2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Dr. Joel Avruch Goldenfum
Professor Adjunto
IPH/UFRGS

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

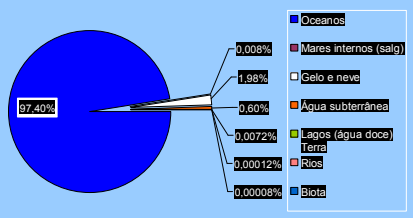
A Terra é Azul !

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Reservas Globais de Água

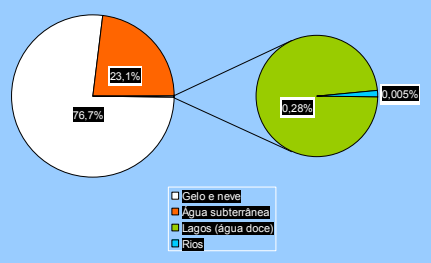


2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Reservas Continentais

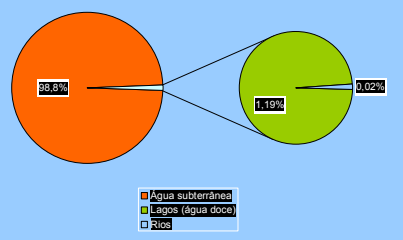


2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Reservas de Água Doce



2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Reservas Globais de Água

Ward and Robinson, 1990 – Principles of Hydrology

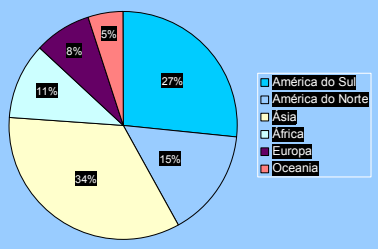
Reservatórios		Volume (x 10^{12} m^3)	% do Total
Oceanos		1.350.000	97,4
Terra	Mares internos (salg)	105	0,008
	Gelo e neve	27.500	1,98
	Água subterrânea	8.270	0,60
	Lagos (água doce)	100	0,007
	Rios	1,7	0,0001
	Biota	1,1	0,00008
	Total	35.871,7	2,6
Atmosfera		13,0	0,00094
TOTAL		1.385.976,7	-

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Distribuição da Água Doce



Brasil: 50% dos recursos da América do Sul (13% do total)

Amazônia: 70% dos recursos do Brasil (9% do total)

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Limitações para desenvolvimento

- ALEATORIEDADE
- Má distribuição espacial
- Má distribuição temporal
- Conflitos de Usos

RESTRICOES DE CONSUMO: ESCASSEZ

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Conservação da Água

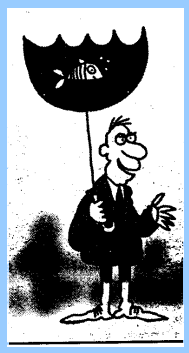
- 1958 - Conselho Econômico e Social das Nações Unidas: "a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior"
- Substituição de fontes
- Reuso de águas servidas
- Aproveitamento da água da chuva

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Conservação da Água



Fonte: ZH - Tacho

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Tipos de Reuso

- **Usos industriais e comerciais** - usos não potáveis:
  - climatização
  - resfriamento de maquinários,
  - lavagem industrial de roupas,
  - lavagem de veículos como carros, ônibus e caminhões,
  - limpeza industrial
- **uso urbano para fins potáveis:** praticamente inviável
  - Baixo custo da água nas cidades
  - custos e riscos muito elevados.

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Tipos de Reuso

- **uso urbano para fins não potáveis:**
  - descarga sanitária
  - reserva de proteção contra incêndios;
  - lavagem de veículos.
  - Lavagem de pisos e assoalhos
  - Irrigação
    - parques e jardins públicos,
    - centros esportivos,
    - campos de futebol,
    - gramados,
    - árvores e arbustos decorativos ao longo de ruas e rodovias,
    - áreas ajardinadas ao redor de edifícios públicos, residenciais e industriais;
  - sistemas decorativos aquáticos tais como fontes, chafarizes, espelhos e quedas d'água

2ª REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Tipos de Reuso

- **Usos agrícolas:**
  - culturas de alimentos não processados comercialmente (irrigação superficial de qualquer cultura alimentícia);
  - culturas de alimentos processados comercialmente (irrigação superficial de pomares e vinhas);
  - culturas não alimentícias (pastos, forragens, fibras e grãos);
  - dessedentação de animais.

