



**JOÃO BATISTA M. DE ANDRADE**  
**HIDROGEÓLOGO MSc**

Palestra:

**“Uso múltiplos de águas subterrâneas para  
abastecimento em comunidades rurais no  
semiárido baiano”**

REALIZAÇÃO

# A CRISE DAS ÁGUAS



AUMENTO DA DEMANDA

DEVASTAÇÃO  
AMBIENTAL

POLUIÇÃO E  
CONTAMINAÇÃO DAS  
ÁGUAS SUPERFICIAIS

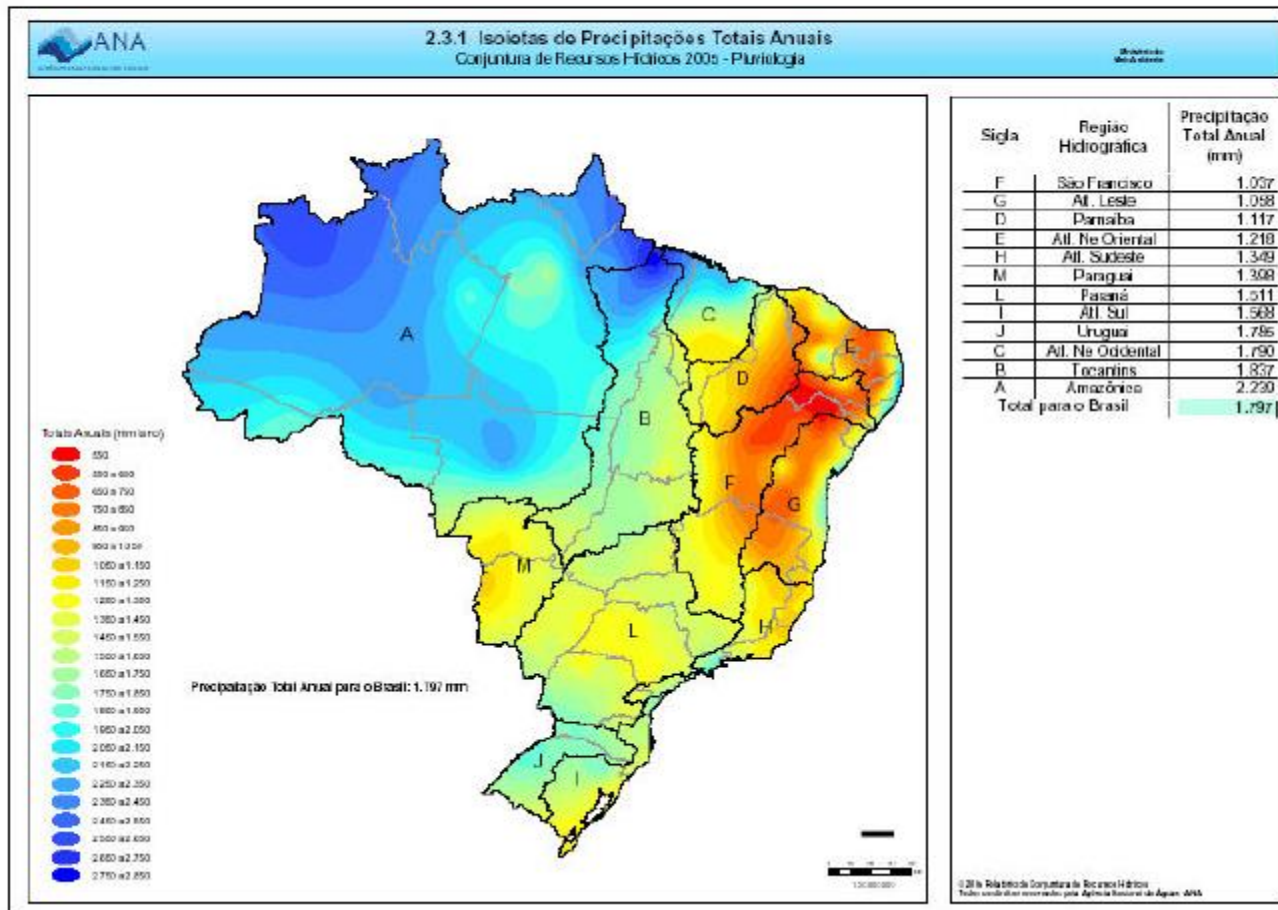
AGRAVAMENTO DOS  
EFEITOS DAS SECAS



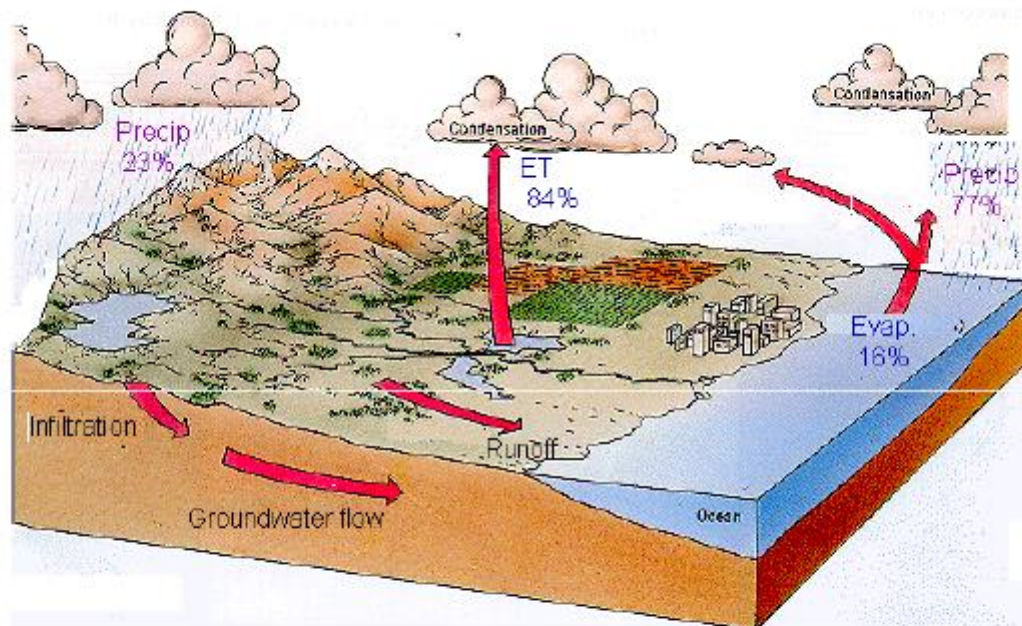
# CLIMA NO BRASIL

## Variação espacial da precipitação

### MAPA DE ISOIETAS DE UMA REGIÃO ou BACIA



## Ciclo Hidrológico e Balanço Hídrico

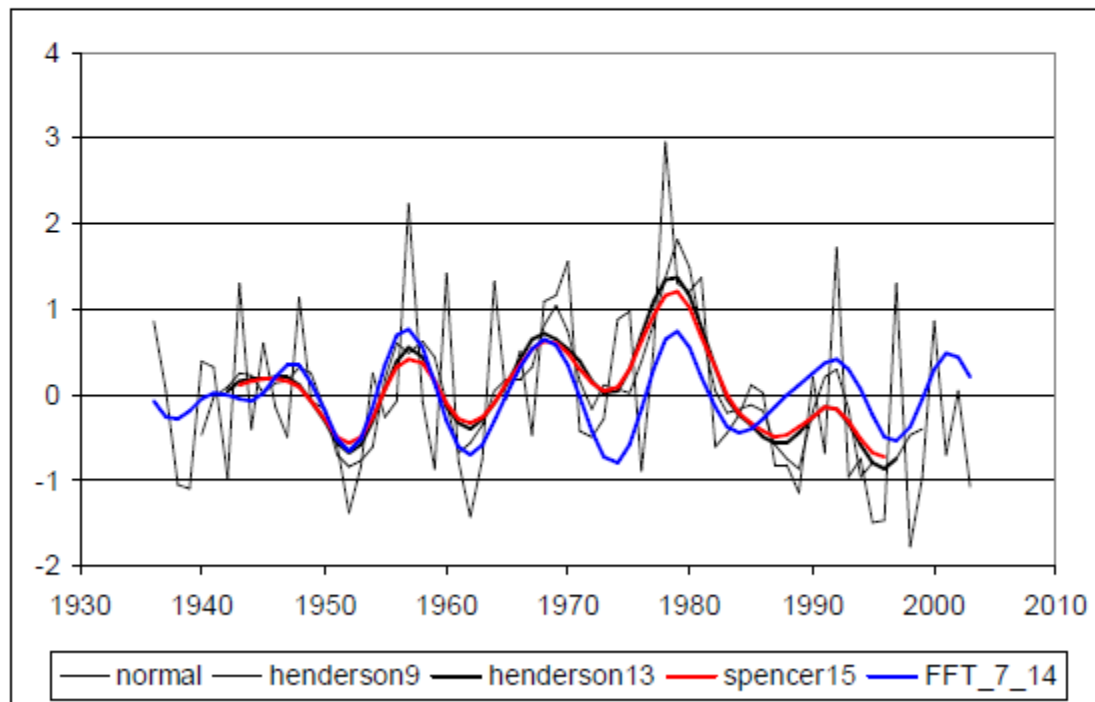


O balanço hídrico nada mais é do que o compute das entradas e saídas de água de um sistema. Várias escalas espaciais podem ser consideradas para se contabilizar o balanço hídrico. Na escala macro, o “balanço hídrico” é o próprio “ciclo hidrológico”, cuja resultado nos fornecerá a água disponível no sistema (no solo, rios, lagos, vegetação úmida e oceanos), ou seja na biosfera.

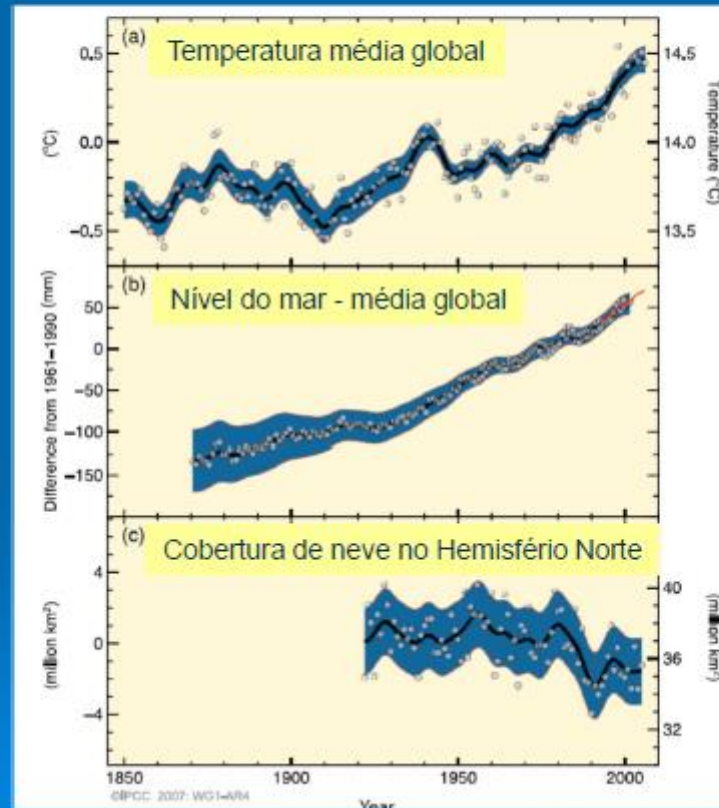
# O CICLO DAS CHUVAS

## Periodicidades – filtro média móvel

$$Anomalia = \frac{(Q - Q_m)}{\sigma}$$



