

**CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA E
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS NOS RECURSOS
HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS DA BACIA DO
RIBEIRÃO SANTA GERTRUDES, EM DECORRÊNCIA
DA ATIVIDADE MINERÁRIA DO PÓLO CERÂMICO**

2008

**Coordenação
Dr. Chang Hung Kiang
Dr. Flavio de Paula e Silva**

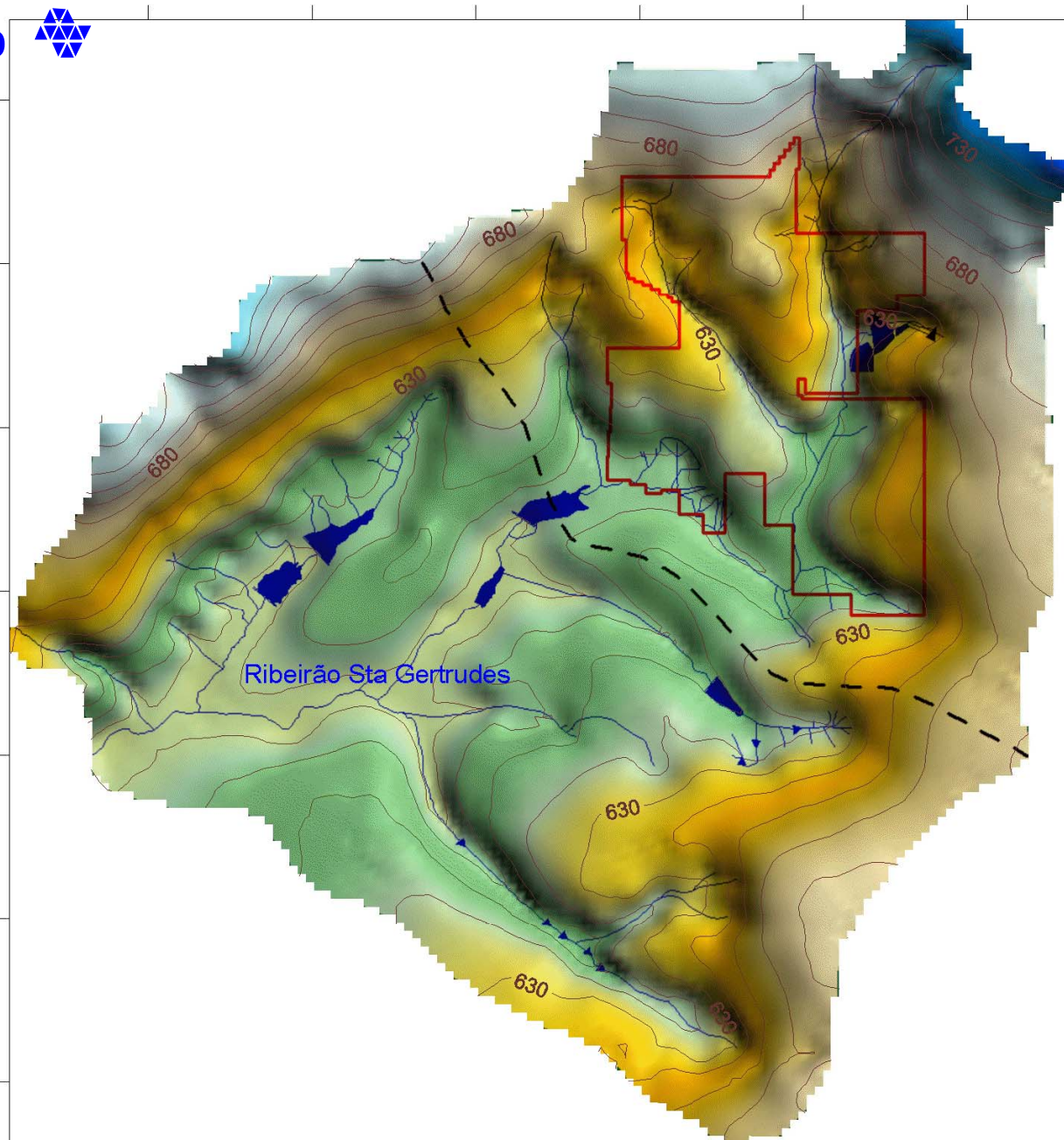
MÉTODO DE ESTUDO

- Reconhecimento geológico e hidrogeológico.
- Instalação de 20 poços de monitoramento de níveis.
- Determinação da condutividade hidráulica do meio não-saturado, com uso de permeâmetro *Guelph*.
- Determinação da condutividade hidráulica do meio saturado, por meio de testes de *slug*.
- Determinação da porosidade total e efetiva de amostras .



Coordenadas UTM N(m)

