

ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA

SAA CAPTAÇÃO

Prof. Francisco Lorenzini Neto

E-mail: francisconeto@ifsul.edu.br

CAPTAÇÃO

- Introdução
- Manancial superficial
- Captação em cursos d'água
- Captação em represas e lagos

PARTES CONSTITUINTES DE UM SAA

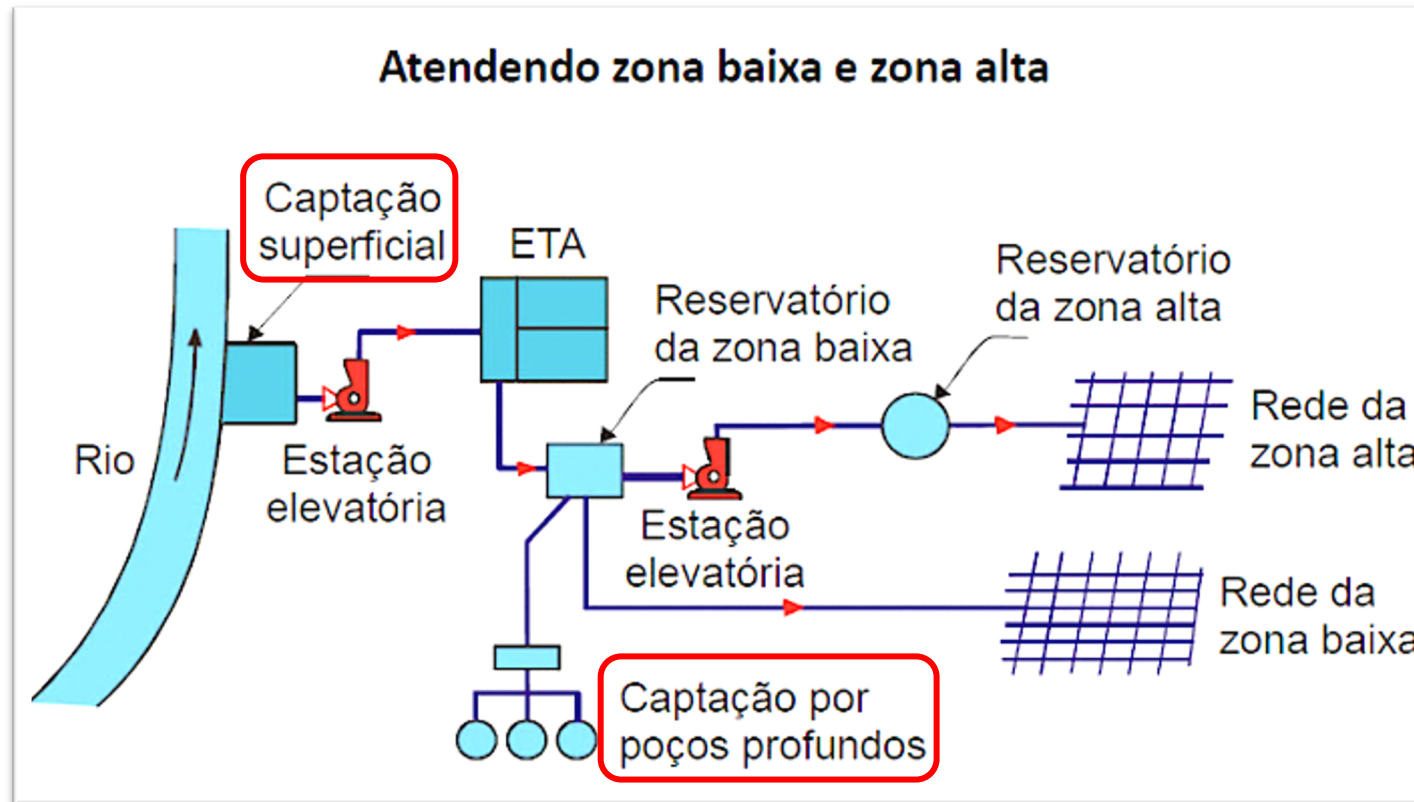
Manancial	Corpo d'água (superficial ou subterrâneo) que fornece água para o sistema.
Captação	Conjunto de obras para retirar água (superficial ou subterrânea).
Adução	Transporta a água entre as diversas partes do sistema (bruta ou tratada). Conduto livre, forçado por gravidade ou em recalque.
Estação elevatória	Obras e equipamentos destinados a recalcar água para cotas superiores.
Estação de tratamento	Destina-se a enquadrar a água aos padrões de qualidade.
Reservatório de distribuição	Acumula a água em horários de pouco consumo para ser utilizada nos horários de maior consumo.
Rede de distribuição	Conjunto de tubulações que transportam água até os consumidores.

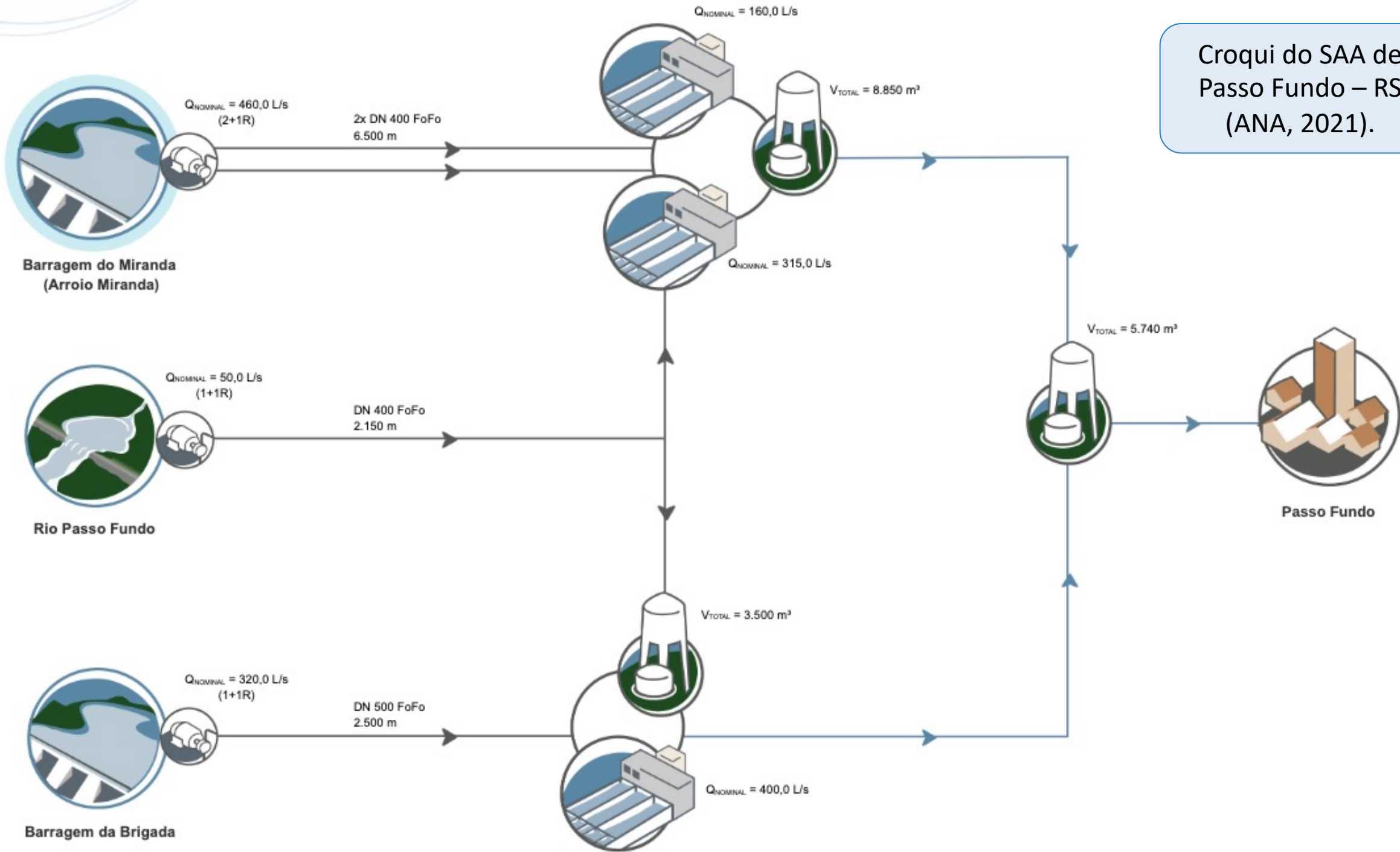
CONCEPÇÃO DE UM SAA

- Normas existentes:

Norma	Número	Ano	Assunto
NBR	12211	1992	Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água
NBR	12212	2017	Projeto de poço tubular para captação de água subterrânea
NBR	12213	1992	Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público
NBR	12214	2020	Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de água
NBR	12215	2017	Projeto de adutora de água
NBR	12216	1992	Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público
NBR	12217	1994	Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público
NBR	12218	2017	Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público

CONCEPÇÃO DE UM SAA





Croqui do SAA de Passo Fundo – RS (ANA, 2021).

Captação é o conjunto de estruturas e dispositivos montados no manancial para efetuar a tomada d'água destinada ao sistema de abastecimento.

Deve ser projetado e construído de forma a assegurar, em qualquer época do ano, condições de fácil entrada de água e da melhor qualidade possível encontrada no manancial escolhido.



EXAME PRÉVIO DAS CONDIÇÕES LOCAIS

- A elaboração do projeto deve ser precedida de uma criteriosa inspeção local, para exame visual das possibilidades de implantação das obras no local escolhido.

ESTUDOS NECESSÁRIOS

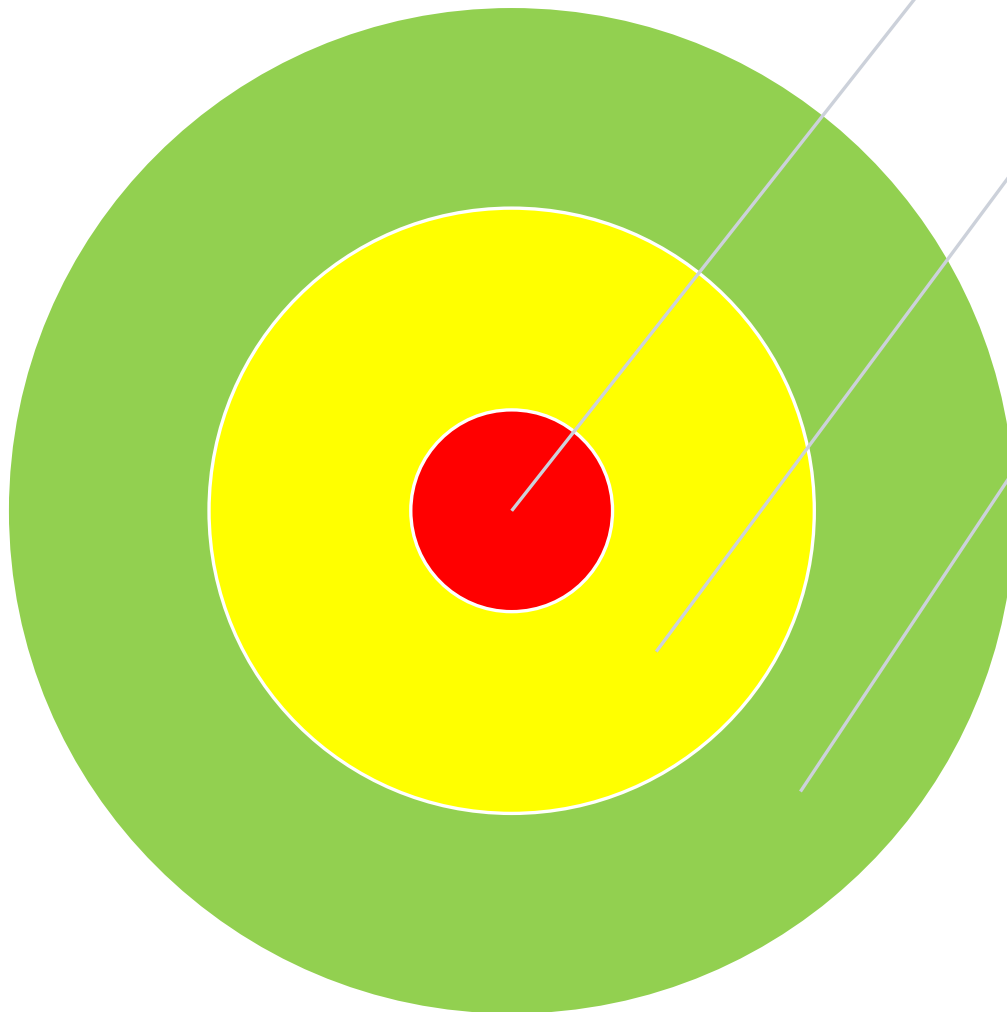
- **Quantidade de água:** estudo hidrológico das vazões máximas e mínimas:
 - necessário para verificação da possibilidade de captação (disponibilidade hídrica e vazão máxima outorgável) e determinação do risco associado à interrupção do abastecimento, seja por falta d'água ou pela inundação da casa de bombas.



