

25^e
26
AGOSTO
2018



XII SESMA

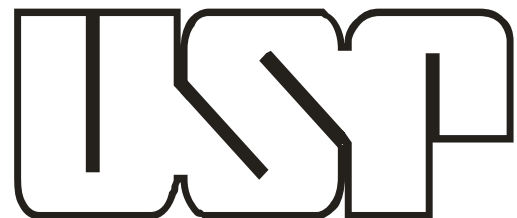
SEMINÁRIO ESTADUAL SOBRE
SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE

II WORKSHOP INTERNACIONAL DE
BIORREMEDIAÇÃO
DE ÁREAS CONTAMINADAS



Segurança Hídrica Global

Poços: soluções hídricas em comunidades remotas



Dr. Ricardo Hirata

Diretor

CEPAS|USP

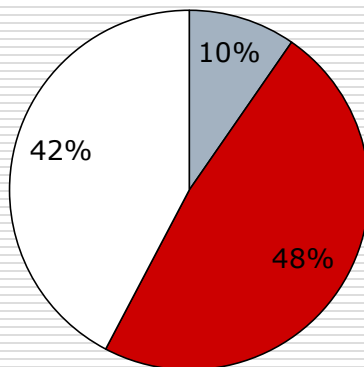
Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas

Onde as águas subterrâneas fazem a diferença

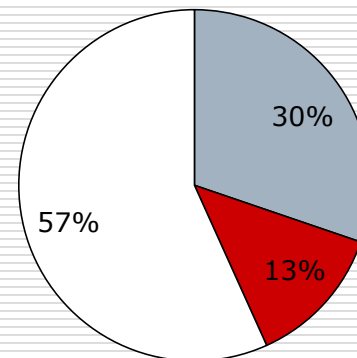
52% das cidades brasileiras são total (39%) ou parcialmente (15%) abastecidas por água subterrânea ou 82 milhões de pessoas



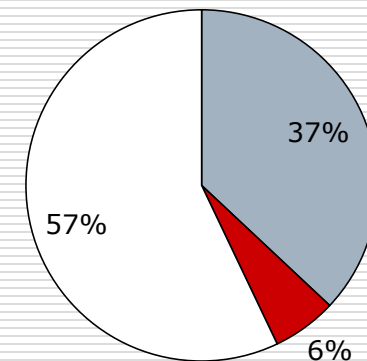
<10.000 hab.



50.000-100.000 hab.



>100.000 hab.



Onde as águas subterrâneas fazem a diferença

- ❑ Existem mais de 1,2 milhão de poços tubulares (e dezenas de milhões de poços cacimba, nascentes e fontes de água), extraíndo $\sim 53 \text{ Bm}^3/\text{a}$ ($13,4 \text{ Bm}^3/\text{a}$ somente de poços) ou $1700 \text{ m}^3/\text{s}$
- ❑ 300 mil poços tubulares na zona rural (IBGE), embora esse número seja subestimado
- ❑ Provavelmente há mais poços, pois há subnotificação, e 70% dos poços tubulares são irregulares (não tem outorga ou não são informados)

Diferença entre recursos subterrâneos e superficiais

Água superficial	Água subterrânea
Fácil acesso desde a superfície	Acesso mais restrito
Vazões instantâneas elevadas/elevadíssima	Vazões elevadas a média
Armazenamento pequeno (necessidade de construção de represas e açudes)	Armazenamento elevadíssimo em aquíferos
Qualidade natural baixa	Geralmente potável
Qualidade química variável no tempo	Baixa variação temporal
Vulnerável à contaminação antrópica	Baixa vulnerabilidade
Recurso conhecido	Recurso pouco conhecido
Muitos estudos (proporcionalmente)	Muito pouco estudo

Por que a água subterrânea deveria ser a primeira opção de água?

- ❑ Menor custo comparativamente às águas superficiais (sobretudo para pequenas vazões)
- ❑ Boa qualidade natural (sem necessidade de tratamento) e estabilidade desta qualidade ao longo do ano
- ❑ Permite aumento escalonado de vazão pela perfuração sucessiva de poços
- ❑ Facilidade de operação e manutenção
- ❑ Rápida construção dos poços
- ❑ Resiliência aos períodos de seca

Mas por que a dificuldade de aceitar esse abastecimento frente às águas superficiais?

- ❑ Poucas garantias de vazão, antes da perfuração do poço (mas devido à poucos estudos prévios)
- ❑ Vigilância da qualidade das águas (porque muitos sistemas não tem tratamento posterior à extração)
- ❑ Incorreta ideia de que o poço perde vazão com o tempo (desconhecimento do funcionamento aquífero)
- ❑ Processo de outorga e permissões são demoradas e burocráticas
- ❑ Desconhecimento de usuário e de engenheiros

Falta de familiaridade com as águas subterrâneas

- ❑ Mesmo que a maioria dos países europeus e americanos utilizem o recurso subterrâneo, não se reconhece a importância de igual para igual com as águas superficiais



Se a única ferramenta que você tem é um martelo,
tudo começa a parecer com um prego.

(Abraham Maslow)

Percepção do que é água subterrânea



Características de nascentes, poços escavados e tubulares

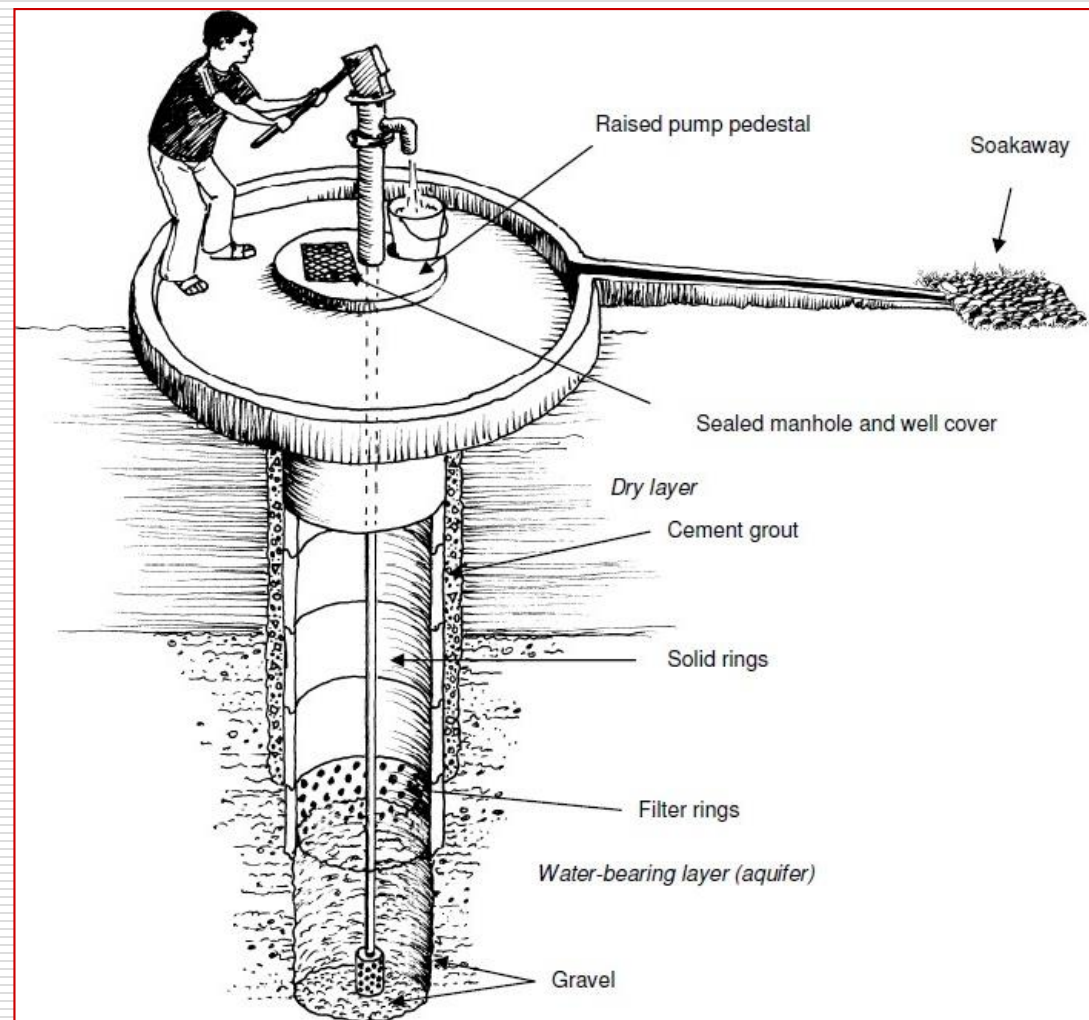
	Nascente	Poço escavado (cacimba)	Poços tubular (artesiano)
Custo relativo	Muito baixo	Baixo	Médio-alto
Construção	Muito simples	Simple	Complexa
Forma de perfuração	Manual e simples	Manual e simples	Sonda e complexa
Tempo de construção	Muito rápido	Prolongado a rápido	Prolongado a rápido
Vazão esperada	Baixa	Baixa	Alta
Variação da qualidade no tempo	Sensível	Sensível	Inalterada
Vulnerabilidade à contaminação antrópica	Alta a muito alta	Alta	Baixa