2ª REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Tipos de Reuso

- **Reuso no Meio Ambiente:**
  - wetlands,
  - habitats naturais,
  - aumento do fluxo de água,
  - estabelecimentos recreacionais,
  - Contato acidental (pesca e canoagem),
  - contato integral com a água permitido,
  - represas e lagos, lagoas estéticas em que o contato com o público não é permitido

2ª REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Tipos de Reuso

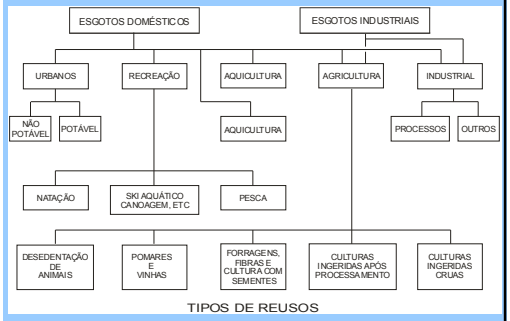
- **Recarga de Aqüíferos:**
  - aumento de disponibilidade e armazenamento de água,
  - controle de salinização em aqüíferos costeiros,
  - controle de subsidência de solos.
  - relevante em municípios abastecidos por água subterrânea onde a recarga natural de aqüíferos vem sendo reduzida

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Tipos de Reuso



Formas potenciais de reuso da água (Hespanhol, 2002)

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Parâmetros para Reuso

- **reuso de esgotos**
  - estabelecimento de um status legal para as águas servidas
  - delineação de um regime legal para a sua utilização
  - medidas para garantir os direitos dos usuários
  - regulação de seus usos

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Parâmetros para Reuso

- **normas brasileiras não abordam especificamente qualidade de água para reuso**
  - Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997):
    - necessidade de "assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos"
  - "Conferência Interparlamentar sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente" (1992)
    - recomendou que se reunissem esforços, em nível nacional, para "institucionalizar a reciclagem e reuso sempre que possível e promover o tratamento e a disposição de esgotos, de maneira a não poluir o meio ambiente".
  - Resolução CONAMA No. 357/2005
    - "Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências."

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Parâmetros para Reuso

- falta de norma específica
- possível e recomendável adoção dos critérios já previstos na Resolução CONAMA No. 357/2005 para a condição de qualidade da água e classes de usos.

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Aproveitamento da água da chuva

- Sistema de distribuição: água potável
- Certos usos não exigem água potável
  - descarga sanitária
  - lavagem de veículos.
  - Irrigação
  - ...
- Substituição de fontes:
  - Reuso de águas servidas
  - **Aproveitamento da água da chuva**
    - áreas de precipitação elevada durante boa parte do ano
    - áreas com escassez de abastecimento
    - áreas com alto custo de extração de água subterrânea

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Aproveitamento da água da chuva

- **Usos industriais e comerciais:** usos não potáveis
- **uso residenciais - fins potáveis:** praticamente inviável
- **uso residenciais-fins não potáveis**

2ª REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Aproveitamento da água da chuva

- simplicidade
- facilidade de manutenção e controle
- baixos custos iniciais
- pode ser aplicada com vantagens quando comparada com o sistema de reutilização de águas residuárias
- redução no consumo de água potável
- contribuição ao controle de cheias
- desvantagem: em tempos de estiagem diminui o volume de água coletado

2ª REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Aproveitamento da água da chuva

- Contaminação:
  - poeira e fuligem (se acumulam em telhados)
  - Matéria orgânica proveniente de resíduos vegetais e animais
  - pesticidas,
  - fertilizantes,
  - inseticidas
  - produtos químicos de origem médica ou industrial