ESTUDOS NECESSÁRIOS

- **Quantidade de água:** na falta de dados hidrológicos:
 - investigação de elementos que informem oscilações do nível d'água entre os períodos de estiagem e de cheia e por ocasião das precipitações torrenciais (depoimento de locais);
 - programação de um trabalho de medições diretas;
 - desenvolvimento de estudos como modelagem hidrológica e regionalização de vazões.

Verificação da possibilidade de captação:



Há vazão, porém inferior ao consumo previsto: busca-se outro manancial ou utiliza-se das vazões de outro manancial complementarmente.

A vazão é insuficiente na estiagem, mas suficiente na média: construção de barragem de regularização: o excesso de vazão no período de cheias pode ser armazenado para o período de estiagem.

A vazão é suficiente na estiagem: situação ideal; captação direta da correnteza; com pouco nível: construção de barragem de nível.

ESTUDOS NECESSÁRIOS

- **Qualidade da água:** análise dos parâmetros de qualidade:
 - investigar:
 - se a geologia da região onde atravessa o curso d'água favorece a ocorrência de areia em suspensão na água;
 - se não existem possíveis focos de contaminação;
 - analisar condições sanitárias dos usos da água a montante e a jusante (*e.g.*: em rios, instalar a captação a montante de descargas poluidoras).

Coleta de amostras de
água para análise



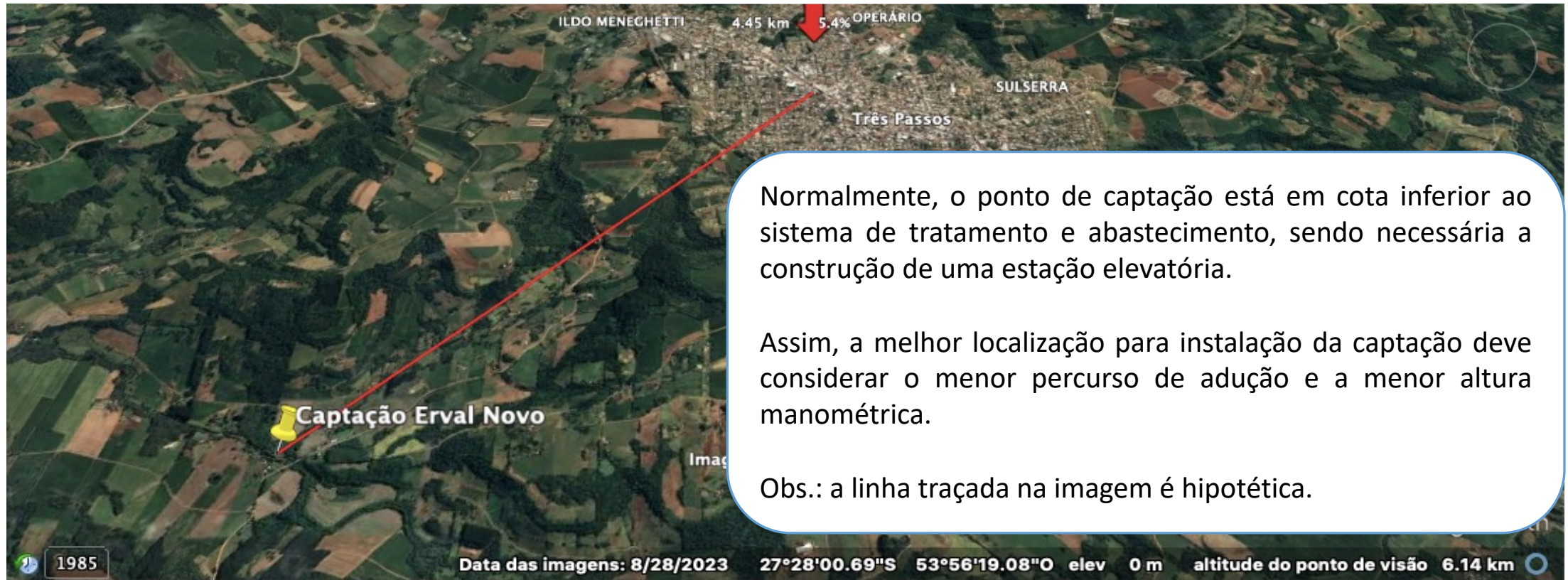
- Em reservatórios, a captação deve ser feita em profundidade conveniente (problemas):
 - físicos: superficialmente pode sofrer ação dos ventos, correntezas, impactos de corpos afluentes; em profundidade pode haver maior quantidade de sedimentos em suspensão (afeta o controle da turbidez na ETA);
 - químicos: na superfície há tendência de maior teor de dureza, ferro e manganês;
 - biológicos: no verão, pode ocorrer proliferação de algas nas camadas superiores e alto teor de matéria orgânica em decomposição nas camadas inferiores (odor e sabor).



ESTUDOS NECESSÁRIOS

- Ainda, deve-se realizar:
 - estudos técnico-econômicos das obras civis;
 - estudos de impactos ambientais, no caso de grandes obras como barragens;
 - análise de alternativas.

LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES



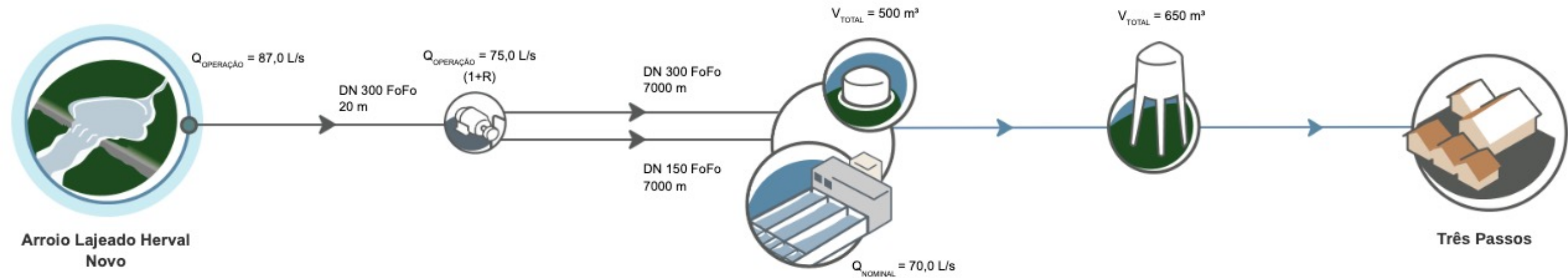
Normalmente, o ponto de captação está em cota inferior ao sistema de tratamento e abastecimento, sendo necessária a construção de uma estação elevatória.

Assim, a melhor localização para instalação da captação deve considerar o menor percurso de adução e a menor altura manométrica.

Obs.: a linha traçada na imagem é hipotética.

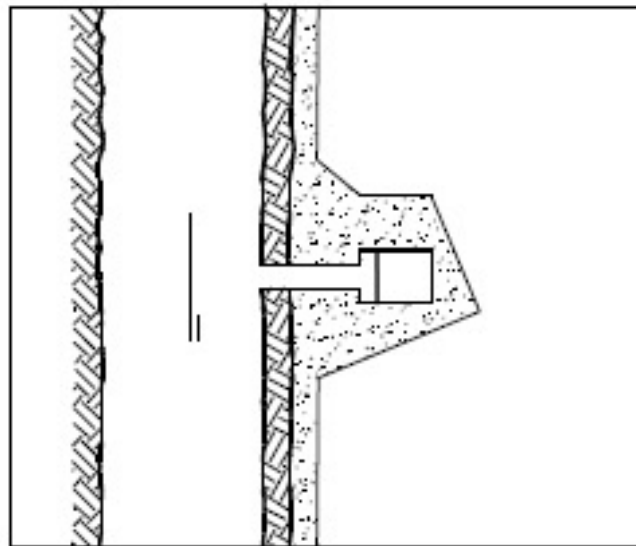


Croqui do SAA de Três Passos – RS (ANA, 2021).

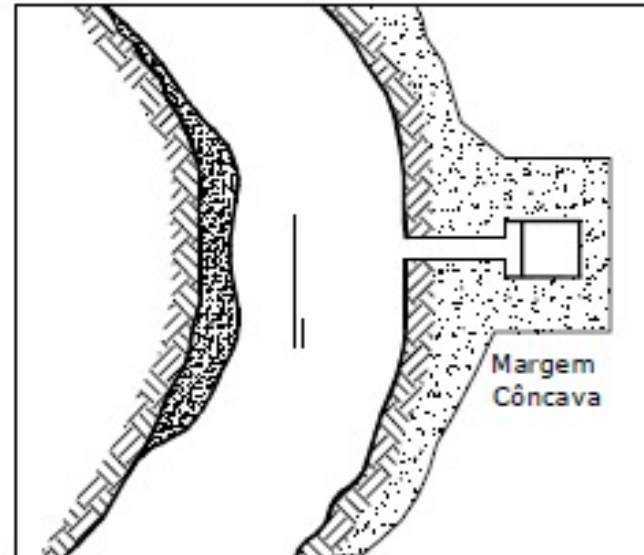


LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

- Obras de captação em rios (condições do leito):
 - principalmente em trechos retilíneos;
 - junto à curvatura externa (margem côncava).



TRECHO RETILÍNEO



TRECHO CURVILÍNEO

LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

- Obras de captação em reservatórios:
 - o mais próximo possível do maciço de barramento:
 - há maior lâmina disponível;
 - menores velocidades;
 - menor turbidez;
 - condições favoráveis para captação por gravidade.
- Obras de captação em lagos naturais:
 - devem ser instaladas preferencialmente em posições intermediárias entre as desembocaduras afluentes e o local de extravasamento do lago.

LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

- É de suma importância estabelecer as cotas altimétricas de todas as partes constituintes das obras de captação, pois:
 - deverá haver entrada permanente de água para o sistema, mesmo nas estiagens;
 - havendo instalações de bombeamento, os equipamentos e, em especial, os motores deverão ficar sempre ao abrigo das maiores enchentes previstas;
 - a distância entre o eixo da bomba e o nível d'água mínimo previsto ao manancial não deverá ultrapassar a capacidade de sucção do equipamento.

