias que habitam os intestinos dos animais) - é o índice da poluição fecal, com redução de 94 a 96%.

NOTA: Quando a altura do aluvião for superior a 15m (10m) trabalhamos como se fosse um poço.



CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA



Nas zonas em que o terreno é provido de interdícios, ai se localizam as águas subterrâneas. São elas formadas pela filtração através das camadas do solo da água precipitada sobre a terra sob a forma de chuva, granizo ou neve. Estas camadas compreendem as seguintes zonas: ZONA DE AERAÇÃO E ZONA DE SATURAÇÃO, cujo limite de separação é o nível d'água do lençol freático.

Na zona de saturação os interdícios estão cheios d'água sobre pressão hidrostática constituindo os lençóis subterrâneos, que se dividem em lençóis freáticos e lençóis artesianos.

Águas do solo, utilizadas pelas plantas em geral.

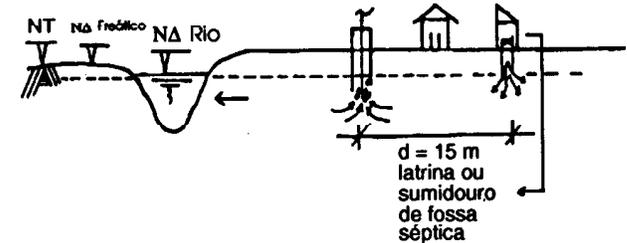
Águas vadosas ou intermediárias, se mantem quase estacionária ou se move em direção à zona de saturação pela ação da gravidade.

Águas capilares, situadas logo acima do nível d'água freática e mantida a ação da capilaridade.

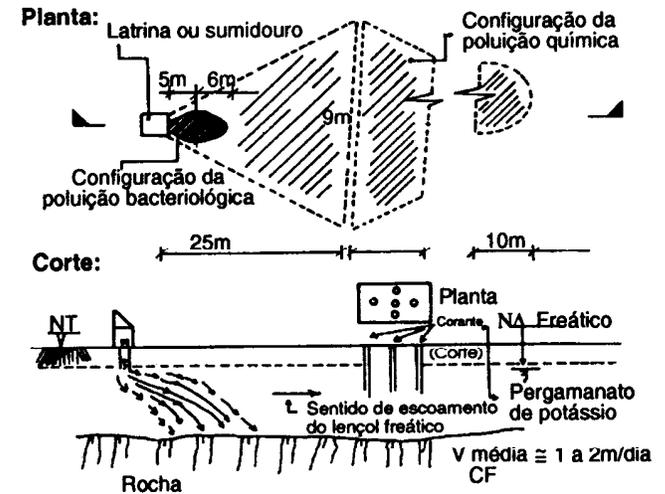
Aquífero freático, é aquele cuja superfície encontra-se a pressão atmosférica.

Aquífero artesiano - é aquele cuja superfície encontra-se a pressão maior do que atmosférica.

LOCALIZAÇÃO INDEVIDA DE POÇOS FREÁTICOS:



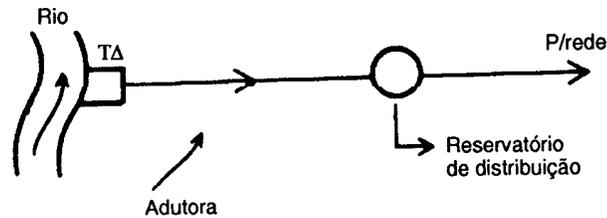
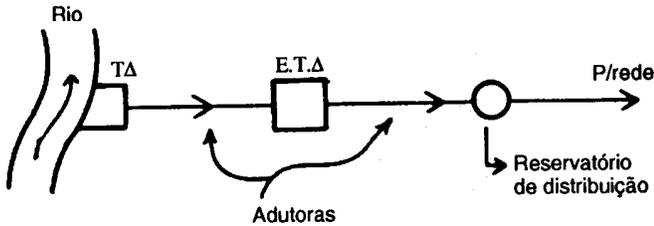
CONFIGURAÇÃO DA POLUIÇÃO QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DO TERRENO DEVIDO A LATRINAS E SUMIDOUROS DE FOSSAS SÉPTICAS.



NOTA: Quando por imposição de localização das obras ou de terrenos vizinhos se for obrigado a colocar o poço ajusante de uma latrina ou sumidouro, a distância mínima da fonte de poluição a ser adotado é de 15m.

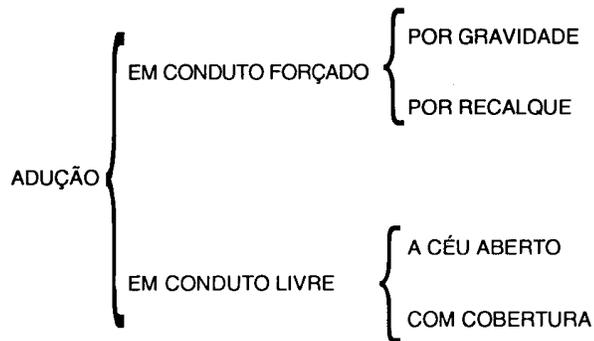
ADUÇÃO:

A adução se faz através de "canalização adutora" que tem por objetivo fazer as ligações entre as unidades precedentes a distribuição, isto é, ligação entre a tomada e a estação de tratamento, entre a estação de tratamento e o reservatório de distribuição ou se for o caso, ligação direta entre a tomada d'água e o reservatório de distribuição.



As adutoras são canalizações, por definição, virgens, isto é, não devem ser sangradas ao longo de seu percurso.

