

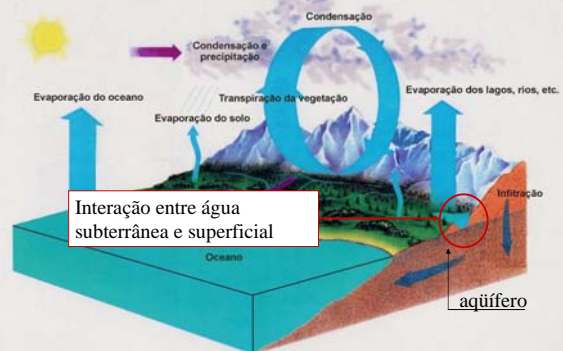
Gestão da Água: Integrando economia e sustentabilidade

Parte 1: Conceitos de gestão de aquíferos e rios

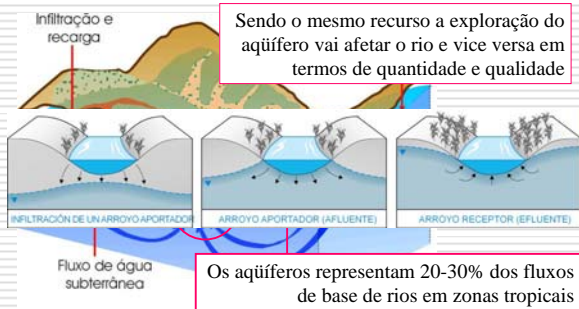


Dr Ricardo Hirata
LAMO: Laboratório de Modelos Físicos
Instituto de Geociências
Universidade de São Paulo

Vê-se que a interação águas superficiais e subterrâneas vai além da interação no próprio ciclo hidrológico



Importância das águas subterrâneas em corpos de águas superficiais e vice versa



Sendo o mesmo recurso a exploração do aquífero vai afetar o rio e vice versa em termos de quantidade e qualidade

Os aquíferos representam 20-30% dos fluxos de base de rios em zonas tropicais

USP - LAMO - laboratório de Modelos Físicos

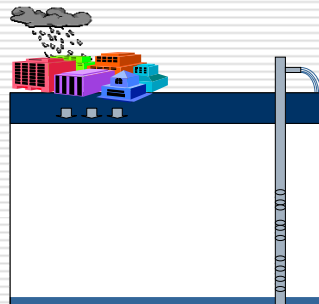
Contra o que queremos proteger o recurso hídrico subterrâneo?

- ❑ Problemas decorrentes do **desconhecimento** da hidrogeologia e suas capacidades reais
- ❑ Problemas de **superexploração** ou excesso de extração frente a capacidade do aquífero
- ❑ **Contaminação** de solos e água subterrânea degradando o recurso
- ❑ Perda de oportunidades de um uso mais **eficiente** (econômica e ecologicamente) dos recursos hídricos

USP - LAMO - laboratório de Modelos Físicos

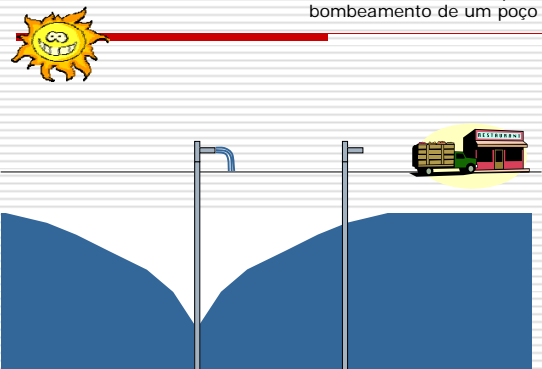
Superexploração ou quanto de água subterrânea podemos extrair de um aquífero de forma sustentável?

