

REDUÇÃO DO VOLUME DE RESÍDUOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA: UMA ALTERNATIVA PARA O ALTO CUSTO NA SUA DISPOSIÇÃO FINAL

Data de aceite: 02/05/2024

Geovanna Rafaela Pasuch Hauenstein

Daniel Colombari Filho

Julia Couri Trevizan

Ricardo Bortoletto Santos

Isadora Alves Lovo Ismail

RESUMO: A degradação dos recursos naturais vem afetando categoricamente a qualidade da água disponível para abastecimento devido aos danos causados aos sistemas hídricos. O aumento populacional trouxe consigo uma grande carência na disponibilidade de água potável, necessitando de um alto volume de água tratada pelas Estações de Tratamento de Água. As ETAs geram uma elevada quantidade de resíduos, decorrentes principalmente dos decantadores, da água de lavagem dos filtros e da limpeza dos tanques de produtos químicos, compostos por substâncias prejudiciais ao meio ambiente – como a presença de metais pesados, que impõem a presença de um tratamento precedente à sua disposição. Devido à sua composição, que apresenta comumente uma umidade maior que 95%,

os custos para transporte e disposição final ambientalmente corretos são elevados, trazendo a redução de seu volume como uma alternativa técnica e economicamente viável.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo; Resíduos; ETA; Tratamento; Disposição Final.

ABSTRACT: The degradation of natural resources has categorically affected the quality of water available for supply due to the damage caused to water systems. The population increase brought with it a great lack in the availability of drinking water, requiring a high volume of water treated by Water Treatment Plants. WTPs generate a high amount of waste, mainly resulting from decanters, filter washing water and cleaning of chemical tanks, composed of substances harmful to the environment – such as the presence of heavy metals, which impose the urgency of prior treatment at their disposal. Due to its composition, which commonly presents a humidity greater than 95%, the costs for environmentally correct transportation and final disposal are high, bringing the reduction of its volume as a technically and economically viable alternative.

KEYWORDS: Sludge; Waste; WTP; Treatment; Final Disposition.

INTRODUÇÃO

Por efeito do desenvolvimento populacional observado nos últimos séculos, houve um aumento proporcional na demanda por água potável, impondo um maior volume de água tratada pelas Estações de Tratamento de Água (ETAs). Simultaneamente, a degradação dos mananciais em razão da contaminação e poluição dos recursos hídricos é cada vez mais ascendente (Hedlund, 2016).

As Estações de Tratamento de Água são partes fundamentais e exercem um papel imprescindível na garantia da qualidade da água, atingindo os padrões de potabilidade compatíveis com o seu uso. O tratamento e as tecnologias empregados variam de acordo com a qualidade da água bruta e a finalidade à qual sua utilização se destina (Lima, 2016; Hedlund, 2016).

Deste modo, as ETAs atuam como indústrias produtoras de água, constituídas, principalmente, por ETAs de ciclo completo, que são formadas pelos processos e operações de captação da água bruta, coagulação, floculação, decantação ou flotação, filtração, desinfecção e fluoretação. Assim como nas outras indústrias, as Estações de Tratamento de Água produzem resíduos, os quais são decorrentes do processo de potabilização da água bruta, ocasionando a geração de uma elevada quantidade dos mesmos (Hedlund, 2016).

Os principais resíduos gerados por Estações de Tratamento de Água convencionais são os procedentes dos decantadores, da água de lavagem dos filtros e da limpeza de tanques de produtos químicos. Suas características e a frequência de descargas empregadas influenciam na escolha do tratamento a ser empregado. Em uma ETA de ciclo completo, a lavagem dos filtros gera o maior volume de lodo, já o decantador, gera a maior quantidade de lodo em termos mássicos (Silva Júnior, 2003; Lima, 2016).

