

Importância das águas subterrâneas e a superexploração de aquíferos em áreas urbanas



Dr. Ricardo Hirata
CEPAS|USP Vice-Diretor
Instituto de Geociências
Universidade de São Paulo

Imagine se uma grande maldição se abatesse sobre o Brasil.....

.. que todos os aquíferos sequem agora!!

Devida à falta de atenção às águas subterrâneas no país....



Nós jogamos uma grande praga sobre o Brasil.....

CEPAS|USP



**19 e 20
Maio**

Gerenciamento de Águas Subterrâneas Urbanas:

**Novas Estratégias para o Aumento da Segurança
Hídrica em Tempos de Escassez**



**Instrutor:
Ricardo Hirata**

Importância das águas subterrâneas e a superexploração de aquíferos em áreas urbanas

Patrocínio:



TECNOLOGIA E INOVAÇÃO AO SEU LADO

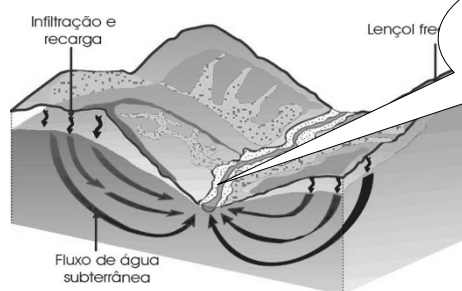
Apoio:



**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – SEAMA
AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - AGERH**

Que consequências teríamos....

- ❑ Os rios perenes de pequeno e médio portes secariam, pelo menos na estiagem
- ❑ pois 30% (até 50%) do fluxo de base é originado da descarga dos aquíferos



Por isso os rios não secam nas estiagem

CEPAS|USP

Que consequências teríamos....

- ❑ Salinizariam completamente os mangues, secariam os pântanos e lagos....
- ❑ Seria uma tragédia sem precedentes, pois mataria grande parte das plantas e animais desses ecossistemas



CEPAS|USP

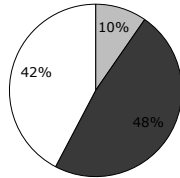
Que consequências teríamos....

- Subterrâneo
- Misto
- Superficial

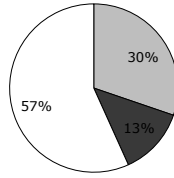
39% das cidades brasileiras ficariam completamente sem abastecimento público e +13% com problemas parciais

Atingindo 52% das cidades ou 82 milhões de pessoas

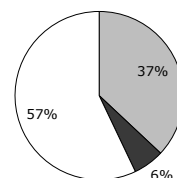
<10.000 hab.



50.000-100.000 hab.



>100.000 hab.



CEPAS|USP

Que consequências teríamos....

- Subterrâneo
- Misto
- Superficial

Mas mesmo nas grandes cidades abastecidas somente com águas superficiais, as águas subterrâneas são imprescindíveis

>100.000 hab.

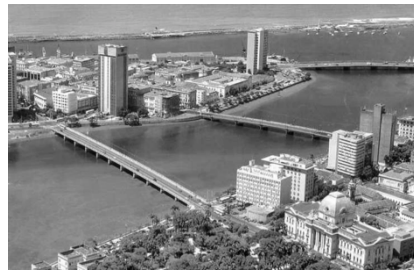
Uma olhada em algumas cidades brasileiras ...



CEPAS|USP

Região Metropolitana de Recife (PE)

- ❑ População urbana: 3,9 M habitantes
 - ❑ Produção atual de água: 10,4 m³/s
 - ❑ Sistema de abastecimento público: 87% superficial.
-
- ❑ Entretanto, Recife tem 13-14 mil poços tubulares particulares e +2 m³/s.
 - ❑ Ao invés de 13%, o abastecimento é de 34% com água subterrânea



CEPAS|USP

Região Metropolitana de São Paulo

- ❑ População urbana: 20 M habitantes
 - ❑ Demanda de água: 68 m³/s
 - ❑ Sistema de abastecimento público: 99% superficial.
-
- ❑ Entretanto, RMSP se utiliza de 12 mil poços tubulares particulares extraindo 10 m³/s.
 - ❑ Ao invés de 1%, a produção total é de 14% com água subterrânea
 - ❑ A água subterrânea é o 4º manancial da RMSP



CEPAS|USP

São José do Rio Preto (SP)

- População: 440 mil habitantes
- Demanda de água: 1,8 m³/s
- Sistema de abastecimento público: 59% superficial.
- Entretanto, SJ Rio Preto se utiliza adicionalmente de 1,8 mil poços tubulares particulares extraíndo 0,6 m³/s.
- Ao invés de 41%, a produção total é de 67% com água subterrânea



