

MINIMIZAÇÃO DE EFLUENTES NO PROCESSO INDUSTRIAL

JOSÉ LUIZ PAPA

ACQUA ENGENHARIA E CONSULTORIA S/C LTDA.

www.acquaeng.com.br

- **Introdução**
- **Escolha do Processo Industrial**
- **Avaliação de Parâmetros de Poluição**
- **Importância da Minimização**
- **Medidas para Minimização**
- **Exemplos Práticos**

1 - INTRODUÇÃO

A redução de volume de efluentes, bem como da carga poluidora gerada nos processos industriais, tem se mostrado de fundamental importância na compatibilização das atividades produtivas com o meio ambiente.

Atualmente considera-se indissociável a minimização de efluentes dos conceitos de produtividade.

Este trabalho visa a introdução dos principais conceitos que envolvem as atividades de minimização, desde a escolha dos processos industriais até os procedimentos práticos de redução de vazões e cargas poluidoras.

2 - ESCOLHA DO PROCESSO INDUSTRIAL

Até recentemente, a escolha de processos industriais era orientada exclusivamente por critérios custo/benefício, avaliados apenas sob o enfoque de produtividade, cujo resultado prescreveria a adoção daquele que propiciasse o melhor resultado, com o menor custo.

As condições de abundância de recursos hídricos, relativamente baixo custo da água necessária aos processos, a existência de elevadas áreas disponíveis para implantação de estações de depuração de despejos, retratam um cenário tipicamente favorável para a implantação de unidades industriais e de processos com tecnologias despreocupadas com a questão ambiental.

Desta forma, assistiu-se no passado à implantação de empreendimentos em que a escolha do sistema de tratamento de efluentes foi definida apenas a poucos meses do início de operação da indústria, sem a preocupação criteriosa de avaliar-se preliminarmente qual seria o impacto do custo de implantação e operação do mesmo no empreendimento.

Na visão atual deste assunto, e considerando-se os preceitos básicos de desenvolvimento sustentável, a escolha do processo industrial deve ser realizada, desde o início do planejamento do empreendimento, considerando-se os aspectos ambientais.

Particularmente no que se refere a efluentes industriais, a análise dos processos produtivos deve ter início na avaliação detalhada do fluxograma de processo, o qual deverá indicar os pontos de uso de água e de geração de despejos, com indicação clara, ponto a ponto, das vazões e cargas poluidoras a serem descartadas.

Deve-se então, proceder a uma verificação crítica de alternativas de processo que resultem em menor consumo de água, e redução de perdas de matérias primas e/ou produtos ou sub-produtos.

Por outro lado, pode-se verificar no fluxograma de processo industrial as oportunidades de alteração e/ou reconfiguração do mesmo, visando a otimização da geração de efluentes.

3 - AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE POLUIÇÃO

Pode-se adotar como critério para avaliação da geração de despejos nos processos industriais os chamados "parâmetros unitários", os quais referem-se a unidades de poluição por unidades de produção.

Alguns exemplos de "parâmetros unitários":

m³ de efluente / ton matéria prima

m³ de efluente / ton produto

kg DBO / ton matéria prima

kg Sólidos em Suspensão / ton produto

m³ de efluente / cabeça abatida

kg DBO / cabeça abatida

m³ de efluente / litro de bebida

g Metal / m² de superfície acabada

etc.

Os parâmetros unitários de poluição são fundamentais no diagnóstico dos processos industriais, e devem ser comparados com valores de outras unidades industriais similares, servindo como indicadores de eficiência dos processos.

Deve-se pesquisar referências e valores de padrões internacionais para avaliação de um processo, e/ou de cada operação unitária individualmente.

4 - Importância da Minimização

São diversos os benefícios advindos da implantação de programas de minimização de efluentes e de cargas orgânicas.

Primeiramente deve-se considerar a redução de custos de implantação e de operação de estações de depuração de efluentes. Esta avaliação deve ser realizada através de comparativos de custo unitário do efluente tratado (R\$/m³, ou US\$/m³), o qual deve envolver o próprio custo de implantação, depreciação do investimento, e os custos operacionais associados (energia, produtos químicos, manutenção, mão de obra para operação, disposição de resíduos sólidos, etc.).

