



APLICAÇÃO DA RECICLAGEM NAS TORRES DE RESFRIAMENTO DE PLANTAS INDUSTRIAIS

Francisco de Assis Freitas¹, Sergio Pinto Amaral², Luiz Carlos Vasconcellos³

Copyright 2006, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico foi preparado para apresentação na *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2006*, realizada no período de 11 a 14 de setembro de 2006, no Rio de Janeiro. Este Trabalho Técnico foi selecionado para apresentação pelo Comitê Técnico do evento, seguindo as informações contidas na sinopse submetida pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho Técnico, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, seus Associados e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho Técnico seja publicado nos Anais da *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2006*.

Resumo

Este artigo mostra os resultados obtidos em estudo de caso envolvendo o conceito prevenção da poluição, através da técnica de reciclagem em torres de resfriamento, para redução do efluente líquido. O estudo empregou técnicas que enfatizaram a reciclagem no lugar de tratamento e disposição dos resíduos gerados em um sistema de gerenciamento ambiental. A *reciclagem* é uma das técnicas de redução da Poluição. O estudo mostrou a viabilidade de reciclar a água das purgas das torres com consequente redução dos insumos (água de reposição e produtos do tratamento) das plantas e do volume de efluente líquido para tratamento e disposição. Resultados obtidos: redução do consumo de água clarificada, redução da quantidade dos produtos aplicados e respectivos custos consequentes. Os resultados foram: ganhos ambientais e econômicos. Ao desenvolver o estudo citamos como experiências importantes: convencimento da administração superior; definição da equipe de trabalho; verificação das prioridades e elaboração de um cronograma; palestras ao pessoal da unidade; levantamento de dados e oportunidade de melhorias tecnológicas; implementação das melhorias e avaliação dos resultados; contribuição para o desenvolvimento sustentável.

Abstract

This article presents the results found in a case-study which uses the concept of prevention pollution, through technical recycling in cooling towers to reduce liquid effluents. The study used techniques that emphasized the recycling instead of treatment and disposition of the residues sprung up in an environmental management system. *Recycling* is one of the techniques to pollution reduction. The study presented the feasibility to recycle water of the purges from the cooling towers with subsequent reduction of the inputs (water of reposition and products of the treatment) both the plants and the volume of liquid effluent for treatment and disposition. Results obtained: consumption reduction of clarified water, reduction of the quantity of products for treatment of cooling water and of the cost of the effluents treatment. Resulting profits: environmental and economic gains. On developing the case-study we refer to as important experiences: to convince upper management; definition of work-team; to verify priorities and prepare a realistic step-by-step schedule for its execution; chat with people of plants; data survey and opportunity for improvements of technologies; fulfillment of the improvement and assessment of results; contribution to the sustainable development.

1. Introdução

Um dos sistemas de gestão ambiental mais amplamente utilizado é o implantado segundo critérios estabelecido pela norma de gestão ambiental ISO 14001, que enfatiza de tratamento e controle no descarte ou disposição dos resíduos gerados e atendimento a legislação.

Por outro lado, a existência de estratégias ambientais mais adequadas às áreas operacionais, com um olhar mais para dentro dos processos industriais, mudando o foco do tratamento e/ou disposição dos resíduos para não geração dos resíduos, podem ser utilizadas para complementar um sistema de gestão.

Assim sendo, o modelo proposto de adoção das duas estratégias em conjunto, poderá contribuir para otimização dos processos já existentes com ganhos econômicos e ambientais para empresa e para sociedade.

¹ Mestre em ciências, Engenheiro de Processamento - Petrobras S.A

² Doutor em ciências, Químico de Petróleo - Petrobras S.A

³ Engenheiro Químico - Kurita do Brasil LTDA

Acreditamos que a adoção de ambas as estratégias podem contribuir para o trabalho de otimização dos processos e melhorar o comportamento ambiental das pessoas envolvidas acostumadas ao descarte, com um modelo prevencionista.

