

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - IV REGIÃO (SP)



Minicursos 2009

Princípios de reuso de água na indústria

Ministrante: **Química Industrial Ana Elisa S. Caravetti**

Gerente de projetos especiais da Kurita do Brasil

Contatos: ana.elisa@kurita.com.br

Apoio



São Paulo, 10 de setembro de 2009



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

- ***Tipos de Reúso de Água na Indústria***
- ***Legislação Aplicada***
- ***Balanço Hídrico Industrial***
- ***Tecnologias para Reúso de Água***
- ***Aproveitamento de Água de Chuva***



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

Palestrante:

Ana Elisa Sosa Caravetti

- Química Industrial (Fac. Oswaldo Cruz)
- Pós-graduada Administração Industrial (FAAP)
- MBA em Gestão Ambiental (Proenco)

- 15 anos de experiência em Indústria de Tratamento de Águas Industriais;
- Atuou por 2 anos no México, com projetos na área de meio-ambiente e água.



DEFINIÇÕES REÚSO

OMS (1973)

- *Reúso Indireto: ocorre quando a água já utilizada uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada em águas superficiais e utilizada novamente à jusante;*
- *Reúso Direto: uso planejado de esgotos tratados para certas finalidades como uso industrial, irrigação, recarga de aquíferos, etc;*
- *Reciclagem Interna: reúso planejado, utilizado internamente às instalações industriais, tendo como objetivo a redução no consumo de água e o controle de efluentes.*





DEFINIÇÕES REÚSO

Westerhoff / ABES (1992)

Reúso Potável Direto: quando o esgoto recuperado por meio de tratamento avançado é reutilizado diretamente como água potável.

Reúso Potável Indireto: quando o esgoto após tratamento, é disposto em águas superficiais ou subterrâneas (para diluição, purificação natural) e posteriormente é captado para tratamento e utilização como água potável.

Reúso Não Potável: classificado em diversas categorias de acordo com a sua destinação, podendo ser para fins agrícolas, fins industriais, fins recreacionais, fins domésticos, manutenção de vazões, aquicultura, recarga de aquíferos, etc.



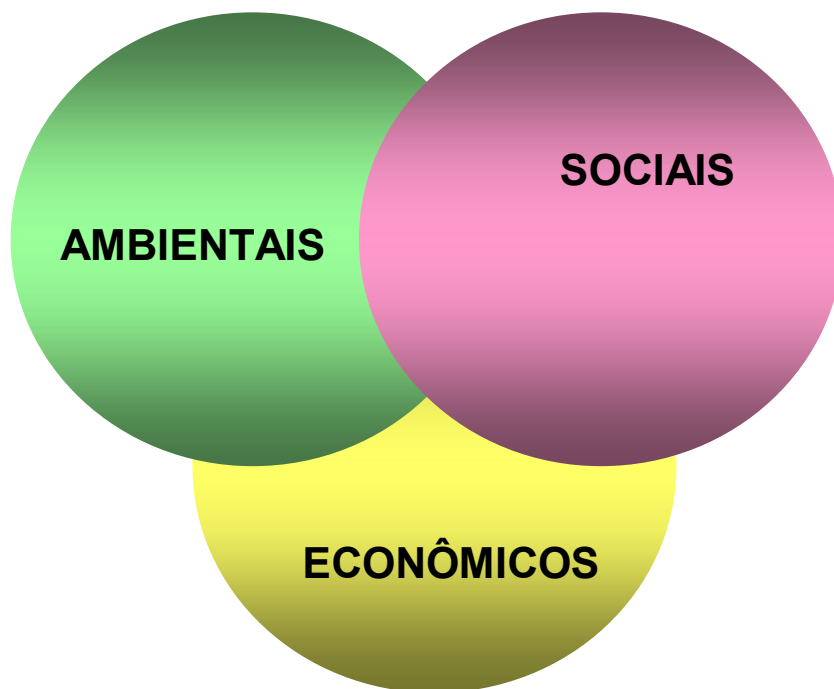


MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

REÚSO PARA FINS INDUSTRIAIS

BENEFÍCIOS



AMBIENTAIS:

- *Redução do lançamento de efluentes industriais em corpo d'água;*
- *Aumento de disponibilidade de água para usos mais exigentes.*

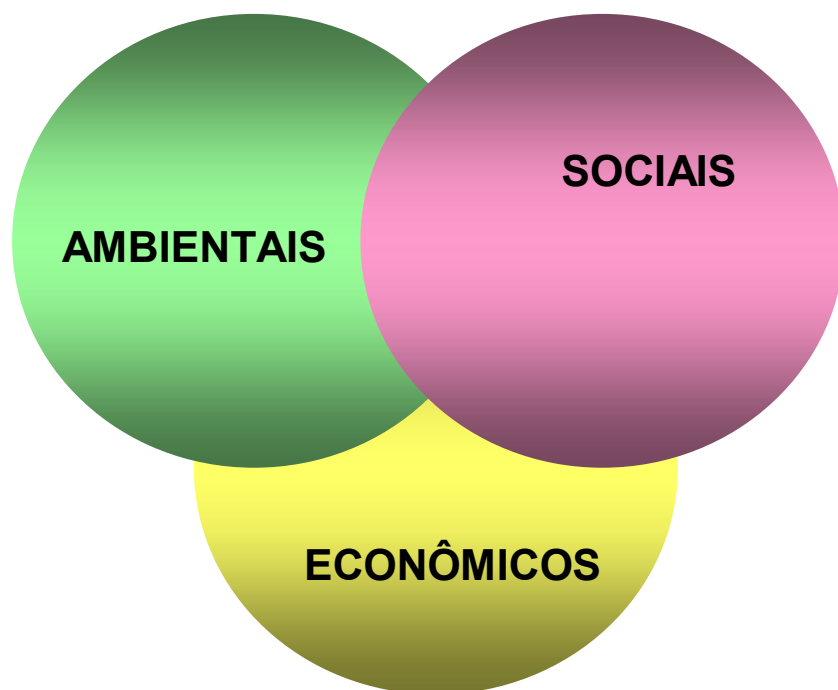


MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

REÚSO PARA FINS INDUSTRIAIS

BENEFÍCIOS



ECONÔMICOS:

- *Conformidade com a legislação e requisitos comerciais (aumento competitividade);*
- *Redução nos custos de produção.*

SOCIAIS:

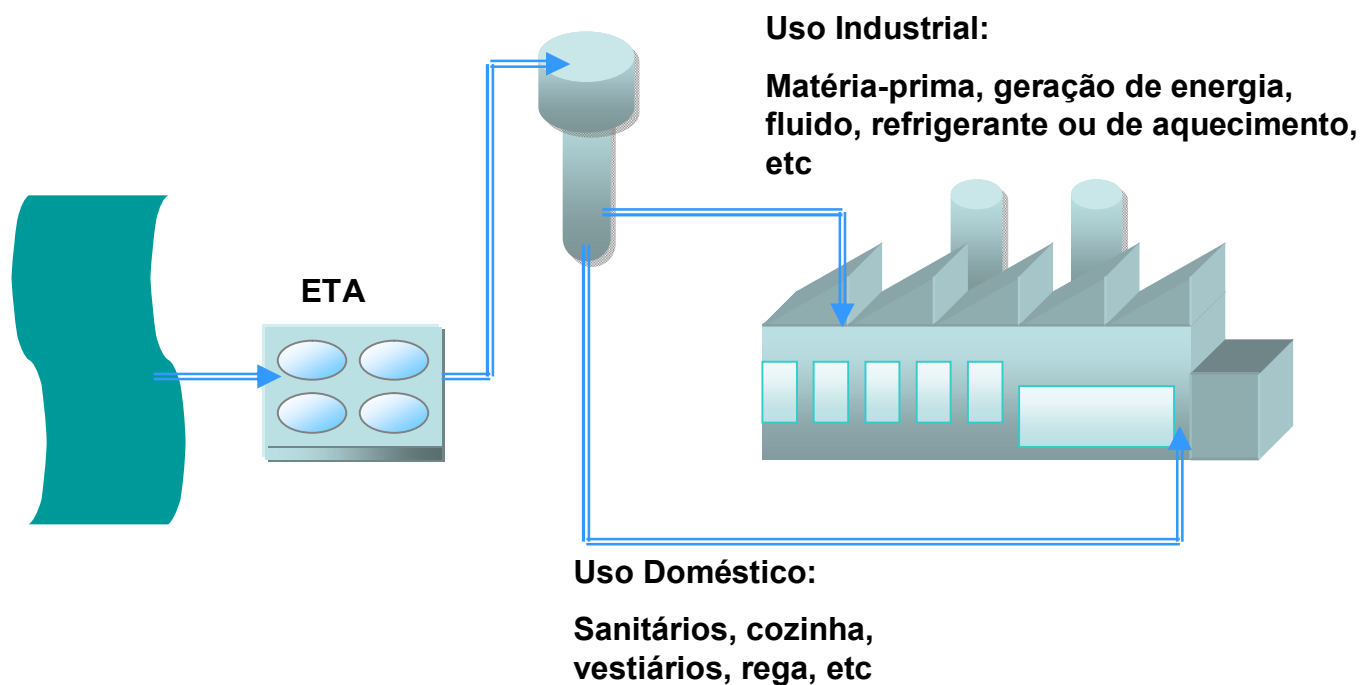
- *Aumento de disponibilidade de água;*
- *Redução nos gastos com saneamento.*



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

USOS DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

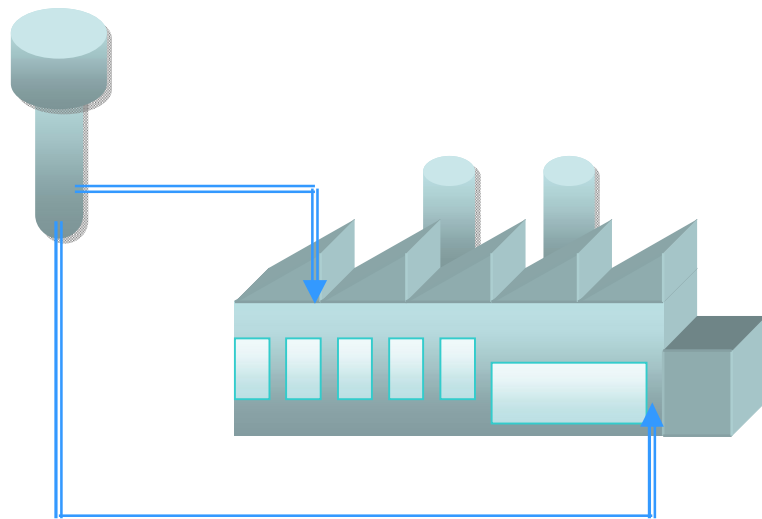




MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

USOS DE ÁGUA NA INDÚSTRIA



USO INDUSTRIAL:

- ***Matéria-prima: indústria de cerveja, refrigerantes, higiene, indústria do cloro, etc***
- ***Geração de energia: caldeiras para acionamento de turbinas, hidrelétricas, etc***
- ***Fluido: lavagem de máquinas e equipamentos, etc***
- ***Fluido refrigerante ou aquecimento: sistemas de resfriamento ou caldeiras***
- ***Outros usos: água de incêndio, etc***



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

USOS DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

QUALIDADE DE ÁGUA

CADA APLICAÇÃO DE ÁGUA INDUSTRIAL POSSUI PRÉ-REQUISITOS QUANTO A QUALIDADE DE ÁGUA NECESSÁRIA PARA AQUELE PROCESSO.

OBVIAMENTE A ÁGUA INCORPORADA A UM MEDICAMENTO DEVE POSSUIR UM GRAU DE QUALIDADE (E CONSEQUENTEMENTE CONTROLE) SUPERIOR A UMA ÁGUA DESTINADA PARA UM SISTEMA DE RESFRIAMENTO.

UM ESTUDO DE REÚSO DE ÁGUA INDUSTRIAL DEVE AVALIAR CRITERIOSAMENTE TODAS AS APLICAÇÕES E O REQUISITOS DE QUALIDADE DE ÁGUA DE CADA UMA DELAS.



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

LEGISLAÇÃO

O conhecimento sobre a legislação e regulamentos relativos ao uso da água e descarte de efluentes é fundamental para uma visão sobre as possibilidades de reúso industrial. Cita-se algumas:



- *Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97)*
- *Outorga de Água*
- *Cobrança pelo Uso da Água*
- *Enquadramento de Corpos d'Água*
- *Descarte de Efluentes*



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

LEGISLAÇÃO

Outorga:

- A outorga ordena e regulariza os usos da água em uma bacia hidrográfica;
- É concedida pelo poder público avaliando os aspectos quantitativos e qualitativos do uso da água;
- Refere-se tanto quanto à captação quando ao lançamento em corpos d'água.

O reúso industrial em si, não é objeto de outorga, pois não interfere diretamente no recurso hídrico. Entretanto indiretamente haverá alterações quantitativas e talvez qualitativas na outorga original, e nestes casos é recomendável solicitar-se a revisão da mesma.



LEGISLAÇÃO

Cobrança:

- Apesar de ainda não implementada por completo, a água passou a possuir valor econômico, e a cobrança pelo seu uso e descarte é ponto fundamental para avaliação econômica de projetos de reúso de água industrial.



