

PHA 3001 – Engenharia e Meio Ambiente

Aula 4: Conservação e Reúso de Água

Prof. Mierzwa

Prof. Amarilis

Prof. Joaquin

Usos da água na indústria

- Considerando a área de atuação do engenheiro de materiais e metalurgia **que atividades podem necessitar uso intensivo da água e de que maneira seria possível racionalizar o uso desse recurso natural?**
- **Pesquisem após a aula ????**

Os Problemas da Atualidade

- A demanda excessiva gera problemas de escassez de água:
 - Necessidade de buscar **mananciais cada vez mais distantes**;
 - Os recursos disponíveis são comprometidos pelo lançamento de **esgotos domésticos e efluentes industriais**;
 - **Riscos potenciais à população** em decorrência do uso de água de mananciais degradados.

Poluição da Água

- Efluentes de **origem doméstica**:
 - Problemas relacionados à diminuição da concentração de oxigênio nos corpos d'água e substâncias nutrientes.
- Efluentes de **origem industrial**:
 - Problemas relacionados aos mais variados tipos de substâncias.
- Acidentes ambientais podem agravar o problema.

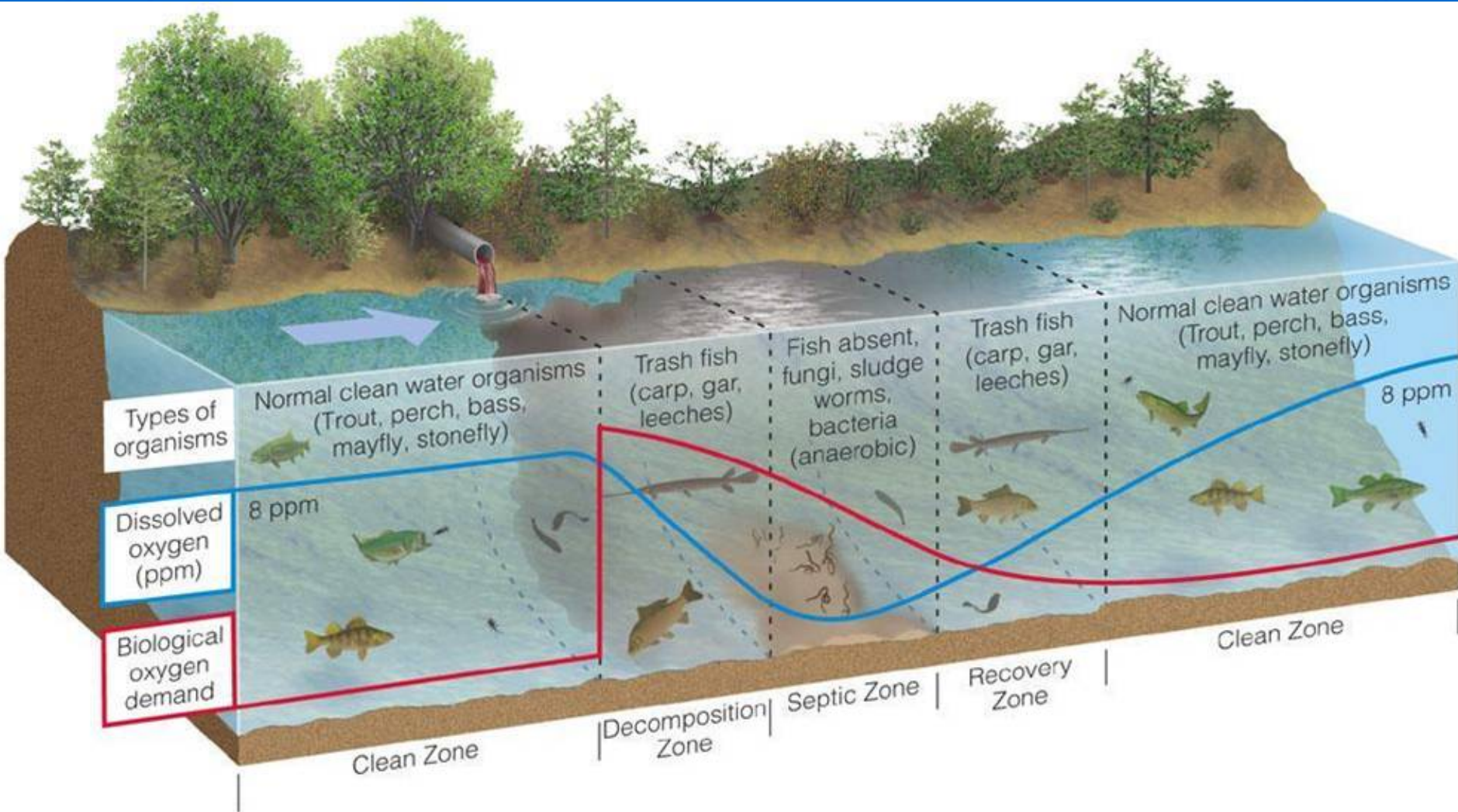
Comportamento dos Poluentes no Meio Aquático

Efluentes de origem doméstica:

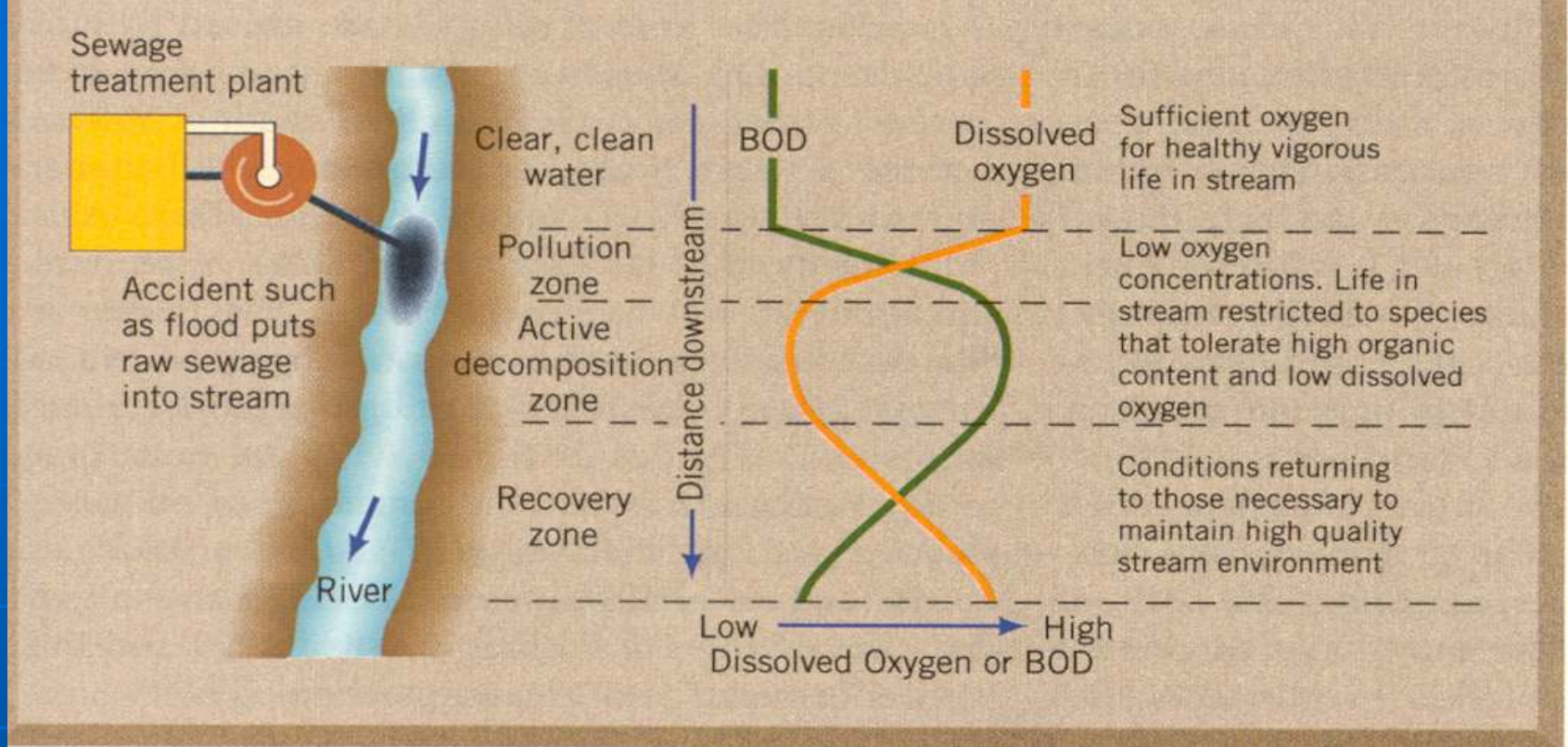
- Nos corpos d'água **os poluentes** são submetidos a diversos mecanismos **físicos, químicos e biológicos**;
- Estes mecanismos alteram o comportamento dos poluentes e suas respectivas concentrações:
 - Diluição e ação hidrodinâmica;
 - Ação de microrganismos;
 - Ação da gravidade, incidência de luz e temperatura.