Dentro de uma ETA, os principais impactos ambientais estão associados aos resíduos originados ao longo do processo. Há pouco tempo, as águas provenientes da lavagem dos filtros e das descargas dos decantadores eram lançadas diretamente em corpos d'água, sem nenhum tipo de tratamento. Todavia, isso não é mais aceito. Esses resíduos são formados por compostos químicos prejudiciais ao meio ambiente, necessitando de tratamento para que então sejam dispostos corretamente. Embora não se trate de um problema recente, a disposição inadequada de resíduos gerados por Estações de Tratamento de Água causa efeitos prejudiciais ao meio ambiente, particularmente nos grandes centros, visto que esses lodos possuem concentrações de metais pesados como ferro e alumínio, que podem acarretar na toxicidade de ambientes aquáticos, além de aumentar a concentração de sólidos, mudança de cor, turbidez, assoreamento e composição química dos corpos receptores quando lançados sem tratamento (Guimarães, 2007; Lovo, 2016; Lima, 2016; Silva Júnior, 2003).

A característica principal do lodo de ETAs é sua composição, basicamente formada por água e sólidos em suspensão, apresentando uma umidade comumente maior que 95%. A qualidade e a quantidade de resíduos gerados em uma Estação de Tratamento de Água dependem de fatores como a qualidade da água bruta, a tecnologia empregada no tratamento, os meios de coagulação e o emprego de auxiliares de coagulação, de oxidantes e carvão ativado, a automação dos processos e operações, a forma de limpeza dos decantadores e lavagem dos filtros, entre outros. Os resíduos de ETAs são classificados pela NBR 10.004 (2004) como resíduos sólidos e, portanto, não é permitido o seu lançamento em águas superficiais (Hedlund, 2016; Lovo, 2016; Lima, 2016).

Apesar de classificados como resíduos sólidos, os resíduos de ETAs apresentam baixo teor de sólidos e, levando-se em consideração o elevado custo para transporte e disposição final ambientalmente adequados, a diminuição precedente do seu volume se apresenta como uma alternativa econômica e tecnicamente viável. Os principais processos empregados para essa redução, dependendo do tipo de disposição final requerida, podem ser o condicionamento químico, o desaguamento e o adensamento (Silva Júnior, 2003).

As consequências causadas ao meio ambiente pelo lançamento desses resíduos em corpos d'água são severas. Podem surgir alterações nas suas características químicas, físicas e biológicas, sobretudo pela sobrecarga de alumínio, que está presente em concentração acentuada nos resíduos de ETAs. Mesmo com maiores exigências no âmbito legal, o descarte inadequado de resíduos em rios e córregos ainda é realizado. Não obstante, a crescente preocupação do mundo com a qualidade ambiental é um grande estímulo para a mudança deste cenário. Logo, o manuseio adequado desses resíduos passa a ser uma perspectiva fundamental para o alcance de uma concepção ambientalmente correta (Hedlund, 2016; Guimarães, 2007).

OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura para estudos voltados ao tratamento e redução dos resíduos provenientes de Estações de Tratamento de Água.

MATERIAL E MÉTODOS

Em síntese dos trabalhos elaborados em relação aos processos empregados no tratamento e redução de volume do resíduo sólido originado em Estações de Tratamento de Água para posterior disposição final, é notável sua importância para a garantia da qualidade do meio ambiente.

Nesse âmbito, utiliza-se da revisão de literatura para analisar e descrever determinado tema, “em busca de resposta a uma pergunta específica” (UNESP, 2015). Na elaboração deste trabalho utilizou-se o método de revisão integrativa com interesse principal em estudos de tratamento e tecnologias para a redução do volume dos resíduos sólidos gerados em ETAs. O material de estudo foi obtido através de publicações de artigos.