Enquadramento de Corpos d'Água e Descarte de Efluentes:

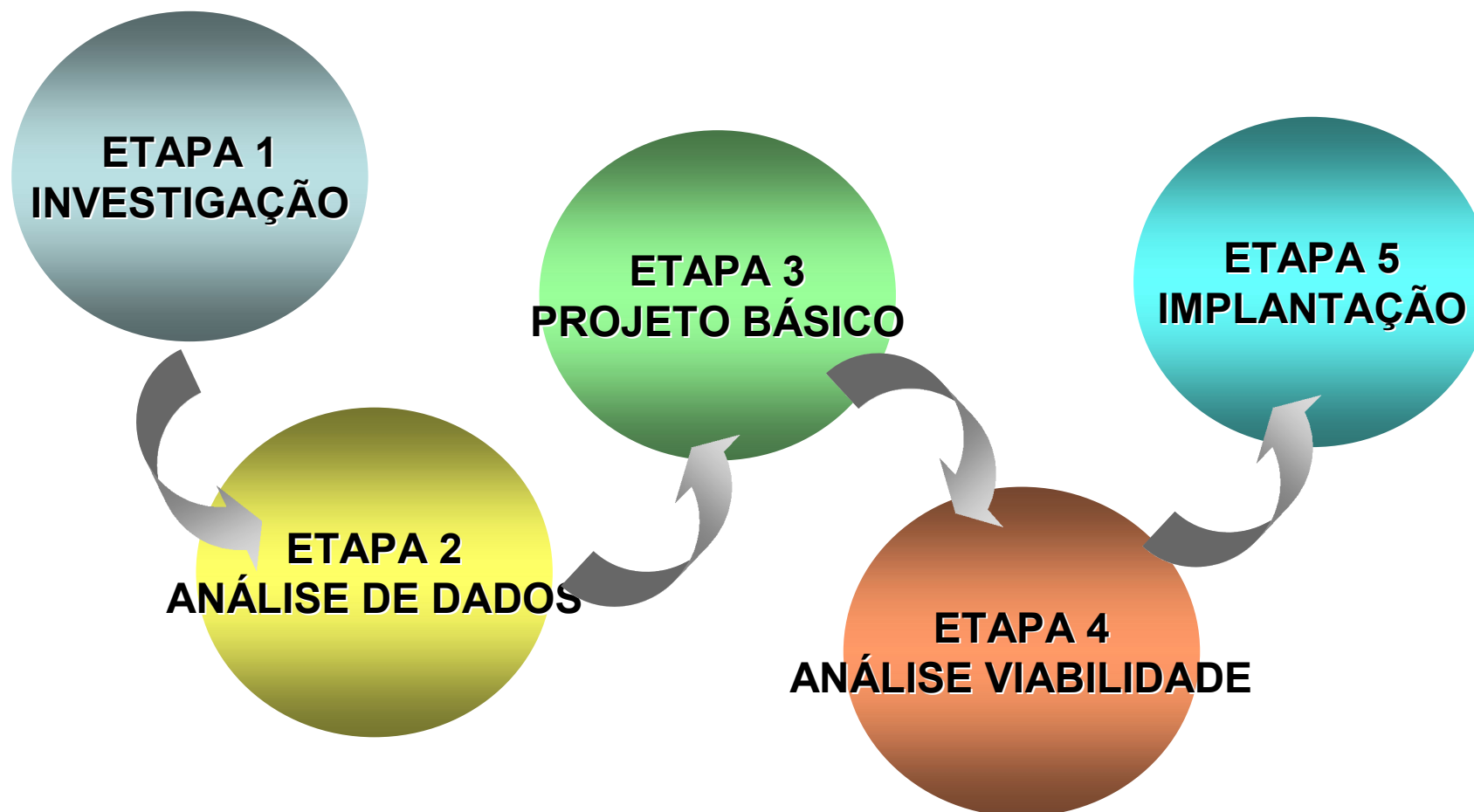
Em algum momento do reúso, o descarte de água será necessário, e a legislação de descarte de efluentes, assim como de classificação dos corpos d'água é parte integrante de um projeto de reúso de água industrial.



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL





MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 1 INVESTIGAÇÃO

- Quais são os objetivos almejados pelo industrial?
 - Atendimento a requisitos? Imagem? Redução de Custos?
- Quais os dados que já existem?
 - Existem dados sobre vazões, qualidade de água tratada e sem tratamento, padrão de qualidade exigido para cada processo?
 - Estes dados são confiáveis?
- Quais o(s) processo(s) que consome(m) mais água?
- Existem perdas? São controláveis?
- Existe algum tipo de Tratamento implementado (ETA, ETE, outros)?
- Qual as fontes de captação? Existe Outorga de Água?



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 1 INVESTIGAÇÃO

- **Análise Documental**

- Fluxograma de Processos
- Leitura de hidrômetros
- Contas de água
- Laudos de Análise de Água e Efluentes
- Outros

- **Avaliação em Campo**

- Confirmar os dados levantados através de documentação
- Avaliar consistência do fluxograma hídrico
- Identificar fidedignidade dos dados levantados (abrangência, sazonalidade, etc)
- Identificar perdas
- Retirar amostras para análise
- Outros



PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL





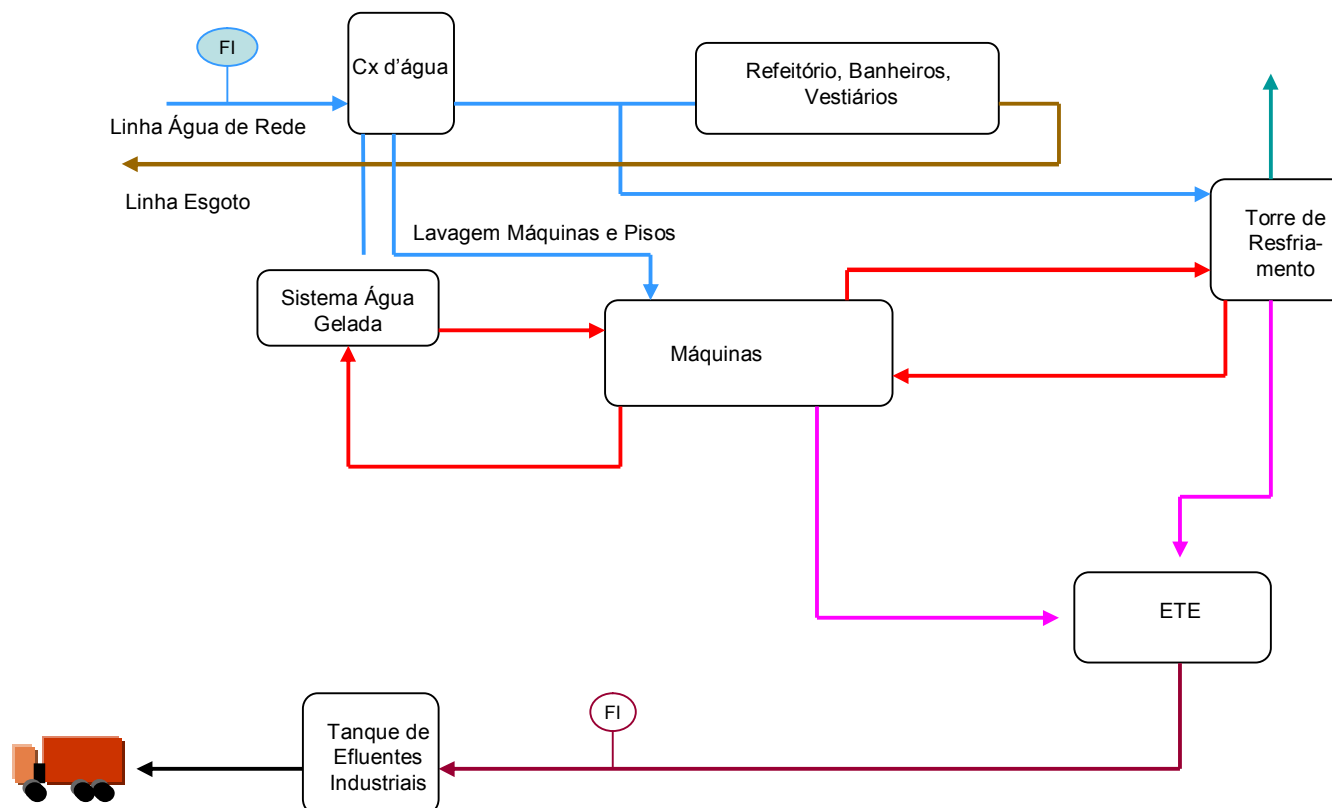
MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 1 INVESTIGAÇÃO