CEPAS|USP

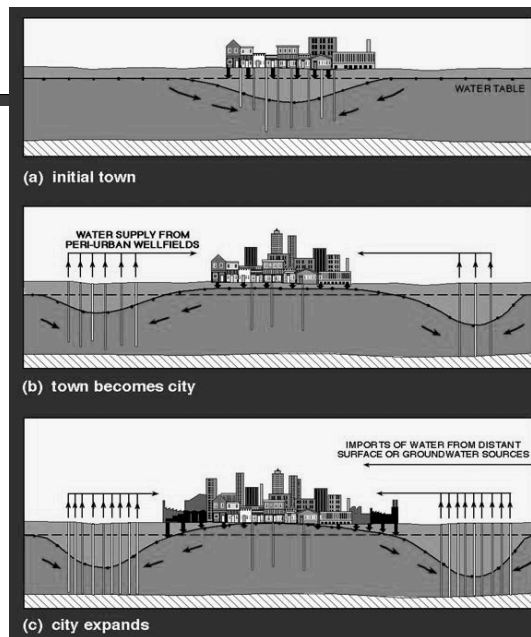
Lições aprendidas do campo

- As águas subterrâneas são mais importantes que a percepção da sociedade e dos governantes
- Em muitos casos, mesmo fora do período de estiagem, as cidades colapsariam sem as águas subterrâneas privadas, pois os sistemas de abastecimento público já operam no limite
- Durante as crises, a porcentagem do abastecimento com água subterrânea aumenta significativamente

CEPAS|USP

Água subterrânea e as cidades

- Uma relação muitas vezes insustentável



CEPAS|USP

Mas que problemas afetam as águas subterrâneas causados pelo ser humano?

- Problemas de superexploração (ou perfuração e bombeamento descontrolado de poços)
- Problema de contaminação das águas subterrâneas e dos poços
- Problemas de gestão dos recursos subterrâneos, não existe no país um programa realmente eficiente de gerenciamento (70% dos poços são ilegais no país)

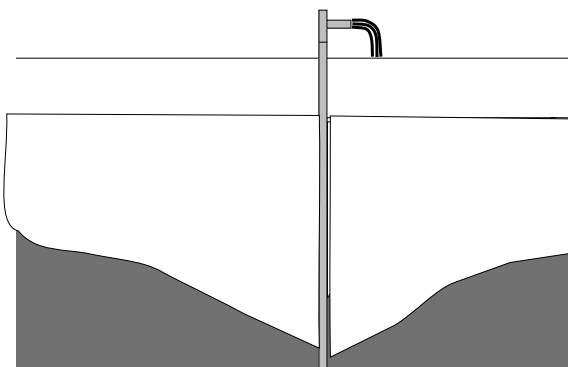
CEPAS|USP

Superexploração um conceito complexo e impreciso?



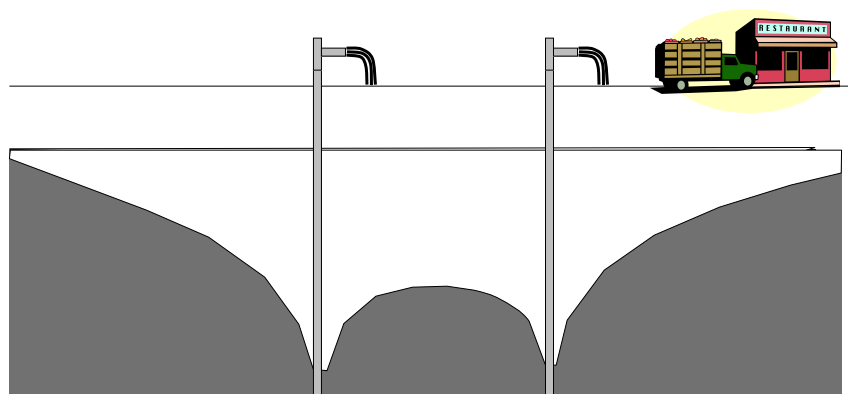
Extrações que causam:

- Exaustão de um aquífero ou parte dele;
- Aumento dos custos da extração tornando-a insustentável;
- Impactos ambientais indesejáveis;
- Problemas de subsidência do terreno
- Problemas de equidade social



CEPAS|USP

E a interferência entre poços, causando aumento de custo de extração e até perda do recurso

