ESTUDOS E PROPOSTAS PARA O REAPROVEITAMENTO DE EFLUENTES TRATADOS NA ETE ARRUDAS, SABARÁ – MG

STUDIES AND PROPOSALS FOR THE REAPPROVEMENT OF EFFLUENTS TREATED AT ETE ARRUDAS, SABARÁ – MG

VILAÇA, Karina Aparecida^{1*}; SANTOS, Carolina Rodrigues dos; PAULA, Mhaisa Henrique de³;

^{1,2,3}Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Instituto Politécnico, Departamento de Engenharia Civil, Av Afonso Vaz de Melo, 1200 cep 30640-070, Belo Horizonte – MG, Brasil
(fone: +55 313385 5067)

* Autor correspondente
e-mail: karina.vilaca@yahoo.com.br

Received 03 October 2017; accepted 29 November 2017

RESUMO

O cenário atual de escassez hídrica e a necessidade crescente de proteção ao meio ambiente mostram o quanto a natureza é vulnerável às ações antrópicas e retoma a importância da aplicação de usos mais inteligentes da água. Por esse motivo, o reuso de efluentes, deve ser visto como alternativa para atenuação do desequilíbrio gerado pela falta de gestão dos recursos hídricos. O trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade de reutilização do esgoto tratado na ETE Arrudas, localizada em Sabará - MG, em atividades secundárias e usos não potáveis dentro da própria ETE ou em regiões próximas. Para tal, realizou-se uma pesquisa bibliográfica que norteasse a avaliação do efluente de modo que o efluente tratado estivesse de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Legislação Ambiental e não oferecesse riscos à saúde pública. Foi realizado levantamento de dados junto à ETE para a avaliação da qualidade do efluente e correlação com os padrões ditados pelas Normas e por último, avaliou-se as possíveis alternativas de reutilização do efluente. Os resultados esclarecem que é possível, de acordo com a classe do esgoto tratado, a reutilização para fins mais nobres de forma a evitar o lançamento direto do efluente nos corpos d'água.

Palavras-chave: *Estação de Tratamento de Esgoto, Reaproveitamento, Efluente.*

ABSTRACT

The current scenario of water scarcity and the increasing need to protect the environment show how vulnerable nature is to human actions and retakes the importance of applying smarter water uses. For this reason, the reuse of effluents should be seen as an alternative to attenuate the imbalance generated by the lack of management of water resources. The objective of this work is to analyze the feasibility of reuse of the treated sewage in the Arrudas TEP, located in Sabará - MG, in secondary activities and non potable uses within the ETE itself or in nearby regions. For this, a bibliographical research was conducted to guide the evaluation of the effluent so that the treated effluent was in accordance with the parameters established by the Environmental Legislation and did not offer public health risks. Data were collected from the ETE for the evaluation of the effluent quality and correlation with the norms dictated by the Norms and, finally, the possible alternatives of effluent reuse were evaluated. The results clarify that it is possible, according to the class of treated sewage, to reuse for nobler purposes in order to avoid the direct discharge of the effluent into the bodies of water.

Keywords: *Sewage Treatment Plant, Reuse, Effluent.*

INTRODUÇÃO

Segundo Fernandes (2008), a problemática da escassez de água é um assunto cada vez mais abordado atualmente, tendo em vista a situação preocupante em relação à demanda existente e futura desse recurso. Enquanto o consumo de água se torna crescente com o aumento populacional e desenvolvimento industrial, a sua disponibilidade com qualidade satisfatória para consumo tem se tornado cada vez menor. Diversas regiões do mundo enfrentam problemas quanto à escassez e gestão da água, que são originados por uma combinação de fatores, como nos afirma Fernandes (2008):

A disponibilidade de água no planeta é superior à demanda da população. No entanto, sua distribuição aos diferentes setores consumidores para os diversos usos é extremamente desigual, o que confere a muitas regiões déficit de recursos hídricos, comprometendo o atendimento à população em geral. Além da má distribuição e das perdas, a crescente degradação dos recursos hídricos, devido à concentração de cargas poluidoras em algumas regiões e à falta de escrúpulos quanto ao lançamento dessa carga nos cursos d'água, também deve ser considerada um dos fatores que tornam a água imprópria para diversos usos FERNANDES (2008).

