

ÁGUA SUBTERRÂNEA: OCORRÊNCIA, PROSPECÇÃO E CAPTAÇÃO

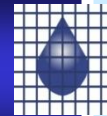


20 ANOS !

João Batista Matos de Andrade

Hidrogeólogo MSc

A CRISE DAS ÁGUAS



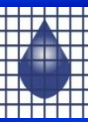
AUMENTO DA DEMANDA

DEVASTAÇÃO
AMBIENTAL

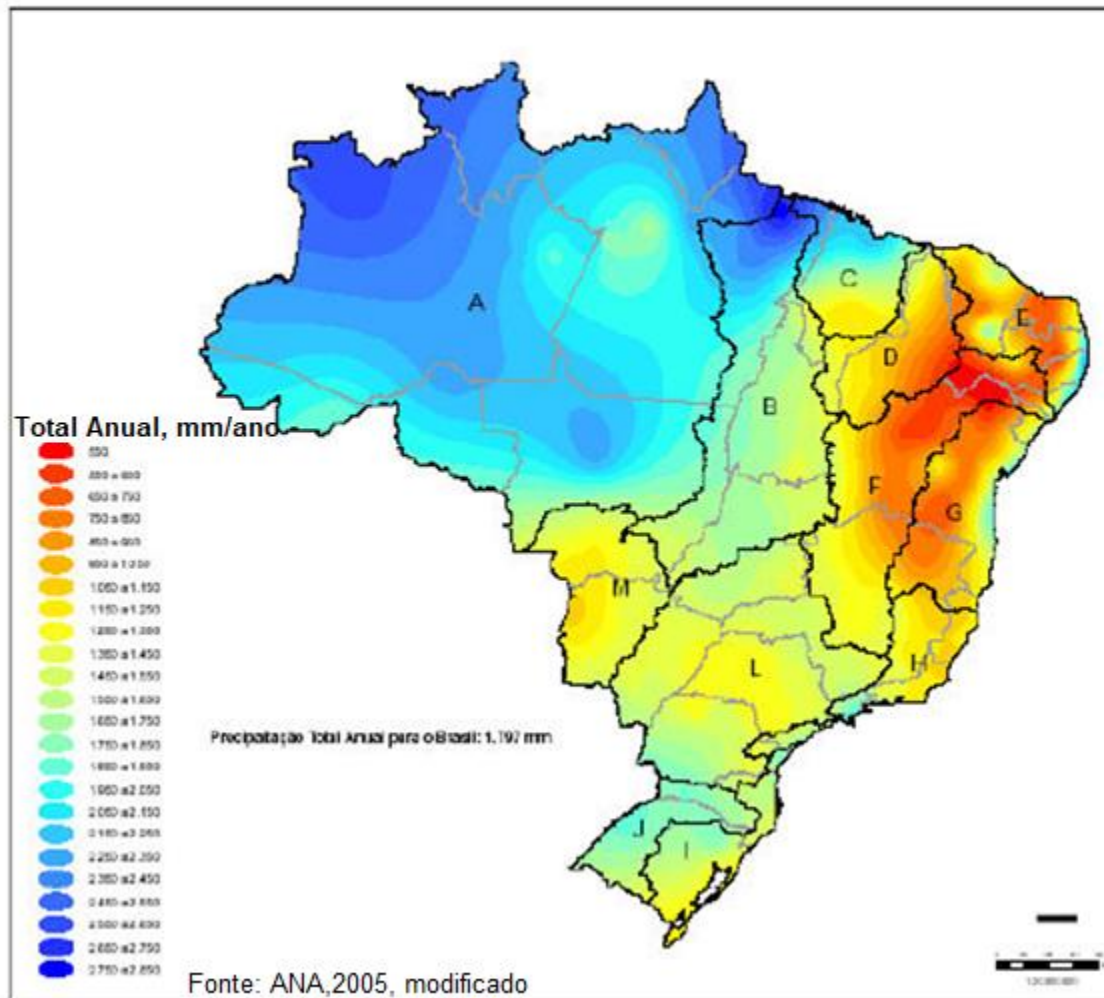
POLUIÇÃO E
CONTAMINAÇÃO DAS
ÁGUAS SUPERFICIAIS

AGRAVAMENTO DOS
EFEITOS DAS SECAS

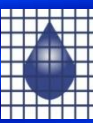
CHUVAS NO BRASIL



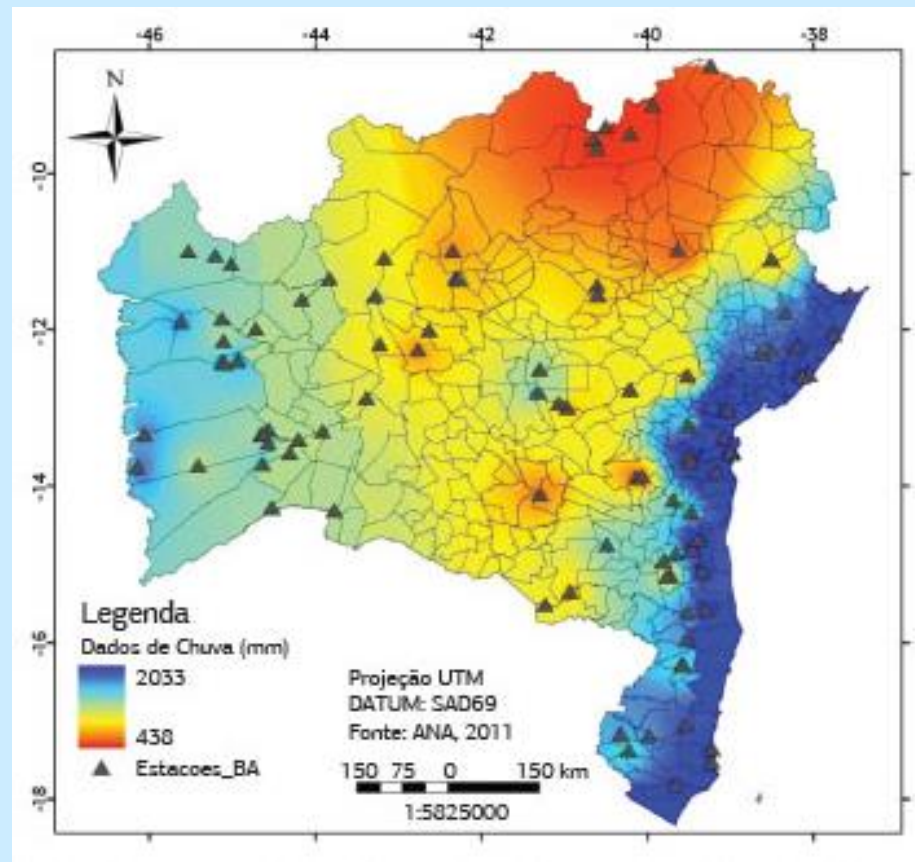
VARIAÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO ISOIETAS DE PRECIPITAÇÃO TOTAL ANUAL



CHUVAS NA BAHIA



Mapa Pluviométrico do Estado da Bahia, 1981-2010

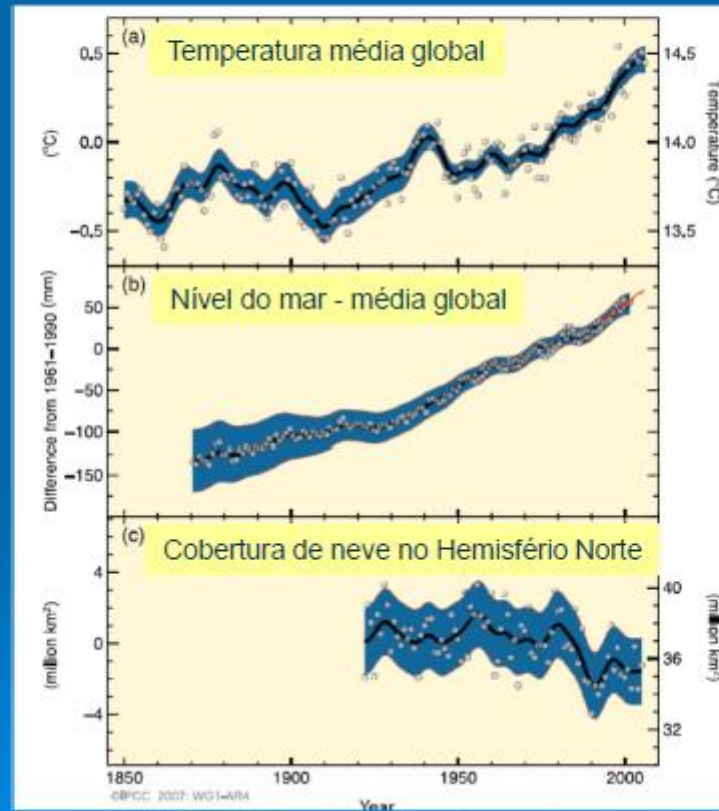


Fonte: www.scielo.br. acessado em 2021

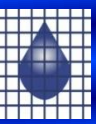
AQUECIMENTO GLOBAL



Evidências de aquecimento global 3 variáveis independentes



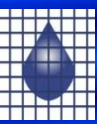
Fonte: Hagendra, F.G.,2012



As Maiores Secas Dos Séculos XIX e XX:

- 1877-1879 - A seca dos 3 setes: 500.000 brasileiros mortos(5% da população do país, a maioria nordestina)
- 1915, 1932, 1951-1953, 1970
- 1979-1984 - A maior do século XX. O início da visão de convivência com a seca.