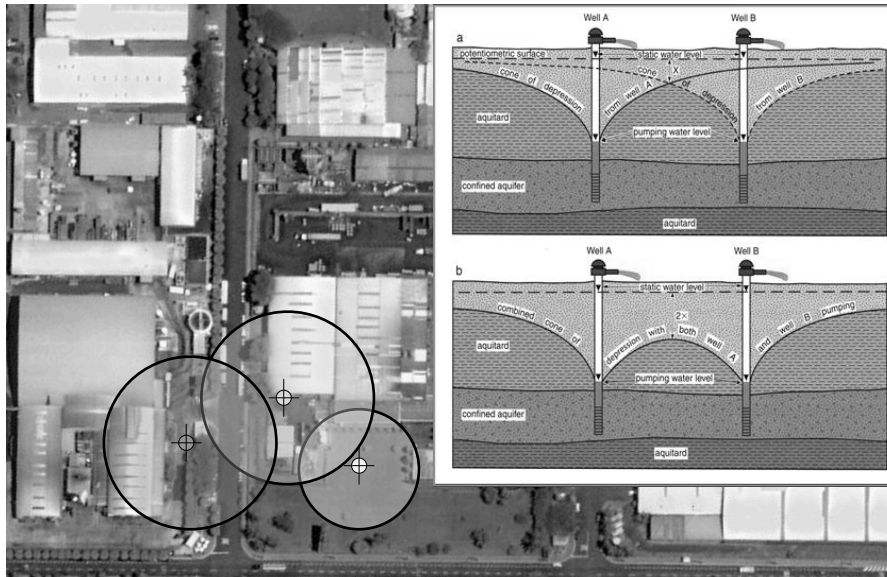


© Hirata 2008 – HIDRO 1

14

CEPAS|USP

Desabastecimento pela interferência entre poços



CEPAS|USP

Superexploração um conceito complexo e impreciso?

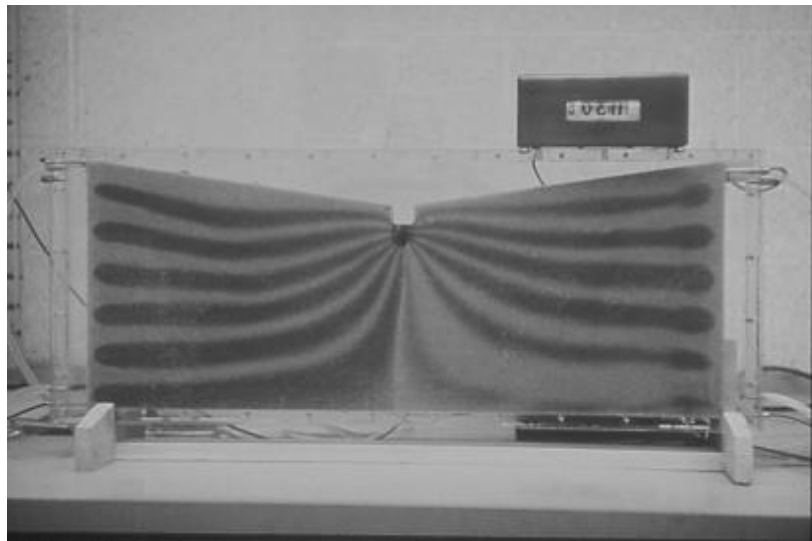
Extrações que causam:

- Exaustão de um aquífero ou parte dele;
- Aumento dos custos da extração tornando-a insustentável;
- Impactos ambientais indesejáveis;
- Problemas de subsidência do terreno
- Problemas de equidade social



CEPAS|USP

Dependência de rios de aquíferos (fluxo de base)

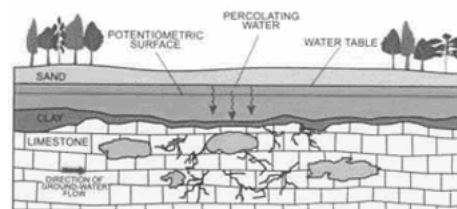


CEPAS|USP

Superexploração um conceito complexo e impreciso?

Extrações que causam:

- Exaustão de um aquífero ou parte dele;
- Aumento dos custos da extração tornando-a insustentável;
- Impactos ambientais indesejáveis;
- Problemas de subsidência do terreno
- Problemas de equidade social



http://inspectapedia.com/vision/Karst_Sinkholes.php

CEPAS|USP



Subsidência
devida a
exploração de
aquíferos
Arizona em 1981

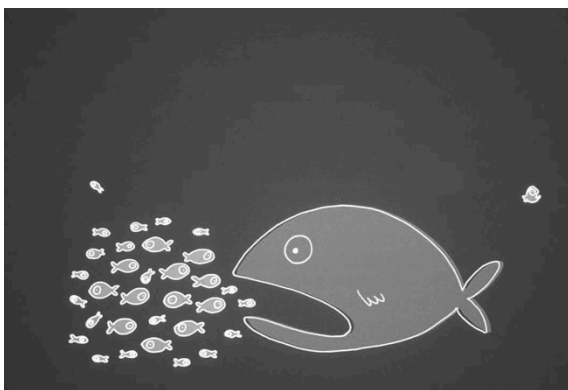


CEPAS|USP

Superexploração um conceito complexo e impreciso?

