

## Consumo Zero: um olhar qualitativo sobre oportunidades de redução de consumo de água em estabelecimentos industriais

### *No consume: a qualitative look at opportunities of reducing water consume in industries*

Dario Rodrigues dos Santos<sup>1</sup>

#### Palavras-chaves:

Água  
Recursos Hídricos  
Reciclagem  
Consumo  
Reuso  
Efluentes  
Indústria

#### Resumo

Este artigo objetiva alertar os empresários sobre a necessidade de se poupar este insumo, cada vez mais escasso, e despertar, nas indústrias, as inúmeras oportunidades para redução de custos, derivadas da adoção de um uso consciente e racional da água, nas unidades fabris. A comunidade, por sua vez, tira proveito dessas iniciativas, face ao grande poder de formação de opinião que as indústrias têm sobre as localidades onde elas atuam, bem como a potencial difusão das práticas adotadas. A proposta de composição de um protocolo que visa auxiliar os empresários a mapear seus processos tendo em vista o consumo de recursos hídricos, ajudando na tomada de decisão sobre onde e como investir junto aos locais de oportunidades de redução de consumo identificados é também mais um dos objetivos deste artigo. A metodologia utilizada para a composição deste protocolo foi a vivência industrial do autor ao longo de 26 anos de atuação em empresas multinacionais. O protocolo citado foi aplicado com sucesso em uma indústria alimentícia de médio porte na região Norte Fluminense.

#### Abstract

*This article aims to alert businessmen about the necessity of saving that input, less and less available, and to present uncountable opportunities for reducing expenses in industry by the adoption of a conscious and rational use of water in industrial units. The community, in its turn, puts to good use such initiatives, in face of the great power of opinion formation industries have over the places they work, as well as the diffusion potential of the adopted practices. The proposition for the composition of a protocol which aims to help businessmen to map process about hydro resources consumption, helping in taking decision about where and how to invest with local opportunities of identified consumption is also one of the aims of this article. The methodology used for the composition of the protocol was the industrial living experience of the author for 26 years of actuation in multinational companies. The cited protocol was applied successfully in a middle size food industry in the North of Rio de Janeiro.*

#### Key words:

Water  
Hydro Resources  
Recycling  
Consume  
Reuse  
Effluents  
Industry

### 1. Introdução

Até a década de 1990, a água consumida pelo setor industrial constituía um insumo pouco significativo, tanto em termos de disponibilidade como sob o aspecto econômico.

À água não havia, ainda, sido atribuída a conotação de “commodity”, e os conceitos de outorga e cobrança eram meras propostas

de instrumentos de comando e controle, em fase de preparação.

A utilização dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos se efetuava sem parcimônia e sem mecanismos adequados de controle, tanto para o atendimento da demanda como para disposição final de efluentes. Face a aparente abundância, poucas indústrias

<sup>1</sup> Engenheiro Químico pela UFRJ com especialização em Engenharia de Segurança pelo CEFET-RJ e MBA em Planejamento e Gestão Ambiental pelo UniFOA

Artigo  
Original

Original  
Paper

implantavam práticas de setorização do consumo de água com o objetivo de identificar excessos de demanda localizados, ou programas de redução de perdas em unidades produtivas e em sistemas auxiliares.

Um exemplo de setorização nos meios industriais para consumos de água é apresentado na figura 1.



Figura 1: Exemplo de Distribuição de Consumos de Água por Setor

(Fonte: Manual FIRJAN de Conservação e Reuso de Água na Indústria – Sistema FIRJAN, Rio de Janeiro, 2006, 1 ed., pág.10)

Não ocorria, também, a preocupação de segregar efluentes, adquirir unidades de processamento e equipamentos mais modernos, que possibilitassem a redução do consumo de água e da geração de efluentes. Com a implementação dos mecanismos de outorga e cobrança pela utilização de recursos hídricos, motivados pelo conceito moderno de conservacionismo e de proteção dos recursos naturais, vem se sensibilizando o setor industrial, tanto no aspecto econômico como na importância de transmitir uma imagem ambiental positiva, recurso que adquiriu importância similar aos programas de propaganda e de marketing institucional.