## Evidências de aquecimento global 3 variáveis independentes





**Infelizmente, a enraizada confiança, quase uma questão inconsciente coletiva, que a chuva pode tardar mas não falta; aliada a ausência de uma política consistente de convivência com a seca, leva o povo nordestino às condições de flagelados cíclicos, como uma sina maldita.**

*João Batista Andrade, em artigo no jornal A Tarde*



# A SECA NO NORDESTE: UM POUCO DE HISTÓRIA



## As Maiores Secas Dos Séculos XIX e XX:

- 1877-1879 - A seca dos 3 setes: 500.000 brasileiros mortos
- 1915, 1932, 1951-1953, 1970
- 1979-1984 - A maior do século XX. A passagem

Século XXI:

- 2011- ???? - A primeira do século XXI



# OS EQUÍVOCOS DO “COMBATE” À SECA



## Ações remediadoras, com a seca já iniciada:

- Dromedários no Ceará, importados da Argélia
- Incentivo à migração
- Açudes de grande porte, sem rede de distribuição
- Carros-pipas
- Frentes de trabalho



*Frente de Trabalho. Trabalhadores varrendo a rodovia Transamazônica. 1977*

# A VIRADA DE CHAVE NO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL



O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANASA) foi instituído em 1971 pelo Governo Brasileiro.