Em adição a isso, sabe-se que no Brasil assim como em todo o planeta, o nível das reservas de água limpa diminuem consideravelmente com o passar do tempo, o que tem preocupado os especialistas e autoridades. O uso desregrado dos recursos hídricos, o descaso em relação ao reaproveitamento, a poluição e a falta de chuva, estão provocando uma das piores crises em relação à ausência de água já existentes na região sudeste, assim como em outras regiões do país (OLIVO e ISHIKI, 2014).

Além disso, cada vez mais se retira água dos mananciais disponíveis e geram-se resíduos líquidos, que voltam para os corpos d'água alterando sua qualidade (FERNANDES 2008). Este fato deixa nítida a necessidade do reuso de efluentes para que se diminua a demanda de água potável em atividades secundárias e para que seja decrescente o lançamento de resíduos líquidos em corpos d'água.

Nesse contexto, dentre as várias abordagens sobre o reuso, Mierzwa (2002) trata o termo como “o uso de efluentes gerados para fins benéficos, tais como irrigação, uso industrial e fins urbanos não potáveis”, explicitando a reutilização dos resíduos líquidos gerados para usos secundários, que englobam também as práticas agrícolas, recreacionais, limpeza de ruas, geração de energia e paisagismo. De acordo com Giordani e Santos (2003), o reuso pode ser aplicado ainda para fins potáveis, mas este processo pode ocasionar riscos à saúde pública e resultar em custos elevados.

O reuso do esgoto gerado pela população, após o tratamento nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's), é uma alternativa cada vez mais abordada para a garantia da proteção dos recursos hídricos e como método de evitar o desperdício da água. De acordo com Florencio *et al* (2006), “embora a utilização de esgotos sanitários seja uma prática mais que centenária, é também um conceito moderno, na medida em que ganha cada vez mais reconhecimento como uma importante estratégia para o desenvolvimento sustentável”.

Nesse sentido, no presente trabalho será realizado um estudo de caso para verificar a possibilidade de reutilização do esgoto tratado na ETE Arrudas, localizada em Belo Horizonte, Minas Gerais, para fins secundário, tendo como base a eficiência do tratamento realizado na Estação de Tratamento de Esgoto e a demanda hídrica da região onde a ETE está inserida.

DESENVOLVIMENTO OU MATERIAL E MÉTODOS OU PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Estação de tratamento de esgoto Arrudas

A ETE Arrudas é monitorada pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e localiza-se em Sabará, Minas Gerais, à margem esquerda do ribeirão Arrudas (Figura 1) ocupando uma área de 64 hectares e atendendo uma população inicial de um milhão de pessoas e final de um milhão e seiscentos mil habitantes. A Estação de Tratamento, que é a maior do estado e atende as cidade de Belo Horizonte e Contagem, começou a operar em outubro de 2001, como observado no Quadro 1 e desde então encontra-se em processo de

ampliação e modernização para atender as demandas da população. (COPASA, 2017).

Figura 1. Localização da ETE Arrudas

Fonte: POLIGNITA, 2017.

Segundo a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (2017), além de receber efluentes domésticos, a ETE Arrudas recebe contribuição de efluentes líquidos industriais específicos, que devem seguir os padrões especificados pela Norma Técnica 187/5 da própria COPASA.

Como já especificado no Quadro 1, o tratamento dos efluentes na Estação de Tratamento é por Lodos Ativados Convencional, garantindo uma eficiência de 91,5% em termos de DBO (COPASA, 2017). O processo de tratamento representado no fluxograma da Figura 2 é composto pelas seguintes etapas:

- Tratamento preliminar: grade grossa, grades finas e desarenadores;
- Tratamento primário: decantadores primários, elevatória de lodo primário, adensadores, digestores anaeróbios, sistema de queima de biogás e central de desidratação de lodo;
- Tratamento secundário: reatores de lodos ativados, decantadores secundários, elevatória de lodo excedente, elevatória de espuma secundária, elevatória de recirculação de lodo, adensadores e digestores anaeróbios; e

- Prédios de apoio operacional: portaria, administração/laboratório, refeitório, oficina de manutenção e guaritas.