7519000
7518000
7517000
7516000
7515000
7514000
7513000



241000

242000

243000

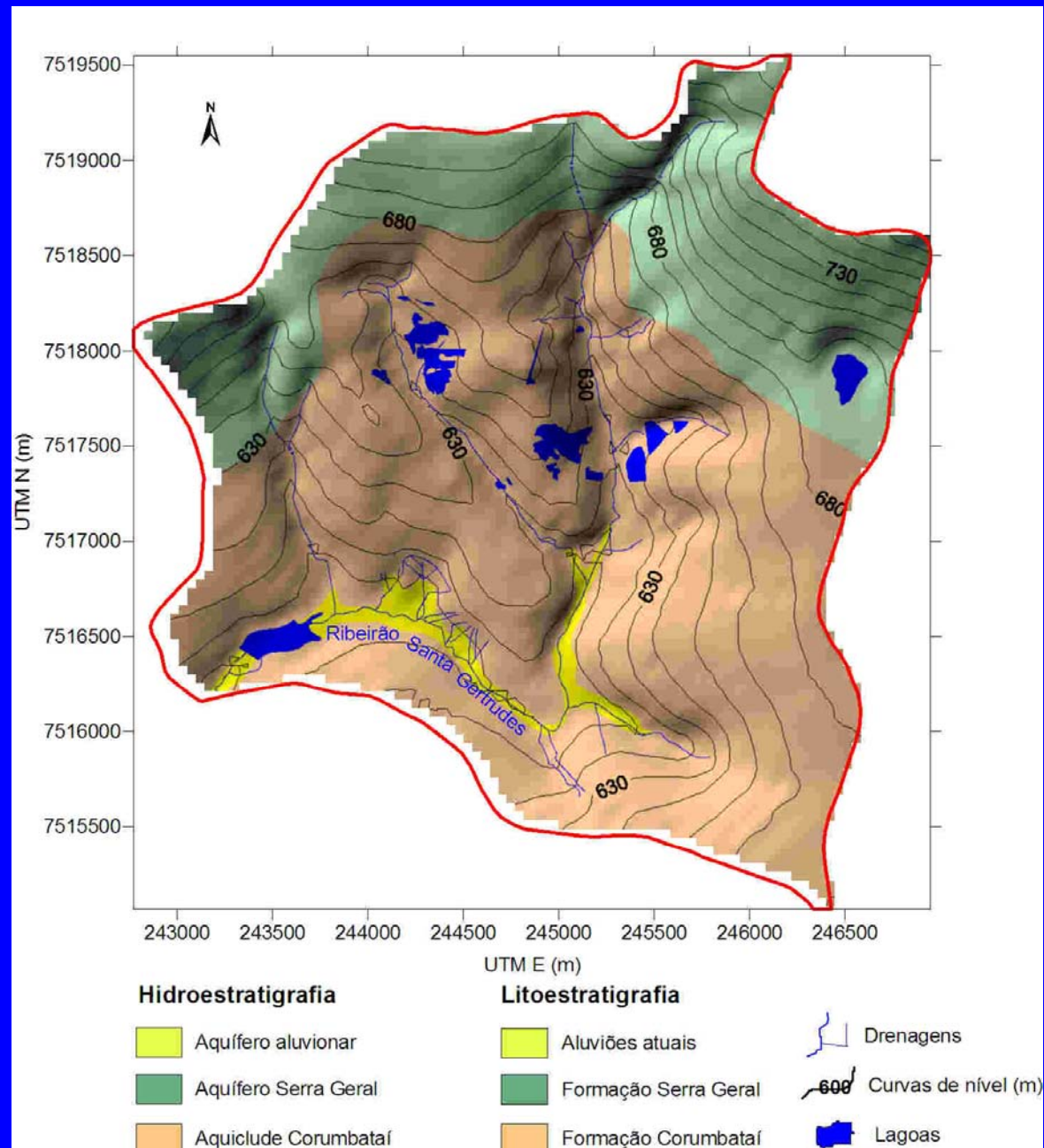
244000

245000

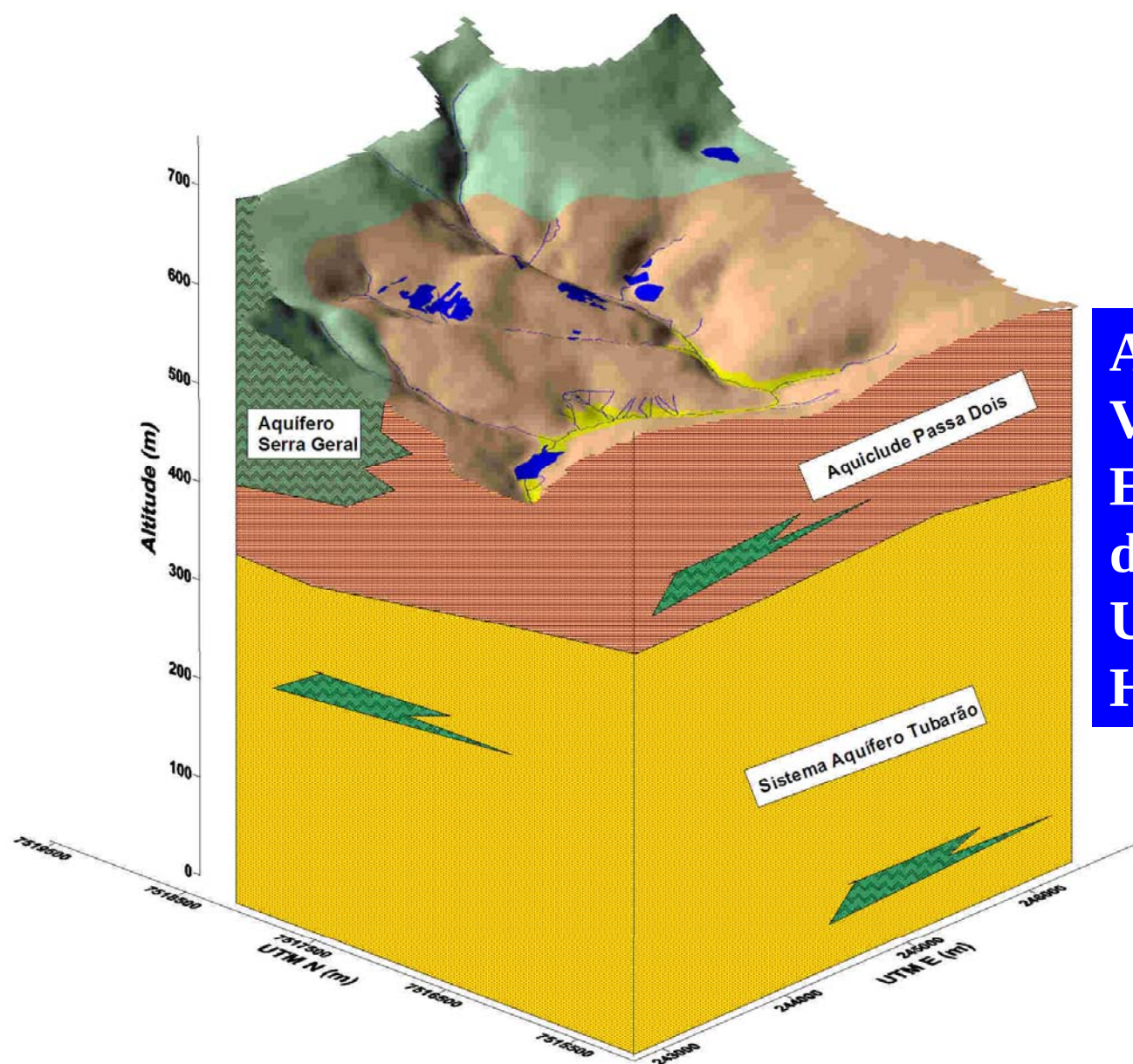
246000

Coordenadas UTM E (m)