Aumentando a eficiência e segurança de poços escavados

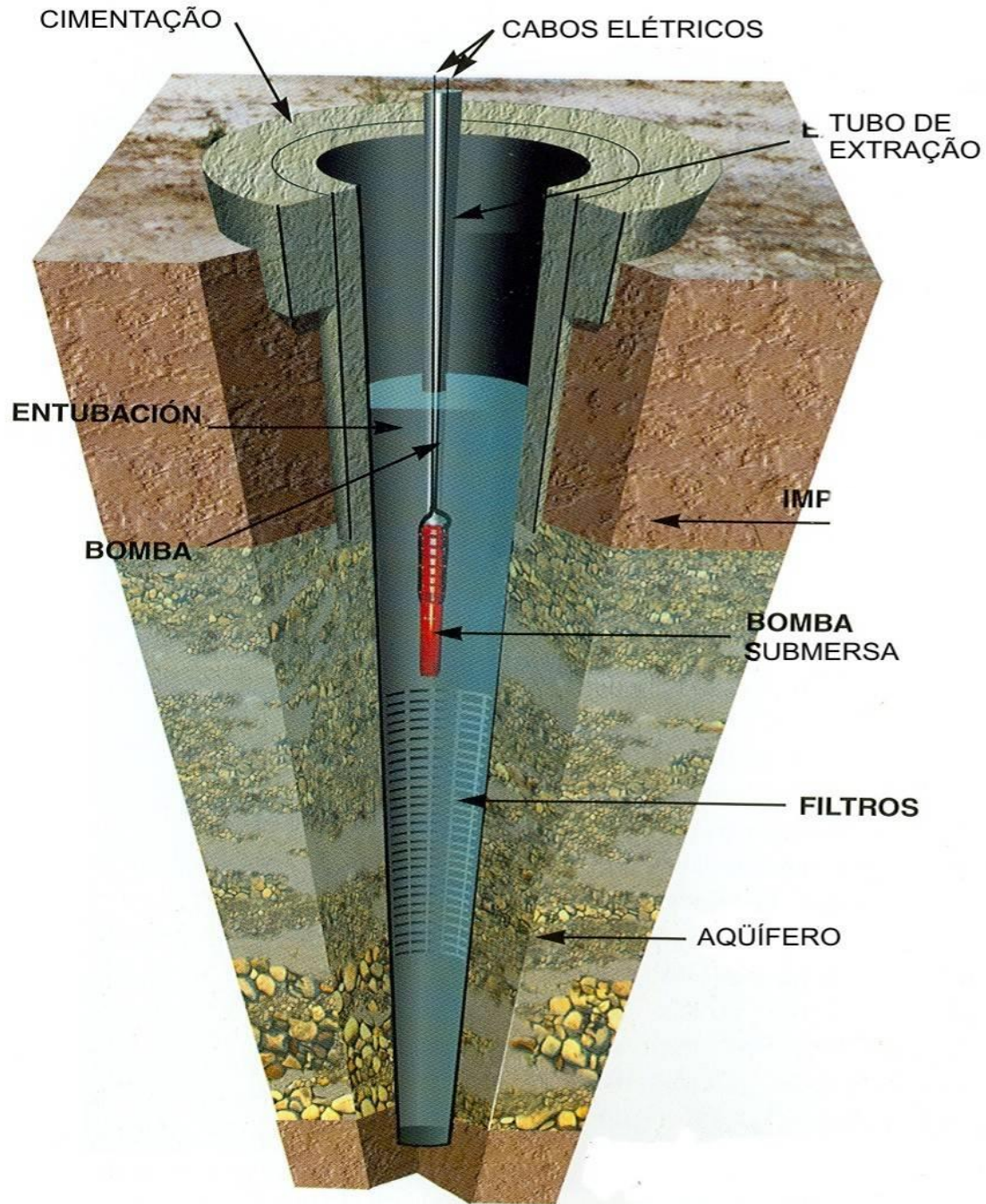
- ❑ Desenho adequado
- ❑ Escolha do local apropriado para a construção do poço (ou recusa, se não houver)
- ❑ Controle da ocupação do entorno do poço (raio de 20-50 m)
- ❑ Acompanhamento da integridade construtiva do poço
- ❑ Monitoramento da qualidade da água (incluindo parâmetros indicadores e análise físico-química)
- ❑ Limpeza e manutenção do poço e bombas

Desenho adequado para poços escavados

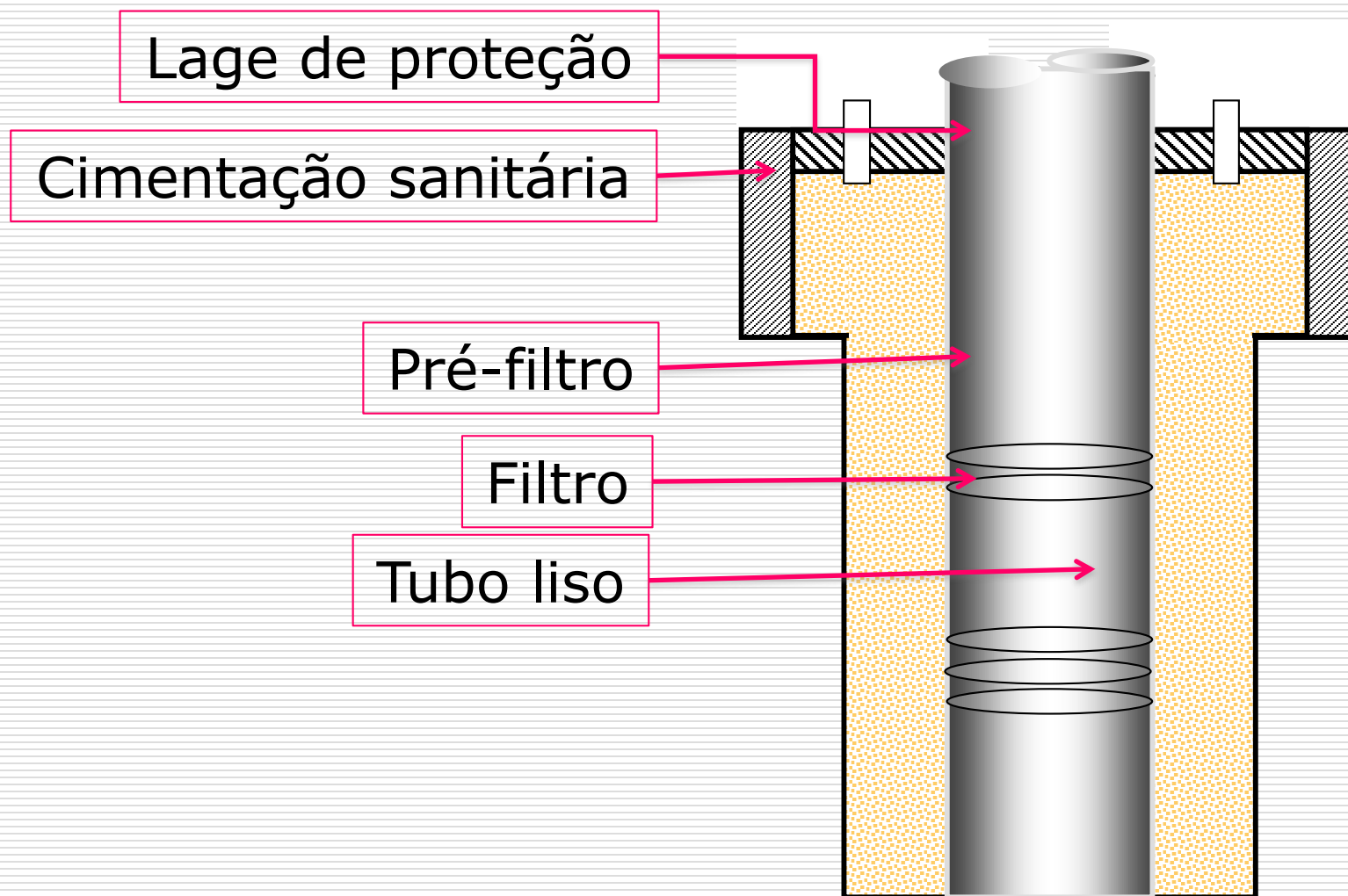
- ❑ Laje de proteção (>2m²)
- ❑ Proteção sanitária com calda de cimento (>5m, idealmente >10m e espessura >8cm.)
- ❑ Tampa de proteção, sem entrada de água superficial