Fatores que Afetam o Comportamento dos Poluentes Efluentes de origem doméstica:

- Ação dos Microrganismos:
 - Podem **reduzir a concentração de contaminantes biodegradáveis**, processo conhecido como autodepuração:
- A autodepuração contempla as seguintes etapas:
 - Primeira → **Decomposição da matéria orgânica**, que é quantificada por meio da Demanda Bioquímica de Oxigênio (**DBO**);
 - Segunda → **Recuperação do oxigênio dissolvido** ou reaeração.



<http://guiaecologico.files.wordpress.com/2011/07/imagem1.jpg>



Zona de água limpa → região imediatamente acima do ponto de despejo;

Zona de degradação → que vai do ponto de lançamento até a zona de decomposição ativa;

Zona de decomposição ativa → é a região com maior intensidade micro biológica, maior intensidade no consumo de oxigênio;

Zona de recuperação → a matéria orgânica foi quase que completamente degradada e o corpo d'água começa a recuperar o nível de oxigênio;

Zona de águas limpas → região na qual não há mais interferência do despejo na qualidade da água.

Estratégias para Minimização de Conflitos

Estratégias para Minimização de Conflitos

- Desenvolvimentos de políticas para o gerenciamento dos recursos hídricos:
 - Gestão participativa por meio dos Comitês de Bacias;
 - A água é um recurso natural dotado de valor econômico;
 - Introdução do conceito de usuário pagador.
- Racionalização do uso da água:
 - Desenvolver hábitos, projetos, produtos e processos que possibilitem otimizar o uso da água.
- Reúso da água;
- Aproveitamento de água de chuva.

Estratégias para Minimização de Conflitos

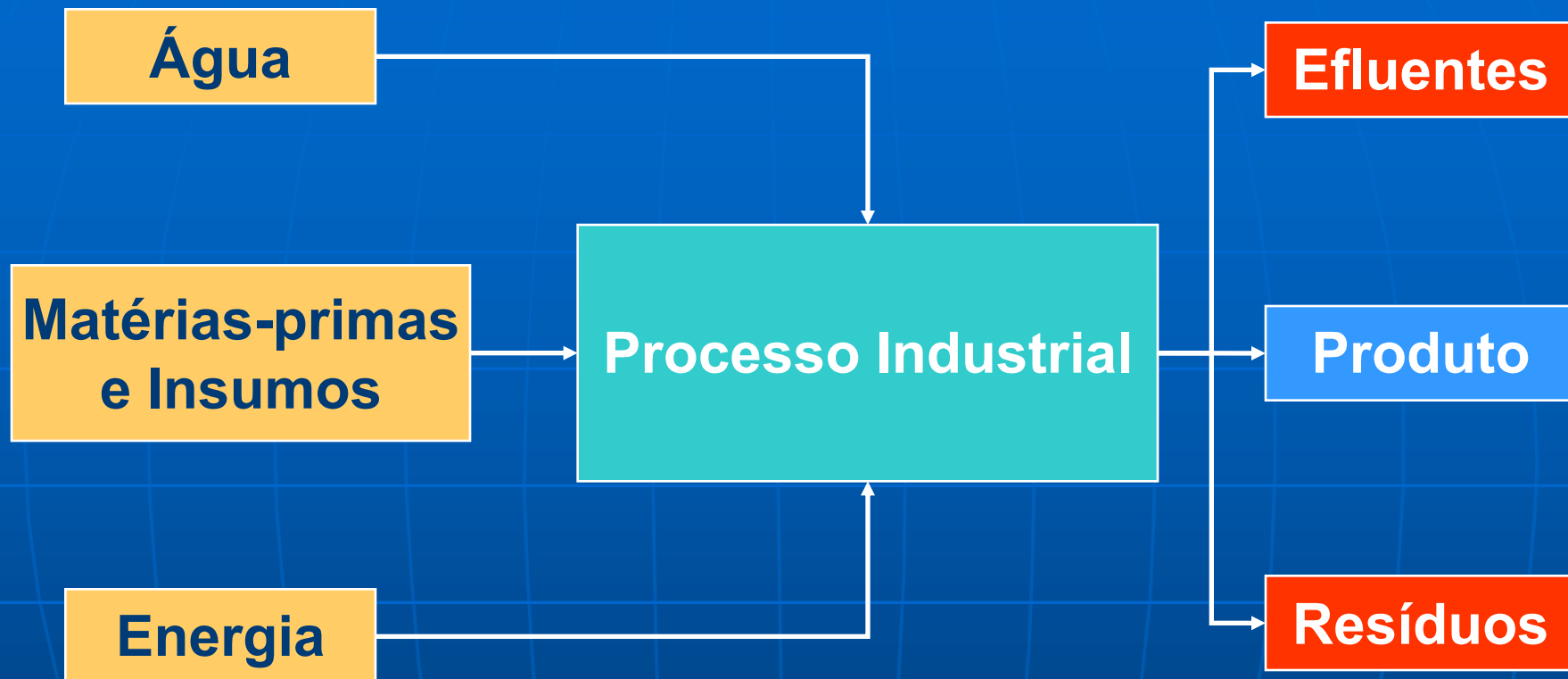
- Racionalização do uso da água

Racionalização do Uso da Água

- Está entre os princípios básicos do desenvolvimento sustentável;
- Requer a mudança de hábitos e costumes;
- Pode ser aplicada a qualquer atividade humana;
- Nas residências e estabelecimentos comerciais:
 - Programas de conscientização;
 - Minimização de desperdícios;
 - Utilização de dispositivos mais eficientes.

Racionalização do Uso da Água na Indústria

- Exige uma avaliação mais completa dos processos produtivos;
- Deve haver uma integração entre o processo principal e os auxiliares;
- Pode requerer a mudança de procedimentos operacionais;
- Implica na busca de novas tecnologias e métodos produtivos.



Representação Simplificada de um Sistema Produtivo

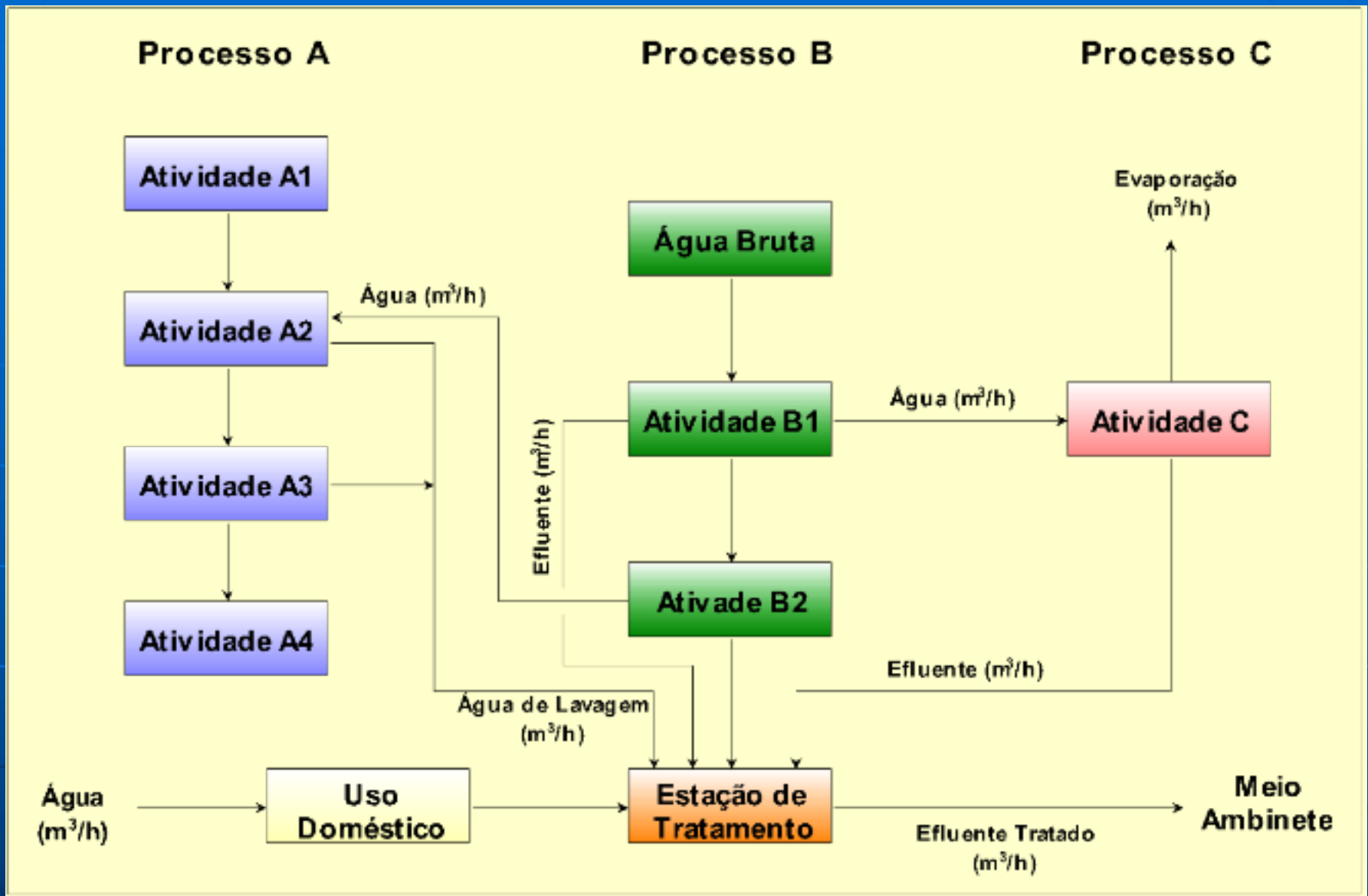


Diagrama de blocos para indicação dos fluxos de água e efluentes em uma unidade industrial.