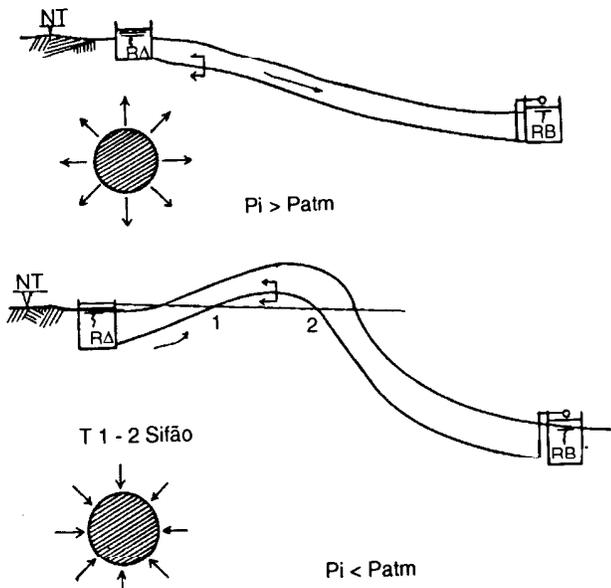
CLASSIFICAÇÃO



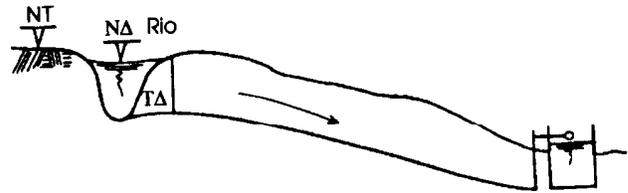
ADUÇÃO "EM CONDUTO FORÇADO":

Conduto forçado - é um conduto no qual a água escoá sob pressão diferente da atmosférica.

A canalização funciona sempre totalmente cheia e o conduto é sempre fechado.

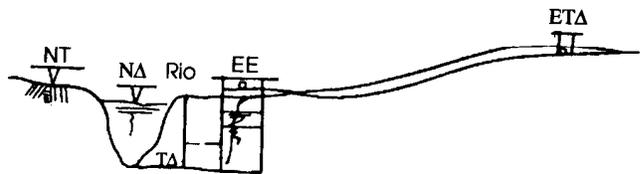


Por Gravidade: é quando a unidade a ser alimentada possui cota topográfica menor do que a unidade alimentadora.



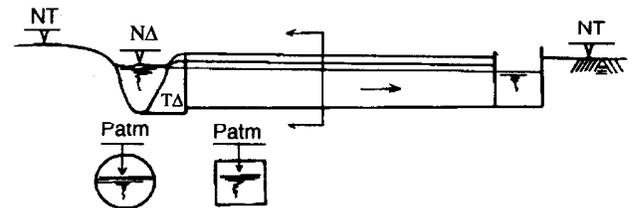
Ex. Adutora de "Ribeirão dos Lagos".

Por Recalque: é quando a unidade a ser alimentada possui cota topográfica maior do que a unidade alimentadora.



ADUÇÃO "EM CONDUTO LIVRE"

Conduto livre - é um conduto no qual em qualquer ponto da superfície reina a pressão atmosférica.



A condição limite para que um conduto livre funcione totalmente cheio, é que a "linha de corrente" junto a geratriz superior do tubo tenha pressão igual a atmosférica.



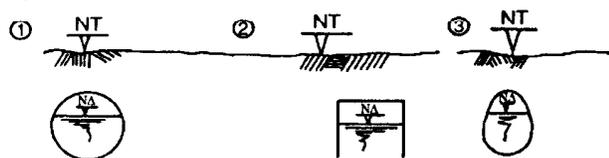
A céu aberto: este tipo de adução é empregado quando as condições topográficas são favoráveis (Terrenos planos) e quando se trata de água bruta.

São os canais que podem ser de várias formas sendo as mais usuais as retangulares e trapezoidais.



Com cobertura: este tipo de adução pode ser empregado tanto para água bruta como para água tratada e é função exclusiva das condições topográficas.

Em geral a forma circular é a mais usada (empregada) mas as condições do sub-solo e a carga do terreno sobre a adutora e as dimensões do conduto tornam também usuais as formas retangulares e elípticas.



EPILOGO

Esta unidade oferece ao estudante que se inicia em Saneamento uma ampla variedade de Tópicos para estudo inicial. Pode também oferecer um levantamento para os estudantes e profissionais em campos correlacionados como planejamento urbano, projeto ambiental e Engenharia. Os Tópicos foram selecionados mediante uma análise do que está sendo ensinado nas escolas. O trabalho técnico não pretende ser uma introdução completa, já que cada

assunto pede um exame mais intenso e completo, mesmo a níveis introdutórios. Não começa incorporar as necessidades totais de instrução dos Engenheiros ou Arquitetos, contudo pode ser um guia completo do assunto.

Nossos agradecimentos aos professores que nos forneceram dados e notas técnicas para elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- SNY Der, James C. (E) Catanese, Anthony J., Introdução a Arquitetura Rio de Janeiro, Editora Campus, 1984.
- BRASIL Ministério da Saúde - Manual de Saneamento - 3 ed. Rio de Janeiro, SESP. 1972 3v. Vols. 1, 2 e 3.
- CETES B. Saneamento Básico Normas Técnicas Brasileiras R.J. 1973.
- DACACH, Nelson Gandur. Saneamento Ambiental - R. J. Guanabara Dois, 1983 176p.
- DACACH, Nelson Gandur "Saneamento Básico". R.J. Livros Técnicos Científicos, 1979. 314p.
- GIORGETTI, Marcus F. Especialização - Mestrado em Hidráulica e Saneamento, São Paulo, Universidade de S. Paulo, 1980 2 Vols.
- ORGANIZAÇÃO Pan-Americana da Saúde. Tecnologia Apropriadas; Saneamento Básico = Appropriate Technologies Banc Sanitation. Brasília, CNPQ, X935. 140 p.