2ª REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Aproveitamento da água da chuva

- normas brasileiras relativas à água não abordam qualidade de água de drenagem pluvial nem o seu reuso
- Adoção dos critérios previstos na Resolução No. 357/2005 para "usos menos exigentes" quanto à qualidade.
- Tratamento: simples e de baixo custo
  - Filtração
  - Desinfecção (cloração, UV, etc.)
  - Possibilidade de separação de "first flush" (lavagem)

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Sistemas de coleta e utilização da água da chuva

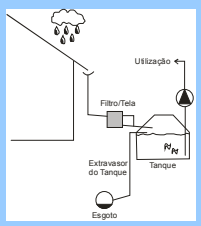
- Coleta:
  - telhados do edifício: vantagens com relação à qualidade da água,
  - áreas de trânsito freqüente de pessoas, animais e veículos automotores: desaconselhada;
- Armazenamento:
  - tanques de armazenagem (reserv ou cisternas).
  - excesso desviado para a rede de águas pluviais.
- Tratamento - depende da qualidade da água coletada e do seu destino final:
  - sedimentação natural,
  - filtração
  - Desinfecção (cloração ou outro).

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Sistemas de coleta e utilização da água da chuva



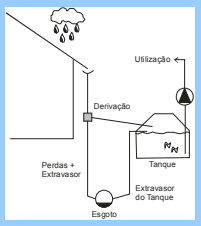
Sistema de fluxo total (Herrmann e Schmida, 1999).

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Sistemas de coleta e utilização da água da chuva



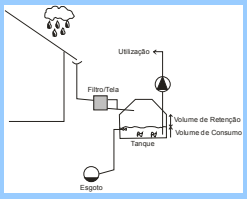
Sistema com derivação (Herrmann e Schmida, 1999).

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Sistemas de coleta e utilização da água da chuva



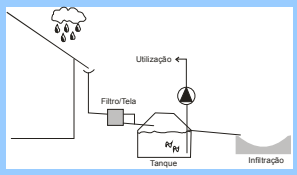
Sistema com volume de retenção(Herrmann e Schmida, 1999).

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Sistemas de coleta e utilização da água da chuva



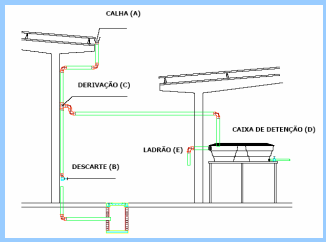
Sistema com infiltração (Herrmann e Schmida, 1999)

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Sistemas de coleta e utilização da água da chuva



Sistema com descarte do "first flush" (Valle et al., 2005)

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Sistemas de coleta e utilização da água da chuva

Cortesia: GC Engenharia

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Conclusões

- Carência do recurso água → conservação da água
- sistemas de reuso de águas residuárias e de aproveitamento da água da chuva podem ser alternativas viáveis
- Aplicações:
  - residenciais
  - Industriais
  - comerciais
  - Agrícolas
  - Ambientais
- Falta de legislação específica

2º REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Conclusões

- sistemas de aproveitamento da água da chuva podem ser adotados apresentando:
  - concepção simples,
  - baixos custos
  - boa eficiência econômica
- contribuem para a conservação da água:
  - redução do consumo de água potável
  - propiciam condições para um funcionamento mais eficiente dos sistemas de drenagem.
- importante efetuar esforços para:
  - incremento tanto dos estudos teóricos
  - estímulo para aumentar sua aplicação prática em regiões que enfrentam problemas de abastecimento de água.
- EDUCAÇÃO:
  - Técnicos
  - Administradores
  - População

2º REUNIÃO
REGIONAL DA
SBPC/RS
"A Escola faz Ciência"

REUSO DE ÁGUAS
RESIDUÁRIAS E
REAPROVEITAMENTO
DA ÁGUA DA CHUVA

Joel A. Goldenfum

Obrigado !!

joel@iph.ufrgs.br
joel@pesquisador.cnpq.br

http://www.iph.ufrgs.br