



Realização:



Poços para abastecimento público de água

Propostas de Boas Práticas para:
Construção, Instalação, Operação e Manutenção

Introdução

- Ocorrência e disponibilidade de água subterrânea no Brasil
- Legislação e Regulação
- Atribuições técnicas para atuação com poços profundos

UNIDADES AQUÍFERAS DO BRASIL



POTENCIAL DAS UNIDADES AQUÍFERAS DO BRASIL

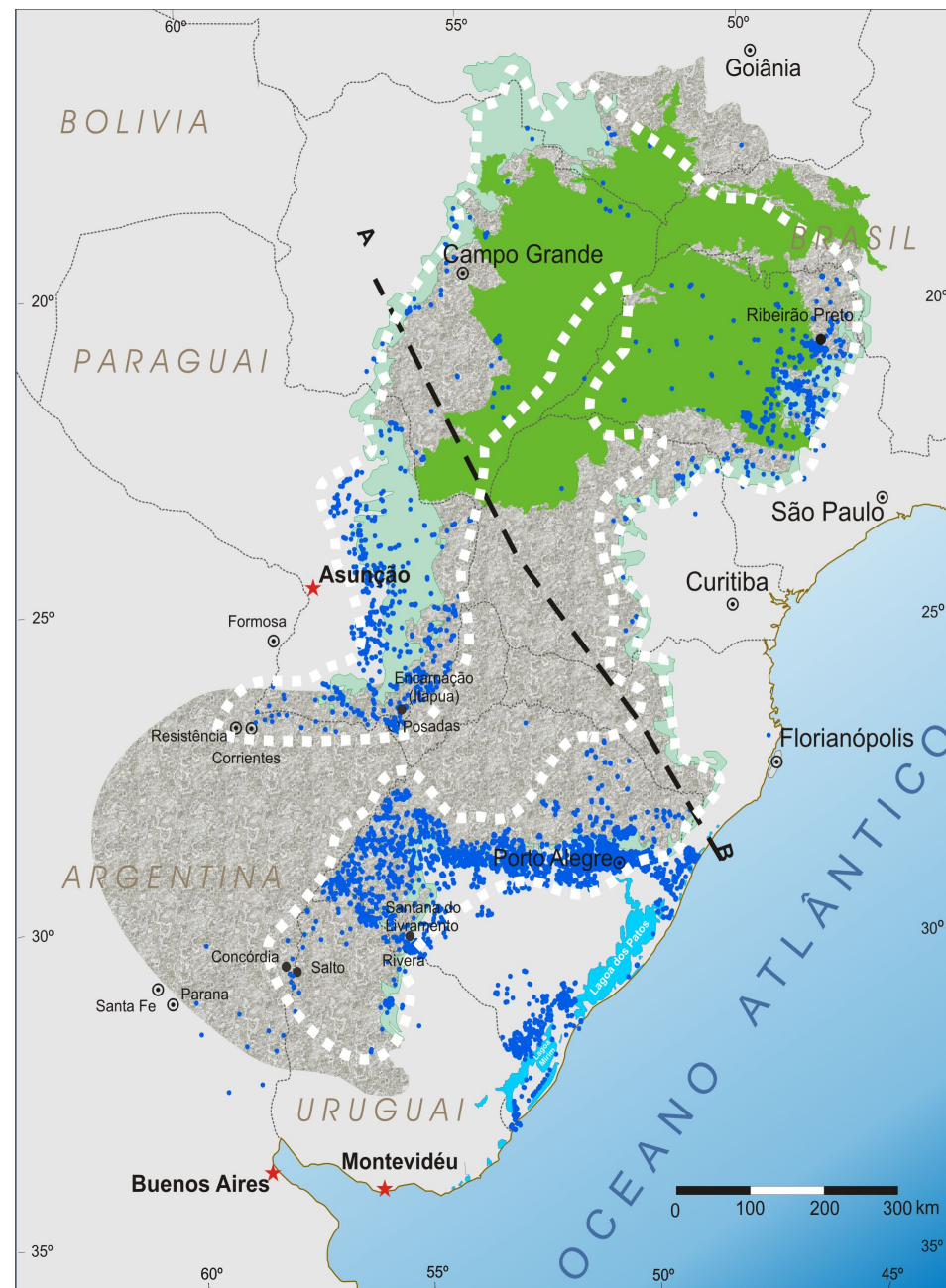
4.094,60 m³/s

Considerando 30% para abastecimento das cidades, o volume poderia atender a demanda estimada de água potável nas áreas urbanas até o ano 2060





Sistema Aquífero	Tipo ¹	Região Hidrográfica Dominante	Área de Recarga (km ²)	Espessura média (m)	Precipitação (mm/ano)	Disponibilidade Hídrica ² (m ³ /s)
Solimões	P,L	Amazônica	457.664	-	2.206	896,3
Alter do Chão	P,L		312.574	-	2.098	249,5
Boa Vista	P,L		14.888	-	2.450	32,4
Parecis	P,L		88.157	150	1.890	464,8
Jandaira	CF	Atl. NE Ori.	11.589	600	823	6,1
Açu	P,C		3.674	200	881	2,1
Itapecuru	P,L	Tocantins/Araguaia/Parnaíba	204.979	100	1.836	214,8
Corda	P,L,C		35.266	160	1.371	9,2
Motuca	P,L		10.717		1.470	3
Poti-Plauí	P,L,C		117.012	400	1.342	130
Cabeças	P,L,C		34.318	300	1.104	7,2
Serra Grande	P,L,C		30.450	500	943	12,7
Barreiras	P,L,C	Atl. Leste Atl SE Atl. NE Ori. Atl. NE Ocid. Tocantins/Araguaia	176.532	60	1.938	217
Beberibe	P,L,C	Atl. NE Ori.	318	100	2.073	0,4
Marizal	P,L,C	Atl. Leste/São Francisco	18.797	200	514	7,2
São Sebastião	P,L,C	Atl. Leste	6.783	-	1.358	8,2
Inajá	P,L,C	São Francisco	956	300	722	0,3
Tacaratu	P,L	São Francisco/Atl. NE Ori.	3.890	200	965	2,9
Exu	P,L		6.397	-	777	0,6
Missão Velha	P,L,C	Atl NE Ori.	1.324	130	1.115	0,2
Urucuia-Areado	P,L	São Francisco/Parnaíba/Tocantins/Araguaia	144.086	300	1.294	236,4
Bambuí	CF	Paraná	181.868	-	1.165	40,3
Bauru-Caiuá	P,L		353.420	200	1.457	587,9
Serra Geral	F	Paraná / Atl. Sul / Uruguai/Paraguai	411.855	150	1.681	746,3
Guarani	P,L,C	Tocantins/Araguaia/Parnaíba	89.936	250	1.487	161,1
Ponta Grossa	P,L,C		24.807	300	1.543	29,1
Furnas	P,L,C		24.894	200	1.511	28,6
Total			2.761.086			


1: P: Poroso; L: Livre; C: Confinado; F: Fraturado; CF: Cárstico-Fraturado.
2: 20% das Reservas Renováveis.

Área de ocorrência do Aquífero Guarani



LEGENDA

-  Aquífero Bauru - Caiuá
-  Rochas basálticas
-  Aquífero Guarani
-  Rochas sedimentares mais antigas e embasamento cristalino

 Limite de ocorrência de água potável

Legislação e regulação

- **Art. 26. Constituição Federal 1988**

Aguas subterrâneas são bens dos estados

- **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos

- **Órgãos gestores estaduais**

- **Agência Nacional de Mineração**

- **Lei 14.026/21 - novo Marco Regulatório do Saneamento**

- **Agencia Nacional de Águas: Resolução ANA Nº 192, DE 8 MAIO DE 2024, aprova a Norma de Referência nº 8/2024.**

Atribuições e normas técnicas

- **Decisão Normativa CONFEA nº 59, de 09 de maio de 1.997**

Pessoas Jurídicas que atuam nas atividades de planejamento, pesquisa, locação, perfuração, limpeza e manutenção de poços tubulares para captação de água subterrânea devem ter como responsável técnico **Geólogo / Engenheiro Geólogo ou Engenheiro de Minas**

- **ABNT**

NBR 12212: Poço tubular - Projeto de poço para captação de água subterrânea (2017)

NBR 12234: Poço tubular - Construção de poço tubular para captação de água subterrânea (2006)

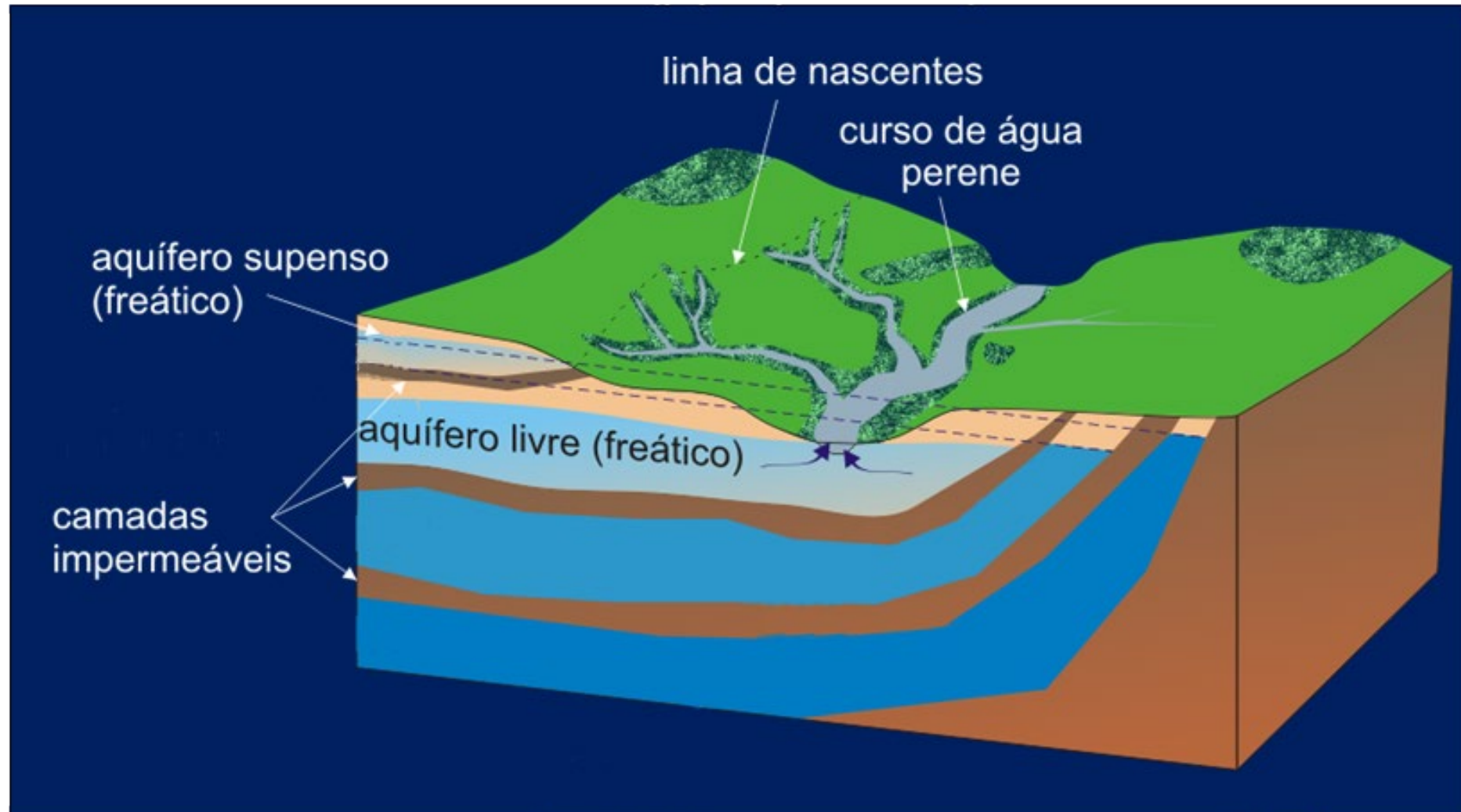
Classificação

- poços de **pequeno porte**, diâmetro útil inferior a 200 milímetros e profundidade de até 200 metros;
- poços de **médio porte**, diâmetro útil de 200 a 300 milímetros e profundidade entre 200 e 400 metros;
- poços de **grande porte**, diâmetro útil acima de 300 milímetros e/ou profundidade de até 2000 metros.