Operações com Grande Potencial para Redução do Consumo de Água

- Processos de lavagens equipamentos e componentes;
- Produção de água com elevado grau de pureza.
- Processos nos quais a água é utilizada apenas como um composto intermediário ou auxiliar;
- Operações de troca térmica.

Ganhos com a Redução do Consumo de Água pela Otimização do Uso

- Produtividade → 76 horas/mês
- Redução do Consumo na Área → 34,2 %
- Redução na Captação de Água → 9,3 %
- Redução no consumo de energia → não computado.

**Resultados
Obtidos com o
Controle
Automático da
Operação de
Lavagem**

Mês	Eficiência de Redução (%)					
	Reator 40		Tanque 41		Tanque	
	Água	Tempo	Água	Tempo	Água	Tempo
Janeiro	74,1	86,2	83,9	89,4	81,6	86,2
Fevereiro	62,6	81,6	74,7	83,4	69,0	74,7
Março	61,9	77,7	70,1	79,2	66,3	70,1
Abril	69,4	84,9	75,0	83,1	89,4	90,0
Maio	66,0	84,4	76,9	84,0	71,3	76,9
Média	66,8	83,0	76,1	83,8	75,5	83,0

Estratégias para Minimização de Conflitos

- Reúso da água

Reúso da Água

- É uma alternativa para redução dos problemas associados à escassez de água;
- Muitas aplicações toleram o uso de água com menor grau de qualidade;
- Uso de efluentes tratados e águas servidas para fins não potáveis;
- É uma opção que deve ser avaliada criteriosamente pois....

Condições para o Reúso

- As características do efluente disponível devem ser **compatíveis com os requisitos de qualidade exigidos**;
- Deve-se considerar a **elevação da concentração de contaminantes** durante o reúso;
- Depende da elaboração de um **balanço hídrico** na indústria.

Viabilização da Prática de Reúso

- Identificação de atividades para implantar o reúso;
- Necessidade de avaliação detalhada dos processos desenvolvidos;
- Compatibilidade da qualidade:
 - Efluente disponível;
 - Requisitos exigidos para uso.
- Determinar a variação da concentração dos contaminantes com a implantação do reúso.

Reúso de Água na RMSP

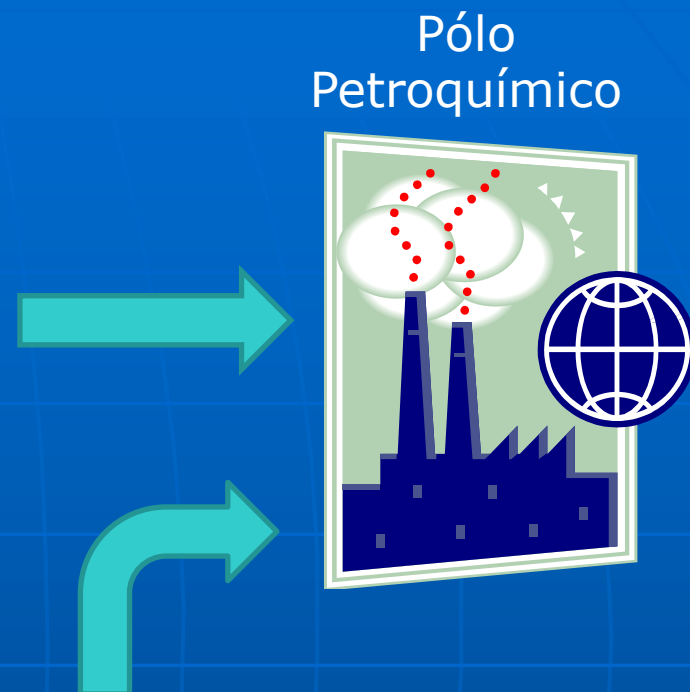
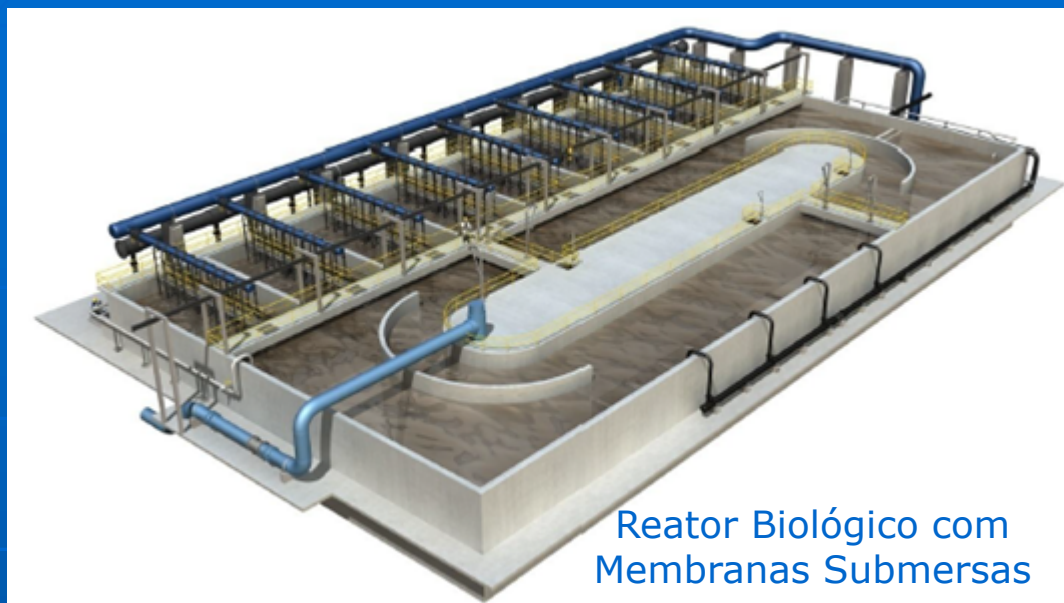
Reúso de água na RMSP

- Projeto Aquapolo;
- Reúso de água a partir de esgotos;
- Abastecimento do Pólo Petroquímico de CAPUAVA;
- Capacidade de produção de água de reúso
→ 1,0 m³/s;
- Tecnologia utilizada: Reator biológico com membrana submersa.

Projeto Aquapolo

- Produz água industrial a partir do esgoto tratado do sistema ABC para 10 clientes do Polo Petroquímico de Capuava.
- Braskem Unib 3 Especialidade, Braskem Unib 3 e Polibutenos, Braskem PE 7, Braskem PP4, White Martins Capuava, White Martins Mauá, Oxicap, Oxitenor Petroquímica, Cabot e Oxitenor Química
- A água industrial é aplicada em torres de resfriamento e reposição de água de caldeira para geração de energia.
- Indústrias petroquímicas são abastecidas com água industrial de elevada qualidade a custo inferior;
- população da Região do ABC tem maior disponibilidade de água, devido à utilização da água industrial produzida pelo Aquapolo em substituição à água potável;

Com a água de industrial proveniente do Aquapolo, haverá uma redução de poluentes lançados pelo Polo Petroquímico ao Rio Tamanduateí



Projeto
AQUAPOLO

A large teal arrow points from the MBR tank towards the text.