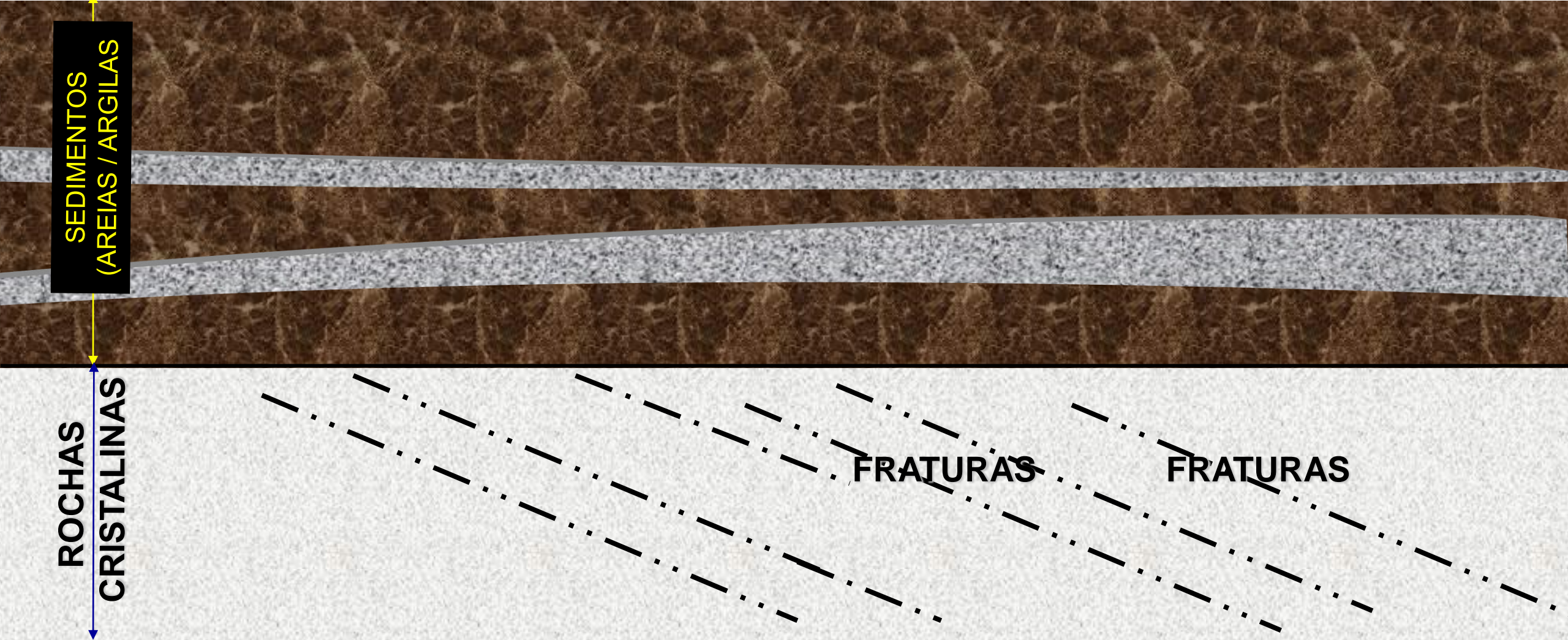
Poço tubular



Componentes principais de um poço tubular (artesiano) em terrenos sedimentares



TIPOS DE POÇOS



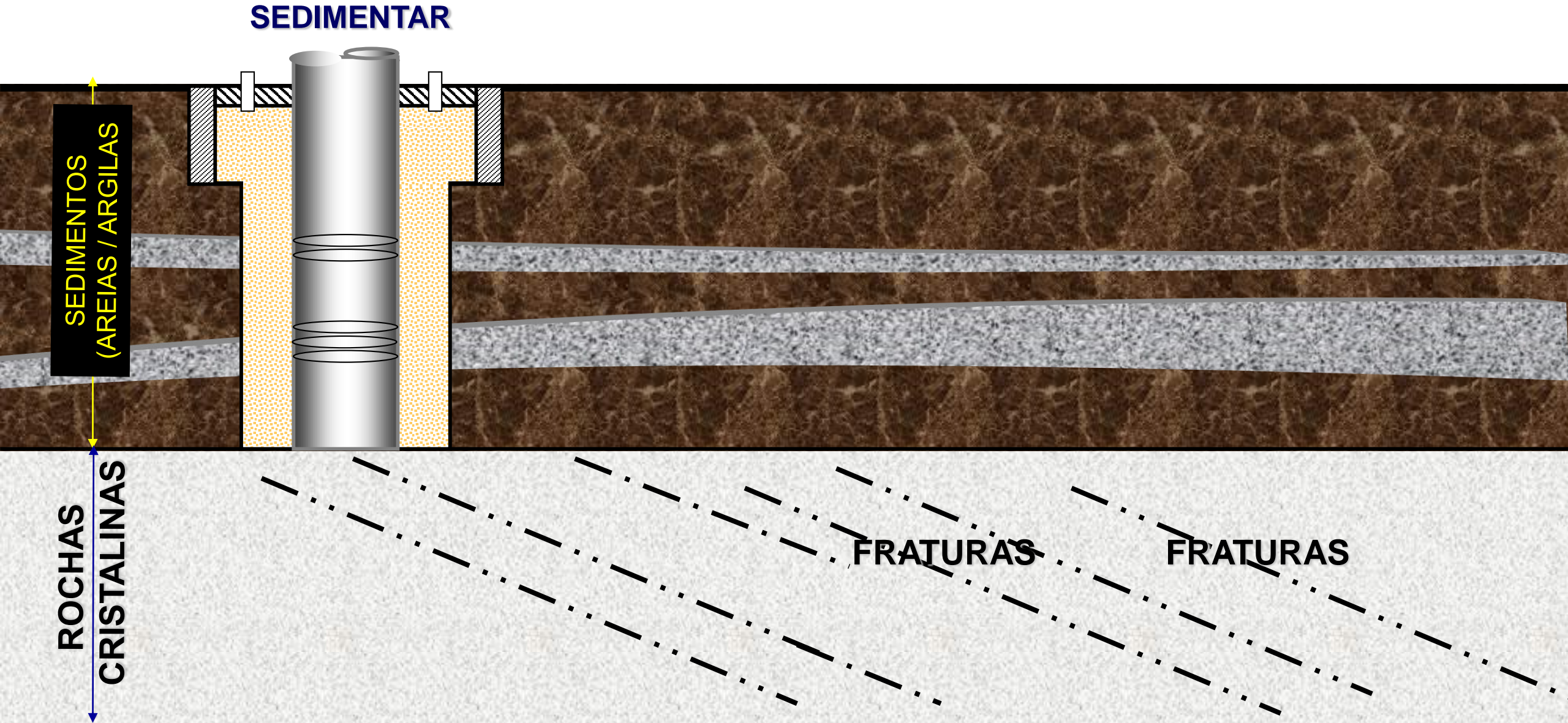
SEDIMENTOS
(AREIAS / ARGILAS)