Entretanto, embora o meio ambiente se beneficie deste novo arcabouço legal, não há dúvidas de que a indústria passa a se submeter a uma nova e significativa restrição econômica, com potencial para comprometer a sua própria sustentabilidade. Com efeito, a mera inclusão dos custos adicionais da cobrança pelo uso da água nos custos finais de produtos pode implicar, dependendo do nível de consumo deste recurso, em comprometimento de margens de competitividade industrial.

Também a crescente preocupação com a escassez dos recursos hídricos em nosso planeta tem despertado grande interesse tanto na mídia como nos demais setores da

sociedade. Trata-se de uma preocupação procedente e muito oportuna, principalmente, se considerarmos o mau uso da água em todos os segmentos de atuação do homem.

Conforme Silva, Recursos Hídricos (2005, pag. 7,) “os meios industriais situam-se, a nível mundial, como o segundo consumidor de água do planeta (20%).”



Figura 2 : Distribuição de Consumos de Água no Mundo (Fonte: Recursos Hídricos, Silva, 2008)

Embora no Brasil, esse percentual caia para 10%, esse consumo não deixa de ser expressivo e, diferentemente dos demais consumidores, as indústrias têm importante papel na formação de opinião na comunidade onde atuam.



Figura 3 : Distribuição de Consumos de Água no Brasil (Fonte: Recursos Hídricos, Silva, 2008, Adaptado pelo autor,)

Outro fator que diferencia as indústrias dos demais consumidores é o fato de que, em boa parte das situações, elas dispõem de recursos financeiros e agilidade operacional para proceder a eventuais mudanças necessárias para a adequação às condutas ambientalmente responsáveis.

Na região Sul Fluminense, por exemplo, a outorga para a retirada e uso da água do principal corpo hídrico da região, o Rio Paraíba do Sul, instituída pela Lei 9433/97, a chamada “Lei das Águas”, serve como motivador adicional para o empresariado em geral voltar seus olhos para as questões relacionadas com uso e consumos de água.

Contudo, apesar de todo o crescente nível de conscientização sobre o uso adequado

da água nos meios industriais ainda existem lacunas de conhecimento nesta área.

Uma das maiores dificuldades para o pequeno e médio empresário é, na maioria das vezes, um nível insuficiente de informações específicas sobre o assunto, de maneira a transformar a conscientização em processo de formação, em ações concretas e praticas.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Princípios Básicos

Utilizando-se um princípio radical, poderíamos dizer que em qualquer indústria, se o produto final não inclui água na sua composição, o respectivo consumo de recursos hídricos desta indústria deveria ser igual à zero.<sup>1</sup>

Na prática, vemos que essa premissa, nem sempre pode ou mesmo quando é possível sua aplicação, não acontece na sua íntegra, porém, como princípio, este deveria nortear todas as ações referentes ao trato dos recursos hídricos dentro das indústrias.

Baseado neste conceito, o grau de adesão ao princípio mencionado acima revela, em última análise, o nível de eficiência dos processos praticados pelas indústrias avaliadas.

Outro princípio que seria basicamente um detalhamento do anteriormente exposto é a intrínseca relação entre impactos ao meio ambiente causados por efluentes ou rejeitos e a eficiência dos respectivos processos.

Todo o processo, a partir da sua concepção deveria:

1. Não ter efluentes ou rejeitos durante sua operação;
2. Se a ausência de efluentes ou rejeitos for impossível / inviável economicamente, os projetistas deste processo deveriam prever sua reciclagem / reutilização dentro ou fora da unidade;
3. Caso as alternativas anteriores não fossem viáveis, o projetista deste processo deverá prever a disposição de maneira responsável dos mesmos efluentes ou rejeitos no meio ambiente, utilizando-se uma estação de tratamento para ajuste dos mesmos aos padrões específicos de lançamento, estabelecidos pelos órgãos ambientais.<sup>2</sup>

Esses princípios básicos devem nortear

todas as iniciativas a serem desenvolvidas nos estudos de conservação de recursos hídricos em qualquer empreendimento comercial ou industrial.

### 2.2. Custo dos Efluentes

Sempre que se dispõe de um efluente no ambiente, existem naturalmente custos associados a esta disposição. Esses custos se iniciam na implantação do empreendimento, através do investimento em uma unidade/ estação de tratamento de efluentes, e continuam com gastos na operação da estação.