Em segundo lugar, a minimização dos efluentes tem relevância em ocasiões de aumentos de produção, ou ampliações industriais, quando uma consequente ampliação nas facilidades de tratamento de efluentes seria necessária. Através de um programa de minimização dos efluentes, pode-se considerar a possibilidade de que estas ampliações sejam realizadas sem obrigatoriamente acarretar em ampliação da ETE.

Por último, como um dos benefícios principais da redução de efluentes, estes programas são frequente acompanhados de aumentos de produtividade e redução de perdas de processo, decorrentes da otimização do processo industrial, da conscientização e do envolvimento dos funcionários.

5 - MEDIDAS PRÁTICAS PARA MINIMIZAÇÃO

Qualquer programa de minimização de efluentes deve ter início por um mapeamento e reorientação dos circuitos de uso da água e de geração de despejos líquidos na indústria.

Este mapeamento deve ser realizado por meio de medição de vazão, amostragem e análises representativas, procurando estabelecer-se as cargas pontuais no processo industrial.

A partir dos resultados obtidos, definem-se os critérios, classes e padrões de uso da água, procurando o estabelecimento de reuso direto no próprio processo industrial, em contra-fluxo com as matérias primas e produtos, sempre com a água de melhor qualidade sendo utilizada para os fins mais nobres, e as águas residuárias sendo utilizadas em situações de qualidade requerida inferior, ou compatível com o processo.

Um dos principais pontos a ser policiado em programas de minimização refere-se à lavagem e limpeza de pisos e equipamentos, procurando-se na medida do possível a substituição dos equipamentos necessários para estas atividades por equipamentos de alta pressão, com menor vazão de água, porém mais eficientes. Exemplos destes equipamentos são as máquinas portáteis de limpeza com jato de alta pressão, e as "spray-balls", para lavagem de tanques fechados.

A automação dos processo é fundamental para a redução de vazões e cargas poluidoras. Em operações de limpeza ou lavagem de produtos ou matérias primas com introdução de água limpa, o uso de válvulas solenóide associadas, ou intertravadas, com a passagem dos itens a serem limpos ou lavados tem papel fundamental na economia do uso da água.

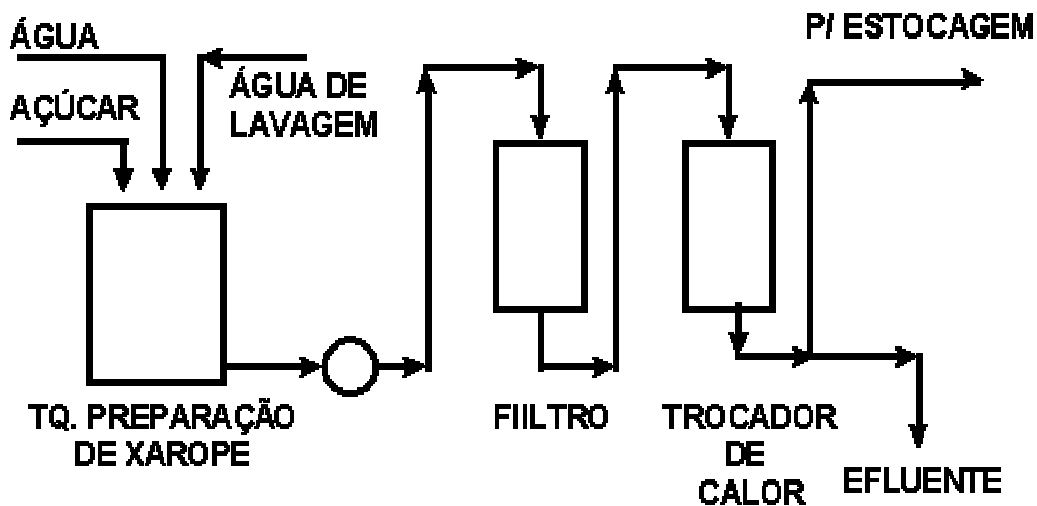
Cabe salientar que nenhum programa de redução ou de minimização de poluição atinge os resultados desejados sem a devida conscientização, envolvimento e comprometimento do pessoal que o conduzirá, o que deve ser obtido por treinamento adequado em todos os níveis e setores da empresa.