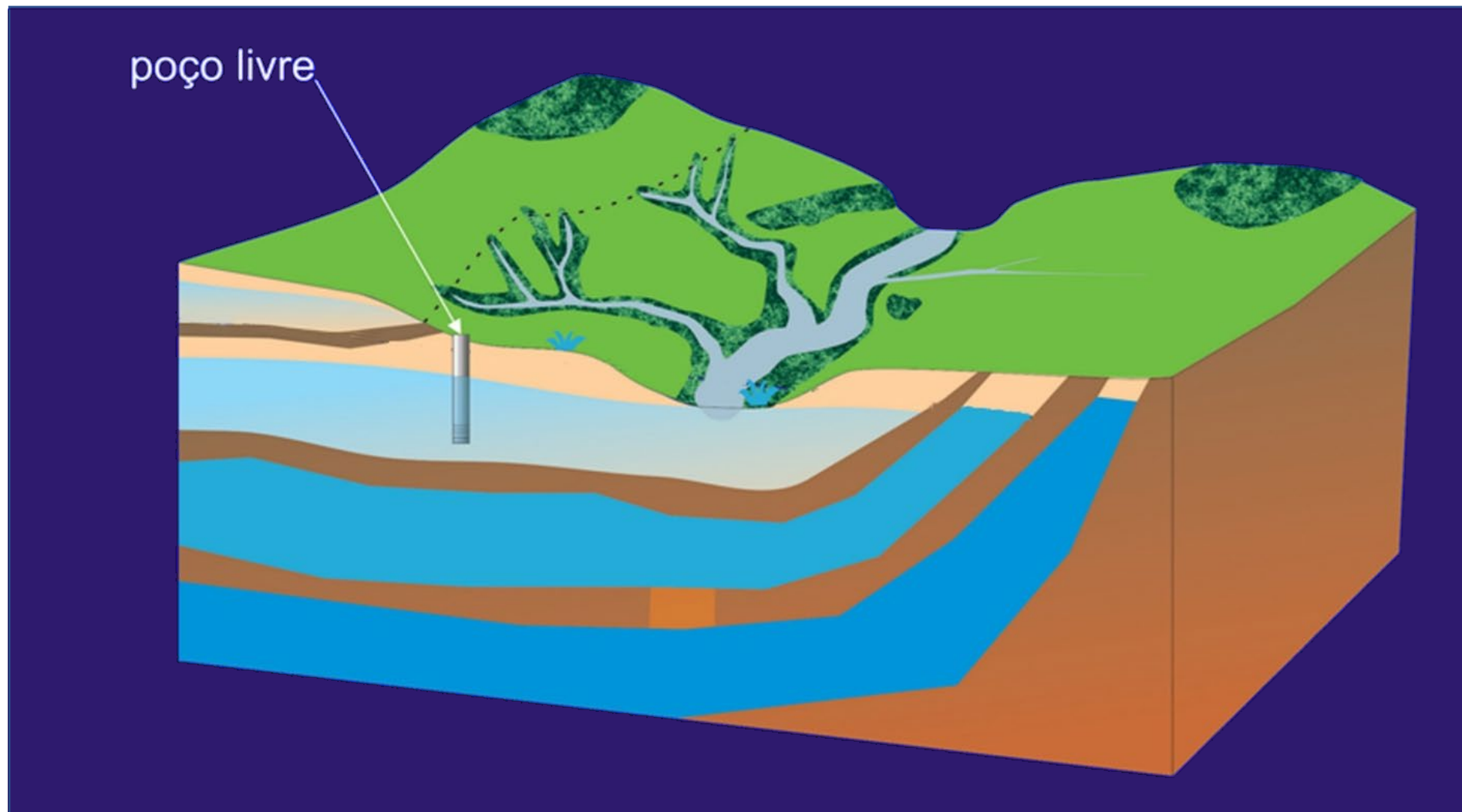
Artesianismo

- Poços **artesianos e jorrantes**: nível potenciométrico acima da boca do poço. Pode produzir água sob pressão sem equipamento de bombeamento; e
- Poços **artesianos não jorrantes**: nível potenciométrico não atinge a boca do poço e necessitam equipamento de bombeamento.

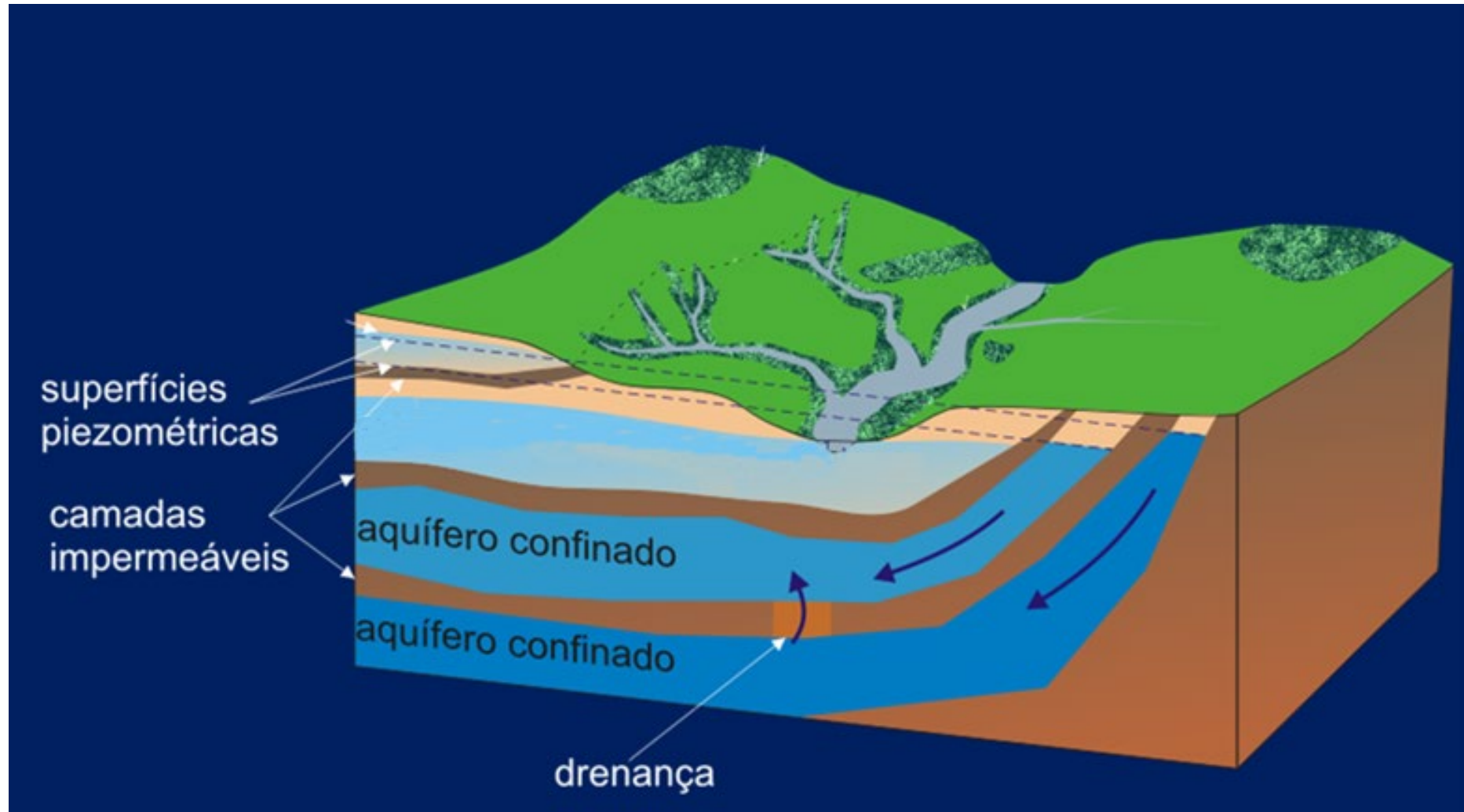
Aquífero Livre (freático)



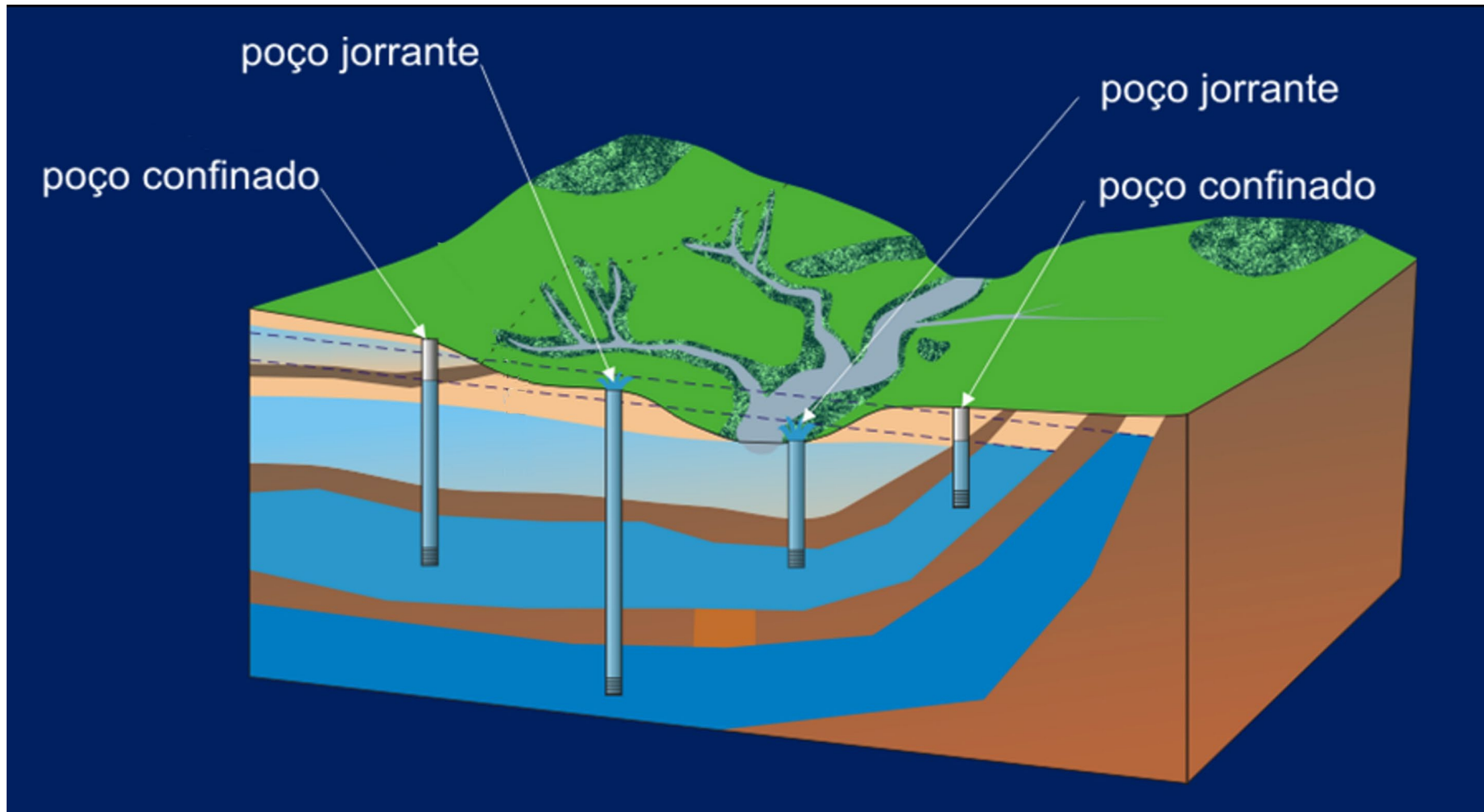
Poço em aquífero livre (freático)