2. Objetivo do Trabalho

Apresentar os resultados obtidos com a aplicação de uma metodologia em um estudo de caso que emprega o conceito de Prevenção de Poluição em Fábrica de Amônia, Uréia, Hidrogênio, Gás Carbônico e de Ácido Nítrico que tem o sistema de gestão ambiental implantado e certificado, segundo os critérios estabelecidos pela Norma de Gestão Ambiental ISO 14001, para redução dos resíduos sólidos, líquidos e gasosos.

A ISO 14001:2004 no seu item 3.18 define a Prevenção da Poluição como:

Uso de processos, práticas, materiais, produtos, serviços ou energia para evitar, reduzir ou controlar (de forma separada ou combinada) a geração, emissão ou descarga de qualquer tipo de poluente ou rejeito, para reduzir os impactos ambientais (3.7) adversos.

NOTA A prevenção de poluição pode incluir redução ou eliminação de fontes de poluição, alterações de processo, produto ou serviço, uso eficiente de recursos, materiais e substituição de energia, reutilização, recuperação, reciclagem, regeneração e tratamento”.

3. Metodologia utilizada

O estudo empregou uma metodologia para implantação em um sistema de gerenciamento ambiental, a qual enfatiza o conceito de prevenção da poluição no lugar de tratamento e disposição dos resíduos gerados.

Esta metodologia é sugerida pela U.S. EPA - Agencia de Proteção Ambiental nos Estados Unidos e baseia-se em uma hierarquia para gerenciamento dos resíduos conforme a figura 1 abaixo.



Figura nº 1 - Hierarquia para Gerenciamento de resíduos sugerido pela EPA (1989).
Fonte: LaGrega et all (1994, pg.357)