Quando não existe previsão de instalação ou licença ambiental para a disposição de lodos ou lamas originadas nas estações de tratamento de efluentes, a indústria deve contratar empresas especializadas em destinação final para estes rejeitos.

Atenção especial deve ser dada à contratação dessas empresas, pois o ator que originou esses materiais permanece como coresponsável até o fim da destinação em qualquer situação de desvios nesta operação.

Nas situações em que estes efluentes não têm o devido tratamento, estes podem provocar efeitos adversos junto à comunidade circunvizinha, sendo os mais comuns a emissão de odores, aparência de plumas, contaminação de corpos hídricos ou a contaminação do ar por emissões particuladas diversas.

Em nenhuma situação, o empresário deve esquecer que, além de todos os custos mencionados, concernentes ao tratamento dos efluentes, os mesmos são, em sua imensa maioria, matérias primas ou insumos não transformados, produtos intermediários ou produtos acabados/subprodutos, o que em última análise foram adquiridos por sua empresa, significando desta maneira mais custos e perdas de eficiência, devido ao fato de os mesmos não terem sido transformados em produtos finais vendáveis.

Nas indústrias, via de regra, o principal veículo utilizado para transporte de efluentes é a água, surgindo uma íntima relação entre efluentes, eficiência, custos e água.

<sup>1</sup> Experiência industrial vivenciada pelo autor

<sup>2</sup> Experiência industrial vivenciada pelo autor

### 2.3. Usos E Consumos De Água

Baseado nos princípios descritos anteriormente (2.1) e nos custos associados à geração de efluentes, torna-se necessário enfatizar que, dentro de uma indústria típica, a utilização e o consumo de água ocorrem a partir de inúmeros usos.

Basicamente existem seis blocos fundamentais em que se enquadram comumente os consumos de água em uma indústria. (MIERZWA e HESPANHOL, 2005, p.33)

- Como matéria prima;
- Como fluido auxiliar (lavagens diversas, composição de soluções químicas);
- Na geração de energia;
- Como fluido de resfriamento ou aquecimento;
- Como agente de transporte e assimilação de contaminantes;
- Consumo humano.

Embora sempre existam oportunidades nos seis segmentos descritos acima, a ênfase teórica neste estudo será dada aos segmentos abaixo:

- Processos de resfriamento industrial (água como fluido de resfriamento ou aquecimento);
- Uso de água como solvente em purificação de produtos ou limpeza geral (água como agente de transporte e assimilação de contaminantes);
- Utilização de água condensada “recuperada” de sistemas de transporte de energia que empregam vapor d água saturado (água como fluido de resfriamento ou aquecimento).

Uma premissa básica que deve ser usada quando se trata de uso e consumo de água em ambientes industriais deve ser a disponibilidade de um balanço de massa ou balanço material do processo a ser analisado.

A existência ou execução de um balanço material relacionando todas as correntes de entradas de água no processo, suas quantidades equivalentes aos volumes de produção, bem como as respectivas finalidades para cada uso no processo constituem um passo fundamental quando se inicia um projeto para otimizar os consumos de água em um processo. Nem sempre este estudo é disponível e muito

menos sua execução é tarefa simples.

As maiores barreiras para a execução deste balanço são: falta de conhecimento do processo; não caracterização detalhada das diversas fases onde a água é utilizada ou por onde ocorrem as saídas ou retiradas de água e; principalmente, o fato de as saídas de água nem sempre serem óbvias ou totalmente mapeadas.

Mesmo que o balanço material não seja disponível ou confiável, a iniciativa de otimização dos consumos de água em uma indústria pode ser iniciada; para tal, o primeiro passo deverá ser o mapeamento de todas as entradas de água no processo.

Nessa fase, alguns paradigmas deverão ser quebrados. Situações como “sempre fizemos a operação desta maneira”, “recebemos a unidade operando assim”, “desta maneira funciona”, devem ser questionadas, tendo-se sempre em mente que as mudanças eventualmente adotadas levarão o processo atual a um novo patamar de eficiência.

Muitas vezes pode se fazer necessária a adoção de novas tecnologias para as antigas operações ou mesmos ajustes operacionais, fatos que devem ser encarados como parte natural e integrante em uma atualização tecnológica do processo.