CAPTAÇÃO EM MANANCIASIAIS DE SUPERFÍCIE

Direta ou a fio d'água

Com barragem de regularização de nível d'água

Com reservatório de regularização de vazão para abastecimento de água

Em reservatórios ou lagos de usos múltiplos

Não convencionais

PARTES CONSTITUINTES

Tomada d'água

Barragem de nível

Reservatório de regularização de vazão (vimos em Hidrologia)

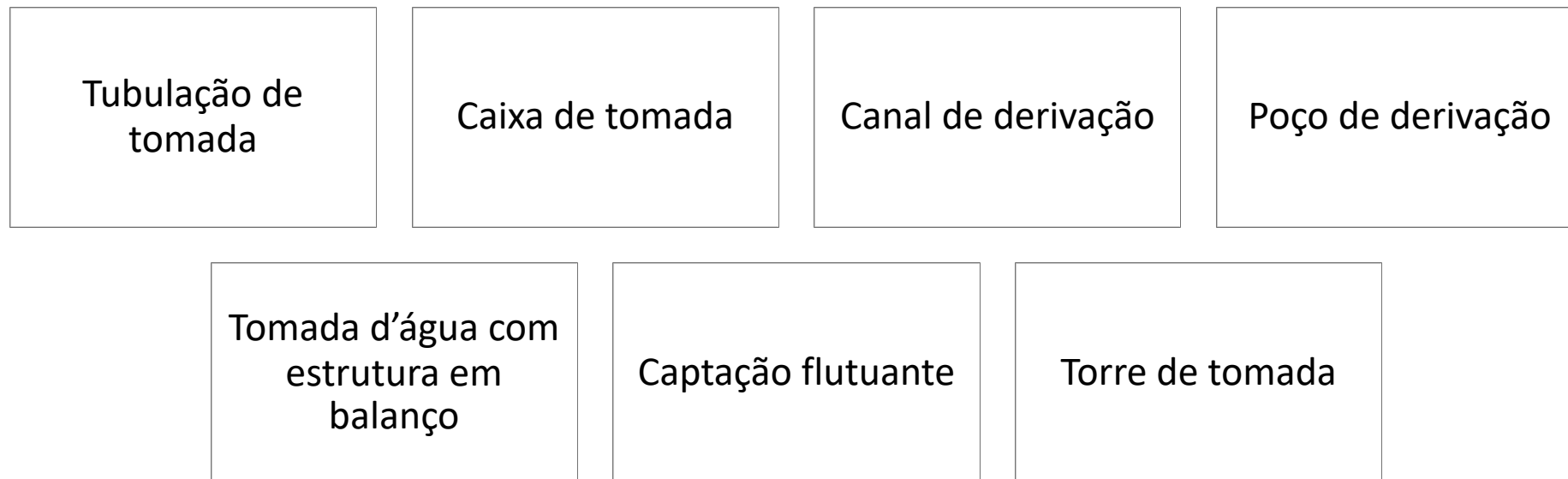
Gradeamento

Desarenador

Dispositivos de controle de entrada d'água

TOMADA D'ÁGUA

- Conjunto de dispositivos utilizados para conduzir água do manancial até os demais constituintes da captação d'água. Nos condutos livres ou forçados: velocidade da água $\geq 0,60$ m/s (ABNT, 1992).

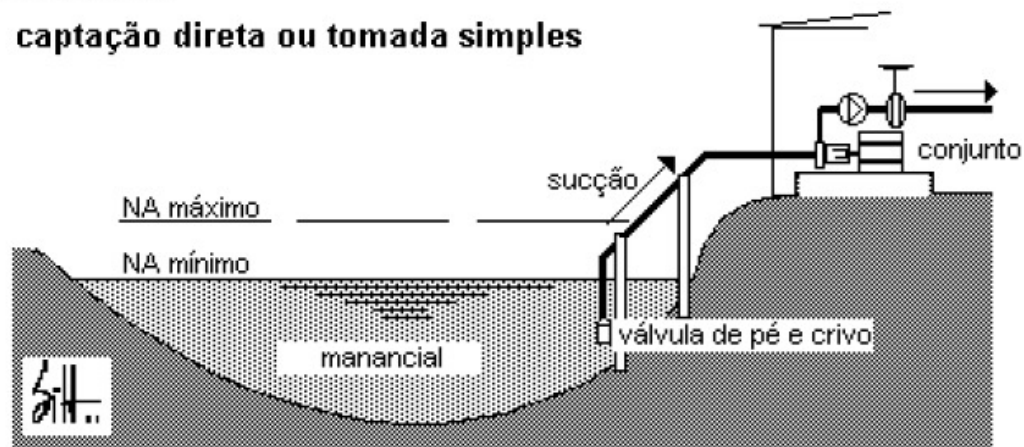


TOMADA D'ÁGUA – TUBULAÇÃO DE TOMADA

- Dispositivo de tomada d'água constituído por tubulação simples, que conduz a água desde o manancial até a unidade seguinte.
- Seu dimensionamento é realizado utilizando-se uma equação de perda de carga, considerando perdas localizadas.
- Aplica-se a cursos d'água perenes, sujeitos a pequena variação de nível d'água e que não possuam regime de escoamento torrencial com o arraste de sólidos volumosos, que possam danificar a tubulação.

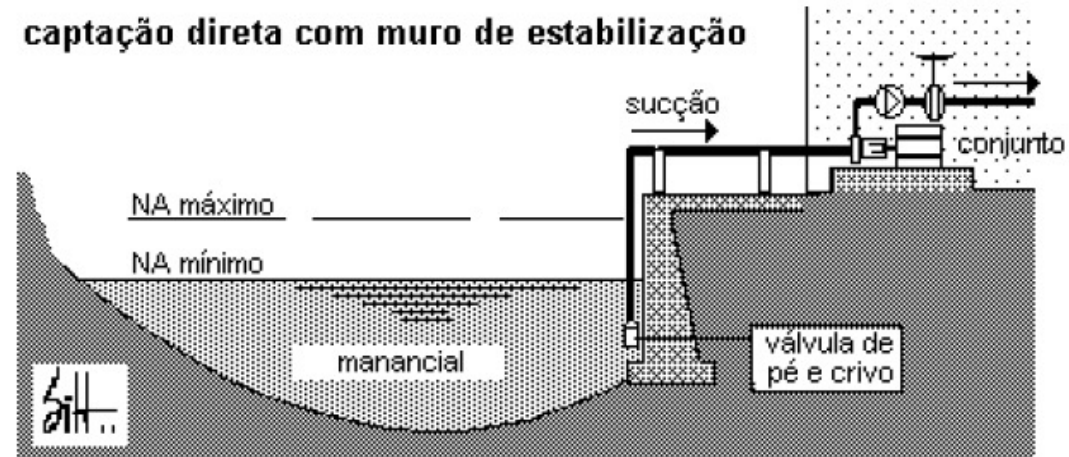
Margens estáveis

captação direta ou tomada simples



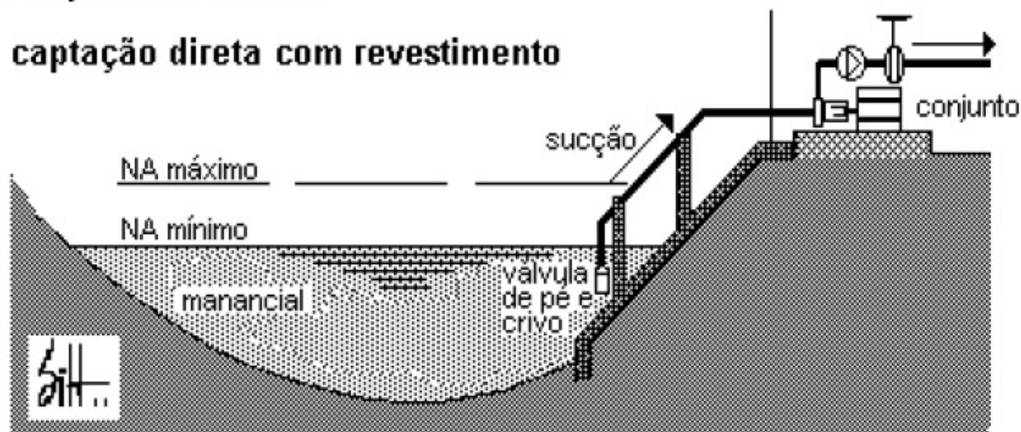
Margens instáveis

captação direta com muro de estabilização



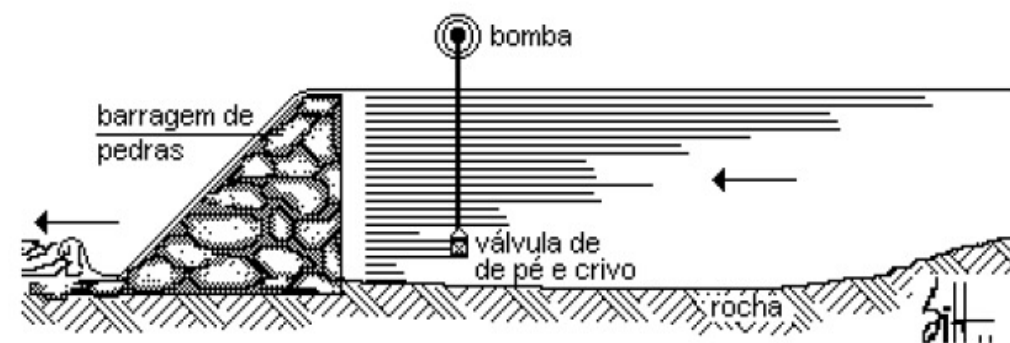
Margens sujeitas à erosão

captação direta com revestimento



Leitos rochosos com lâmina líquida muito baixa

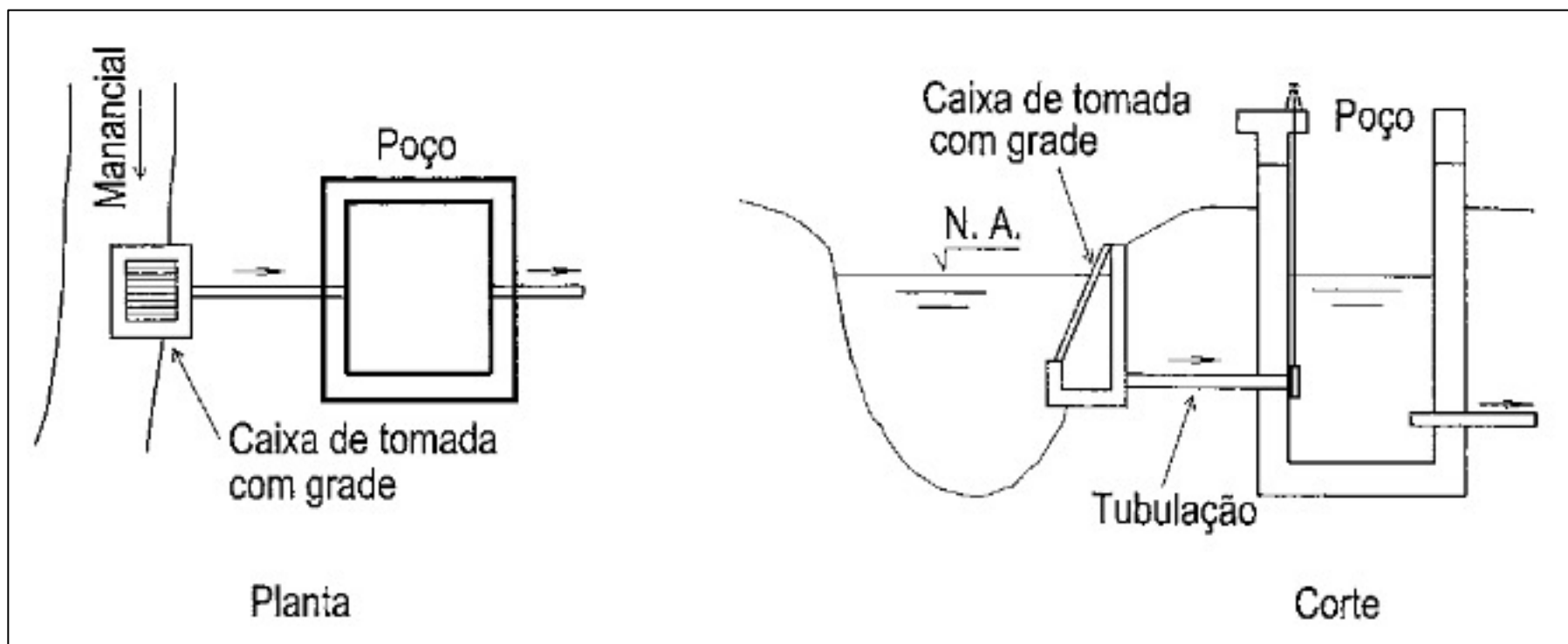
captação direta com barragem de nível



TOMADA D'ÁGUA – CAIXA DE TOMADA

- Empregada quando o curso d'água apresenta regime de escoamento torrencial ou rápido (risco para a estabilidade das estruturas).
- São dotadas de grade na sua entrada para proteção contra materiais suspensos.
- Não se aplica quando:
 - a altura da lâmina d'água mínima do manancial for muito reduzida;
 - a calha molhada se afastar muito das margens nos períodos de grande estiagem;
 - ocorrer excesso de algas no manancial (tomada subsuperficial).