**Localização
da
Bacia
Hidrográfica
estudada**



Hidroestratigrafia e Litoestratigrafia

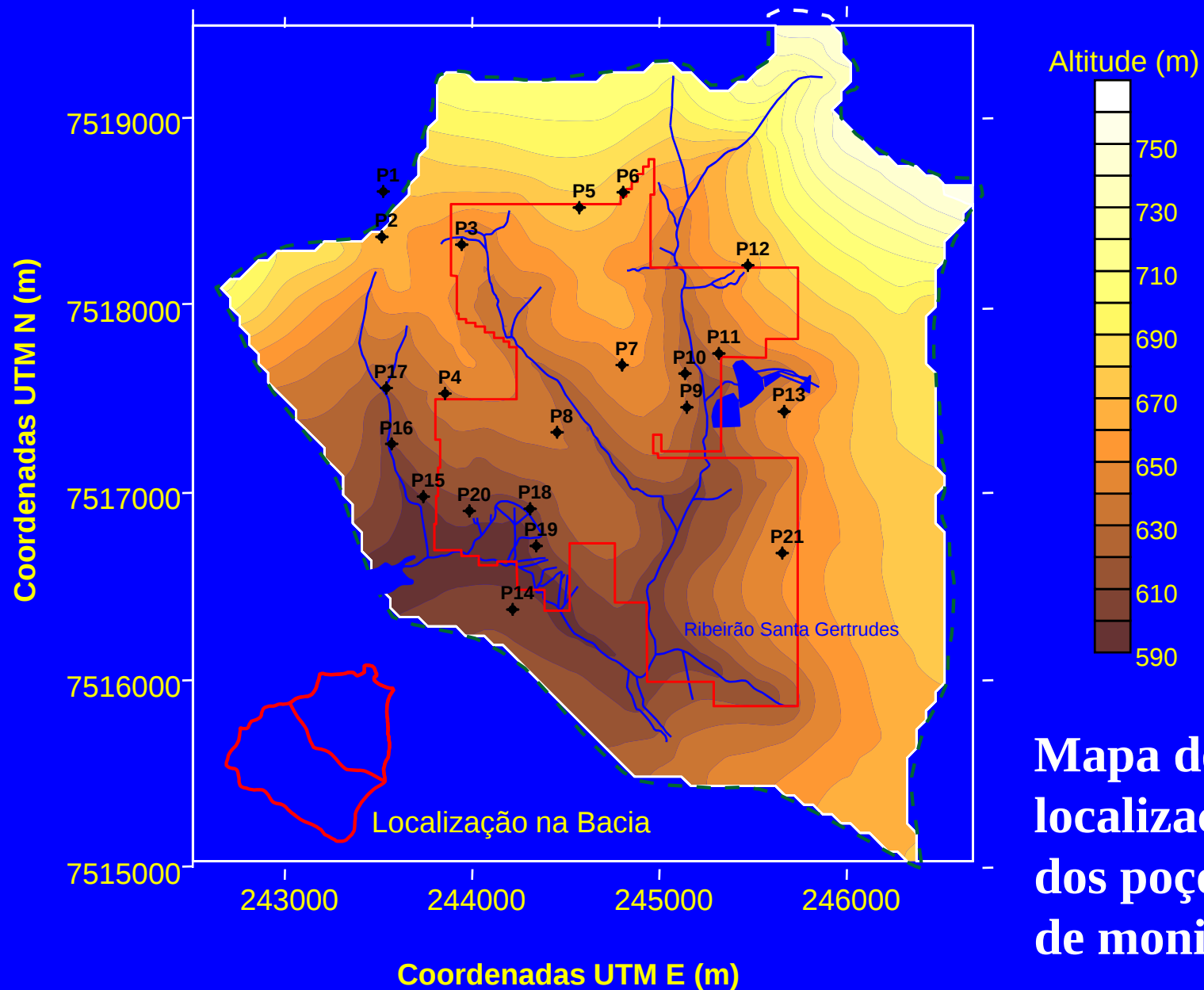


Arranjo
Vertical
Esquemático
das
Unidades
Hidroestratigráficas

Cavas no período chuvoso:

- reduzido número de fraturas com exsudação;
- estruturas observadas estão seladas e/ou desconectadas hidraulicamente;
- capeamento de solo de alteração de 2 a 7 m.