Estratégias para Minimização de Conflitos

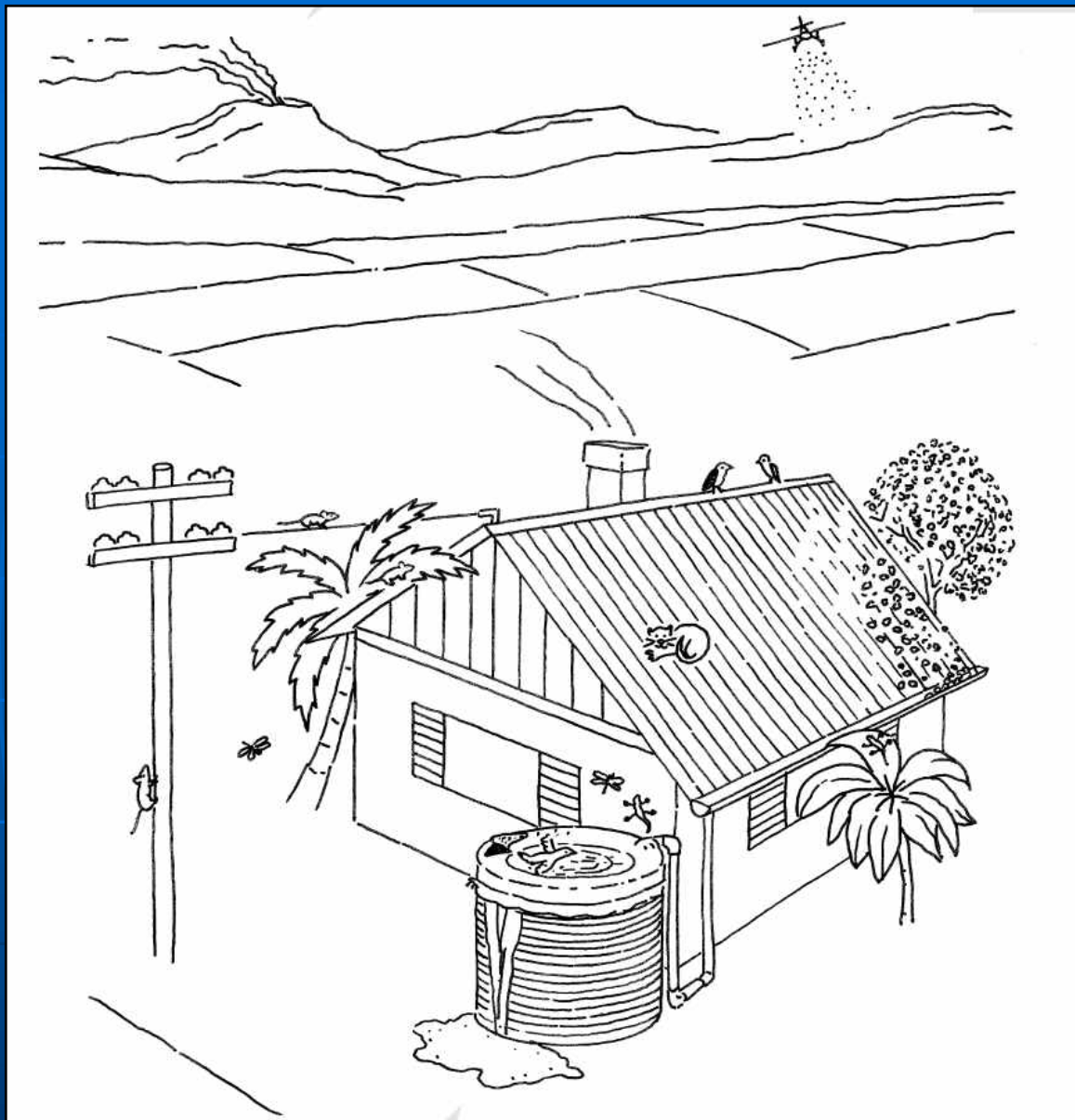
- Aproveitamento de água de chuva

Conceitos básicos

- É uma prática antiga, que tem sido retomada na atualidade:
 - Inexistência de outra fonte disponível;
 - Preocupação com o problema de escassez de água;
 - Qualidade inerente da água de chuva;
 - Baixo custo para aproveitamento.
- Pode ser coletada de qualquer superfície impermeável.

Conceitos básicos (cont.)

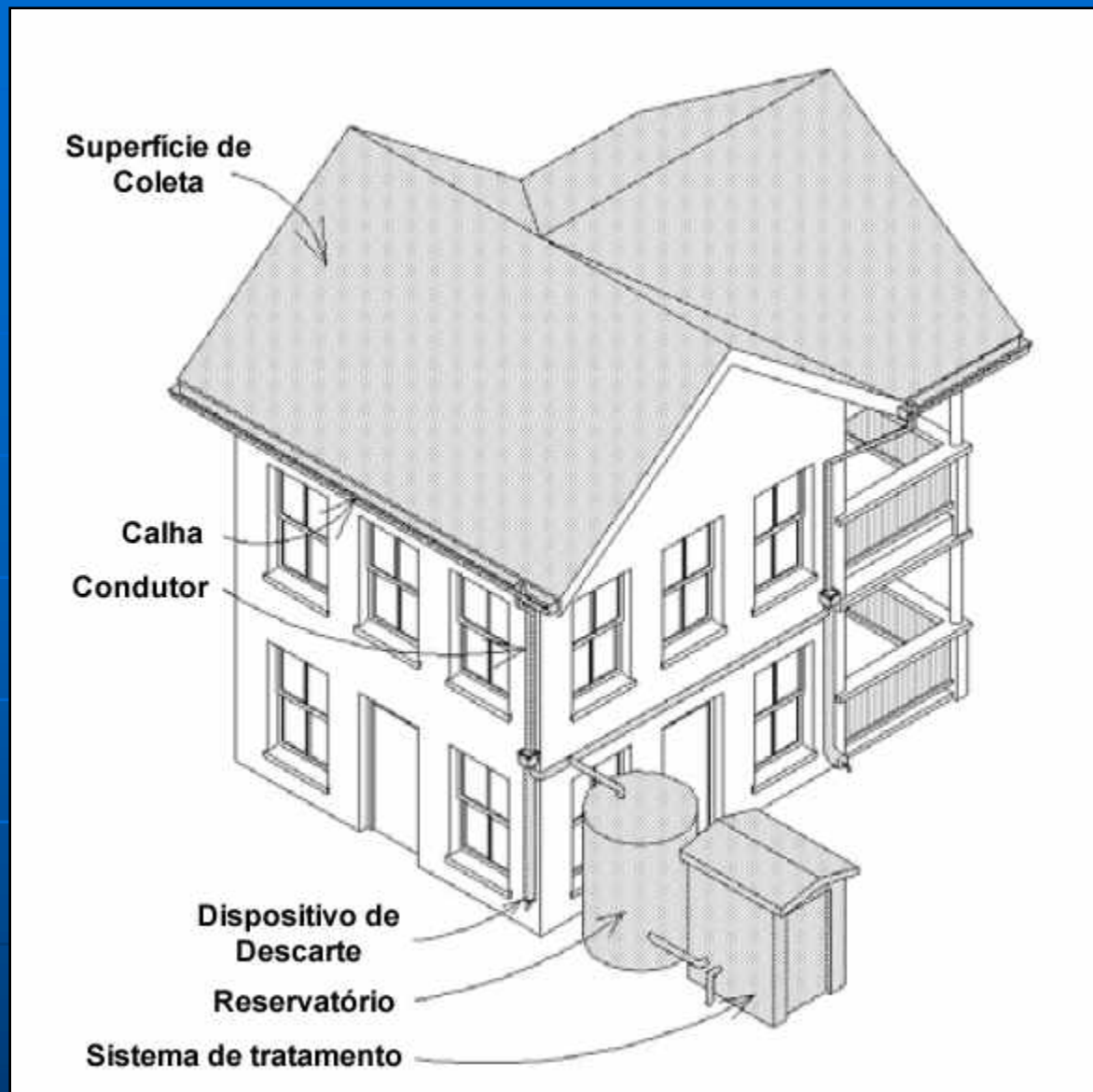
- A qualidade final da água depende:
 - Das atividades desenvolvidas no entorno da área de captação;
 - Do tipo de superfície onde será feita a coleta;
 - Dos procedimentos de coleta utilizados;
 - Da estrutura de armazenagem utilizada;
 - Da utilização ou não de sistemas de tratamento.



Interferência na qualidade da água de chuva

Uso da água de chuva

- Não há, legalmente, restrição quanto ao uso da água de chuva;
- Fins potáveis:
 - Regiões onde não existe sistema de distribuição de água potável.
- Fins não potáveis:
 - Áreas urbanas dotadas de sistemas de distribuição de água potável;
 - Usos industriais.



Componentes do sistema de aproveitamento de água de chuva

Considerações Finais

Opções para a Gestão dos Recursos Hídricos e do Saneamento

- ▶ Políticas de **gerenciamento integrado** dos recursos hídricos:
 - ▶ Lei Estadual (SP) 7.663/1991 e Lei Federal 9.433/1997.
- ▶ **Uso Racional** da Água:
 - ▶ Equipamentos economizadores;
 - ▶ Melhoria dos processos produtivos;
 - ▶ Redução da perdas em sistemas de produção e distribuição.
- ▶ **Aprimoramento dos processos de tratamento** de água e efluentes;
- ▶ **Reciclagem (Conservação) e reúso** da água.

Considerações Finais

- ④ A escassez de água (disponibilidade hídrica), na atualidade, é o principal problema no planejamento e gestão de recursos hídricos;
- ④ Sempre se deve considerar opções de conservação e reúso de água na área industrial;
- ④ Estes conceitos devem ser integrados à **novos projetos de engenharia e instalações já existentes**;
- ④ A prática de reúso é benéfica mas deve ser avaliada com critério

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
15527

Primeira edição
24.09.2007

Válida a partir de
24.10.2007

Água de chuva — Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis — Requisitos

*Rainwater — Catchment of roofs in urban areas for non-potable
purposes — Requirements*

CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA

Manual de Orientações
para o Setor Industrial

FIESP
CIESP

Volume 1

MANUAL DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

Conservação e Reúso da água em Edificações

The image shows the exterior of a two-story white building with large windows and a central entrance. A large, stylized blue logo is visible on the right side of the building. The text "CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA EM REÚSO DE ÁGUA" is mounted on the upper part of the facade. In the foreground, there are green plants and a small cactus.