TOMADA D'ÁGUA – CAIXA DE TOMADA

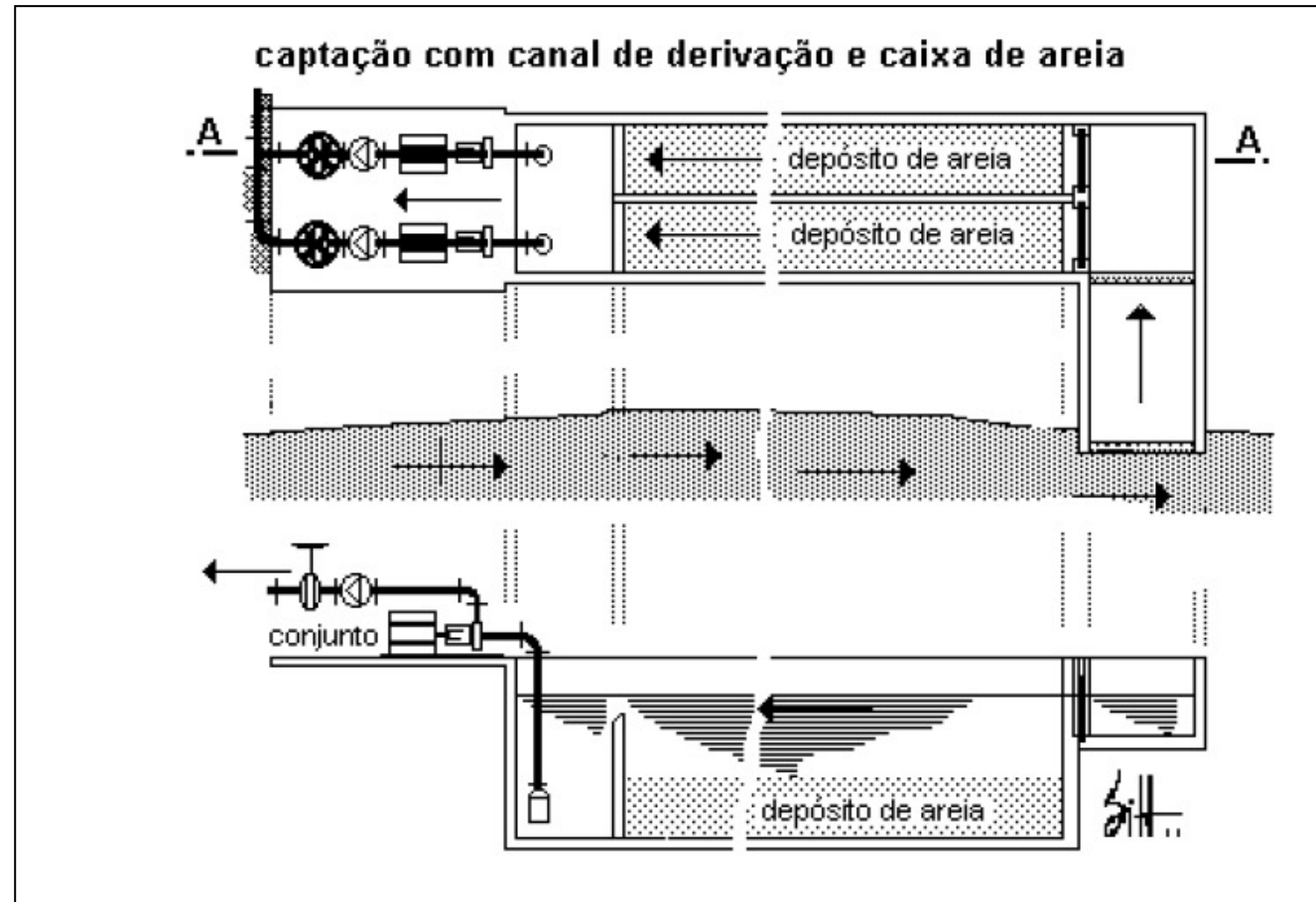


Caixa de tomada d'água em captação direta.

TOMADA D'ÁGUA – CANAL DE DERIVAÇÃO

- Utilizado em captações de médio ou grande porte (funcionam como caixa de tomada e canal de ligação para as unidades seguintes).
- Não se aplica a captações de pequena vazão devido à necessidade da velocidade mínima de 0,60 m/s.
- No mais, as situações em que o canal de derivação se aplica e as situações em que ele deve ser evitado são semelhantes às aquelas descritas para a caixa de tomada.
- Também são dotados de grade na sua entrada.

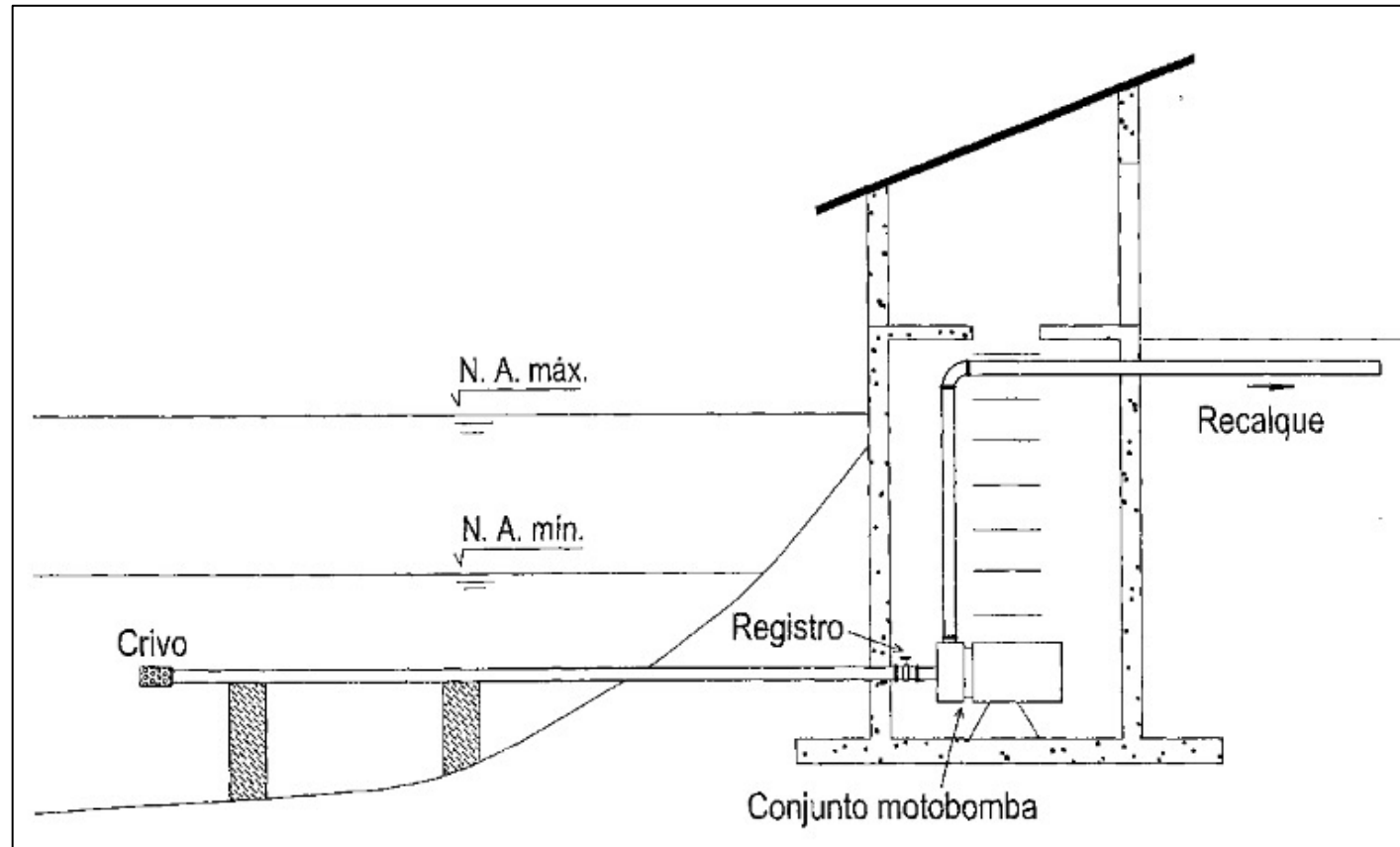
TOMADA D'AGUA – CANAL DE DERIVAÇÃO



TOMADA D'ÁGUA – POÇO DE DERIVAÇÃO

- Tubulação construída na margem de rios ou ribeirões que seja inundável e que apresente declividades acentuadas.
- Quando a variação de nível d'água do rio for acentuada, pode-se adotar mais de uma tubulação de tomada.
- Esse tipo de solução tem sido também empregado em cursos d'água que, além de possuírem margens inundáveis, apresentam regime de escoamento torrencial, funcionando o poço de tomada como proteção do conjunto motor-bomba submersível.

TOMADA D'AGUA – POÇO DE DERIVAÇÃO



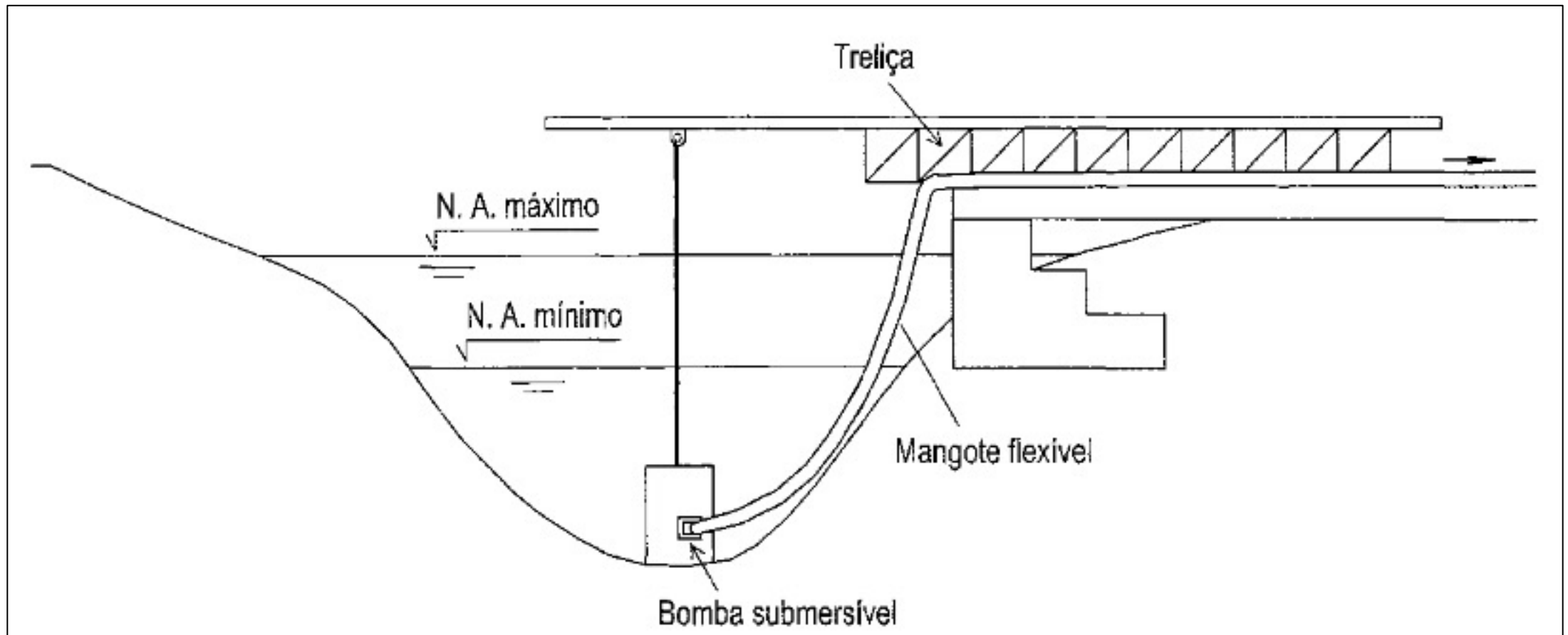
EXEMPLO

- Dimensionar uma tubulação de tomada de uma captação superficial destinada a uma comunidade com população de projeto de 2.000 habitantes, consumo *per capita* médio macromedido de 150 L/hab.dia e $K_1 = 1,2$. As unidades de produção deverão ser projetadas para funcionarem no máximo 16 horas por dia. O comprimento da tubulação de tomada é de 5 m e ela descarrega num poço de tomada. Adotar consumo da ETA igual a 1%.