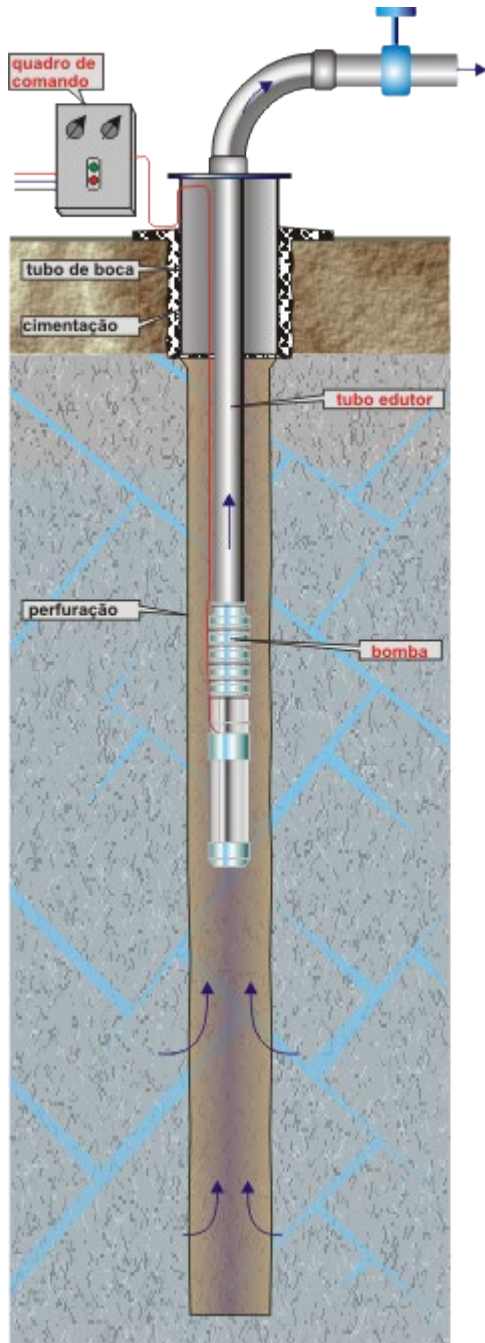


Aquífero confinado



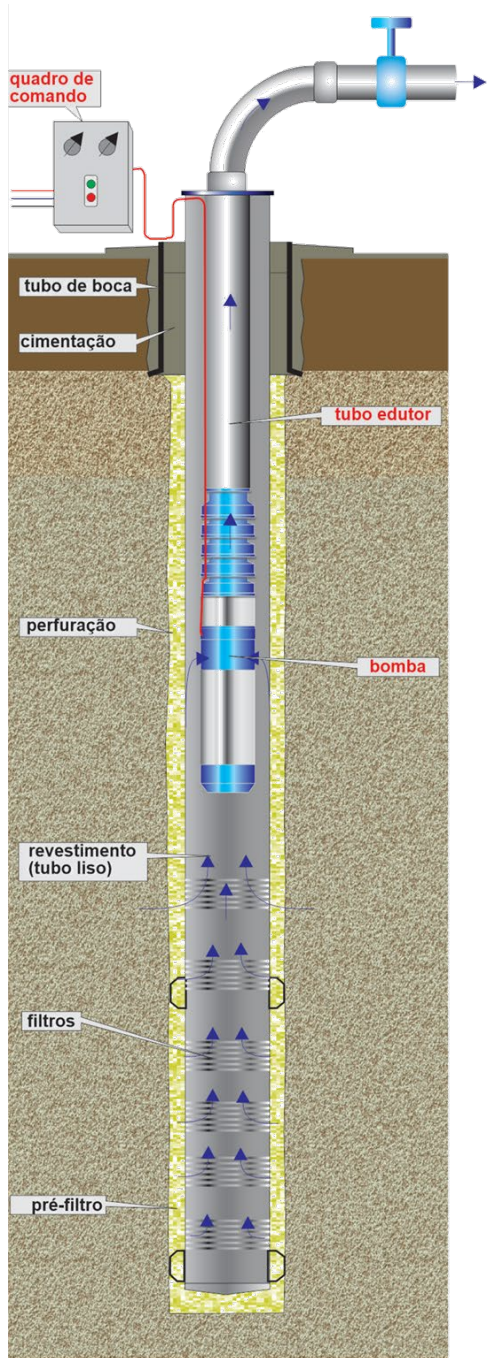
Poço em aquífero confinado





Poço em rocha

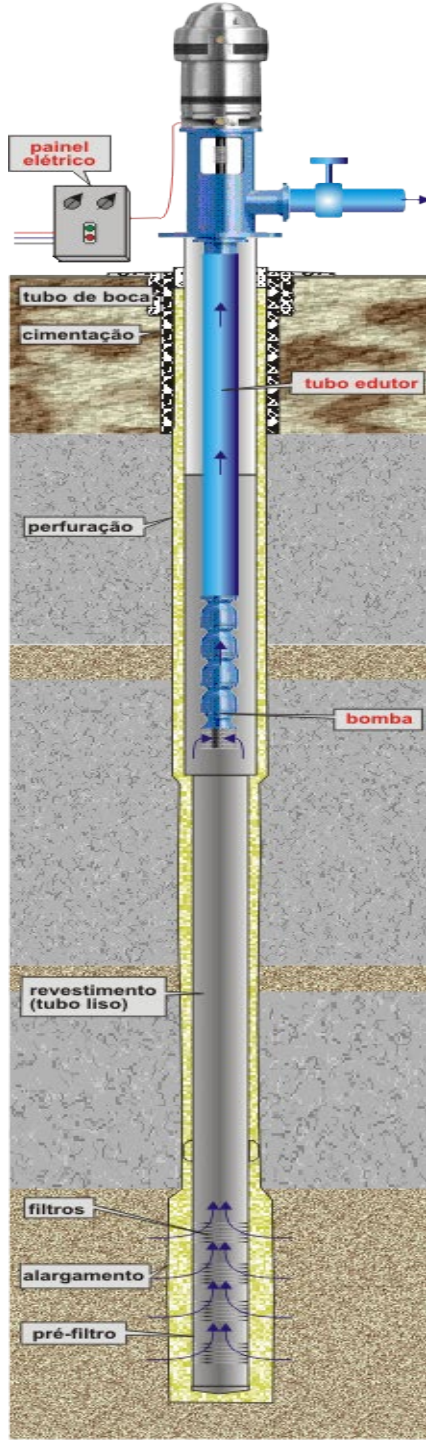
- São poços de **pequeno porte**, em aquíferos fraturados e carste, com revestimento apenas no trecho inicial em solo ou rocha alterada; e
- A água é captada apenas no intervalo de rocha sã, sem revestimento, ou revestida com tubos ranhurados.



Poço em sedimento ou rocha sedimentar

- São poços de **pequeno e médio porte**, em aquíferos granulares, com revestimento integral;
- A água é captada por meio de tubo-filtro, envolvido com areia grossa (pré-filtro), para estabilizar e reter os sedimentos.

Poço de grande porte em aquífero confinado



Câmara de bombeamento

Bomba turbina de eixo prolongado

Poço (ou zona) de acesso

Zona produtora

Elementos de projeto

- Perfil geológico;
- Aquíferos presentes;
- Parâmetros hidráulicos;
- Parâmetros hidroquímicos; e
- Demanda de água.

Equipamento de bombeamento



Câmara de bombeamento

vazão de projeto				diâmetro nominal da bomba		diâmetro da câmara de bombeamento			
(m ³ /h)		(L/s)				mínimo		ideal	
de	a	de	a	mm	pol	mm	pol	mm	pol
0	20	0	6	100	4	130	5	150	6
15	40	4	11	130	5	150	6	200	8
35	80	10	22	150	6	200	8	250	10
70	160	19	44	200	8	250	10	300	12
110	230	31	64	250	10	300	12	360	14
180	400	50	111	300	12	360	14	410	16
270	680	75	189	360	14	410	16	510	20

Avaliação de viabilidade

- Disponibilidade de área;
- Interferências hidráulicas;
- Interferências ambientais;
- Capacidade de produção x número de poços; e
- Restrições legais.

Diretrizes básicas

- Minimizar riscos construtivos e operacionais;
- Otimizar a performance (hidráulica e energética);
- Maximizar a vida útil.

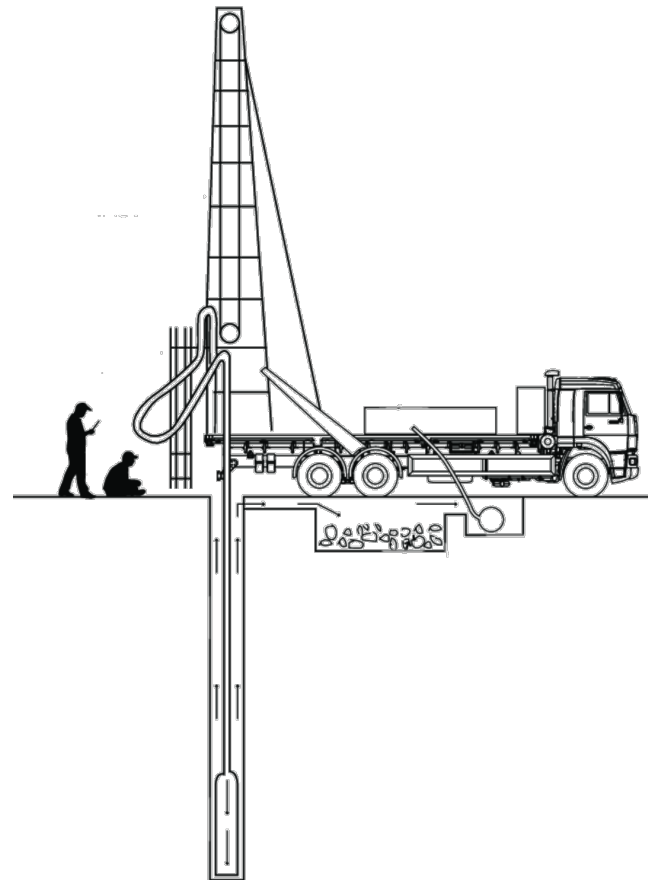
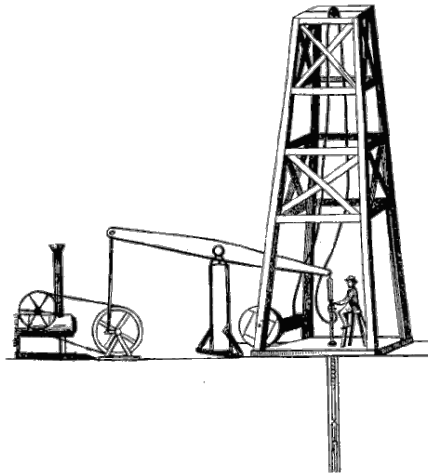
Programa de Perfuração

- Profundidades;
- Diâmetros;
- Métodos de perfuração (equipamento e ferramental);
- Fluido de perfuração;
- Controles durante a perfuração;
- Perfilagem geofísica.

