

POTENCIALIDADE DE REUSO DOS ESGOTOS DOMÉSTICOS TRATADOS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE PETROLINA – PE.

Bárbara Ribeiro de Souza¹
Marcella Vianna Cabral Paiva²
Miriam Cleide Cavalcante Amorim³
Thaimra de Araujo Souza⁴

1. Estagiária da Companhia Pernambucana de Saneamento- COMPESA. Estudante de Engenharia Agrícola e Ambiental – Universidade Federal do Vale do São Francisco- UNIVASF. Email: barbararibeirodesouzaa@gmail.com
2. Funcionária da Companhia Pernambucana de Saneamento- COMPESA. Bióloga/Cientista Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. Mestre Engenharia Civil- Área de Concentração em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Email: marcellavcpaiva@yahoo.com.br
3. Docente/Eng. Agrícola e Ambiental. UNIVASF, Doutora em Engenharia Química pela (Universidade Federal de Pernambuco) E.mail: miriamcleidea@gmail.com
4. Estagiária da Companhia Pernambucana de Saneamento- COMPESA. Estudante de Ciências Biológicas – Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF. Email: thaimara.camatto@hotmail.com

RESUMO

O Brasil oferece condições excepcionalmente favoráveis para a utilização de esgotos, tanto pela disponibilidade de áreas em sua grande extensão territorial como pelas condições climáticas adequadas. A substituição da água potável por uma água de qualidade inferior reduz a demanda sobre os mananciais de água devido a tal reuso. O presente trabalho se propôs a avaliar o desempenho do sistema de tratamento de esgoto doméstico quanto à eficiência para o reuso do mesmo, tendo em vista uma melhoria para o problema da escassez hídrica. O estudo foi desenvolvido na Estação de Tratamento de Esgotos - ETE Centro da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) do município de Petrolina-PE. O experimento foi dividido em três fases: Determinação da eficiência de tratamento da ETE em termos de matéria orgânica, patógenos, sólidos suspensos totais e sólidos dissolvidos totais, adequabilidade do esgoto tratado às modalidades de reuso e avaliação do potencial do esgoto doméstico tratado como fonte de nutrientes. O esgoto doméstico foi analisado em cinco pontos de coleta. As coletas das amostras foram realizadas em 5 meses, e feitas análises das seguintes variáveis: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio amoniacal (NH₃), Fósforo total (P_{total}), Cor, Turbidez, pH, Temperatura, Cloro Residual, Condutividade Elétrica, Cloreto, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Dissolvidos Totais, Coliformes Termotolerantes, Bactérias Heterotróficas. Todas as análises foram feitas em triplicata e de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. A remoção de DBO foi de 95%, DQO 90,3%, os SST e SDT tiveram uma remoção média de 63,91% e 84,04% respectivamente, a cor teve uma remoção média de 30,8%. Já a turbidez apresentou uma remoção máxima de 93,6% em fevereiro. O pH e a temperatura tiveram poucas variações, ficando em torno de 7,5 a 8,5, e temperatura entre 26°.

O efluente em questão pode ser aplicado para irrigação restrita em ambiente urbano. Os valores obtidos nas análises de condutividade elétrica tem uma restrição de uso de ligeiro a moderado para irrigação.

Palavras-chave: reuso, esgoto tratado, desenvolvimento sustentável

Introdução

A escassez generalizada da água que é um recurso natural finito e essencial à vida, vem gerando a destruição gradual e o agravamento da poluição dos recursos hídricos em muitas regiões do mundo, ao lado da implantação progressiva de atividades incompatíveis. A minimização do desperdício e conservação tem que contar com os planos racionais de utilização da água para o desenvolvimento de fontes de suprimento de água subterrâneas ou de superfície e de outras fontes potenciais (CUNHA, 2010).

De acordo com Bastos (2003) o Brasil oferece condições excepcionalmente favoráveis para a utilização de esgotos, tanto pela disponibilidade de áreas em sua grande extensão territorial como pelas condições climáticas adequadas. A substituição da água potável por uma água de qualidade inferior reduz a demanda sobre os mananciais de água devido a tal reuso. Utilizada atualmente em alguns países essa prática é baseada no conceito de substituição de mananciais. Isso tendo uma qualidade específica para cada tipo de uso (CETESB, 2010).