ROCHAS
CRISTALINAS

FRATURAS

FRATURAS

TIPOS DE POÇOS



SEDIMENTAR

**SEDIMENTOS
(AREIAS / ARGILAS)**

**ROCHAS
CRISTALINAS**

FRATURAS

FRATURAS

TIPOS DE POÇOS

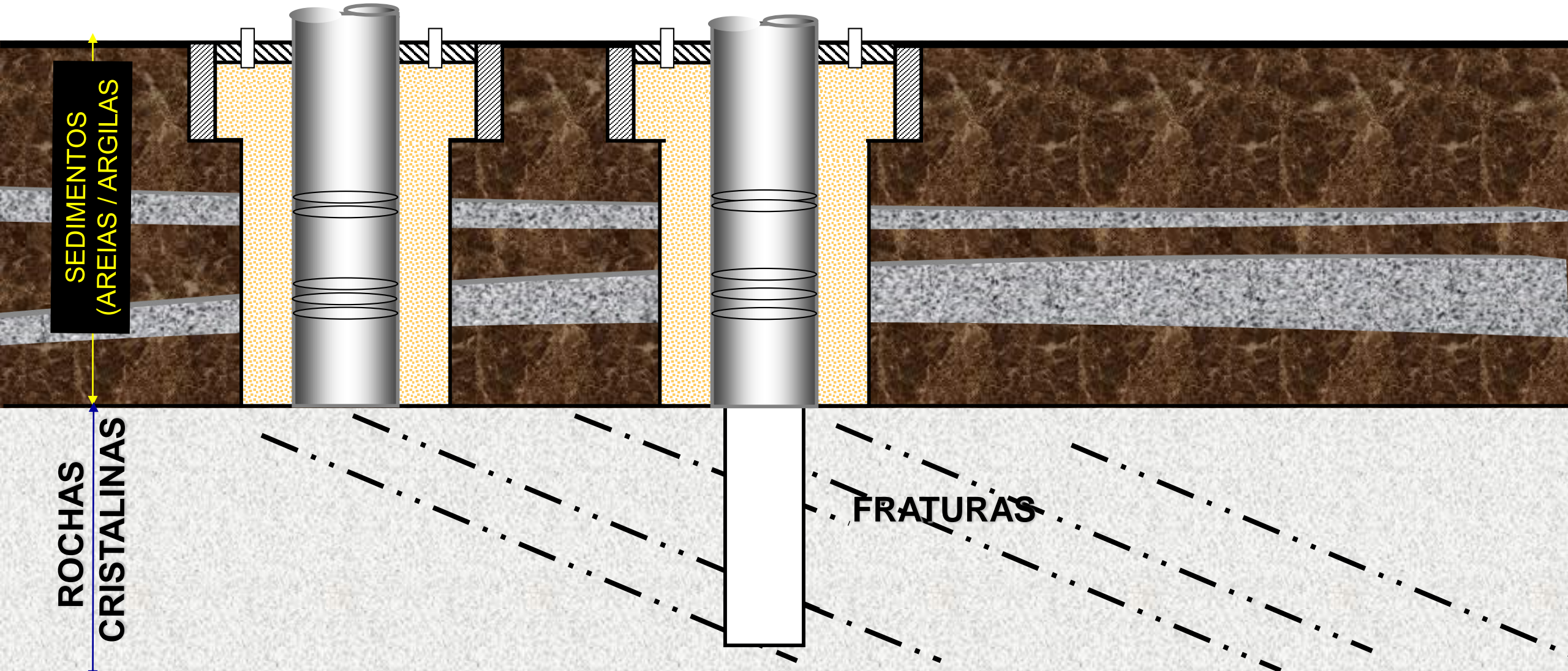
SEDIMENTAR

MISTO

SEDIMENTOS
(AREIAS / ARGILAS)

ROCHAS
CRISTALINAS

FRATURAS



TIPOS DE POÇOS

SEDIMENTAR

MISTO

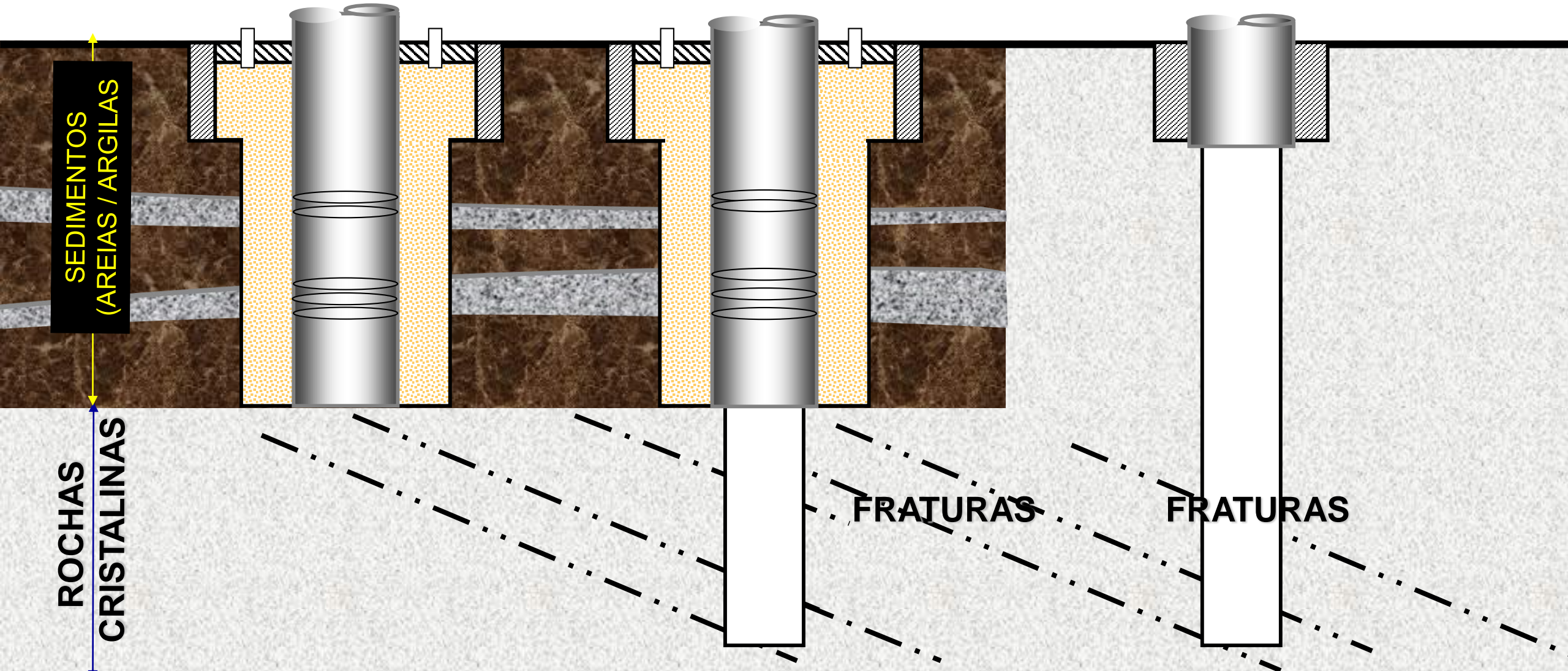
CRISTALINO

SEDIMENTOS
(AREIAS / ARGILAS)

ROCHAS
CRISTALINAS

FRATURAS

FRATURAS



Aumento da eficiência e segurança de poços tubulares

Característica	Probabilidade	Variante
Características locacionais	40-60%	Proporcional com estudos prévios, inverso com a complexidade geológica e extremos climáticos
Projeto e construção	20-40%	Proporcional ao investimento financeiro
Teste de bombeamento	5-10%	
Sorte	10-20%	Inversamente proporcional à complexidade geológica-hidrogeológica e falta de estudos prévios

Manutenção da eficiência na exploração de água em poços tubulares (artesianos)