Mesmo novas tecnologias devem ser avaliadas em uma relação custo x benefício buscando-se sempre o equilíbrio dos investimentos de maneira a não inviabilizar as operações existentes.

A simples busca das entradas e saídas de água no processo já é suficiente para despertar uma reflexão questionadora sobre a utilização dessa água no sistema e quando aliado a uma atitude de melhorias, promovem mudanças significativas.

### 2.4 Processos De Resfriamento Industrial

Um dos vilões consumidores de água, virtualmente invisível em uma indústria, são os processos de resfriamento industriais.

Nesses processos estão incluídas, principalmente, as torres de arrefecimento de água e o resfriamento direto de peças e equipamentos.

Quando se utilizam torres de arrefecimento ou resfriamento, segundo Stanley M. Waias (University of Kansas), em seu artigo “*Rules of Thumb - Selecting and*

as perdas usuais e admissíveis em um sistema de arrefecimento de água ou torre de refrigeração em operação satisfatória deverão ser (referência a vazão nominal da torre) de: 1% como evaporação; 0,1 a 0,3% como arraste mecânico; 2,5 a 3% por drenagem (purga - baseada em recomendações do fabricante) de água da bacia coletora, para evitar deposição de sais.

Uma rápida medição junto ao sistema de reposição de água da torre pode indicar a existência de consumo elevado nestes equipamentos.

As razões para um eventual consumo elevado em sistemas de refrigeração, em geral, se remetem a três causas básicas:

- Subdimensionamento do equipamento face às condições atuais do processo, ou seja, o equipamento ou sistema foi projetado para atender a uma determinada produção e hoje a unidade opera com uma produção maior;
  - Parâmetros de operação inadequados, basicamente devido a lacunas no processo de treinamento do grupo de operação;
  - Necessidades de manutenção;
- Os ajustes recomendados deverão levar em conta, tanto as comparações e análise das medições de consumo, como as razões que explicam a situação atual.

## 2.5 Resfriamento Direto de Peças e Equipamentos

Por vezes, os processos utilizam o resfriamento direto de peças e equipamentos com água, sendo que, na maioria das situações, essa água é previamente tratada.

O técnico à frente do processo deve abstrair-se da situação existente e ser bastante crítico, questionando se esta é a melhor maneira de se executar a etapa do processo desejada.<sup>3</sup>

É comum em algumas indústrias, nos departamentos com situações em que a água é imediatamente descartada após cumprir a função de resfriamento desejada.<sup>4</sup>

Alinhados com os princípios fundamentais anteriormente descritos, se a operação em circuito fechado foi inviável

economicamente ou não existir tecnologia alternativa para o resfriamento em questão, esforços deverão ser envidados no sentido da recuperação dessa água.

Iniciativas como o recolhimento da corrente descartada, com os devidos cuidados para se evitar contaminação com outros efluentes, buscando posterior uso da mesma, devem ser consideradas e incentivadas.

Podem ocorrer situações em que a água que foi utilizada no processo de resfriamento apresente algum tipo de contaminação provocada pelo próprio equipamento ou sistema que está sendo resfriado.

Essa contaminação geralmente ocorre devido a presença de sólidos, partículas metálicas ou mesmo óleo presentes no elemento que está sendo resfriado.

De uma maneira geral, os investimentos para a captação da água e separação dos eventuais contaminantes não são elevados e devem ser sempre considerados.

Mesmo quando a água, após realizar a função de resfriamento, já não se encontrar mais no estado líquido, um processo de coleta e condensação deveria ser avaliado, pois antes mesmo de se atingir o objetivo da recuperação, estaremos restaurando as condições do ambiente de trabalho, visando ao bem estar das pessoas e preservando a integridade de instalações. A umidade em ambientes industriais é um dos iniciadores de processos de corrosão em equipamentos, estruturas e instalações em geral, além de conferir situações de insalubridade aos trabalhadores deste mesmo ambiente.

Conforme Sienko e Plane (1981, p.5), “a água é o solvente mais comum e, provavelmente, o líquido mais importante existente na natureza, sendo o melhor produto para dissolver substâncias de caráter iônico, como sais, ácidos e álcalis”.