De acordo com a COPASA (2017), o lodo gerado no processo de tratamento é estabilizado e manuseado, com destinação final em aterros sanitários. É válido também ressaltar que a ETE consta com equipes de apoio para o controle e a qualidade do efluente, além de operadores que garantam a eficiência constante dos equipamentos e máquinas.

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (2010) aponta que a água para uso na operação é fornecida pela rede pública da própria COPASA, com consumo médio de 9.170 m³ /mês – para uso na operação – e de 330 m³ /mês para consumo humano.

2.2 Viabilidade de reuso do efluente

Para a avaliação da viabilidade de reutilização do efluente tratado na ETE Arrudas, foi realizada pesquisa bibliográfica, na qual a ABNT NBR - 13.969/1997 e a CONAMA 357/2005 foram utilizadas como principais referências. A eficiência do tratamento e a qualidade do efluente foram obtidas através de contato com a própria ETE, para que os parâmetros obtidos fossem comparados com as Normas, a fim de se verificar a possibilidade e a melhor forma de reusos secundários dentro ou fora da Estação de Tratamento.

Segundo a ABNT NBR - 13.969/97, assim como propõe o trabalho, o esgoto tratado pode ser utilizado para fins secundários em condições sanitariamente seguras. A Norma aborda a prática do reuso como uma extensão do tratamento de esgotos, sem que haja necessidade de investimentos elevados. Além disso, é destacado que nem todo volume de esgoto deve ser reutilizado e que o efluente tratado pode ser exportado para além do limite local, atendendo assim a demandas industriais ou outras demandas próximas.

Para o planejamento do processo de reutilização, a Norma especifica que devem ser seguidas as seguintes etapas:

- a) os usos previstos para esgoto tratado;
- b) volume de esgoto a ser reutilizado;
- c) grau de tratamento necessário;
- d) sistema de reservação e de distribuição;
- e) manual de operação e treinamento dos responsáveis.

Dentre os processos de planejamento apresentados, o trabalho dá enfoque ao uso previsto para esgoto tratado e ao grau de tratamento necessário, que estão detalhados no Quadro 2.

Ainda segundo a Norma, as melhores destinações para o reuso de efluentes classe 1 são a lavagens de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes. Já para classe 2 são as lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes. Para a classe 3 o ideal é o reuso nas descargas dos vasos sanitários e para efluentes da classe 4, o reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

Em adição a isso, a CONAMA 357/2005 especifica detalhadamente parâmetros importantes das águas doces superficiais no enquadramento de cada uma das classes, possibilitando o norteameto da análise por meio dos valores permitidos mínimos e máximos (Tabela 1) para a Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, o que foi utilizado como objeto de comparação para os valores encontrados da qualidade do efluente tratado na Estação de Tratamento de Esgoto Arrudas.

Além disso, utilizou-se como material a COPAM nº 10, de 16 de dezembro de 1986, do estado de Minas Gerais, como referência para os parâmetros de lançamento de efluentes. De acordo com a Deliberação Normativa, efluentes poderão ser lançados em corpos d'água de Classe 1 à Classe 4, seguindo alguns parâmetros. Alguns deles são especificados a seguir:

- pH entre 6,5 e 8,5 (+/- 0,5);
- ausência de materiais flutuantes;
- DBO5 dias a 20°C: no máximo de 60 mg/l (este limite só poderá ser ultrapassado no

caso do sistema de tratamento de águas residuárias reduzir a carga poluidora de efluente, em termos de DBO5 dias a 20°C do despejo, em, no mínimo de 85%);

- DQO - no máximo de 90 mg/l (este limite só poderá ser ultrapassado no caso do sistema de tratamento de águas residuárias reduzir a carga poluidora de efluente, em termos de DQO do despejo, em, no mínimo, 90%);
- sólidos em suspensão com concentração máxima diária de 100 mg/l.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do contato realizado com os responsáveis pela qualidade operacional da ETE Arrudas, foi possível identificar os principais parâmetros do afluente que chega até a Estação de Tratamento e também do efluente tratado que é lançado em corpo d'água, por meio de relatórios de dados operacionais. Foram obtidas as médias de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos em Suspensão Totais (SST) e Nitrogênio Total (NTK) do ano de 2011 até o ano de 2016, como detalhado na Tabela 2 e Tabela 3.

Com os parâmetros obtidos do efluente tratado na ETE Arrudas e a comparação com a COPAM nº 10, de 16 de dezembro de 1986, é possível identificar que o esgoto pode ser lançado em corpos d'água da classe 1 à classe 4, já que mesmo no ano de 2016, no qual a carga de DBO e DQO estão acima do permitido, a eficiência do tratamento da ETE, que é de 91,5%, garante a permissão do lançamento. Como atualmente a corpo receptor do esgoto tratado na ETE é de classe 2, presume-se também que o efluente possui os padrões necessários de acordo com a Legislação para tal.

A eficiência do tratamento na ETE é nítida, como se pode observar na Tabela 2 e Tabela 3, nas quais é possível identificar a considerável diminuição de DBO, DQO, SST e NTK. Os valores das médias obtidas em todos os anos, de 2011 a 2016, garantem a possibilidade de lançamento do efluente em corpos d'água e demonstram o efeito gerado nos parâmetros do efluente.

Nesse contexto e sabendo-se na importância da garantia de segurança e eficiência no

processo de reuso, pode-se afirmar que o efluente tratado na ETE é ideal para fins secundário de classe 3 e classe 4, segundo a ABNT NBR - 13.969/1997. Após o tratamento, o esgoto pode ser destinado a reuso nas descargas dos vasos sanitários, nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

Para que o sistema de reuso não gere grandes acréscimos no custo da ETE, o efluente poderá ser utilizado dentro da própria Estação de Tratamento, mais especificamente em vasos sanitários, que necessitam de em média 1,5 litros de água a cada descarga, levando a altos consumos de água e em práticas de irrigação de áreas verdes e jardins, diminuindo assim os gastos e o desperdício do recurso, que é largamente utilizado no local, principalmente nas operações de tratamento.

CONCLUSÕES:

Com o presente trabalho conclui-se que é viável a utilização do efluente tratado na ETE Arrudas para fins mais nobres, assim como é possível também a adoção da prática em outras Estações de Tratamento, bastando a análise e seguimento dos parâmetros especificados pela Norma e o devido planejamento.

As ações e investimentos relacionados às boas práticas ambientais, visando o não desperdício e a proteção dos recursos hídricos e consequentemente, o combate à escassez da água são por vezes negligenciados, mas sabe-se que a longo prazo, a adoção de técnicas sustentáveis garantem bons retornos econômicos e principalmente, a saúde ambiental no meio em que vivemos.

REFERÊNCIAS:

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. ABNT NBR - 13.969/1997, 60p, Rio de Janeiro, 1997.
2. COMPANHIA DE SANEAMENTO DE

MINAS GERAIS (COPASA). Disponível em:
<http://www.mzweb.com.br/copasa/web/arquivos/Apresentacao_COPASA_Day%20_ETE_Arrudas.pdf>. Acesso em: mai, 2017.

3. Deliberação Normativa COPAM nº 10, de 16 de dezembro de 1986. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água quanto aos parâmetros estabelecidos, bem como estabelece os padrões de lançamento de efluente em corpos d'água. Disponível em:
<<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=91>>. Acesso em: abr, 2017.
4. FERNANDES, André Luis; NOGUEIRA, Márcio Augusto de Souza; RABELO, Paulo Veloso. Escassez e qualidade da água no século 21. Informe Agropecuário, v.29, n.246, p.86. Belo Horizonte, set/out 2008.
5. FLORENCIO, Lourdinha et al. Reúso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim. PROSAB. Rio de Janeiro, ABES, 2006.
6. GIORDANI, Soraia; SANTOS, Daniel Costa. Possibilidades de reúso dos efluentes domésticos gerados nas Bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira - Região de Curitiba-Paraná. Revista Técnica da Sanepar, v.19, n.19, p. 06-14. Curitiba, jan./jun. 2003.
7. MIERZWA, J.C., O uso racional e o reuso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria: estudo de caso na Kodak Brasileira, Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária), Volumes 1 e 2, Universidade de São Paulo, SP, 2002.
8. NORMA TÉCNICA T. 187/ 5. Lançamento de efluentes não domésticos no sistema de esgotamento sanitário da COPASA. Disponível em:
<<http://www.copasa.com.br/wps/wcm/connect/d8ad6d32-a0c6-46f7-a3cd-94bdc93a7d6b/T-187-5.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: mai, 2017.
9. OLIVO, Andréia de Menezes; ISHIKI, Hamilton Mitsugu. Brasil frente à