- ❑ A exploração de um aquífero de forma não controlada pode levar a dois problemas:
- ❑ **Exaustão do aquífero** pela retirada de água maior que a capacidade de recarga

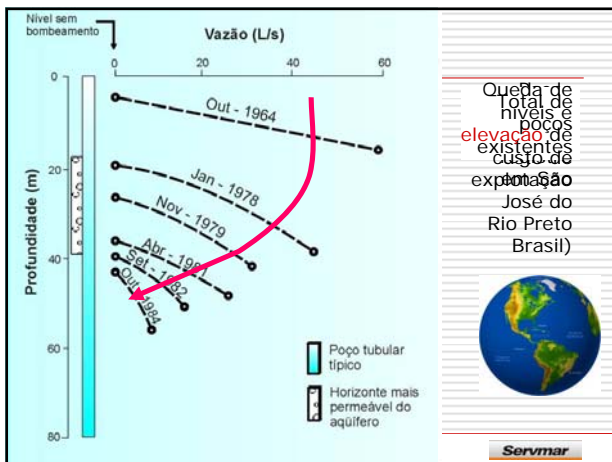
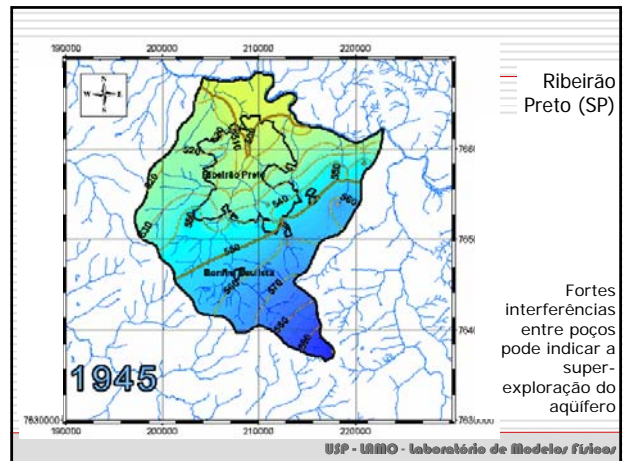
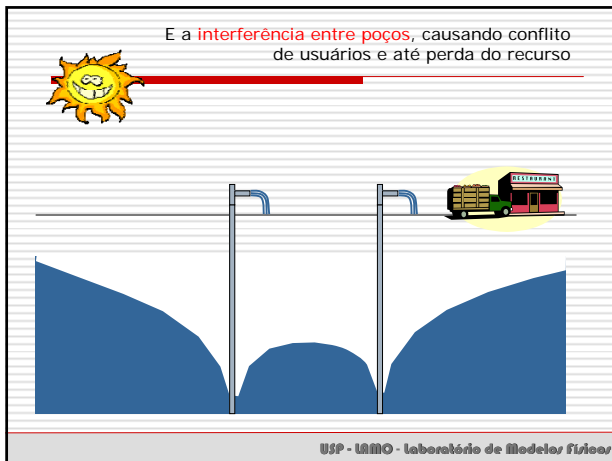


USP - LAMO - laboratório de Modelos Físicos

Rebaixamento causado pelo bombeamento de um poço



USP - LAMO - laboratório de Modelos Físicos



Contra o que queremos proteger o recurso hídrico subterrâneo?

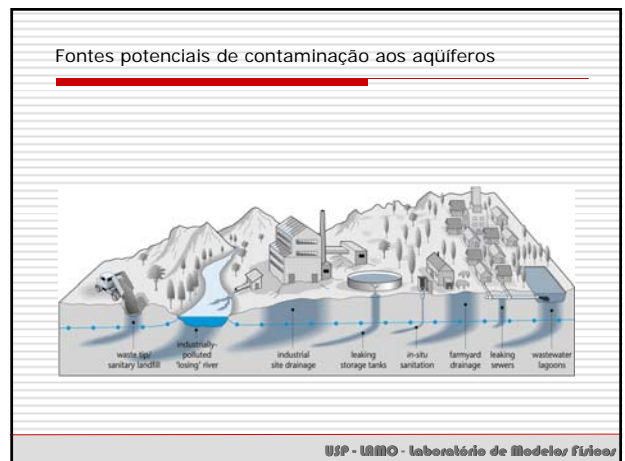
- Problemas decorrentes do **desconhecimento** da hidrogeologia e suas capacidades reais
- Problemas de **superexploração** ou excesso de extração frente a capacidade do aquífero
- Contaminação** de solos e água subterrânea degradando o recurso
- Perda de oportunidades de um uso mais **eficiente** (econômica e ecologicamente) dos recursos hídricos