RESULTADOS

Um sistema de tratamento de água tem por propósito a retirada de qualquer possível contaminação, inibindo a propagação de doenças e tornando a água bruta propícia para uso de acordo com sua necessidade. No fornecimento público de águas advindas de cursos d'água, as Estações de Tratamento de Água (ETAs) atuam como um importante provedor para o alcance dos padrões de potabilidade, porém, a partir de seus processos e operações, geram resíduos que possuem em sua composição substâncias que prejudicam a qualidade do meio ambiente quando dispostos incorretamente. A fim de reduzir os danos ambientais e também os custos do processo, são estudadas alternativas para o tratamento do lodo gerado em Estações de Tratamento de Água (Lima, 2016; Hedlund, 2016; Silva Júnior, 2003).

Lima (2016) estudou o desaguamento do lodo da ETA 006 da cidade de Palmas, no estado do Tocantins, por meio de polímeros e filtração em geotêxtil. O local de estudo situava-se na rodovia TO-050 e a captação de água bruta era realizada no Ribeirão Taquarussu. Tratava-se de uma ETA de ciclo completo que atendia cerca de 85% da demanda total da cidade – operando com uma vazão de 800 L/s em um período de funcionamento de 20 h/dia, que conta com unidades de coagulação, floculação, decantação e filtração. Seu processo se iniciava na captação da água bruta, seguida da aplicação de cal hidratada para correção do pH. Após, ocorria o processo de coagulação, onde utilizava-se como coagulante o sulfato de alumínio $Al_2(SO_4)_3$ na garganta do vertedor Parshall – que tinha a função de medir a vazão afluente à ETA e promover a mistura rápida do coagulante com a água. O sistema de floculação em paralelo era formado por dois módulos, cada um alimentando um decantador e na decantação, dois decantadores do tipo convencional, com escoamento horizontal, eram alocados também em paralelo na unidade de tratamento, contando com raspadores de lodo mecanizados. A ETA contava com 8 filtros de areia do tipo descendentes, sendo todos automatizados e, ao final da filtração, a água era direcionada para um tanque de contato para aplicação de cloro e flúor.

A Estação de Tratamento de Água possuía um sistema de tratamento para os resíduos gerados, oriundos dos processos de lavagem dos filtros e descarga dos decantadores. O lodo acumulado após a remoção da água presente era encaminhado para o tratamento. Esse sistema contava com um Tanque de Recepção das Descargas dos Decantadores e Sólidos da Água de Lavagem dos Filtros (TRDD/SALF) – acumulava o lodo gerado pelo tratamento de água e, através de um agitador, promovia a homogeneização do resíduo; um Tanque de Clarificação da Água de Lavagem dos Filtros (TCALF) – operando em batelada, recebia e clarificava a água de lavagem dos filtros; Tanque de Água Recuperada (TAR) – recebia a água clarificada no TCALF e TRDD/SALF e bombeava a mesma para o início do tratamento na ETA; e Sistema de Desaguamento do Lodo em Bags de Geotêxtil – recebiam o lodo procedente do TRDD/SALF (Lima, 2016).

Para os ensaios de bancada, os seguintes passos foram seguidos (Lima, 2016):

- Coleta do lodo: o lodo utilizado no estudo era proveniente da mistura dos resíduos armazenados no TRDD/SALF e foi coletado uma única vez;
- Caracterização da amostra bruta: análises de sólidos suspensos totais (SST) e turbidez foram realizadas na amostra bruta;
- Dosagem do polímero: foram utilizados sete polímeros sintéticos – um não iônico, três aniônicos e três catiônicos, na forma granular, preparados em soluções com concentração de 1%. Foram realizados sete ensaios para cada polímero, nas dosagens de 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 mgPol/gSST;
- Ensaios de Jarteste com filtração direta em manta geotêxtil.

Os parâmetros observados foram volume filtrado, turbidez e teor de sólidos suspensos totais. Lima (2016) observou, após os testes, que a utilização de polímeros acelerou o processo de desaguamento do lodo oriundo da ETA, sendo o polímero E (polímero catiônico), quem manifestou melhores resultados – nas concentrações de 8 e 10 mgPol/gSST para redução de SST, 10 mgPol/gSST para um maior volume de drenado e 14 mgPol/gSST para redução da turbidez.