•Mapa do Uso dos
Recursos Hídricos na
Indústria





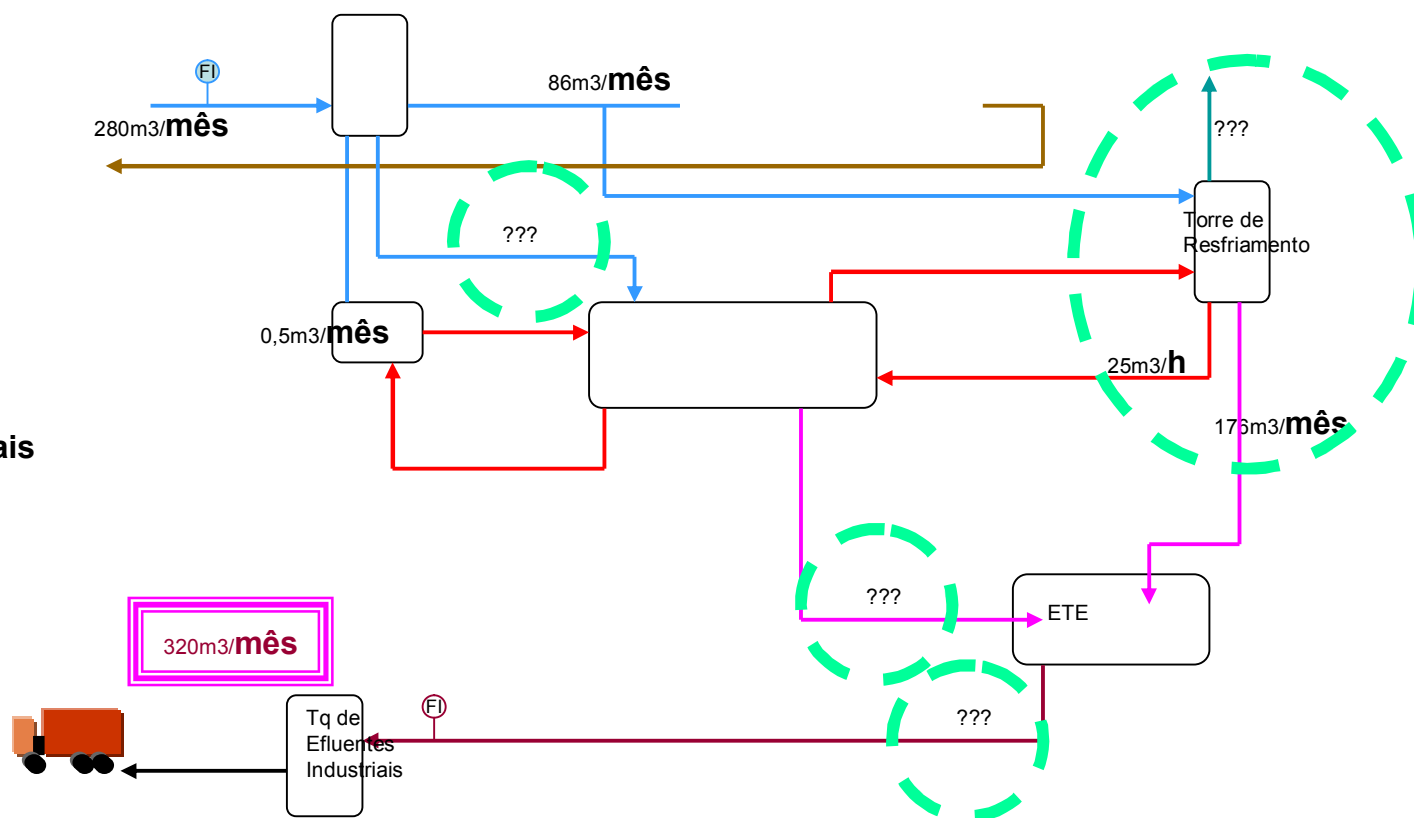
MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 1 INVESTIGAÇÃO

- Quantificação
- Críticidade
- Perdas não intencionais
- Descarte





MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 2 ANÁLISE DE DADOS

- Com os dados obtidos é possível estabelecer um balanço hídrico coerente?
- É possível estabelecer-se os critérios de qualidade de água para cada processo e sub-processo?
- Perdas foram identificadas?

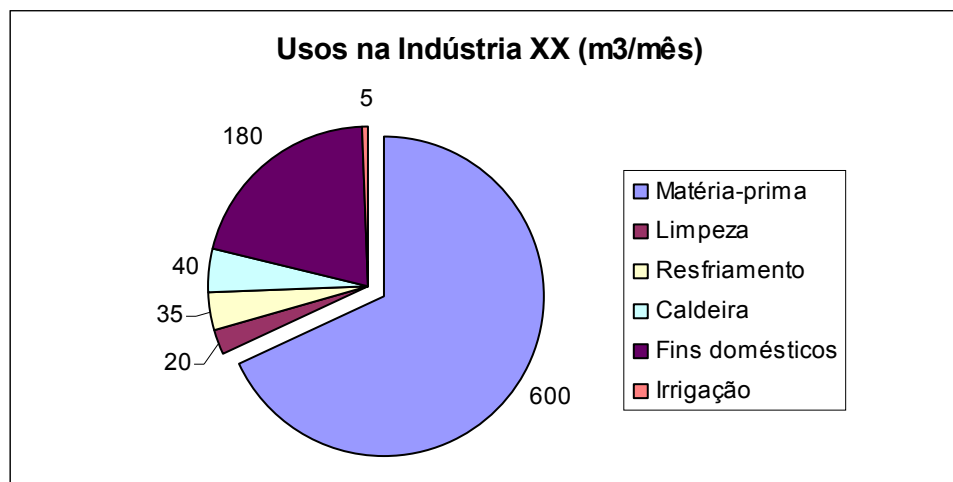
Caso negativo, deve-se retornar a fase de investigação, pois os dados são importantíssimos para um projeto de reuso de água.