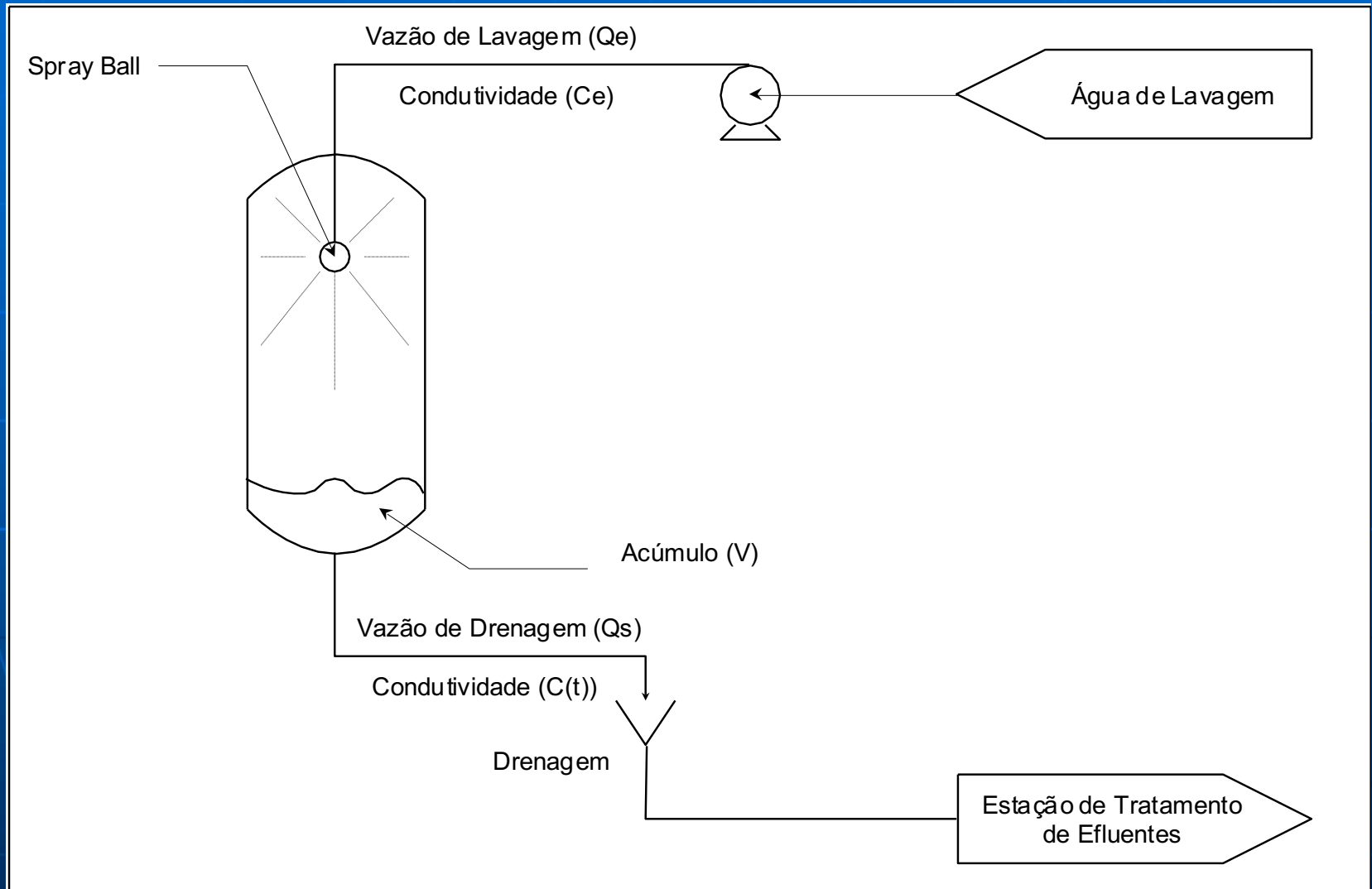
**CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA
EM REÚSO DE ÁGUA**

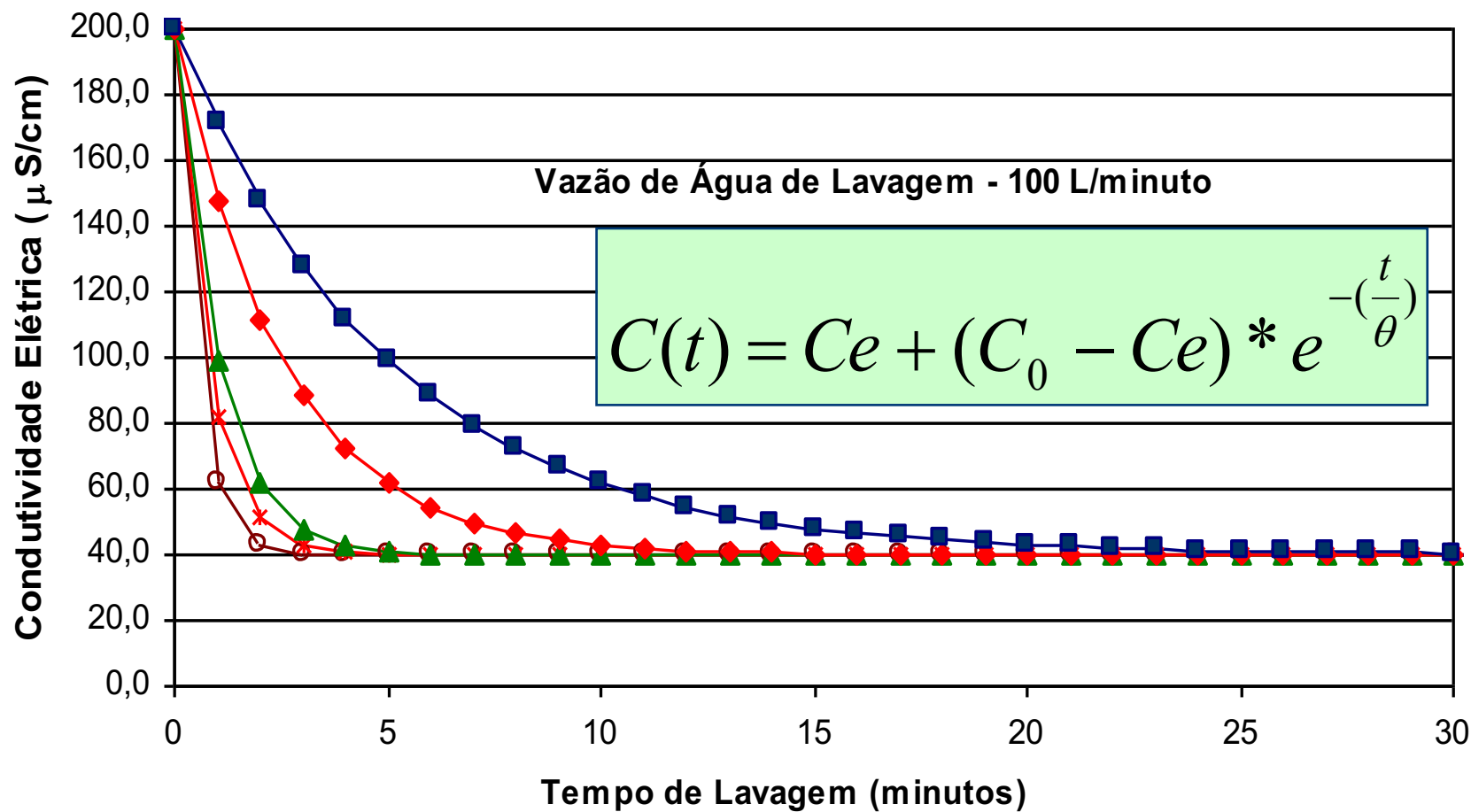
www.usp.br/cirra

Estratégias para Minimização de Conflitos

- Desenvolvimentos de políticas para o gerenciamento dos recursos hídricos:
 - Gestão participativa por meio dos Comitês de Bacias;
 - A água é um recurso natural dotado de valor econômico;
 - Introdução do conceito de usuário pagador.
- Racionalização do uso da água:
 - Desenvolver hábitos, projetos, produtos e processos que possibilitem otimizar o uso da água.
- Reúso da água;
- Aproveitamento de água de chuva.

Otimização do Uso da Água nas Operações de Lavagem





—○— 0,5 minutos —*— 0,75 minutos —▲— 1 minuto —◆— 2,5 minutos —■— 5 minutos

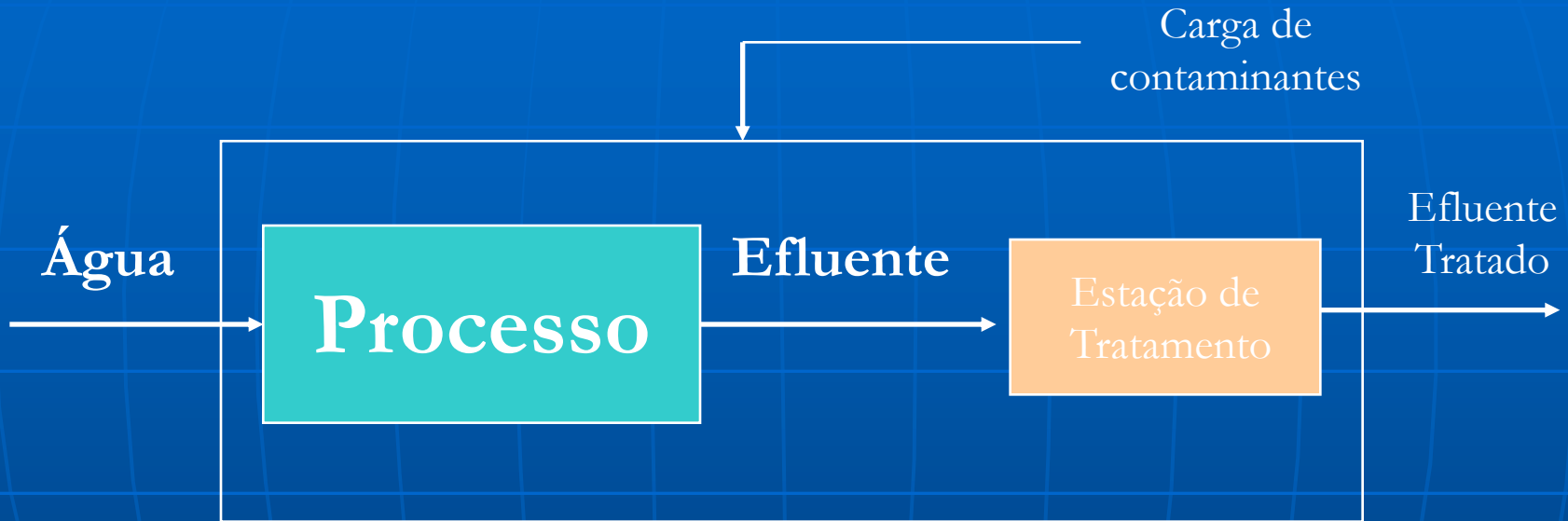
Técnicas de Tratamento de Água e Efluentes