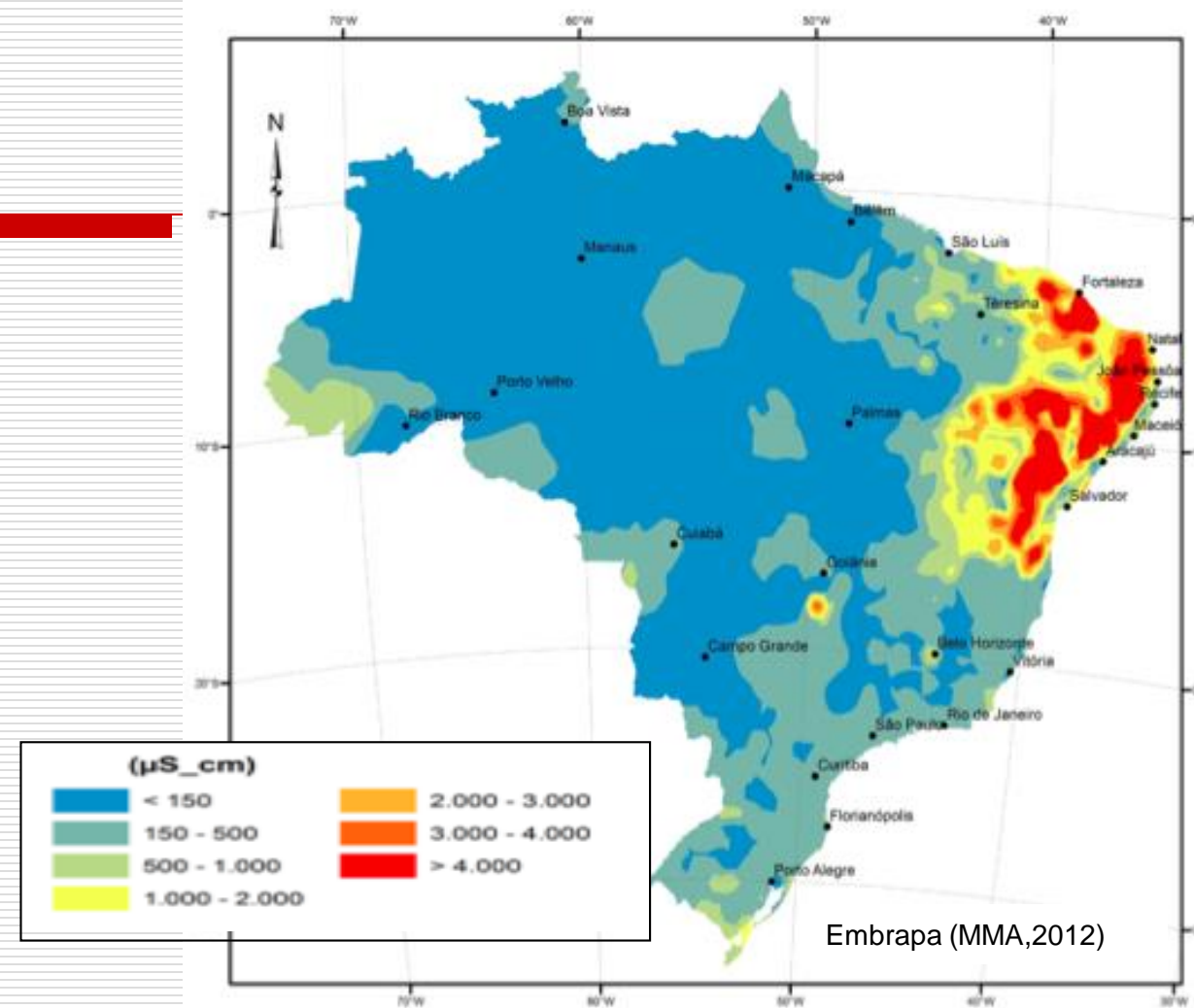
Característica	Probabilidade	Variante
Projeto e construção	30-50%	Proporcional ao investimento financeiro (sobretudo associado a contaminantes pouco persistentes)
Teste de bombeamento	5-20%	Boa interpretação e planejamento de exploração
Características locais	5-30%	Influência da transmissividade e recarga do aquífero
Presença de poços no entorno	10-90%	Existência de interferência hidráulica entre poços, maior com a maior proximidade e densidade de poços
Manutenção periódica	10-30%	Incluindo análises químicas rotineiras e antecipação de problemas

Manutenção da qualidade química das águas de poços tubulares (artesianos)

Característica	Probabilidade	Variante
Projeto e construção	30-50%	Proporcional ao investimento financeiro (sobretudo associado a contaminantes pouco persistentes)
Teste de bombeamento	5-10%	Boa interpretação e planejamento de exploração (incrustação e corrosão)
Características locais	5-30%	Tipo de rocha e geoquímica
Ocupação do entorno	10-60%	Aumenta com a existência de fontes potenciais na zona de captura do poço
Manutenção periódica	10-30%	Incluindo análises químicas rotineiras e antecipação de problemas

“Programa Água Doce”

- O semiárido cobre 11% da área e 12% da população brasileira
- Programa federal, estaduais e municipais (200 instituições)
- Sistema de desalinização de águas subterrâneas de poços em aquíferos cristalinos de baixa vazão em comunidades remotas

