

OTIMIZAÇÃO DE REUSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Adilson Eloy Almonacid Cuadro¹

Aline Custódio da Silva²

Gilmara Fais Rodrigues Rocha³

Larissa de Lima Almeida⁴

Vanessa Ângela Freitas⁵

RESUMO - O objetivo deste estudo é apresentar alternativas de reuso de águas tratadas em uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), de esgoto sanitário e industrial geradas em uma indústria farmacêutica. Foi constatada a possibilidade de redução de captação de aproximadamente 4.000 m³ de água por mês, buscando desta forma diminuir o consumo de água da concessionária, e ainda diminuir a captação de águas subterrâneas dos poços artesianos. A água de reuso gerada no sistema de tratamento estudado possui resultados baseados em padrões de qualidade recomendados no Manual de Conservação e Reuso de Água na Indústria (2006) e aos padrões estabelecidos pela Resolução nº 430 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Artigo 16, uma vez que, no Brasil não há qualquer Legislação pertinente ao reuso de água. Considera-se definitivamente eficiente o sistema apresentado, de forma que, o reuso de águas em descargas de vasos sanitários, lavagem de pisos entre outras situações referenciadas, a indústria farmacêutica economizará e deixará de utilizar recursos hídricos naturais de uma forma impactante, cuja utilização de águas para estes fins, representa de redução de captação de 1.198 m³/mês, que representa aproximadamente 15% de toda a água consumida nesta indústria.

Palavras-chaves: efluentes; parâmetros de tratamento; tratamento de esgoto.

¹ Adilson Eloy Almonacid Cuadro, Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária e trabalha como Técnico em Segurança do Trabalho na Ypê Engenharia. E-mail: adilson.elay@terra.com.br

² Aline Custódio da Silva, Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária. Trabalha como Engenheira Ambiental e Sanitária. E-mail: aline.custodio2000@gmail.com

³ Gilmara Fais Rodrigues Rocha, Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária e trabalha como Engenheira Sanitarista e Ambiental. E-mail: gigifais@hotmail.com

⁴ Larissa de Lima Almeida, Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária e trabalha como Assistente Técnica na Agile Consultoria e Perícia em Segurança do Trabalho. E-mail: larissa.lima.engenharia@gmail.com

⁵ Vanessa Ângela de Freitas, Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária. Trabalha como Engenheira de Segurança do Trabalho na Ph company assessoria em segurança do trabalho. E-mail: vanfreitas2@hotmail.com

OPTIMIZATION OF WATER REUSE IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY

ABSTRACT – The objective of this study is to present alternatives of reuse of treated water in an Effluent Treatment Station (ETS), of water generated from pharmaceutical industry. It was verified the possibility of reducing the capture of approximately 4,000m³ of water per month, in order to reduce the water utility company consumption, and also to reduce the capture of groundwater from artesian wells. The water reuse generated from the treatment system studied has results based on the quality standards recommended on the Industry Conservation and Reuse Handbook - Federation of Industries of the State of Rio de Janeiro - FIRJAN and to the standards established by CONAMA 430 Article 16, since in Brazil there is no legislation about to water reuse. The presented system is definitely considered efficient, so that the reuse of water in discharges of toilets, washing of floors and among others referenced situations, the pharmaceutical industry will hugely save and leave to use natural water resources, where the use of the water for this purpose represents approximately 15% of all water consumed at this industry.

Keywords: effluents; treatment parameters; sewage treatment.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, devido à degradação da qualidade da água, dos desperdícios e ainda a alta demanda de utilização de recursos naturais, há uma grande preocupação com o abastecimento de águas em diversos municípios brasileiros, entre eles, São Paulo e a região Metropolitana (Rebouças et al. 2006). Atualmente, o reuso de água tem se tornado cada vez mais importante, com isso muitos países têm investido de forma sistemática na reutilização de água, mas o Brasil ainda é um país cuja população não se sensibilizou totalmente. Apenas indústrias em São Paulo têm avançado com projetos para reutilização de água tratada. (Costa; Barros Junior 2005). O Brasil é um país privilegiado na questão hídrica, sendo certo que, detém 13% das reservas de água doce do planeta. Entretanto, sabe-se que a distribuição de água não ocorre de forma uniforme, o que resulta abundância em algumas regiões e escassez em outras. O que se deve priorizar é a água potável para o consumo humano. Sabe-se ainda que, as indústrias, em razão de suas atividades, fazem uso de uma grande quantidade de água potável. Desta forma, é de extrema importância o