Hedlund (2016) comparou os processos de sedimentação e flotação por ar dissolvido (FAD) no adensamento do lodo de uma Estação de Tratamento de Água. O estudo aconteceu no município de São Gabriel, estado do Rio Grande do Sul, que contava com apenas uma ETA e tinha sua captação de água bruta no Rio Vacacaí. A Estação de Tratamento de Água de São Gabriel era do tipo convencional, formada pelos processos de coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção, e operava na capacidade de 135 L/s. A água bruta captada chegava na ETA através de uma adutora, seguindo para uma calha Parshall, onde se fazia a medição da vazão e dosagem de produtos químicos – pré-cloração e adição de coagulante cloreto de polialumínio (PAC). O processo de floculação contava com 6 floculadores mecânicos e, após floculada, a água seguia para a decantação, realizada em 2 decantadores convencionais de escoamento horizontal, seguindo para a filtração, que ocorria em 6 filtros de areia de fluxo descendente. A ETA não possuía reservatório para a estocagem do resíduo acumulado nos decantadores, bem como para a água utilizada na limpeza deles, sendo descartados em cursos d'água.

Para a realização do experimento, o lodo estudado foi coletado nos decantadores em duas amostragens, sendo enviadas para laboratório, onde foram homogeneizadas e caracterizadas e então preparadas para ensaios de Jarteste e adensamento. Todos os ensaios aconteceram no Laboratório de Engenharia do Meio Ambiente (LEMA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O experimento foi dividido nas seguintes etapas (Hedlund, 2016):

- Etapa 1 – Caracterização do lodo gerado na ETA de São Gabriel: o resíduo proveniente da Estação de Tratamento de Água do município de São Gabriel foi caracterizado qualitativamente – análises físico-químicas e microbiológicas; e quantitativamente – geração total do resíduo;
- Etapa 2 – Classificação dos lodos da ETA segundo a NBR 10.004/2004: o resíduo gerado pela Estação de Tratamento de Água foi classificado, de acordo com a NBR 10.004/2004, como resíduo Classe II A – Não Inerte devido a presença de ferro, alumínio e manganês em concentrações acima do definido pela norma;
- Etapa 3 – Ensaios em Jarteste para avaliação dos polímeros: foi avaliada a performance de cinco polímeros, entre eles, um não iônico, um aniônico e três catiônicos, sendo um catiônico em emulsão e o restante em cristais;
- Etapa 4 – Ensaios de adensamento do lodo: foram realizados ensaios de adensamento para ambas as amostragens a partir dos resultados alcançados no Jarteste, onde três polímeros foram selecionados – polímero não iônico, polímero aniônico e polímero catiônico de baixa densidade de carga; com dosagens variando entre 0 e 5,5 mgPol/gSST. Os ensaios de adensamento por sedimentação foram desenvolvidos em proveta graduada de 1L com duração de 6 horas, e os ensaios de adensamento por flotação por ar dissolvido (FAD) foram realizados em uma coluna de flotação por ar dissolvido com capacidade de 3L, alimentada em batelada, com duração de 30 minutos.

O uso de polímeros reduziu a turbidez da água clarificada nos ensaios de adensamento por sedimentação e flotação. Foram obtidos melhores resultados de maior velocidade de clarificação e menor turbidez no adensamento por FAD, sem disparidade entre as dosagens de polímeros. Já para melhores resultados em menor resistência à filtração, o adensamento por sedimentação com dosagens mais altas se apresentou como melhor processo (Hedlund, 2016).