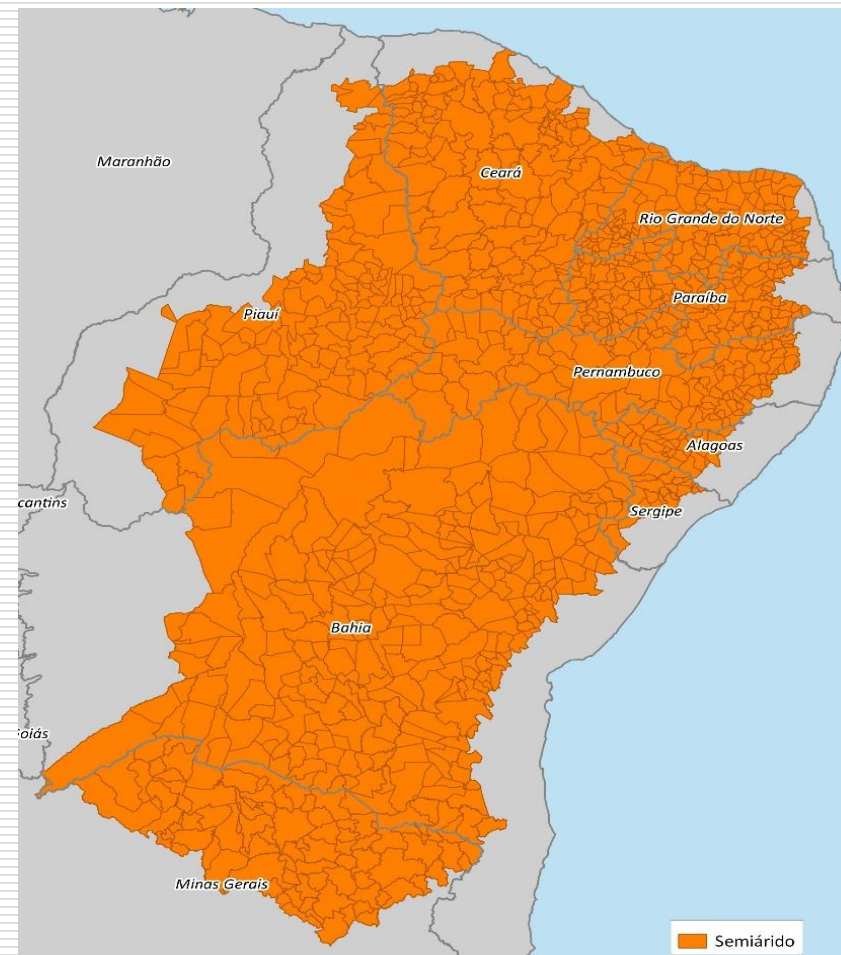


- 3 mil comunidades em 252 municípios avaliados, com 100 mil pessoas atendidas

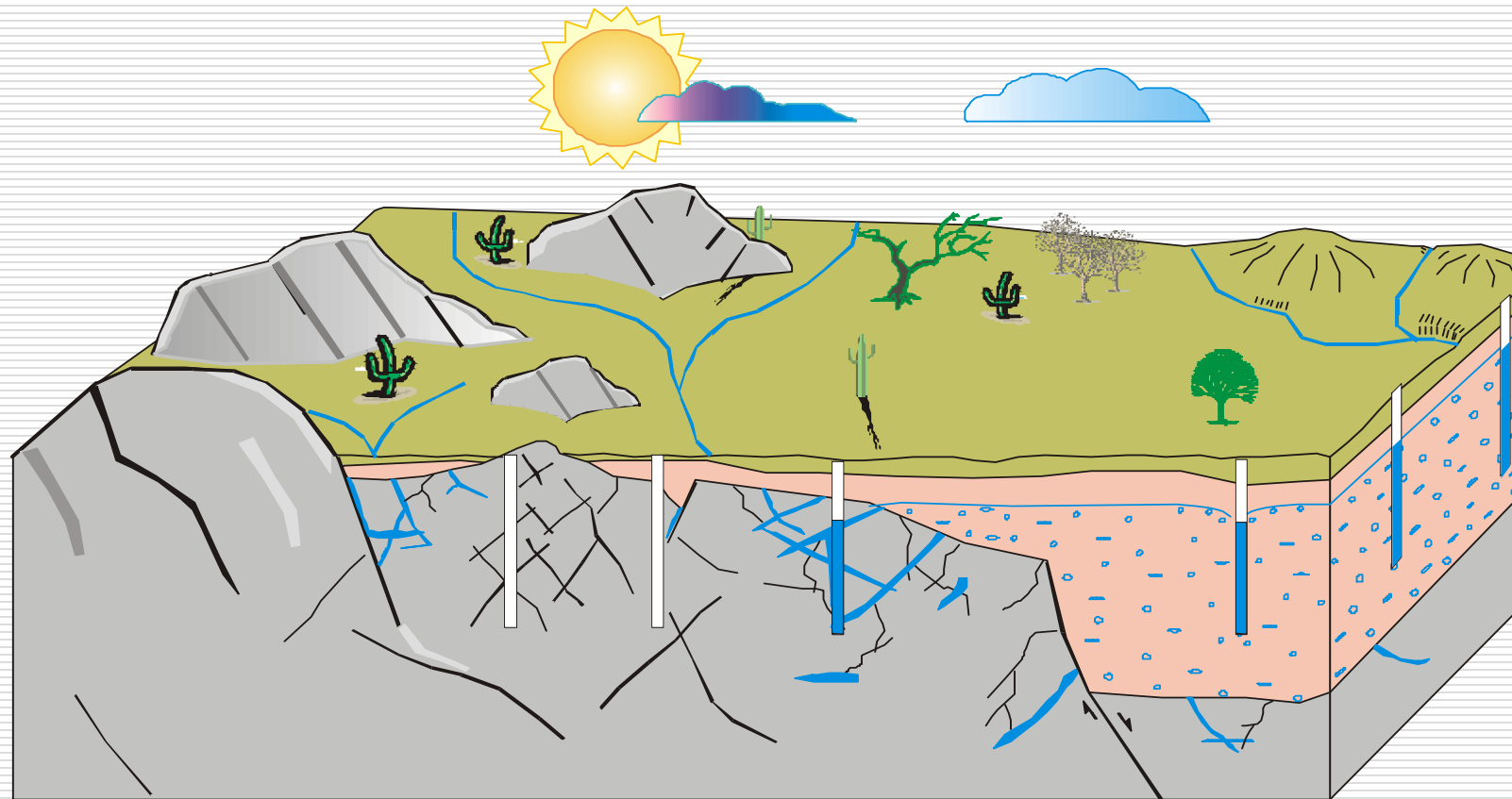


Semiárido brasileiro

- Área 969 mil km² (11%)
- 22 milhões de habitantes, 9 milhões na zona rural (IBGE 2010)
- Precipitação média anual: 800 mm
- Evaporação elevada: 1300 a 2000 mm/a
- Baixa disponibilidade hídrica superficial
- Baixos potenciais hidrogeológicos
- Meio ambiente salino
- Impacto das mudanças climáticas no semiárido



Ocorrência da água subterrânea no semiárido



■ Rochas Cristalinas (Anisotrópicas)

■ Rochas Sedimentares (Isotrópicas)

CPRM (2003)

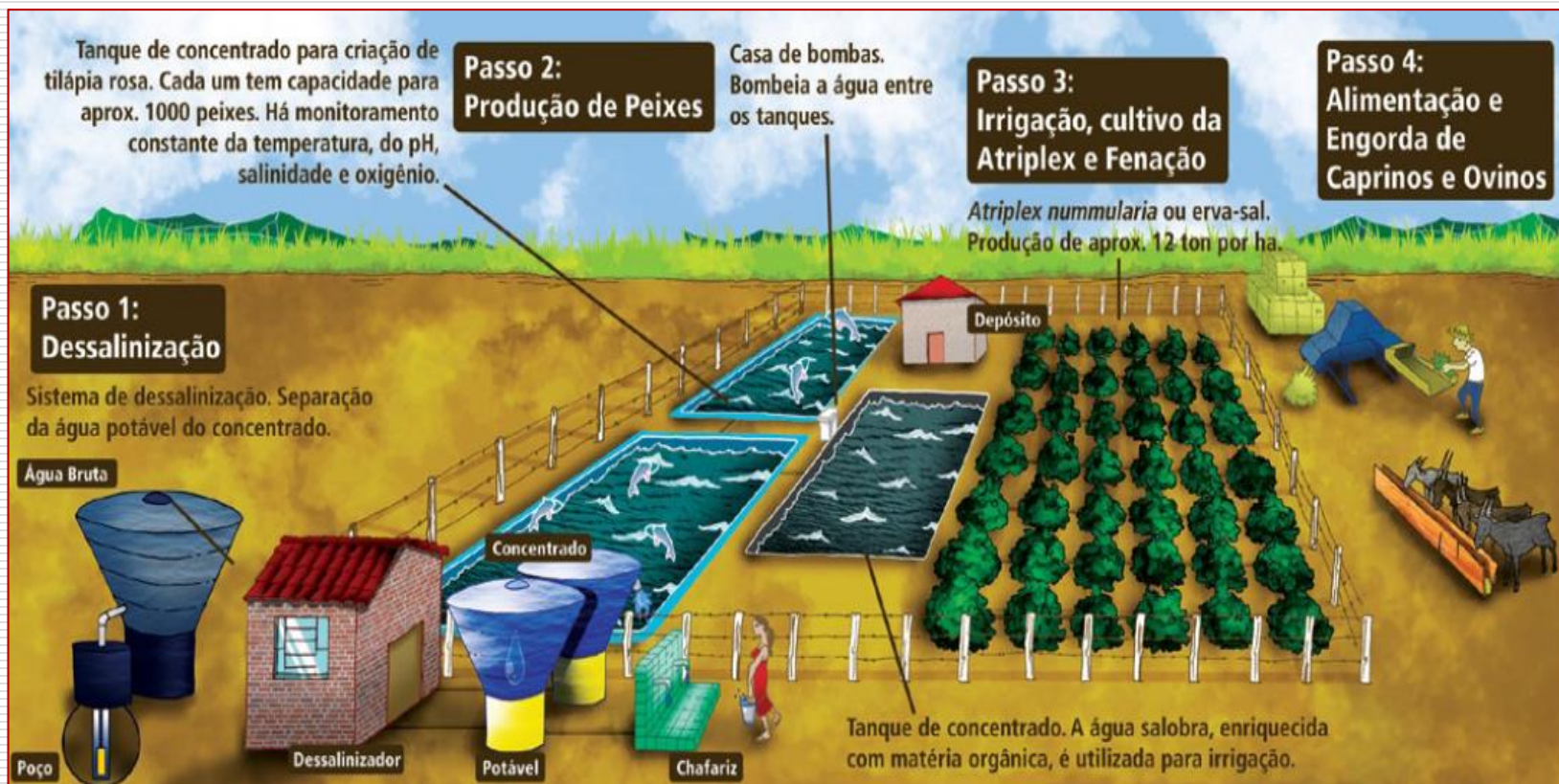
Programa Água Doce



Programa Água Doce



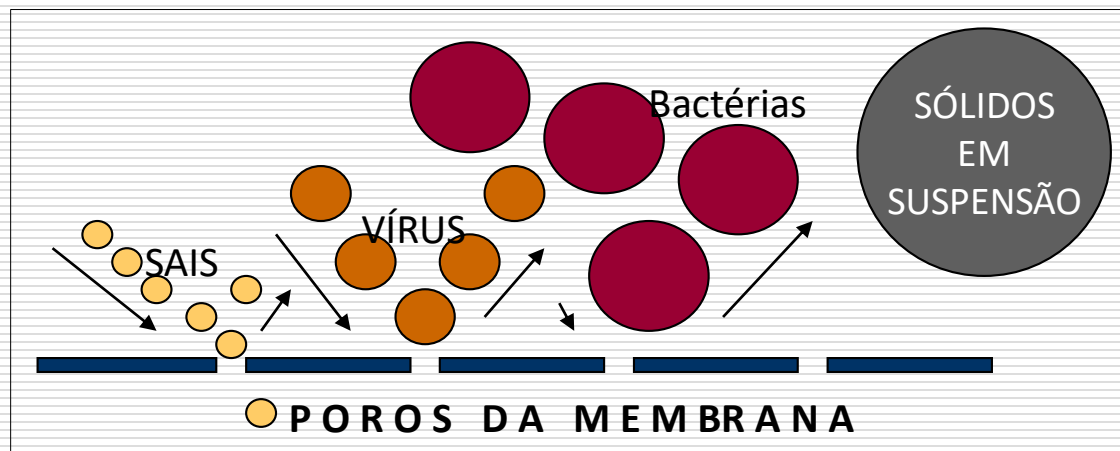
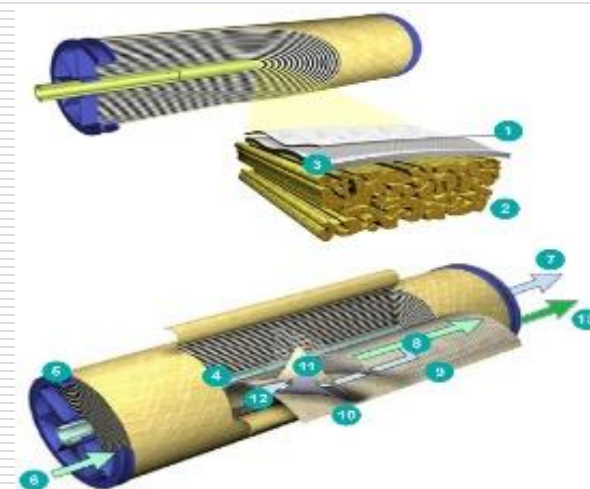
□ e sua cadeia de produção agrícola