A água tem uma característica especial de solvência, sendo compatível com uma enorme gama de sólidos e líquidos processados pelo homem. Por essa razão, seu uso sempre foi muito difundido nos meios industriais, seja para proceder à separação de substâncias, valendo-se de sua afinidade química, seja para cumprir o papel de eliminar impurezas associadas ao processamento de produtos em um processo, ou na sua maneira mais comum, pelas lavagens em geral, desde

<sup>3,4</sup> Experiência industrial vivenciada pelo autor.

instalações até embalagens reutilizáveis.

A situação mais comum nas indústrias, talvez pelo fato da sua relativa e aparente disponibilidade é que, após desempenhar a função de separação entre dois produtos, a água é descartada como efluente.

Nesse ponto, o analista do processo deverá ser crítico para analisar a composição dessa corrente de água servida, sendo de extrema importância que isso se dê antes da mesma se associar a outros efluentes.

Uma vez de posse da composição da corrente gerada, o analista deve proceder a estudos visando ao seu reaproveitamento, levando-se em consideração fundamentalmente a sua coleta.

O que mais freqüentemente inviabiliza este reaproveitamento é o fato dessa corrente de água servida ser lançada diretamente na rede coletora geral de efluentes, misturando-se com diversas outras correntes dos mais variados efluentes.

Ainda existem situações em que muitas vezes, o reaproveitamento da água é motivado pela recuperação do produto que a água removeu. Estes produtos, que são matérias-primas não processadas, intermediários ou mesmos co-produtos finais, uma vez separados ou concentrados, obtêm valor comercial ou até mesmo utilização dentro do processo onde eles estão inseridos. Por vezes, a alternativa encontrada pode ser a incorporação dessa água contaminada com produtos químicos, a subprodutos aquosos existentes e vendáveis.

Mesmo o desenvolvimento de novas aplicações para produtos intermediários deve servir como motivador para não se descartar produtos em correntes de efluentes.

Outra situação freqüentemente encontrada em indústrias é a existência de efluentes formados por água contaminada com óleos diversos (águas oleosas), que têm as mais variadas origens, que vão desde vazamentos de máquinas e equipamentos, carregados por água até lavagens de veículos.

Nestas situações, uma decantação simples pode concentrar os produtos oleosos viabilizando o seu processamento posterior.

Atualmente, existem, no mercado, empresas especializadas em recuperação desse tipo de produto, que com um mínimo de condicionamento alcançam valor comercial.

Sob o ponto de vista de otimização

do processo, o óleo, geralmente lubrificante, agora na condição de contaminante, demandou recursos para adentrar a fábrica e certamente terá que ser repostado de alguma forma ao equipamento ou sistema onde sua aplicação é importante.

Promover a sua separação, antes mesmo de representar a possibilidade de reaproveitamento de água significa a oportunidade de minimizar os eventuais gastos adicionais com a compra deste mesmo óleo para a respectiva reposição ao equipamento de onde foi utilizado.

Tratar produtos químicos sejam eles matérias primas, produtos intermediários, insumos ou coprodutos como efluente, é em geral tarefa dispendiosa, além do fato de representar perda de uma matéria prima que foi comprada.

Certamente, vai significar um aporte adicional de recursos para o seu descarte na natureza, pois uma vez descartado, em uma estação de tratamento de efluentes – com emprego de mais produtos, mão de obra e energia - não há mais retorno para o capital alocado na sua aquisição.

## **2.7 Utilização de Água Condensada (Uso de Vapor d'água)**

Um aspecto extremamente importante, quando se aborda a questão do uso racional e a preservação de água nas indústrias, é a sua relação direta com as perdas verificadas nos processos que envolvem transferências de energia sob a forma de vapor ou ar comprimido.

A água utilizada nos processos de geração de vapor deve ter características muito particulares, sendo necessário um condicionamento especial para sua alimentação nas caldeiras.

Este tratamento apresenta custo elevado porque, visando à preservação do equipamento gerador de vapor, tanto nos aspectos de integridade mecânica como salva-guardando a própria segurança dos operadores, a água deve ser completamente desmineralizada (a deposição de sais dentro de caldeiras é uma das principais causas de explosão das mesmas).

Devemos lembrar que o tratamento básico para águas de caldeiras inclui a clarificação, o ajuste de pH e a passagem por

um leito de troca iônica para sua completa desmineralização. Após a formação do vapor, o condensado passa então a ser o principal componente a ser considerado.