**Mapa de
localização
dos poços
de monitoramento**

POÇO DE MONITORAMENTO DE NÍVEL DE ÁGUA

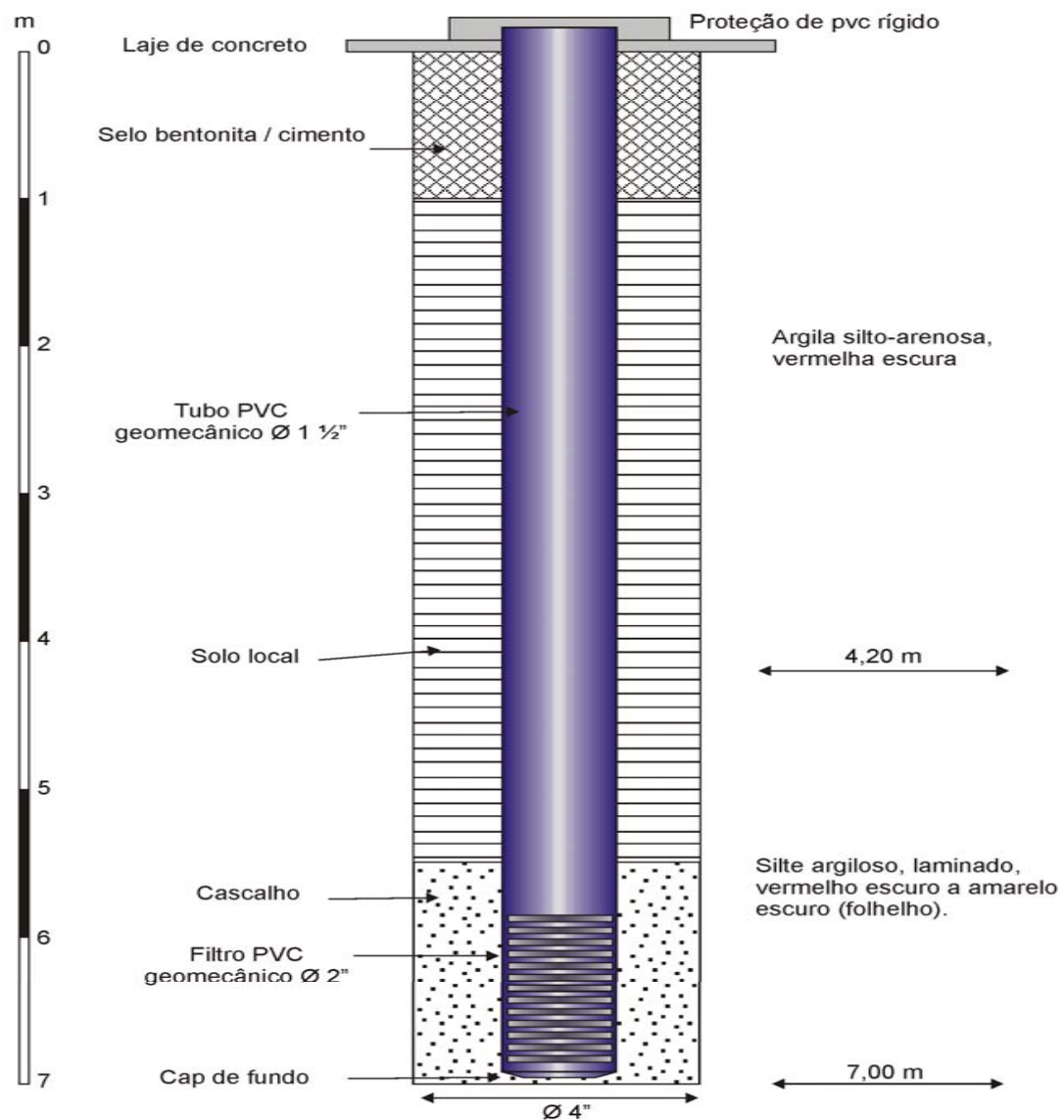
Interessado: Grupo de Mineradores do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes

Local: Distrito Industrial - Município de Santa Gertrudes / SP

Cia. Perfuração: Helix Engenharia e Geotecnia S/C Ltda. Data Construção: 08/12/2004

Poço: 1 Coord. UTM (MC:45): EW (Km): 243,530 NS (Km): 7.518,598 Altitude (m): 671,01

Nível de água (m): Inicial: Seco Final: Seco



Aspectos construtivos
dos poços de
monitoramento

unesp

LEBAC

Construção dos poços de monitoramento





Construção dos poços de monitoramento

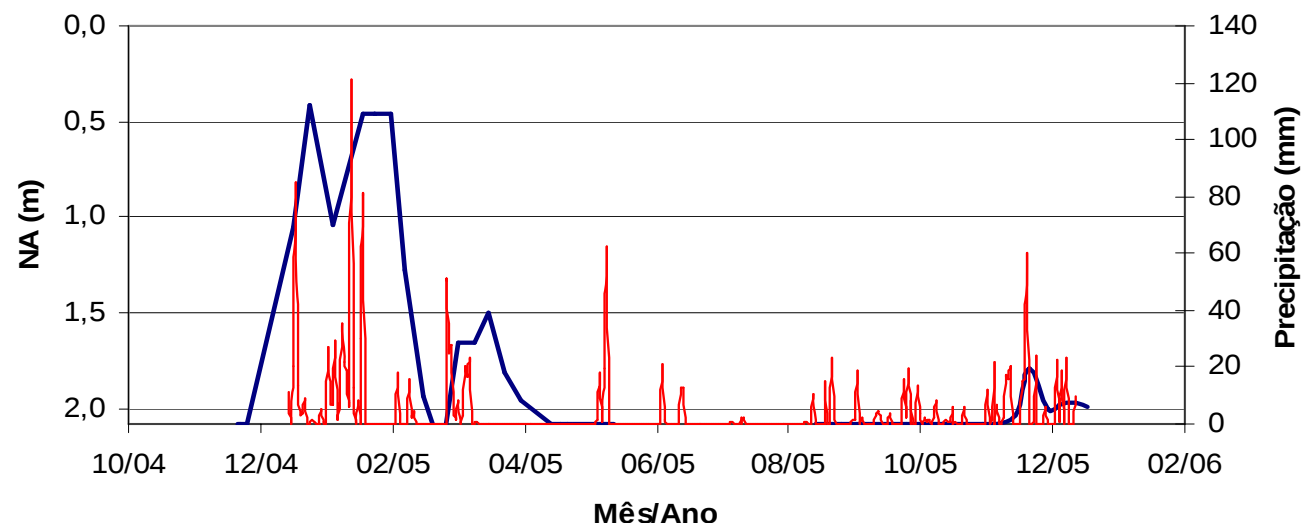




Poço de monitoramento
instrumentado com
transdutor de pressão e
data logger : danos
causados por vândalos.