O PLANASA foi um programa oficial de saneamento básico que teve como objetivo reduzir os défices de abastecimento de água e esgoto nas cidades.

O PLANASA teve como resultado a criação das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs), que promoveram a estadualização do saneamento básico. Foi um marco importante na história do saneamento básico no Brasil.

Com o PLANASA foi criada a Empresa Baiana de Saneamento-EMBASA, em maio de 1971, para implantar e gerenciar saneamento nas cidades da Bahia. **Em 1972, foi criada a então Companhia de Engenharia Rural da Bahia- CERB, hoje Companhia de Engenharia Hídrica e Saneamento da Bahia- CERB**, que ficaria responsável pelo saneamento no meio rural.



## 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.



# UM NOVO TEMPO: TECNOLOGIAS APROPRIADAS E PARTICIPAÇÃO DA SOCIEDADE



Simplicidade e eficiência



Métodos assertivos e respeitando as tradições.  
Filtros para captação direta da água, Sudão. Fonte:  
World Water Crisis Times Photos

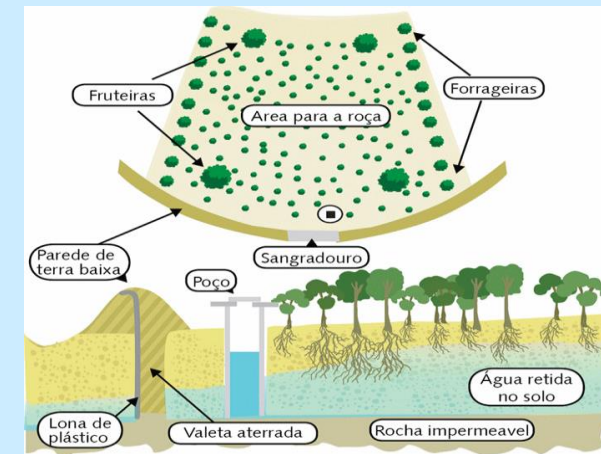


As Associações Comunitárias Rurais



# TECNOLOGIAS APROPRIADAS

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



- Fichas de visitas técnicas: 33.931
- Poços perfurados pela CERB: 21.377 ,sendo 13.342 pela própria CERB e 8.035 por empreiteiras.
- Registro de poços perfurados por outras empresas: 8.543
- Perfilagens geofísica de poços: 363
- Testes de bombeamento: 19.971
- Laudos de análise físico-química: 21.119
- Sistemas de Abastecimento de Água: 14.500
- Construção de barragens de grande a médio porte: 8
- A CERB também é responsável pela segurança de 28 barragens construídas pelo Estado da Bahia, através principalmente da CERB e da Embasa.



# MANANCIAL DE CAPTAÇÃO

**O PRIMEIRO PASSO PARA CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - SAA É A DEFINIÇÃO DO **MANANCIAL DE CAPTAÇÃO**.**

**SUPERFICIAL:**

**RIOS, BARRAGENS E LAGOS**



**SUBTERRÂNEO:**

**POÇO TUBULAR, BARRAGEM SUBTERRÂNEA, FONTES, POÇO AMAZONAS**



# SISTEMA SIMPLIFICADO

**RESERVAÇÃO**

**ADUTORA**

**DISTRIBUIÇÃO**

**CAPTAÇÃO**



# SISTEMA CONVENCIONAL

**RESERVATÓRIO**  
50 mil litros



**CASA DE BOMBA**

**ADUTORA**

**REDE DE DISTRIBUIÇÃO**

**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO**

**Cerb**  
COMPANHIA DE ENGENHARIA  
RURAL DA BAHIA

**MANANCIAL**





## Vantagem

Às vezes a única solução de abastecimento no semiárido, em áreas sobre o embasamento cristalino

## Desvantagem

Dependência direta das chuvas;  
Qualidade da água utilizada sempre sob tratamento;  
Perda por evaporação;  
Ocupação de grande áreas , com impactos ambientais significantes



# ÁGUA SUPERFICIAL: ESTRUTURAS DE CAPTAÇÃO

**Açudes**  
**Barragens**  
**Rios**



# A IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



MAIOR FONTE DE ÁGUA POTÁVEL DO PLANETA

PUREZA E PROTEÇÃO

PERENIDADE

BAIXO CUSTO



# Os múltiplos usos das águas subterrâneas no abastecimento do meio rural



Dessedentação humana



Uso doméstico em geral: banho, descargas sanitárias, limpezas...