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL



•Outros problemas comuns:

- Descoberta de contaminantes em alguns processos. Ex: coliformes na água utilizada para limpeza da Fábrica;
- Descarte total maior do que a captação;
- Mistura de água pluvial com água de rede ou processo.

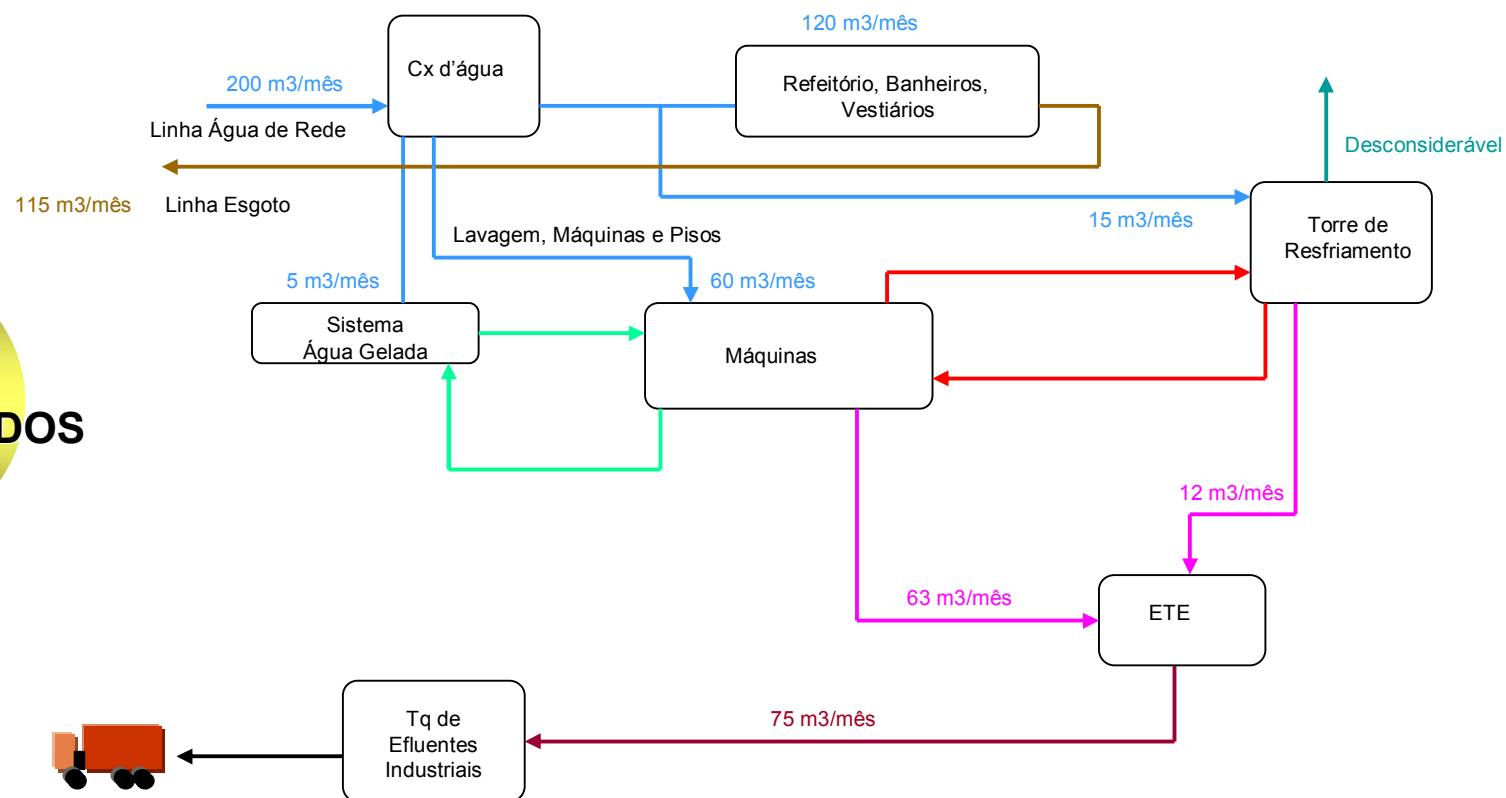


MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 2 ANÁLISE DE DADOS



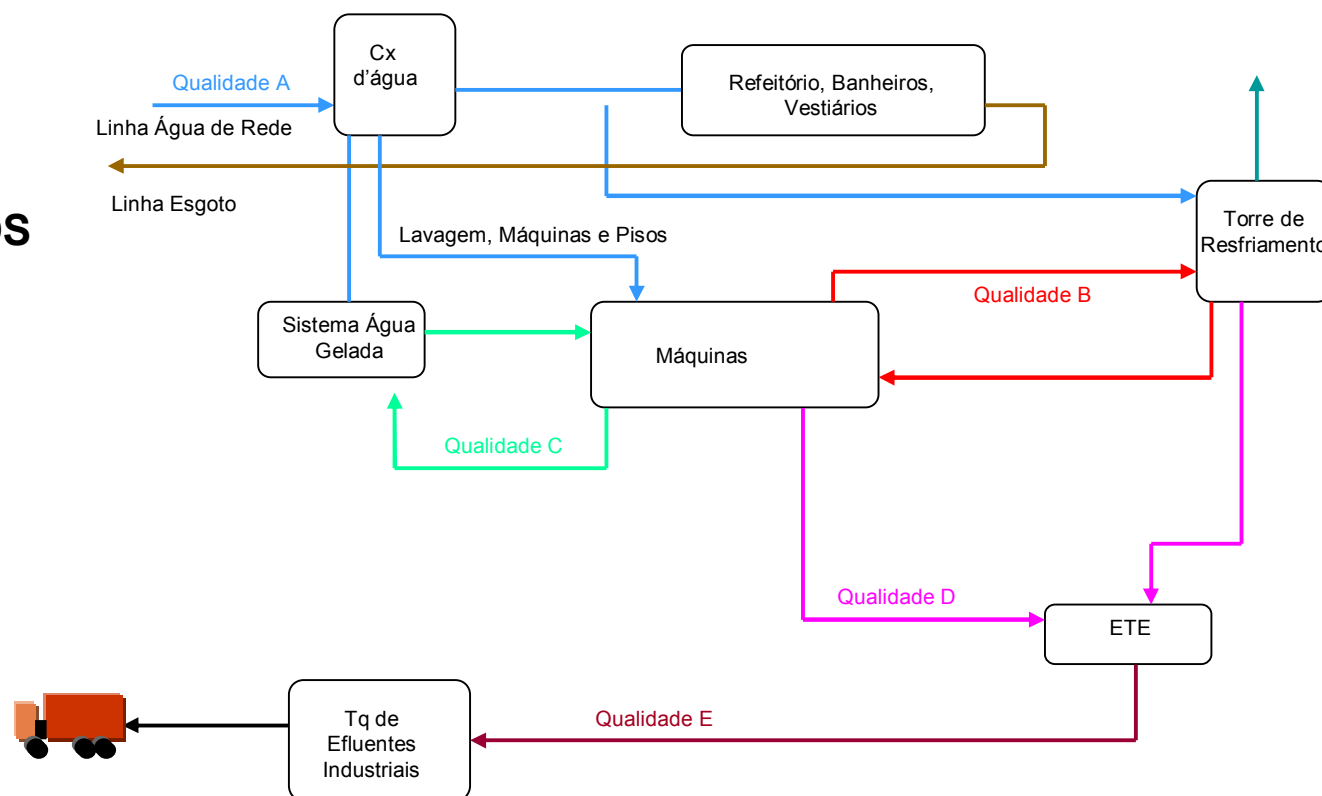


MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 2 ANÁLISE DE DADOS





MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 3 PROJETO BÁSICO

- Priorizar as linhas que serão estudadas para Reúso
- Tentar utilizar o Water Pinch
- Investigar quais as tecnologias que podem ser utilizadas para tratar a água para uso posterior