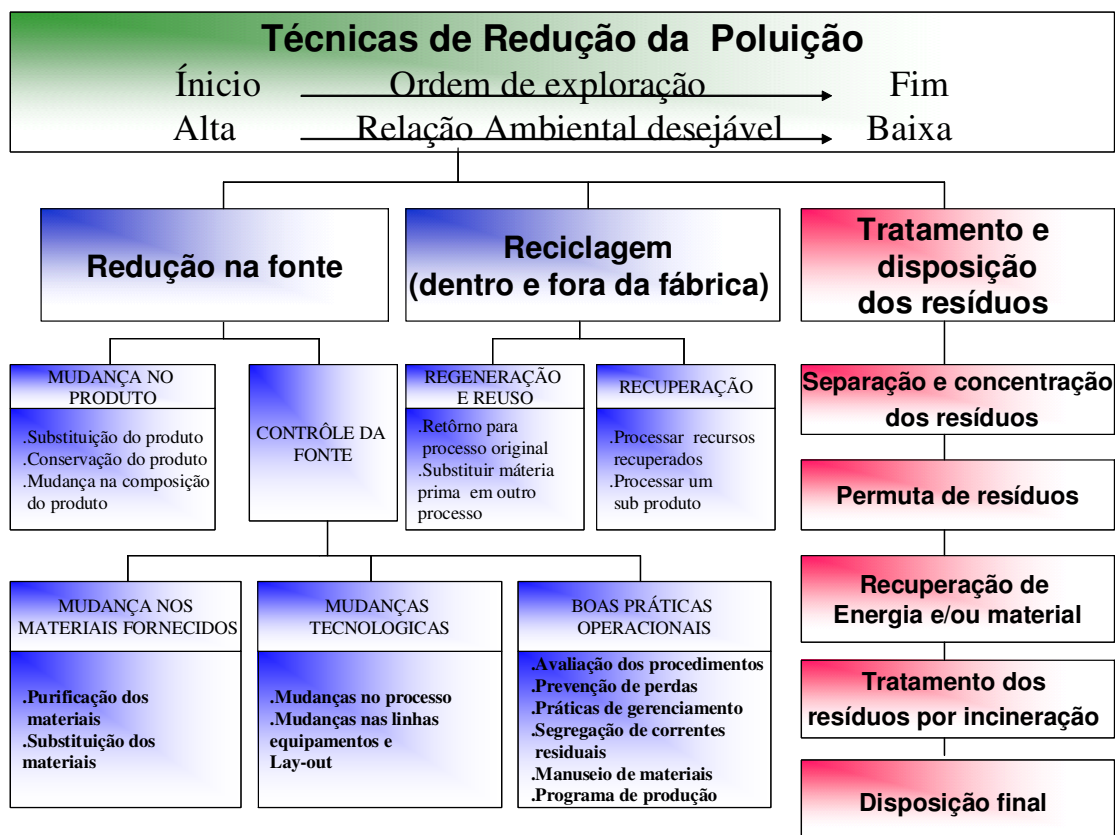


Figura nº 2 – Técnicas para redução dos poluentes.
 Fonte: LaGrega et all (1994, pg.356)

4. Resultados obtidos

Estudando-se as características dos sistemas das torres de resfriamento e qualidade de água de reposição e recirculação destas, as quais mostramos nos quadros 1 e 2 abaixo.

Quadro nº1 - Qualidade de água de reposição para as torre de resfriamento.

Qualidade da Água de Reposição		
Item	Geoplan	Fafen
pH	7	5,5
Alcalinidade Total (ppm CaCO ₃)	40	6
Cloretos (ppm Cl)	20	10
Dureza Cálcio (ppm CaCO ₃)	20	2
Dureza Magnésio (ppm CaCO ₃)	30	2
Sílica (ppm SiO ₂)	10	20

Quadro nº2 – Qualidade da água de resfriamento com reposição com reuso das purgas das torres I,III e IV.

Qualidade de Água de Resfriamento					
Make-up - TR II		Torre I	Torre II	Torre III	Torre IV
pH	8,0	8,8	8,8	8,8	8,8

Alcalinidade Total (ppm CaCO ₃)	48	260	289	120	240
Cloretos (ppm Cl)	25	130	185	60	150
Dureza Cálcio (ppm CaCO ₃)	25	130	185	60	150
Dureza Magnésio (ppm CaCO ₃)	37	195	277	90	225
Sílica (ppm SiO ₂)	12	65	92	30	75
Fosfato Total (ppm PO ₄)	-	7	7	7	7
Zinco Total (ppm Zn)	-	2,5	2,5	2,5	2,5

Com base na qualidade prevista no quadro nº2 avaliamos o comportamento desta quanto à corrosividade a aço carbono e potencial de incrustações de cálcio, magnésio, sílica, fosfato e zinco, cujos resultados são mostrados no quadro nº3 a seguir.

Quadro nº 3 – Simulação de comportamento da água de recirculação das torres de resfriamento com reuso de purga.

		TORRE I	TORRE II	TORRE III	TORRE IV
N	Ciclos de concentração	6,5	7,5	3	7,5
pH de Saturação	pHs =	6,70	6,56	7,46	6,74
pH Crítico	pHc =	9,90	9,47	11,10	9,78
Índice de Langelier	IL =	2,10	2,24	1,34	2,06
Índice de Ryznar	IR =	4,59	4,33	6,11	4,68
Solub. do Silicato/ Mg	Kps =	4,1E-31	4,8E-30	1,8E-33	1,1E-30
Diferença pHc - pH	DpH=	1,10	0,67	2,30	0,98
Incrust.PO ₄ /Zn/Ca		Não Incrustante	Não Incrustante	Não Incrustante	Não Incrustante
Incrust. de SiO ₂ e Mg		Não Incrustante	Não Incrustante	Não Incrustante	Não Incrustante
Incrust. de CaCO ₃		Não Incrustante	Não Incrustante	Não Incrustante	Não Incrustante
Potencial Corrosivo		Não Corrosivo	Não Corrosivo	Não Corrosivo	Não Corrosivo

NOTA:

(=pHc-pH. Se >0, não incrustante-ideal > 0,5)
(Se Kps 5×10^{-30} p/ trat. c/ Zn , não incrustante)
(Sistema considerado incrustante se IL > 2,5)
(Sistema considerado corrosivo se IR > 10)

O estudo mostrou a viabilidade de reciclar as águas das purgas das torres de resfriamento, de reduzir vazão para disposição do efluente líquido da planta enviado para tratamento e a quantidade de produtos químicos adicionados para o tratamento da água de resfriamento.