Dessedentação animal

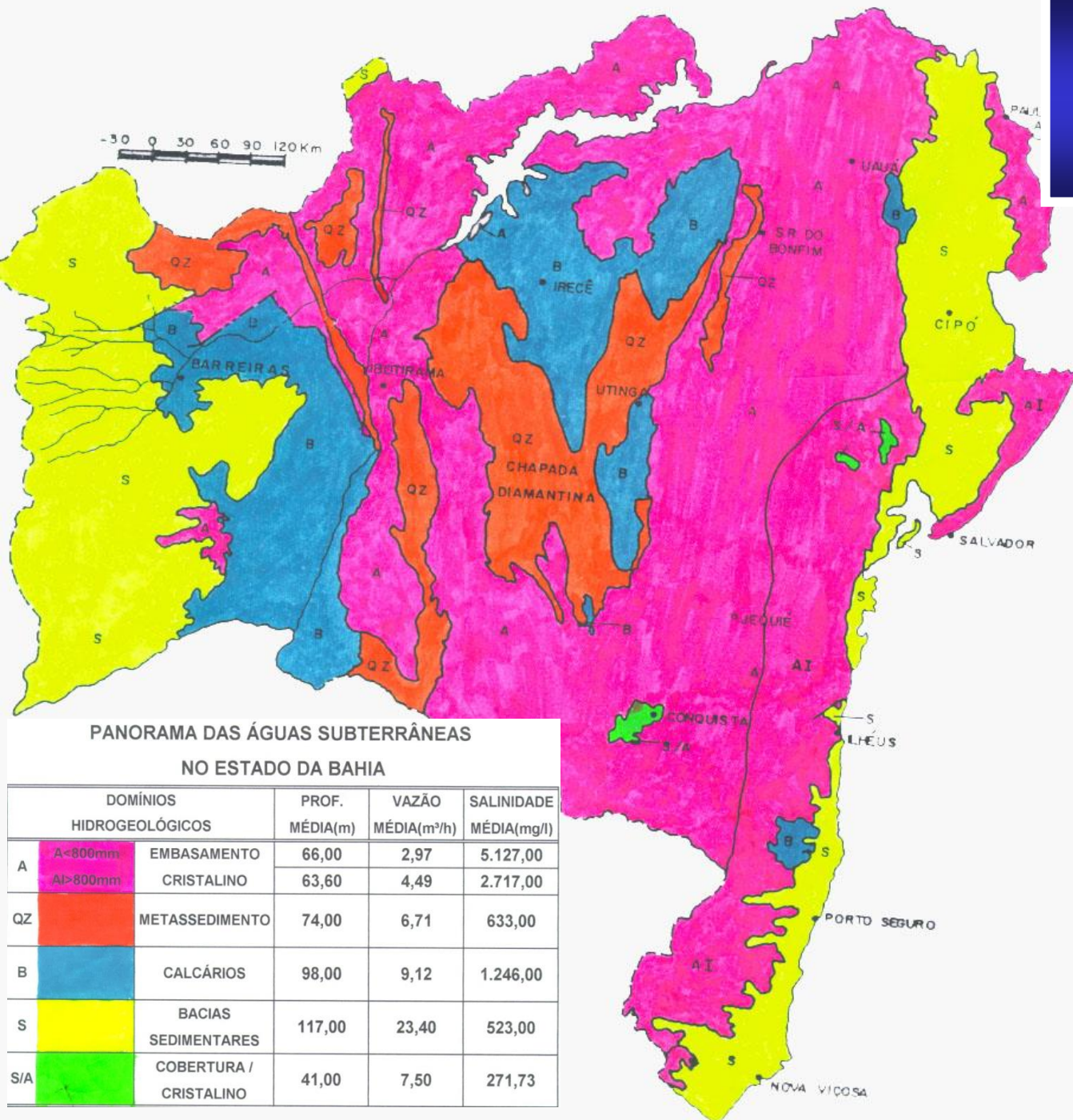
# OCORRÊNCIAS E AQUÍFEROS

ROCHAS DO  
EMBASAMENTO  
CRISTALINO: AQUÍFEROS  
FISSURAIS

ROCHAS  
METASSEDIMENTARES:  
AQUÍFEROS FISSURAIS

ROCHAS CALCÁRIAS:  
AQUÍFEROS CÁRSTICOS E  
FISSURAIS

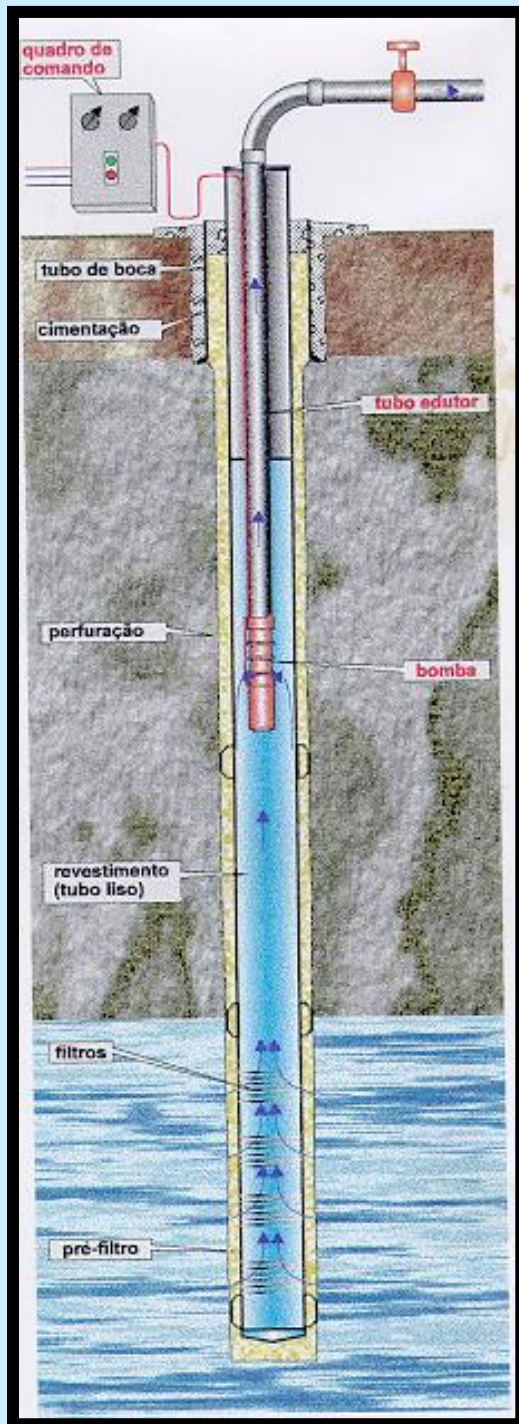
ROCHAS SEDIMENTARES:  
AQUÍFEROS POROSOS





# TIPOS DE CAPTAÇÃO

## POÇO TUBULAR





# LOCAÇÃO DE POÇOS TUBULARES

CRITÉRIOS DE ACORDO À  
GEOLOGIA DA ÁREA.