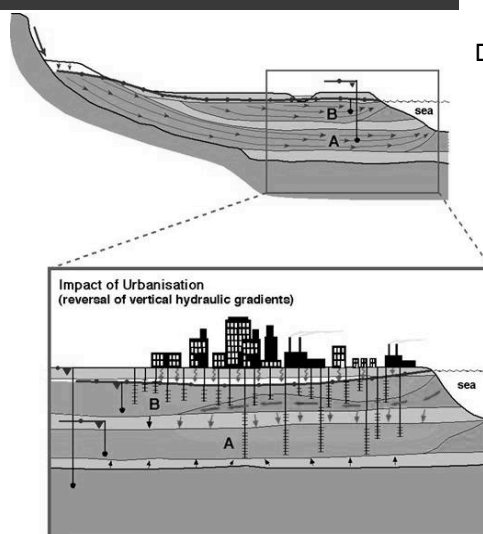
Extrações que causam:

- Exaustão de um aquífero ou parte dele;
- Aumento dos custos da extração tornando-a insustentável;
- Impactos ambientais indesejáveis;
- Problemas de subsidência do terreno
- Problemas de equidade social



CEPAS|USP

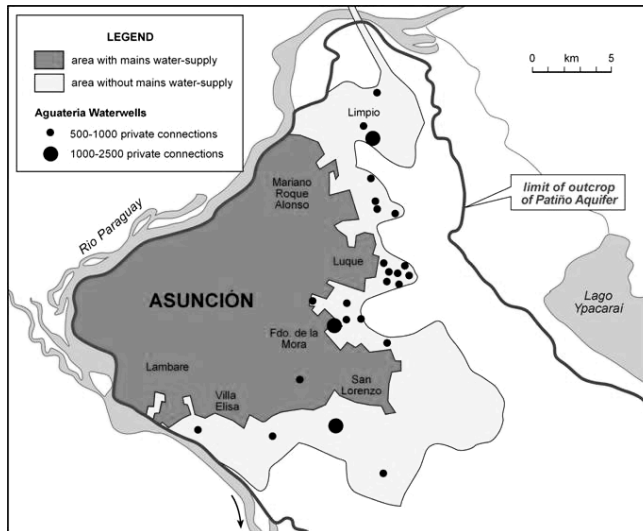
Superexploração um conceito complexo e impreciso?



- A diminuição na recarga ou a extração de poços pode causar avanço da cunha de água salgada ou de baixa qualidade (mesmo longe do mar)