OS EQUÍVOCOS DO “COMBATE” À SECA



Ações remediadoras, com a seca já iniciada

Lá no passado:

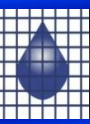
- Dromedários no Ceará, importados da Argélia
- Incentivo à migração.

Em tempos mais recentes:

- Açudes de grande porte, sem rede de distribuição
- Frentes de trabalho
- Carros-pipas
- Bolsa estiagem



Frente de Trabalho ,varrendo a Transamazônica.Fonte: VILLA,2000

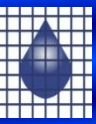


Tecnologias Apropriadas

Este conceito foi introduzido na década de 60 para alcançar resultados sociais e econômicos nos projetos de infraestrutura dos países em desenvolvimento. Seus princípios baseiam-se nos seguintes eixos norteadores:

- ✓ Baixo custo relativo;
- ✓ Baixo investimento por posto de trabalho;
- ✓ Uso intensivo do trabalho em vez do uso intensivo do capital;
- ✓ Simplicidade no projeto e na construção;
- ✓ Facilidade na operação, manutenção e reparos;
- ✓ Baixo impacto ambiental;
- ✓ Mercado definido;
- ✓ Utilização de recursos naturais locais;
- ✓ Baixo consumo de materiais e de energia;
- ✓ Fácil adaptação ao meio cultural.

TECNOLOGIAS APROPRIADAS



Tecnologias Apropriadas: poços tubulares, transposição das bacias sedimentares, adutoras (água onde tem para onde não tem), cisternas, barreiros trincheiras...





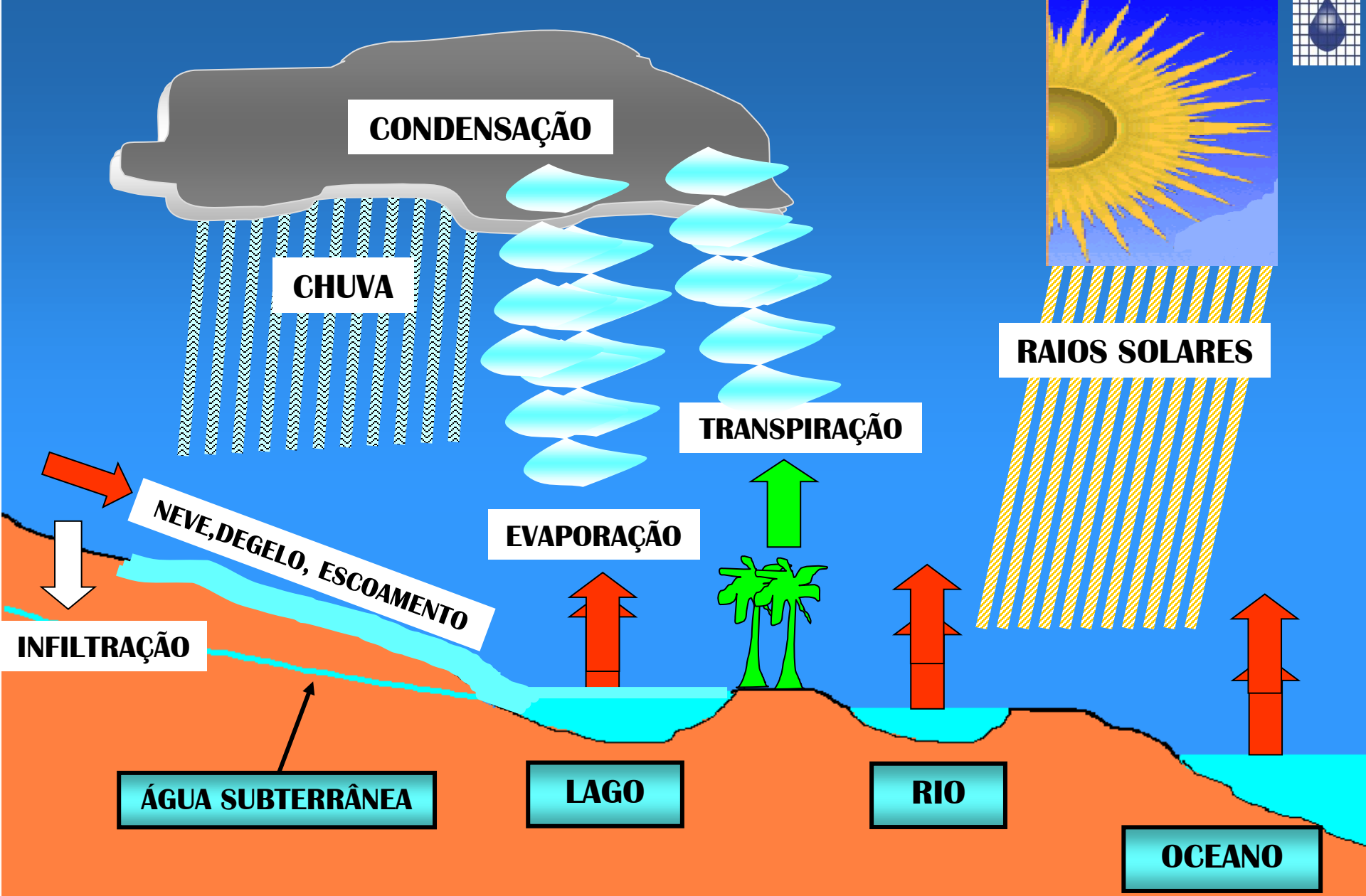
A agricultura é uma indústria importante ,sendo o país um grande exportador de alimentos, bem como um líder mundial em tecnologias agrícolas.

Fonte: www.cafetorah.com

Os sucessos da agricultura israelense são resultado de uma longa luta contra condições adversas e de maximizar o uso de escassa quantidade de água e de terra arável

Fonte:www.mfa.gov.il





O CICLO HIDROLÓGICO

A IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



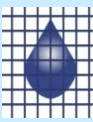
MAIOR FONTE DE ÁGUA POTÁVEL DO
PLANETA

PUREZA E PROTEÇÃO

PERENIDADE

BAIXO CUSTO

ÁGUA SUBTERRÂNEA PELO MUNDO AFORA



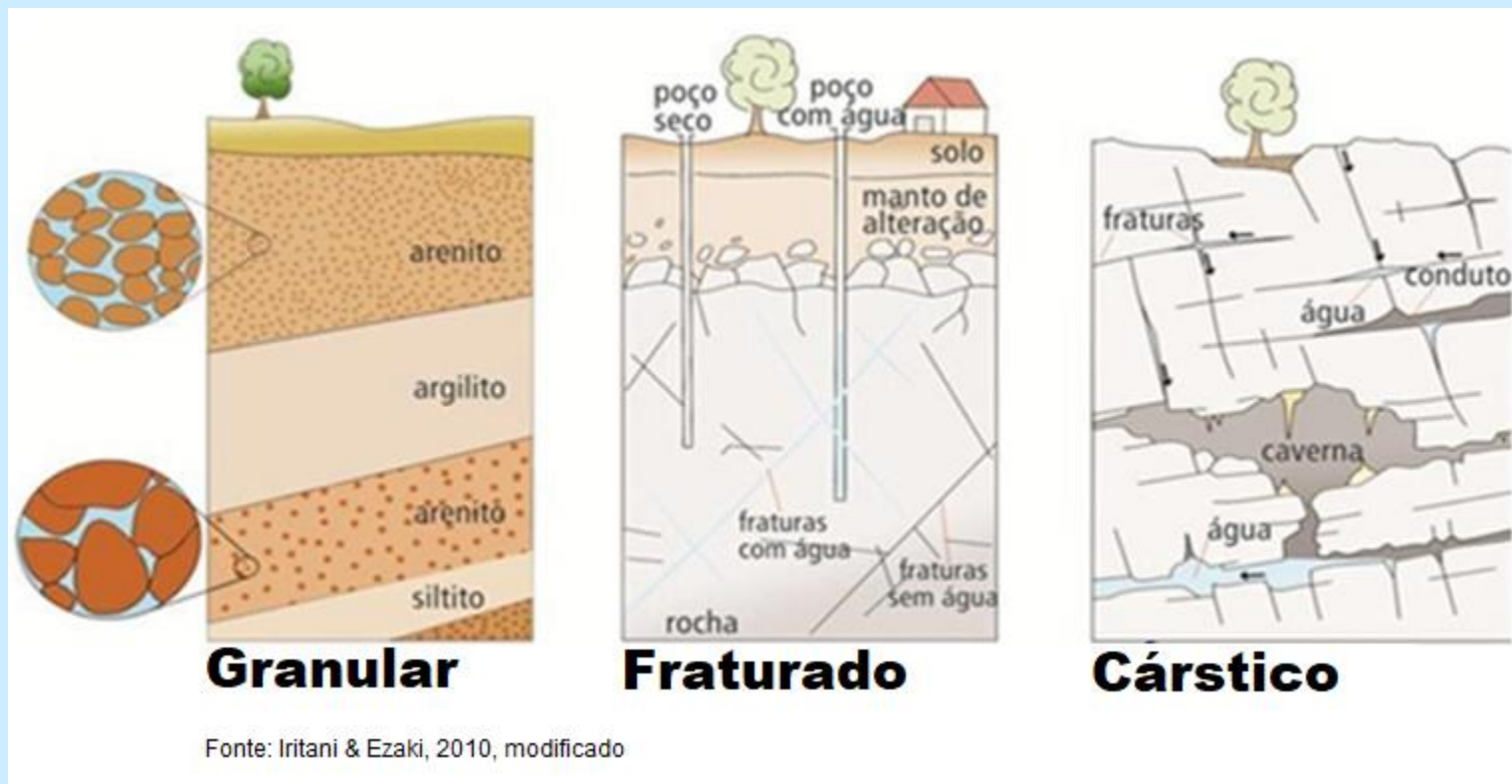
- **96% das águas doces, em forma líquida, do planeta**
- **100 milhões de hectares irrigados no mundo**
- **EUA:** abastece 40% dos serviços públicos de água, 75% da população rural e 90% das indústrias. 400.000 poços por ano.
- **União Européia:** 75% dos serviços públicos de água
- **BRASIL:** capacidade para abastecimento de 70% das sedes municipais. 30.000 poços perfurados por ano, em estimativa.
- **ESTADO DE SÃO PAULO:** abastece 75% dos serviços públicos e 95 % das indústrias.
- **ESTADO DA BAHIA:** abastece 55% das sedes municipais e maioria das comunidades rurais. 50.000 poços existentes ,em estimativa