Adotando uma visão holística do processo, podemos dizer que todo o vapor que deixa a caldeira, após realizar a sua função de transferência de energia, é transformado em condensado.

Mesmo durante a transferência desse vapor até os equipamentos consumidores finais, existe a formação de condensado em face de contínua troca de calor do fluido com o ambiente (mesmo considerando tubulações em perfeito estado de isolamento térmico); exemplificando este fato, podemos citar, Instituto Brasileiro de Petróleo, 1981, "... para uma tubulação de 4 polegadas de diâmetro, com 30 metros de comprimento, transportando vapor a 7 kg/cm<sup>2</sup>, bem isolada, em um ambiente com uma temperatura na faixa de 10 °C irá formar aproximadamente 16 kilos por hora de condensado.

Naturalmente, todo o condensado gerado deve ser removido continuamente, não só para facilitar o contínuo transporte do vapor como para não prejudicar a transferência de calor nos pontos de consumo.

Os equipamentos acessórios que promovem essa remoção são os chamados purgadores ou "traps" de vapor. Sendo este condensado gerado a uma temperatura bem próxima a de ebulição da água, ele leva consigo uma importante parcela de energia. Além do fato que o líquido gerado é água que já passou por um processo de condicionamento que envolveu energia e uma gama de produtos químicos.

Na grande maioria das situações industriais, a recuperação de condensado é um procedimento extremamente vantajoso. Em média, pode-se considerar que a recuperação de condensado proporciona para as empresas uma economia de combustível em torno de 10%, podendo em alguns casos ultrapassar os 20%, sem contar a redução das necessidades de captação adicional de água.

Na prática, ocorre que em muitas indústrias, o condensado gerado nem sempre é aproveitado ou reconduzido a área da caldeira. É procedimento comum, a drenagem do condensado, principalmente, de linhas de transferência de vapor, ser feita diretamente para sistemas de coleta de águas pluviais.

Empresas especializadas e fabricantes de acessórios para sistemas de produção e distribuição de vapor geralmente oferecem gratuitamente projetos detalhados nas áreas de recuperação de condensado e otimização dos sistemas de distribuição de vapor, estimulando exatamente a economia desse insumo.

Mais uma vez, compete aos profissionais envolvidos perseguir continuamente o objetivo de redução do consumo de água colaborando desta maneira com a redução dos gastos da empresa.

### 3. Metodologia

A pesquisa adotada para o desenvolvimento desse trabalho utilizou uma abordagem qualitativa, através de uma proposta de protocolo (Anexo 1) consolidado, a partir da vivência industrial do autor.

A estrutura desse protocolo segue as seguintes etapas:

- Entrevistas gerenciais enfatizando o uso e consumo da água no processo industrial;
- Segmentação do processo em setores e consumos;
- Quantificação dos consumos por setor;
- Identificação e análise dos efluentes hídricos;
- Análise crítica do processo;
- Propostas, testes e recomendações;
- Implementação das propostas e recomendações selecionadas e
- Acompanhamento dos resultados.

#### 3.1 Fluxograma Simplificado do Protocolo de Avaliação de Recursos Hídricos (Resumo das Etapas – Anexo 2)

### 4. Conclusão

Sempre existem oportunidades para redução do consumo de água nas indústrias, quando se lança um olhar crítico e qualitativo, além da preocupação ambiental sobre essa questão. Não se esquecendo, principalmente, da íntima relação existente entre a geração de efluentes e o consumo de recursos hídricos.

Nas indústrias, os empresários precisam, na maioria das vezes, aprender que, antes mesmo de agredir o ambiente via

produção de efluentes, estarão certamente desembolsando mais recursos do que os necessários para uma produção eficiente.

Conseqüência da formação acadêmica dos dirigentes, barreiras culturais e antigos hábitos sobre uma aparente abundância de água, sempre existirá a dicotomia entre as ações no sentido da recuperação de água e evitar seu desperdício versus a viabilidade tecnológica e econômica em se proceder à substituição da tecnologia existente por outra mais moderna ou mais ambientalmente aceitável.

Um indicativo que demonstra esse novo despertar para o interesse em direção a preservação e redução do consumo de água nas indústrias é a existência de uma estação de tratamento de efluentes na unidade industrial.