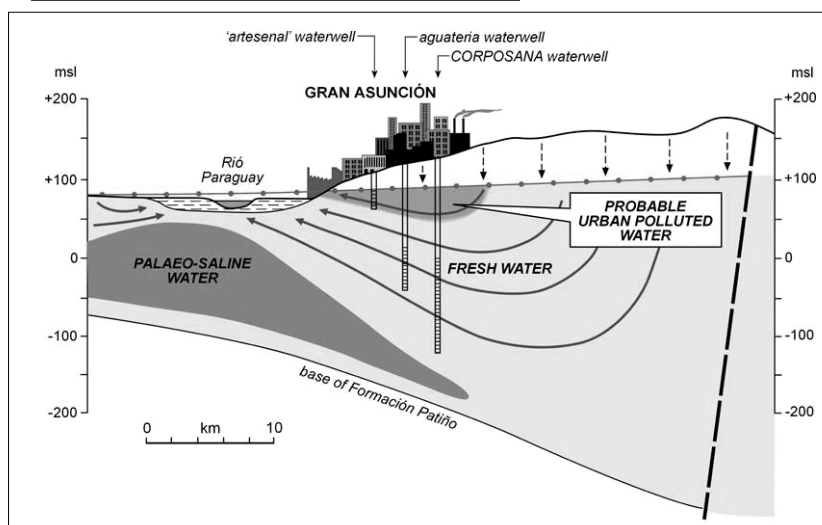
CEPAS|USP

Estudo de caso em Assunção - Paraguai



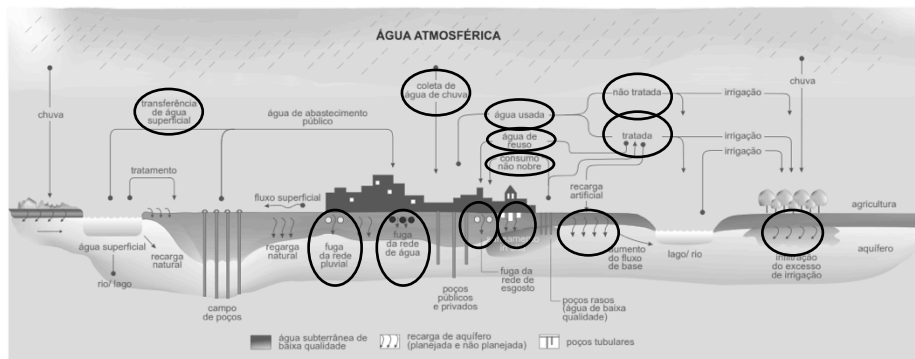
CEPAS|USP

Potencial intrusão de água salgada antiga



CEPAS|USP

As muitas águas de uma cidade

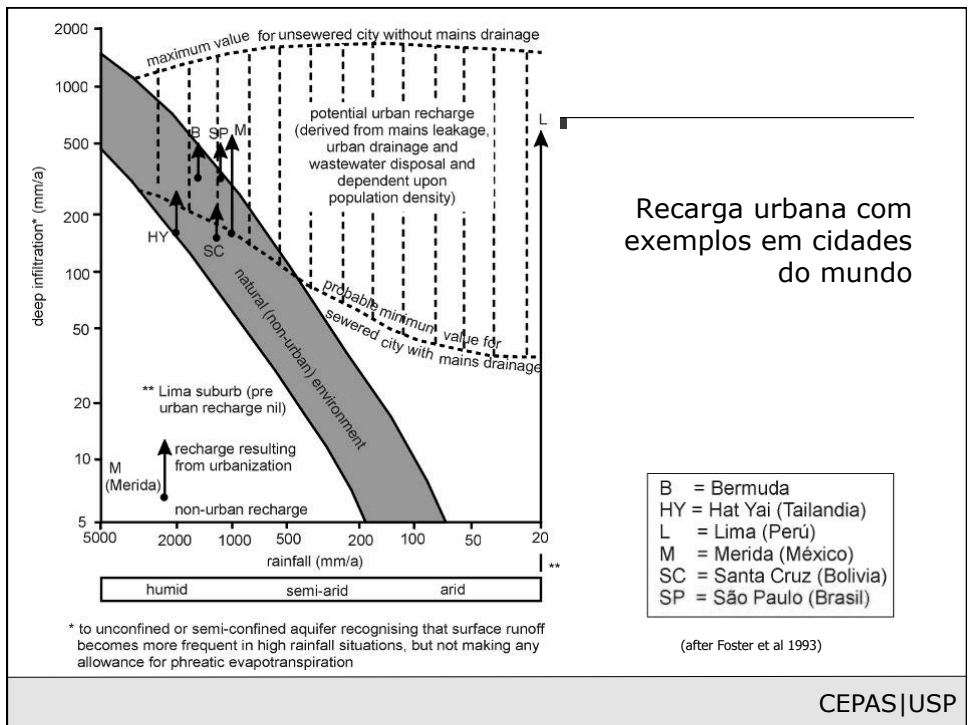


- *Perdas de água da rede de água e esgoto e das galerias pluviais acabam por recarregar os aquíferos*
- *Novas águas = subterrâneas + reuso + melhor uso*
- *Adequação de água segundo usos (rega com água potável?)*

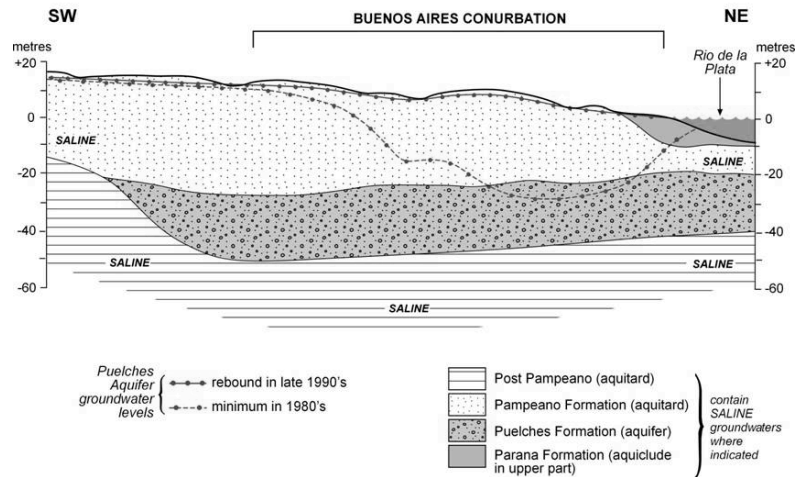
CEPAS|USP

A urbanização reduz a recarga natural, mas as fugas da rede de água e esgoto, incrementam a recarga total