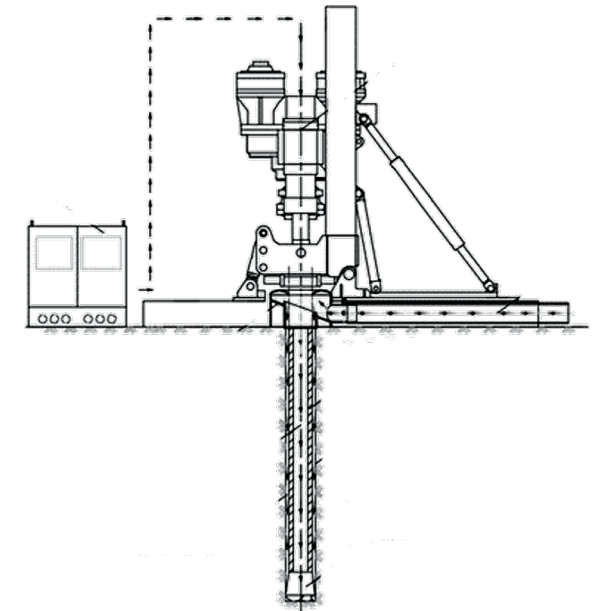
Métodos comuns de perfuração

Rotativa

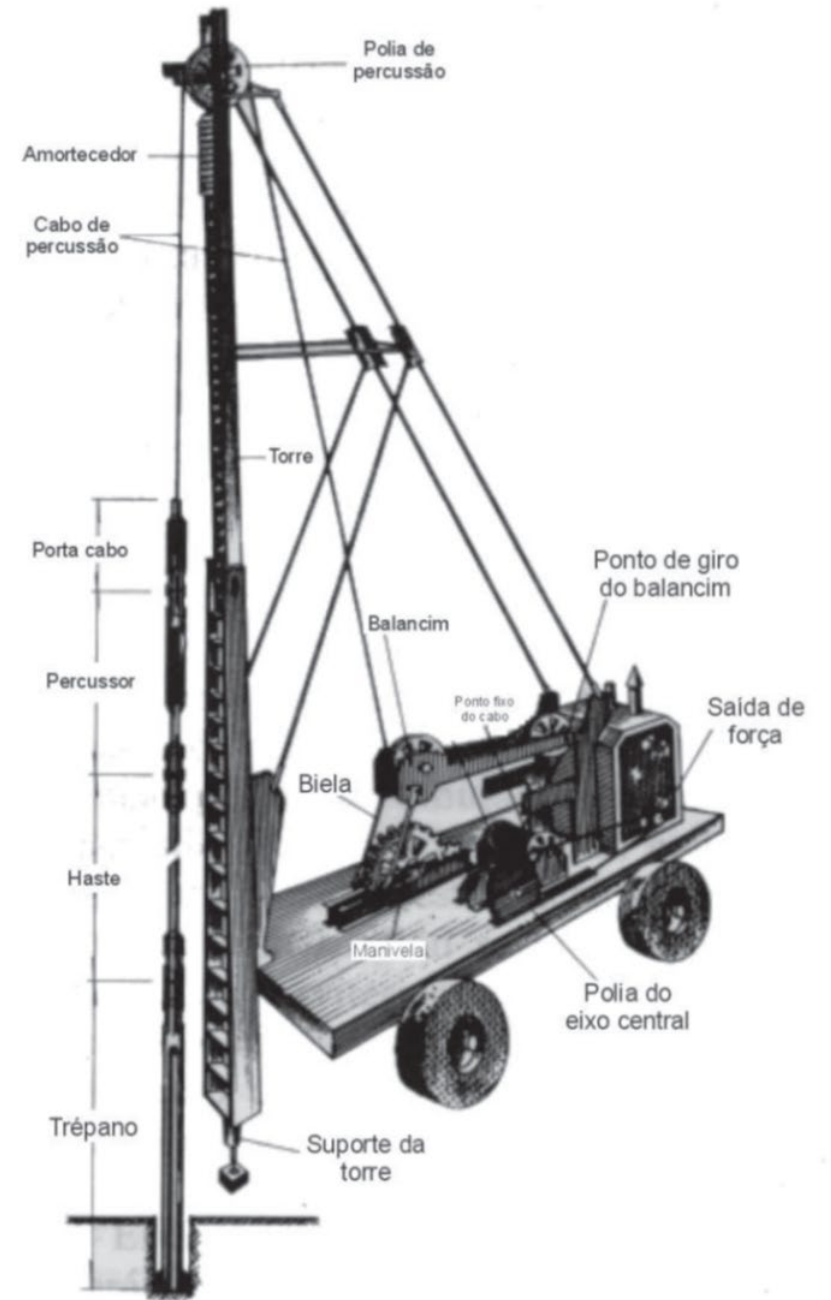
Percussão a cabo



Roto-percussão



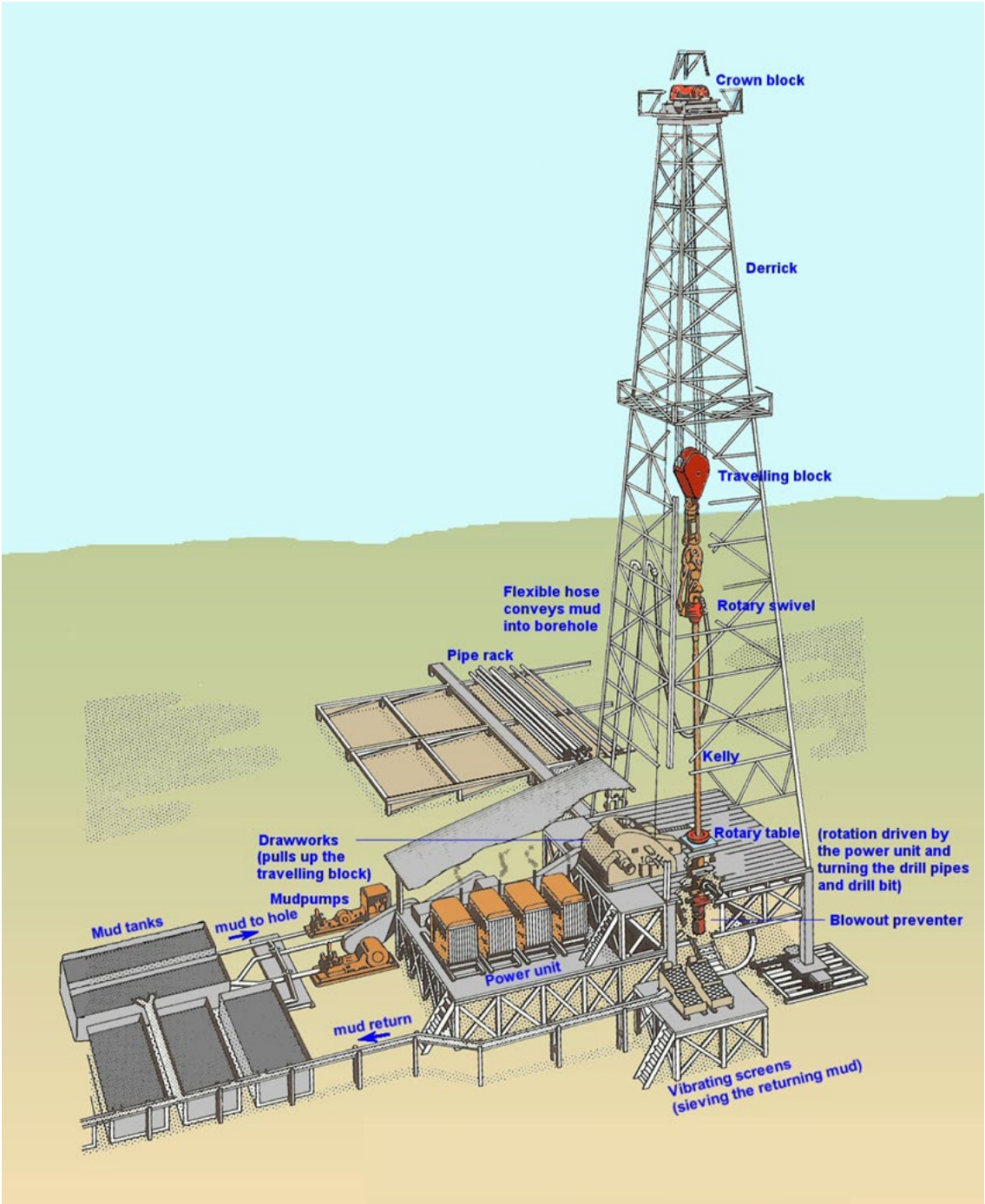
Percussão a Cabo



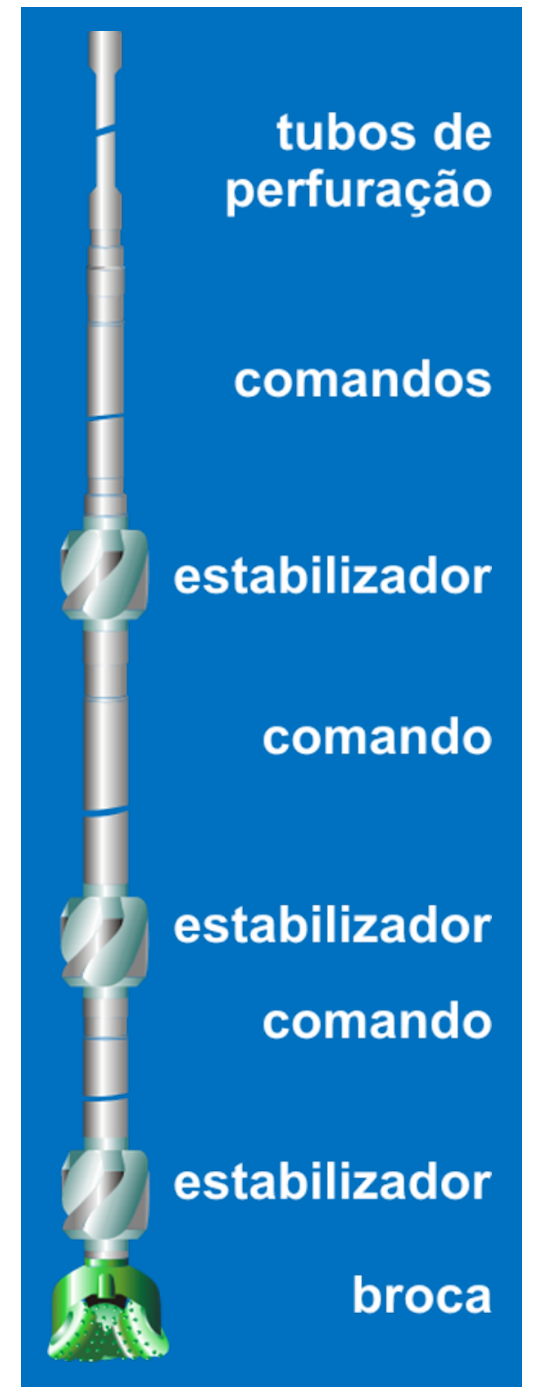
Roto Percussão pneumática



Rotativa



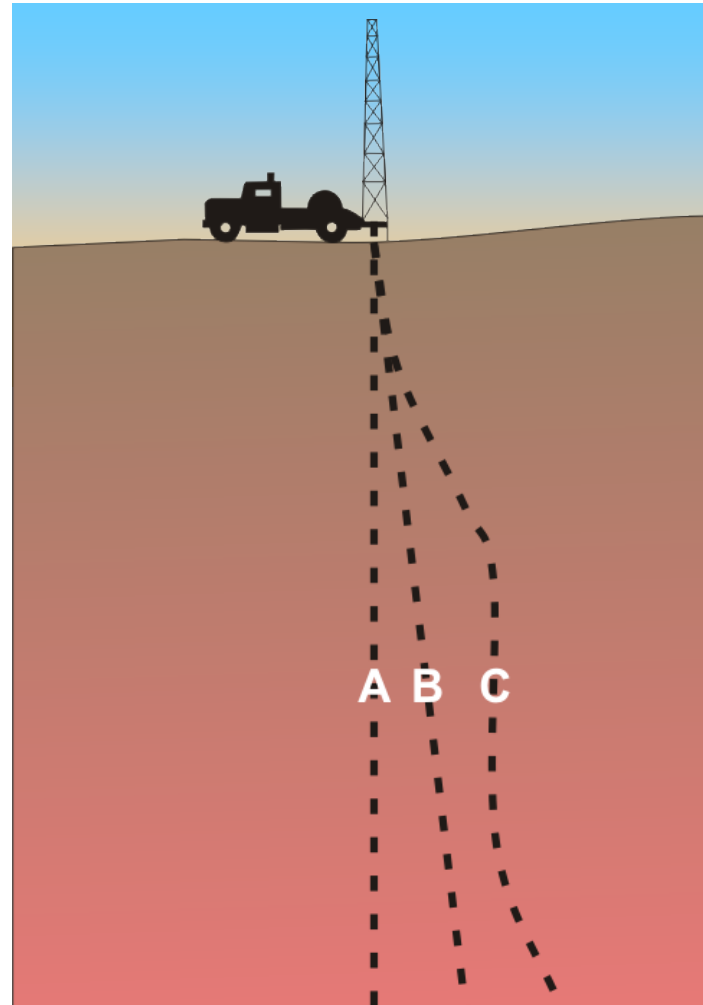
Ferramentas - brocas



Fluido de perfuração

- Remover material cortado;
- Estabilizar o furo;
- Impermeabilizar as paredes do furo;
- Lubrificar as ferramentas de perfuração.

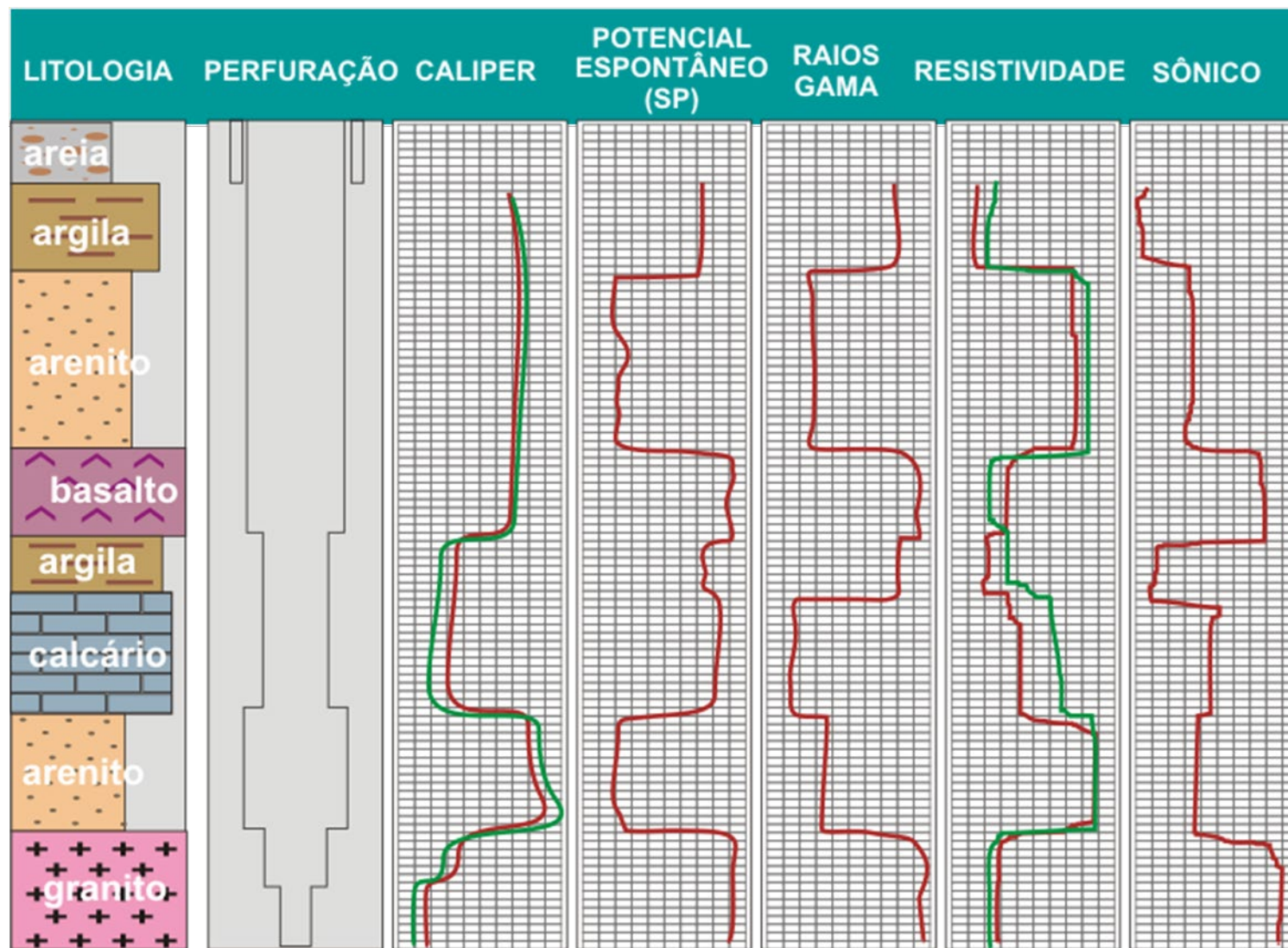
Controle de alinhamento e verticalidade