Os resultados obtidos foram à redução do consumo de água de reposição das torres de resfriamento, a reduções dos insumos utilizados na água de resfriamento e da vazão dos efluentes com conseqüente redução dos custos.

Os resultados deste estudo de caso estão descritos abaixo.

Ganhos ambientais:

- Menor consumo de água do poço artesiano ou água clarificada adquirida da prestadora de serviço.
- Menor vazão do descarte do efluente para tratamento na CETREL- central de tratamento de efluentes líquidos do pólo petroquímico de Camaçari e posterior disposição por emissário ao oceano.

Ganhos econômicos:

- Menores custos pela diminuição do volume de descarte das purgas de fundo das torres de resfriamento como efluente do sistema não contaminado, com água clarificada e produtos químicos do tratamento. A economia é de R\$ 2,737 por m³ podendo chegar a transferir de 0 a 30 m³ por hora, em função das condições operacionais das plantas. Em 2005 economizamos US\$ 270.860,00, em média 27m³ por hora e R\$ 22.542,00 por mês. Os dados estão resumidos na tabela nº. 1.

Custos e tempo de retorno dos Investimentos.

- O investimento para os serviços executados em mão de obra, linhas de PVC, hidrômetros, válvulas e outros materiais totalizaram aproximadamente R\$ 34.000,00 com tempo de retorno sobre o investimento aproximado de um mês.

Tabela 1 – Resumo dos valores economizados ambientais e financeiros do trabalho.

Fonte: FAFEN (2005).

	Valor R\$ / m ³	Vazão m ³ / h	Resultado R\$ mensal	Valor U\$/m ³	Valor mensal em dolar
Água Clarificada	0,90	27	17.496,00	0,375	7.290
SN	1,837	27	5.046,00	0,765	2.110
TOTAL GERAL					9.400
Água Total Mensal (m ³)					19.440
Economia Ambiental					19.440
OBS: Com dólar cotado à 2,40 reais, o total é de R\$ 22.542,00					

Foi realizada a implantação do sistema de reuso das purgas das torres de resfriamento I,III e IV cujo balanço de massa e arranjo são mostrados na figura nº 3.