planejamento, preservação e reutilização destas águas, sendo certo ainda que, uma das vantagens da utilização da água de reuso, é justamente o de preservar água potável exclusivamente para atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade. Atualmente, a busca por soluções visando à reutilização de águas já tratadas fundamentalmente em indústrias, “a empresa sabe que a utilização da água proveniente dos tratamentos de esgoto é uma fonte viável e uma das técnicas mais adequadas para atender toda a demanda” (Oliveira, Fernando Lourenço 2012). Portanto, criar alternativas economicamente viáveis e ambientalmente aceitas, é de suma importância para a utilização em atividades diversas, excluindo aquelas para o consumo humano.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo é apresentar alternativas de reuso de águas tratadas em uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), o qual é ambientada para o tratamento específico de esgoto sanitário e industrial geradas em uma indústria farmacêutica, para reuso em torres de resfriamento, irrigação de gramados e jardins, descargas sanitárias, aspersão em telhados e lavagem de piso, posto que seja fundamental que se processe as águas utilizadas, através da ETE, para uso não potáveis, uma vez que, o aumento pela demanda de água é constante, e desta forma, a empresa deve buscar novas soluções para o reaproveitamento de suas águas, e conseqüentemente sua sustentabilidade, e desta forma iniciou-se o projeto de reuso de águas tratadas geradas pela ETE, a qual está instalada no próprio interior do complexo industrial farmacêutico do presente trabalho.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente projeto trata-se de um estudo de caso realizado em uma indústria farmacêutica localizada na Cidade de Guarulhos, no Estado de São Paulo e os dados obtidos para elaboração do projeto foram através de informações fornecidas pelo setor de Meio Ambiente da indústria. O método utilizado para a elaboração deste projeto visando o reaproveitamento de águas utilizadas em indústria farmacêutica tomou como princípio os materiais e dados obtidos do balanço hídrico baseado em dados do ano de 2016 e devidamente apresentado na média de consumo mensal desta indústria, sendo constatado que a captação total de água foi de 7.805 m³, dos quais os procedentes de poços artesianos foi de 6.574 m³ e de água da concessionária de 1.231 m³.

Conforme ilustrado na Figura 1, um total de 6.753 m³ da captação de água dos poços e da concessionária foi para uso industrial, seguido por incorporação ao processo 2.103 m³, uso sanitário 1.230 m³, acrescentando ainda que, a água destinada para uso humano é toda captada da concessionária, indicando ainda que as perdas foram de 1.480 m³, cujos dados foram obtidos através da evaporação nas torres de resfriamento. De acordo com os dados colhidos, o total de efluente gerado foi de 4.401 m³, oriundos a maior parte de efluente industrial, totalizando assim 3.414 m³ e de efluente sanitário 984 m³, cujo volume estimado foi considerando a vazão de água para consumo humano x coeficiente de retorno igual 0,8, que é usualmente adotado conforme NBR 9649, 1986 da ABNT.

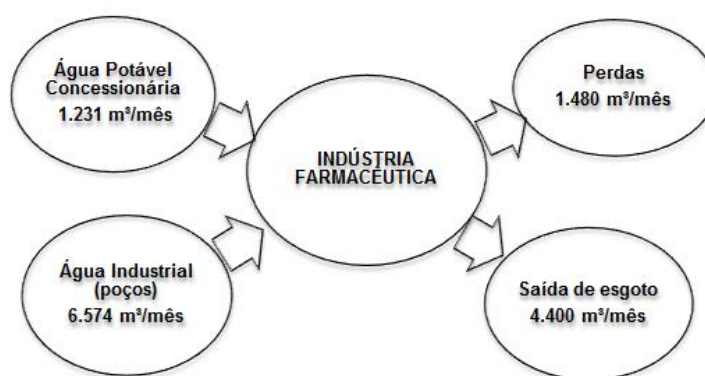


Figura 1. Fluxograma Balanço Hídrico 2016.

Mediante os dados baseados no Balanço Hídrico apresentado, observa-se que a geração de esgoto máximo diário nesta indústria farmacêutica, gira em torno de 146,7 m³/dia, e mediante estes dados, a ETE tem capacidade de armazenamento e tratamento de 185 m³/dia ou 5.500 m³/mês e tratar uma vazão média de 8.5 m³/Hora de esgoto com 20 horas de operação por dia, sendo certo que, este pode sofrer variação no decorrer do dia. E desta forma, o dimensionamento das canalizações utilizadas foi com base na NBR 12209, 2011 da ABNT, cujos dispositivos de entrada e saída, bem como, dos medidores, adotou-se a vazão máxima diária, entretanto, por medidas de segurança, foi acrescido 50% da vazão, justamente pela ocorrência de variações diárias.

Os esgotos sanitários caracterizam-se pelo conteúdo biodegradável relativamente uniforme, os esgotos industriais, que são provenientes de operações e processos em que se faz uso da água sem que esta fique incorporada ao processo (como água de lavagens) e da parcela líquida contida

na matéria prima e removida nos processos industriais (evaporação e purga da torre resfriamento), apresentam uma grande diversidade relacionadas a presença de contaminantes (Pires, EC; Damianovic, MH; Nery, VD 2013).

Objetivando um reaproveitamento maior, em sua concepção foi levado em consideração à qualidade resultante da água tratada, por conseguinte, foi realizada a implantação de uma ETE com sistema MBR – Biorreator a Membrana, dentro de sua planta industrial para tratamento dos efluentes industriais e sanitários, cujo tratamento, possui as seguintes etapas:

- Tratamento preliminar: remoção física dos materiais flutuantes e dos sólidos grosseiros, composto por peneira e tanque de equalização aerado;
- Tratamento secundário: degradação biológica de matéria orgânica carbonácea, composto por reator biológico do tipo lodos ativados;
- Tratamento terciário: remoção biológica de matéria nitrogenada, composto por zona anóxica no reator biológico; e remoção de fósforo através de coagulação química, composto por sistema de dosagem de Policloreto de Alumínio (PAC);
- Tratamento avançado: remoção de sólidos suspensos e micro-organismos do esgoto tratado, composto por sistema de ultrafiltração em membranas;
- Desinfecção: inativação de organismos patogênicos da água de reuso, composto por sistema de dosagem de cloro e tanque de contato com cloro;
- Tratamento da fase sólida: disposição em aterro sanitário dos sólidos retidos por peneiramento; e estabilização, desaguamento e disposição em aterro sanitário do lodo secundário, composto por digestor aeróbio de lodo, decante centrífugo e aterro sanitário devidamente licenciado. O fluxograma a seguir representa o sistema:

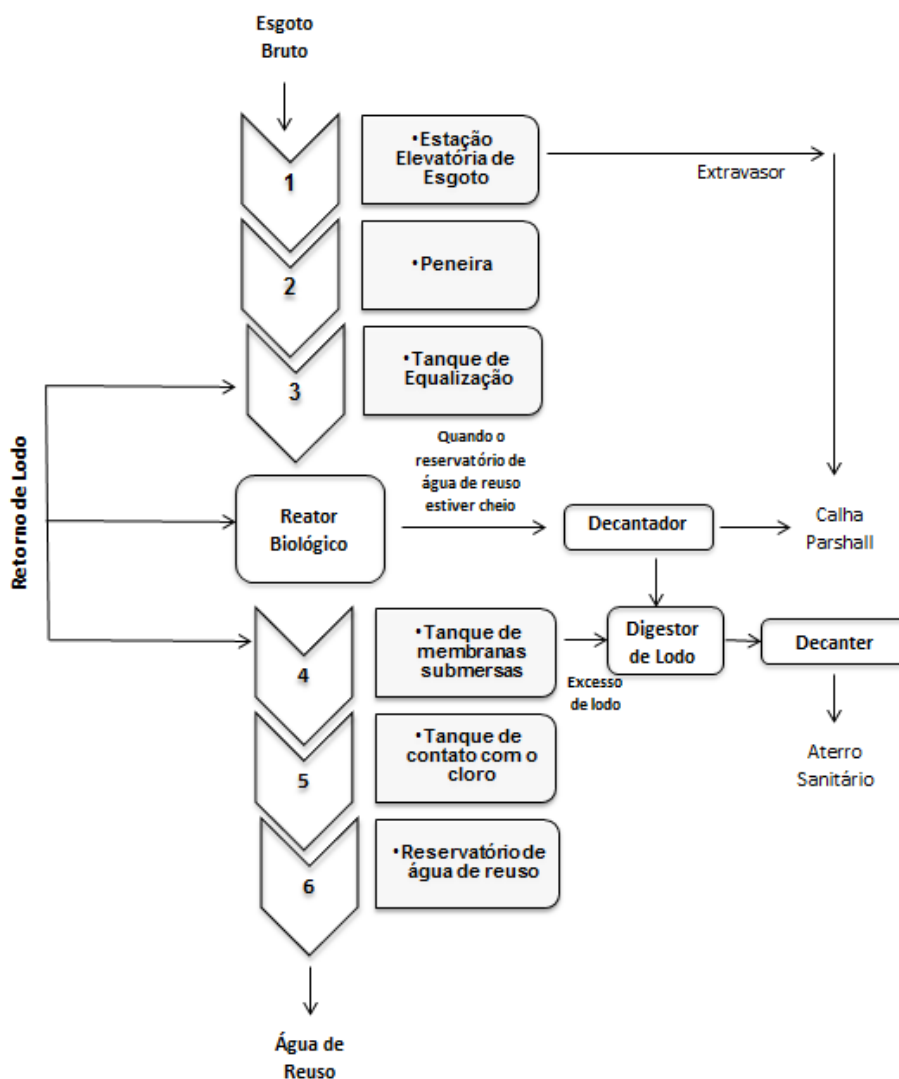


Figura 2. Fluxograma Sistema de Tratamento.

O esgoto recalcado chega à estação através de uma tubulação a montante desse sistema, onde está instalado o medidor de vazão, e em favor da segurança do sistema foi considerada a operação da estação 20 horas / dia, ficando paralisada durante o período de pico de energia.

O tratamento preliminar é composto por peneiras para remoção de sólidos grosseiros e Tanque de Equalização para a equalização da vazão afluyente à estação. O esgoto doméstico coletado na indústria farmacêutica escoia por gravidade até a EEE – Estação Elevatória de Esgoto, de onde é bombeado até o Tanque de Equalização aerado, passando pelo sistema de peneiramento.

A vazão da bomba de recalque deve ser igual ou superior à vazão máxima afluyente ao poço de sucção e o valor utilizado de vazão máxima é de 26,4 m³/h (0,44 m³/min). O volume útil do Poço de Sucção é de 10 m³, que é

consideravelmente maior do que o mínimo calculado, visando reserva para absorver eventuais paradas de bombeamento e para absorver incremento de vazões nas horas de pico, existe também uma barreira física para evitar a entrada de ar nos rotores da bomba.

A remoção dos sólidos grosseiros contidos nos efluentes visa a proteção dos diversos dispositivos de transporte dos esgotos, tais como: bombas, tubulações, transportadores especiais e ainda dos demais dispositivos de tratamento como raspadores, removedores, aeradores, meios filtrantes, dispositivos de entrada e saída, visando unicamente a remoção parcial da carga poluidora para melhorar o desempenho destas.

A vista disso, estão instaladas peneiras de limpeza manual, estilo "bag", sendo que, ao entrar no receptáculo, estes são submetidos à uma pressão positiva que automaticamente obriga o líquido a passar por uma malha, permanecendo aprisionados os sólidos grosseiros, sendo removidos diariamente e encaminhados à aterro sanitário devidamente autorizado.

A indústria farmacêutica estudada funciona 24 horas por dia, entretanto, a vazão de esgoto produzido não é constante, logo então, possui Tanques de Equalização com volume de 50 m³, e para o dimensionamento deste, utilizou o método de "Rippl", onde calcula-se o volume de armazenamento necessário visando garantir uma vazão regularizada constante, durante o período crítico de vazão alta. Para a obtenção deste resultado, o volume de esgoto efluente foi subtraído do volume de esgoto afluente no mesmo intervalo de tempo. A máxima diferença acumulada positiva foi o volume do reservatório para 100% de confiança, sendo que, para vazões afluentes considerou o valor de 8,5 m³/Hora, de acordo com a vazão de dimensionamento da ETE.

Para não gerar quaisquer odores desagradáveis, existe instalado no Tanque de Equalização, uma concentração de Oxigênio dissolvido (OD) para aeração e mistura, além de possuir difusores circulares com membranas flexíveis de bolhas finas e possuem sistema anti entupimento.

O tratamento secundário é composto por zona aeróbia (lodos ativados) no reator biológico, onde ocorre a degradação biológica de matéria orgânica carbonácea. O processo de lodo ativado, no presente sistema, é projetado de forma a reduzir até 98% de nitrogênio amoniacal e da matéria orgânica carbonácea, em relação à DBO afluente ao Tanque de Equalização.

Já o tratamento terciário é composto por uma zona anóxica no reator biológico, onde é realizada a degradação biológica de matéria nitrogenada. A ausência de oxigênio nos sistemas de tratamento de esgoto possibilita a predominância de organismos que possuem a capacidade de utilizar-se de outros ânions inorgânicos como os nitratos, sulfatos e carbonatos, e de acordo com o presente sistema, os nitratos gerados na zona aeróbica, afluem ao reator anóxico pelo processo de nitrificação, através de conversão do nitrato a nitrogênio gasoso mais conhecido como desnitrificação.

Com objetivo de não haver sedimentação de sólidos na zona anóxica, está instalado um misturador submersível, o qual é indicado para processos de desnitrificação e eliminação de fosfato, sendo este conectado a um pedestal de concreto por um sistema de acoplamento automático que permite ser erguida para inspeções, mesmo se o tanque estiver cheio de líquido.

Este tratamento é composto pelo sistema de ultrafiltração em membranas, com o objetivo de remover os sólidos suspensos e microrganismos do esgoto biologicamente tratado. Este processo de filtração em membranas envolve a passagem do esgoto proveniente do tratamento biológico por uma fina membrana, visando remover material particulado e organismos patogênicos, removendo além dos flocos de lodos ativados e sólidos suspensos inorgânicos, algas, bactérias, vírus, partículas coloidais e moléculas orgânicas de cadeia longa presentes no esgoto. Este processo ocorre no momento em que o efluente é pressurizado contra a referida membrana.

Com objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica, utilizam-se membranas de ultrafiltração, onde as bolhas de ar são misturadas ao esgoto de forma a gerar turbulência na superfície das membranas, reduzindo assim, sua colmatação e permitindo que a pressão de operação seja menor.

A limpeza das membranas ocorre uma vez a cada 10 minutos, onde o fluxo de filtração é invertido durante 10 segundos, e a água de reuso é pressurizada contra a própria membrana, em um movimento chamado de Back Wash, devendo ainda, trimestralmente ser realizada a limpeza química destas membranas, que consistem em submergi-las em uma solução de ácido cítrico, e também, durante 1 (uma) hora em uma solução de hipoclorito de sódio. Estes procedimentos não afetam o tratamento biológico, visto que, o volume de descarte é inferior a 1% do volume do reator biológico.

A desinfecção é composta por sistema de dosagem de hipoclorito de sódio e tanque de contato com cloro, objetivando a segurança dos níveis microbiológicos da água de reuso.

Esta desinfecção final tem como objetivo a inativação de organismos patogênicos e a manutenção de um teor residual do agente desinfetante (cloro) ao longo do sistema de distribuição e reservação, e visando a segurança do processo, é utilizado um sistema de dosagem automática dos citados químicos, bem como, do contato do tanque com o cloro.

O sistema de dosagem é constituído por um tambor para o armazenamento da solução de hipoclorito de sódio juntamente com uma bomba dosadora, possuindo uma solução concentrada, para manter o teor de cloro residual no ponto mais distante da linha de distribuição das águas de reuso.

Observou-se ainda que, em função da elevada capacidade das membranas na separação de microrganismos e compostos orgânicos de alto peso molecular, a demanda do cloro no efluente final tem uma redução expressiva, se comparado ao tratamento básico comumente utilizado.

O tratamento do lodo secundário é composto por digestor aeróbio para estabilização do lodo sendo disposto em aterro sanitário devidamente licenciado. Os sólidos retidos no peneiramento também serão dispostos em aterro sanitário.

A digestão aeróbia do lodo realizada durante o processo dá se através de oxidação bioquímica dos sólidos biodegradáveis contidos nos esgotos, o qual possui altos níveis de oxigênio na massa líquida, favorecendo desta forma, a atividade de bactérias aeróbias e a formação de subprodutos, sendo os principais objetivos desta digestão, a redução de sólidos biodegradáveis, a destruição de uma parcela dos microrganismos patogênicos e ainda, a redução de sólidos secos.

Neste projeto, o lodo excedente do processo biológico, o qual é proveniente do decantador, é enviado para o digestor aeróbio do lodo, desta forma, assim como no reator do lodo ativado, a aeração do digestor é promovido por difusores circulares com membranas flexíveis de bolhas finas, sendo que a digestão aeróbia é processada em tanque cilíndrico de eixo vertical, e tem um respiro para a entrada e saída de gases, guarda-corpo e ainda tampa de inspeção

circular. Possui também tubos extravasores e drenos de fundo, ambos ligados a Estação Elevatória de Esgoto.

Considerou-se ainda que, os resíduos retidos durante o tratamento preliminar devem ser encaminhados periodicamente a aterro sanitário devidamente preparado e licenciado de acordo com as Leis vigentes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água de reuso gerada no sistema de tratamento estudado possui resultados baseados em padrões de qualidade recomendados no Manual de Conservação e Reuso de Água na Indústria (2006), para uso em descargas de vasos sanitários e Torres de Resfriamento, uma vez que, no Brasil não há qualquer Legislação pertinente ao reuso de água, gerou-se uma tabela comparativa dos padrões de qualidade do esgoto tratado:

Tabela 1. Parâmetros, Padrão do Manual de Conservação e Reuso na Indústria e resultado das Análises Mensais.

Parâmetro	Padrão do Manual de Conservação e Reuso de Água na Indústria.	Resultado Análise Mensal.
pH	6 > pH < 8	7,6
Coliformes Termotolerantes	< 500 NMP/100mL	Ausência

Conforme tabela 1, o atendimento aos padrões do Manual de Conservação e Reuso de Água na Indústria foi atendida e mensalmente é comprovado a eficiência de tratamento da ETE.

Semestralmente, para atendimento da Exigência Técnica da Licença de Operação da presente indústria é amostrado os efluentes para verificar o atendimento aos padrões de lançamento de efluentes conforme Artigo 18 do Decreto Estadual nº 8468 de 08 de Setembro de 1976, do Governo do Estado de São Paulo e aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430 Artigo 16, conforme Tabela 2 e 3:

Tabela 2. Parâmetros, Valores Máximos Permitidos – Decreto Estadual nº 8468 Artigo 18 e Resultado Análise Semestral

Parâmetro	Valores Máximos Permitidos – Decreto Estadual nº 8468 Artigo 18	Resultado Análise Semestral
DBO à 20 °C	60 mg/L	4 mg/L
Óleos e Graxas	100 mg/L	17 mg/L

Resíduos Sedimentáveis.	1,0 mL/L	< 0,3 mL/L
Ferro Dissolvido	15,0 mg/L	< 0,398 mg Fe/L
Fluoreto	10,0 mg/L	2,7 mg/L

Tabela 3. Parâmetros, Valores Máximos Permitidos – Resolução CONAMA nº 430 Artigo 16 e Resultado Análise Semestral

Parâmetro	Valores Máximos Permitidos – Resolução CONAMA nº 430 Artigo 16 – Efluente	Resultado Análise Semestral
Óleos e Graxas	20 mg/L	< 17 mg/L
Resíduos Sedimentáveis.	1,0 mL/L	< 0,3 mL/L
Ferro Dissolvido	15,0 mg/L	< 0,398 mg Fe/L
Fluoreto	10,0 mg/L	2,7 mg/L
Clorofórmio	1,0 mg/L	< 3,8 µg/L

Desta forma, conforme evidenciado nas tabelas 2 e 3 o atendimento aos padrões do Decreto Estadual 8468 e Resolução CONAMA 430 foram atendidos e periodicamente é comprovado a eficiência de tratamento da ETE em termos de remoção de DBO – Demanda Biológica de Oxigênio, Resíduos Sedimentáveis, Ferro Dissolvido, Fluoreto e Clorofórmio. Óleos e Graxas é o único parâmetro que possui um valor mais restritivo pela Resolução CONAMA 430 = 20 mg/L, sendo que pelo Decreto Estadual é de 100 mg/L, é o resultado da análise semestral atendeu com 17 mg/L.

Os testes realizados demonstraram que o resultado dos efluentes sanitários e industriais tratados na indústria farmacêutica, atenderam perfeitamente os parâmetros para consumo de água para fins não potáveis, sendo que, em todas as amostras o parâmetro determinado para “cor” atendeu o limite de 10 UH, conforme estabelece a CETESB.

O Órgão Ambiental responsável solicitou uma campanha de amostragem para atendimento da solicitação de reuso da água gerada na ETE e o valor encontrado do elemento químico “Fósforo”, que é um parâmetro não amostrado pela Legislação, foi observado uma variação entre 0,93 e 1,02 mg/L, ocorrendo, portanto, um aumento considerável deste, cujo limite é estabelecido em 0,1 mg/L, devido ao fato da alegação de muitos especialistas, que o aumento do Fósforo propiciaria a proliferação de algas e filmes biológicos nas tubulações, peças sanitárias, reservatórios, entre outros.

E ainda, conforme a publicação (Hespanhol; Ivanildo 2005) prevê concentração de cloro residual em água de reuso, tornando-se, portanto, pequenas chances de multiplicação descontrolada de algas e filmes biológicos, devido ao alto índice de Fósforo constatado.

Apesar disso, a citada publicação aplica um sistema de tratamento para desinfecção com cloro, realizando a manutenção de concentração de cloro residual ao longo de todo o sistema de distribuição das águas de reuso, evitando e controlando desta forma, quaisquer possíveis focos de aumento de algas e de filmes biológicos.

Esta situação era prevista devido as características do efluente bruto e a tecnologia de tratamento empregada, o "*Biarreator com membranas – MBR*", fato que fez a necessidade de se instalar um sistema de desinfecção.

Contudo, a falta de regulamentação do reuso de águas no Brasil, bem como, avaliação de empregabilidade deste tipo de reuso nacional e internacional, nos limita a utilização destas, sendo certo que poderiam ser empregadas em: irrigação de jardim, descargas, torres de resfriamento, aspersão em telhados e lavagem de piso, sendo que, o reuso destas águas nas condições acima, irá reduzir sobremaneira o consumo de recursos naturais, e desta forma, torna-se de suma importância a utilização deste tipo de sistema, em todas grandes indústrias, provando ser este, ecologicamente viável.

Como citado anteriormente, o reuso de águas no Brasil, infelizmente ainda não é regulamentado, não nos fornecendo parâmetros para a classificação correta da qualidade destas águas, para fins não potáveis e, desta forma, consultou-se padrões estabelecidos pelas publicações, manuais, outras instituições e/ou órgãos brasileiros, os quais apresentam recomendações explícitas, de como se reutilizar estas águas, sem, contudo, haverem estipulados o limite máximo permitido para o elemento "Fósforo".

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT dispõe sobre a prática do reuso através da Norma NBR 13969, 1997, o qual cita o seguinte: "o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade da água não potável, mas sanitariamente segura, tais como: irrigação de jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, em descargas de vasos sanitários, manutenção paisagística dos lagos e canais com água e ainda irrigações de campos agrícolas e pastagens, etc"., dividindo ainda esses possíveis usos em 4 classes, o qual,

podemos observar, os limites estabelecidos para a turbidez da água deverão ser inferior a 10 NTU, coliformes fecais inferior à 500 NMP/100mL, sendo que, os resultados dos testes realizados nas amostras do presente estudo, atenderam prontamente estas exigências.

Mediante estudos de outros sistemas de reuso de águas da região metropolitana de São Paulo, observou-se, que as águas reutilizadas apresentam características semelhantes à produzida na ETE da indústria farmacêutica estudada, e em todos os casos averiguados, estas águas apresentaram o teor de fósforo total acima de 0,1 mg/L, sendo constatado que em nenhum dos casos verificados, apurou-se a proliferação de microrganismos ou problemas no uso em descargas de vasos sanitários e/ou lavagem de pisos.

Desta forma, estas organizações estabeleceram medidas menos restritivas quanto à qualidade, permitindo assim, o reuso de águas não potáveis de uma maneira mais simples e coerente, segundo alguns especialistas (Metcalf; Eddy 2016), o uso em águas de reuso em descargas de vasos sanitários, devem ser inodoras e incolores por questões estéticas, e desinfetadas por questões de saúde pública, não requerendo nada mais extremo, para a lavagem de pisos, a água não pode ser corrosiva, devendo ser inodora e incolor, sendo estabelecido uma média geométrica de Turbidez em até 2 NTU, de coliformes fecais em até 10 NMP/100mL, o pH deve ficar entre 5,8 até 8,6, o cloro entre 0,4 e 0,1 mg/L.

Salienta-se ainda que EUA, Japão, Austrália e Dinamarca possuem uma prática de reuso estabelecida e legislação, sendo que o índice do elemento químico "Fósforo", não é considerado como restritivo para o uso em situações, devendo, apenas, estabelecer um teor mínimo de Cloro residual, objetivando a desinfecção da água e inibição do crescimento de microrganismos, exatamente conforme realizado no sistema de tratamento de águas de reuso na indústria farmacêutica estudada.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante todo o exposto, considera-se definitivamente eficiente o sistema apresentado, de forma que, o reuso de águas em descargas de vasos sanitários, lavagem de pisos entre outras situações referenciadas, a indústria farmacêutica economizará e deixará de utilizar recursos hídricos naturais de uma forma

impactante, cuja utilização de águas para estes fins, representa aproximadamente 15% de toda a água consumida nesta indústria. No contexto geral, a grande São Paulo e seus municípios, sofrem com a escassez de água, e ainda, praticamente não geram quaisquer águas dentro do limite de sua municipalidade, sendo que, a utilização de águas de reuso é extremamente importante e necessária para preservação dos aquíferos da região, além de garantir o projeto de sustentabilidade que foi levado em consideração na concepção do sistema de tratamento de efluente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9649. Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro; 1986.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12209. Elaboração de projetos hidráulico-sanitário de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro; 2011.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13969. Tanques sépticos – Unidades de Tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro; 1997.

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Seção II. Art. 16. p.4-5.

Costa DMA, Barros Junior AC. Avaliação da Necessidade do Reúso de Águas Residuais. Rio Grande do Norte; 2005. p.82.

Estado de São Paulo. Decreto nº 8468 de 08 de setembro de 1979. Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31/05/1976, que dispõe sobre a Prevenção e Controle da Poluição do Meio Ambiente. Diário Oficial do Estado de São Paulo. São Paulo. Seção II. Art. 18. p.6-7.

Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Manual de Conservação e Reuso de Água na Indústria. Rio de Janeiro, 1. ed. ; 2006.

Hespanhol, I. Agência Nacional de Águas, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo. Conservação e Reuso da Água em Edificações. São Paulo; 2005.

Metcalf L, Eddy HP. Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos. 5. ed. ; 2016. p. 256.

Oliveira FL. Mercado de Reúso de Água no Brasil: É possível assegurar seu crescimento sem a definição de um arcabouço normativo e legal? Revista DAE matéria jornalística. São Paulo; 2012. p.5.

Pires EC, Damianovic MH, Nery VD. Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Rio de Janeiro; 2013. P 477.

Rebouças AC, Braga B, Tundisi JG. Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. 4. ed. São Paulo: Escrituras; 2008. 1-35p.

RECEBIDO EM: 6/11/2017

ACEITO EM: 17/4/2018