6 - EXEMPLOS PRÁTICOS

Apresentamos, a titulo ilustrativo, os seguintes exemplos práticos de programas de minimização de efluentes:

6.1 - Preparação de Xarope de Açúcar em Indústrias de Bebidas

O fluxograma No. 1 apresenta a configuração de um sistema antigo de preparação de xarope de açúcar, utilizando-se a diluição de açúcar refinado em água, o qual é aquecido e posteriormente filtrado e resfriado.



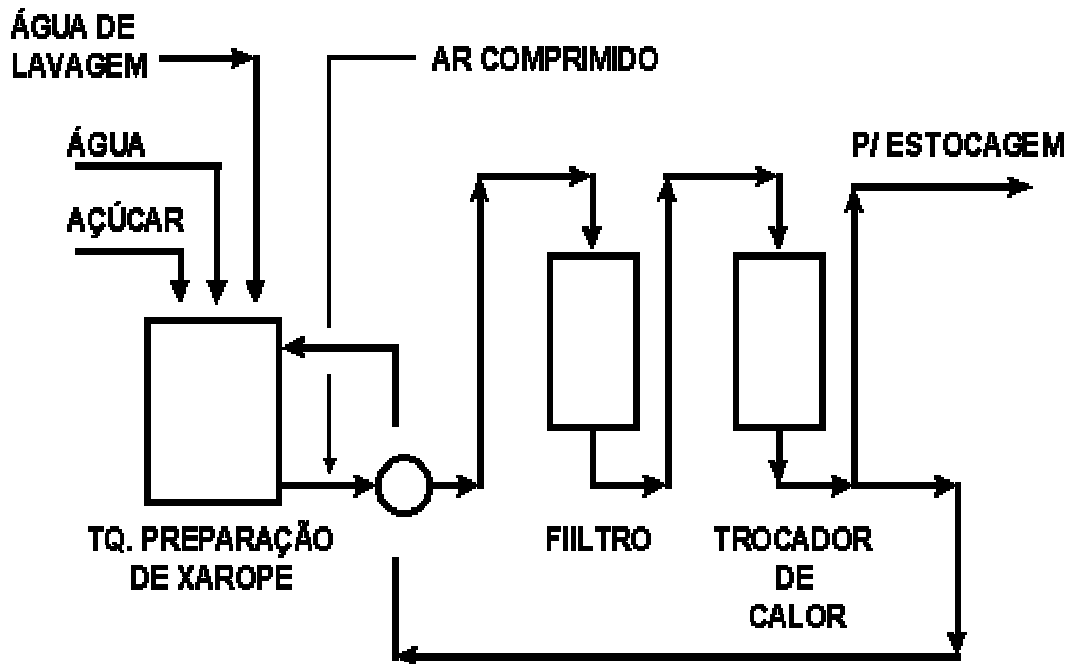
Fluxograma 1.

Na etapa de preparação adiciona-se ainda carvão ativado, para descoloração. Ao final destas operações, realizadas em bateladas, costumava-se "empurrar" o xarope através das tubulações, filtro e trocador de calor até seu ponto de uso, remanescendo nestes equipamentos ainda uma quantidade excessiva de açúcar.

O tanque de preparação de xarope era então lavado, e a água de lavagem passava pelo filtro e trocador de calor, constituindo-se de um efluente de elevada carga orgânica decorrente do açúcar residual.

O açúcar, além de conferir uma DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio elevada, representava uma perda de matéria prima importante.

O Fluxograma 2 representa uma reconfiguração deste processo, visando a minimização de vazão e de Carga Orgânica.



Fluxograma 2.

Após o término da batelada de preparação e transferência de xarope de açúcar, introduz-se uma corrente de ar comprimido que "empurra" o xarope a seu ponto de utilização ou estocagem.