TOMADA D'ÁGUA – ESTRUTURA EM BALANÇO

- A tomada d'água é feita por um conjunto motor-bomba submersível para água bruta, resistente à abrasão, que fica suspenso dentro do curso d'água por meio de uma corrente integrada a uma talha que pode se movimentar ao longo de uma viga.
- Aplica-se a rios pouco encaixados, com grande oscilação do nível d'água, tanto em profundidade como no afastamento às margens.

TOMADA D'AGUA – ESTRUTURA EM BALANÇO



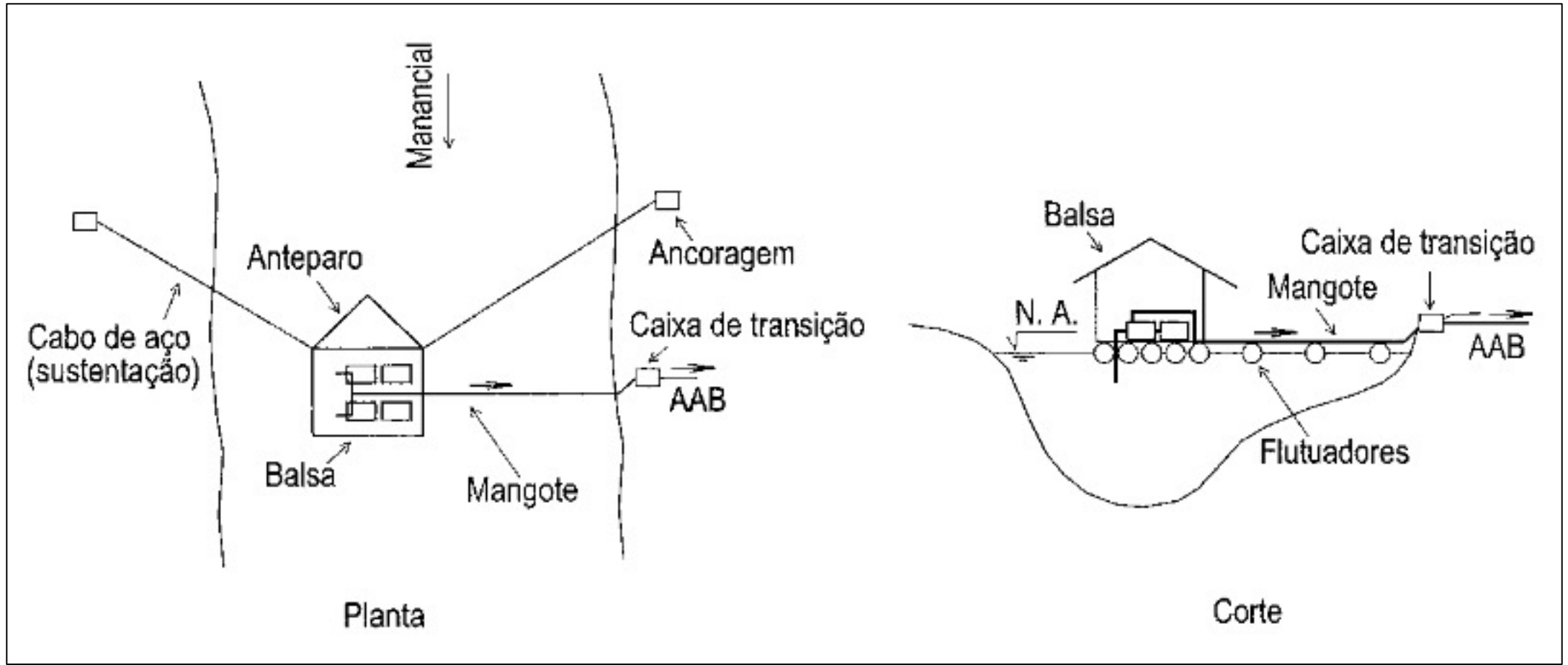
TOMADA D'ÁGUA – CAPTAÇÃO FLUTUANTE

- As captações flutuantes são utilizadas em lagos, represas ou em rios maiores e com regime de escoamento fluvial (grande largura e profundidade).



TOMADA D'ÁGUA – CAPTAÇÃO FLUTUANTE

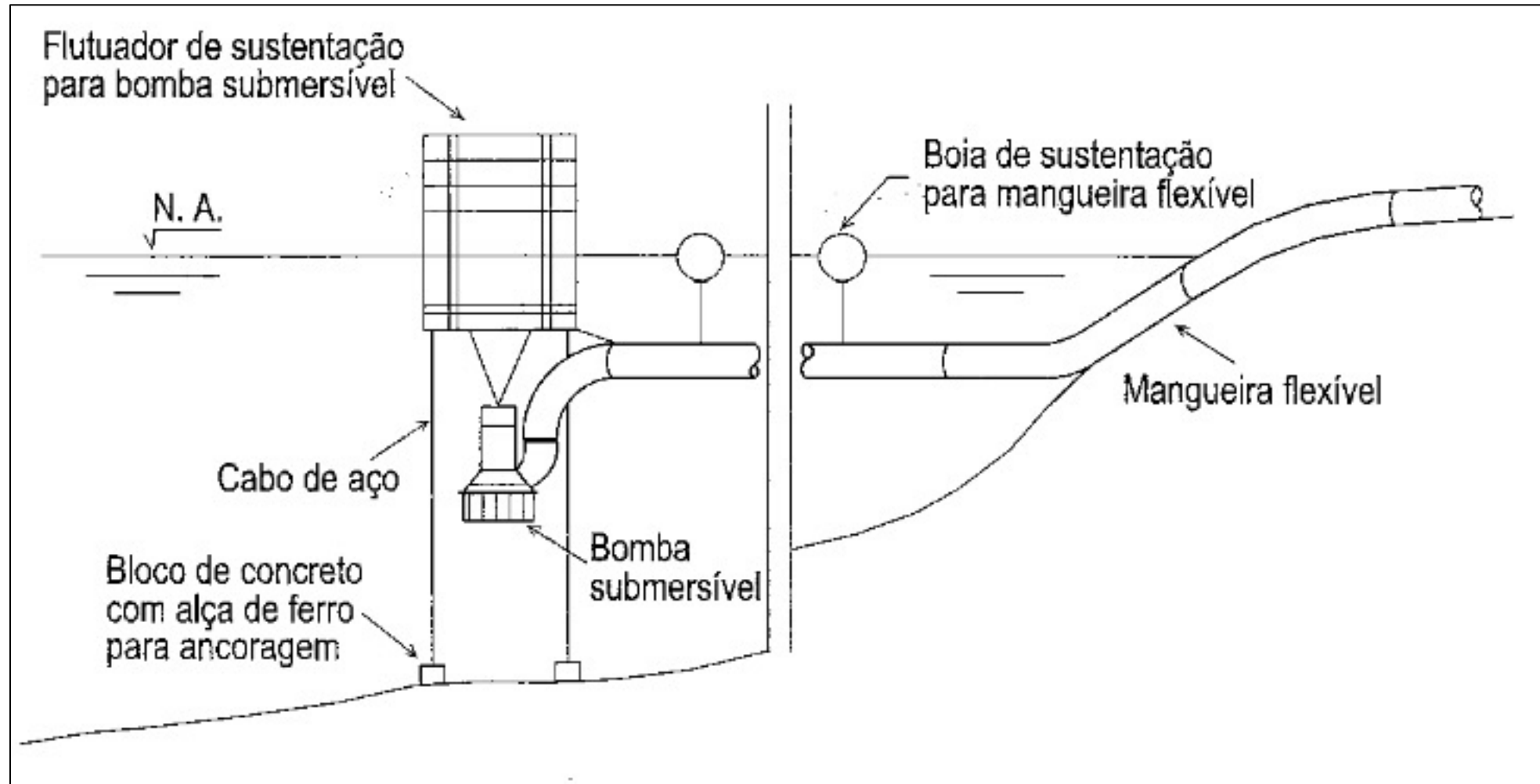
- São alternativas econômicas em comunidades pequenas e médias, e podem ser classificados em três tipos:
 - com conjunto motor-bomba não submersível, instalado em balsa;
 - com conjunto motor-bomba submersível suspenso por flutuadores;
 - com tomada d'água flutuante.



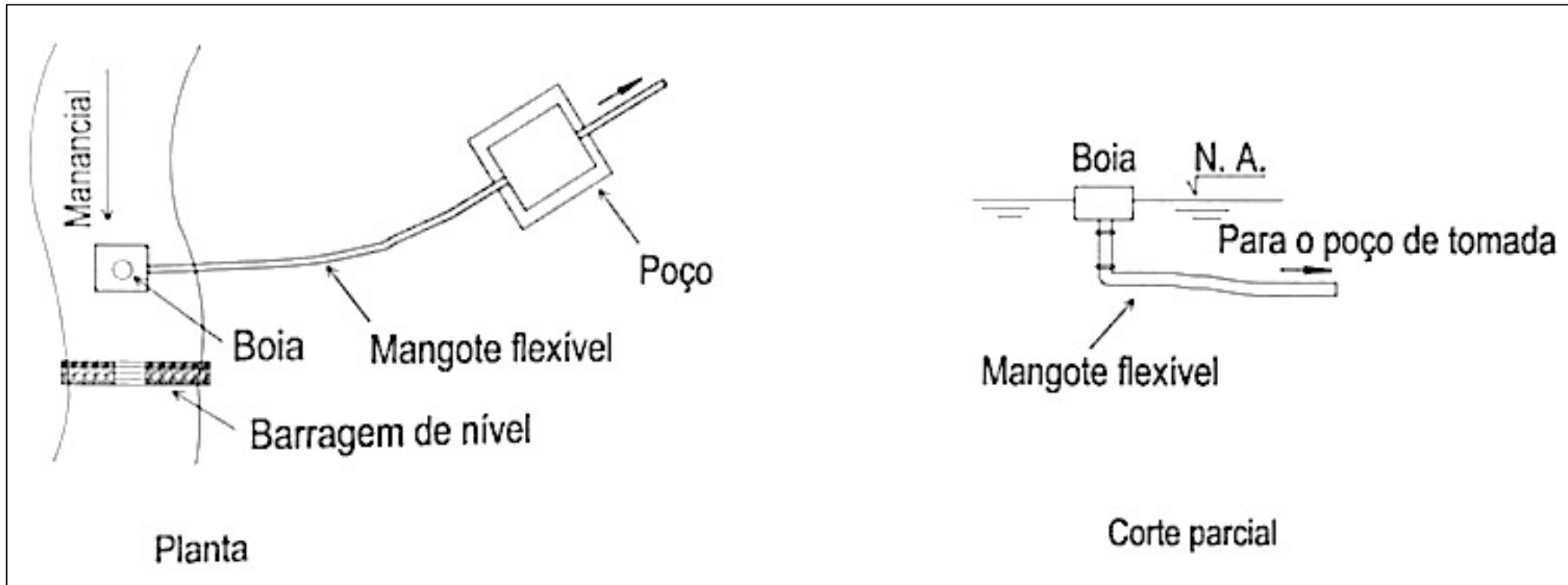
Com conjunto motor-bomba não submersível, instalado em balsa: aplica-se a situações em que não seja economicamente indicada a utilização de conjuntos submersíveis.