AQUÍFEROS

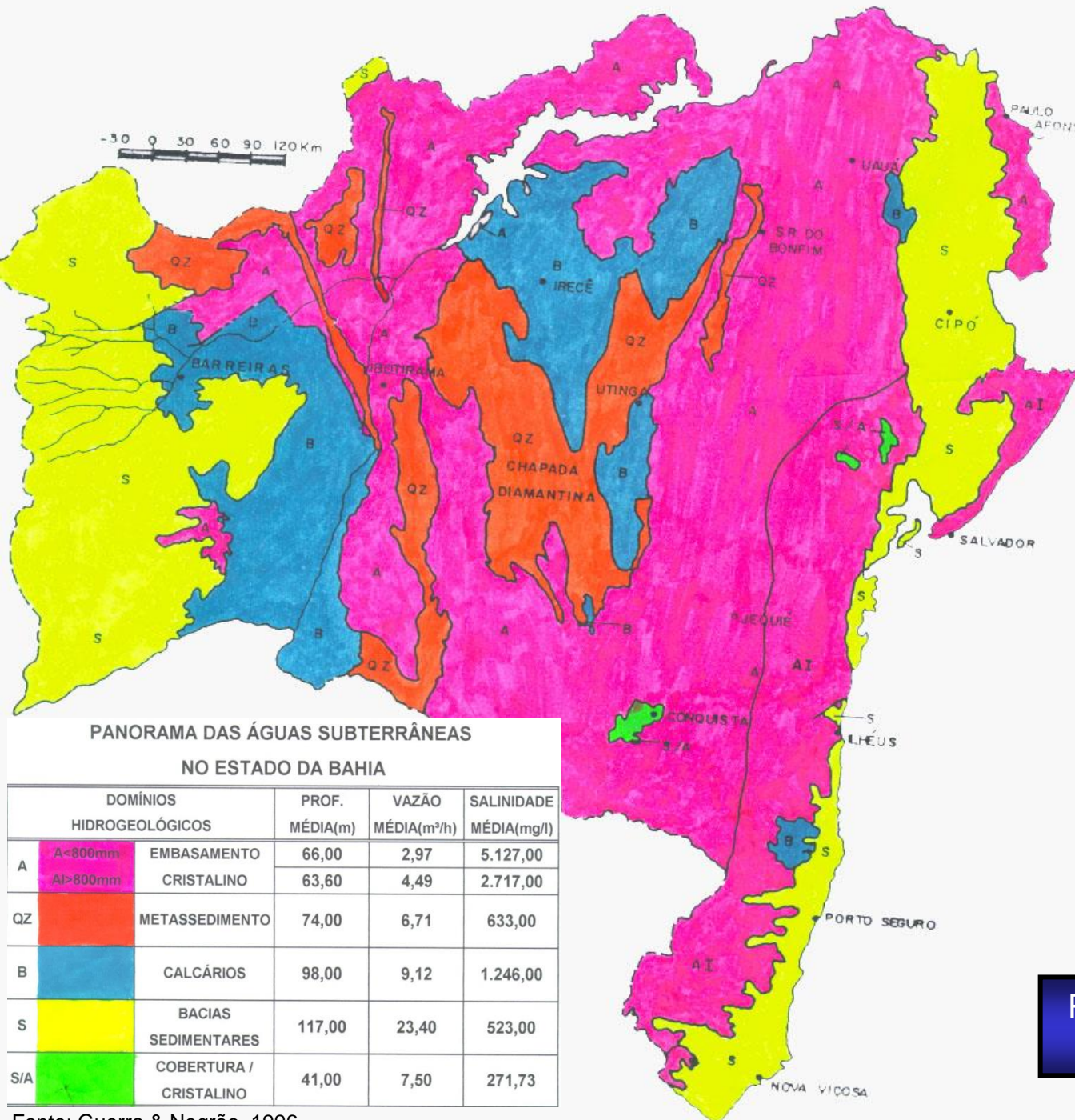
Aquíferos

Unidades rochosas ou de sedimentos, porosas e permeáveis, que armazenam e transmitem águas subterrâneas passíveis de serem exploradas .

Tipos de aquíferos



DOMÍNIOS AQUÍFEROS NA BAHIA



ROCHAS DO
EMBASAMENTO
CRISTALINO: AQUÍFEROS
FISSURAIS

ROCHAS
METASSEDIMENTARES:
AQUÍFEROS FISSURAIS

ROCHAS CALCÁRIAS:
AQUÍFEROS CÁRSTICOS E
FISSURAIS

ROCHAS SEDIMENTARES:
AQUÍFEROS POROSOS

PANORAMA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
NO ESTADO DA BAHIA

DOMÍNIOS HIDROGEOLÓGICOS		PROF. MÉDIA(m)	VAZÃO MÉDIA(m³/h)	SALINIDADE MÉDIA(mg/l)
A	A < 800mm	66,00	2,97	5.127,00
	A > 800mm			
QZ	EMBASAMENTO CRISTALINO	74,00	6,71	633,00
B	METASSEDIMENTO	98,00	9,12	1.246,00
S	CALCÁRIOS	117,00	23,40	523,00
S/A	BACIAS SEDIMENTARES	41,00	7,50	271,73
	COBERTURA / CRISTALINO			

PROSPECÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS -LOCAÇÃO e PROJETO DE POÇOS TUBULARES

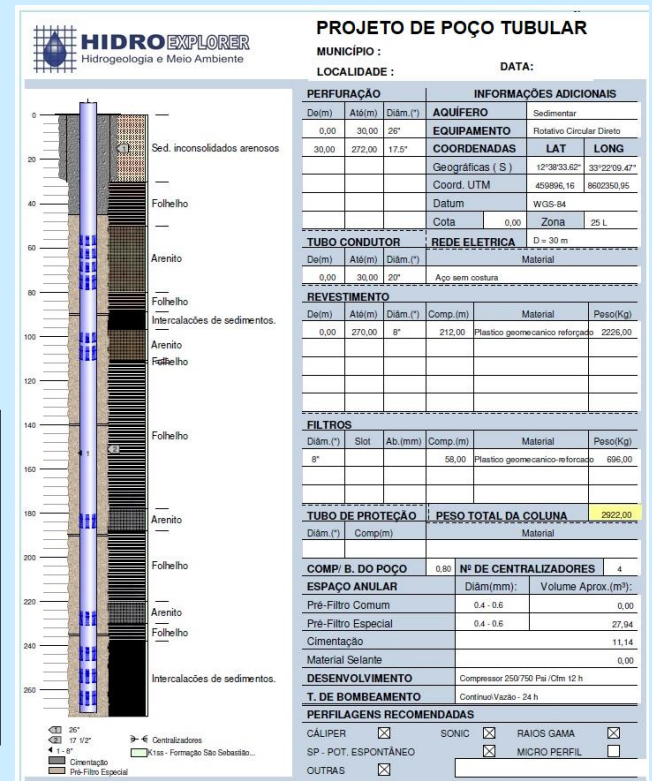
CRITÉRIOS DE ACORDO À GEOLOGIA DA ÁREA.