A regulamentação sobre os recursos hídricos no Brasil, inicia-se com a promulgação da Lei n. 9433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). O projeto de Lei n. 5296 de 2005, que define diretrizes para os serviços públicos de saneamento básico, faz referência ao reuso da água, como mostra o artigo 10 “São diretrizes relativas ao esgotamento sanitário: incentivar o reuso da água, a reciclagem dos demais constituintes dos esgotos e a eficiência energética, condicionado ao atendimento dos requisitos de saúde pública e de proteção ambiental pertinentes” (BRASIL, 2005). O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) pela resolução n. 54 estabeleceu as diretrizes, modalidades e critérios para o reuso direto não potável da água ainda em 2005, definindo como modalidades o reuso para fins agrícolas, florestais, urbanos, ambientais, industriais e para aquicultura. Assim o reuso da água com essa regulamentação passa a integrar as políticas de gestão dos recursos hídricos no país (BRASIL, 2006).

As diretrizes podem ser adaptadas por padrões, que são imposições legais promulgados através de leis, regulamentos, ou posturas técnicas estabelecidos em nível nacional, levando em consideração as limitações e características técnicas, econômicas, sociais e culturais locais. Sempre que novas evidências científicas ou novas tecnologias se tornarem disponíveis, os padrões podem ser complementados ou alterados, ou em condições de mudanças de prioridades e tendências nacionais. Em muitos países há complementação de padrões por códigos de prática, com intuito de proporcionar orientação para a construção, operação, manutenção e monitoramento de sistemas de reuso (HESPANHOL, 2002).

O presente trabalho se propõe a avaliar o desempenho do sistema de tratamento de esgoto doméstico quanto à eficiência para o reuso do mesmo, tendo em vista uma melhoria para o problema da escassez hídrica.

Objetivo

Avaliação do potencial de reuso dos esgotos domésticos tratados na Estação de Tratamento ETE-Centro-Petrolina, determinando a eficiência de tratamento em termos de matéria orgânica, patógenos, nutrientes, sólidos suspensos totais e sólidos dissolvidos totais, considerando a adequabilidade do esgoto tratado às modalidades de reuso.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido na Estação de Tratamento de Esgotos - ETE Centro da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) do município de Petrolina-PE. A ETE-Centro foi projetada para receber a maior parte da vazão da cidade, atualmente a população atendida corresponde a 40% do total do município (Martins, 2016).

As unidades operacionais que compõe a ETE- Centro são o gradeamento seguido da calha Parshall (para regulação da vazão de entrada), em seguida o esgoto segue para os reatores UASB, após finalizar o tratamento anaeróbico o esgoto segue para a caixa divisória 2 onde é direcionado para os filtros aerados submersos. A caixa divisora de vazão 3 recebe esse efluente e o encaminha para os decantadores secundários. Ao finalizar essa etapa o esgoto segue para o sistema de desinfecção por cloro gás nas câmaras de contato, sendo em seguida lançado no corpo receptor, o rio São Francisco (FIGURA 1).

As principais características e dimensões do reator UASB, filtro biológico, decantador secundário e câmara de contato estão apresentadas na TABELA 1.

O experimento foi dividido em três fases:

- I. Determinação da eficiência de tratamento da ETE em termos de matéria orgânica, patógenos, sólidos suspensos totais e sólidos dissolvidos totais.
- II. Adequabilidade do esgoto tratado às modalidades de reuso.
- III. Avaliação do potencial do esgoto doméstico tratado como fonte de nutrientes.

Figura 1: Estação de tratamento de esgoto - ETE Centro



Fonte: Adaptado Google Earth (2017).