Técnica de Tratamento	Classes de Compostos					
	Sólidos Dissolvidos Ionizáveis	Gases Dissolvidos Ionizáveis	Compostos Orgânicos Dissolvidos	Particulados	Bactérias e Vírus	Endotoxinas
Evaporação	E / B ^a	NE	B	E	E	E
Deionização, Eletrodialise e Eletrodeionização	E	E	NE	NE	NE	NE
Osmose Reversa	B ^b	NE	B	E	E	E
Carvão Ativado	NE	NE ^c	E / B ^d	NE	NE	NE
Desinfecção com radiação ultravioleta	NE	NE	NE ^e	NE	B ^f	NE
Filtração em meio granular ou poroso	NE	NE	NE	E	NE	NE
Microfiltração	NE	NE	NE	E	NE	NE
Ultrafiltração	NE	NE	NE	E	E	NE
Oxidação ou Redução Química g e h	B	B	B	NE	B	E ⁱ
Abrandamento	B ^j	NE	NE	B	NE	NE
Coagulação, floculação e sedimentação	NE	NE	NE	E	NE	NE

Exemplo para Determinação do Potencial de Reúso Direto de Efluentes Tratados

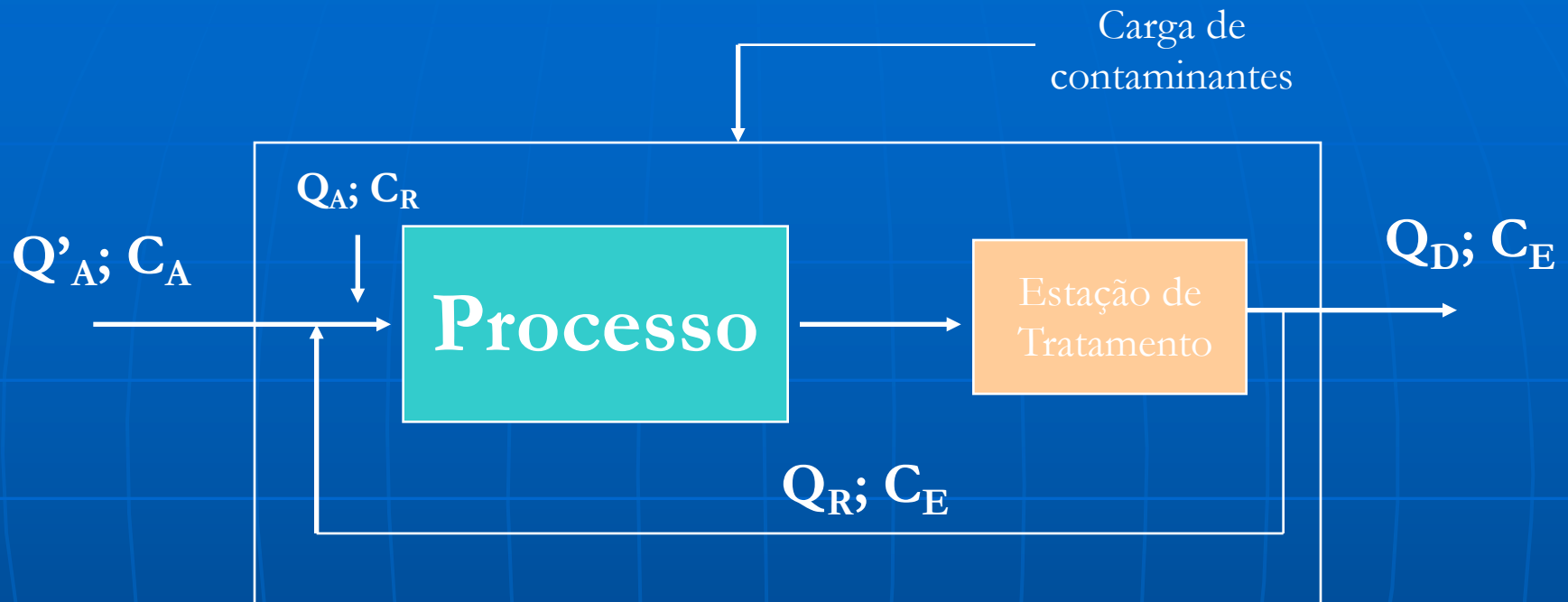


Determinação da carga de contaminantes introduzida no sistema

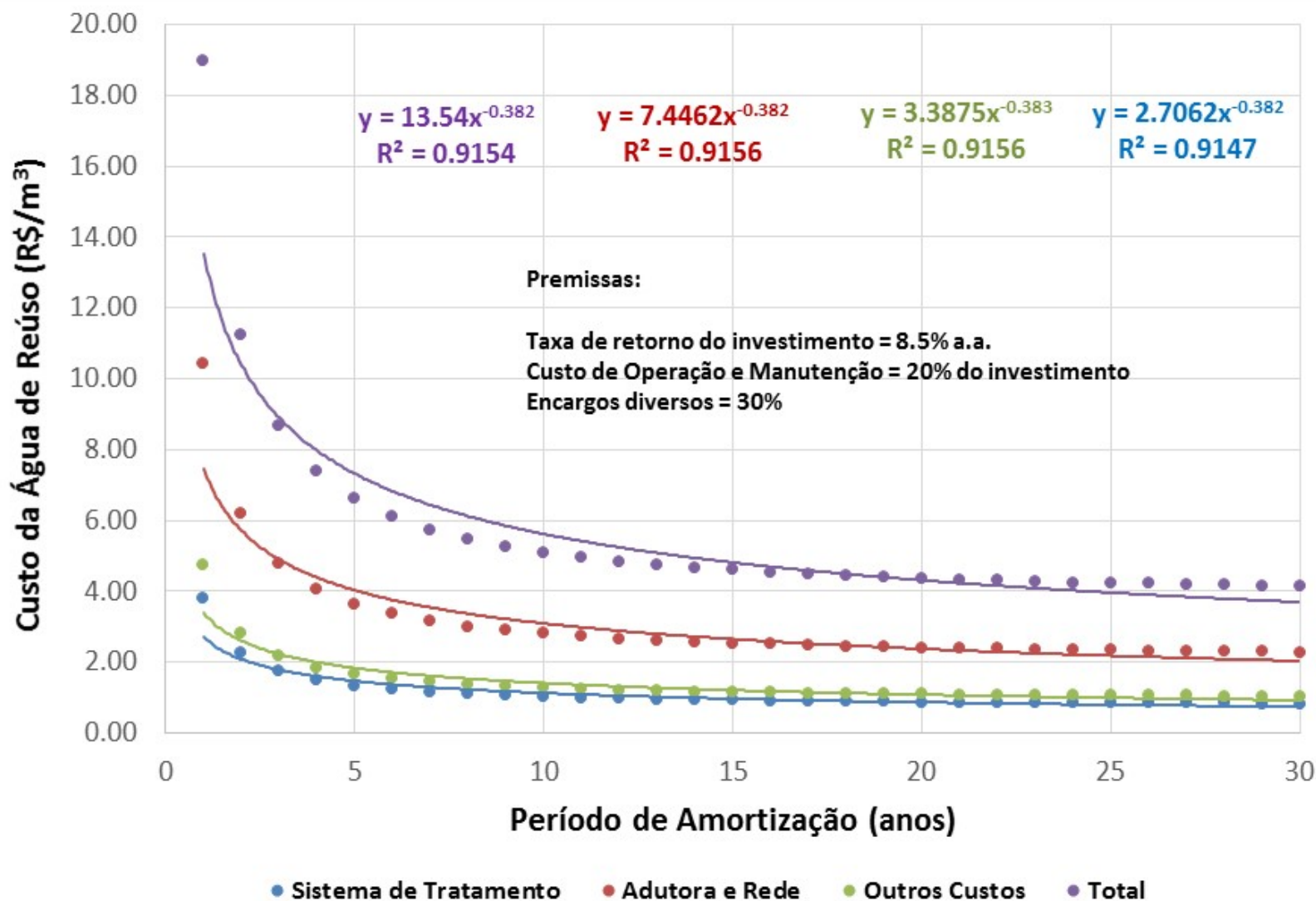


- Quantidade que entra = Quantidade que sai;
- $Q_{\text{água}} * C_{\text{água}} + \text{Carga de Contaminantes} = Q_{\text{efluente}} * C_{\text{efluente}}$