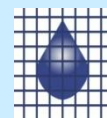
LEVANTAMENTO PRELIMINAR

ETAPA DE CAMPO

ELABORAÇÃO DE PROJETO E RELATÓRIO

O PROJETO ESTÁ SUBORDINADO AOS TIPOS DE ROCHAS DO SUBSOLO, PROFUNDIDADE PREVISTA PARA O NÍVEL DA ÁGUA E DEMANDA EXISTENTE.



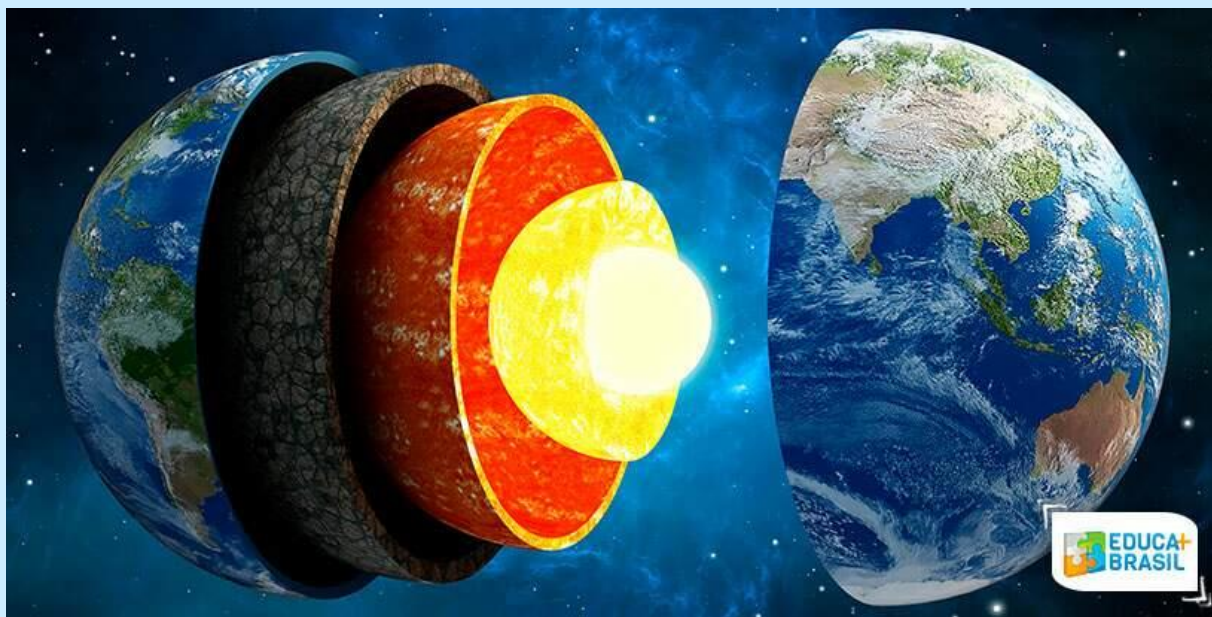


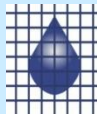
HIDROGEOFÍSICA.

Geofísica é a ciência que pesquisa o subsolo através de medidas obtidas por instrumentos, dimensionando suas propriedades físicas, permitindo a obtenção de informações úteis sobre a estrutura e composição das rochas

HIDROGEOFÍSICA

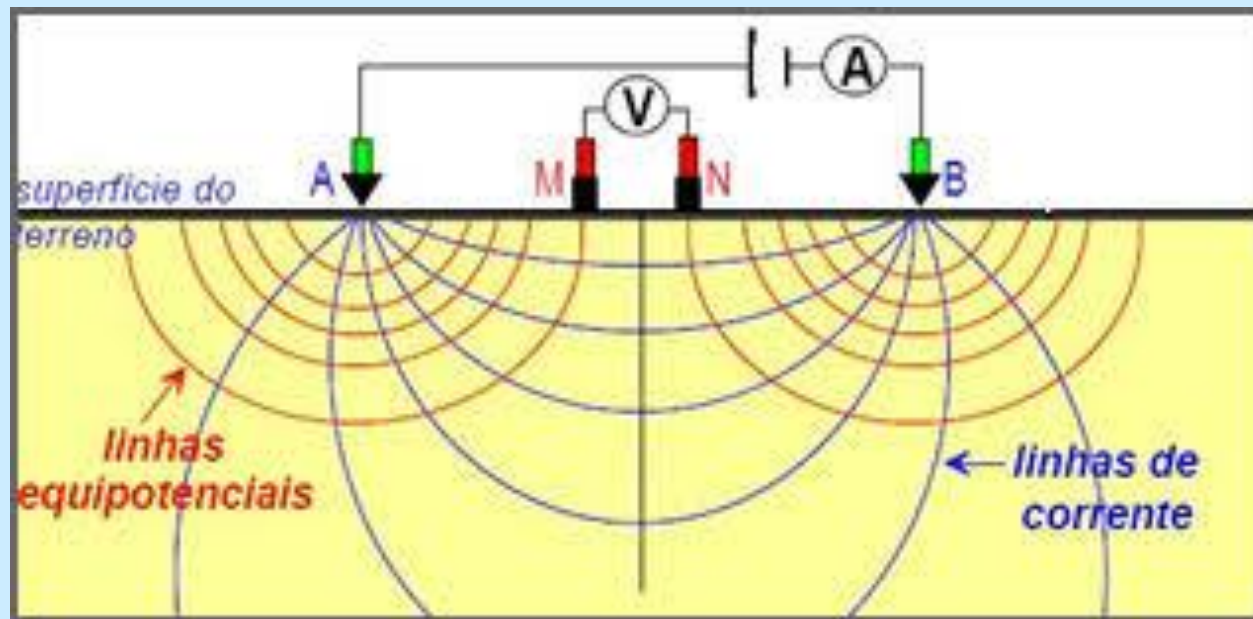
È a geofísica aplicada na prospecção de água subterrânea





ELETORRESISTIVIDADE

Usa a resistividade aparente do subsolo, obtida através da diferença de potencial elétrico (**V**), criada entre dois eletrodos internos **M** e **N** do quadriplo, quando se faz circular no subsolo, através dos eletrodos externos **A** e **B** , uma corrente elétrica contínua de intensidade **i** conhecida.



$$\rho_a = K \cdot V / i$$

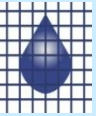
K = constante adimensional dependente do arranjo geométrico (ABMN)

ELETRORRESISTIVÍMETRO E ACESSÓRIOS



PASSOS PARA LOCAÇÃO DO POÇO TUBULAR

- Levantamento preliminar em escritório;
- Prospecção hidrogeológica no campo;
- Dimensionamento e traçado da linha geofísica;
- Abertura de picada;
- Posicionamento dos eletrodos;
- Aquisição dos dados;
- Interpretação através de software específico;
- Locação e Projeto do poço

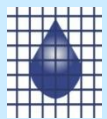


A RESISTIVIDADE DA ROCHA DEPENDE FUNDAMENTALMENTE DE:

**RESISTIVIDADE DA ÁGUA DE SATURAÇÃO;
POROSIDADE TOTAL;
DISPOSIÇÃO DOS POROS;
LITOTIPO.**

ALGUNS VALORES DE RESISTIVIDADE :

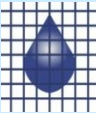
0.1	OHM.M	ÁGUA SALGADA
1	OHM.M	SULFETO MACIÇO
10	OHM.M	ARGILA
100	OHM.M	AREIA SATURADA
1000	OHM.M	AREIA SECA
10000	OHM.M	GRANITO, BASALTO