LEVANTAMENTO PRELIMINAR

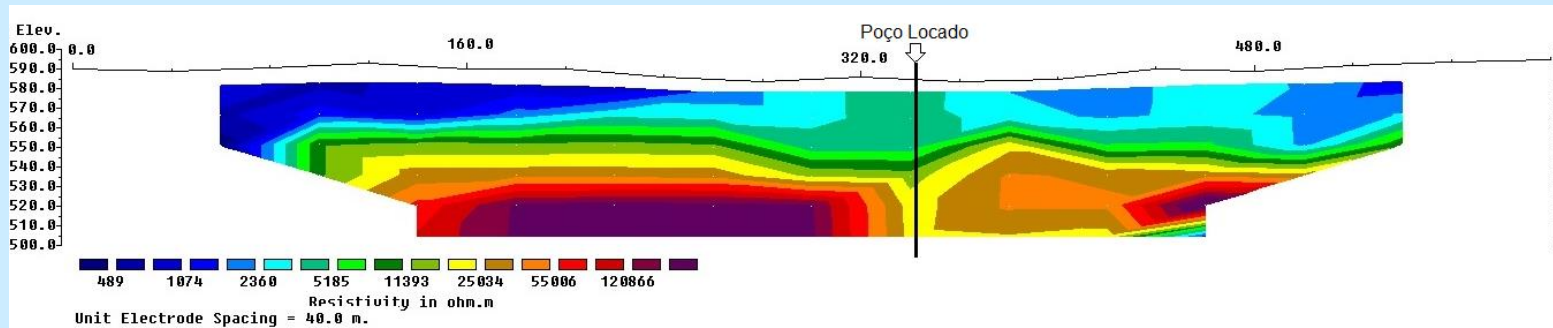
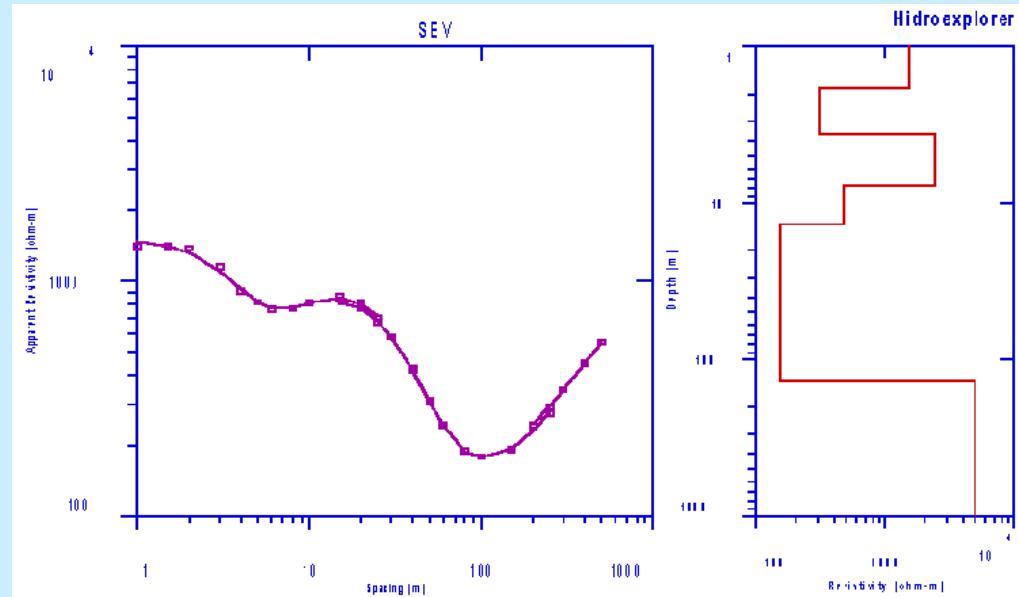
ETAPA DE CAMPO

ELABORAÇÃO DE PROJETO E  
RELATÓRIO



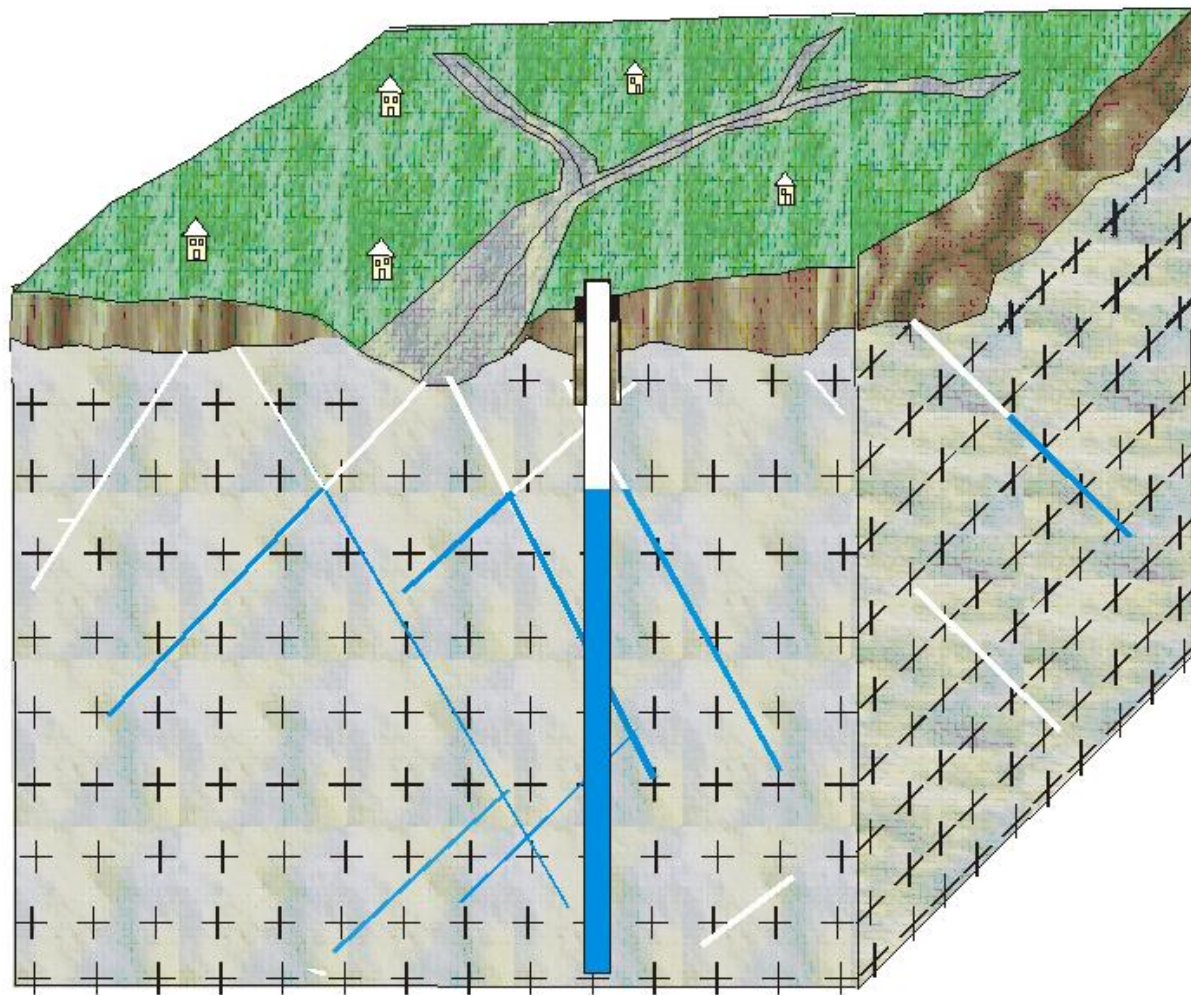
*O PROJETO ESTÁ SUBORDINADO AOS TIPOS DE  
ROCHAS DO SUBSOLO, PROFUNDIDADE PREVISTA  
PARA O NÍVEL DA ÁGUA E DEMANDA EXISTENTE.*