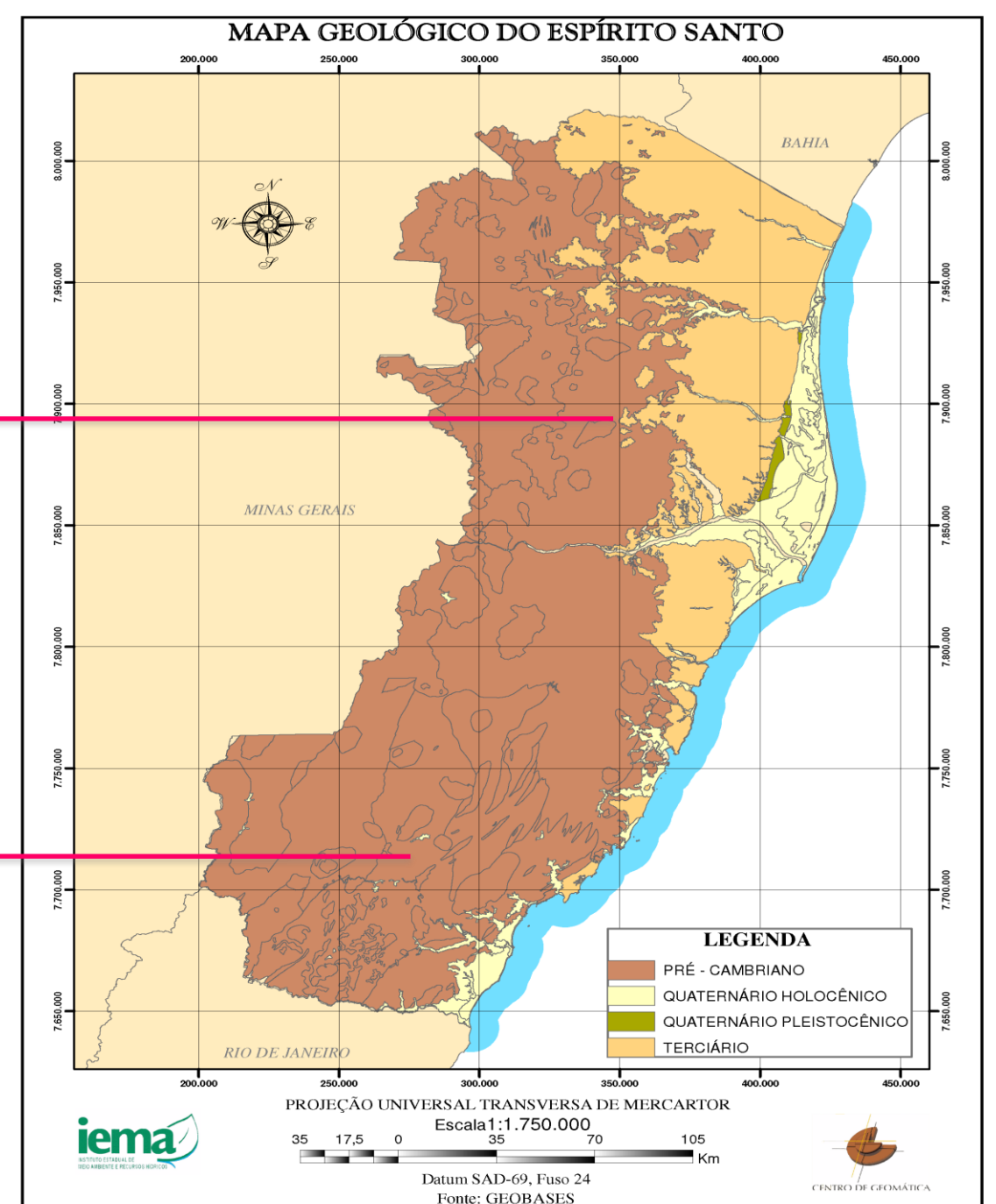
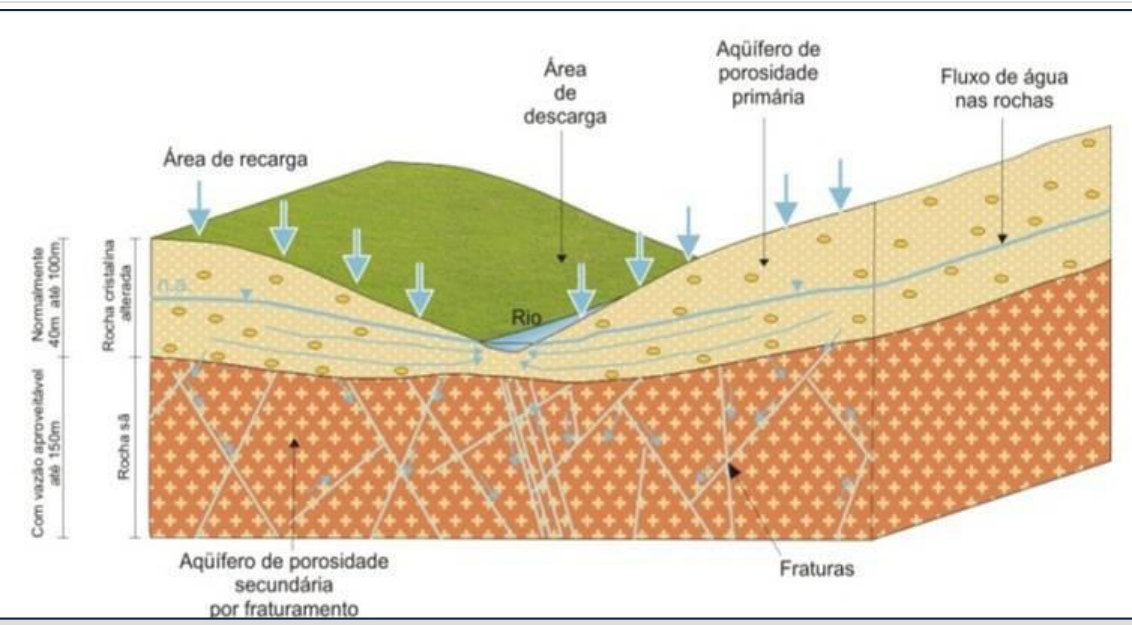
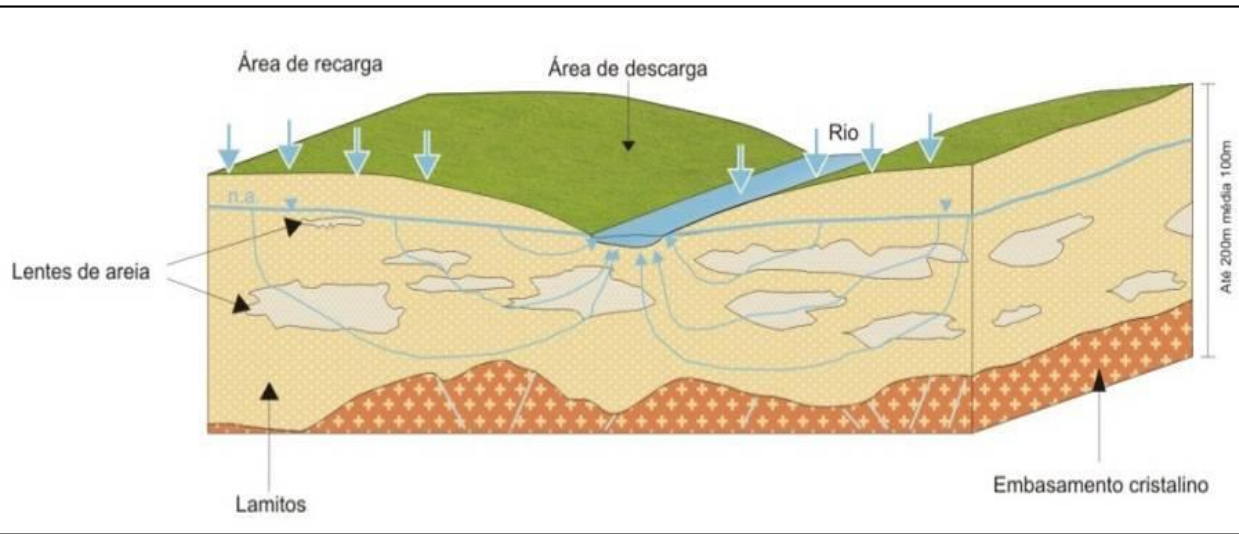
Embrapa (MMA,2012)