A presença dessa estação pode ser o indicativo de um processo com oportunidades de melhorias tanto nas áreas relacionadas à eficiência operacional quanto energética.

O protocolo apresentado para uso como guia em uma avaliação inicial de processos ou indústrias em análise tem a expectativa de uso de forma orientada, não devendo se limitar aos tópicos levantados e sugeridos.

## 5. Referências

DUPONT ENGINEERING, Energy Conservation Checklist - Accession Report 17997, March, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DO PETRÓLEO, Apostila de Distribuição de Calor, Rio de Janeiro, 2001.

KERN, Donald Q. Processos de Transmissão de Calor, Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 2002

MANUAL DE CONSERVAÇÃO E REUSO DE AGUA NA INDÚSTRIA – SISTEMA FIRJAN, 2006.

MIERZWA, José Carlos, HESPANHOL, Ivanildo, Água na Indústria – uso racional e reuso, São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

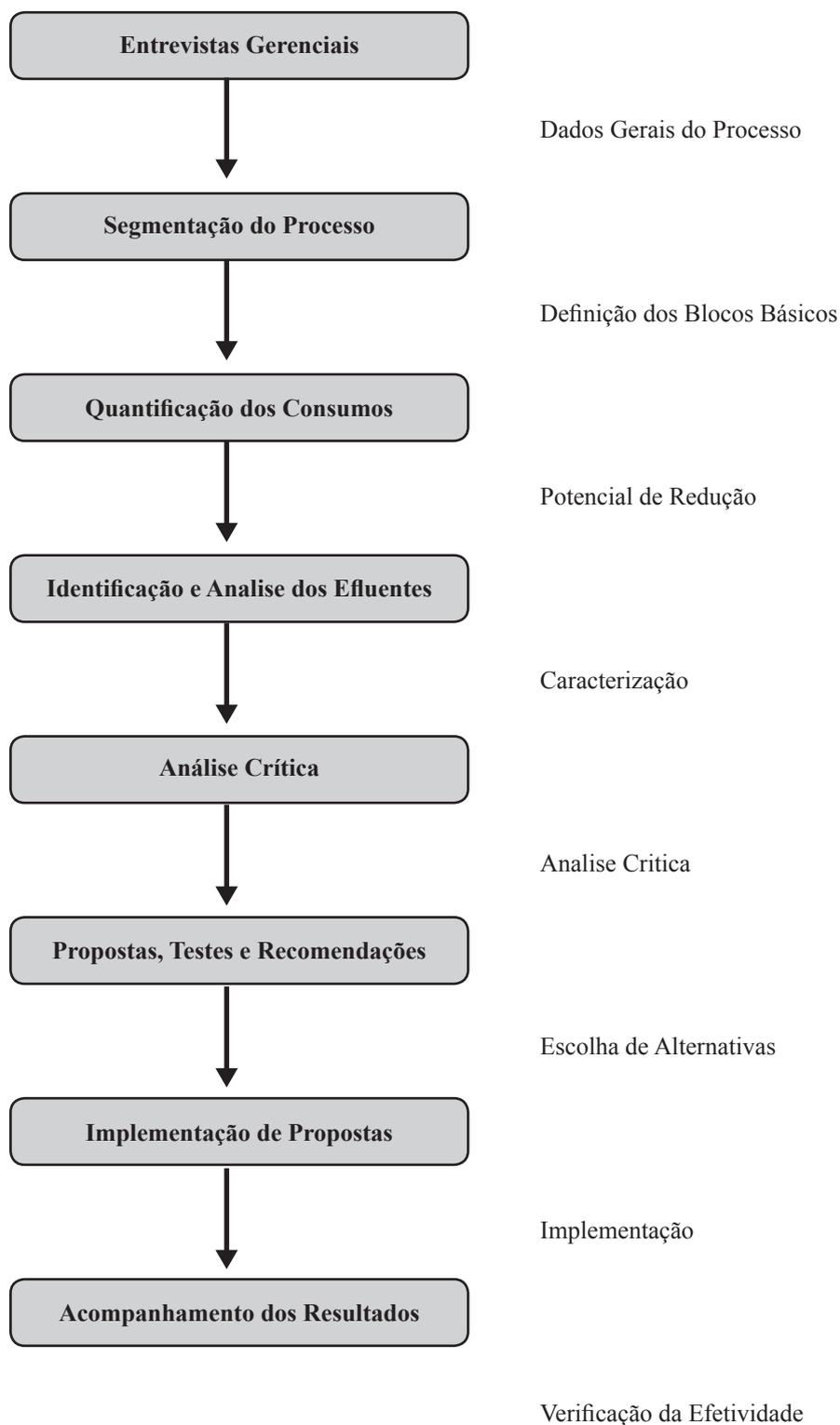
PERRY's CHEMICAL ENGINEER's HANDBOOK and CHILTON, 8 ed., 2008, New York, McGrawHill.