o desvio máximo recomendado equivale a uma distância horizontal de $\frac{2}{3}$ do diâmetro do furo para cada 30 metros de profundidade.

- A: poço alinhado e vertical
- B: poço alinhado e inclinado
- C: poço desalinhado e inclinado

Perfilagem geofísica



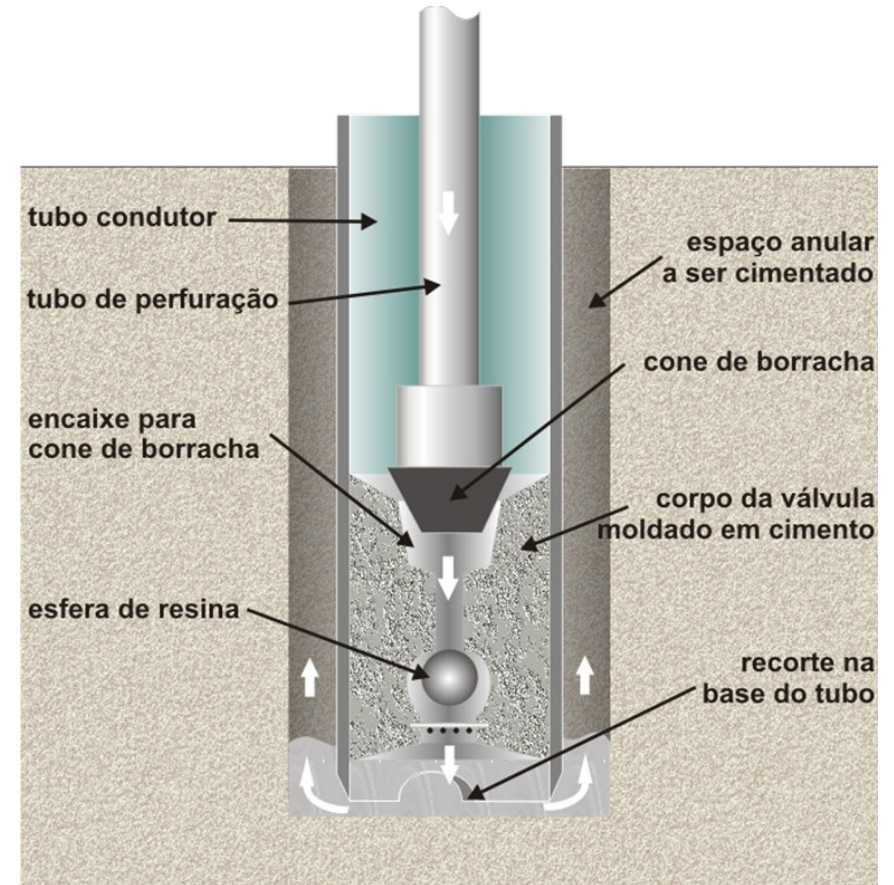
Intervalo

Programa de completação

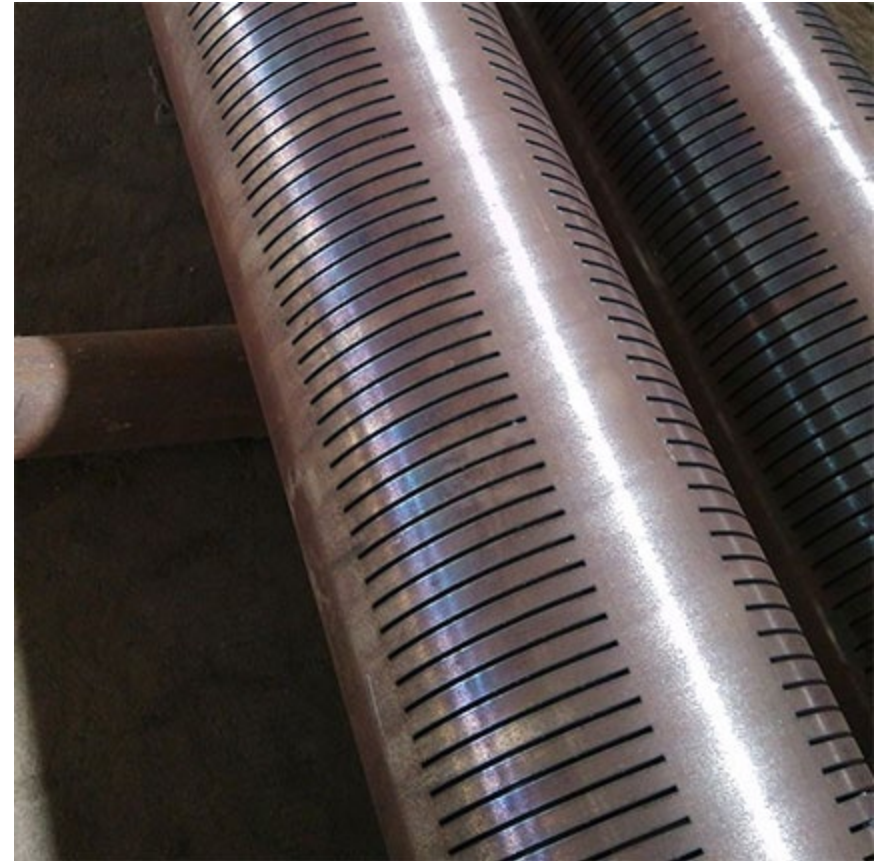
- Proteção sanitária - tubo de boca;
- Instalação de revestimento (tubos e filtros): especificação dos materiais, profundidades, diâmetros, métodos de instalação;
- Cimentações; e
- Envoltório de pré-filtro.