# HIDROGEOFÍSICA: ELETORRESISTIVIDADE





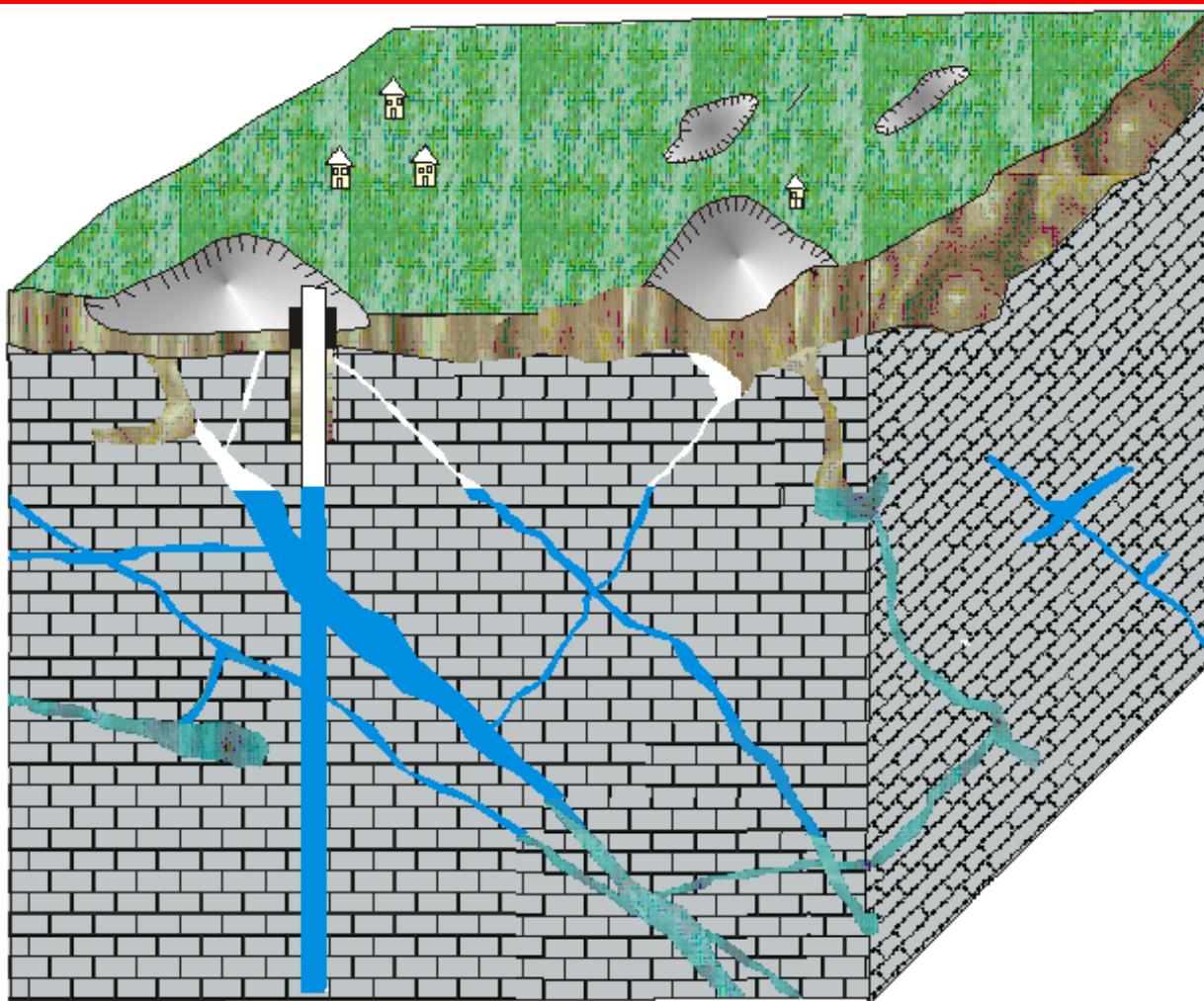
# TIPOS DE CAPTAÇÃO : POÇO TUBULAR I



**POÇO TIPO CRISTALINO / METASSEDIMENTO 120m**



# TIPOS DE CAPTAÇÃO: POÇO TUBULAR II

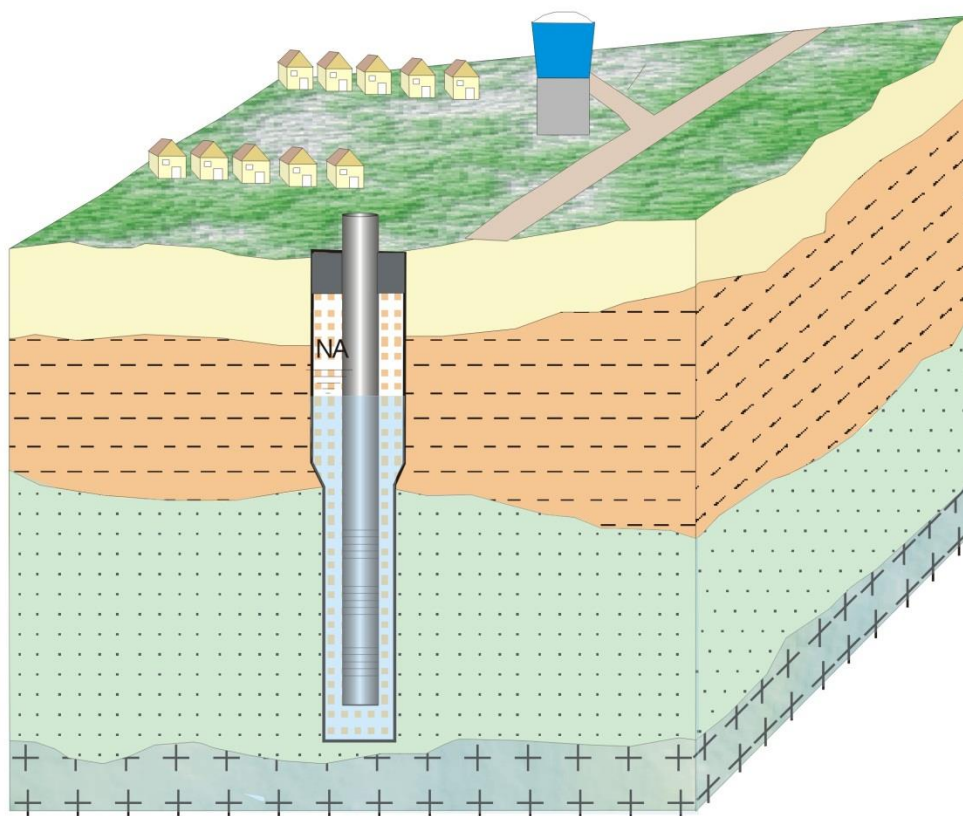


**POÇO TIPO CALCÁRIO 150 m**

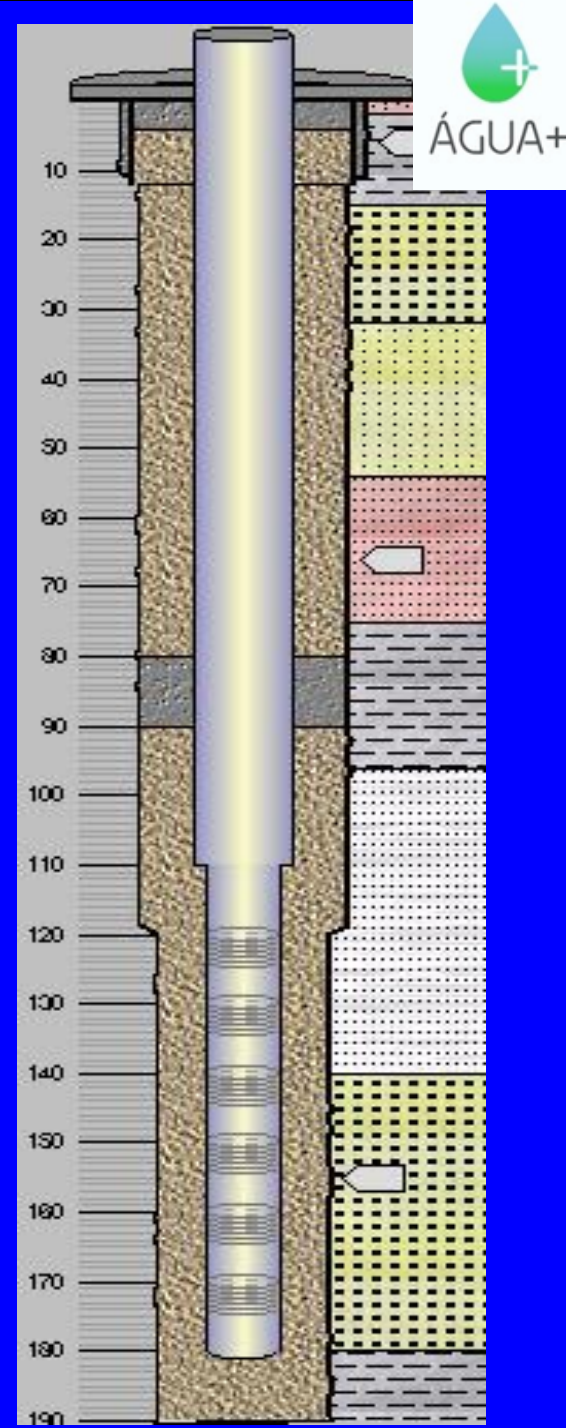
# TIPOS DE CAPTAÇÃO : POÇO TUBULAR IV

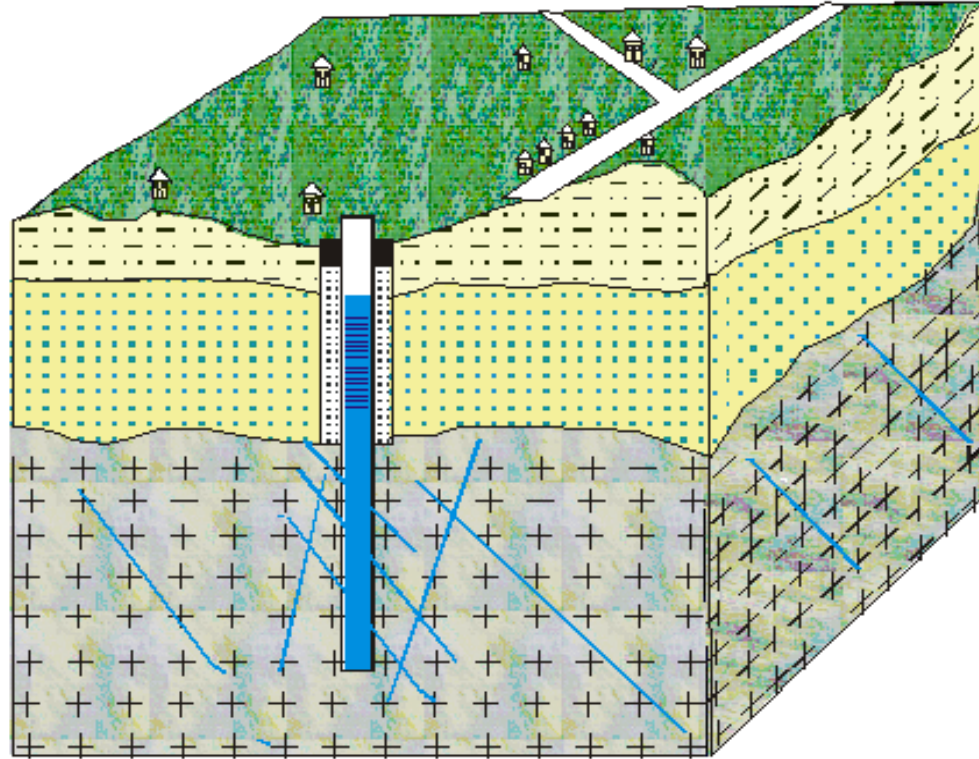
## DETALHE CONSTRUTIVO

POÇO TIPO SEDIMENTO - 200 m



JOÃO BATISTA ANDRADE  
MAIO /98





**POÇO TIPO MISTO (SEDIMENTO-CRISTALINO) 60 m**



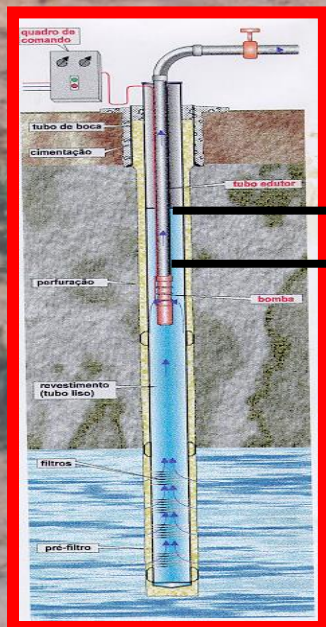
# TESTE DE BOMBEAMENTO

NÍVEL ESTÁTICO

NÍVEL DINÂMICO

RECUPERAÇÃO

ANÁLISES FÍSICO-  
QUÍMICA E  
BACTERIOLÓGICA



NE

ND





# OUTROS MEIOS DE CAPTAÇÃO



Poço Manual



Nascentes



Barragem subterrânea, em construção



Barragem subterrânea, construída

# BARREIRO TRINCHEIRA



O mesmo princípio de um barreiro tradicional (acúmulo de água de chuva), porém com formato retangular visando proporcionar menor superfície de evaporação. É necessário que ocorra zona de fluxo de água e leito impermeável. O corte deverá ser transversal à direção do fluxo da água.

Capacidade esperada para tipo familiar:  $600 \text{ m}^3$  (  $30\text{m C} \times 5\text{m L}$  e  $4\text{m H}$  )