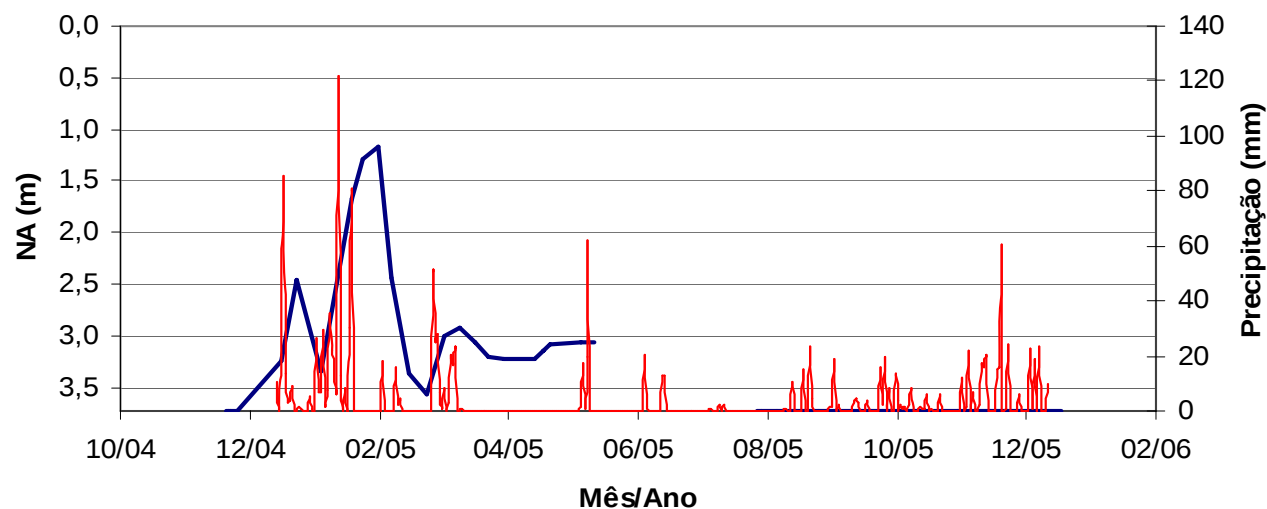
Variação do NA (Poço 15) x Precipitação



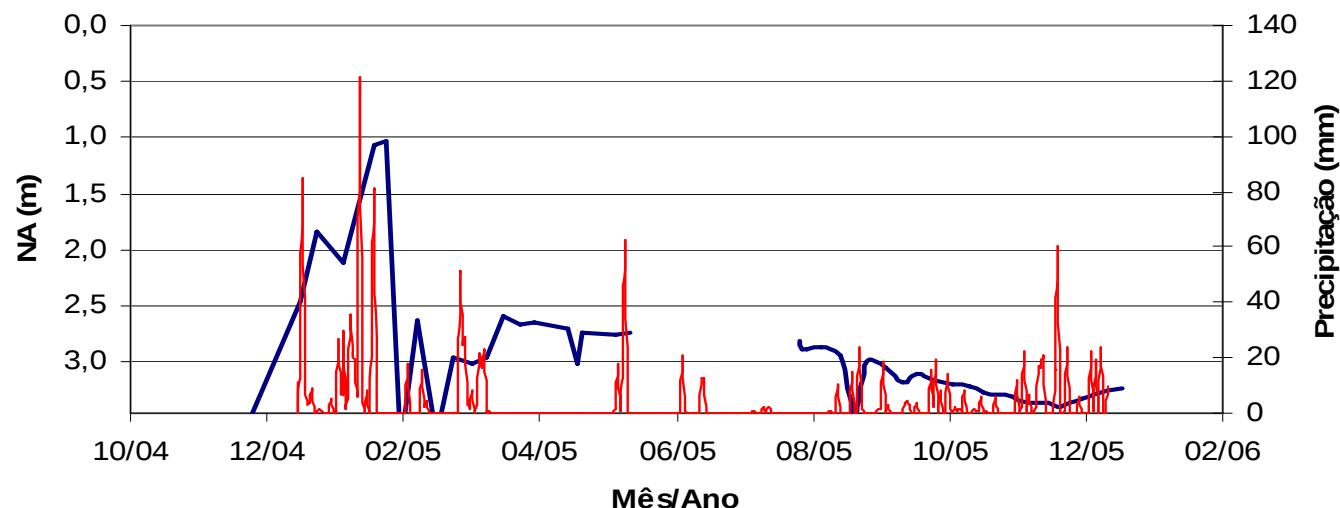
Variação do
NA em
função da
precipitação