Tubo de boca (tubo condutor)

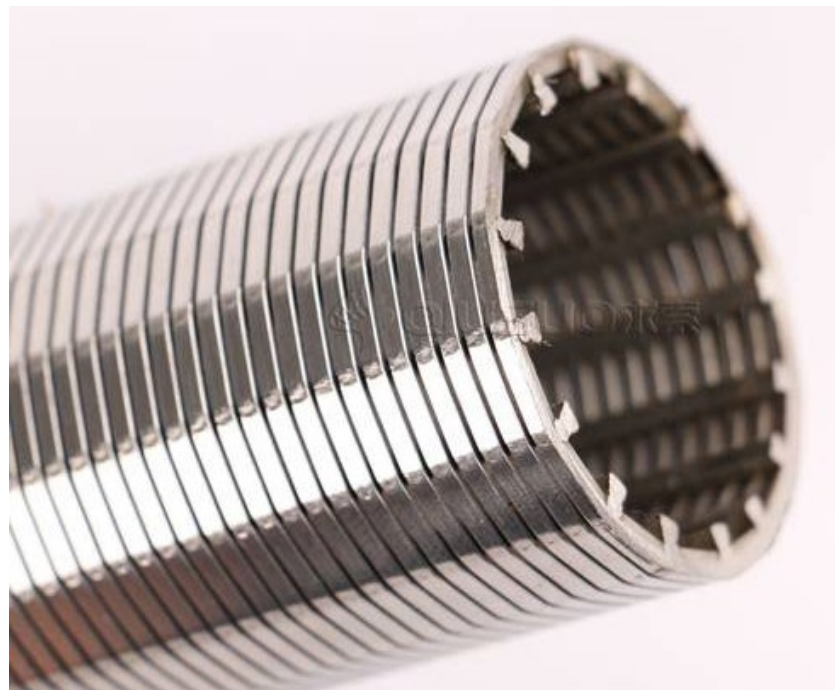
- Estabilização do terreno;
- Ancoramento do revestimento; e
- Proteção sanitária.



Tubo ranhurado para Poço em rocha



Tubo Filtro para Poço em sedimento



Pré-filtro

- ✓ Envoltório dos tubos-filtros com areia grossa, com grãos arredondados, esféricos e pré-lavados;
- ✓ Finalidade:
 - ✓ estabilizar as paredes do poço;
 - ✓ reter a areia fina da formação;



Importância das operações de desenvolvimento

- Otimizar a eficiência hidráulica do poço:
 - Reverter os danos hidráulicos causados nas formações aquíferas, pela operações de perfuração; e
 - Remover os materiais friáveis finos (silte e argila) ao redor do poço.
- Evitar a produção de materiais em suspensão.

Boas práticas para construção de poços

- Planejamento do canteiro de obras;
- Controle sanitário e segurança;
- Base de concreto e estaleiros;
- Qualidade da água de serviço;
- Armazenamento e descarte de resíduos.

Avaliação e apresentação dos resultados

- Desinfecção;
- Ensaio de bombeamento;
- Análise da água;
- Perfilagem ótica;
- Redimensionamento e instalação da bomba;
- Relatório técnico completo.

Monitoramento operacional

Nível da água



Capacidade específica ($\text{m}^3/\text{h.m}$)

Vazão

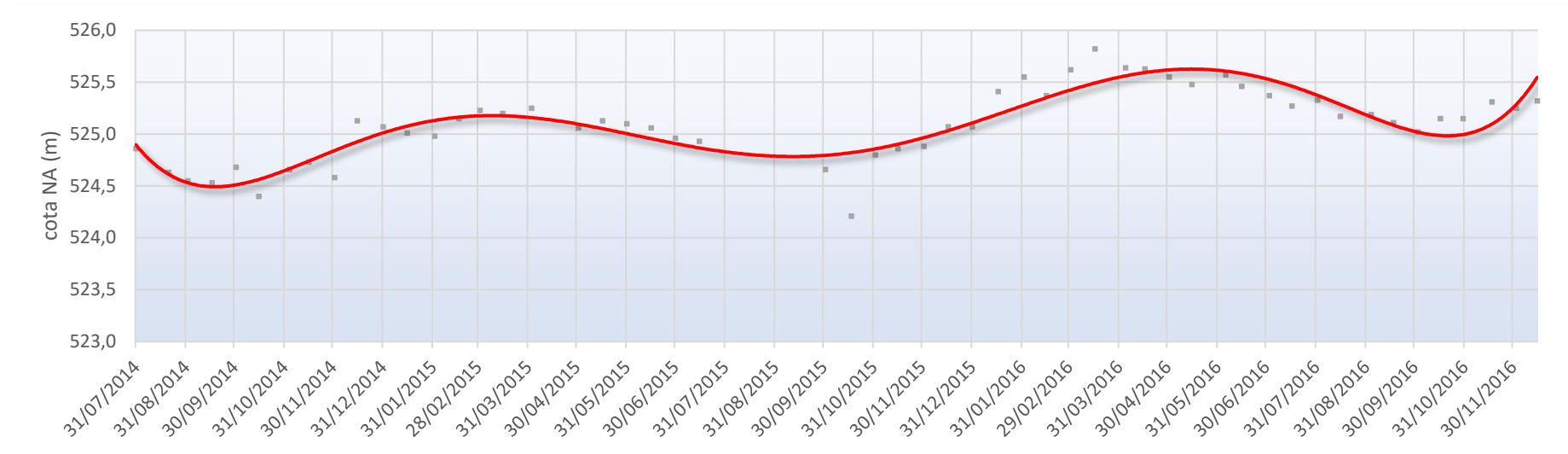
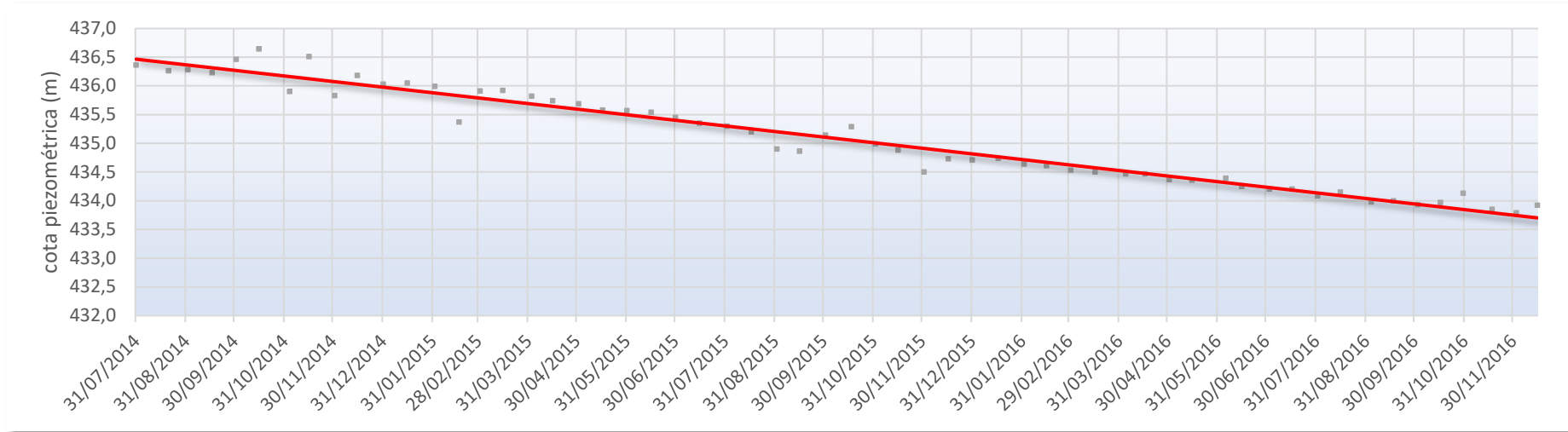


Consumo de energia elétrica

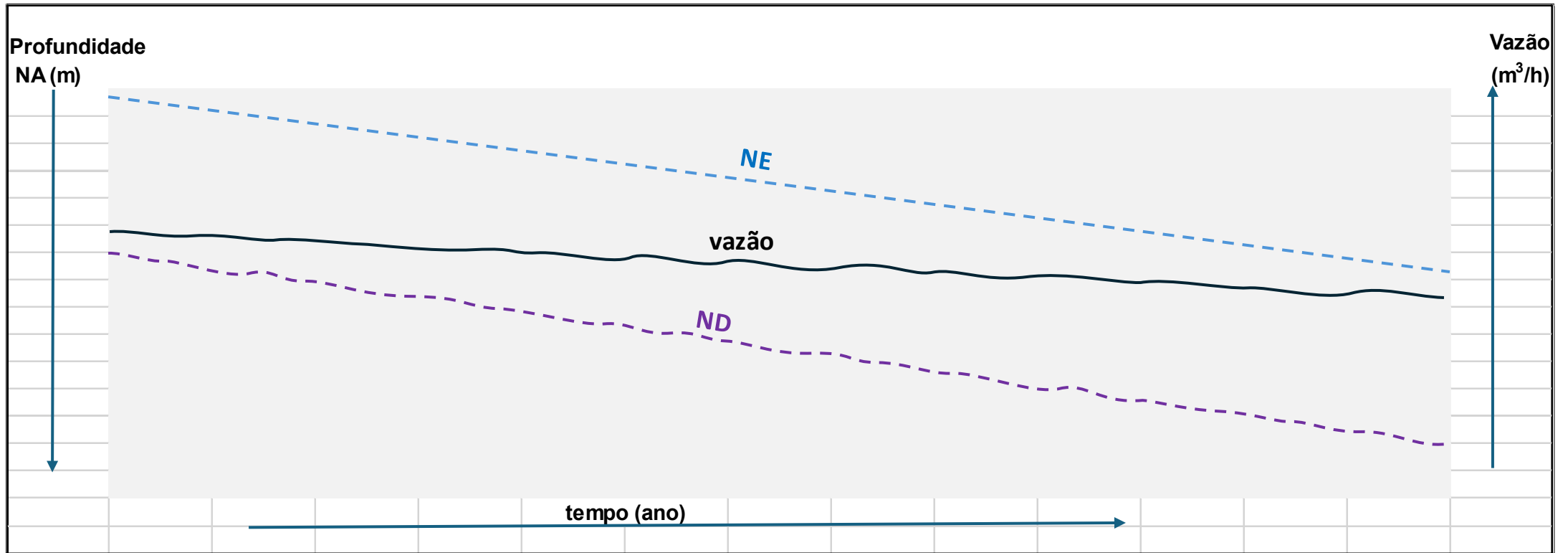


Consumo específico (kWh/m^3)