Capacidade esperada para tipo comunitária:  $1600 \text{ m}^3$  (  $50\text{m C} \times 6,40\text{m L} \times 5\text{m H}$  )





# CISTERNA DE PRODUÇÃO (CALÇADÃO)



Mesmo princípio da cisterna de captação de telhado, com área de captação moldada de acordo a demanda de água. Como exemplo: uma região com precipitação média de 400mm/ano, um calçadão de 15 x 20m reservaria 120 m<sup>3</sup>/ano de água de chuva.



Deve possuir capacidade média de estocar 50 mil litros de água, medindo aproximadamente 6 metros de diâmetro e 2 metros de profundidade. Todas as cisternas de produção deverão ser acompanhadas de uma horta econômica e ecológica

# BOMBA DE ÁGUA POPULAR



É recomendada para poço com vazão menor que 1000 l/h, sendo o bombeador instalado em profundidade não superior a 40m. A qualidade da água deverá ser compatível com dessedentação humana e/ou animal e com desenvolvimento da horticultura, pomares e outras práticas agrícolas locais.



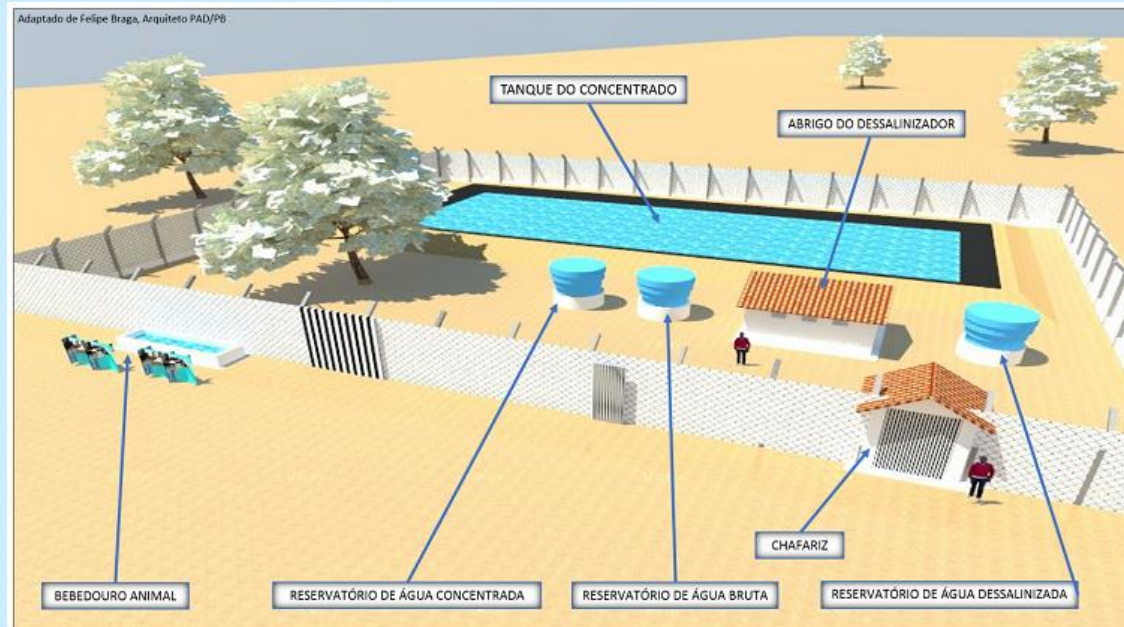
# DESSALINIZAÇÃO



Programa do Governo Federal, criado em 2012, com meta de instalação de 1200 dessalinizadores nos Estados do Nordeste. Na Bahia 290 unidades.



Dessalinizador, com membranas de osmose reversa



Sistema Padrão de Abastecimento do Programa Água Doce



# PROBLEMAS ANTIGOS E ATUAIS NO ABASTECIMENTO RURAL NA BAHIA

- Falta de um levantamento amplo no Estado visando, para cada comunidade rural, as respostas às essas três questões em relação ao abastecimento com água: **o que existe; o que necessita ter; e como ter.** Enfim, atender com planejamento.
- O simples atendimento de uma solicitação, sem a persistência na missão de resolver a questão de abastecimento; aliada à falta de diversidade de opções de captação ou armazenamento de água quando os poços tubulares são inviáveis.
- O abandono de poço fora dos padrões de potabilidade para consumo humano, a maioria por alta salinidade, mas servíveis para consumo animal e doméstico geral (limpeza, banho, descarga sanitária...)



# FIM



João Batista Matos de Andrade  
email: [hidroexplorer@gmail.com](mailto:hidroexplorer@gmail.com)

**OBRIGADO!!!**

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.

CASTRO, P. S. Recuperação e conservação de nascentes. Viçosa, MG: CPT, 2007. 272 p.

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.

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

WHO. Progress on sanitation and drinking-water: 2014 Update. Geneva/New York: World Health Organization/United Nations Children's Fund. 2014. 76p