

II-393 - TRATAMENTO DE EFLUENTES E REÚSO DE ÁGUA ESTUDO DE VIABILIDADE

Luiza Gondolo Papa

Bióloga, Especialista em Gestão Ambiental. Atua na Acqua Engenharia e Consultoria Ltda. com projetos de estação de tratamento de efluentes, gestão ambiental de licenciamentos, resíduos sólidos e estudos ambientais e na microbiologia de processos de tratamento de efluentes, principalmente de lodos ativados.

Carlos Alberto Ferreira Rino

Engenheiro e Mestre em Engenharia Química. Especialista em Controle da Poluição Ambiental e em Gestão Ambiental. Atua no Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais e de Saneamento - IBEAS e coordena cursos de pós-graduação em Gestão Ambiental junto a Universidade Federal de São Carlos - UFSCar.

Endereço: Rua Aristides Barbosa de Carvalho, 1-16, Sala 205, CEP 17.012-637, Bauru/SP, Brasil, Tel.: +55(14)3011-6246 – Fax: +55(14)3227-3671. e-mail: ibeas@ibeas.org.br

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido com a finalidade de apresentar uma proposta técnica, diagnosticando e avaliando alternativas para tratamento e reúso dos efluentes para uma indústria de produtos de higiene e beleza, localizada na região de Campinas/SP, Brasil. Este estudo incorpora conceitos de sustentabilidade analisados no site e relatados no “Relatório de Segurança e Meio Ambiente” elaborado pela própria indústria em questão. O estudo adotou alguns indicadores, entre eles o consumo de água, potável ou não. Esses indicadores foram revisados de acordo com novas projeções de produção, definidas no mês de Outubro de 2008. Esta revisão definiu projeção de produção e vazão de efluentes até o ano de 2012. Foram avaliadas as fontes de abastecimento de água, seu uso e as características do efluente (bruto e final) da Estação de Tratamento de Efluentes existente, de acordo com planilhas de monitoramento interno da indústria, com dados passados e projeções futuras. Também foram avaliadas as exigências legais para disposição do efluente tratado e os requisitos de qualidade para reúso de água. As alternativas para ampliação da capacidade da Estação de Tratamento de Efluentes existente reúnem tanto processos convencionais como tecnologias modernas, que possibilitam uma boa qualidade do efluente final para ser reutilizado para fins considerados menos nobres, como em caldeiras, torre de resfriamento, uso sanitário (descargas e mictórios) e irrigação de paisagismo.

PALAVRAS-CHAVE: Balanço Hídrico, Efluente Industrial, Reúso de Água, Tratamento de Efluentes.

INTRODUÇÃO

A demanda por água sempre foi uma questão importante para a humanidade, devido ao alto consumo e baixa disponibilidade. Esta questão é de interesse de todos, já que a água hoje em dia, não é apenas de interesse ao suprimento da população.

É crescente o número de indústrias em todo o mundo e também no Brasil. Essas indústrias são grandes consumidoras de água que a usam para incorporação em produtos, lavagens diversas, caldeiras, torres de resfriamento, etc. Além disso, o consumo de água deve ser sempre priorizado para o uso humano, o que pode causar colapso em algumas indústrias que consomem grande quantidade de água, em pontos de escassez no planeta.

Devido a isso, o consumo de água vem sendo alvo de diversas discussões que visam o consumo sustentável dos recursos naturais. Também é alvo de discussões a questão de reúso de água e qualidade de água requerida.

Atualmente existem tecnologias de tratamento de esgotos sanitários e efluentes industriais capacitadas em entregar água de alta qualidade para o reúso. Dentro das indústrias, o reúso de água é de grande interesse, já que pode diminuir a compra de água das concessionárias, reciclar água em pontos de grande consumo, diminuir a descarga de efluente e seguir conceitos sustentáveis de uso de água.

Desta forma, o reúso de água dentro das indústrias encontra-se em expansão em todo o planeta, em paralelo ao interesse sócio-ambiental das indústrias e companhias públicas e também devido à crescente difusão de tecnologias avançadas de tratamento de efluentes.

ESTUDO DE CASO

Este estudo foi realizado por iniciativa de uma indústria, para verificar a viabilidade de reúso de efluente dentro da planta em questão. Trata-se de uma empresa presente em mais de 150 países, que atua como fornecedora de produtos alimentícios, de higiene e beleza. A empresa atua no Brasil desde 1929, sendo que a unidade em questão foi inaugurada em 1978. Hoje, encontra-se entre os três maiores fornecedores do atacado e varejo brasileiro, sendo líder no fornecimento de produtos de bens de consumo com marcas que inspiram confiança.

Nesses 80 anos no Brasil, a empresa participou de constante investimento e crescimento no país. Hoje conta com mais de 12.000 mil funcionários em 12 fábricas distribuídas em quatro estados – São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco e Goiás e tem as três maiores fábricas da companhia no mundo, Brasil.

A unidade em questão foi inaugurada inicialmente para fabricar produtos de higiene pessoal. Desde então, passou por diversas ampliações para receber novos produtos e atender a demanda do mercado, além de produtos de higiene pessoal e beleza, como produtos para cuidado com a casa como amaciantes de roupa.

Atualmente a fábrica se divide em quatro categorias: Hair (shampoos, condicionadores, cremes de tratamento capilar e cremes de pentear de quatro marcas diferentes), Deo (desodorantes do tipo bisnaga e roll-on de três marcas diferentes), Skin (cremes hidratantes e sabonetes líquidos de três marcas diferentes) e Amaciantes (comuns e concentrados de duas marcas diferentes).

Ao todo são mais de 500 tipos de produtos distintos que são fabricados nesta unidade, considerando diferentes formulações e embalagens. O site conta com 900 colaboradores e se divide em grandes áreas como: projetos, engenharia, manufatura, utilidades, planejamento, logística, qualidade, compras, fiscal e SHE (segurança, saúde e meio ambiente).

Os processos de fabricação dos produtos da fábrica são simples. Os ingredientes são dosados conforme cada receita, misturados e diluídos. Depois a massa pronta é enviada para envase ou tanques de armazenamento. Quanto maior o número de troca de variantes, maior é o volume de água utilizada em cada troca, maior então o consumo de água e conseqüentemente, maior o volume de efluente industrial enviado à Estação de Tratamento de Efluentes.

Hoje existem procedimentos que visam minimizar o número de troca de variantes para que se possa reduzir o consumo de água da fábrica e o volume de efluente gerado.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no ano de 2008 com base em dados da indústria e projeções até o ano de 2012. Foi iniciado com a consolidação do Balanço Hídrico da fábrica. Os dados foram coletados mensalmente pela própria indústria através de hidrômetros espalhados pela empresa. Foram identificados alguns pontos com falta de medidores de vazão, deixando 7% dos pontos de consumo da fábrica sem monitoramento.

Foram definidas juntamente com a empresa as principais diretrizes a serem seguidas e potenciais para implantar o reúso de água. Foram definidos os pontos de consumo não humanos e de fins menos nobres para não acarretar problemas da indústria com a saúde e segurança de seus funcionários. Os pontos de reúso adotados foram: reposição da água das torres de resfriamento e caldeiras, água dos vasos sanitários, água de lavagem de áreas verdes e jardinagem. Os padrões de qualidade foram definidos pela própria empresa de acordo com o fabricante das torres de resfriamento e das caldeiras.

Foram então desenvolvidas 5 propostas de reestruturação do sistema de tratamento de efluentes da indústria em questão, para a obtenção de efluente tratado com qualidade suficiente para o reúso nos fins adotados.

Foram estudadas tecnologias disponíveis no mercado, tanto convencionais quanto mais avançadas, que se adequassem com a realidade da fábrica para o reúso e também quanto ao espaço, já que havia uma restrição referente à área de preservação ambiental, que a empresa não poderia ultrapassar.

Foram realizados os dimensionamentos dos equipamentos, levantamento de custos para implantação das tecnologias e custo operacional de cada uma. Montou-se então um quadro comparativo das alternativas, demonstrando os custos, vantagens e desvantagens de cada tecnologia proposta.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Balanço Hídrico

A intenção da indústria era de reutilizar a água para fins considerados menos nobres, ou seja, o efluente tratado não deveria ser reutilizado para o consumo humano. Porém qualquer tipo de reúso só seria viável na planta em questão desde que houvesse uma reestruturação e ampliação do sistema de tratamento de efluentes existente.

Algumas soluções de reestruturação e ampliação foram propostas, seguindo a intenção de obtenção de um efluente tratado de boa qualidade para os fins desejados, como reúso de água em caldeiras, torres de resfriamento, nos sanitários como descarga dos vasos e mictórios e como irrigação da paisagem.

Conforme balanço de consumo de água, verifica-se que a entrada de água no site destina-se basicamente para quatro funções: incorporação em produtos, utilidades, sanitários e limpeza.

Dentro dessa configuração, a vazão de esgoto sanitário e industrial é relativamente baixa em relação ao consumo de água total, representando cerca de 13%, com projeções futuras para 2012 de cerca de 14% e 2017 de 10%. A água utilizada na incorporação em produtos representa cerca de 85% do consumo de água total.

Balanços hídricos realizados pela empresa indicam que 71% da água captada nos poços artesianos é utilizada no processo, 22% é utilizada nas áreas de suporte ao processo, como por exemplo, Caldeiras, Planta de Água Quente, Torres de Resfriamento e outros. Dentro dessas utilidades, o maior consumo de água é nas Torres de Resfriamento, sendo cerca de 33%. Por isso acredita-se essa finalidade possa ser um uso potencial para a água de reúso.

Um segundo reúso em potencial considerado foi o uso sanitário da água, em mictórios e descargas, considerando que o volume de efluente tratado a ser reusado pode suprir toda essa necessidade.

Foi estimado que se reuse 75% do efluente tratado, continuando o sistema de descarte no corpo receptor para evitar o acúmulo de sais no sistema de consumo de água.

Fontes de Abastecimento e Uso da Água – Situação Atual

Atualmente todo o abastecimento de água no site é feito através de poços artesianos. Ao todo são 10 poços, que juntos, somam uma vazão total de 89 m³/h. A Tabela 01 mostra a relação de cada poço, sua capacidade de produção, a destinação da água e a situação do poço. A maioria dos poços fornece uma água rica em Ferro e Manganês, por isso antes de ser utilizada no processo produtivo, essa água é tratada por um processo de Osmose Reversa, que remove esses íons e fornece água de altíssima qualidade para a produção.

A água proveniente do Poço 5, é clorada, antes do processo de Osmose Reversa, para remover possíveis microorganismos existentes.

De acordo com o “Relatório de Segurança e Meio Ambiente” da indústria em questão, apesar de atualmente os poços suprirem todas as necessidades da produção, e terem capacidade para o futuro aumento do processo produtivo, já existem indicativos de que o nível e a qualidade da água desses poços estão comprometidos. Esse é outro motivo que leva a necessidade de reúso das águas, já que os poços não poderão atender a demanda e qualidade de água por muito tempo.

Os dados de vazão da Tabela a seguir foram considerados a partir de informações recebidas da empresa.

Tabela 01: Relação de poços, vazão, utilização da água e situação do poço.

Poço	Vazão (m ³ /h)	Uso da Água	Situação do Poço
Poço 3	-	Abastecimento de cisternas. Apenas água de incêndio.	Em uso
Poço 4	10,0	Processo de Personal Care	Inutilizado
Poço 5	10,8	Produção de Amaciantes	Em uso
Poço 6	40,0	Processo de Personal Care	Em uso
Poço 7	-		Desativado
Poço 8	6,8	Produção de Amaciantes	Em uso
Poço 9	19,0	Produção de Amaciantes	Em uso
Poço 10	3,0		Aguardando Outorga
Poço 11	3,0		Aguardando Outorga
Poço 12	14,0	Processo de Personal Care	Aguardando Outorga

Dados de Projeto – Ampliação da ETE

Os dados de projeto foram fornecidos pela indústria, com indicadores dos anos de 2006 e projeções até o ano de 2012. Com isto, foi possível comparar a situação atual, com o que se espera para uma situação futura, fornecendo base para o estudo de alternativas de ampliação da ETE. Devido à redução de produção projetada pela indústria até o ano de 2012, espera-se que o consumo de água diminua em 11,5%, fato que também diminuiria o volume de efluente industrial.

Situação Atual

De acordo com o “Relatório de Segurança e Meio Ambiente”, o consumo de água na fábrica foi de 1,1 m³/ton no ano de 2008. A média de consumo de água dos anos de 2006 e 2007 foi de 1,1385 m³/ton. A média de volume diário de água nos anos passados foi de 981 m³/d. A média de volume de água em 2008 foi de 843 m³/d. A produção dos anos anteriores foi de 258.680 toneladas. Para 2008, a produção foi em torno de 230.000 toneladas.

Em 2008 foram gerados uma média de 36,8 m³/d de efluente bruto com carga de 613 KgDQO/d. Nos anos anteriores, houve uma produção média de 41,4 m³/d com carga de 813 KgDQO/d. O volume diário de esgoto sanitário gerado foi de 72,4 m³/d em 2008. Não foram encontrados esses dados para os anos de 2006 e 2007.

Dados Futuros

Estima-se que nos próximos anos a produção da unidade diminua gradativamente, chegando em 2012 a uma produção total de 213.000 toneladas. Também se espera que o consumo de água se reduza para 746 m³/d.

Com a redução da produção e do volume de água, espera-se que até o ano de 2012, o volume diário de efluente bruto gerado chegue a 33,4 m³/d com carga de 440 KgDQO/d. O volume diário de esgoto sanitário também tende a reduzir, para uma média de 70,4 m³/d até 2012.

Resumo

A Tabela 02 apresenta os dados utilizados para a elaboração deste trabalho, de acordo com planilhas enviadas pela indústria.

Tabela 02: Resumo dos Efluentes Industrial, Sanitário e Total.

	Efluente Industrial Bruto		Efluente Industrial Primário		Esgoto Sanitário		Total para Tratamento Secundário	
	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012
Vazão (m³/d)	36,8	33,4	36,8	33,4	72,4	70,4	109	104
DQO (mg/l)	30.000	30.000	12.000	12.000	900	900	4.641	4.471
DBO (mg/l)	16.667	16.667	6.667	6.667	470	470	2.558	2.463

O efluente tratado apresenta atualmente valores de DQO entre 40 e 401 mg/l, (média de 233 mg/l) e de DBO entre 5 e 75 mg/l (média 34 mg/l), conforme dados de Janeiro a Maio de 2008.

Em março de 2007 foi realizado um Estudo de Auto Depuração no Corpo Receptor, o qual indicou que estes níveis de lançamento são compatíveis com a qualidade do rio em questão, sem apresentar impacto ambiental significativo, atendendo a legislação ambiental (Resolução CONAMA 357 de 17/03/05 e Decreto Estadual 8468 de 08/09/76).

Para o presente estudo, foi considerado que a futura planta de tratamento de efluentes deva apresentar uma qualidade de efluente tratado superior, em função de futuras restrições ambientais, em se tratando de uma bacia hidrográfica crítica. Desta forma, foi adotado um valor de projeto de DBO para o efluente tratado de 10 mg/l (esperando-se DQO menor que 70 mg/l, devido à alta relação DQO/DBO do efluente tratado), o que também é propício para fins de reúso.

Descrição do Sistema de Tratamento de Efluentes – Existente

O sistema de tratamento de efluentes existente consiste em duas linhas separadas para efluente industrial e esgoto sanitário que se unem nas lagoas de aeração – tratamento secundário. O esgoto sanitário passa por uma Elevatória de Esgoto Bruto, de onde é bombeado para um Tanque de Aeração com capacidade de 135 m³, alimentado por um sistema de ar comprimido. Após este tanque, passa para um Decantador Secundário, configurando um processo de lodos ativados, de onde vai para a Lagoa Aerada, juntando-se ao efluente industrial.

Por sua vez, o efluente industrial chega a um Tanque de Retenção com capacidade de 70 m³, de onde é bombeado para dois Tanques de Sedimentação. Neste tanque o efluente recebe cal, cloreto férrico e polímero para coagulação e floculação. O efluente clarificado passa para um Tanque de Decantação de 150 m³ e se encontra com o efluente sanitário na Lagoa Aerada. O lodo gerado é bombeado para desidratação nos Filtros Prensa.

Existem duas lagoas – a primeira, com capacidade total de 3598 m³ é aerada e tem volume útil de 2914 m³, e a segunda com capacidade total de 2131 m³ é de polimento e volume útil de 1480 m³. Dessas lagoas não é retirado o excesso de lodo gerado, formando um acúmulo de sólidos. Outro problema da lagoa é a falta de impermeabilização.

Após o tratamento nas lagoas, o efluente passa por uma ETA onde recebe Sulfato de Alumínio, Barrilha, Polímero e Hipoclorito de Sódio para polimento final, de onde vai para o corpo receptor.

Alternativas de Tratamento de Efluentes

As três primeiras alternativas foram consideradas com o intuito de inutilizar as duas lagoas existentes, já que estas ocupam uma área nobre no meio da indústria. As duas últimas alternativas foram realizadas de acordo com solicitação da indústria de se manter pelo menos uma das lagoas. Todas as alternativas apresentadas permitem que seja dispensado o tratamento primário do esgoto sanitário. O Tanque de Aeração existente será usado com Tanque de Equalização de Efluente Primário e o Decantador Secundário existente, como Espessador de Lodo Secundário.

Essas alternativas reúnem algumas técnicas convencionais que são de boa eficiência, além de algumas tecnologias modernas que vem se consolidando recentemente. Isso mostra que, para ambas as opções, pode-se obter boa qualidade do efluente tratado visando o reúso.

Tratamento Primário

O sistema primário de tratamento de efluentes atual apresenta uma limitação devido à retirada de lodo. Os tanques de sedimentação existentes têm volume suficiente para atender as condições atuais e futuras, porém a restrição de desidratação no filtro prensa existente faz com que o lodo formado seja mantido nos mesmos, limitando o recebimento de efluente a tratar.

Esta condição pode ser adequada com a implantação de um tanque de lodo. Essa providência aumentaria a capacidade de operação dos tanques de sedimentação sem sobrecarregá-los.

O atual Tanque de Decantação pode ser usado como o futuro Tanque de Lodo que seria provido de um agitador. Deve-se prever também para a reestruturação dessa fase, gastos com bombas, tubulações e serviços elétricos, além da aquisição de um novo Filtro Prensa para substituir o antigo atualmente desativado.

Estima-se que o custo de investimento para reestruturação do tratamento primário de efluente industrial é de aproximadamente R\$ 450.000,00 a 500.000,00.

Alternativas para Tratamento Secundário

Neste estudo, serão apresentadas 05 alternativas de ampliação da Estação de Tratamento de Efluentes, visando reúso do efluente tratado. Cada alternativa mostra a descrição do processo, os principais equipamentos necessários, custos de investimento e operacional.

Conforme a Tabela 02, que apresenta as projeções futuras de efluentes, o volume diário de efluentes industriais mais esgotos sanitários totalizará 107 m³/d em 2012, com média de 4,3 m³/h. Foi adotado para o presente estudo o valor de projeto de 6,0 m³/h que possibilita um tratamento eficiente sem necessidade de ampliação quando a produção retomar crescimento.

Para todas as opções avaliadas, considerou-se a desativação da atual ETA, utilizada atualmente para tratamento terciário do efluente final, antes de seu lançamento no corpo receptor. Esta antiga ETA ainda poderá ser reformada e utilizada no futuro como etapa para tratamento para reúso, reduzindo-se o investimento para este fim, como previsto neste relatório.

Alternativa 01 – Lodos Ativados + ETA de Reúso

Nesta alternativa, o efluente industrial – após o tratamento primário – e o esgoto sanitário – que apenas passaria por uma elevatória – seriam bombeados para um tanque de aeração de lodos ativados. Após essa fase, o efluente passaria para um decantador secundário, para separação dos sólidos. O lodo retornaria para o tanque de aeração e seu excedente para o tanque de retenção.

Do decantador secundário, o efluente já tratado, iria para uma ETA de Reúso para polimento final, onde receberia os mesmos produtos que recebe na ETA atual. Parte do efluente tratado final continuaria sendo destinado para o corpo receptor e parte seria utilizada como reúso.

Para essa alternativa, seria necessária a construção de um Tanque de Aeração de 1100 m³ (10 m x 20 m x 5,5 m), provido de Sopradores (1 + 1 reserva) com potência de 40 CV e um conjunto de Difusores de Ar; um Decantador Secundário de 5 m de diâmetro e uma ETA de Reúso com capacidade para 10 m³/h, provida de um Misturador Hidráulico, um conjunto de Floto-Decantação, um Filtro de Areia e um Abrandador.

O custo de investimento estimado é de R\$ 1.900.000,00. Estima-se que o custo de operação mensal para esse tipo de tratamento seja de aproximadamente R\$ 51.000,00; ou R\$ 14,11 por m³. No ano, o custo seria de R\$ 610.000,00.

Para a implantação desta opção foi considerada uma área ao lado da ETE existente. Notar que nesta opção a implantação avança na APP – Área de Preservação Permanente, de 30 m de distância do corpo receptor. Eventualmente esta situação poderia ser negociada em termos ambientais.

Alternativa 02 - Sistema MBR – Membrane Bioreactor

O sistema MBR – Membrane Bioreactor – é uma tecnologia que consiste em um sistema de membranas dentro do reator biológico. Essa tecnologia é a combinação de dois processos básicos: bio-degradação de matéria orgânica e separação por membrana.

O efluente entra no biorreator, entrando em contato com a biomassa. Essa mistura é bombeada para o conjunto de membranas onde é filtrada. O permeado – efluente tratado – é descartado e o lodo gerado é retornado para o

tanque de aeração. As membranas devem ser limpas de acordo com a necessidade, para isso, gera-se um contra fluxo. Ocasionalmente, deve-se também fazer uma limpeza química nas membranas.

Essa tecnologia é conhecida por ser um sistema compacto, já que o conjunto de membranas dispensa o decantador secundário e permite redução do volume do tanque de aeração. Neste caso, dispensaria também a ETA de Reúso, já que o efluente tratado por membranas de ultra-filtração é de alta qualidade para reúso.

Nesta alternativa, após o tratamento primário, o efluente industrial encontraria o esgoto sanitário em um tanque de aeração, passando depois pelo conjunto de membranas. Esses dois tanques separados formam o sistema MBR.

Para essa opção seria necessária a aquisição de menos equipamentos: um Tanque de Aeração com volume útil de 540 m³ (7 m x 14 m x 5,5 m) com Sistema de Ar Difuso e Sopradores com potencia de 40 CV; e um sistema de MBR com capacidade para 6 m³/h.

A previsão de investimento dessa opção é de R\$ 2.800.000,00. O custo operacional de cerca de R\$ 52.000,00 por mês, cerca de R\$ 623.000,00 por ano. O custo por m³ seria de R\$ 14,41.

Alternativa 03 - Sistema MBBR + ETA de Reúso

A terceira alternativa consiste na tecnologia MBBR (Moving Bed Bio-Reactor). O princípio básico do tratamento consiste na ocorrência de reações bioquímicas responsáveis pela remoção de matéria orgânica (quantificada através da DBO₅, DQO ou COT). A biomassa microbiana (microorganismos envolvidos no processo) é aderida em anéis plásticos e utiliza o substrato (material orgânico ou nitrogenado) como fonte de energia para seu desenvolvimento.

Como esse tipo de tratamento é aeróbio, o oxigênio é introduzido no meio líquido através de um sistema de aeração mecânica, por ar comprimido. A aeração, além de fornecer o oxigênio necessário ao metabolismo bacteriano, faz com que o leito móvel (enchimento) permaneça em suspensão e forme uma mistura homogênea com o efluente.

Apesar de o sistema MBBR gerar alta eficiência na remoção de matéria orgânica, ainda sim seria necessária uma ETA de Reúso para polimento final do efluente tratado e maior segurança no efluente a ser reutilizado. Neste caso o efluente industrial e o sanitário se encontrariam no tanque de aeração MBBR, passando depois por um decantador secundário e pela ETA de Reúso.

Para essa opção, seria necessário um Tanque de Aeração com volume útil de 200 m³, com 100 m³ de enchimento provido de Sopradores com potencia de 50 CV; um Decantador Secundário com diâmetro de 5 m e uma ETA de Reúso com capacidade para 10 m³/h.

Estima-se que essa opção dependeria de um investimento de R\$ 2.200.000,00. O custo operacional seria em torno de R\$ 52.000,00 por mês, cerca de R\$ 625.000,00 por ano. O custo por m³ seria de R\$ 14,43. A implantação desta opção é possível a utilização da área ao lado da ETES existente.

Alternativa 04 - Lagoa de Aeração + ETA de Reúso

Essa alternativa propõe que uma das lagoas seja mantida, pois, desde que provida de um sistema de aeração eficiente, será suficiente para o tratamento dos efluentes que nela chegarão. A proposta é que se mantenha a lagoa de polimento, já que ela é a que está mais próxima da Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário atual. Além disso, após a etapa da lagoa, será necessário um Decantador Secundário, que pode ser instalado do lado Estação de Tratamento, sem avançar na Área de Preservação Permanente.