 - Filtração
 - Desmineralização
 - Osmose Reversa
 - Abrandamento
 - Tratamento de Efluente Convencional
 - Conjunto de várias tecnologias



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

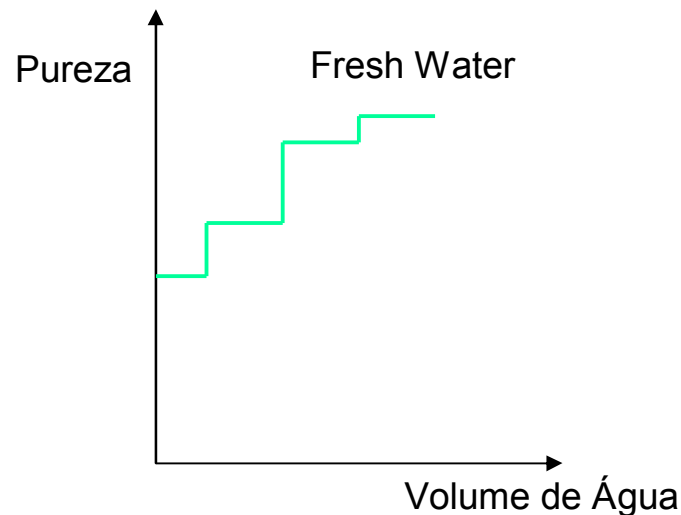
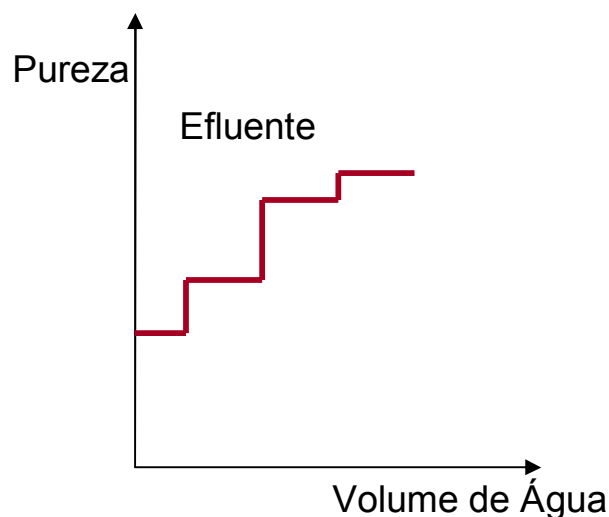
PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

Water Pinch

ETAPA 3 PROJETO BÁSICO

A tecnologia Water Pinch busca identificar as possibilidades de reúso (reciclo) durante o processo produtivo, identificando possíveis reduções no volume de efluente gerado e até mesmo a redução na carga de contaminantes.





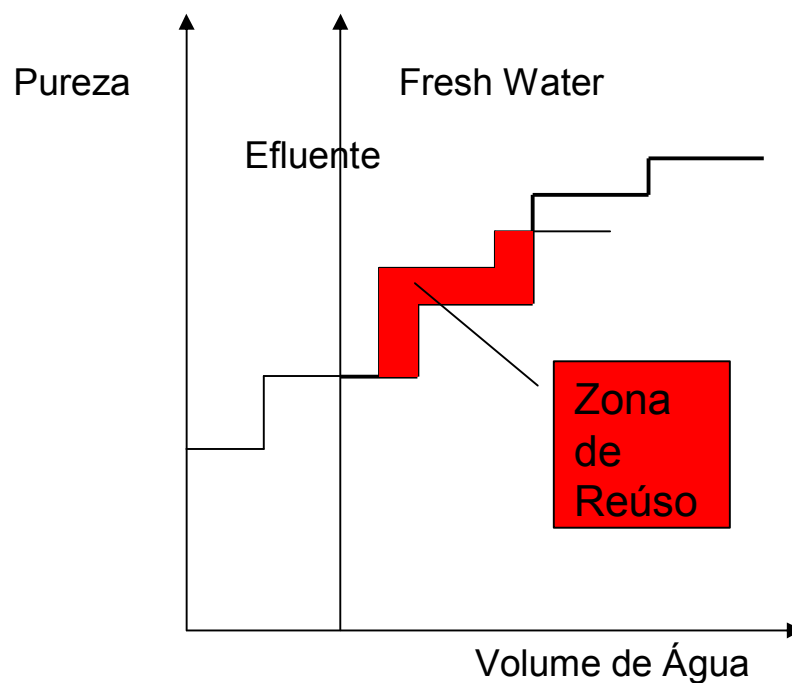
MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL



Water Pinch





MINICURSOS CRQ-IV - 2009

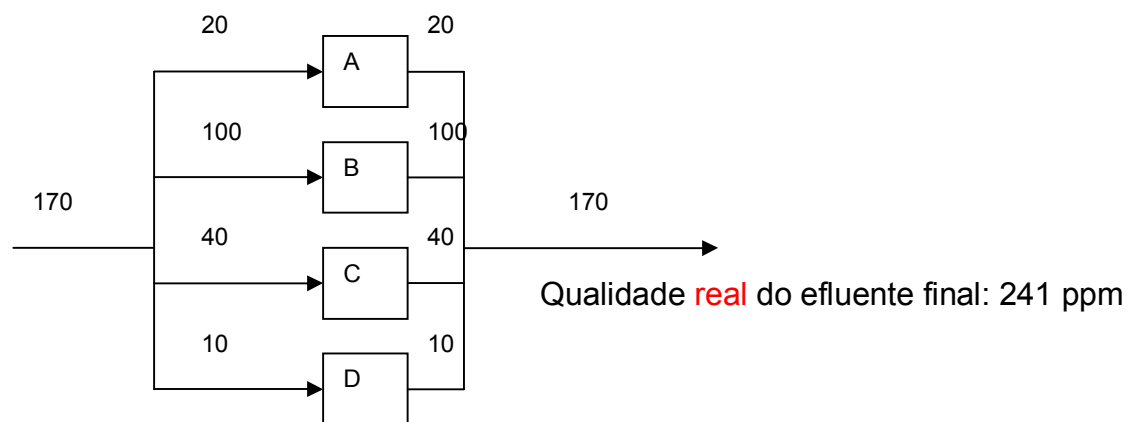
PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

Water Pinch



Pontos de Uso	Requisitos de entrada de (ppm de contaminantes)	Condições máximas de saída (ppm de contaminantes)	Volume de Água
A	0	100	20
B	50	100	100
C	50	800	40
D	400	800	10





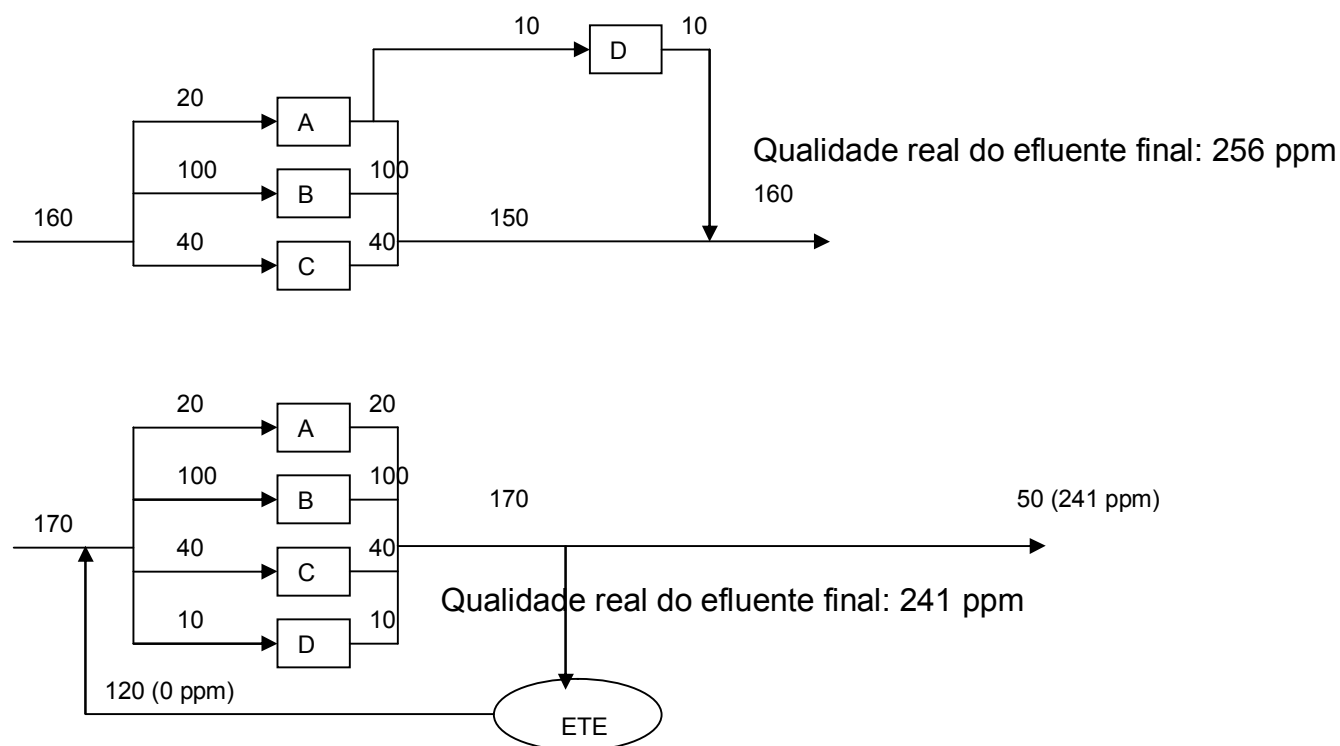
MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

Water Pinch

ETAPA 3
PROJETO BÁSICO





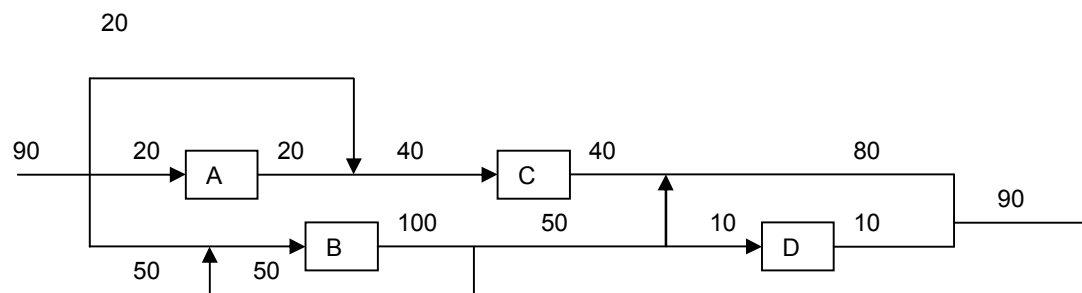
MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

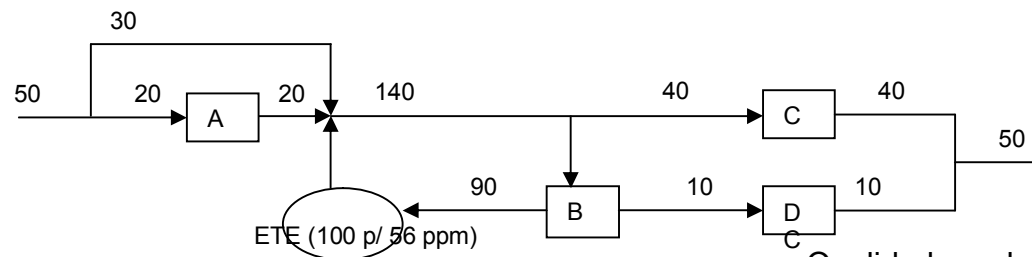
PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 3 PROJETO BÁSICO

Water Pinch



Qualidade real do efluente final: 456 ppm



Qualidade real do efluente final: 740 ppm



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 3 PROJETO BÁSICO

Abrandamento

- Utilizado para remoção dos sais catiônicos (Cálcio e Magnésio) que são os íons determinantes da “dureza” da água. A água passa por leito de resina catiônica e os íons de Ca e Mg são permutados por íons Na presentes da resina. A resina deve ser regenerada frequentemente, usualmente com solução de cloreto de sódio.
- Normalmente é necessário um pré-tratamento com filtro de areia ou carvão;
- Água abrandada pode ser utilizada para diversas finalidades, sendo prioritário o uso para caldeiras/sistemas de geração de vapor.