Lovo (2016) fez uma avaliação entre o adensamento por gravidade e o desaguamento por centrifugação do lodo gerado no tratamento de água. A água de estudo foi composta pela mistura entre a água do poço da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP) – desclorada a partir da adição de tiosulfato de sódio; e sedimentos do Rio Pardo para atingir uma turbidez de 1000 uT. Após o preparo das amostras em diferentes concentrações de lodo, foram realizadas análises físico-químicas para sua caracterização e definidos os parâmetros, equipamentos e produtos químicos que seriam utilizados nos testes. Foram utilizados cinco polímeros, sendo um sintético catiônico, um sintético aniônico, um sintético não iônico e dois orgânicos catiônicos, com diferentes densidades de carga e peso molecular.

Foram realizados ensaios de bancada de coagulação com coagulante cloreto de polialumínio, floculação e sedimentação em Jarteste e seguiu-se para os experimentos de adensamento e desaguamento. No adensamento por gravidade, os ensaios foram realizados em uma proveta graduada com concentrações de lodo de 0,63 gSST/L e 5,7

gSST/L. Foram estipuladas diferentes quantidades de polímeros: 0,4; 0,8; 2,0 e 4,0 mgPol/gSST para o lodo de 0,63 gSST/L e 0,4; 0,9; 2,2 e 4,4 mgPol/gSST para o lodo de 5,7 gSST/L. Os ensaios de desaguamento por centrifugação foram desenvolvidos em uma centrífuga de bancada com rotação de 3600 rpm, e também foram utilizadas duas concentrações de lodo, 5,7 gSST/L e 23,9 gSST/L, sendo adicionadas diferentes quantidades de polímeros: 1,8; 2,6; 3,5 e 4,4mgPol/gSST para o lodo com concentração de 5,7 gSST/L e 2,5; 3,8; 5,0 e 6,3 mgPol/gSST para o lodo com 23,9 gSST/L (Lovo, 2016).

Lovo (2016) observou que nos ensaios de adensamento, para a concentração de 0,63 gSST/L, o uso de polímeros orgânicos não apresentou resultados satisfatórios, só sendo possível sua clarificação a partir do uso de polímeros sintéticos principalmente polímero catiônico; e para o lodo com concentração de 5,7 gSST/L, os polímeros sintéticos obtiveram melhores performances quando comparados ao uso de polímeros orgânicos. As melhores dosagens de polímeros foram as mais elevadas, que possibilitaram a redução de 75% da turbidez e remoção de 80% dos sólidos totais da amostra com 0,63 gSST/L e redução de até 95% da turbidez e remoção de 90% dos sólidos totais do lodo com 5,7 gSST/L. Já para os ensaios de desaguamento por centrifugação, o lodo com concentração de 5,7 gSST/L obteve melhores resultados com o uso do polímero catiônico em menor dosagem, que proporcionou a redução de 99,9% da turbidez e remoção de 96% dos sólidos totais, enquanto que para a amostra de lodo com concentração de 23,9 gSST/L, o uso de polímero orgânico se destacou, trazendo a redução de 99,9% da turbidez e remoção de 99% dos sólidos totais.

Guimarães (2007) estudou o adensamento e desidratação dos resíduos gerados na Estação de Tratamento de Água de Brasília, comparando os processos de sedimentação e flotação por ar dissolvido para o adensamento. O abastecimento de água no Distrito Federal era formado por 9 estações de tratamento, sendo a ETA de Brasília uma das principais, com um volume de 1500 L/s de água tratada. A ETA-Brasília apresenta duas alternativas de operação: por filtração direta – a água proveniente da lavagem dos filtros era adensada por flotação e o lodo acumulado era desidratado por meio de centrífugas; e por tratamento completo – a água de lavagem dos filtros era redirecionada para o início do sistema de tratamento e o lodo gerado no processo de floculação era enviado para desidratação em centrífugas.