Tabela 1: Descrição das unidades operacionais da ETE.

| | UASB | Filtro Biológico Aerado Submerso | Decantador secundário | Tanque de contato |
|-----------------|------|----------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Comprimento (m) | 23,6 | 18,0 | 11,0 | 24,0 |
| Largura (m) | 24,6 | 18,0 | 11,0 | 6,0 |

| | | | | |
|--------------------------|---------|---------|---------|-----|
| Profundidade (m) | 4,4 | 4,1 | 3,6 | 1,5 |
| Volume (m ³) | 2.554,5 | 1.328,4 | 1.376,5 | 216 |

Fonte: COMPESA (2017)

Fase I

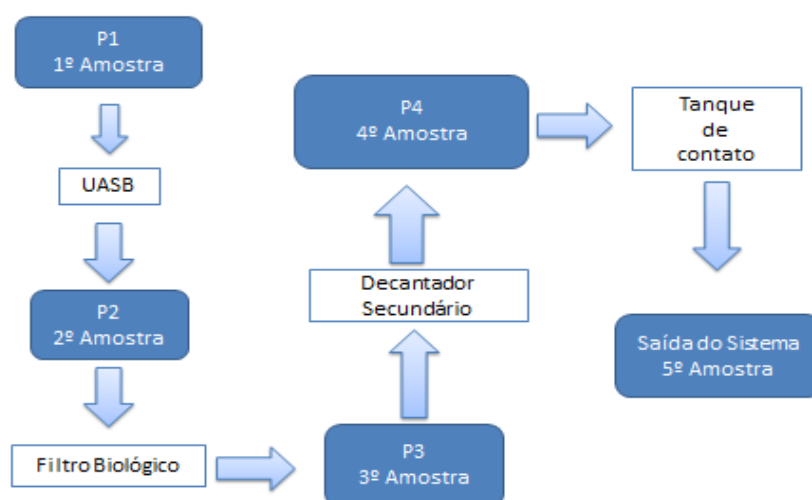
Determinação da eficiência de tratamento da ETE em termos de matéria orgânica, patógenos, sólidos suspensos totais e sólidos dissolvidos totais.

Coleta e análises do efluente

O esgoto doméstico foi analisado em cinco pontos de coleta (FIGURA 2): Esgoto Bruto (P1), pós-UASB (P2), pós-filtro biológico aerado submerso (P3), pós- decantador secundário (P4), pós-tanque de contato (P5). Foram coletados aproximadamente dois litros de efluente em cada ponto utilizando frascos de polietileno, previamente higienizados. As amostras foram acondicionadas em isopor e transportadas imediatamente para o Laboratório de Engenharia Ambiental-LEA para as análises. As coletas das amostras foram realizadas nos meses de setembro, outubro de 2016 e janeiro, fevereiro e março de 2017, totalizando cinco coletas.

Figura 2: Diagrama dos pontos de coleta da ETE.

Coletas na ETE de Petrolina-PE



Foram realizadas nas amostras coletadas as análises das seguintes variáveis: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio amoniacal (NH₃), Fósforo total (P_{total}), Cor, Turbidez, pH, Temperatura, Cloro Residual, Condutividade Elétrica, Cloreto, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Dissolvidos Totais, Coliformes Termotolerantes, Bactérias Heterotróficas. Todas as análises foram feitas em triplicata e de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005), conforme TABELA 2.

Tabela 2: Técnicas analíticas, parâmetros e período de amostragem avaliada.

| Parâmetros | Técnica Analítica | Unidade | Período de Amostragem | | | | |
|------------|-------------------|--------------------|-----------------------|--------|--------|--------|---------|
| | | | SET/16 | OUT/16 | JAN/17 | FEV/17 | MARC/17 |
| DQO | Colorimétrico | mg L ⁻¹ | X | X | X | X | X |
| DBO | Diluição, | mg L ⁻¹ | | | | | X |

| | | | | | | | |
|----------------------------|---|--------------------|---|---|---|---|---|
| | incubação | | | | | | |
| Nitrogênio Amoniacal | Nitrogênio Kjeldah | mg L ⁻¹ | X | X | X | X | X |
| Fósforo Total | Digestão por persulfato de Potássio e ácido ascórbico | mg L ⁻¹ | X | X | X | X | X |
| Condutividade Elétrica | Direto, Condutivímetro | dS m ⁻¹ | | | | X | X |
| Cloro Residual | DPD colorimétrico | mg L ⁻¹ | | | | X | X |
| Cloreto | Titulometria | mg L ⁻¹ | | | | X | X |
| Cor | Direto, Colorímetro | uC | | | X | X | X |
| Temperatura | Direto, Potenciômetro | °C | | | X | X | X |
| Turbidez | Direto, Turbidímetro | uT | | | X | X | X |
| Ph | Direto, Potenciômetro | ----- | | | X | X | X |
| Sólidos Suspensos Totais | Gravimétrico | mg L ⁻¹ | | | | X | X |
| Sólidos Dissolvidos Totais | Gravimétrico | mg L ⁻¹ | | | | X | X |
| Coliformes Termotolerantes | Contagem de placas | UFC/ml | | | X | X | X |
| Bactérias Heterotróficas | Contagem de placas | UFC/ml | | | | | X |

Eficiência de remoção

Para obter um diagnóstico do funcionamento das unidades operacionais, foi avaliado o desempenho através da eficiência de remoção dos parâmetros físicos, DBO, DQO, fósforo, nitrogênio e sólidos, conforme equação 1:

$$E = \frac{C_0 - C_e}{C_0} * 100$$

$$E = \frac{C_0 - C_e}{C_0} * 100$$

Onde:

E = eficiência de remoção (%)

Co = Concentração de entrada do efluente (mg/L)

Ce = Concentração de saída do efluente (mg/L)

Fase II

De acordo com as normas e critérios de qualidade para reúso da água, foi feita uma avaliação da adequabilidade do esgoto doméstico tratado da ETE às modalidades de reúso.

Reúso agrícola: Diretrizes da OMS (Organização Mundial da Saúde) e USEPA (United States Environmental Protection Agency);

Reúso na Piscicultura: Diretrizes da OMS (Organização Mundial da Saúde);

- Reúso urbano: Diretrizes da USEPA (United States Environmental Protection Agency) e Prosab.

Fase III

Na terceira fase do trabalho procurou-se avaliar o potencial do esgoto doméstico tratado da ETE centro, como fonte de nutrientes, para o solo e plantas. Sendo assim, foi feita uma estimativa da quantidade de nitrogênio e fósforo presente no efluente nos 5 meses de estudo. Confrontar com os dados de uma área no Município de Petrolina, com as recomendações de adubação para a cultura da goiaba, avaliando o potencial dos nutrientes na área requerida.

Resultados e Discussão

A seguir serão apresentados e discutidos os resultados referentes as fases que compõe o presente trabalho, são estes: a avaliação da eficiência do tratamento (Fase I), verificação da adequabilidade do esgoto tratado em relação as normas para reúso (Fase II) e avaliação do esgoto tratado como fonte de nutrientes para as plantas.

Fase I: Determinação da eficiência de tratamento da ETE em termos de matéria orgânica, patógenos e sólidos.

Na Tabela 3, pode-se observar os resultados das análises durante o período de estudo nos pontos (esgoto bruto, pós-tanque de contato) e a eficiência de remoção do sistema de tratamento para os parâmetros avaliados. A remoção de DBO no mês de março foi de 95% e a DQO nos meses de setembro/16, outubro/16, janeiro/17, fevereiro/17 e março/17 foram respectivamente 98%, 84,9%, 71,6%, 93,2% e 98,4%. Os sólidos suspensos totais e dissolvidos com tiveram uma remoção média de 63,91% e 84,04% respectivamente

A concentração de sólidos suspensos totais e dissolvidos do esgoto bruto e tratado, e suas remoções estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3: Concentração do efluente dos pontos avaliados e a eficiência de remoção dos parâmetros analisados no final do tratamento.

| Parâmetros | set/16 | | | out/16 | | | jan/17 | | | fev/17 | | | marc/17 | | |
|----------------------------|--------|------|------|--------|------|------|-------------|---------|------|-------------|---------|------|-------------|-------------|-------|
| | E | S | R(%) | E | S | R(%) | E | S | R(%) | E | S | R(%) | E | S | R(%) |
| DQO | 650 | 12,8 | 98 | 322 | 48,2 | 84,9 | 574,02 | 162,95 | 71,6 | 374,97 | 24,42 | 93,2 | 713,84 | 11,7 | 98,4 |
| DBO | | | | | | | | | | | | | 375 | 19 | 95 |
| Nitrogênio | 50 | 25,8 | 47,9 | 39,2 | 34 | 13,3 | 44,8 | 30,24 | 32,5 | 39,2 | 36,4 | 7,14 | 39,2 | 50,04 | --- |
| Fósforo | 6,3 | 15,4 | --- | 5,34 | 3,94 | 26,2 | 2,96 | 9 | --- | 15,35 | 24,46 | --- | 24,04 | 15,06 | 35,1 |
| pH | | | | | | | 8,03 | 8,11 | --- | 7,11 | 7,42 | --- | 7,5 | 7,22 | --- |
| Cor | | | | | | | 333 | 167 | 24 | 348 | 162 | 53,4 | 248 | 211 | 14,9 |
| Temperatura | | | | | | | 33,1 | 31,1 | --- | 31,2 | 31,2 | --- | 26,4 | 26,4 | --- |
| Turbidez | | | | | | | 252 | 12,8 | 75,5 | 310 | 19,7 | 93,6 | 470 | 30,1 | 93,6 |
| Cloro residual | | | | | | | | | | 0,5 | 0 | --- | 0,5 | 0 | --- |
| Cloreto | | | | | | | | | | 685,95 | 631,01 | 8 | 1061,72 | 935,88 | 11,8 |
| Condutividade elétrica | | | | | | | | | | 616,6 | 784 | --- | 707 | 802 | --- |
| Coliformes | | | | | | | Incontáveis | Ausente | --- | Incontáveis | Ausente | --- | Incontáveis | Ausente | --- |
| Bactérias Heterotróficas | | | | | | | | | | | | | Incontáveis | Incontáveis | --- |
| Sólidos Suspensos totais | | | | | | | | | | 184,5 | 87 | 52,8 | 1850 | 462 | 75,02 |
| Sólidos Dissolvidos Totais | | | | | | | | | | | | | 515,6 | 80,18 | 84,04 |

E= Esgoto Bruto; S= Saída do sistema; R= Remoção

Para o SST a eficiência média foi de 73% (Tabela 4), já o SDT analisado somente no mês de março foi de 84,4%. Observa-se que houve um acréscimo de SST, de 184,5 para 1850

mg L⁻¹ no esgoto bruto entre os meses de fevereiro e março, esse aumento na concentração da matéria orgânica também pode ser observado através da DQO (374,97 para 713,84 mg L⁻¹). Nakawaga et al. (2016) avaliando a remoção de SST em esgoto sanitário tratado em reator em bateladas sequenciais aerado, encontraram uma redução de 50% a 95%, com concentração de esgoto bruto variando 250 a 600 mg L⁻¹ de SST. Calijuri et al. (2009) em seu estudo com sistema sistemas reatores UASB/wetlands para tratamento de esgoto detectou uma remoção média de 70% para SST. Os resultados para os sólidos determinado em estudo foram promissores, pois esteve dentro da faixa encontrado em trabalhos disponíveis na literatura.

Tabela 4: Eficiência média do tratamento da ETE

| Parâmetros | Entrada | Saída | Remoção (%) |
|---------------------------|---------|-------|-------------|
| DQO (mg L ⁻¹) | 526,9 | 51,9 | 90,3 |
| Turbidez (uT) | 344 | 20,9 | 93,9 |
| SST (mg L ⁻¹) | 1017,2 | 274,5 | 73 |

Em relação às análises físicas durante o período de estudo, a cor variou entre 348 e 248 uC no esgoto bruto e 162 a 211 uC no tratado, obtendo uma remoção média de 30,8%. Já a turbidez apresentou uma variação de 252 a 470 uT na entrada do tratamento 22,8 a 30,1 uT na saída, alcançando uma remoção máxima de 93,6% em fevereiro e mínima de 75,5% em janeiro. O pH e a temperatura tiveram poucas variações, ficando em torno de 7,5 a 8,5, com pico no mês de janeiro, e temperatura entre 26° C a 31°C, com valores em torno de 30 ° C nos meses de janeiro e fevereiro. Quanto a análise bacteriológica obteve-se resultados promissores, pois não foram detectados coliformes esgoto tratado em todos os meses avaliados.

Para ser lançado no corpo hídrico o esgoto doméstico tratado deve atender os padrões de lançamento da resolução CONAMA 430/2011. De acordo com a norma o valor da Demanda Bioquímica de Oxigênio- (DBO 5 dias) deve ser no máximo de 120 mg L⁻¹, de acordo com a Tabela 3 o valor encontrado da DBO no esgoto tratado foi 19 mg L⁻¹, logo este parâmetro está dentro do limite permitido. Quanto a temperatura deve estar inferior a 40 °C, ainda conforme observado na Tabela 3 em todos os meses avaliado a temperatura esteve abaixo deste valor. O pH também deve ser avaliado durante o lançamento, segundo a resolução este deve variar entre 5 e 9, fato que ocorreu durante o período de avaliação. Vale salientar que outros parâmetros são exigidos pelo CONAMA 430/11 que não foram foco do trabalho, são estes: sólidos sedimentáveis, óleos e graxas e ausências de materiais flutuantes. Sendo assim, o sistema de tratamento de esgoto da ETE centro se mostrou eficiente, pois obteve uma boa remoção de matéria orgânica, de sólidos e patógenos.

Fase II: Avaliação da adequabilidade do esgoto doméstico tratado de acordo com as normas e critérios de qualidade para reuso da água.

Os parâmetros e seus limites recomendados pela USEPA para irrigação agrícola e os valores encontrados no presente trabalho estão na Tabela 5. Conforme pode ser observado na tabela, o esgoto tratado da ETE- Centro não pode ser utilizado para irrigação urbana irrestrita, pois apesar da ausência de patógenos e pH dentro da faixa recomendada (6 a 9), os valores de DBO e turbidez estão acima do recomendado pelo órgão em questão. No entanto, o efluente em questão pode ser aplicado para irrigação restrita em ambiente urbano (parque, canteiro), como também em plantações ornamentais e paisagísticos com acesso com acesso irrestrito ao público e na construção, pois para esses fins não há restrição de turbidez e a DBO deve estar abaixo de 30 mg L⁻¹.

Tabela 5: Diretrizes da USEPA para o uso agrícola de esgotos sanitário

| Tipo de irrigação e cultura | USEPA | Presente estudo |
|--|----------------------------|-----------------------------|
| Uso urbanos irrestritos irrigação. Uso ornamentais e paisagísticos em áreas com acessos irrestritos ao público, descarga de toaletes, apagar incêndios, lavagem de veículos limpeza de ruas. | pH 6 a 9 | pH =(7,11 a 8,03) |
| | Turbidez < 2 uT | 20,9uT>2 uT |
| | CRT > 1 mg L ⁻¹ | CRT < 1 mg L ⁻¹ |
| | CTer ND | CTer ND |
| | Organismos patogênicos ND | Organismos patogênicos ND |
| Uso urbanos restritos irrigação (parques, canteiros). Uso ornamentais e paisagísticos em áreas com acessos irrestritos ao público, abatimento de poeiras em estradas e usos na construção. | pH 6 a 9 | pH (7,11 a 8,3) |
| | DBO< 30mg L ⁻¹ | DBO = 19 mg L ⁻¹ |
| | CRT > 1 mg L ⁻¹ | CRT < 1 mg L ⁻¹ |
| | CTer ND | CTer ND |

(1) USEPA; (2) Presente estudo; ND: não detectável; CTer: coliformes termotolerantes; CRT: Cloro residual total

A tabela 6 contém informações com diretrizes da USEPA de qualidade do efluente para irrigação considerando os parâmetros de condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais.

Tabela 6: Diretrizes da USEPA de qualidade da água para irrigação.

| Parâmetro | Restrição de Uso | | |
|-----------------------|------------------|------------------|--------|
| | Nenhuma | Ligeira Moderada | Severa |
| Salinidade (1) | | | |
| Cea (dS m-1) | < 0,7 | 0,7 - 3,0 | > 3,0 |
| SDT (mg L-1) | < 450 | 450 - 2000 | > 2000 |
| Salinidade (2) | | | |

| | | | |
|--------------------------------|------|-----|---|
| Cea (dS m⁻¹) | - | 0,8 | - |
| SDT (mg L⁻¹) | 80,0 | - | - |

(1) USEPA; (2) Presente estudo.

Os valores obtidos nas análises de condutividade elétrica tem uma restrição de uso de ligeiro a moderado para irrigação. Já os sólidos dissolvidos totais não tem nenhuma restrição de uso, estando assim de acordo com as diretrizes.

Pode se observar na Tabela 7 que os sólidos suspensos totais com uma média de 66,5 tem uma restrição de uso ligeira a moderada, os sólidos dissolvidos totais sem nenhuma restrição de uso. O problema está nas bactérias heterotróficas que se enquadram como severa podendo assim obstruir o sistema de irrigação localizado.

Tabela 7: Diretrizes da USEPA de qualidade da água para irrigação
Restrição de Uso

| Parâmetro | Nenhuma | Ligeira Moderada | Severa |
|--|----------------|-------------------------|---------------|
| Problemas de obstrução em sistema de irrigação localizada (1) | | | |
| SST (mg m⁻¹) | < 50 | 50 – 100 | > 100 |
| SDT (mg L⁻¹) | < 500 | 500 - 2.000 | > 2.000 |
| Bactérias heterotróficas (org L) | < 10.000 | 10.000 - 20.000 | > 50.000 |
| Problemas de obstrução em sistema irrigado localizada (2) | | | |
| SST (mg m⁻¹) | - | 66,5 | - |
| SDT (mg L⁻¹) | 80 | - | - |
| Bactérias heterotróficas (org L) | Inc | Inc | Inc |

(1) USEPA; (2) Presente estudo

Uso urbano do esgoto tratado.

Na Tabela 8 observa se que o esgoto tratado da ETE centro pode ser usado em áreas urbanas restritas, respeitando as diretrizes da USEPA. Para o uso irrestrito os resultados de turbidez e DBO estão acima do permitido.

Tabela 8: Diretrizes da USEPA para usos urbanos do esgoto sanitário.

| Tipo de irrigação e cultura | USEPA | Presente estudo |
|---|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Uso urbanos irrestritos irrigação. Uso ornamentais e paisagísticos em áreas com acessos irrestritos | pH 6 a 9 DBO< 10mg L ⁻¹ | pH 6 a 9 DBO>10mg L ⁻¹ |

| | | |
|--|---|---|
| ao público, descarga de toaletes, apagar incêndios, lavagem de veículos limpeza de ruas. | Turbidez < 2 Ut CRT > 1 mg L ⁻¹ CTer ND Organismos patogênicos ND | Turbidez > 2 Ut CRT > 1 mg L ⁻¹ CTer ND Organismos patogênicos ND |
| Uso urbanos restritos irrigação (parques, canteiros). Uso ornamentais e paisagísticos em áreas com acessos irrestritos ao público, abatimento de poeiras em estradas e usos na construção. | pH 6 a 9 DBO < 30mg L ⁻¹ CRT > 1 mg L ⁻¹ CTer ND | pH 6 a 9 DBO > 30mg L ⁻¹ CRT > 1 mg L ⁻¹ CTer ND |

Constata-se ausência coliformes termotolerantes no esgoto tratado, indicando que o mesmo pode ser utilizado em áreas urbanas, tanto na irrigação irrestrita como na restrita, de acordo com as diretrizes do PROSAB.

Fase III

A terceira fase do trabalho foi feita através da avaliação do potencial do esgoto doméstico tratado como fonte de nutrientes para o solo e plantas, visando uma economia no uso de fertilizantes e melhor desenvolvimento das plantas. Foi feito uma avaliação a partir de um estudo feito pelo PROSAB, onde com uma contribuição per capita de esgotos sanitários de 132 L hab dia⁻¹ na cidade de Petrolina e uma demanda genérica de água para irrigação típico de clima semiárido de 1000 – 2000mm ano. Estimou-se que as águas residuárias produzidas por pessoa seriam suficiente para irrigar uma área de 30 – 70m². Logo para população de Petrolina de 348.000 habitantes produz água para irrigar cerca de 1,392 ha.

Considerando a mesma demanda de água com as médias de nitrogênio e fósforo dos 5 meses analisados que foi em torno de 35 mg L de N e 10 – 13 mg L de P, a aplicação de nutrientes poderia atingir de 150 – 700, 50 – 200 kg ha de Nitrogênio e fósforo respectivamente.

De acordo com uma análise de solo realizada no município de Petrolina PE, para a cultura da goiaba irrigada, variedade Paluma, no espaçamento 6x5m. Recomendou-se uma adubação NPK de 83,2kg ha, 33,3kg ha, respectivamente.

Confrontando os números do estudo com as recomendações de adubação citada acima percebe-se que para a mesma área a quantidade de nitrogênio e fósforo se encontra em concentrações insuficientes o que demandaria uma adubação química complementar.

Considerações Finais

No Brasil ainda não existe um regulamentação que estabeleça padrões e parâmetros a serem analisados para o reuso de esgoto tratado para fins agrícolas. Dessa forma, há uma dificuldade para implantação de um sistema de reuso no Brasil. Contudo, devido aos benefícios que o reuso pode trazer para racionalização do uso da água, como também para elevar a eficiência de produtividade e diminuição dos custos na agricultura é de extrema importância a existência de pesquisas científica que abordem essa temática, para gerar um arcabouço de informações que sejam úteis para o estabelece de padrões de qualidade para o esgoto tratado que será utilizado para esses fins.

Bibliografia

BASTOS, R. K. X. Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura. Projeto PROSAB, 2003. p. 264.

BRASIL. Resolução Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 54, de 28 de novembro de 2005 - Estabelece critérios gerais para reuso de água potável. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília – DF, março de 2006.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília – DF, janeiro de 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Portaria nº 518 de 25 mar. De 2004. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 de mar. 2004. Seção 1. P.266.

CALIJURI, M. L; BASTOS, R. K. X; MAGALHÃES, T. B; CAPELETE, C. B; DIAS, E. H. O. Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/*wetlands* construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes. Eng Sanit Ambient.v.14 n.3, p. 421-430, 2009.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. Reuso da água. São Paulo. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_reuso.asp.

Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA. Disponível em: <http://servicos.compesa.com.br/>. Acessado em 17 de abril de 2017.

CUNHA, A. H. N. Reuso de água no Brasil, 2010. Monografia (Pós graduação), Saneamento Ambiental, Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro. P. 46.

HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil - Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos, RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 7 n.4 Out/Dez 2002, p. 75-95.

MARTINS, A. P. Avaliação do desempenho de reatores UASB no tratamento de esgoto doméstico na cidade de Petrolina-PE. Monografia- Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2016.

NAKAGAWA, D. H; CORREA, C. Z.; DEMETRIO, B. O.; PRATES, K. M. C. Remoção de matéria orgânica e sólidos de esgoto sanitário bruto em reator em bateladas sequenciais aerado. XIII Congresso Nacional De Meio Ambiente De Poços De Caldas 21, 22 e 23 de setembro de 2016.

PROSAB. Reuso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim. Disponível em: https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Esgoto-Prosab_-_final.pdf. Acessado em: 17 de abril de 2017.