Registros
manuais

Variação do NA (Poço 11) x Precipitação



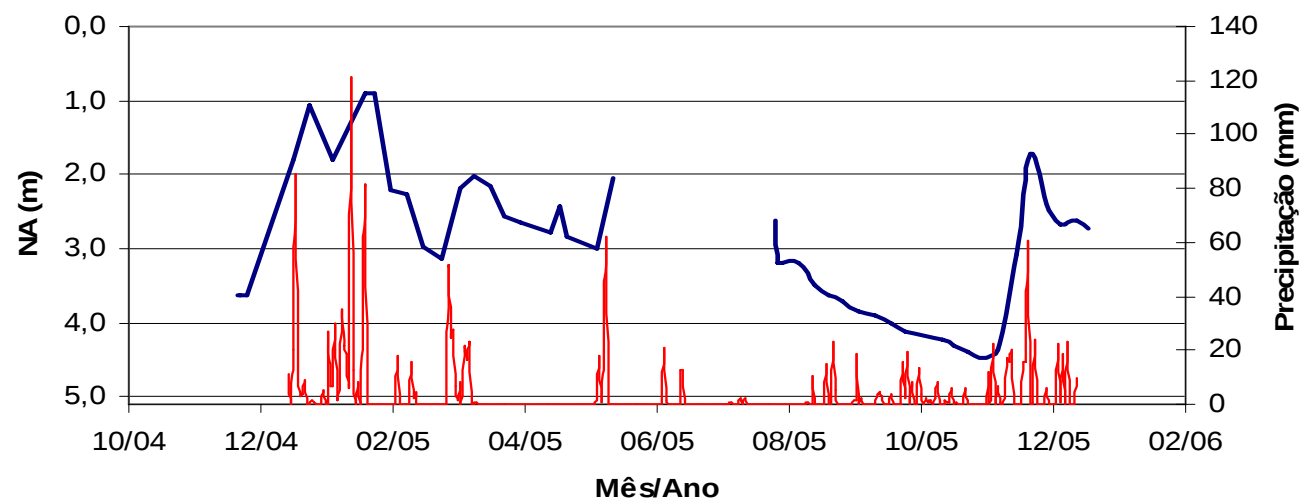
Variação do NA (Poço 18) x Precipitação



Variação do
NA em
função da
precipitação

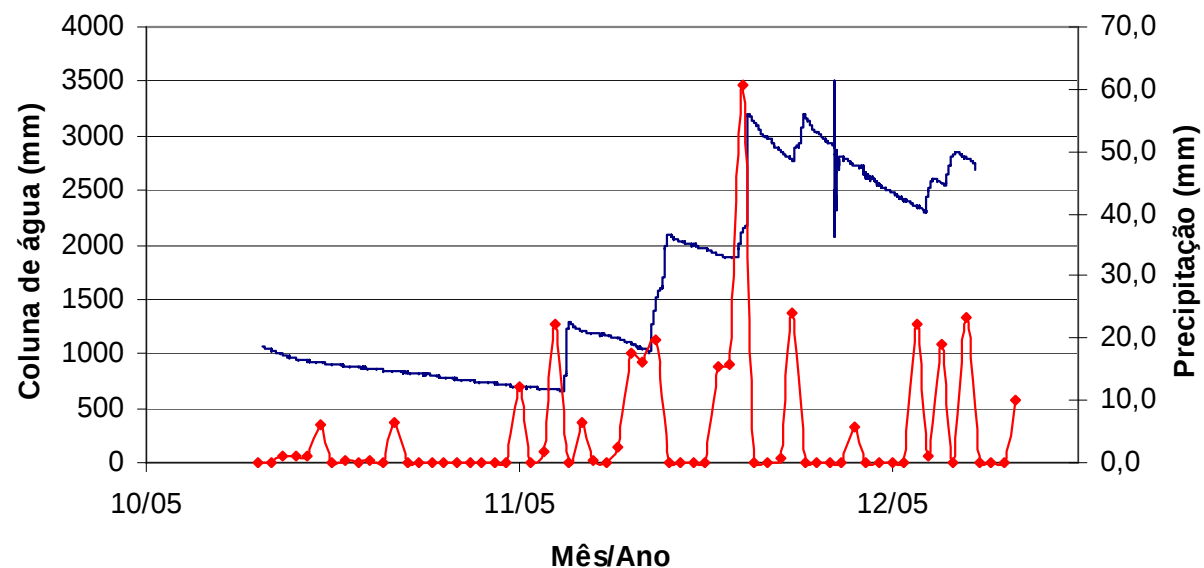
Registros
manuais

Variação do NA (Poço 17) x Precipitação

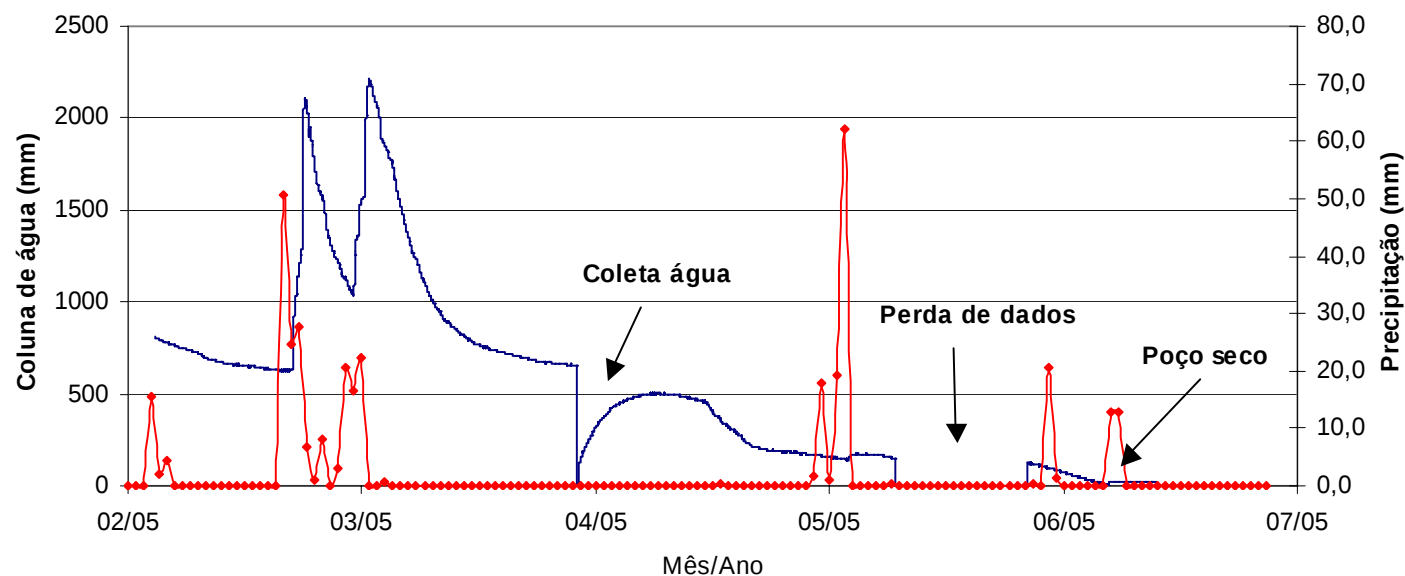


Variação do NA em função da precipitação

Variação do nível de água x Precipitação (Poço P3)



Variação do nível de água x Precipitação - Poço P5



**Registros
eletrônicos**

Porosidades total e efetiva, e capacidade de campo

Porosidades total e efetiva, e capacidade de campo			
Descrição	Unidade	SG-04	SG-07
Porosidade total	[1]	0,43	0,5
Porosidade efetiva	[1]	0,08	0,06
Porosidade na capacidade de campo	[1]	0,35	0,44