Com conjunto motor-bomba não submersível, instalado em balsa: aplica-se a situações em que não seja economicamente indicada a utilização de conjuntos submersíveis.



Com conjunto motor-bomba submersível suspenso por flutuadores. A sua escolha ou da alternativa anterior depende basicamente de estudo técnico-econômico.



Com tomada d'água flutuante: viabilidade econômica depende da amplitude da variação do nível d'água do manancial e também da topografia, da geologia e da extensão da área inundável no local onde ficará o poço que irá receber a água da tomada flutuante.

TOMADA D'ÁGUA – TORRE DE TOMADA

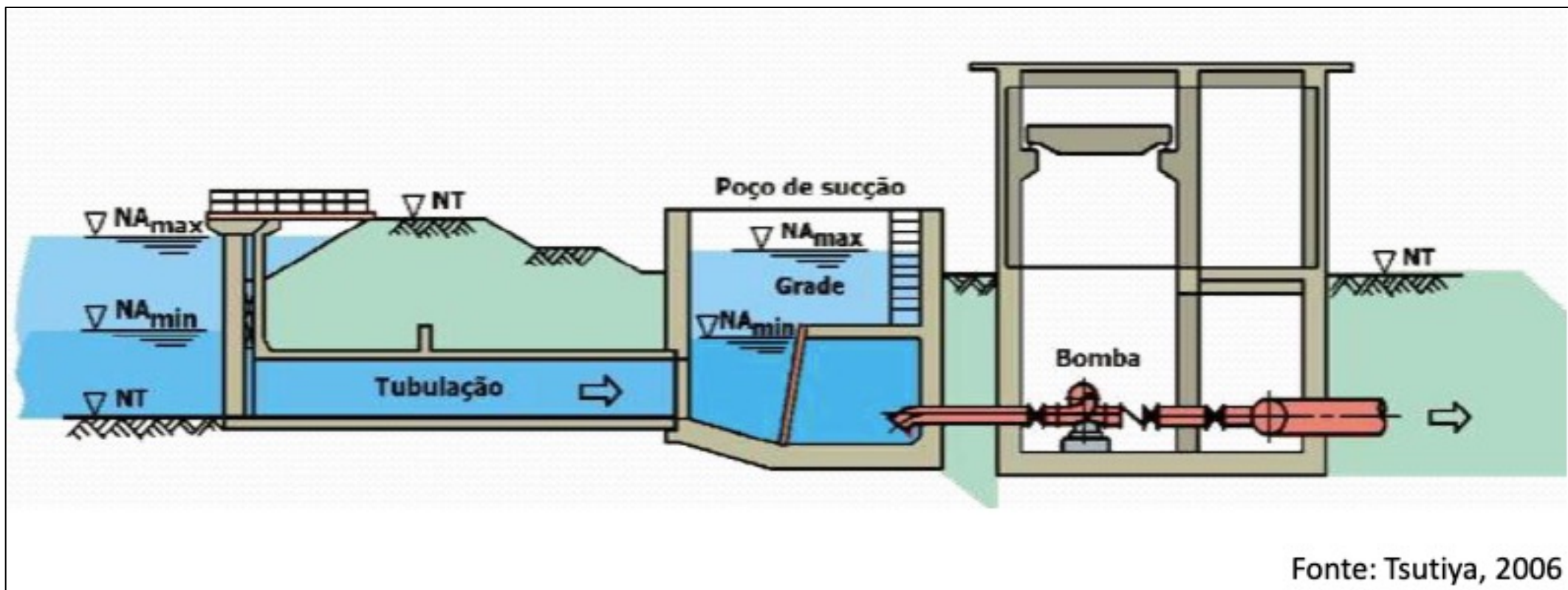
- A tomada d'água é feita por meio de uma torre de grandes dimensões, com entradas d'água em diferentes níveis.
- Pelo seu maior custo, é indicado para grandes SAA, cuja captação se faz em lagos, em reservatórios de regularização de vazão ou em grandes rios dotados de grande variação de nível d'água, tanto em profundidade como em afastamento às margens.

TOMADA D'ÁGUA – TORRE DE TOMADA

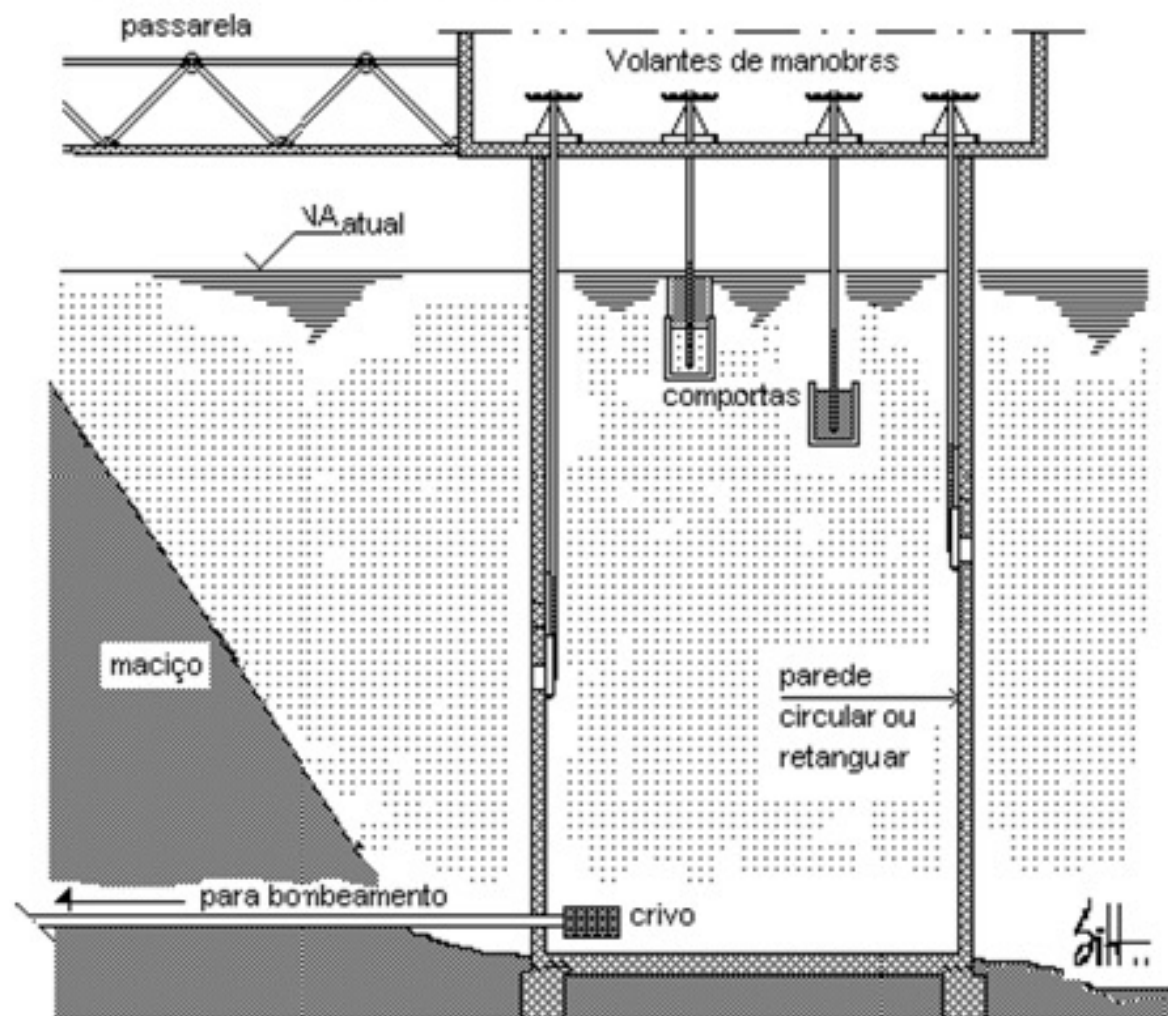
- A torre de tomada pode funcionar apenas como um dispositivo de tomada d'água ou, simultaneamente, como tomada d'água e elevatória. Isso vai depender do porte do sistema e das condições topográficas do terreno nas suas imediações.
- É importante levar em consideração, além das oscilações do nível d'água, as variações da qualidade da água em função da profundidade (vimos anteriormente).