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL



Desmineralização

- Remoção de sais dissolvidos, tanto os catiônicos quanto os aniônicos. São utilizadas resinas de troca iônica específicas para cátions e ânions, em leitos individuais ou mistos. A regeneração das resinas é obtida com soluções básicas (soda cáustica) e soluções ácidas (ácidos sulfúrico ou clorídrico).
- A água gerada é utilizada para diversos processos, entretanto sendo usual como alimentação em sistemas de geração de vapor de alta pressão.
- Na regeneração é gerado um efluente ácido e outro alcalino que necessita tratamento antes de seu descarte.



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL



Filtração

- Genericamente a filtração é realizada para remover a quantidade de particulados presentes na água, entretanto esta é uma definição simplista e existem “n” tipos de filtração e de filtros. Na filtração convencional, a água passa por um leito no fluxo ascendente, sob pressão ou não, e os particulados ficam retidos no leito. Quando da saturação do leito filtrante deve ser realizada uma retrolavagem para retirada destes particulados.
- Filtros de areia: remoção de particulados em geral.
- Filtros de carvão ativado: remoção de cloro, de odor e até de cor;
- Filtros de tela/manga: remoção de partículas grandes (maiores que 10 μ);
- Filtros de cartucho: remoção de partículas grandes (maiores que 1 μ).



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 3 PROJETO BÁSICO

Osmose Reversa

- É um sistema de remoção de sais, onde utilizam-se membranas permeáveis que atuam com base no conceito de pressão osmótica. A água, sob pressão, é forçada a passar pelas membranas. Os sais ficam “retidos” de um lado da membrana, enquanto que água “purificada” passa para o outro lado. Frequentemente a membrana deve passar por um processo de “limpeza” para remoção de material orgânico, impurezas, etc.
- Utilizada para diversas finalidades, tais como dessalinização de água do mar, água ultra-pura (indústria de eletro-eletrônicos), indústria farmacêutica, etc.



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REUSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 3 PROJETO BÁSICO

Tratamento de Efluentes

- O tratamento de efluentes industriais usualmente é realizado através das seguintes etapas: gradeamento, coagulação, floculação, decantação/flotação e filtração.
- Entretanto, não existe um tratamento comum, pois cada contaminante e cada situação exige a realização de um projeto específico, onde podem ser utilizadas várias operações, a depender do uso que se deseja dar ao efluente já tratado.



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

ETAPA 4 ANÁLISE VIABILIDADE

- Quais as possibilidades de reúso?
- Quais tecnologias deverão ser utilizadas?
- Qual projeto trará o retorno desejado? (ambientais, econômicos, imagem?)

Realizar um estudo de viabilidade considerando-se todas as possibilidades (tipos de tratamento, custos envolvidos, adequação a legislação, possível ampliação do parque industrial, etc)



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

PROJETOS DE REÚSO ÁGUA INDUSTRIAL

**ETAPA 5
IMPLANTAÇÃO**

Executar o que foi planejado !!!

Medir se os objetivos propostos foram alcançados !!



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

Referências Bibliográficas

- ***www.kurita.com.br***
- ***Conservação e Reúso de Água – Manual de Orientações para o Setor Industrial FIESP-CIESP***
- ***Reúso de Água – Mancuso e Hilton Santos***
- ***Handbook Kurita Water Industries***



MINICURSOS CRQ-IV - 2009

PRINCÍPIOS DO REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

Obrigada !!!

Ana Elisa S. Caravetti
ana.elisa@kurita.com.br

(11) 2111 8388

Gte Projetos Especiais
KURITA do Brasil

REÚSO DE ÁGUA INDUSTRIAL

Exercício 1:

Responda:

- a. Considerando o início de um projeto de reúso de água, quais seriam as perguntas principais que você acharia relevante fazer (Etapa de Investigação) e por quê?

REÚSO DE ÁGUA INDUSTRIAL

Exercício 2:

Estime qual a qualidade do efluente gerado, considerando os 2 tipos de contaminantes citados e as correntes hídricas indicadas:

Tempo para realização do exercício: 20 minutos

Correntes Hídricas	Contaminante A (ppm)	Contaminante B (ppm)	Vazão (m ³ /h)
A	0	100	30
B	45	35	200
C	80	700	80
D	400	850	20

Pergunta-se: No efluente final, fruto da mistura entre todas as correntes, quanto seria encontrado (na média) de cada contaminante?

REÚSO DE ÁGUA INDUSTRIAL

Exercício 3:

Estime qual a qualidade do efluente gerado, considerando as mudanças nas correntes hídricas, assim a qualidade de água necessária de entrada em cada processo.

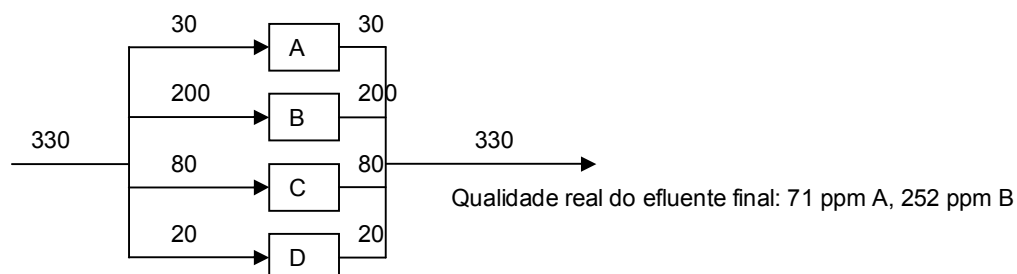
Tempo para realização do exercício: 30 minutos

Correntes Hídricas	Contaminante A (ppm) - efluente	Contaminante B (ppm) - efluente	Vazão (m ³ /h)
A	0	100	30
B	45	35	200
C	80	700	80
D	400	850	20

Correntes Hídricas	Requisitos de entrada para cada corrente hídrica	
	Cont. A	Cont. B
A	0	20
B	15	20
C	10	45
D	25	130

Pergunta-se: Quanto seria encontrado (na média) de cada contaminante, no efluente final?

Situação anterior:



REÚSO DE ÁGUA INDUSTRIAL

Nova situação:

