

REUSO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

Fábio Arbucias

Consultor Ambiental da BLASTEC – Gameiro Comercial Ltda. – EPP e ex-aluno do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da Faculdade SENAC – Centro de Educação Ambiental

SUMÁRIO	Pág.
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVOS	4
3. METODOLOGIA	5
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	5
5. CONCLUSÕES	9

RESUMO

O significativo consumo de água de utilidades – UW, levando em consideração seu custo, qualidade e extração de seu meio natural, o Rio Tamanduateí, demonstra o expressivo impacto desse recurso à empresa e ao meio ambiente, justificando e incentivando práticas de reuso de água residuária.

Para tanto, analisaram-se os sistemas de tubulações de UW e de água residuária, bem como o balanço financeiro da compra da UW e do tratamento da água residuária. Desta forma, calculou-se o custo estimado de implantação de um projeto de reuso de água residuária na PQU e, por fim, realizou-se um cálculo estimado do retorno financeiro da implantação do projeto.

A implantação do projeto de reuso de água residuária amortizará o custo do tratamento de efluentes, uma vez que gastos com a compra da UW serão eliminados, isto é, a água residuária destinada ao reuso será de custo zero para a empresa. Ainda, análises demonstram que a qualidade da água residuária é superior a de UW, portanto, o reuso contribuirá para minimização da exposição dos colaboradores a organismos prejudiciais à saúde presentes nesta.

Os dados resultantes desse projeto permitem concluir que é possível direcionar a empresa na busca da produção industrial sustentável através da prática do reuso de água residuária, propiciando grandes vantagens ambientais, técnicas, sociais e, em longo prazo, econômicas, tornando-a mais socialmente responsável.

PALAVRAS-CHAVE

Reuso de água residuária, tratamento de efluentes líquidos, minimização de custos, produção industrial sustentável, responsabilidade social.

1. INTRODUÇÃO

A continuada deterioração do meio ambiente global, a ausência de práticas em prol da conservação de recursos naturais não renováveis e a crescente demanda de água em todos os setores consumidores ao longo de muitos anos, levaram à grande deficiência desse recurso fundamental às atividades humanas [1].

Uma significativa parte da água doce do planeta é direcionada ao uso industrial. Isso se deve ao fato da água ser um insumo imprescindível em muitos processos dos mais variados setores industriais. Na indústria petroquímica, o consumo é também bastante intenso. O consumo de UW, por exemplo, associado ao seu custo e qualidade e extração de seu meio natural, demonstra o expressivo impacto desse recurso à empresa e ao meio ambiente. Esse fato associado à lei da cobrança pelo uso da água deverá motivar a prática de reuso.

A Lei 20/98, que dispõe sobre a cobrança pelo uso da água dos corpos hídricos do estado de São Paulo, deve ser um instrumento impulsionador para a crescente prática do reuso de água, isto é, destinar água de qualidade inferior a usos compatíveis.

A possibilidade de cobrança sobre a captação e devolução de água das bacias hidrográficas do País tem funcionado como um forte estímulo para que as empresas comecem a investir no reuso. A lei nº9433/97 prevê que a União e os estados podem cobrar taxas sobre a água retirada dos rios e sobre o volume que for devolvido sem o tratamento adequado [2].

Os estados do Ceará e do Paraná já cobram das empresas cada gota retirada dos rios e outros seis (Espírito Santo, Minas Gerais, Pernambuco, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina) já possuem Comitês de Bacias – formados por membros do governo e da sociedade civil para gerenciar os recursos hídricos das bacias estaduais – trabalhando para instituir a cobrança. [2].

O projeto de Lei 20/98 surgiu a fim de ensejar a cobrança em questão, e tem como principais objetivos incentivar a racionalização do uso, recuperação e preservação da quantidade e qualidade dos recursos hídricos para garantir, prioritariamente, o abastecimento das populações [3]. Conforme disposto no Art. nº08 desta lei, a fixação dos valores a serem cobrados, de que tratam os incisos I, II e III, terá por base o volume captado, extraído, derivado, consumido, e a carga dos efluentes lançados nos corpos d'água. [3].