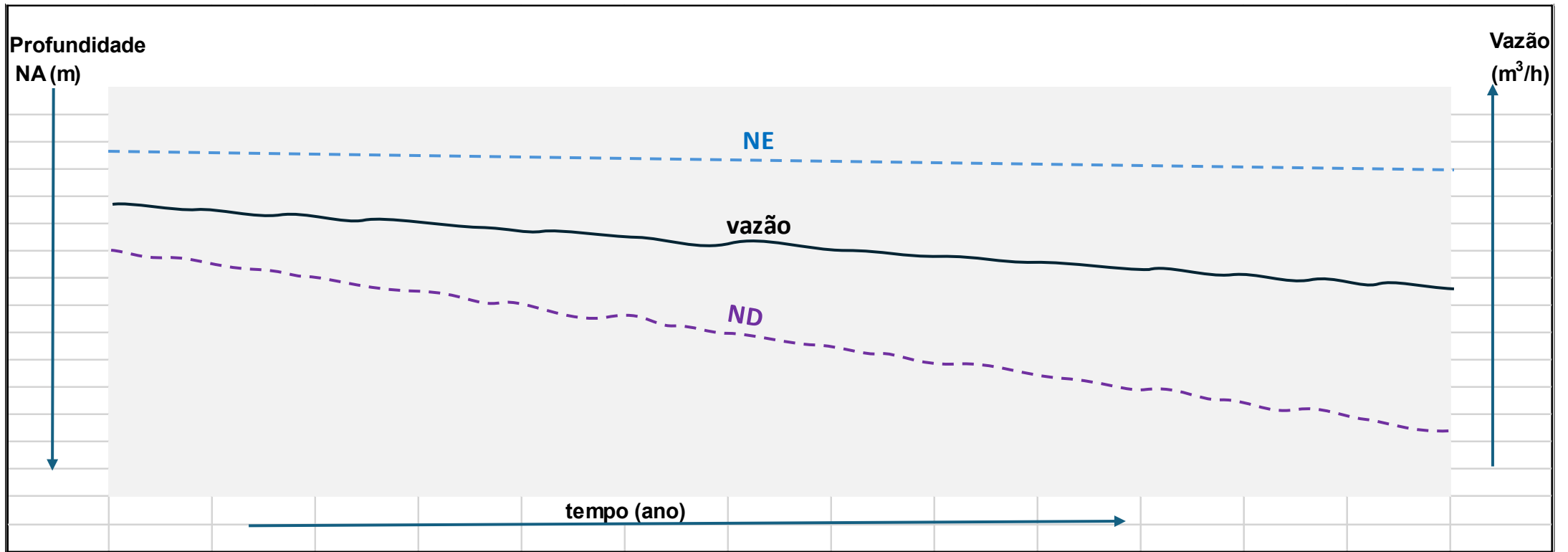
Exemplos: poços de monitoramento de NA



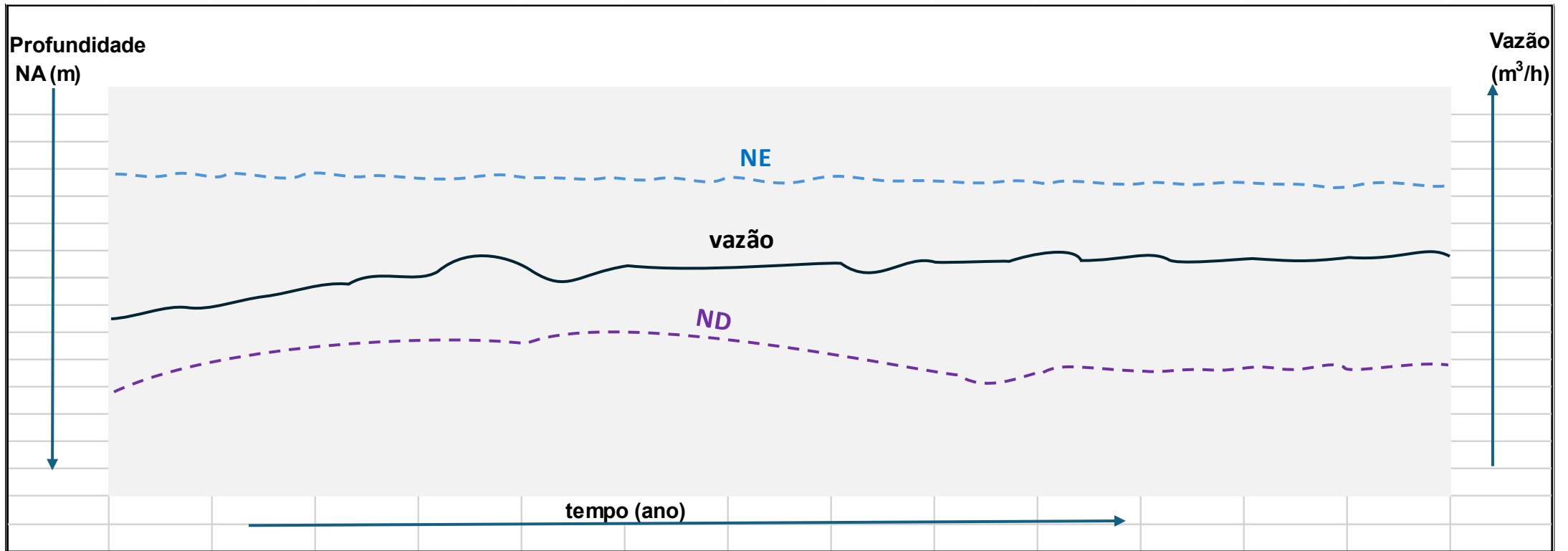
Exercício 1



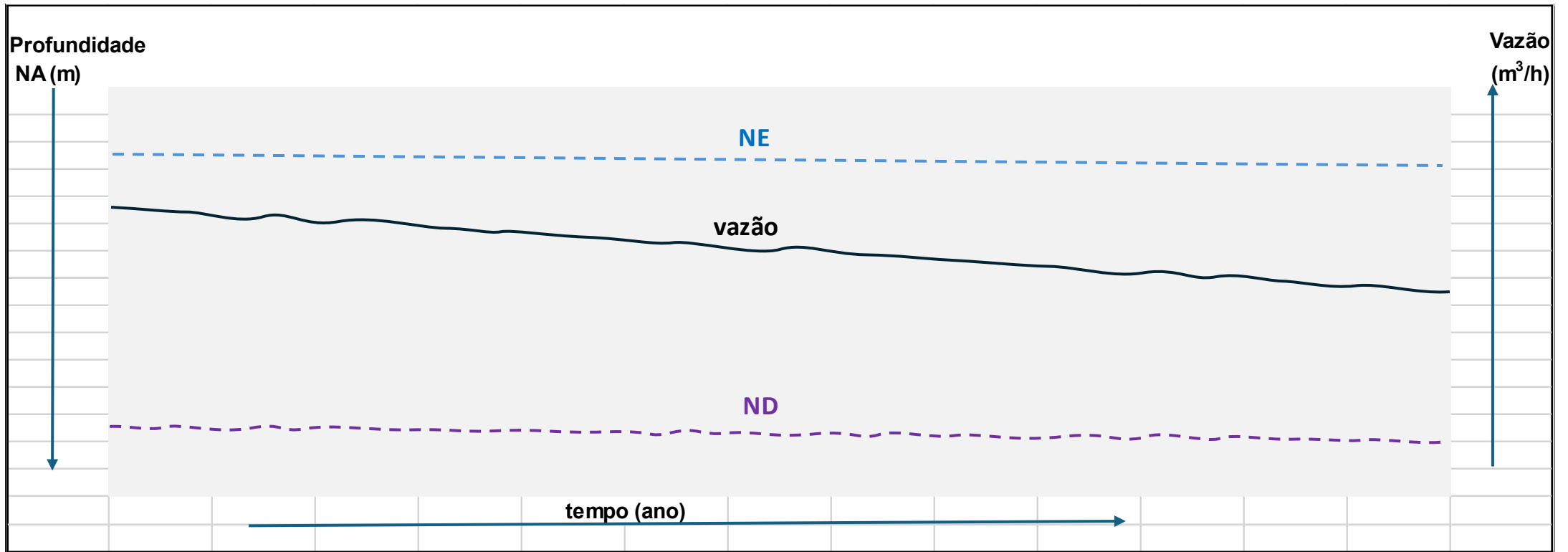
Exercício 2



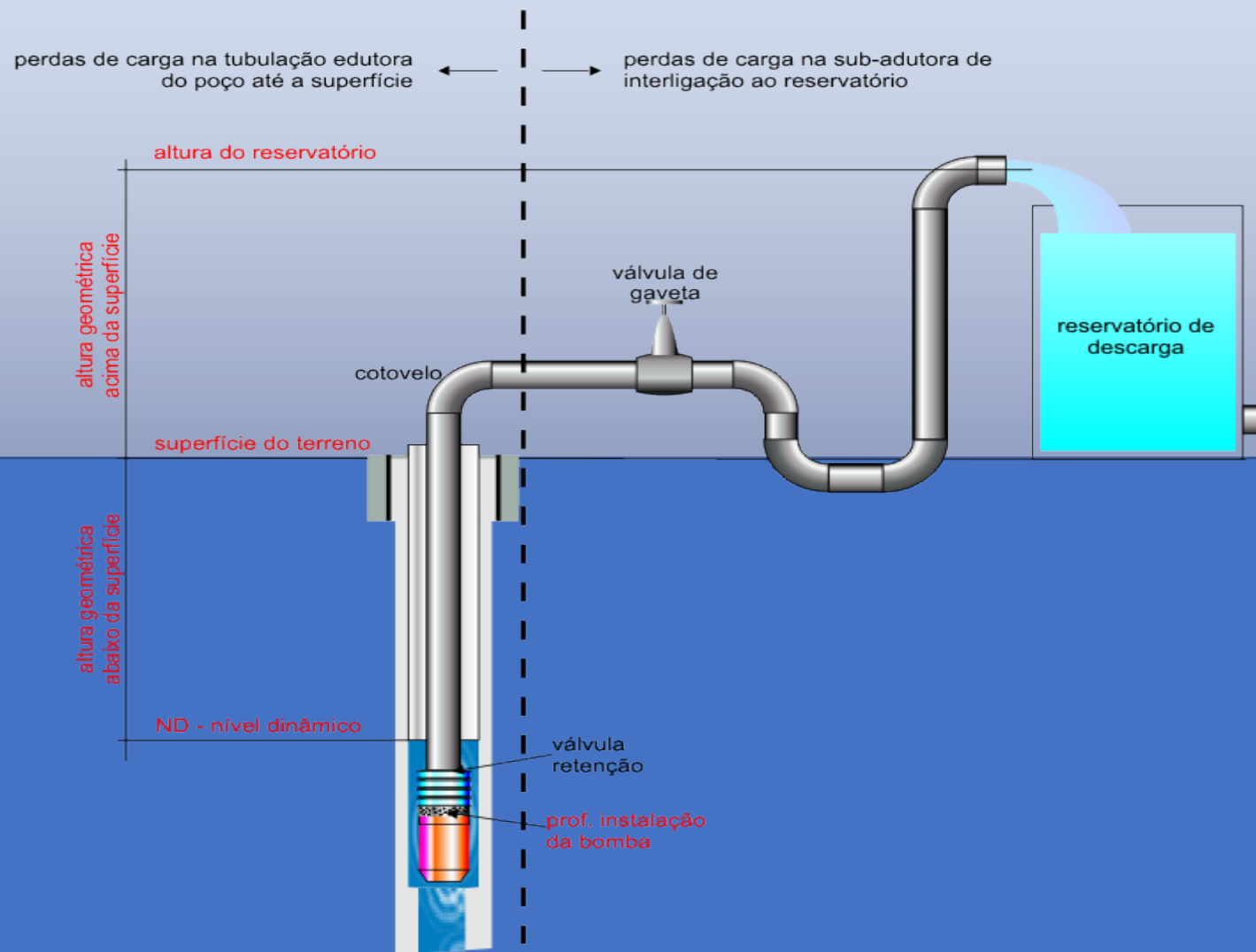
Exercício 3



Exercício 4



Perda de carga x altura manométrica



Rendimento eletromecânico

$$\eta = \frac{9,8 \times Q \times AMT}{P_c \times 3600}$$

onde:

η = rendimento do sistema de bombeamento

P_c = potência consumida (kW)

Q = vazão (m³/h)

AMT = altura manométrica total (m)

$\eta < 60\%$ merece atenção

Potência consumida (corrente e tensão)

$$Pc_1 = \sqrt{3} \times I \times V \times \cos \phi$$

onde:

Pc₁ = potência consumida (kW)