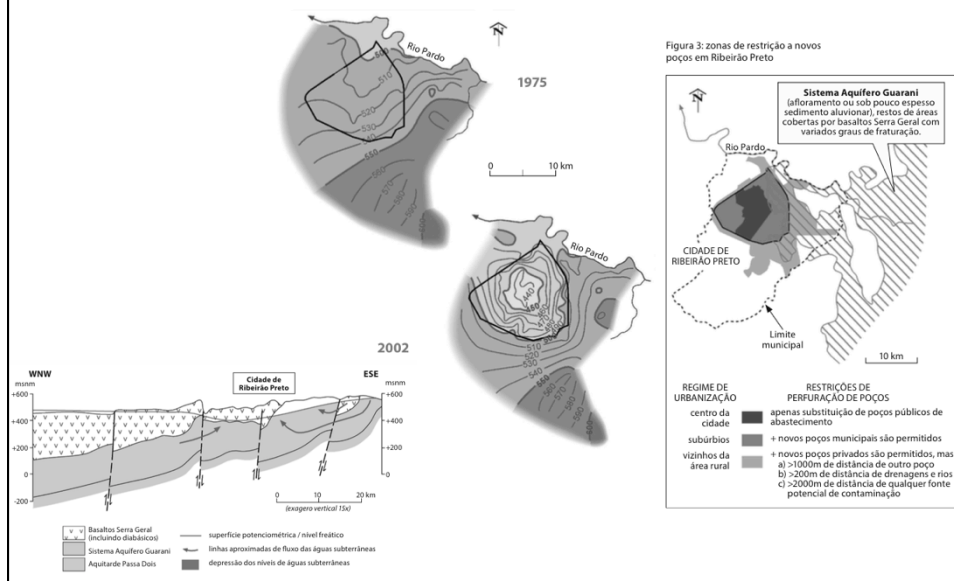


Seção esquemática na área conurbada de Buenos Aires - Argentina

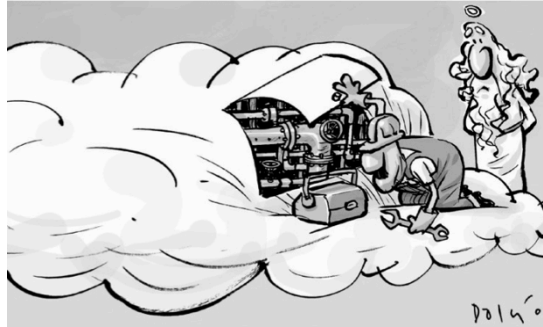


CEPAS|USP

Problema de extração intensa das águas do Sistema Aquífero Guarani: Ribeirão Preto



- Outro problema é que existirão mais crises hídricas devido às mudanças climáticas globais



The naturally protected aquifers of Recife (Brazil) and its very intense exploitation

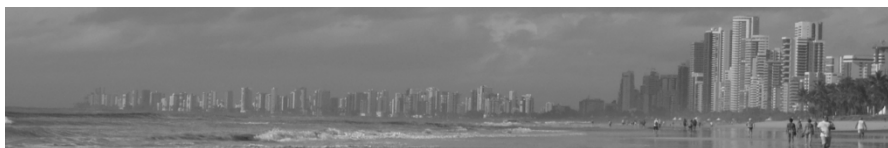
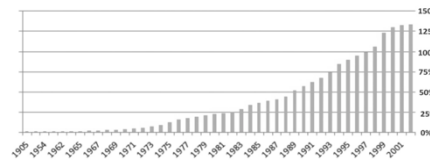


Santos-Penoff, J; Hirata, R; Bertrand, G; Montenegro, S; Martins, V; Cary, L; Petelet-Giraud, E; Aquilina, L; Chatton, E; Labasque, T; Bertolo, R; Franzen, M; Picot, G.

(1) CEPAS/USP University of São Paulo; Federal University of Pernambuco (Brazil); BRGM (France); Brazilian Geological Survey; Université de Rennes (France)

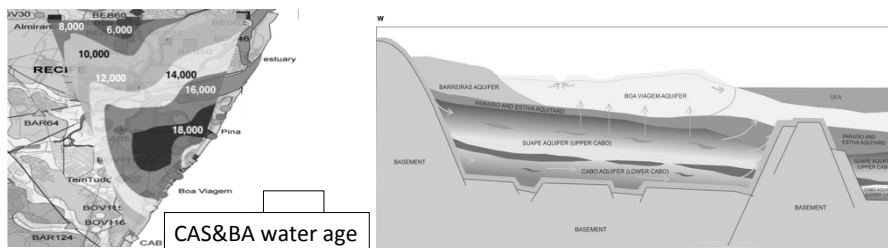
Recife: a city dependent on groundwater

- The coastal city of Recife is the fourth largest Brazilian metropolis (3.5 million people) and has been facing intense groundwater exploitation problems, resulting in the **lowering of potentiometric levels** (<90mbsl) and **salinity** in several wells.
- Frequent **droughts** + deficiency in the public water infrastructure (predominately surface -origin water) induced the perforation of **>13,000 mostly illegal private wells**.