Condutividades hidráulicas horizontais do terreno saturado, obtidas em testes de *slug*

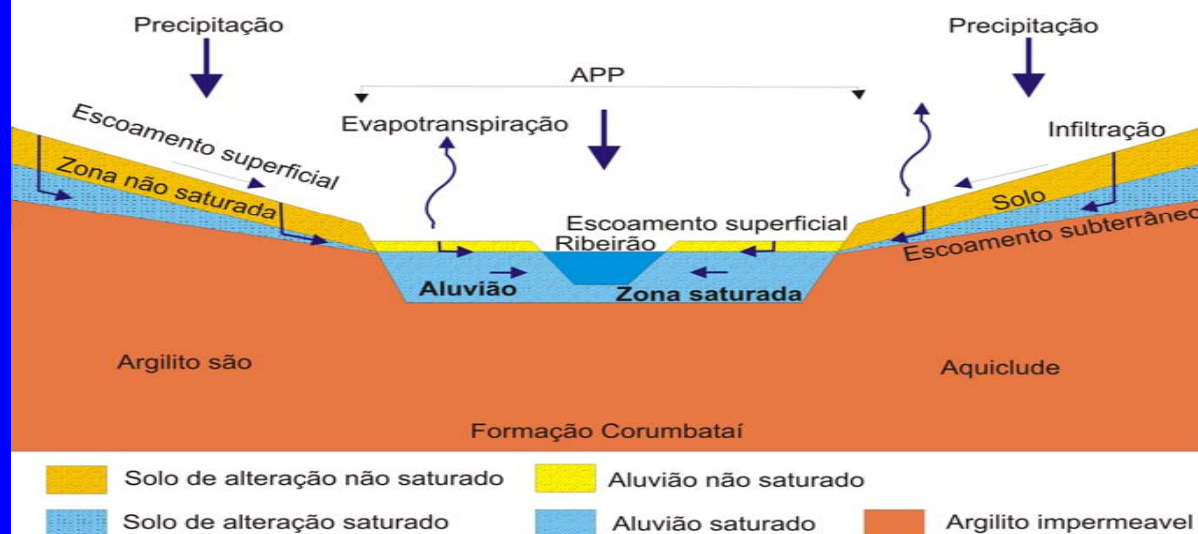
Condutividade hidráulica do terreno saturado (cm/s)				
Poço	Rebaixamento		Recuperação	
	Hvorslev	Bouwer & Rice	Hvorslev	Bouwer & Rice
P-1	7,92E-06	1,58E-05	5,04E-05	8,26E-05
P-3	6,20E-05	9,29E-05	2,39E-04	4,02E-04
P-6	4,28E-05	1,85E-04		
P-11	1,72E-05	2,25E-05	2,61E-05	7,39E-05
P-12			5,08E-05	7,51E-05
P-13	1,38E-04	1,77E-04	9,02E-05	1,04E-04
P-17	2,07E-05	3,72E-05	2,97E-05	5,25E-05
P-18	2,39E-05	3,20E-05	8,86E-05	1,21E-04
P-19			1,38E-03	2,18E-03
P-20	1,14E-04	1,59E-04	2,26E-04	3,21E-04
Média	5,33E-05	9,02E-05	2,42E-04	3,79E-04
Média Geom.	3,60E-05	6,15E-05	1,02E-04	1,64E-04

Classificação dos terrenos em função da permeabilidade (Benitez, 1963, *in* Custódio & Llamas, 1996).

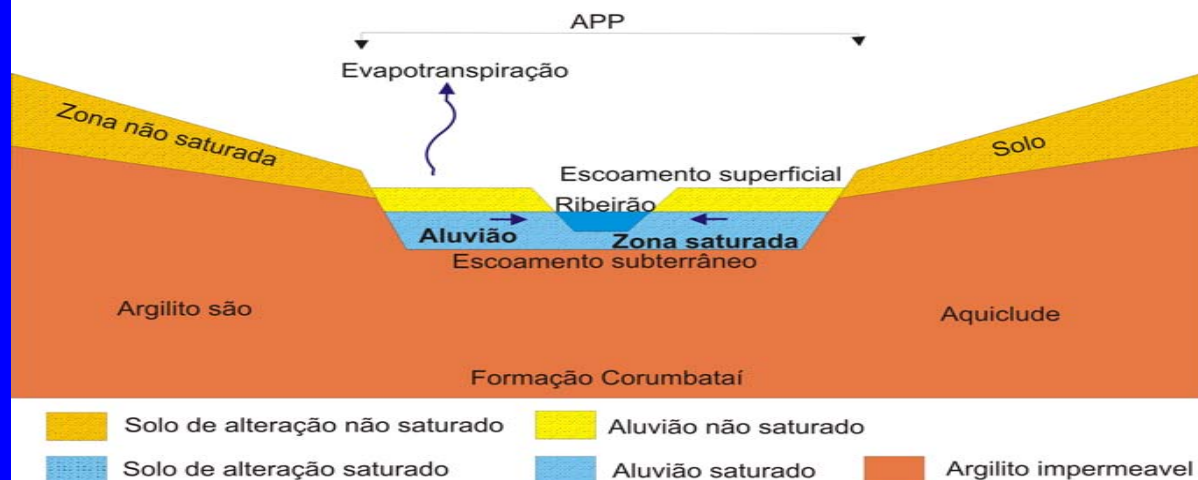
CLASSIFICAÇÃO DOS TERRENOS EM FUNÇÃO DA PERMEABILIDADE											
Permeabilidade (m/d)	10 ⁴	10 ³	10 ²	10 ¹	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
Tipo de terreno	Cascalho limpo		Areia limpa; mistura de cascalho e areia			Areia fina; areia argilosa; argila estratificada			Argilas não alteradas		
Classificação	Aquíferos bons					Aquíferos pobres			Aquitardos / aquíclues		
Capacidade de drenagem	Drenam bem					Drenam mal			Não drenam		