Os experimentos de adensamento foram realizados na ETA-Brasília e os ensaios de desidratação e demais análises no Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental UnB – LAA, e foram divididos em três etapas (Guimarães, 2007):

- Etapa 1 – Experimentos preliminares: subdividida em duas fases, sendo a primeira para definir os aspectos do adensamento e as condições de centrifugação, e a segunda, estudos preliminares de desidratação em centrífugas, definindo os parâmetros para a centrifugação, os polímeros utilizados – foram utilizados sete polímeros, sendo um não iônico, quatro aniônicos e dois catiônicos, variando entre si em sua densidade de carga e peso molecular; e a avaliação da influência do teor de sólidos na desidratação;
- Etapa 2 – Experimentos de centrifugação: ensaios de desidratação do resíduo adensado por flotação e sedimentação por centrifugação;
- Etapa 3 – Experimentos complementares: estudos precedentes sobre desidratação por filtração forçada e condicionamento de resíduo adensado por congelamento e descongelamento.

Guimarães (2007) concluiu em seu artigo que não houve diferença na desidratação do lodo adensado por sedimentação ou flotação. Também observou o sucesso do condicionamento do lodo adensado por congelamento e descongelamento, que trouxe um importante ganho na desidratação do mesmo, o que não ocorreu com a filtração forçada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Influências sofridas pelos sistemas hídricos causadas a partir da degradação de recursos naturais afetam rigorosamente a qualidade da água fornecida para consumo humano. Estudos voltados a novas técnicas de tratamento de água e o uso de fontes alternativas vêm sendo elaborados, em busca de melhorias na qualidade da água distribuída e da redução dos resíduos gerados (Hedlund, 2016).

Conhecida também como Padrão de Potabilidade da Água, a Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, traz que toda a água disposta para consumo deve seguir padrões de potabilidade, obedecendo os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos. Para que se defina quais os processos serão empregados no tratamento da água, são levadas em consideração a qualidade da água bruta e a qualidade almejada para a água tratada, visando a remoção ou minimização de componentes impertinentes para a água de abastecimento, retirando toda contaminação e impossibilitando a propagação de doenças (Brasil, 2011; Hedlund, 2016; Lima, 2016).

Os resíduos originados em Estações de Tratamento de Água são tidos como um sério problema ambiental, à nível mundial. Eles são constituídos por impurezas presentes na água captada (água bruta), produtos químicos utilizados no tratamento e os sub-produtos oriundos das interações dos processos. Hoje, as tecnologias existentes têm a finalidade de abrandar o impacto causado pelos resíduos de ETAs ao meio ambiente. Elas variam de acordo com a sua localidade, levando-se em conta o clima, a composição do RETA gerado, a mão-de-obra, entre outros. No Brasil, ainda hoje, os lodos de Estações de

Tratamento de Água são dispostos, frequentemente, em cursos d'água sem que haja um tratamento prévio, o que favorece sua contaminação (Lovo, 2016; Lima, 2016).

É indispensável conhecer as características dos resíduos para definir os meios de disposição final e qual a tecnologia empregada em seu tratamento. Sua caracterização se baseia em consideração a diversos parâmetros químicos, físicos e biológicos, como: turbidez, pH, sólidos, alcalinidade, indicadores de presença de matéria orgânica, indicadores bacteriológicos, resíduos de coagulantes ou íons metálicos, etc. Dos citados, o principal parâmetro utilizado para caracterizar o RETA é a determinação da concentração de sólidos (Lovo, 2016; Guimarães, 2007).

O processo convencional, composto por diversas etapas, utilizado nas Estações de Tratamento de Água para abastecimento origina resíduos – sobretudo nas unidades de sedimentação, flotação e filtração, mas também nas lavagens de tanques de preparação de produtos químicos e outras atividades realizadas na estação (Guimarães, 2007; Hedlund, 2016).

Os lodos gerados nas ETAs, em suma, apresentam dificuldade no processo de desidratação mecânica, devido aos problemas na formação de flocos, necessitando o condicionamento antecedente para que haja um aperfeiçoamento no processo de desidratação, aumentando a recuperação dos sólidos a partir da drenagem da água (Lima, 2016).