USP - IANIGLA - laboratório de Modelos Físicos

Classificação de os problemas de qualidade do água subterrânea e seu abastecimento como água potável

Tipo de problema	Causa subjacente	Contaminante de interesse
Contaminação do aquífero	Proteção inadequada de aquíferos vulneráveis contra fontes potenciais de contaminação	Patógenos, NO ₃ , NH ₄ , Cl, SO ₄ , As, metais pesados, COD, Hidrocarbonetos aromáticos e halogenados, pesticidas
Contaminação da cabeça do poço	Construção/desenho inadequado do poço	Principalmente patogênicos
Intrusão salina	águas subterrâneas salgadas induzida, resultado de extração	Principalmente NaCl, e outros contaminantes antrópicos
Contaminação que ocorre naturalmente	Relacionado com a evolução química do água subterrânea e a solução de minerais	Principalmente Fe e F, a vezes MgSO ₄ , As, Mn, Se, Cr e outras espécies inorgânicas

USP - IANIGLA - laboratório de Modelos Físicos



Fontes potenciais de origem industrial

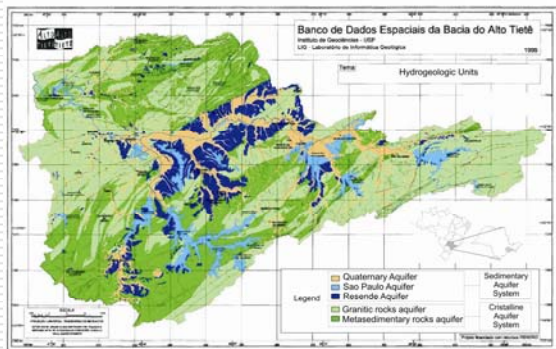


USP - UNMO - laboratório de Modelos físicos

Problema de contaminação: um exemplo em São Paulo



UNMO - laboratório de Modelos físicos



UNMO - laboratório de Modelos físicos



Imagen de satélite del área

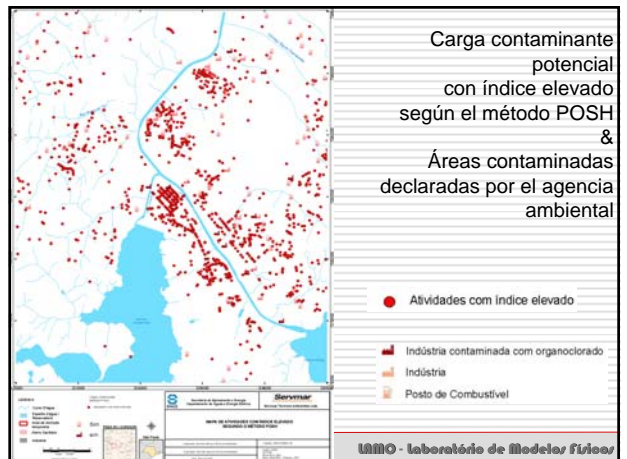
UNMO - laboratório de Modelos físicos

Uso del suelo



UNMO - laboratório de Modelos físicos

Carga contaminante potencial con índice elevado según el método POSH & Áreas contaminadas declaradas por el agencia ambiental