Classificação do solo: categoria de aquífero pobre

A) Estação chuvosa (balanço hídrico positivo)



B) Estação seca (balanço hídrico negativo)



Modelo conceitual
de fluxo subterrâneo
do pólo cerâmico em
situação de:

•Balanço hídrico
positivo

•Balanço hídrico
negativo

Estimativa das perdas hídricas anuais

Método 1: perdas hídricas diretas causadas pela retirada da cobertura de solo;

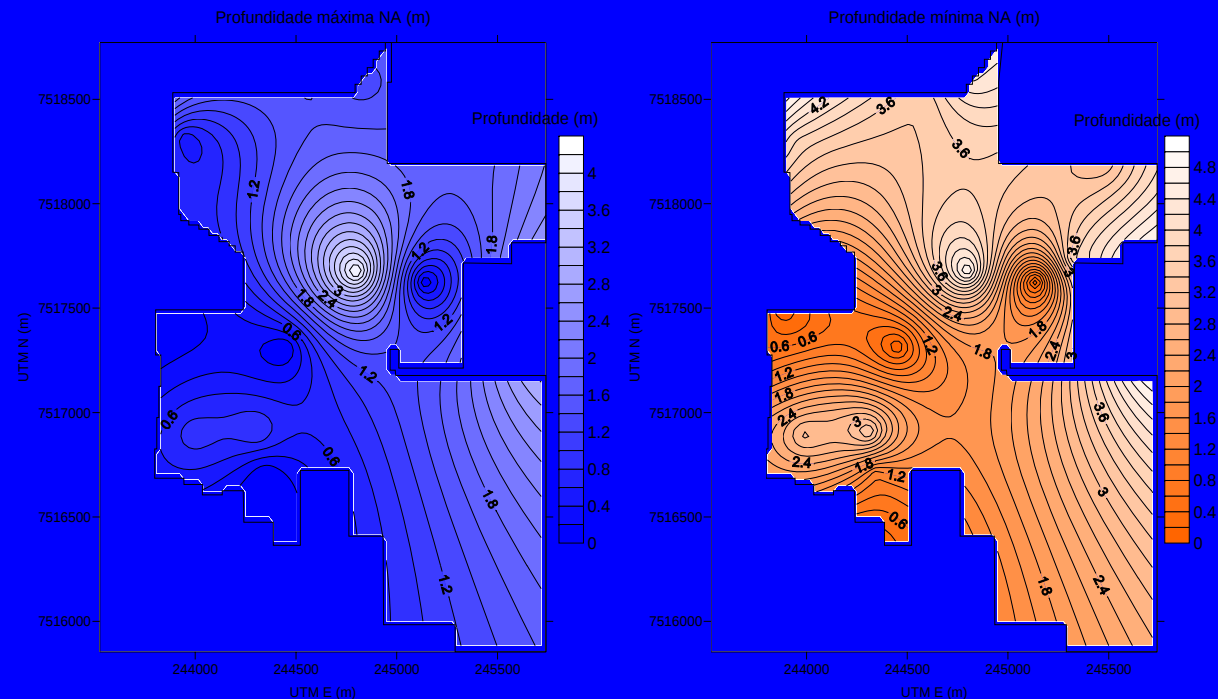
Método 2: exercício teórico que considera perda de 100% da água de precipitação direta retida nas cavas;

Método 3: comparação entre dados hidrológicos extraídos de microbacias com e sem interferência minerária.

Estimativa das perdas hídricas anuais – Método 1

- Determinação do volume de solo compreendido entre as superfícies de nível de água máximo e mínimo;

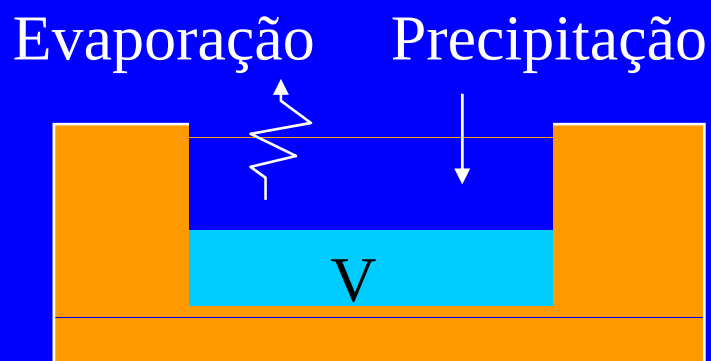
- Cálculo do volume efetivo de água armazenado aplicando-se um valor de porosidade específica (6%);



- Perda hídrica de 11 m³/h/km².

Perda por evaporação nas cavas – Método 2

- Considera a precipitação total anual sobre a área das cavas, descontada a parcela correspondente à evapotranspiração (calculada em 72% com base na relação entre precipitação total e escoamento total);



Precipitação total: 1.300 mm
Relação Ev/Prec.: 0,28
Lâmina de água: 0,364 m
Volume acumulado: 364.000 m³/km²

Vazão equivalente: 41 m³/h/km²

Perda por déficit de escoamento – Método 3

- Cálculo das diferenças das contribuições específicas (CE) entre microbacias no período recessivo. As diferenças refletem perdas hídricas associadas à retirada da cobertura de solo e à existência de cavas.
- Para cálculo das perdas volumétricas considerou-se a microbacia da estação Diabásio como área de referência (não degradada). A área degradada foi considerada integrante da microbacia da estação Tubulão.
- A diferença de contribuição específica: 6 L/s/km².
- Perda volumétrica: 22 m³/h.

Resumo das perdas hídricas

Método	Perda hídrica	A.D.	Critério	Fonte
	m ³ / h	km ²		
1	21	1,9	Remoção de solo	UNESP,2006
2	82		Cavas abandonadas	UNESP,2006
3	41		Déficit de escoamento 2005	UNESP,2006
4	17		Q _{7,10} DAEE (2,53 l/s.km ²)	Este estudo
5	29		Q _{7,10} gerado médio (4,2 l/s.km ²)	Este estudo