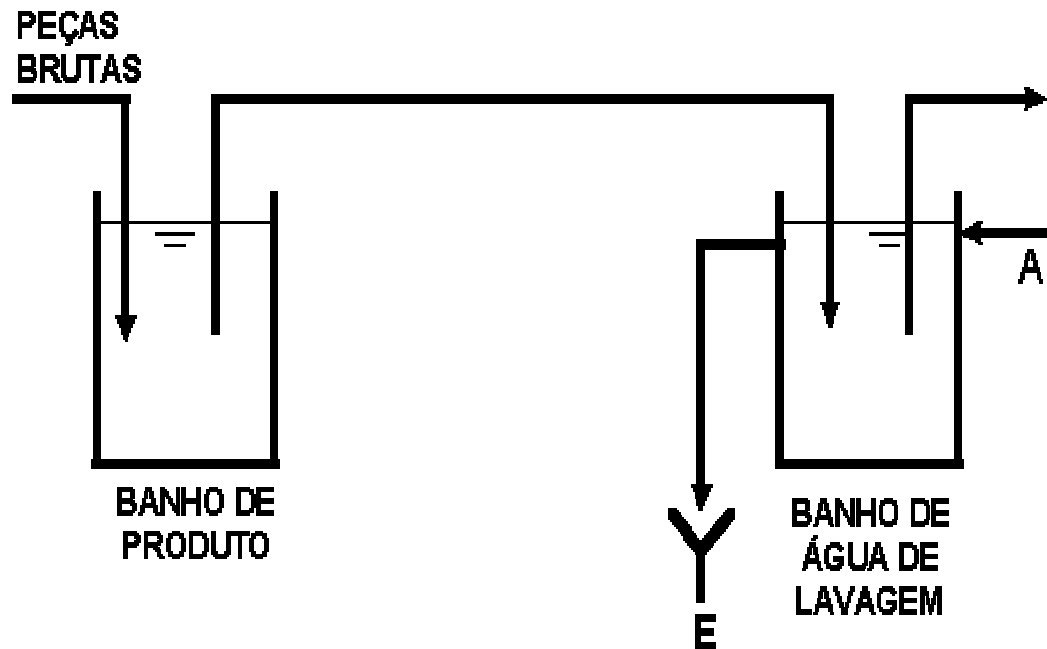
Após esta operação introduz-se a água de lavagem, a qual é recirculada ao próprio tanque de preparação de xarope após passar pelo filtro e trocador de calor.

A água de lavagem, retornada ao tanque de preparo de xarope, tem seu nível complementado, e a concentração de xarope ajustada para a batelada seguinte.

Obtem-se desta forma, a recuperação de praticamente todo o açúcar das tubulações e equipamentos.