TOMADA D'AGUA – TORRE DE TOMADA

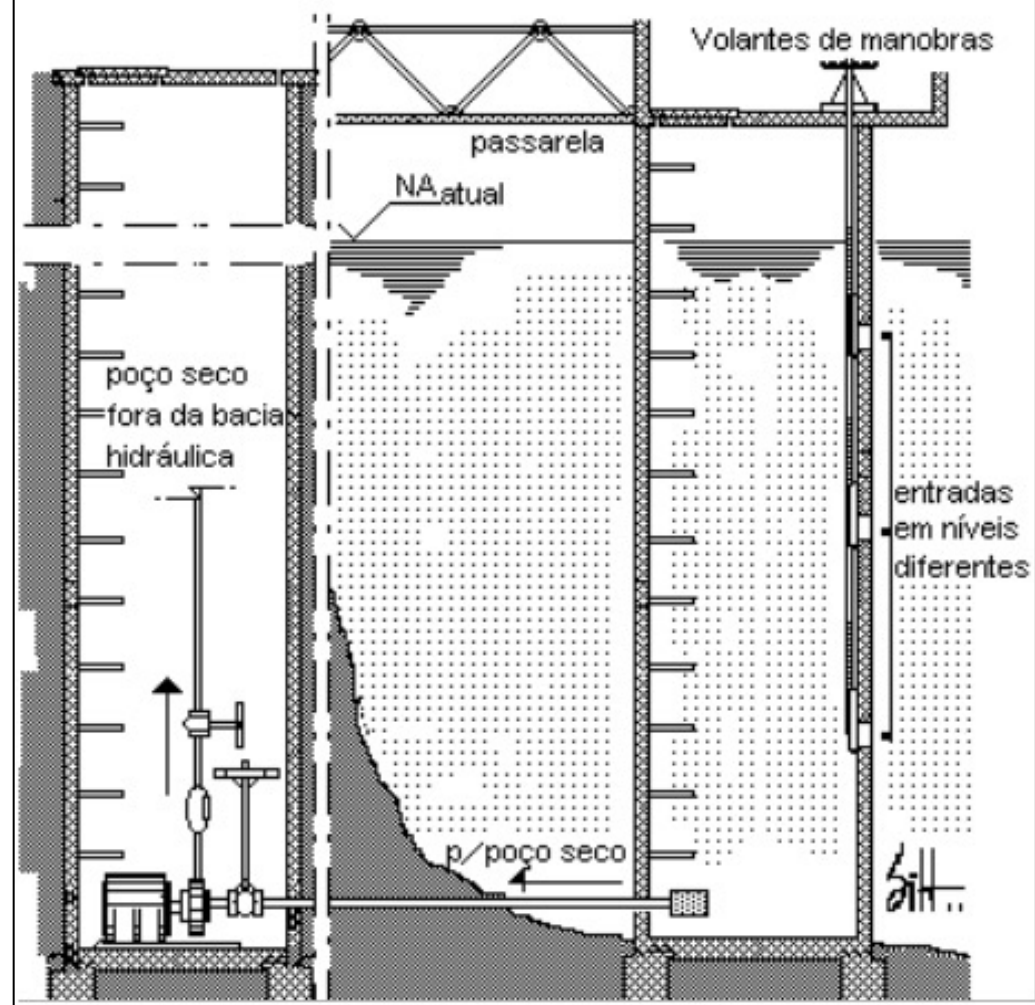




captação com torre de tomada



torre de tomada com poço de derivação

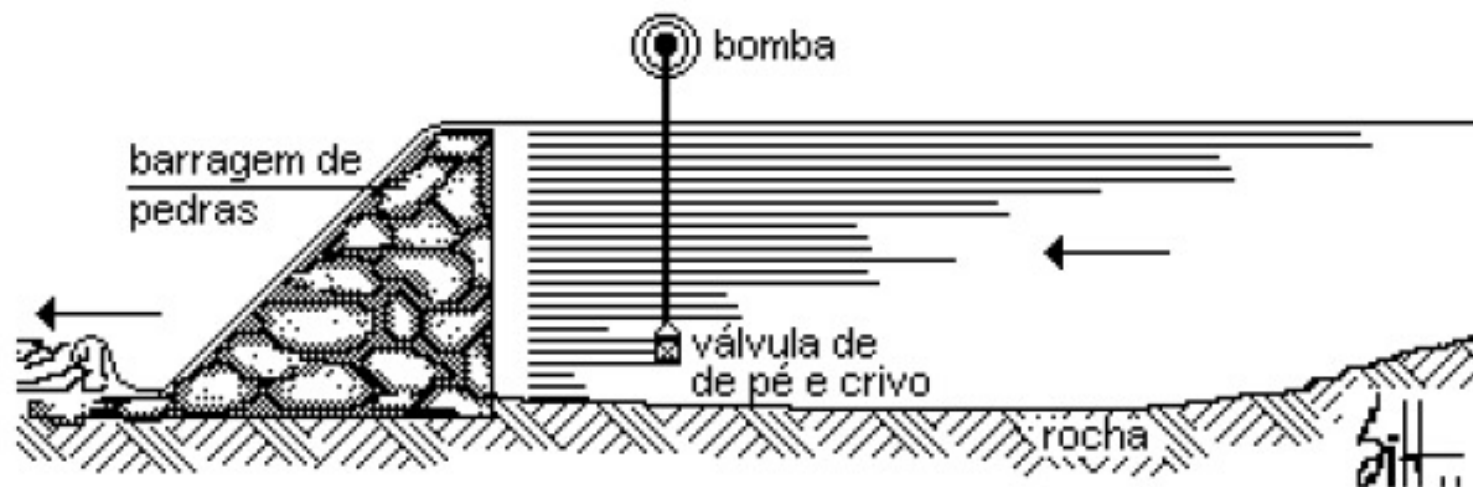


BARRAGEM DE NÍVEL

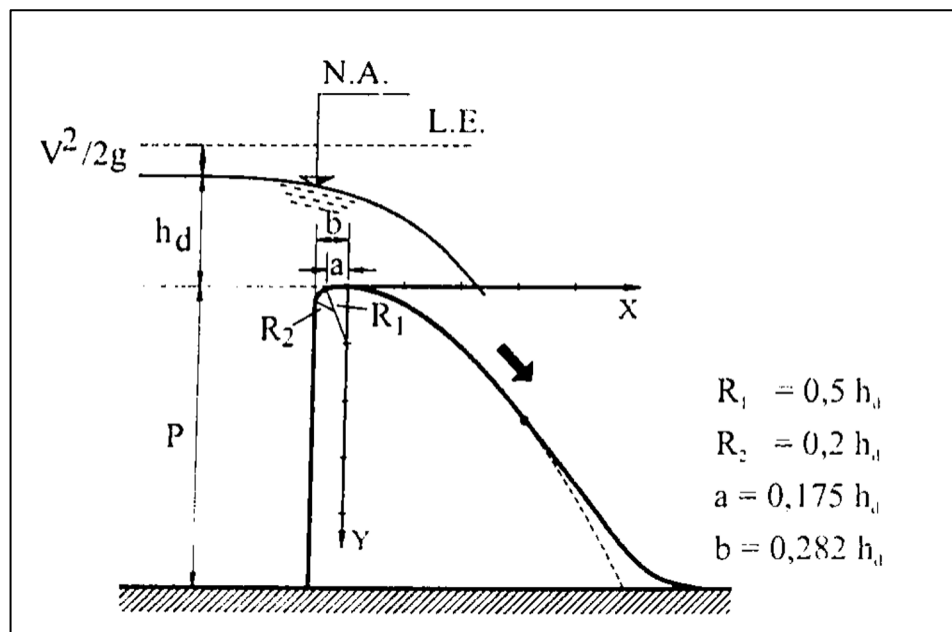
- É um muro de pequena altura (1 a 2 m), utilizado quando a lâmina d'água no rio com vazão mínima não é suficiente para garantir a submersão mínima do crivo da bomba.
- Só deve ser utilizada quando a vazão mínima do rio for maior que a demanda média do dia de maior consumo.
- Na situação mais rudimentar, é construída com blocos de rocha simplesmente colocados no curso d'água, quando recebe a denominação de enrocamento.

BARRAGEM DE NÍVEL

Leitos rochosos com lâmina líquida muito baixa
captação direta com barragem de nível



BARRAGEM DE NÍVEL



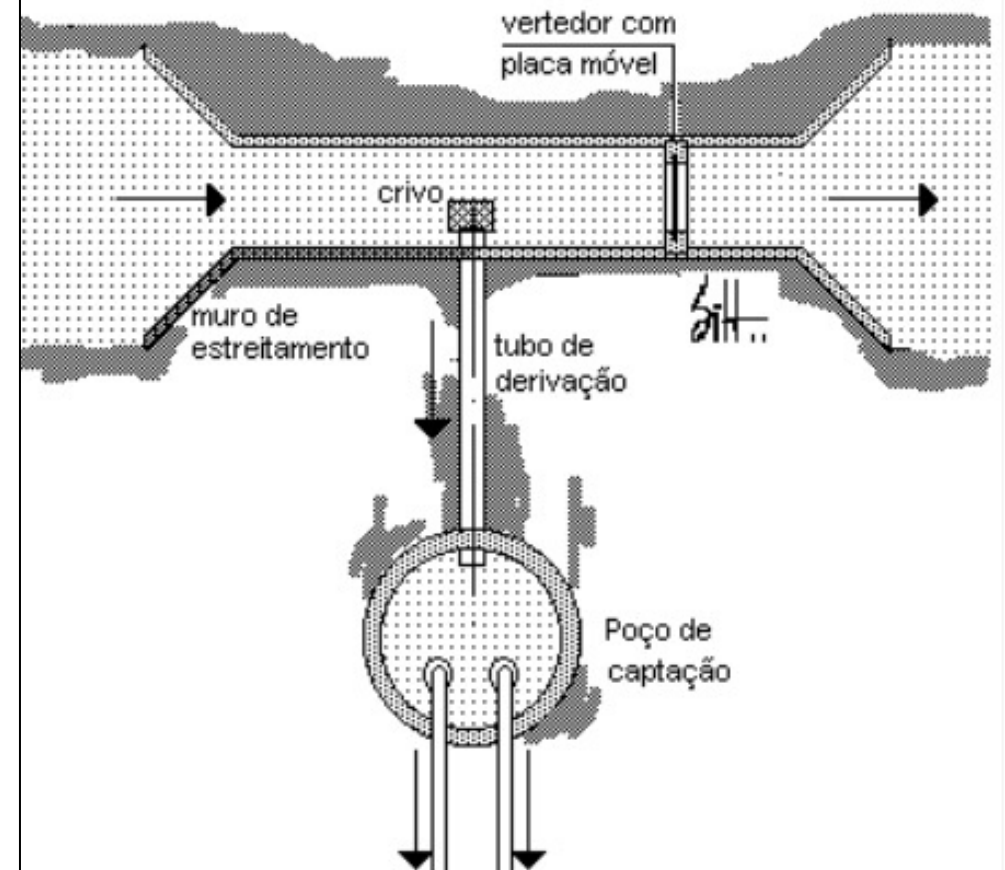
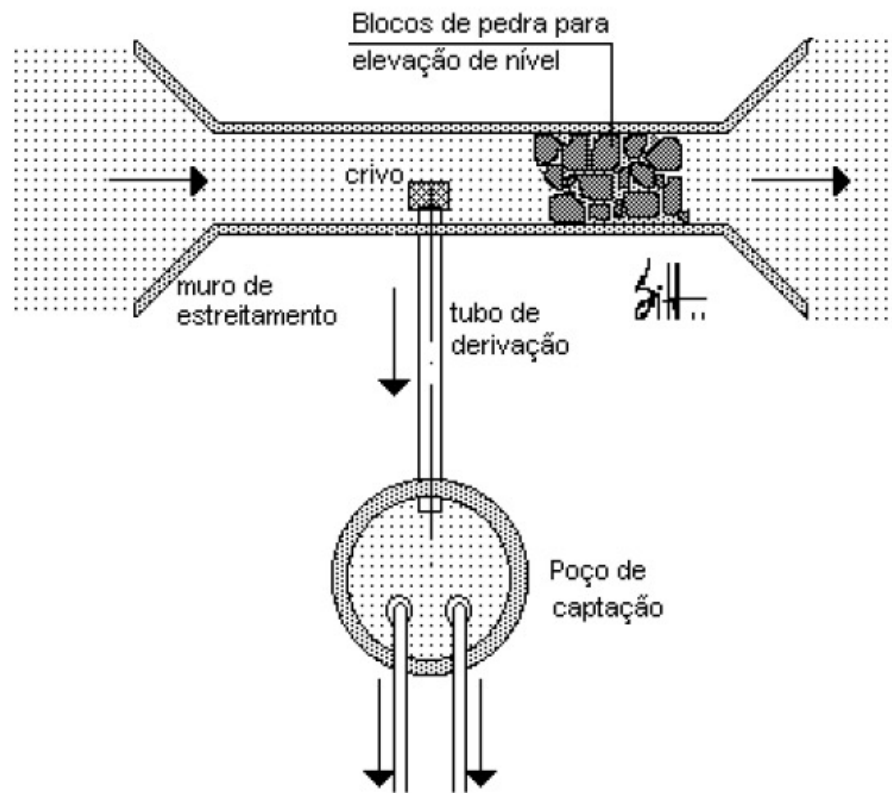
Perfil Creager

CANAL DE REGULARIZAÇÃO

- Usado em riachos de pequena largura que apresentam lâmina d'água reduzida durante a estiagem.
- A finalidade é uniformizar o leito em uma determinada extensão através do revestimento de alvenaria das margens, permitindo que se lance mão de algum dispositivo para elevar o nível d'água como barramentos ou vertedores (enrocamentos ou comportas).

CANAL DE REGULARIZAÇÃO

Barramento com enrocamento



GRADEAMENTO

- Grades e telas devem ser usadas obrigatoriamente em captações superficiais (ABNT, 1992). O objetivo é evitar a entrada de materiais grosseiros como troncos, galhos de árvore, plantas aquáticas, peixes, etc. na entrada das tomadas d'água.
- Em canais, constrói-se gradeamento com espaçamento de 7,5 a 15 cm (grade grosseira). Quando necessário, já dentro do canal, um segundo gradeamento para reter materiais menores pode ser construído, com espaçamento de 2 a 4 cm (grade fina).
- Mais informações na NBR 12.213 (ABNT, 1992).

GRADEAMENTO



Além das grades (figura), podem ser utilizadas telas (malhas de fios para reter materiais passantes nas grades).

DESARENADOR

- O desarenador ou caixa de areia são necessários quando há sólidos sedimentáveis em suspensão com concentração superior a 1,0 g/L (dispensados quando comprovado que não há transporte de sólidos prejudiciais ao sistema).
- São decantadores, localizados entre a tomada d'água e a adutora, onde a velocidade da água é baixa, permitindo o processo de decantação e sedimentação.
- Devem existir no mínimo dois, sendo um de reserva (cada um com capacidade para a vazão total).

DESARENADOR

- Normalmente tem seção retangular e pode ser dimensionado segundo os seguintes critérios:
 - velocidade de sedimentação de partículas de areia maior ou igual a 0,021 m/s;
 - velocidade de escoamento longitudinal igual ou inferior a 0,30 m/s;
 - relação comprimento/largura maior ou igual a 3.