A preocupação com a insuficiência de água para atender a demanda industrial torna explícita a necessidade do reuso. Neste contexto, o conceito de “substituição de fontes”, se mostra como uma boa alternativa para satisfazer demandas menos restritivas. [4].

Dessa maneira, um sistema de gestão ambiental por programa, isto é, que concerne a otimização de um único aspecto ambiental, o reuso de água por exemplo, pode trazer significativos ganhos ambientais e econômicos para as organizações.

A PQU é a central petroquímica do Pólo Petroquímico de Mauá, localizado parcialmente em Capuava – Santo André, e no município de Mauá, a cerca de 30 km de São Paulo. Até o ano de 1999, a PQU consumia 1.500.000 t/ano de nafta, para gerar os seguintes

produtos de primeira geração: Etileno, Propileno, Benzeno, Xileno, Butadieno, Corrente C4, Matéria-prima para Carbon Black, Tolueno, resinas de petróleo, entre outros.

A captação de água bruta é feita no Rio Tamanduateí, pela RECAP – Refinaria de Capuava – Petrobrás, numa vazão que depende do regime de chuvas. O complemento de água bruta é feito através da aquisição de água potável da SAMA, SEMASA e SABESP.

1.1. Água de Utilidades – UW

Na PQU, a UW é aquela utilizada para a lavagem do piso das áreas de processo, limpeza primária de algumas tubulações, diluição de produtos drenados para a rede de esgoto oleoso, enfim, é destinada para ser usada em todo o serviço cuja necessidade de água com qualidade nobre seja praticamente nula. Esta é captada pela RECAP do Rio Tamanduateí *in natura* através de bombas, e enviada diretamente para um reservatório interno denominado “lagoa”, até mesmo por ter o aspecto de uma lagoa natural. Nesta lagoa se encontra um conjunto de bombas que pertence à PQU, sendo que para suprir a rede de água de combate à incêndio existem duas bombas elétricas e outras duas movidas à óleo diesel, e para suprir a rede de UW existem duas bombas elétricas. Das duas bombas de recalque de UW, uma delas permanece em operação e a outra na reserva. Estas bombas então, distribuem UW para todas as áreas de processo da PQU através de tubulações.

A qualidade da água captada do Rio Tamanduateí *in natura* é bastante questionável, até mesmo para o uso industrial em atividades que exijam qualidade inferior. Devido ao fato do rio em questão receber uma carga muito elevada de esgoto doméstico à montante do ponto de captação de água do rio pela RECAP, existe uma formação muito grande de espumas no processo de tratamento em decorrência dos detergentes e outros sabões despejados no rio, sobretudo quando estes detergentes chegam ao reator biológico; este por ser aeróbio, tem a oxigenação prejudicada várias vezes no intervalo de uma semana, pois esta espuma isola a superfície do substrato contido dentro do reator, reduzindo assim o contato deste com o oxigênio atmosférico. Isto de certa forma prejudica o tratamento de efluentes da PQU. Os coliformes fecais, também presentes na água do rio, representam outro agravante com relação à qualidade da água [5].

O consumo médio da PQU é de 55 m³/h., ou seja, em um mês a empresa chega a consumir em média cerca de 39.600 m³ de UW. Este valor pode ser considerado baixo, perto do consumo de outros tipos de água como por exemplo a água utilizada em torres de resfriamento, que se trata da água fornecida pela SAMA e pela RECAP com tratamento prévio, cuja reposição das perdas gira em torno de 400 m³/h [6].

1.2. Água Residuária

Água Residuária é o nome dado ao efluente tratado da PQU após ter passado pela última etapa de tratamento, ou seja, é o efluente final que está sendo destinado ao Rio Tamanduateí.

A PQU divide seu afluente em duas categorias: O pluvial e o Oleoso. O afluente pluvial é todo aquele oriundo de águas das chuvas, sendo coletado fora dos pontos de drenagens das áreas de processo da empresa, principalmente em bocas-de-lobo das ruas de toda a fábrica sendo despejado diretamente em uma lagoa de contenção de água para tratamento. O

denominado afluente oleoso é todo aquele oriundo de drenagens de produtos químicos da empresa passíveis de tratamento, como óleos e graxas, gasolinas, hidrocarbonetos aromáticos, ácidos, álcalis, entre outros [7], [8]. A empresa trata seus afluentes aquosos em uma ETE, composta basicamente por:

- a) Pré-tratamento
- b) Tratamento Primário - SAO
- c) Tratamento Secundário.
- d) Adensador de Lodos.

1.2.1. Qualidade e Quantidade de Água Residuária Disponível para Reuso

A qualidade da água residuária da PQU se enquadra nos parâmetros do Artigo nº18 da Lei 997/76, regulamentada pelo Decreto 8468/76, isto é, a empresa atende plenamente aos requisitos necessários para lançar seus efluentes dentro das exigências desta lei. Levando em consideração que a qualidade da água do Rio Tamanduateí é pior do que a da água residuária, não haveria nenhum problema legal em praticar o reuso, para este caso [9].

De acordo com a empresa, caso o reuso de água residuária seja efetivado, não deve ocorrer nenhum tipo de problema com relação à incrustação ou corrosão de tubulações, válvulas ou equipamentos[9].

A vazão média de tratamento de efluente na PQU está em torno de 240 m³/h. As vazões mínimas registradas na empresa não foram mais baixas que 140 m³/h em média. Visto que a vazão média de consumo de UW é de 55 m³/h, as chances de não haver água residuária suficiente para suprir a demanda de UW são praticamente nulas.

Ainda que seja possível a total substituição da UW pela água residuária, prevê-se a manutenção da tubulação de UW já existente que será interligada com a nova tubulação proposta, instalando válvulas de bloqueio próximas à união de ambas caso seja necessário utilizar a água de utilidades em caráter emergencial, o que também oferece maior flexibilidade operacional em momentos que exijam necessidade de intervenção neste sistema, não somente em situações de emergência, mas também em eventuais serviços de manutenção.

A interligação do sistema de água residuária com o sistema de água de utilidades deve ser bastante simples, pois como já existem maneiras de bloquear a passagem de UW no sistema atual, devemos escolher um ponto da rede de UW que passe o mais próximo possível do SEL I, a fim de reduzir a distância entre a nova bomba de recalque de água residuária, que deverá estar localizada em uma bacia de contenção no SEL I, e a rede atual de água de utilidades, reduzindo assim o custo de projeto com a construção de uma nova linha de interligação muito longa, e também contribuindo para a redução de perda de carga de água residuária pelo tamanho da rede de UW.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema de gestão ambiental por programas, verificando a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de reuso de água residuária na Petroquímica União S.A. – PQU, de modo a substituir a água de utilidades – UW. Para tanto, foram analisados os sistemas de tubulações da UW e residuária e

o balanço financeiro da compra da água de utilidades e do tratamento e despejo da água residuária. Por fim, calculou-se o custo da implantação de um projeto de reuso de água residuária para a empresa.

3. METODOLOGIA

A primeira etapa da metodologia adotada consistiu em caracterizar a empresa em relação ao consumo médio de água de utilidades e vazão média de efluente tratado. Uma empresa da indústria petroquímica conta com uma quantidade muito grande de tubulações que passam por várias áreas de processo, veiculando, além da água, uma série bastante variada de insumos, matérias-primas, diversos tipos de vapores e gases, entre outros. Para tornar possível a identificação e visualização rápida de cada uma destas tubulações na área de processo, a empresa conta com um documento denominado P&I – Process and Instruments. O P&I nada mais é que um desenho de uma ou mais áreas de processo, onde se tem a identificação destas tubulações, bem como a identificação de cada instrumento e equipamento existentes ao longo do processo, agrupados por categoria.

As informações contidas no P&I foram de fundamental importância na etapa inicial dos estudos, pois permitiram uma melhor visualização da empresa como um todo, evidenciando o percurso da água de utilidades (denominada “UW” – Utility Water), desde a sua fonte até chegar em cada uma das áreas produtivas da PQU, bem como a localização da água residuária. Assim, foi possível elaborar um desenho de toda a planta petroquímica da empresa na situação atual de consumo de UW.

Entretanto, um levantamento detalhado sobre o tipo de tubulação de UW em todas as áreas de processo da empresa não foi possível, pois não foram encontradas informações facilmente disponíveis além daquelas já informadas no P&I, que por sua vez não são suficientes para o aprofundamento dos estudos neste campo.

Em seguida, determinou-se a viabilidade técnica do projeto. Devido ao fato dos resultados das análises referentes à UW não satisfazerem o nível de detalhamento necessário à essa pesquisa, foram consideradas, em caráter preliminar, somente as informações fornecidas pela equipe técnica da empresa. As análises da água residuária não foram fornecidas. Com as informações e os dados levantados com a equipe de engenharia da empresa, foi possível fazer uma avaliação inicial da viabilidade técnica de implantar o Projeto de Reuso da Água Residuária, bem como os dados necessários para posteriores compras de tubulações, equipamentos e válvulas adequadas.

Por fim, analisou-se o custo final da água residuária no sistema atual, comparando este custo ao valor de compra da água de utilidades – UW, e verificou-se então a viabilidade econômica do programa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análise Financeira

A análise financeira foi realizada com base nos dados obtidos sobre a água residuária, UW, o custo do projeto de reuso da água residuária na PQU e os eventuais benefícios que este deve trazer à empresa.

4.1.1. Custo da UW

A RECAP não paga pela água que é captada do Rio Tamanduateí. Portanto, o valor cobrado da PQU pelo bombeio de UW é baseado somente no seu custo operacional, onde as únicas variáveis que são levadas em consideração referem-se à energia elétrica utilizada no bombeio, e o custo de manutenção estimado da bomba, uma vez que a UW não sofre nenhum tratamento prévio, ou seja, é utilizada *in natura*. Sendo assim, o preço cobrado pela RECAP pela venda da UW é de R\$ 0,047 por m³ [9].

Ainda com relação à UW, o consumo médio da PQU é de 55 m³/h. Sendo assim, tem-se que o custo mensal da UW para a PQU é de aproximadamente R\$ 1.861,20. Seu custo anual é, portanto, R\$ 22.334,40. Vale ressaltar que, estes valores de custos mensais e anuais foram calculados sem considerar eventuais aumentos e correções referentes a este período, que são alterados mediante contrato entre as empresas [6].

A UW é a água destinada para fins menos nobres na PQU, e portanto não requer tratamento algum, fazendo com que seu custo seja mais baixo.

4.1.2. Custo da Água Residuária

- Custo US\$ / dia de produtos químicos - US\$ 1.470,40
- Consumo de energia elétrica (500 kwh)
- Custo/dia da energia elétrica - US\$ 316,00
- Custo Total de Operação:
 - SEL/dia = US\$ 1.786,40
 - SEL/mês = US\$ 53.592,00

Dividindo-se o custo operacional diário (US\$ 1.786,40) por 24 horas de operação, encontrou-se o valor de US\$ 74,43 referente ao custo operacional por hora. Como a vazão média de tratamento de efluentes líquidos na empresa é de 240 m³/h, aplicou-se a regra de três simples e encontrou-se o custo do tratamento da água residuária por metro cúbico, que foi de US\$ 0,31 [10].

4.1.3. Custo de Implantação do Projeto de Reuso de Água Residuária na PQU

O custo de implantação do projeto que será apresentado a seguir é apenas uma estimativa, visando uma primeira aproximação quanto à ordem de grandeza dos investimentos necessários [9]. A equipe técnica da PQU fez então, um cálculo de custo estimado para a implantação do projeto de reuso de água residuária na empresa, e os dados obtidos foram os seguintes:

- Custo de mão-de-obra: R\$ 140.000,00
Dentro deste cálculo foram previstos os gastos com serviços de caldeiraria, elétrica, mecânica e civil.

- Custo de Materiais: R\$ 160.000,00
Foram previstos, para fins de cálculo, tubulações, acessórios, bombas, eletrodutos e gaveta elétrica.
- Custo Total do Projeto: R\$ 300.000,00

4.1.4. Retorno Financeiro

É possível fazer-se uma análise custo-benefício para a implantação de um projeto de reuso de água residuária. No entanto, não foi possível obter as informações referentes ao número de anos, e tampouco da taxa social de desconto que a PQU utiliza em seus projetos, portanto tornou-se inviável concentrar esforços na realização de tal análise.

Assim, diante da necessidade de realizar um cálculo aproximado do retorno financeiro da implantação do projeto de reuso da água residuária, este foi estimado através de uma análise simplificada, levando em consideração o custo total do projeto e o custo da UW para a PQU, sem levar em conta os juros, correções, aumentos e outras tributações que devem estar envolvidas em um cálculo de análise custo-benefício.

De acordo com os dados de custo da UW, a PQU gasta anualmente, em média, R\$ 22.334,40 com sua compra. Se o custo total estimado do projeto é de R\$ 300.000,00 supõe-se que o retorno financeiro se dará em 13 ou 14 anos.

Faz-se importante lembrar que uma das conseqüências diretas do reuso de 55 m³/h de água residuária, quantidade de UW atualmente captada do Rio Tamandateí e que apresenta qualidade inferior à própria água residuária tratada na PQU, é a melhoria na qualidade do novo afluente a ser tratado. Assim, uma quantidade menor de produtos químicos será necessária para o tratamento do efluente líquido da empresa, minimizando os gastos com a compra destes.

Sendo assim, a prática do reuso de água residuária irá contribuir também para a redução do valor que a PQU terá de pagar com a cobrança pelo uso de outros tipos de água que a empresa utiliza em seus processos produtivos, uma vez que deixando de comprar UW, a PQU estaria minimizando a captação de 55 m³/h do rio, substituindo-a pelo reuso de água residuária, e como conseqüência passaria a lançar 55 m³/h menos do total de efluente lançado atualmente no Rio Tamandateí.

A bacia do Paraíba do Sul, que corta os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, banha 180 municípios onde estão localizadas cerca de 8.000 indústrias [2].

Os membros do Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul (Ceivap) se reuniram no dia 20 de junho de 2002 em Juiz de Fora, para decidir a criação da Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul. A arrecadação estimada é de R\$ 14 milhões por ano, onde será cobrado R\$ 0,008 para cada metro cúbico de água captada e devolvida limpa e R\$ 0,02 para cada metro cúbico de água poluída jogada de volta [2], [11].

A cobrança pelo uso da água é portanto uma forte tendência que deve, certamente, chegar ao Comitê de Bacias do Alto Tietê. Quando isso ocorrer, todas as empresas do pólo

petroquímico, entre outras ao longo da bacia, terão de pagar pela captação e devolução da água dos rios que a banham, por exemplo o Rio Tamanduateí. Caso o valor cobrado para cada metro cúbico de água captada e devolvida limpa ao Rio Tamanduateí seja também de R\$ 0,008, a RECAP, que é a responsável pela captação da água do rio, poderá repassar este valor à PQU, e o metro cúbico de UW que atualmente é de R\$ 0,047 passará a ser R\$ 0,055. Parece pouco, mas sem a cobrança pelo uso da água a PQU paga à RECAP R\$ 1.861,20 por mês de UW, enquanto que com a possível cobrança este valor deverá subir para R\$ 2.178,00 por mês, elevando o gasto anual da PQU de R\$ 22.334,40 para R\$ 26.136,00. O retorno financeiro anteriormente calculado que era de 13 a 14 anos passará a ser reduzido para 11,5 anos.

Os gráficos apresentados a seguir, permitem uma melhor visualização do custo mensal e anual da UW, do custo da UW por m³ e do retorno financeiro.

Figura 1 – Custo mensal e anual da UW

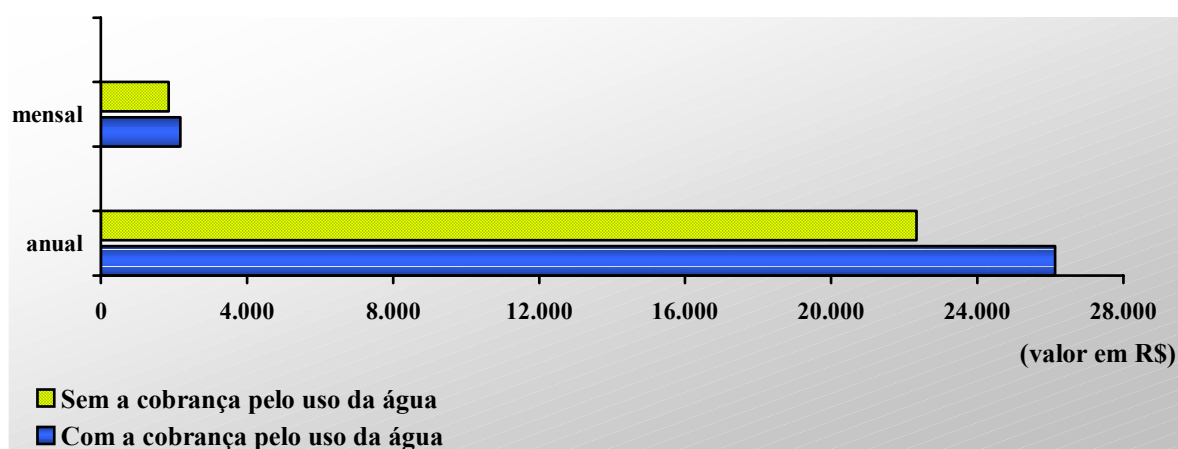


Figura 2 – Custo da UW por m³

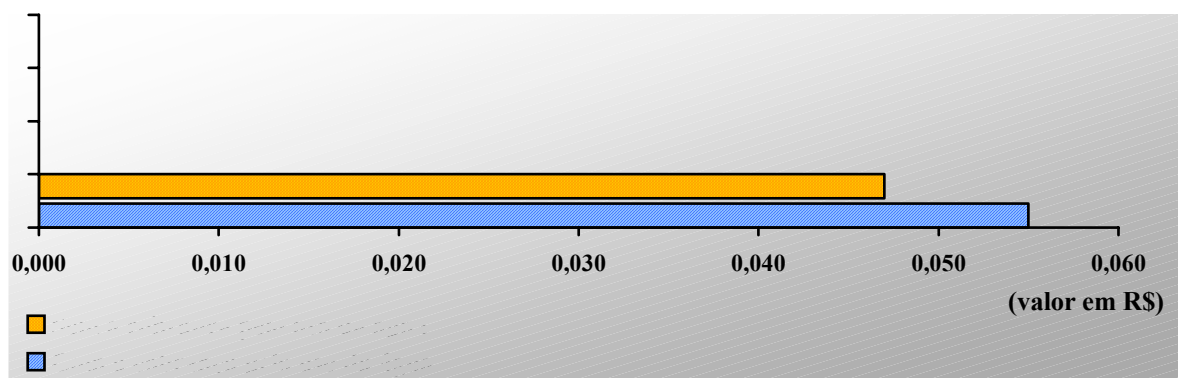
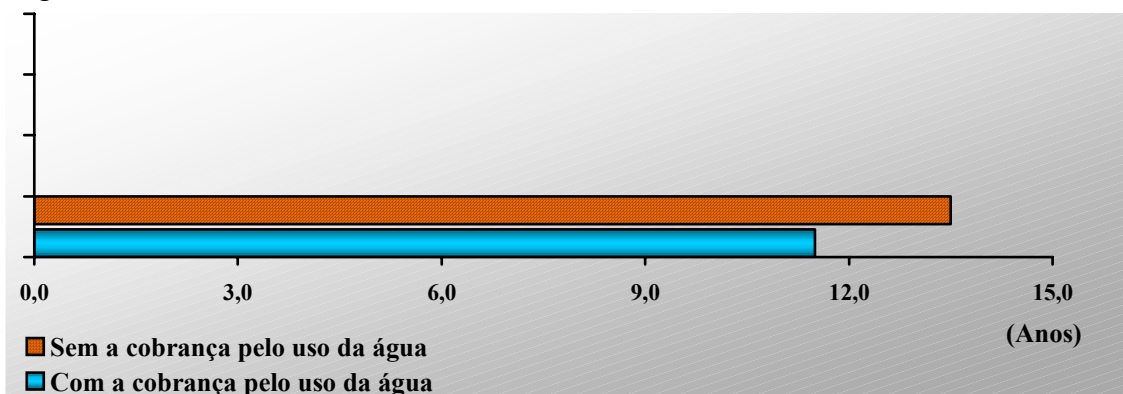


Figura 3 – Retorno Financeiro



5. CONCLUSÕES

O significativo consumo de água de utilidades associado ao seu custo e qualidade demonstram o expressivo impacto desse recurso na PQU. Dessa forma, o objetivo básico desta pesquisa foi verificar a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de reuso de água residuária na PQU. Para tanto, analisaram-se os sistemas de tubulações da UW e da água residuária, bem como o balanço financeiro da compra da água de utilidades e do tratamento e despejo da água residuária. Assim, calculou-se o custo da implantação de um projeto de reuso de água residuária para a empresa.

O trabalho demonstrou que o projeto de reuso de água residuária apresenta um custo de implantação bastante elevado, uma vez que a implantação requer equipamentos bastante caros, tais como bombas elétricas, tubulações, entre outros. Além disso, o retorno financeiro inibe a empresa de efetivá-lo de imediato.

Entretanto, a efetivação da lei da cobrança pelo uso de água, que já ocorre na Bacia do Paraíba do Sul e deve se estender às outras bacias em breve, irá provavelmente motivar a prática de reuso por empresas como a PQU, onde o consumo de água é expressivo, já que isto acarretará em um aumento nos gastos anuais. O aumento do custo do m³ de UW, portanto, propiciará o retorno financeiro mais rápido do projeto de reuso de água residuária.

Lançar o efluente da empresa dentro dos parâmetros exigidos por lei é apenas uma obrigação de toda e qualquer organização que exerça uma atividade poluidora. Portanto, o custo da água residuária, independente de qualquer tipo de reuso, sempre irá existir. Assim, a implantação desse projeto de reuso de água residuária amortizará o custo do tratamento de efluentes, uma vez que gastos com a compra da UW serão eliminados, isto é, a água residuária, na condição de água de reuso, será de custo zero para a PQU enquanto a empresa atualmente paga para obter água de qualidade inferior. Além disso, é possível afirmar seguramente que, a quantidade de água residuária será suficiente para suprir a demanda de UW, pois a vazão média de água residuária gerada chega a ser quase cinco vezes maior do que a quantidade de UW utilizada em toda a planta.

O fato é que, a qualidade da água do rio já está começando a comprometer o próprio sistema de tratamento de efluentes da PQU, e apesar do baixo custo desta água, ela pode

passar a não ser viável tecnicamente. Devido ao fato da água residuária não apresentar detergentes, o novo sistema de UW utilizando o próprio efluente da empresa, irá funcionar em circuito fechado, reduzindo os detergentes a zero, melhorando o desempenho do reator biológico aeróbio do SEL I. Além disso, deve-se considerar que a água residuária é de pleno conhecimento da empresa por ser gerada e monitorada constantemente. Portanto, sua composição é conhecida pela empresa, o que não acontece com a água de utilidades atualmente captada do rio.