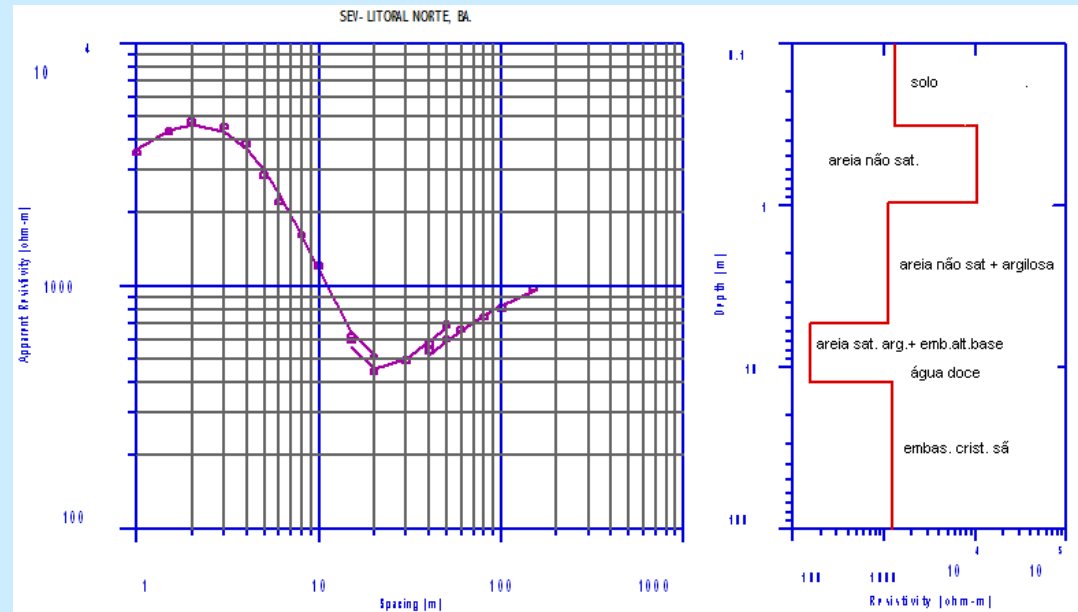
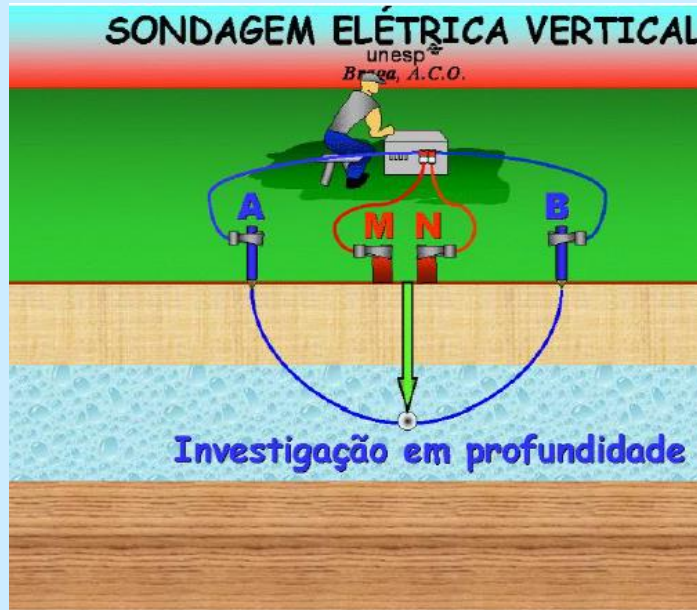
PRÍNCIPIO BÁSICO DA HIDROGEOFÍSICA COM ELETORRESISTIVIDADE

Um corpo rochoso com água em seus interstícios (poros, fraturas e/ou cavernas), é expressivamente menos resistivo à passagem de uma corrente elétrica que o mesmo corpo sem água.

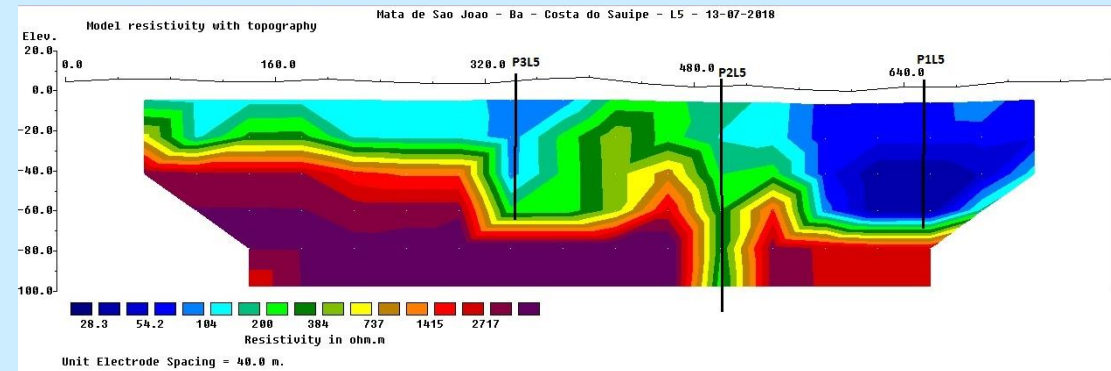
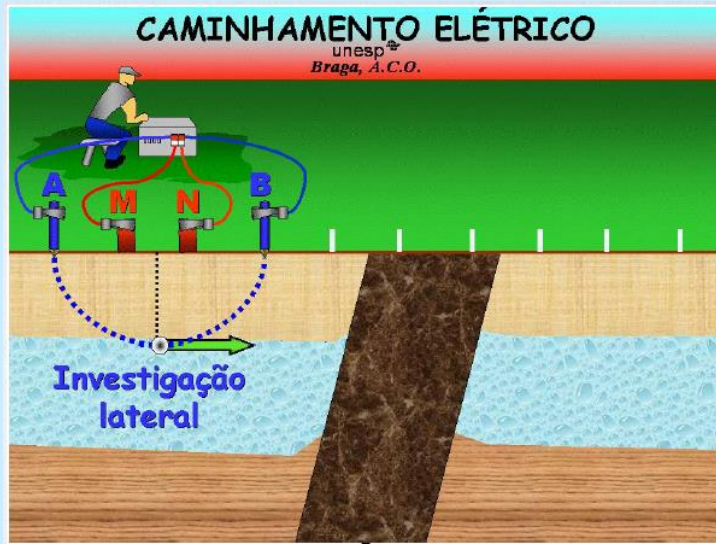
MÉTODOS DE PROSPECÇÃO HIDROGEOFÍSICA POR ELETRORRESISTIVIDADE



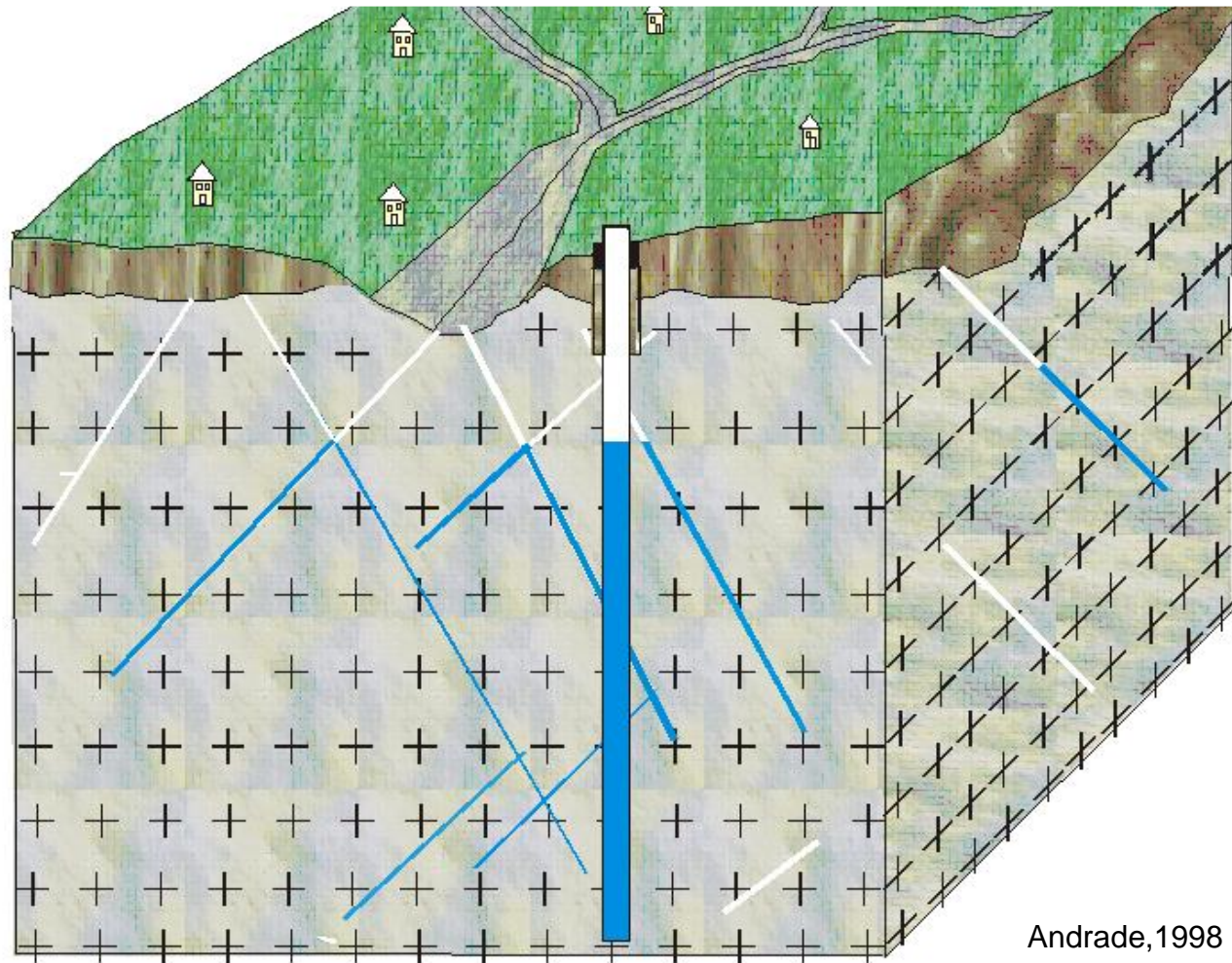
A) SONDAGEM ELÉTRICA VERTICAL (SEV)