O condicionamento químico do lodo tem como finalidade a preparação do resíduo para o desaguamento, onde será retirada a maior quantidade possível de água do despejo, reduzindo então o seu volume. Os principais métodos utilizados no condicionamento do lodo são: tratamento térmico, congelamento, aplicação de produtos químicos e aplicação de auxiliares de filtração, sendo a aplicação de produtos químicos o método mais empregado no adensamento e desidratação do resíduo, com o uso de íons metálicos, polímero e cal (Lima, 2016).

Todos os autores citados estudaram formas de redução de volume para resíduos originados no tratamento de água para abastecimento.

Lima (2016) estudou o desaguamento do lodo de uma Estação de Tratamento de Água de ciclo completo por meio de polímeros e filtração em geotêxtil e, segundo o autor, a utilização de polímeros, especialmente polímeros catiônicos, em maiores dosagens, acelerou o processo de desaguamento e apresentou melhores resultados no maior volume drenado e redução da turbidez.

Hedlund (2016) comparou os processos de sedimentação e flotação por ar dissolvido no adensamento de uma ETA de tratamento convencional e, assim como Lima (2016), observou redução na turbidez com o uso de polímeros, em todas as concentrações, principalmente no processo de adensamento por flotação por ar dissolvido, que também trouxe uma maior velocidade de clarificação. Já para o adensamento por sedimentação, a dosagem mais alta de polímeros proporcionou melhores resultados quanto à menor resistência à filtração.

Lovo (2016) avaliou o adensamento por gravidade e desaguamento por centrifugação do lodo gerado no tratamento de água. Segundo ela, nos ensaios de adensamento, os polímeros sintéticos – em especial o polímero catiônico; apresentou melhor performance quando em dosagens mais elevadas na redução da turbidez e remoção de sólidos totais, enquanto no desaguamento por centrifugação, em menores concentrações de SST, o polímero catiônico obteve melhor desempenho em baixa dosagem e, em maiores concentrações de SST, o uso de polímero orgânico se destacou na redução da turbidez e remoção de sólidos totais.

Por fim, Guimarães (2007), também comparou os processos de adensamento por sedimentação e flotação por ar dissolvido e a desidratação dos resíduos gerados em uma ETA. Ele concluiu que não se pode observar diferenças na desidratação do lodo adensado por sedimentação ou flotação, bem como a importância do condicionamento por congelamento e descongelamento do lodo adensado no ganho da desidratabilidade.

É notória a importância da proteção da qualidade ambiental visto às influências causadas aos recursos naturais pelo manejo inadequado de resíduos. Alternativas técnicas e economicamente viáveis para a disposição ambientalmente adequada deles são imprescindíveis para a mitigação dos problemas ambientais observados ainda hoje.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação. Segunda edição. Disponível em <<https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004- Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2024.

GUIMARÃES, G. C. Estudo do adensamento e desidratação dos resíduos gerados na ETA-Brasília. Universidade de Brasília – UnB, 2007.

HEDLUND, K. F. S. Adensamento de lodo de Estação de Tratamento de Água: comparação entre sedimentação e flotação. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2016.

LIMA, R. M. Desaguamento do lodo da Estação de Tratamento de Água (ETA) 006 da cidade de Palmas-TO, por meio de polímeros e filtração em geotêxtil. Universidade Federal do Tocantins – UFT, 2016.

LOVO, I. A. Avaliação e adensamento por gravidade e do desaguamento por centrifugação do lodo gerado pelo tratamento de água. Universidade de Ribeirão Preto UNAERP, 2016.

PORTARIA GM/MS N° 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. Disponível em <https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau delegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html>. Acesso em: 15 mar. 2024.

SILVA JÚNIOR, A. P. Tratabilidade do lodo de decantadores convencional e de alta taxa. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2003.

UNESP. Tipos de revisão de literatura. 2015. Disponível em <<https://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-evisao-de-literatura.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2023.