Arranjo do sistema com reúso



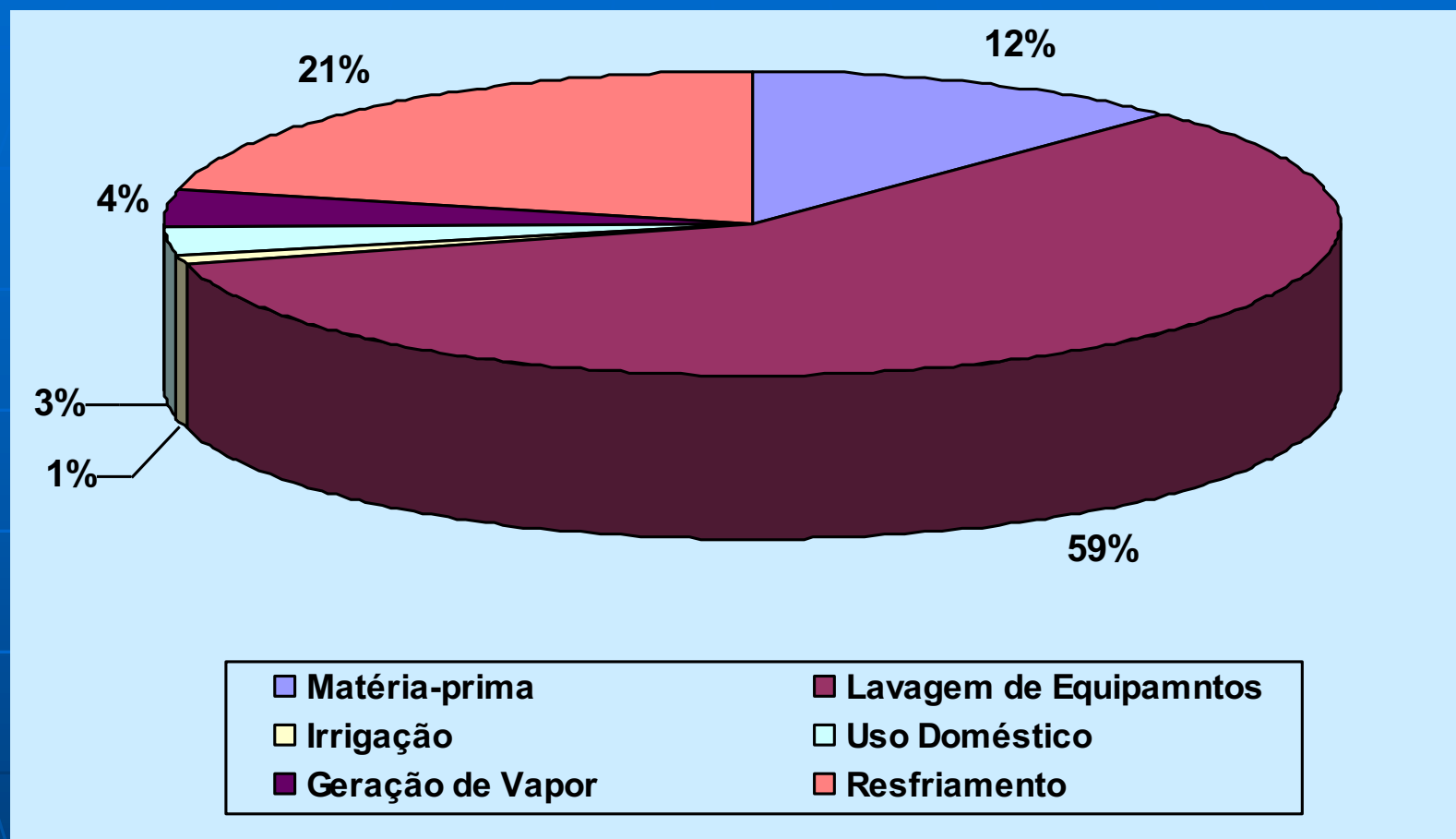
$$C_E = C_A + \frac{C \text{ arg } a}{Q_A(1 - \%R)}$$
$$C_R = C_A + \%R(C_E - C_A)$$



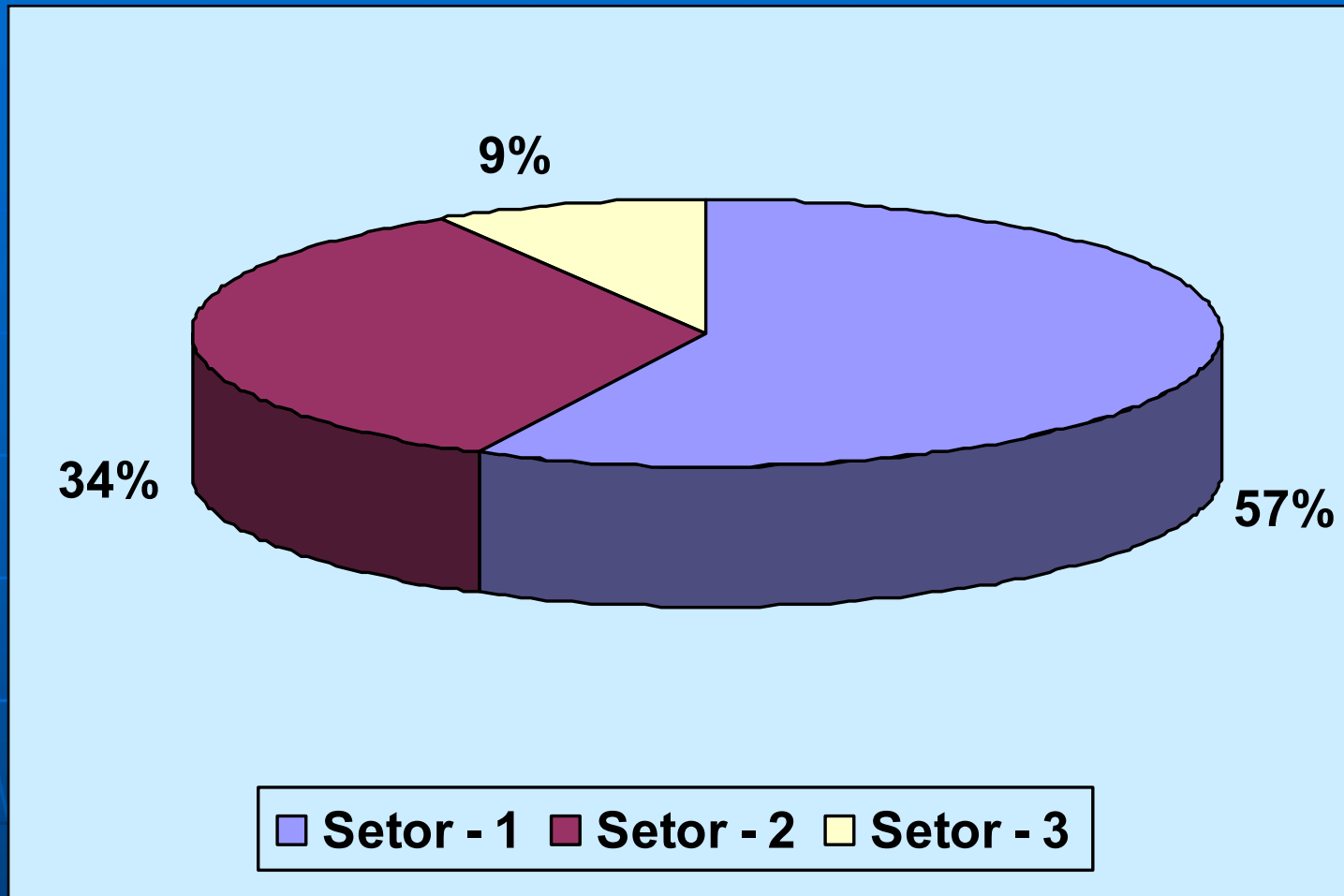
Estimativa do custo de produção da Água de Reúso no AQUAPOLO
<http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia.php?id=210298>

Exemplo da distribuição do consumo de água nas categorias de uso por setor

Categoria de Uso	Setor	Demanda (volume/tempo)
Lavagem de equipamentos	Setor 1	Demanda CLS-1
	Setor 2	Demanda CLS-2
	Setor 3	Demanda CLS-3
Resfriamento	Setor 2	Demanda CRS-2
	Setor 3	Demanda CRS-3
Geração de vapor	Setor 1	Demanda CGS-1



Exemplo de um gráfico de distribuição de consumo de água por categoria de uso.