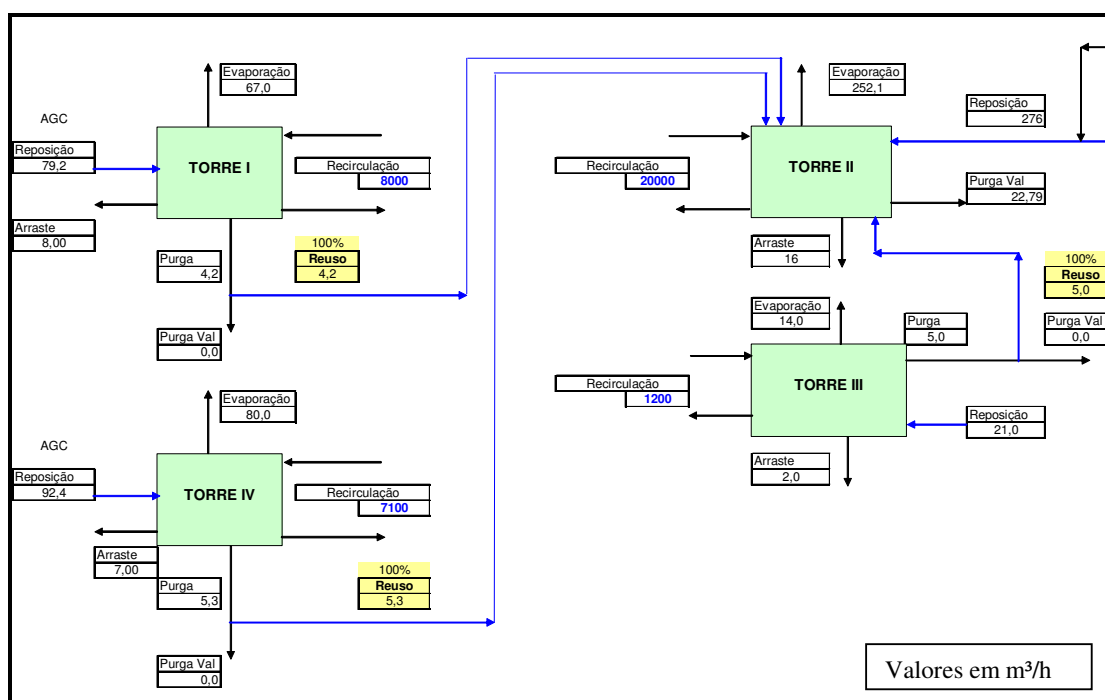


Figura nº 3 – Desenho do arranjo de reciclagem das purgas das torres de resfriamento com dados de balanço de massa.

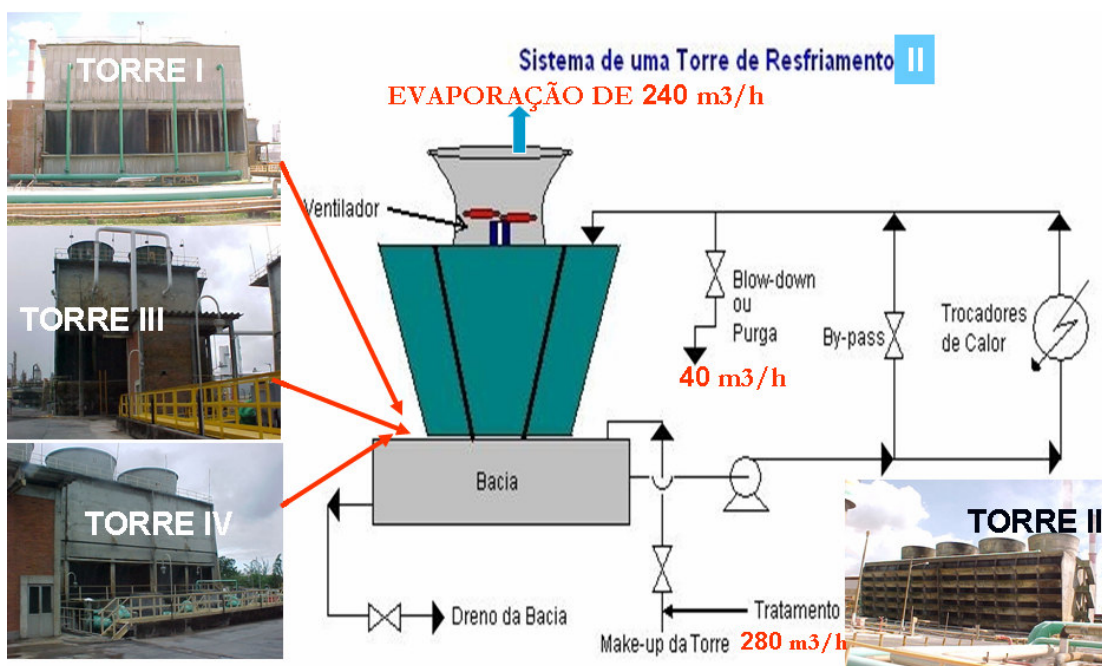


Figura nº 4 - Foto da Torre II, maior consumidora de água da FAFEN e fotos das torres I, III e IV com as transferências atuais.

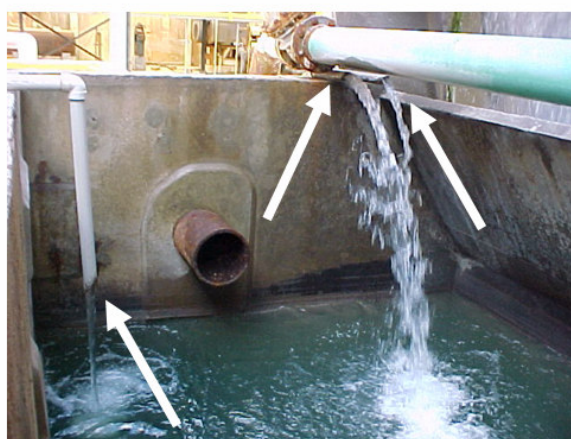
Fonte - Contribuição da empresa Kurita (2004) e FAFEN (2005)



BACIA DA TORRE II SEM AS TRANSFERÊNCIAS

Figura 4 - Purga das torres I, III, IV transferidas por tubos de PVC, vertendo água na bacia da torre II

Fonte: FAFEN (2005).