Se mantida a lagoa, seria necessária uma reforma na mesma, principalmente que fosse revestida para evitar danos ao solo e ao lençol freático, que possam ocorrer no futuro. Para essa alternativa, é necessária a troca do sistema de aeração existente por um novo sistema de ar difuso. Esse sistema de aeração é o mais indicado atualmente, devido a sua maior eficiência.

Após essa etapa, o efluente segue para um Decantador Secundário e o clarificado é o Efluente Tratado. Para finalidade de Reúso de Água, é necessário que este efluente passe por uma ETA de Reúso que pode ser a mesma ETA existente, desde que passe por manutenção e receba o tratamento necessário.

Devido ao fato de a lagoa existente poder ser utilizada para esse processo e ter o volume necessário para a vazão estimada, seria apenas necessário fazer sua limpeza e revestimento, a troca do sistema de aeração, provido de Sopradores (1 + 1 reserva) com potencia de 40 CV e um conjunto de Difusores de Ar. Será necessário também um Decantador Secundário de 5,0 m de diâmetro e a reativação da ETA existente.

Estima-se que essa opção dependeria de um investimento de R\$ 1.600.000,00 , incluindo a reforma da lagoa e a troca do sistema de aeração. O custo operacional seria em torno de R\$ 51.000,00 por mês, cerca de R\$ 610.000,00 por ano. O custo por m³ seria de R\$ 14,11.

A implantação desta opção mostra que a sala dos sopradores está localizada ao lado da Lagoa e o Decantador Secundário ao lado da ETES, aproveitando a declividade do terreno para que o efluente chegue a ele por gravidade. Esse desenho não contempla uma nova ETA, devido à possibilidade de uso da antiga ETA para fins de Reúso.

Alternativa 05 - Lagoa de Aeração + MBR

Essa alternativa também propõe apenas uma lagoa como Lagoa de Aeração com Lodos Ativados Convencional, mas com a tecnologia MBR subsequente. Neste caso, após o tratamento primário, o efluente industrial encontraria o esgoto sanitário na Lagoa de Aeração, passando depois pelo conjunto de membranas. A lagoa e o conjunto de membranas formam o sistema MBR. Para a lagoa, assim como na alternativa apresentada acima, será necessária a manutenção e revestimento.

Da mesma forma que a alternativa anterior, para o reaproveitamento da lagoa facultativa existente para essa opção, seria necessária a limpeza e revestimento, a troca do sistema de aeração, provido de Sopradores (1 + 1 reserva) com potencia de 40 CV e um conjunto de Difusores de Ar.

Seria necessário um investimento de R\$ 2.700.000,00, incluindo a reforma da lagoa e a troca do sistema de aeração. O custo operacional seria em torno de R\$ 52.000,00 por mês, cerca de R\$ 623.000,00 por ano. O custo por m³ seria de R\$ 14,41. A implantação dessa alternativa, que assim como a Quarta Opção, mantém a lagoa a uma sala de sopradores ao seu lado. O tanque com o conjunto de membranas também ao lado da atual ETE.

A Tabela 03 mostra o resumo comparativo das alternativas de tratamento secundário apresentadas, escrevendo o processo de cada alternativa, os novos equipamentos necessários, área necessária, investimento, custo operacional e vantagens e desvantagens de cada tecnologia.

Tabela 03 – Resumo Comparativo das Alternativas para Tratamento Secundário

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Processo	Lodo Ativado Convencional + ETA de Reúso	MBR (Membrane Bioreactor)	MBBR (Moving Bed Bioreactor) + ETA de Reuso	Lagoa de Aeração + ETA de Reúso	Lagoa de Aeração + MBR
Equipamentos Necessários (Novos)	- Tanque de Aeração - Decantador Secundário - Sala de Sopradores - ETA de Reúso	- Tanque de Aeração - Sistema MBR - Sala de Sopradores	- Tanque de Aeração + Enchimento - Decantador Secundário - Sala de Sopradores - ETA de Reuso	- Decantador Secundário - Sala de Sopradores	- Sala de Sopradores - Sistema MBR
Área Necessária (m²)	300	150	100	1700	1700
Investimento (R\$)	1.900.000,00	2.800.000,00	2.200.000,00	1.600.000,00	2.700.000,00
Custo Operacional (R\$/mês)	51.000,00	52.000,00	53.000,00	51.000,00	52.000,00
Vantagens	- Sistema convencional já utilizado na empresa, em outras unidades.	- A eficiência do sistema dispensa a ETA de Reúso e desinfecção. - Necessidade de pouca área. - Qualidade superior do efluente tratado. - Utilizado em indústria do mesmo ramo.	- Menor área em relação ao Lodo Ativado.	- Sistema convencional já utilizado nas lagoas. - Utilização da ETA existente, desde que submetida a uma reforma.	- Sistema convencional já utilizado nas lagoas. - A eficiência do sistema dispensa ETA de Reúso e desinfecção. - Qualidade superior do efluente tratado. - Utilizado em indústria similar.
Desvantagens	- Necessidade de maior área. - Qualidade do efluente inferior aos processos com membrana.	- Maior gasto com energia. - Custo de reposição das membranas (a cada 03 anos).	- Necessidade de maior potencia dos sopradores - Necessidade de planta piloto.	- Necessidade de revestimento da lagoa.	- Necessidade de revestimento da lagoa. - Maior gasto de energia. - Custo de reposição das membranas.

CONCLUSÕES

O estudo realizado foi de extrema importância para a indústria em questão, pois levantou bastante discussão em relação ao consumo de água, quantidade, finalidade, etc. Alguns dados foram conflitantes demonstrando ainda que o controle da água deve ser feito de forma correta e prática.

Após este estudo, tendo em vista a preocupação com o Meio Ambiente e também devido a um controle interno de uso de água, aumento da produção e possível escassez dos poços artesanais que abastecem o site, acredita-se que é possível e viável reutilizar o efluente tratado da fábrica.

Porem o reúso dependeria de uma serie de reestruturações e ampliações tanto na Estação de Tratamento de Efluentes, como também nas áreas de utilidades que o site utilizaria esta água.

Para que a reutilização do efluente possa ser colocada em pratica. foram apresentadas cinco possíveis formas de ampliação da ETE que ficam a critério da indústria, escolher. As alternativas expostas teriam condições de gerar um efluente pronto para ser reutilizado com segurança em fins considerados menos nobres.

Colocando em prática o reúso de água, o site desta indústria facilmente diminuiria o volume de água diário, a demanda de água sobre os poços artesianos e a descarga de efluente no corpo receptor. Acredita-se que o reúso de água e efluente tratado seja muito importante, e pode ser facilmente implantando em indústrias a serem construídas. Atualmente, a reestruturação da ETE e dos pontos de consumo de água de reúso são muito caros para indústrias já existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Callenbach, E., Capra, F., Goldman, L., Lutz, R., & Marburg, S. (1993). *EcoManagement*. Berret-Koehler Publishers, Inc.
2. Cavalcanti, J. E. (2009). *Manual de Tratamento de Efluentes Industriais*. São Paulo: Engenho Editora Técnica Ltda.
3. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (s.d.). *www.cetesb.sp.gov.br*. Acesso em 01 de Dezembro de 2009, disponível em CETESB: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_reuso.asp
4. Engeldardt, N. (2008). Experiência com biorreatores de membrana (MBR). *Hydro*, 20-26.
5. Fundação Estadual do Meio Ambiente. (2003). *Iniciação ao desenvolvimento sustentável*. Belo Horizonte: FEAM.
6. Hespanhol, I. (2003). Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, regarga de aquíferos. *BAHIA ANÁLISE & DADOS*, pp. 411-437.
7. Izique, C. (2008). Made in Brazil. *Água - Gestão e Sustentabilidade*, 43-45.
8. Metcalf & Eddy. (1991). *Wastewater Engineering- Treatment, Disposal, and Reuse*. McGraw Hill, Inc.
9. Speece, R. (1996). *Anaerobic biotechnology for industrial wastewater*. Tennessee: Archae Press Nashville.
10. Vazoller, R. F. (s.d.). Microbiologia e saneamento ambiental. *Diversidade microbiana e desenvolvimento sustentável*, p. 14.
11. Water Environment Federation. *Membrane Systems for Wastewater Treatment*. McGraw-Hill.
12. Water Environment Federation. (2006). *Membrane Systems for Wastewater Treatment*. McGraw-Hill