I = corrente elétrica (A) – média 12 meses de 2003

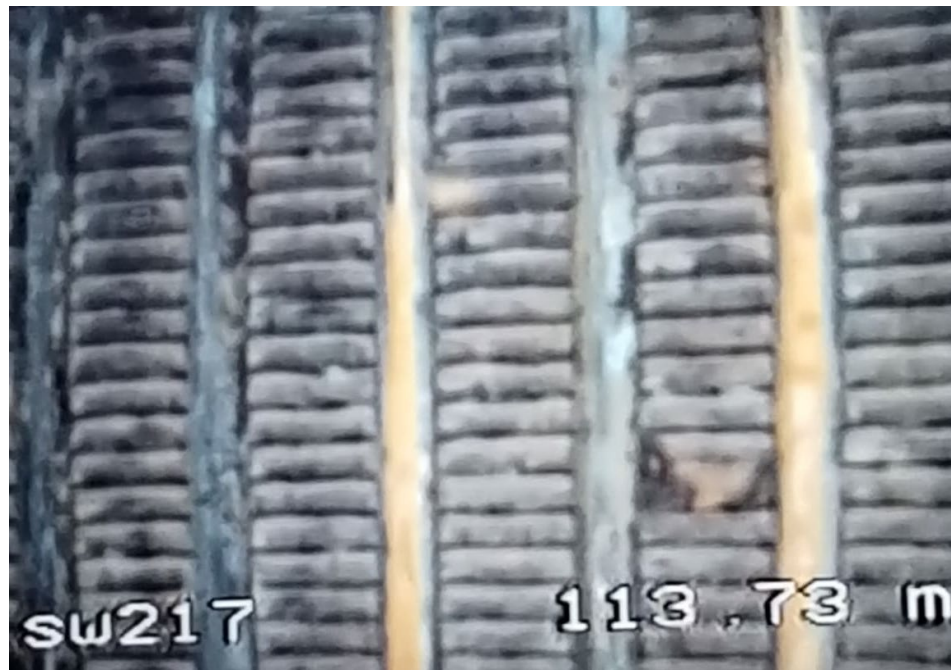
V = tensão elétrica (V) – média 12 meses de 2003

cos φ = fator de potência (0,87)

Avaliação do equipamento de bombeamento

- Verificação do rendimento (hidro-mecânico-elétrico) - alerta < 0,6;
- Testes periódicos para verificação da curva de rendimento:
 - Pressão de shut-off (registro totalmente fechado): medir a pressão na linha de descarga, a tensão e a corrente elétrica em cada fase;
 - Dois pontos de funcionamento com registro de saída semiaberto e totalmente aberto: incluir medida de vazão e nível dinâmico.

Inspeção visual - perfilagem ótica





Qualidade da água

- Presença de sólidos em suspensão;
- Parâmetros físico-químicos determinados no local (pH, Eh, condutividade elétrica, O₂);
- Análises físico-químicas em laboratório.

Análises físico-químicas

- **Cátions:** cálcio, potássio, magnésio, sódio; ferro total e manganês total;
- **Ânions:** carbonato / bicarbonato, cloreto, sulfato, nitrato, nitrito, fósforo total, sulfeto e fluoreto.

Serviços ideais de manutenção

- Reparo no momento certo, antes da falha ocorrer, mas não prematuramente;
- Planejamento para reduzir impacto;
- Verificação prévia da disponibilidade dos recursos necessários e materiais de reposição; e
- Controle sanitário durante as operações de manutenção.

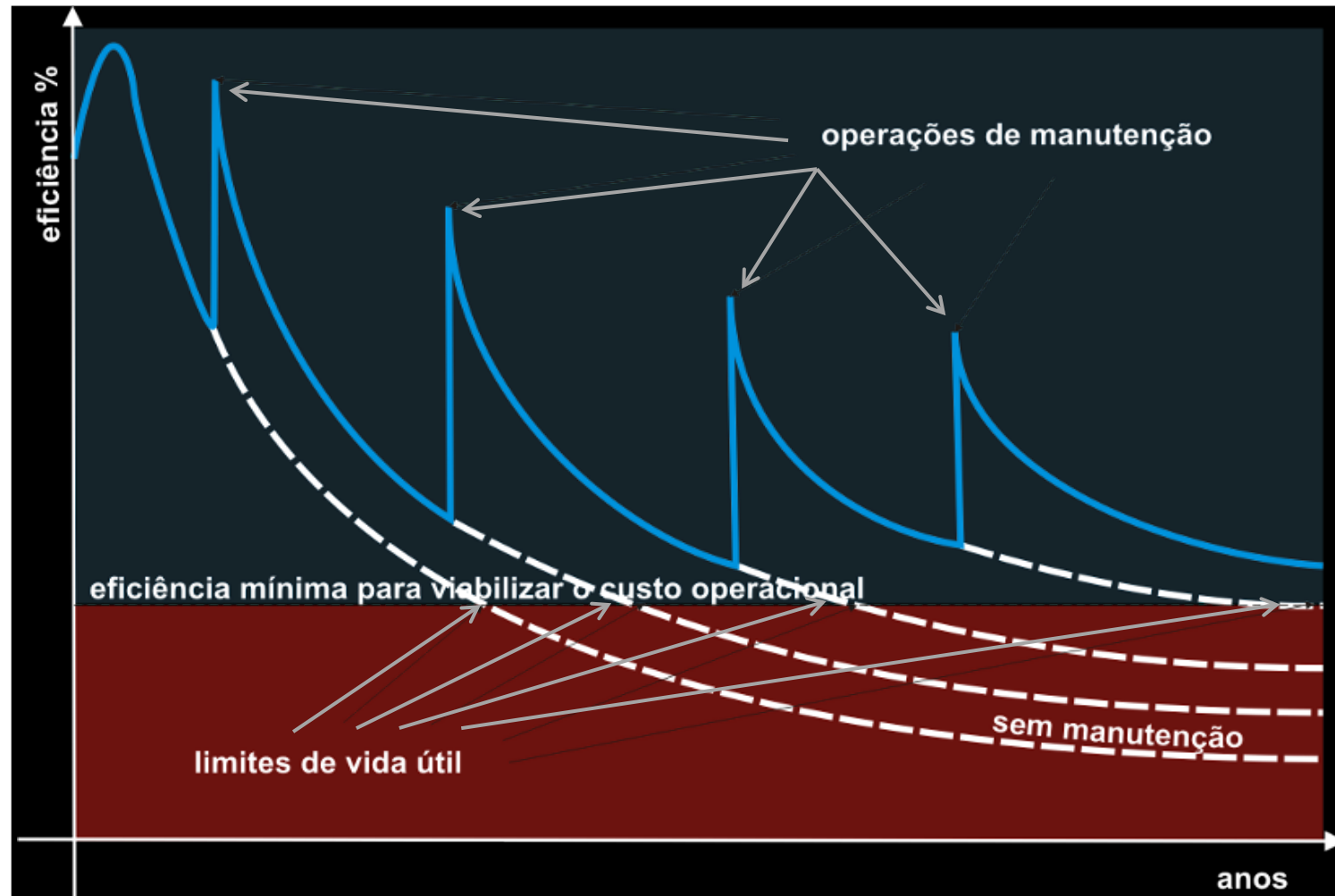


Estratégias de manutenção preventiva

- Desinfecção para a contenção e controle de bactérias;
- Testes de produção periódicos;
- Vídeo inspeção para a verificação do estado dos revestimentos; e
- Remoção de finos, incrustações e materiais depositados.



Limite de vida útil



Métodos hidráulicos / mecânicos

- Jateamento com alta pressão;
- Pistoneamento;
- Injeção de ar comprimido;
- Super-bombeamento.



Métodos químicos

- Agentes corrosivos, dispersantes e desinfetantes ;
 - Podem ter ação na parte externa do poço;
 - Produtos patenteados (composição desconhecida);
 - Produtos utilizados na indústria alimentícia (ácido acético, ácido cítrico).

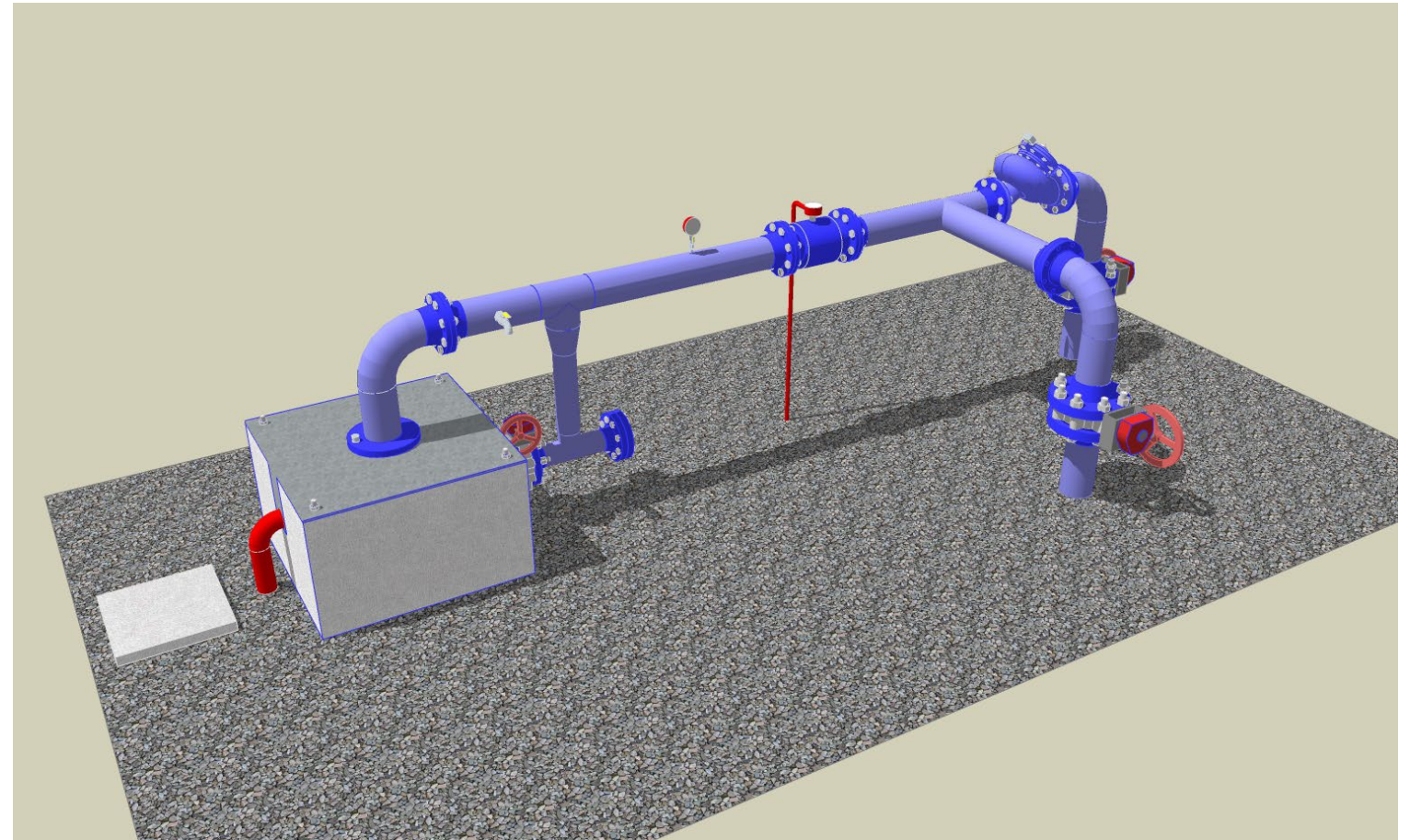
Potencialização da ação dos produtos químicos

- aquecimento da água;
- superdosagem;
- prolongamento do tempo de contato;
- número de aplicações;
- agitação mecânica; e
- efeitos combinados de alteração de pH, dispersantes, agentes desinfetantes.



Desinfecção preventiva

Ácido peroxiacético



Agradecimentos

- ASSEMAE - Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento
- ANEPP – Associação Nacional das Empresas de Perfuração de Poços Profundos
- SAERP – Secretaria de Água e Esgoto de Ribeirão Preto



Dados para contato

- Email: julioperroni@geowater.com.br
- Whats comercial: **016 3014 0869**
- Site: www.geowater.com.br