BACIA DA TORRE II COM AS TRÊS TRANSFERÊNCIAS DAS TORRES I, III E IV

5. Conclusões / Recomendações

Ao desenvolver o estudo de caso aprendemos com alguns erros que levaram as algumas ações e atitudes de planejamento e execução, que citamos como as experiências para quem vai iniciar um estudo:

- convencimento da administração superior sequencialmente até a maior delas para buscar comprometimento e apoio, seja persistente.
- definição da equipe de trabalho, espere dificuldades não desista.
- elaboração de um roteiro pequeno inicialmente, não queira abrangência total da empresa.
- verificar as prioridades e elaborar um cronograma realista de execução, atrasos poderão ocorrer.
- palestras ao pessoal que convive no dia a dia da unidade (operação, manutenção e serviços), busque motivá-los que eles serão os maiores parceiros para os resultados.
- levantamento de dados e oportunidade de melhorias.
- levantamento de tecnologias, avaliação econômica.
- implementação das melhorias.
- avaliação dos resultados.
- manutenção do programa.

Outros benefícios:

- Contribuição para o desenvolvimento sustentável.
- melhoria da conscientização ambiental, melhoria da qualidade ambiental local e global.
- minimização da transferência de poluentes de um meio para o outro.
- melhoria do desempenho ambiental.
- melhoria da motivação dos funcionários.
- melhoria da imagem pública da empresa.
- melhoria da competitividade da empresa.

6. Agradecimentos

À Petrobras S.A., Unidade FAFEN, Fábricas de Fertilizantes Nitrogenados, que nos forneceu as condições necessárias para execução do trabalho proposto, em especial ao Gerente Geral Júlio Furukawa, pela compreensão e apoio.

Ao professor Asher Kiperstok da Universidade Federal da Bahia/TECLIM sempre atencioso quando solicitado sobre o tema prevenção de poluição.

Aos colegas de trabalho, engenheiros e técnicos, pela colaboração na elaboração do trabalho, nas discussões técnicas dos processos. Aos companheiros operadores e técnicos da FAFEN e KURITA, que se empenharam na realização do levantamento de dados e testes analíticos sempre com muita dedicação e zelo.

7. Referências Bibliográficas

1. AKEHATA, T (1991): Pollution Prevention by Minimizing Waste Generation in a Chemical Production Process. Journal.Chem.Eng.Japan Vol.24 N°3, pag. 273-283
2. CETESB, Meio Ambiente. Prevenção à Poluição. Conceitos e definições. Disponível em : <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 11 ago.2004
3. EPA-US. 1988b. Waste minimization opportunity assessment manual. EPA Publ. 625/7-88/003 25 pp. e Anexo. A-H.
4. FREITAS, F.A., Uso do Conceito Prevenção da Poluição no contexto da Norma ISO 14001: O caso da Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados da Petrobrás, Salvador, 2005, pág.130. Disponível em: <http://www.teclim.ufba.br> .
5. LaGREGA, M.D.; BUCKINGHAM, P.L.; EVANS, J.C. The environmental resources management group: Hazardous Waste Management. 2 ed. Singapore: Mc Graw-Hill, 1994. 1146 p.

6. Manual de Operação e Processo dos sistemas de Resfriamento da Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados do Nordeste - FAFEN, 1980.
7. NBR ISO 14001- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Sistema de gestão ambiental- Especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro, 2004.
8. SHEN, T.T. Industrial pollution prevention. 1st ed. Springer, Berlin. 1995. 371 p.
9. “KURITA HANDBOOK WATER TREATMENT” of Kurita Water Industries LTD.