Ainda no que concerne à qualidade da água de utilidades, vale lembrar que a implantação do reuso reduziria, praticamente a zero, a exposição dos colaboradores envolvidos em trabalhos que exijam o uso dessa água a organismos e contaminantes prejudiciais à saúde, presentes na água do Rio Tamanduateí como coliformes fecais entre outros. Essa iniciativa apresenta como consequência direta a diminuição de gastos pessoais e institucionais com despesas médicas ao longo do ano.

A busca do desenvolvimento sustentável pressupõe a otimização da gestão dos recursos naturais quanto a sua extração, mantendo o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e permitindo que águas com qualidades mais nobres sejam destinadas a fins mais nobres, como abastecimento doméstico, por exemplo. Sendo assim, práticas de reuso industrial de água podem levar à minimização da captação e do despejo de efluentes líquidos nos corpos d'água, direcionando ao desenvolvimento sustentável.

Ainda, a implantação desse projeto é uma atitude de responsabilidade social para com seus funcionários e para com o meio ambiente e, como consequência para com toda a sociedade.

É importante citar que, os sistemas de tratamento de efluentes líquidos na maior parte das empresas na indústria petroquímica são bastante semelhantes, onde as principais diferenças estão basicamente no tamanho da empresa e no tipo de efluente gerado. De certa forma, o projeto pode se estender às outras empresas do pólo, pois a cobrança pela captação e uso das águas deverá ser o propulsor para que a implantação de projetos de reuso da água residuária seja cada vez mais considerada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GAMEIRO, Janaina. Desenvolvimento de Tecnologias Mais Limpas Aplicadas à Microeletrônica. 2002. 145f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
2. ÉBOLI, Carla. Recursos Hídricos. Empresas se Antecipam à Cobrança. Gazeta Mercantil, São Paulo, 20 jun. 2002. Caderno de Saneamento & Saúde.
3. Rede das Águas. Dispõe sobre assuntos gerais sobre meio ambiente, como Lei 20/98. s/l. s/d. Disponível em: <http://www.rededasaguas.org.br/legisla/003ple00000020231297.asp>. Acesso em: 30 jan. 2003.
4. NATIONS, United. Water for Industrial Use. Economic and Social Council, Report E/3056STECA/50, United Nations, New York, 1985, *apud*: REBOUÇAS, Aldo da Cunha, Academia Brasileira de Ciências. Águas Doces no Brasil. Escrituras Editora, 1999, p. 271.
5. JARDIM, Alfredo Gonçalves. Entrevista concedida pelo Engº. Químico da Petrobrás – RECAP – por telefone, em 29/10/02, Capuava, Santo André.
6. JÚNIOR, Adolfrides Afonso. Entrevista concedida pelo Químico da Petroquímica União, em 30/10/02, Capuava, Santo André.
7. SENAI. Departamento Regional do Paraná. Escola Técnica de Saneamento. Microbiologia de Lodos Ativados – Cursos Técnicos. São Paulo, 1989.
8. Setal Lummus – Engenharia e Construções S.A., ABB – Asea Brown Boveri. Manual de Treinamento Módulo IX – Unidade de Utilidades – Petroquímica União S.A. São Paulo, 1996.
9. BENTO, Altino Alves. Entrevistas concedidas pelo Engº. Químico da Petroquímica União, em 31/10/02 e 01/11/02, Capuava, Santo André.
10. JESUS, Eduardo Vicioni de. Sistema de Efluentes Líquidos da PQU – SEL I. (Palestra), Santo André – Capuava: 2000.
11. MONTÓIA, Paulo. Notícias. FIESP/CIESP. São Paulo, 98: 08, Ano 04, dezembro, 2002, *apud*: GAMEIRO, Janaina. Desenvolvimento de Tecnologias Mais Limpas Aplicadas à Microeletrônica. 2002. 145f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.