B) CAMINHAMENTO DIPOLO-DIPOLO, BIDIMENSIONAL

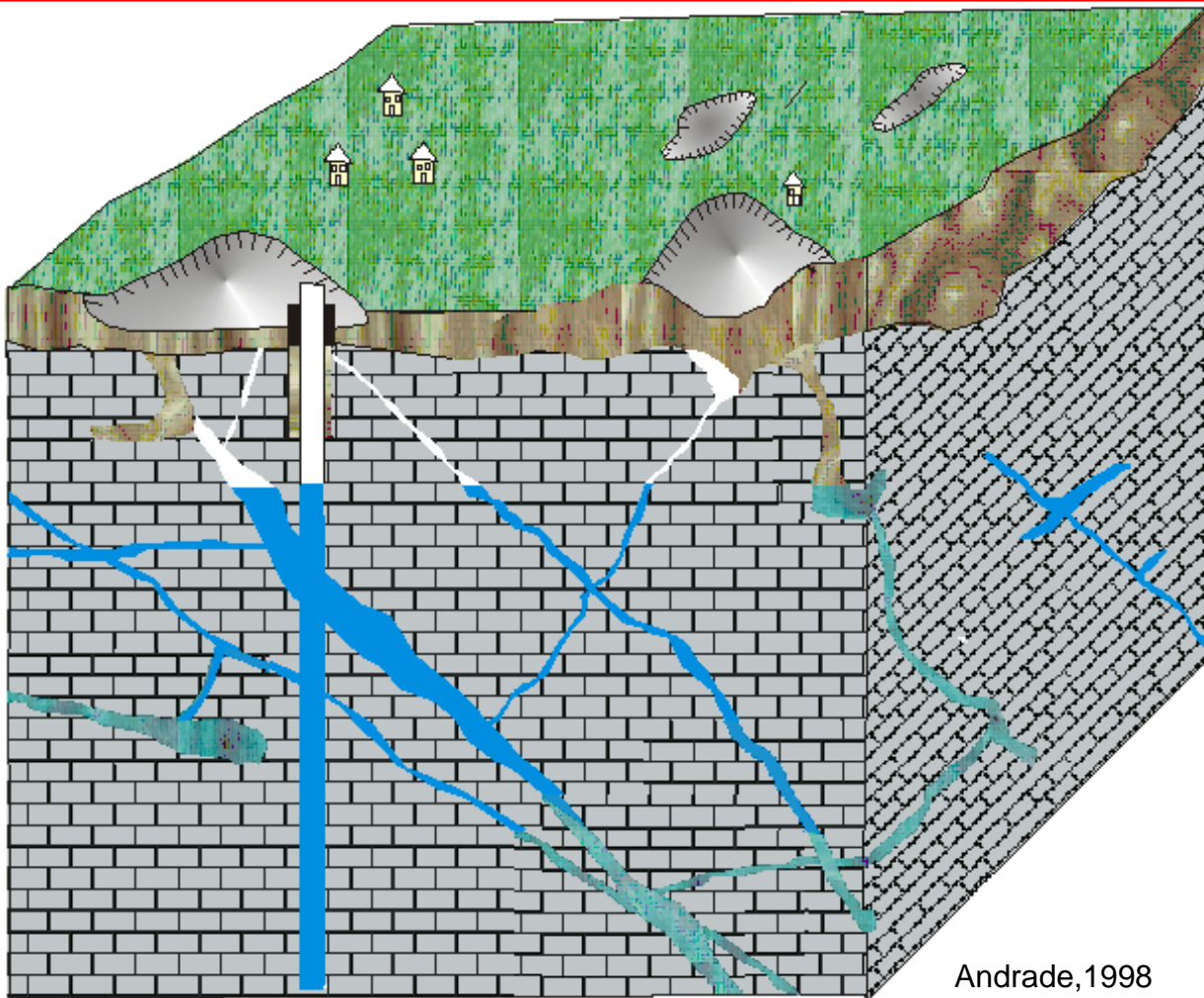
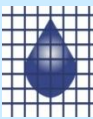