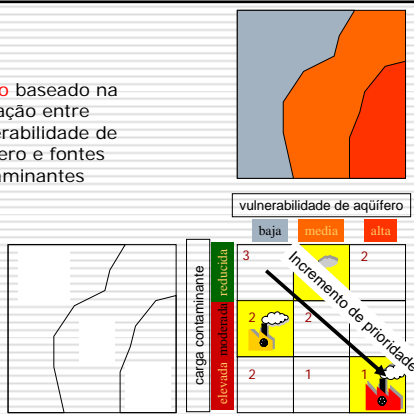


UNMO - laboratório de Modelos físicos

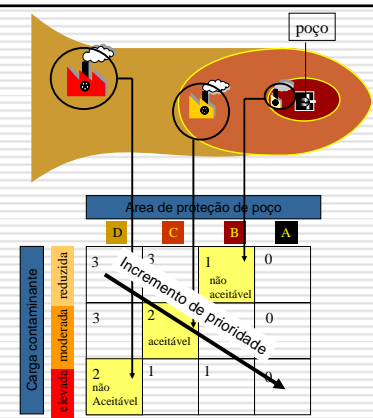
Alguém tem uma boa saída?



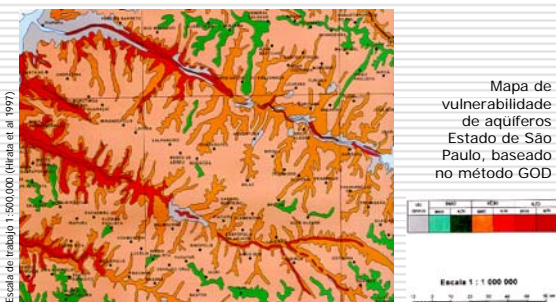
Perigo baseado na interação entre vulnerabilidade de aquífero e fontes contaminantes



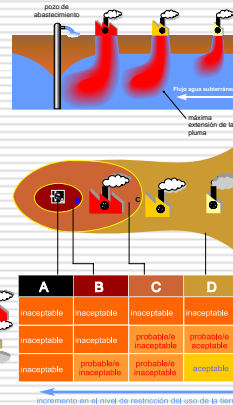
Perigo de contaminação baseado em área de proteção de poço e fontes e atividades contaminantes



Terceira boa moral da estória: tendo claras as limitações é possível obter um mapa confiável de vulnerabilidade de aquíferos frente à contaminação antrópica

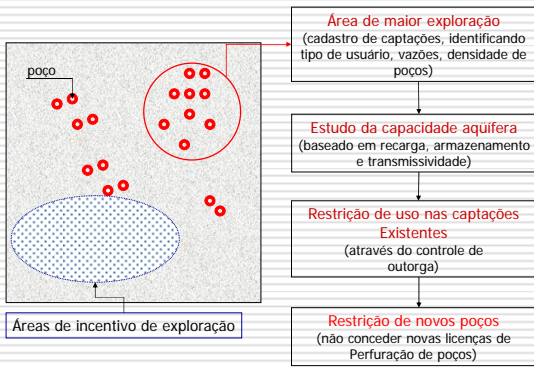


Conceito de perímetro de proteção de poço e o controle do uso da terra

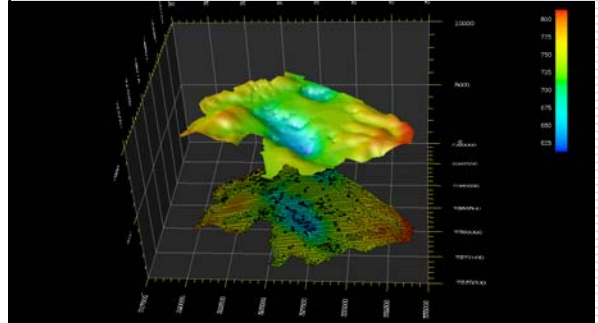


- (D) Área total de captura da fonte (área de recarga)
- (C) Áreas intermediárias (divisão baseada em tempo: 1; 5 ou 10 anos).
- (B) Área de proteção microbiológica (50 dias)
- (A) Área de cabeça do poço ou nascente (10m)

Como gerenciar a exploração de um aquífero?



MODELO NUMÉRICO DE FLUXO Cones de rebaixamento



Dr. Ricardo Hirata
Universidade de São Paulo
Banco Mundial - GWMATE
rhirata@usp.br