Naturally protected aquifers

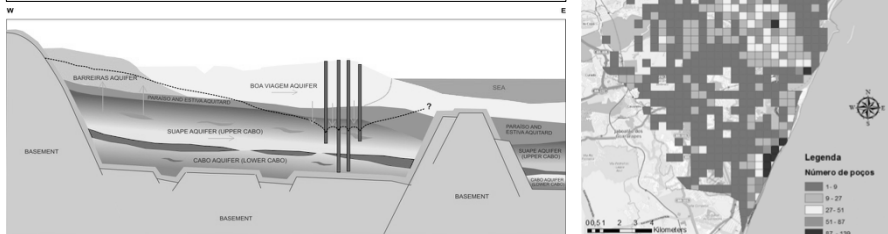
- Recife is located in a complex hydrogeological context, which conforms **two different Cretaceous confined aquifers**: Cabo System (CAS) and Beberibe (BA), covered by two Cenozoic unconfined aquifers: Barreiras and Boa Viagem. The Precambrian basement consists of gneiss and metamorphic rocks.
- The water age of the CAS and BA is **>18000 years (¹⁴C estimation)**, recharged when the atmospheric temperature was **10°C lower than the current ones** (noble gases estimation) associated to the last glaciation period.
- **BA and CAS are confined** with low groundwater flow velocity (0.001 m/year), controlled by restricted discharge into the sea, blocked by a structural barrier boundary located 4 km from the coast.
- BA and CAS recharge occurs in the basement outcrop in the W of Recife



CAS&BA water age

But affected by a very intense exploitation

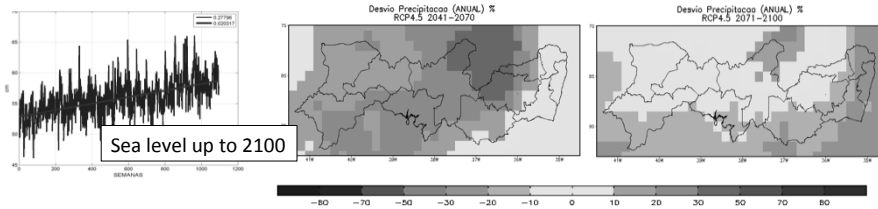
- Beberibe Aquifer (100 m³/h/well) is extensively used to attend the public water supply;
- Cabo Aquifer presents the majority of the wells of the city (5 m³/h), with the density of up to **330 wells/km²**.
- **Exploitation has doubled the water cost, but cheaper than concessionary's water (COMPESA)**



- The confinement of the Cabo & Beberibe aquifers explains why the intense aquifer exploitation - that creates potentiometric levels lower than **90m below sea level** - **is not extensively affected by salinization or even contaminated** by the shallower unconfined and locally contaminated Boa Viagem Aquifer.

With inauspicious future ...

- **Climate change scenarios for year 2100:** i) seawater level +0.8m above current level (Harari 2015); ii) rainfall -20% and the droughts will be more frequent and intense, impacting the recharge and reducing the surface water offer (Lincoln Alves 2015)



- The ModFlow+Seawat model has predicted that maintaining the current pumping rate: i) **seawater intrusion** into Cabo+Beberibe aquifers through the aquitard; and ii) **salinization** of the unconfined Boa Viagem and Barreiras aquifers due to rising seawater level and decreasing natural and anthropogenic (reduction of mains leakages) recharges



Sea water intrusion in 2100

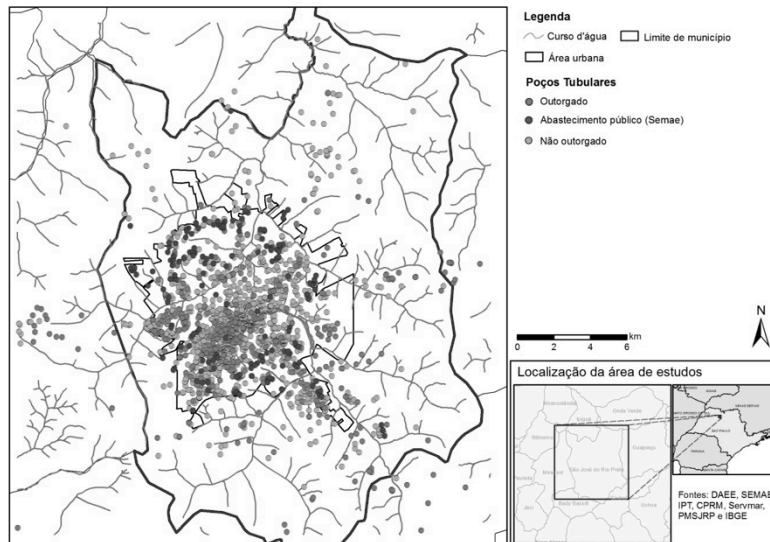
COQUEIRAL PROJECT

THANKS TO:



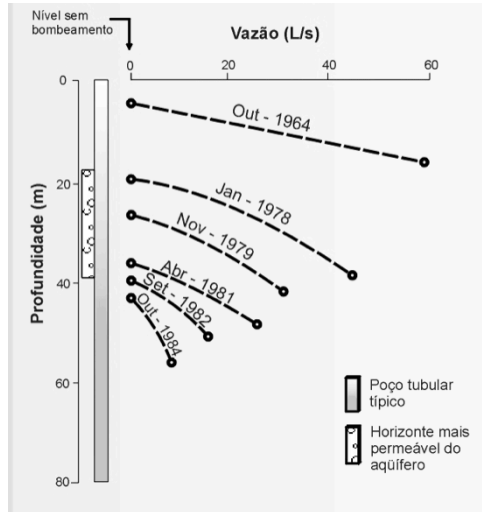
+ information: rhirata@usp.br

Problemas de exploração descontrolada
Exemplo de São José do Rio Preto



195368 de 4100 poços tubulares (com e sem outorga) a SDAE

Queda da produtividade de poços em Lima (Peru)



- 1980: 320 poços municipais para 7,5 m³/s.
- Perdas significativas da produtividade



CEPAS|USP

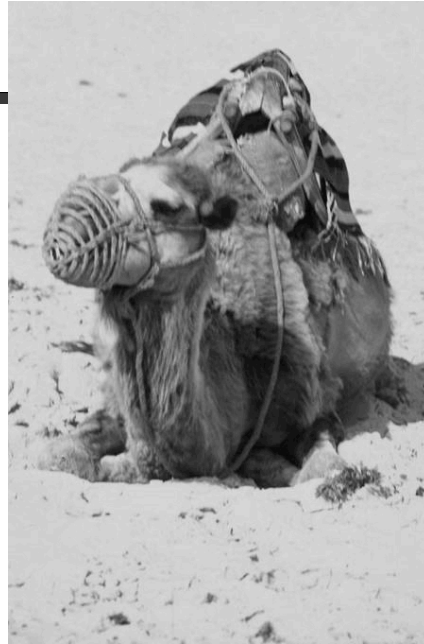
Prós & contras no abastecimento complementar a partir de poços privados em cidades

Prós	Contras
<ul style="list-style-type: none"> • Geralmente aumenta o acesso e reduz o custo para alguns grupos de usuários (mas restritamente para os mais pobres, porque sem auxílio podem não ter a capacidade de perfurar poços) • Especialmente apropriado para usos não nobres, quando a água é usada para outros fins que não a ingestão humana, reduzindo as pressões por água da rede pública; • Reduz a pressão sobre a rede pública municipal, em momentos de pico ou em locais, como ponta de rede, pelo fornecimento suplementar de água; • Incidentalmente pode captar uma insignificante proporção da água perdida da rede pública de água. 	<ul style="list-style-type: none"> • A interação com águas contaminadas de sistemas de saneamento <i>in situ</i> pode causar problemas de doenças de veiculação hídrica de difícil controle; • pode haver problemas de sustentabilidade, onde o aquífero é confinado e as perdas da rede pública de água são pequenas. • Pode haver distorções econômicas (com reflexos na perda de investimentos na manutenção e ampliação dos serviços) para as empresas concessionárias, pelo não pagamento do serviço de distribuição de água (muito embora, as empresas possam cobrar pelo serviço de esgoto)

CEPAS|USP

Água subterrânea e as cidades
uma relação sem diálogo

Ausência de diálogo
intersetorial
falta de uma visão
holística



CEPAS|USP

Lições aprendidas do campo

- Há muita água subterrânea, que deve – e pode – ser utilizada
- Água subterrânea é irmã da segurança hídrica de cidades e da segurança alimentar

CEPAS|USP

Lições de casa

- ❑ As águas subterrâneas urbanas afetam a todos, mas sempre é de responsabilidade de ninguém – necessidade de melhora institucional
- ❑ A água subterrânea vive a típica tragédia dos comuns: a solução individual gera um problema para todos.
- ❑ Forte divórcio entre o planejamento urbano e a água subterrânea

CEPAS|USP

Lições aprendidas do campo

- ❑ Os problemas das águas subterrâneas são geralmente subestimadas (há muito mais que o que sabemos e do que a população relata)
- ❑ Há um incorreto entendimento (e verificação) da superexploração de aquíferos urbanos
- ❑ A falta de um gerenciamento mais integrado e eficiente sempre tem um custo maior – sobretudo em áreas com disponibilidades hídricas menores

CEPAS|USP

Lições aprendidas do campo

- Como resolver esses problemas?
- e como aproveitar todo esse recurso disponível para a sociedade ?
-para que a maldição (realmente) não se abata sobre nós!

CEPAS|USP

Dr. Ricardo Hirata
Vice-Diretor do CEPAS
Universidade de São Paulo
rhirata@usp.br
www.cepas-usp.org.br

CEPAS|USP