TIPOS DE CAPTAÇÃO-POÇO TUBULAR



Andrade, 1998

POÇO EM ROCHA CRISTALINA / METASSEDIMENTO - 80m



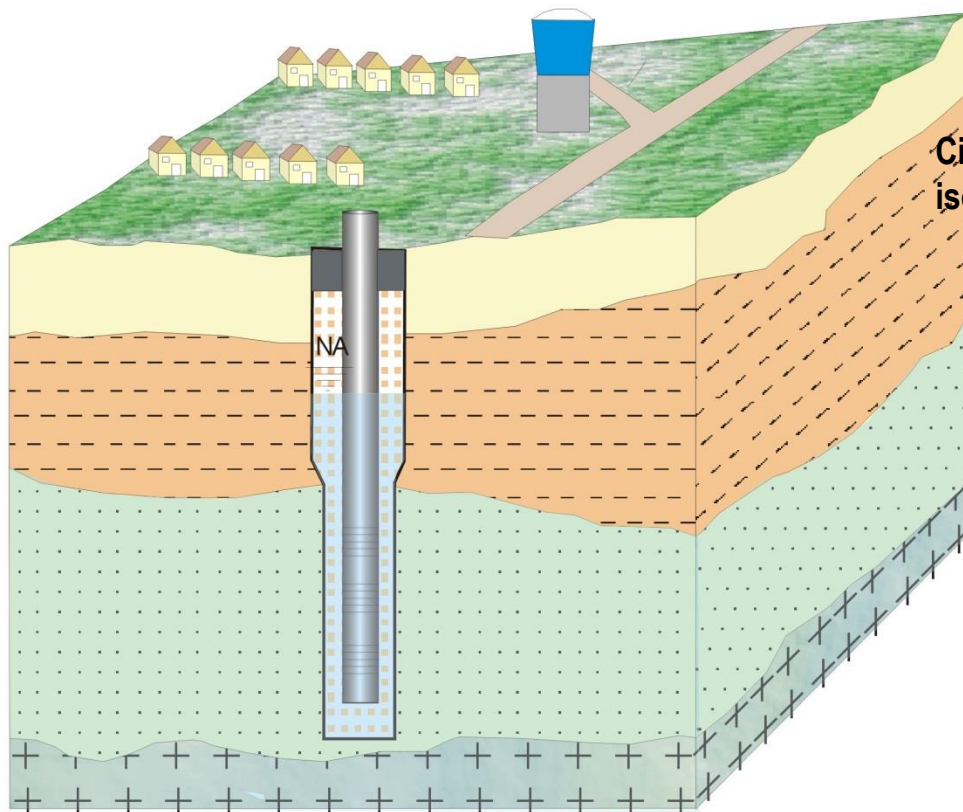
Andrade, 1998

POÇO EM ROCHA CALCÁRIA - 120 m

POÇO TUBULAR EM ROCHA SEDIMENTAR

DETALHE CONSTRUTIVO

POÇO TIPO SEDIMENTO - 200 m



JOÃO BATISTA ANDRADE
MAIO /98

Cabeça do poço, tubulão
condutor

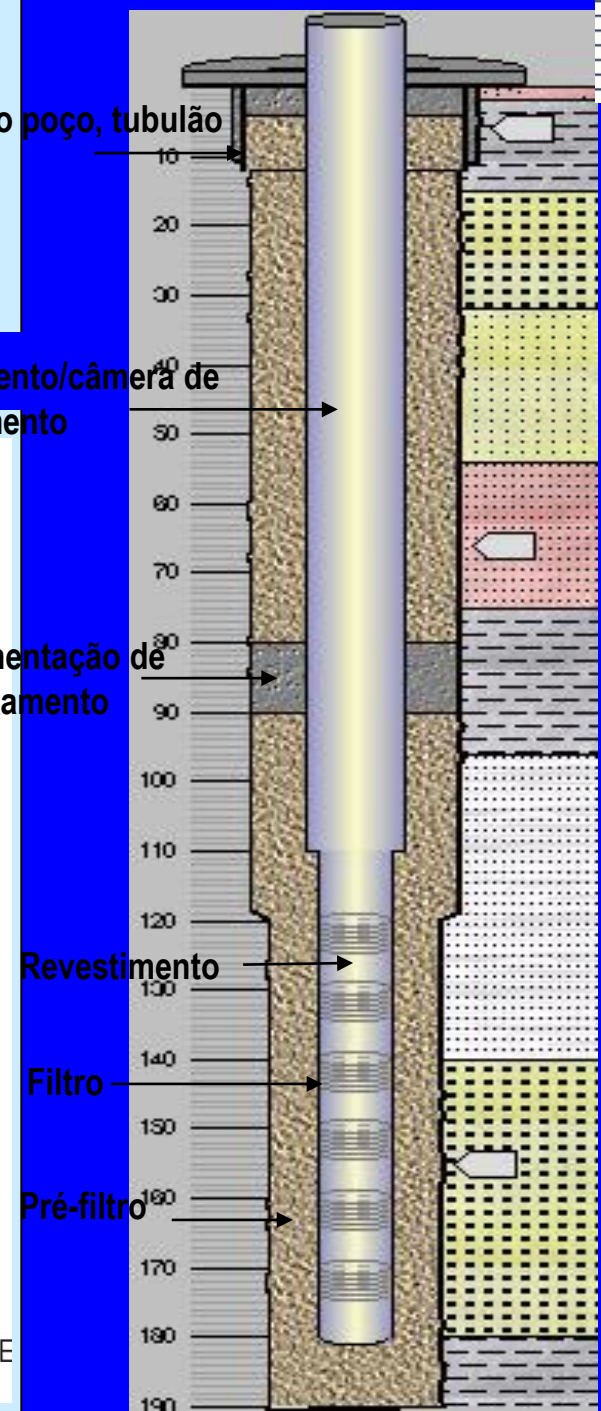
Revestimento/câmara de
bombeamento

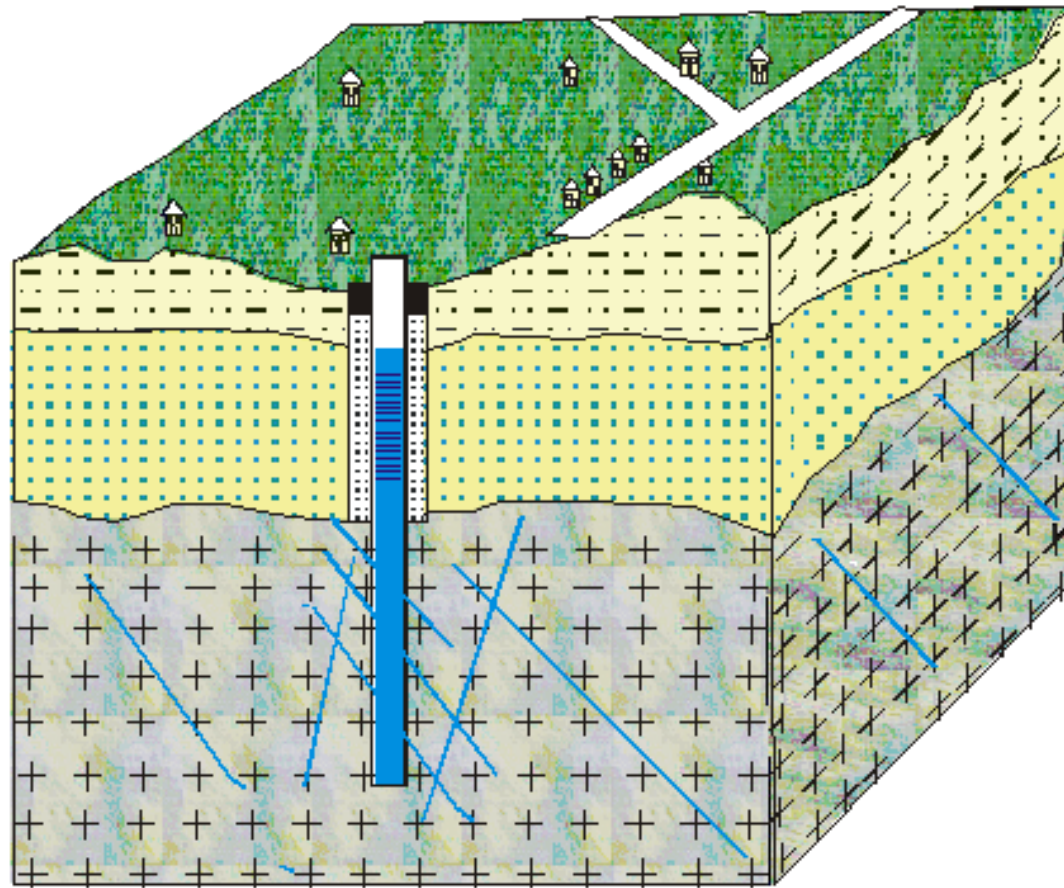
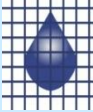
Cimentação de
isolamento

Revestimento

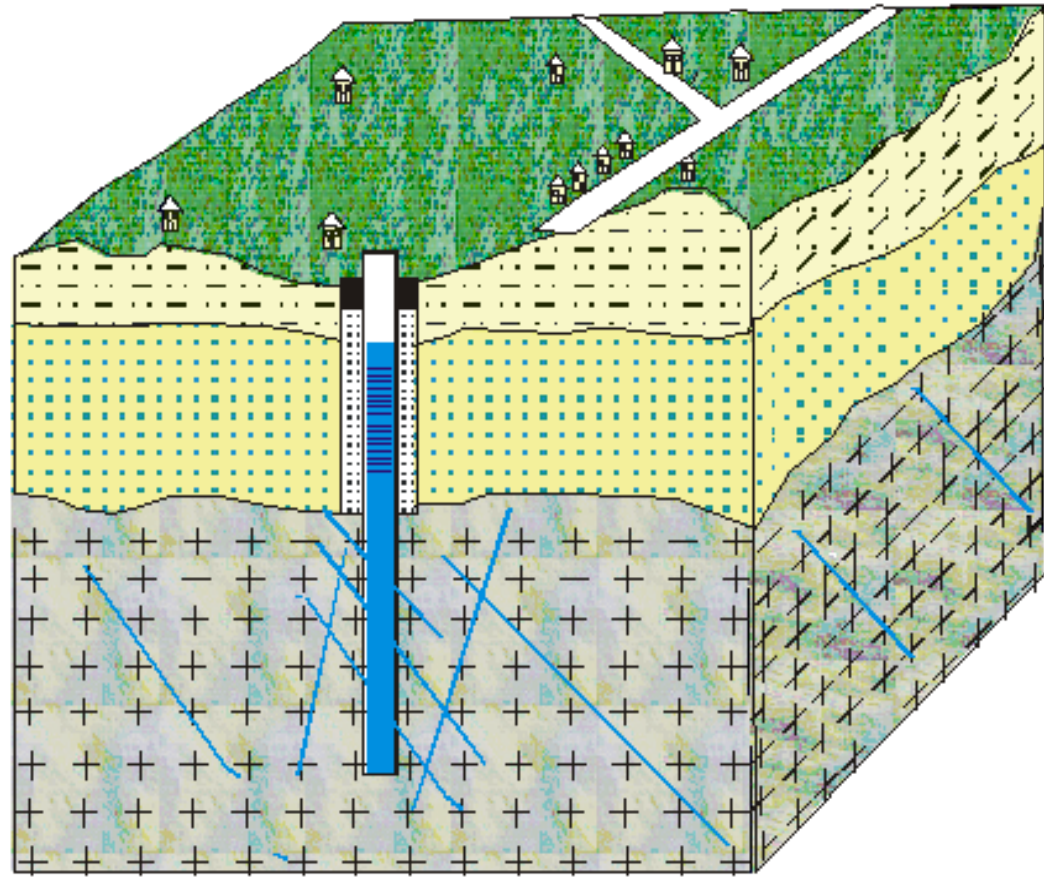
Filtro

Pré-filtro





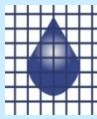
POÇO MISTO (SEDIMENTO-CRISTALINO) - 80 m



POÇO TIPO MISTO (SEDIMENTO-CRISTALINO) 60 m

Fonte: Andrade, J.B.M.(1998)

TESTE DE BOMBEAMENTO

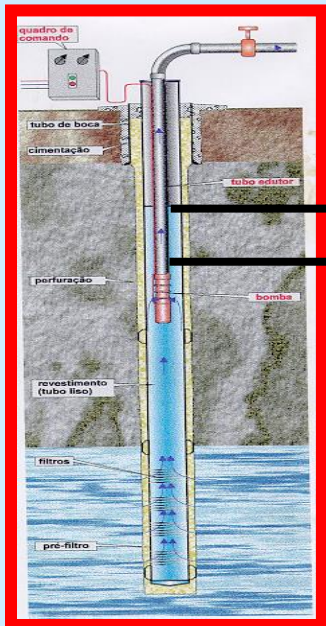


NÍVEL ESTÁTICO

NÍVEL DINÂMICO

RECUPERAÇÃO

ANÁLISES FÍSICO-
QUÍMICA E BIOLÓGICA



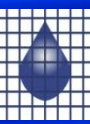
NE

ND

Ao termino da perfuração, o poço deverá passar por um teste de bombeamento para medição dos seus parâmetros hidrodinâmicos, definindo assim o seu potencial e as especificações do equipamento de bombeio mais adequado.

O tempo de duração do teste pode variar de 12 a 30 horas, de acordo a capacidade e finalidade do poço. Pode ser contínuo ou escalonado.

Na ultima hora do teste deverá ser coletada água para análise físico química. Geralmente a biológica é dispensada, se o poço tiver sido bem locado, projetado e perfurado.



A salinidade das águas subterrâneas depende de dois fatores principais:

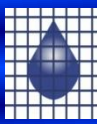
- 1) o clima, em específico a precipitação de chuvas e evaporação;
- 2) o tipo de rocha ocorrente em subsolo.