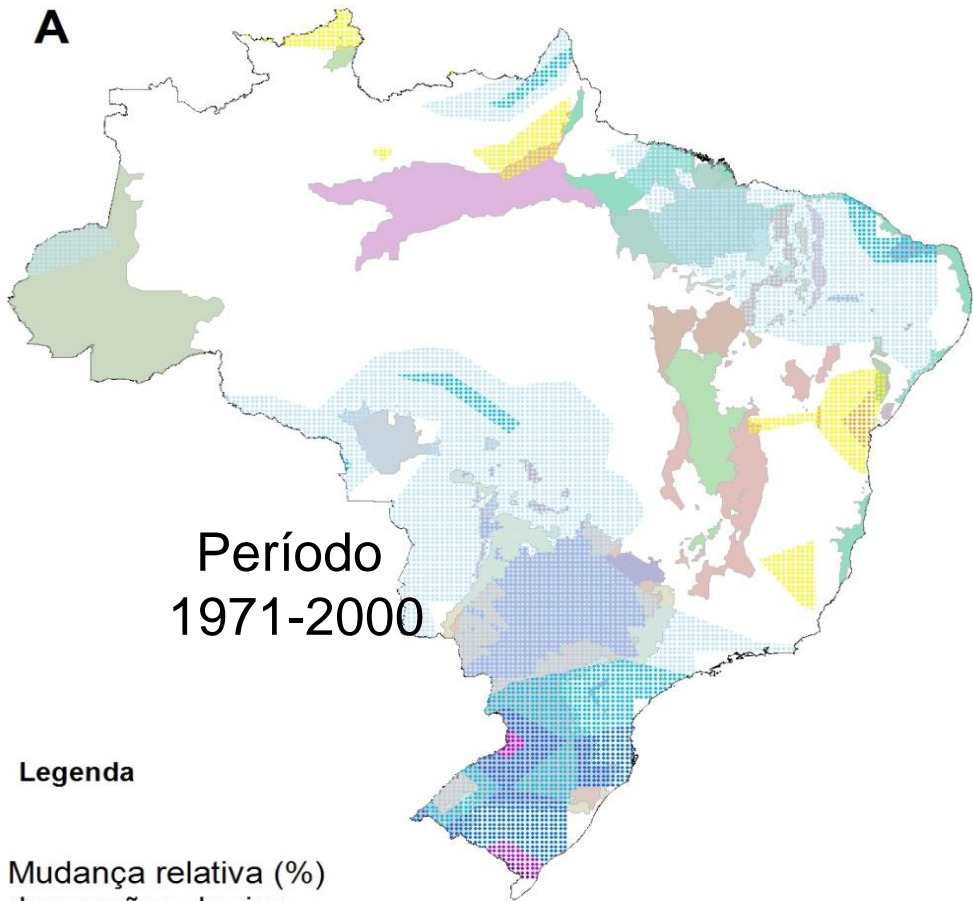


Dessalinizadores de osmose reversa



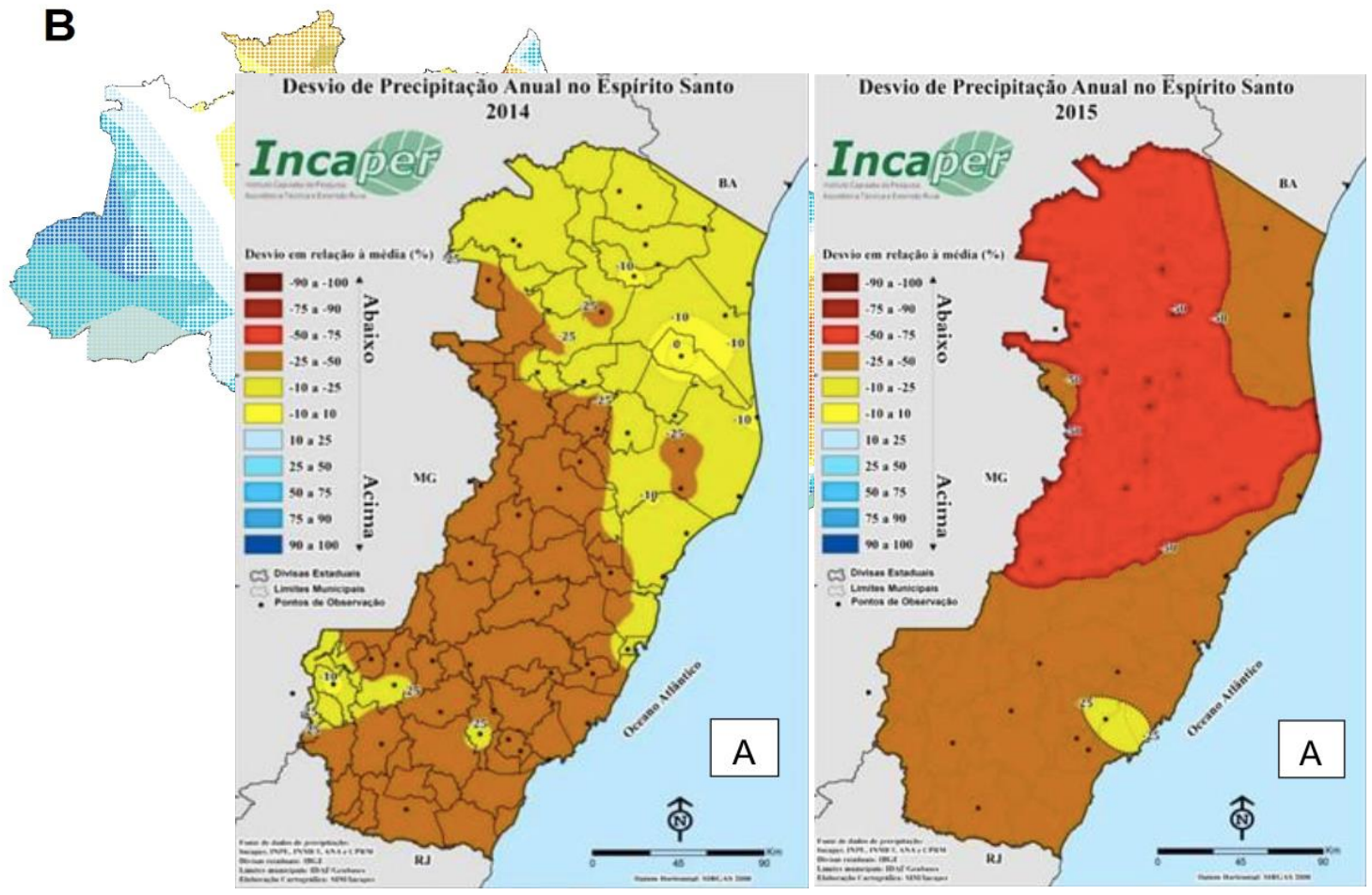
Potencialidade das águas subterrâneas no Espírito Santo





Aquíferos

- | | | | | |
|---------------|-----------|-----------|--------------|-------------------|
| Alter do Chão | Berberibe | Furnas | Missão Velha | Serra Grande |
| Açú | Boa Vista | Guarani | Motuca | Solimões |
| Bambuí | Cabeças | Itapecuru | Parecis | São Sebastião |
| Barreiras | Corda | Jandaíra | Piauí | Tacaratu - Inajá |
| Bauru - Caiuá | Exu | Marizal | Ponta Grossa | Urucuaia - Areado |
| Serra Geral | | | | |



6 Anos Incaper
Instituto Capataz de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca

0 500 1000 1.500 km

Fonte: Modificado de Milly et al. (2005).

Efeito das mudanças climáticas globais no Brasil e Espírito Santo

Conclusões

- ❑ A água subterrânea é mais importante que a percepção da sociedade, governo e usuários
- ❑ A importância do recurso hídrico subterrâneo aumenta em áreas remotas e onde o acesso à água superficial é restrita
- ❑ O desconhecimento técnico-científico (proporcional à falta de estudos) é uma causa do mal uso do recurso hídrico subterrâneo
- ❑ O recurso hídrico subterrâneo ainda é pouco usado no país e pode ser elemento chave para os processos adaptativos associados às MCGs



Segurança Hídrica Global

25 e 26 AGOSTO
2018



USP

Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas

Prof. Ricardo Hirata

Diretor

CEPAS|USP

rhirata@usp.br