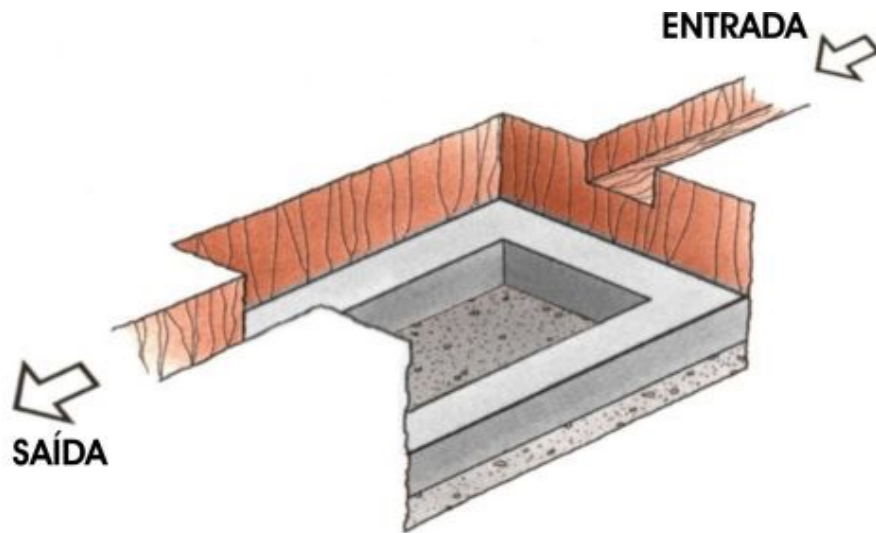
DESARENADOR

- Pode-se determinar a área horizontal pela seguinte equação:

$$A = \frac{Q}{v},$$

- sendo A a área da seção horizontal, Q a vazão de captação e v a velocidade de sedimentação. Posteriormente, escolhe-se valores convenientes de comprimento e largura. Na prática, devido à turbulência que ocorre na caixa de areia (prejudicial à sedimentação), costuma-se aumentar em 50% o valor do seu comprimento.

DESARENADOR



É comum exigir-se a remoção de partículas de diâmetro médio igual ou superior a 0,2 mm (previsto na norma).

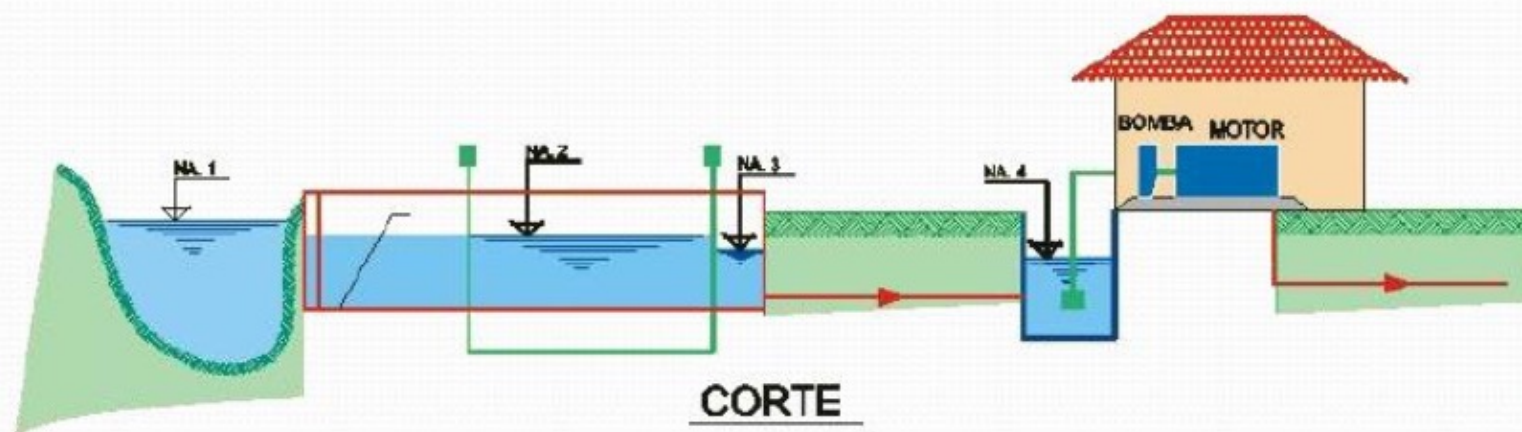
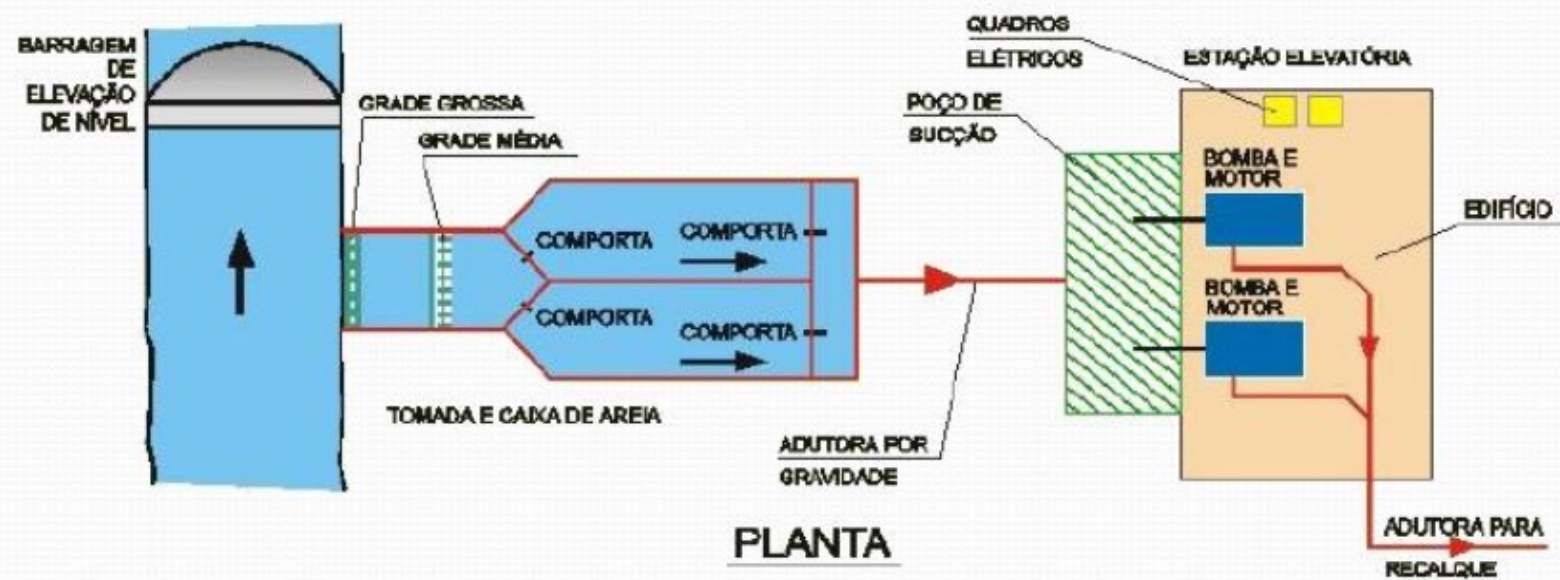
Velocidade de sedimentação de partículas de areia em água parada a 10 °C.

Diâmetro da partícula (mm)	1,00	0,80	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10
Velocidade (mm/s)	100	83	63	53	42	32	21	15	8

DESARENADOR

Altura do desarenador (m)	Largura mínima (m)
< 1	0,6
1 a 2	0,9
2 a 4	1,2
> 4	2,0

A altura da tabela acima não é a altura da lâmina d'água no interior do desarenador, mas sim a sua altura total, que depende não só da altura da lâmina d'água, mas do desnível total entre a laje de fundo do desarenador e a superfície do terreno onde este será construído.



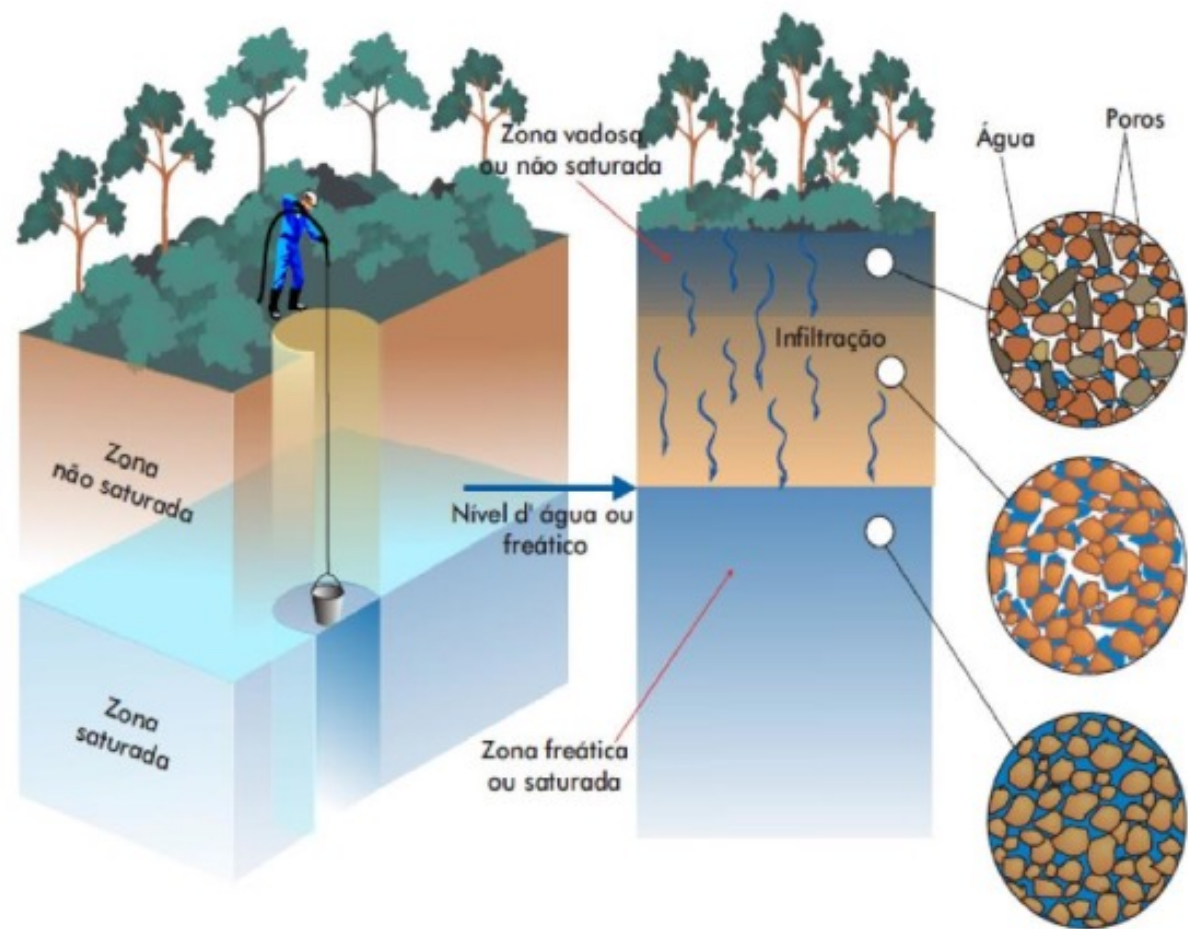
Tomada de água com barragem de nível, gradeamento, caixa de areia e estação elevatória

CONTROLE DE ENTRADA D'ÁGUA

- Objetivam regular ou vedar a entrada d'água para o sistema, principalmente por ocasião de reparos ou limpeza das caixas de areia, poços de tomada, válvulas de pé ou em tubulações. *E.g.:* comportas e adufas.



CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA



Mananciais subterrâneos: poços profundos.

CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA

- Vantagens:
 - qualidade, geralmente satisfatória, dispensando tratamento (exceto cloração);
 - economia: não há necessidade de grandes adutoras e dispensam investimentos em grandes ETAs;
 - relativa facilidade de obtenção e possibilidade de localização da captação nas proximidades das áreas de consumo.
- Desvantagens:
 - vazões individuais dos poços relativamente pequenas (condicionadas pelas características geológicas);
 - podem apresentar alto teor salino.

CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA

- Ocorrência de águas subterrâneas:
 - a avaliação é feita através de mapas geológicos e de capacidade de recarga, complementados por perfis geológicos por sondagens, fotos aéreas, etc.