A salinidade é expressa pelos Sólidos Totais Dissolvidos-STD ou Resíduo Total-RT, ambos em mg/L

Exemplificando as influências desses dois fatores:

- 1) nos aquíferos fissurais, um granito fraturado pode ser portador de água subterrânea no semiárido da Bahia com salinidade cinco vezes mais alta que o mesmo granito fraturado na região litorânea, onde a precipitação é maior e a evaporação menor;
- 2) nas rochas sedimentares, um arenito quartzoso, por exemplo, seja em qualquer clima, tende a produzir água de boa qualidade; isso se deve tanto pela constituição litológica como pela porosidade entre os seus grãos que permite alta infiltração de águas de chuvas, com conseqüente alta realimentação do aquífero.

Vale lembrar que além da salinidade como um todo, também outras substâncias, apesar de naturais, podem estar em quantidade acima do Valor Máximo Permitido-VMP estipulado em portaria do Ministério da Saúde do Brasil, a exemplo do Flúor(F), Ferro(Fe), Manganês (Mn), entre outros.

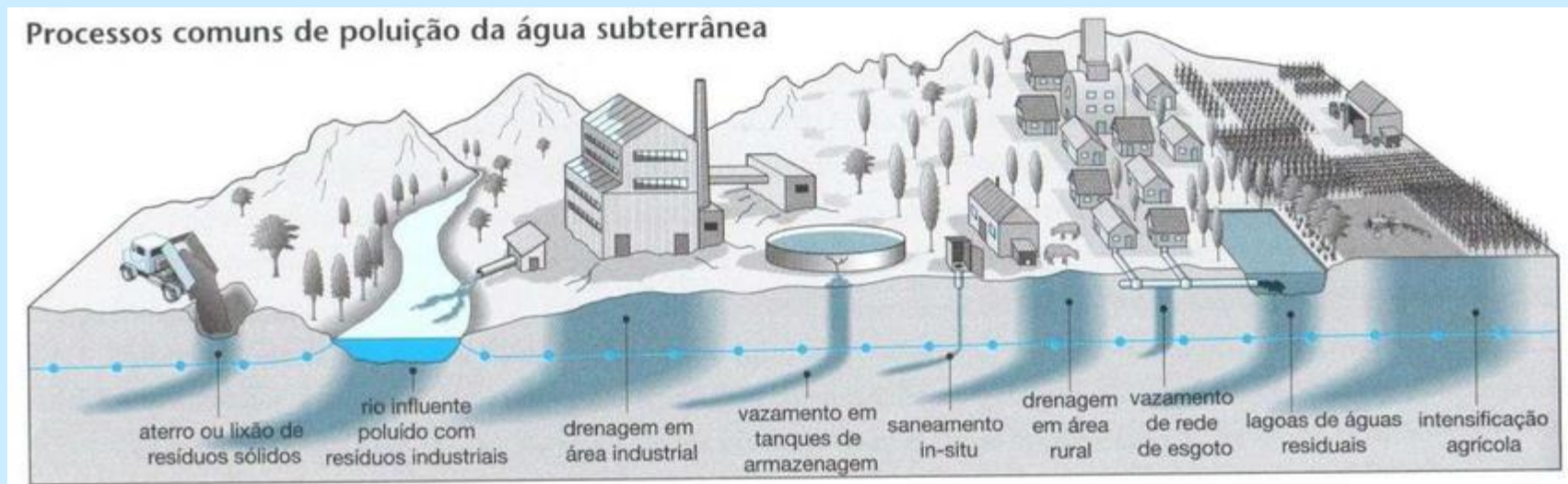


Um outro fator que determina a qualidade das águas subterrâneas é a pureza ou não quanto as contaminações biológicas.

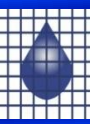
Um poço tubular locado, projetado e construído dentro de adequadas especificações técnicas dificilmente será acometido de contaminações.

Aqui vão algumas recomendações básicas:

- afaste o poço de estruturas contaminantes, como fossas sépticas, esgoto a céu aberto...
- projete o poço com cimentação no espaço anelar até uma profundidade mínima de 15, se houver riscos de contaminação nas proximidades;
- evite aproveitamento de águas rasas.



TRATAMENTO DAS ÁGUAS



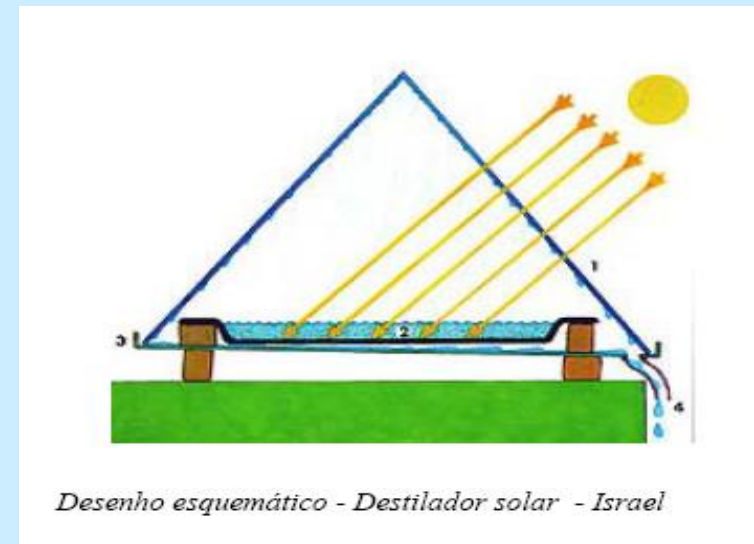
Cloração, para as contaminações biológicas, e filtragem, para as contaminações físicas e químicas, são os tratamentos mais comuns.

O tratamento universal, que atende tanto às contaminações químicas quanto biológicas, é o dessalinizador por osmose reversa, com uma grande vantagem: não precisa adicionar nada à água, apenas uma filtragem contínua simples antes do acesso desta à membrana.

Para pequenas vazões, atendimento de uma a duas famílias, o dessalinizador solar, com base nos princípios de evaporação e condensação, pode também ser uma boa solução.

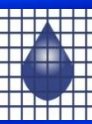


Dessalinizador por osmose reversa



Dessalinizador Solar

A CORRETA PERFURAÇÃO DO POÇO TUBULAR

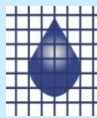


À princípio, um poço tubular pode ser comparado à uma casa onde o proprietário só pode chegar até a porta. Ou seja: o poço, pela sua natureza subterrânea, é um obra que dar margem à muitos erros, sem o cliente ter conhecimento.

Para perfuração do seu poço tubular, siga os seguintes procedimentos:

- contrate uma empresa / profissional para pesquisar sua área, locar o seu poço e elaborar o projeto mais adequado para suas necessidades;
- contrate uma empresa de perfuração de poço com experiência e idoneidade no mercado, com os devidos registros no CREA.





OUTROS MEIOS DE CAPTAÇÃO

Poço Amazonas (ou Cacimbão)

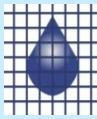


Captação de Nascente (ou Fonte)



Barragem Subterrânea





Muitas vezes, APENAS QUANDO:

**O calor sufoca as pessoas
Os rios e barragens secam
As plantações morrem
Os animais definham de fome...**



**Lembramos da importância das
ÁGUAS
Assim como quando desesperados
e aflitos
Lembramos de DEUS**

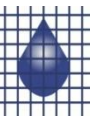
Autor desconhecido



PROTEJAM SUAS ÁGUAS !

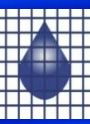


“Quando a gente gosta é claro que a gente cuida”



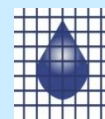
Autor: Peninha

FIM



OBRIGADO!!!

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA



ANDRADE, J. B. M. 2010. Fatores influentes no potencial e processos de salinização dos aquíferos fraturados cristalinos do alto da bacia do rio Vaza-Barris, região de Uauá, Bahia, Brasil. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal da Bahia- Salvador, Ba.

BRAGA, A.C.O. Geofísica Aplicada: Métodos Geolétricos em Hidrogeologia. Oficina de Textos, São Paulo,2016.

FEITOSA, F. A. C; FILHO, J. M.; FEITOSA, E. C; DEMETRIO, J. G. A. (Coord). Hidrogeologia: conceitos e aplicações. CPRM, LABHID, UFPE. 3ª Edição Revisada e Ampliada. Rio de Janeiro,2008.

FREEZE,R.A. , CHERRY,J.A. 1979. Groundwater, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.

GANDOLFO, O. C. B.2007. Um estudo do imageamento geolétrico na investigação rasa. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo. 21

GIAMPÁ, Carlos Eduardo Quaglia; GONÇALVES, Valter Galdiano- Águas subterrâneas e poços tubulares profundos. São Paulo: Signus, 2006.

Carlos,E.M.Tuccci; André L.L.da Silveira...et al. Hidrologia; ciência e aplicação.4.ed. Porto Alegre, Editora UFRGS/ABRH, 2007

VILLA, M.A. .Vida e Morte no Sertão: História das Secas no Nordeste nos Séculos XIX e XX. Ed.Ática, São Paulo, 2000