Exemplo de um gráfico de distribuição de consumo de água de resfriamento por setor industrial

Resultados Obtidos com o Controle Automático da Operação de Lavagem

Mês	Eficiência de Redução (%)					
	Reator 40		Tanque 41		Tanque 42	
	Água	Tempo	Água	Tempo	Água	Tempo
Janeiro	74,1	86,2	83,9	89,4	81,6	88,1
Fevereiro	62,6	81,6	74,7	83,4	69,0	79,1
Março	61,9	77,7	70,1	79,2	66,3	76,0
Abril	69,4	84,9	75,0	83,1	89,4	93,4
Maio	66,0	84,4	76,9	84,0	71,3	79,5
Média	66,8	83,0	76,1	83,8	75,5	83,2

Como Viabilizar o Reúso

- Avaliação das atividades onde se utiliza água e há geração de efluentes;
- Verificação da compatibilidade entre efluentes e requisitos de processos;
- Identificação das atividades com maior potencial para a aplicação da prática de reúso;
- Deve-se considerar a elevação da concentração de contaminantes durante o reúso.

serviços ecossistêmicos ou ambientais

*Processos do ecossistema que suportam
(direta ou indiretamente) a qualidade de
vida humana.*

(Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

*Bens e serviços que representam **os**
benefícios para populações humanas e
que derivam, **direta ou indiretamente**,
das **funções do ecossistema**.*

*(Costanza et al. 1997; de Groot et al. 2000;
MEA, 2005)*

Serviços ecossistêmicos

Serviços de provisão

São aqueles relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover bens.

- alimentos (frutos, raízes, pescado, caça, mel)
- matéria-prima para a geração de energia (lenha, carvão, resíduos, óleos)
- fibras (madeiras, cordas, têxteis)
- fitofármacos
- recursos genéticos e bioquímicos
- plantas ornamentais
- água

Serviços reguladores

São os benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais que sustentam a vida humana.

- purificação do ar
- regulação do clima
- purificação e regulação dos ciclos da água
- controle de enchentes e de erosão
- tratamento de resíduos
- controle de pragas e doenças

Serviços culturais

Estão relacionados com a importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreacionais, educacionais, estéticos, espirituais

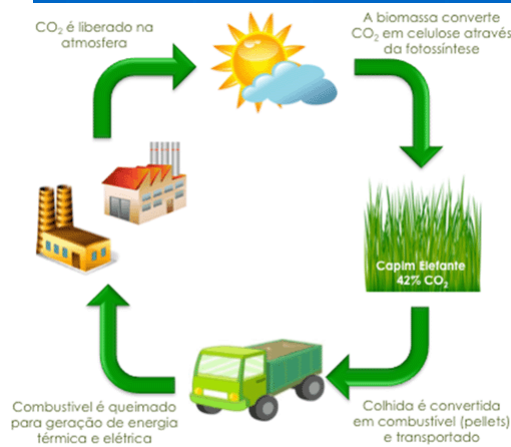
- inspiração para a cultura, arte e para experiências espirituais
- populações rurais e particularmente as tradicionais, como caiçaras, indígenas, quilombolas e caboclos, têm sua cultura, crenças e modo de vida associados aos serviços culturais de ecossistemas nativos

Serviços de suporte

São os processos naturais necessários para que os outros serviços existam

- ciclagem de nutrientes
- produção primária
- formação de solos
- polinização
- dispersão de sementes

6 Plantas Purificadoras de Ar



Biomassa para energia

<http://www.rubenspereirajr.com.br/2014/03/energia-limpa-solucao-para-o-maranhao.html>



fitofármacos

estampas.com/revistas/estampas-tematica/111203/fitofarmacos-salud-infantil

Purificação de ar

<http://www.painelflorestal.com.br/noticias/pesquisa-desenvolvimento/conheca-as-10-plantas-que-ajudam-a-purificar-o-ar>



<http://info.opersan.com.br/mataciliareaprotecaodasaguas>

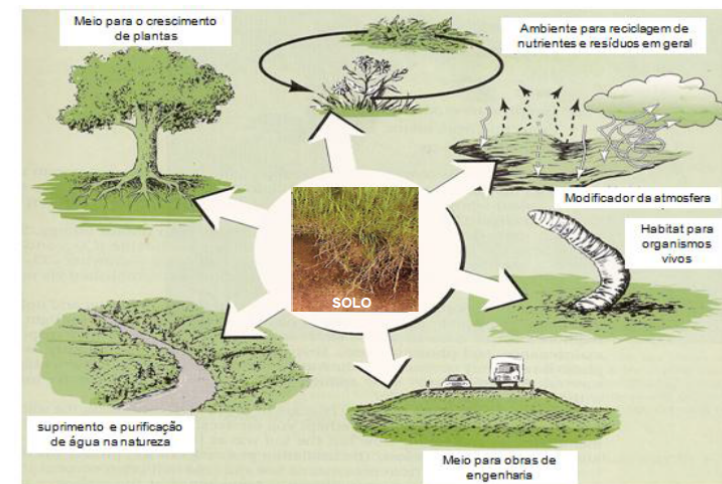
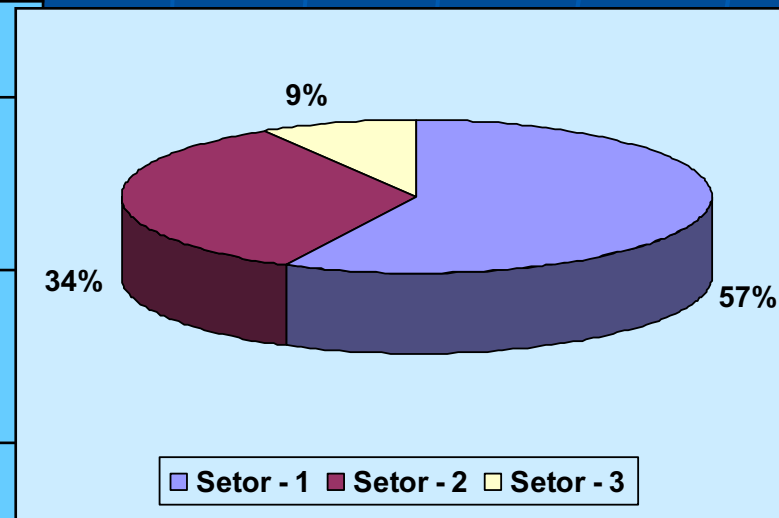
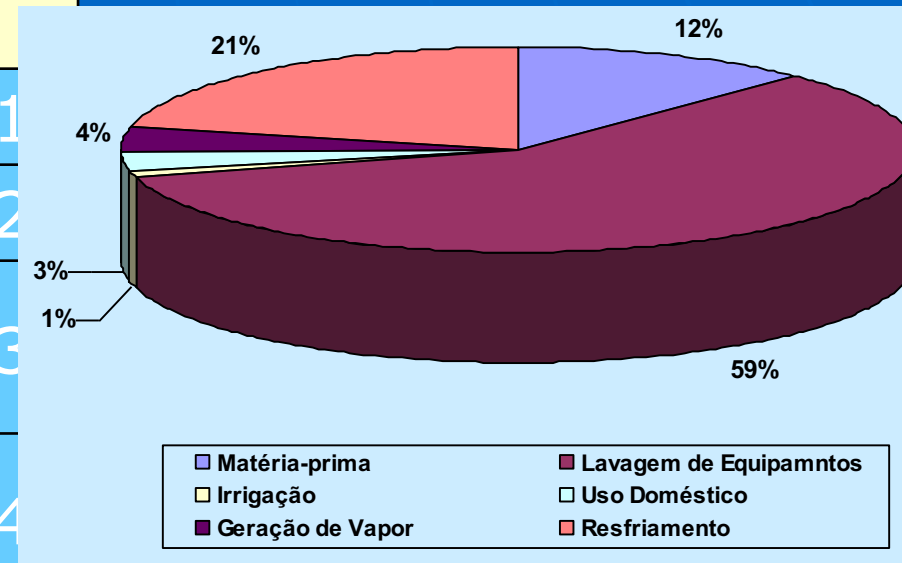


Figura 3 – As muitas funções do solo agrupadas em seis papéis ecológicos vitais (BRADY & WEIL, 2008)

<http://spripira.blogspot.com.br/2014/03/o-sistema-de-producao->

Exemplo da distribuição do consumo de água por categoria de uso

Categoria de Uso	Demanda (volume/tempo)
Matéria-prima	Demanda 1
Uso doméstico	Demanda 2
Lavagem de equipamentos	Demanda 3
Irrigação de áreas verdes	Demanda 4
Geração de vapor	Demanda 5
Sistemas de resfriamento	Demanda 6
Produção de água desmineralizada	Demanda 7
Total	Demanda



Estratégias para Minimização de Conflitos

- Desenvolvimentos de políticas para o gerenciamento dos recursos hídricos
- EX. PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

Água e serviços ambientais

Serviços ambientais são a ligação entre o bem estar humano, os ecossistemas e a economia.

As funções dos ecossistemas aquáticos são:

- fonte de fornecimento e armazenagem de água
- sumidouro para resíduo, dentro do qual, os ecossistemas aquáticos podem remover, diluir e desintoxicar;
- suporte de vida para vários habitats;
- fonte para recreação e para experiência cultural ou espiritual

Os serviços ambientais prestados pela água:

- regulação do clima;
- reciclagem dos nutrientes;
- diluição de efluentes;
- produção de energia;
- regulação de fluxos hidrológicos
- recreação

Exemplo: filme sobre o projeto Conservador das águas em Extrema MG

- 2007
- fomentar a preservação de mananciais e nascentes
- **as águas que saem dessa microbacia constituem um dos principais mananciais do sistema Cantareira, que abastece RMSP.**