escassez de água.
Colloquium Humanarum, v. 11, n. 3, p.41-48. Presidente Prudente, set/dez 2014.

10. POLIGNATO, Marcus Vinícius; Projeto Manuelzão – Saúde, Ambiente e Cidadania. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/expressodasideias/projeto-manuelzao-riodasvelhaspolignano>>. Acesso em: abr, 2017.
11. Resolução Conama n°. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747>>. Acesso em: mai, 2017.
12. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. PARECER ÚNICO SUPRAM CM N.º 077/2010. Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Arrudas. Minas Gerais, 2010.

	1ª Etapa (tratamento primário)	2ª Etapa (tratamento secundário)
Início operacional	17 de Outubro de 2001 (tratamento primário)	17 de Dezembro de 2001 (tratamento secundário)
Vazão média de tratamento	2000 l/s	
Corpo receptor	Ribeirão Arrudas	
Bacia	Rio das Velhas	
Processo	Lodos Ativados Convencional	
Comprimento total dos interceptores até a ETE Arrudas	44,7 km	

Quadro1. Dados sobre a ETE Arrudas

Fonte: COPASA, 2017.

Figura2. Sistema de tratamento da ETE Arrudas

Fonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2010.

	Turbidez	Coliforme fecal	Sólidos dissolvidos totais	pH	Cloro residual	Oxigênio dissolvido
Classe 1	< 5 UNT	< 200 NMP/100 ml	< 200 mg/l	Entre 6,0 e 8,0	Entre 0,5 mg/l e 1,5 mg/l	-
Classe 2	< 5 UNT	< 500 NMP/100 ml	-	-	> 0,5 mg/l	-
Classe 3	< 10 UNT	< 500 NMP/100 ml	-	-	-	-
Classe 4	-	< 5.000 NMP/100 ml	-	-	-	> 2,0 mg/l

Quadro 2. Parâmetros para reuso de efluentes, por classe

Fonte: ABNT NBR - 13.969/1997.

	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5, 20°C)	Oxigênio Dissolvido	Turbidez	Sólidos em Suspensão Totais	Nitrogênio Total
Classe 1	< 3 mg/L O2	> 6 mg/L O2	< 40 UNT	Ausentes	3,7 mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Classe 2	< 5 mg/L O2	> 5 mg/L O2	< 100 UNT	Ausentes	3,7 mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Classe 3	< 10 mg/L O2	> 4 mg/L O2	< 100 UNT	Ausentes	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L N, para pH > 8,5
Classe 4	-	> 2,0 mg/L O2	-	-	-

Tabela 1. Enquadramento da água doce superficial e principais parâmetros

Fonte: CONAMA 357/2005.

Período	Dados da ETE Arrudas - Afluente			
	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	NTK (mg/L)
Média 2011	276	588	255	45
Média 2012	260	548	271	44
Média 2013	275	610	288	44
Média 2014	282	641	291	50
Média 2015	269	621	289	48
Média 2016	250	596	300	52

Tabela 2. Dados sobre o afluente que chega à ETE

Fonte: COPASA, 2017.

Período	Dados da ETE Arrudas - Efluente			
	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	NTK (mg/L)
Média 2011	28	56	30	13
Média 2012	21	58	23	11
Média 2013	23	62	25	12
Média 2014	39	110	73	20
Média 2015	31	80	42	10
Média 2016	66	178	98	32

Tabela 3. Dados sobre o efluente após o tratamento na ETE

Fonte: COPASA, 2017.