6.2 - ÁGUAS DE LAVAGEM EM PROCESSOS DE ACABAMENTO DE SUPERFÍCIES METÁLICAS

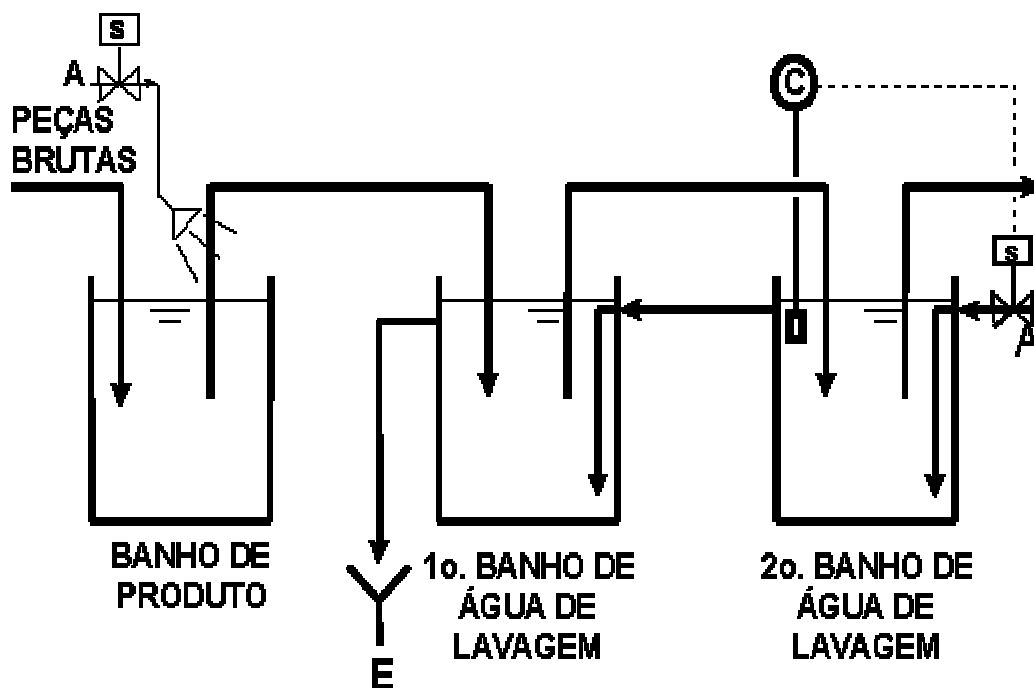
As instalações de acabamento de superfícies metálicas (fosfatização, zincagem, cromeação, etc.) constituem-se de uma sequência de banhos (desengraxe, decapagem, fosfatização, passivação, etc.) nos quais as peças metálicas a serem protegidas são imersas, sendo posteriormente retiradas e mergulhadas em banhos de lavagem, dotados de água corrente (ver Fluxograma 3).



Fluxograma 3.

O sistema representado acima trata-se de uma instalação precária, onde a água de lavagem é introduzida em contra-corrente do fluxo de peças metálicas. Nenhum controle é realizado, o consumo de água é excessivo.

O Fluxograma 4 mostra uma otimização do processo, com diversos graus de automação e aproveitamento de água.



Fluxograma 4.

Como primeiro conceito de otimização do processo, preconiza-se a utilização de dois banhos de lavagem em série, com introdução da água de lavagem no 2º banho, cujo efluente alimenta o 1º banho. Obtem-se, com esta técnica, uma concentração elevada de produto no 1º banho, com água bastante limpa no 2º banho. Apenas com esta reconfiguração (conhecida como lavagem em "cascata"), já é possível a obtenção de uma redução elevada de consumo de água.

A eficiência do processo é melhorada com a introdução das águas de lavagem no fundo dos tanques, e a coleta dos efluentes na parte superior, com localização na parede oposta do tanque de lavagem; este procedimento provoca o fluxo da água de lavagem "cruzando" o tanque de baixo para cima, evitando-se um "curto-circuito hidráulico" na superfície do tanque, situação em que a água de lavagem praticamente não seria renovada, comprometendo a qualidade das peças.

Associa-se aos procedimentos acima a utilização de um controlador de condutividade, instalado junto a saída do tanque de 2a. lavagem, o qual aciona uma solenóide que comanda a introdução de água limpa. Neste caso, a água de lavagem somente é admitida no tanque quando o grau de contaminação assim o exige; desta forma, quando o fluxo de peças é interrompido, não havendo contaminação da água, o fluxo interrompe-se automaticamente.

Somente com a implantação dos procedimentos acima, obteve-se uma redução de volume diário de efluentes de um fabricante de auto-peças da ordem de 40 - 50 %. Esta redução foi suficiente para que sua ETE, condenada por excesso de vazão, voltasse a operar com segurança propiciando efluente tratado de acordo com os padrões ambientais. A economia de aquisição de água tratada, fornecida pelo serviço

local de água e esgoto, foi significativa, com um retorno do investimento em apenas 6 meses.

Em alguns casos, quando o banho de produto é aquecido (caso dos desengraxantes, por exemplo), ocorre uma significativa evaporação da água do banho durante a operação. Normalmente esta água é repostada periodicamente pelos operadores da linha. Pode-se, no entanto, estabelecer-se a reposição de água por meio de sistema de spray em névoa, acionado sempre que as peças são levantadas do banho, com acionamento automático (ver fluxograma 4); ao mesmo tempo em que esta lavagem repõe a água no banho, auxilia a devolver o produto ao mesmo, com economia suplementar de produtos químicos e de água de lavagem.