SIENKO, Michael, PLANE, Robert, Química, 5 ed, São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1979.

SILVA, Leonardo Duarte, Apostila de Recursos Hídricos, UniFOA, abril, 2005.

WAIAS, Stanley M., Rules of Thumb – Selecting and Designing Equipment – Chemical Engineering – March, 16, 1987,

**Fluxograma Simplificado do Protocolo de Avaliação de Recursos Hídricos  
(Resumo das Etapas)**



**Anexo 2****Protocolo de Avaliação de Recursos Hídricos****Modulo I**

Entrevista com a Liderança/Diretoria (alguns tópicos):

**Qual é a natureza do processo, ramo de atividade, produtos principais;**

**Escala de produção (opcional);**

**Descrição sumarizada do processo da empresa;**

**Quantidade de funcionários diretos;**

**Quais são os usos/importância da água em seu processo?**

**Onde você utiliza água em seu processo? A água entra na composição do seu produto final?**

**Ordem de grandeza dos volumes utilizados (diário, mensal, anual);**

**De onde vem a água utilizada em sua empresa? Rede publica? Captação artesiana? Existe sistema de coleta de água de chuva?**

**É necessário tratar a água antes da sua utilização no processo? Qual o tipo de tratamento empregado (cloração, clarificação, filtragem, desmineralização - caldeiras);**

**Quanto você paga pela água em sua empresa?**

**Para onde vão os efluentes hídricos de sua empresa? Esgoto (rede publica)? ETE?**

**Em sua organização, existe alocação de recursos para gestão de águas?**

**Existem planos de expansão para a empresa? Demandarão aumento no consumo de recursos hídricos?**

**Existem projetos, iniciativas ou ações voltadas para a redução de consumo de água ou reciclagem de efluentes?**

**Modulo II (unidade de produção)****Segmentação do Processo – Setores de Consumo**

Elencar, em ordem de grandeza, importância ou mesmo percepção a distribuição dos pontos de consumo de água em seu processo, segundo a orientação abaixo:

**II-1 - Resfriamento/aquecimento de processos, peças, equipamentos, torres de refrigeração, caldeiras, purgadores, drenagens;**

**II-2 - Lavagem de peças, equipamentos, veículos, áreas internas, externas, uniformes;**

**II-3 - Lavagem de embalagens;**

**II-4 - Refeitórios, cozinhas;**

**II-5 - Higiene pessoal, banhos;**

**II-6 - Jardinagem e outros fins não industriais.**

**Modulo III (unidade de produção)**

Quantificação por setores de consumo/organização dos dados coletados por planilhas, balanço material simplificado;

Buscar o estabelecimento de índices de consumo de água com os níveis de produção para acompanhamento; ex: volume de água captada por tonelada de produto produzida ou volume de água captada por unidade volumétrica de produto produzido ou envazado.

**Modulo IV (unidade de produção)**

Identificação, Análise e Quantificação dos Efluentes Hídricos;

Caracterização de correntes de efluentes existentes (vazão, composição do efluente, temperatura, níveis de sólidos em suspensão).

**Modulo V**

Análise Crítica do Processo

Analisar criticamente o processo, segundo os dados levantados, questionando-se a validade do seu consumo/uso de recursos hídricos.

**Modulo VI**

Propostas, testes e recomendações;

Discutir propostas de projetos para uso racional de recursos hídricos focando-se redução de consumo ou reutilização. O descarte de recursos hídricos – contaminados ou não - deve ser a ultima opção!

**Modulo VII (unidade de produção)**

Implementação das propostas e recomendações selecionadas;

**Modulo VIII (unidade de produção)**

Acompanhamento dos resultados.