



Proposta de metodologia para análise de projetos de tratamento de lodos de ETA

Thais Braga Frota ^a, Gino Roberto Gehling ^b

^a *Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, thais.braga.frota@gmail.com.*

^b *Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, grgehling@gmail.com.*

RESUMO: Durante o processo de tratamento de água, são gerados resíduos que são habitualmente conhecidos como lodos. De maneira geral, são constituídos de água e sólidos suspensos, que estavam originalmente presentes na água bruta, acrescidos dos produtos resultantes dos reagentes aplicados nos processos unitários. Nas estações de tratamento de água (ETA) convencionais, são formados principalmente nos decantadores e filtros. Por ser considerado um resíduo sólido, em diversos países, existem legislações vigentes que exigem o seu tratamento adequado, assim como sua disposição final de forma segura para o meio ambiente e a saúde pública. Porém, como pode ser observado nos países em desenvolvimento como o Brasil, esta não é uma prática exercida nas ETA dos municípios, sendo adotado, na maior parte delas, o encaminhamento dos resíduos, sem qualquer tratamento, diretamente aos cursos d'água. Diante desta problemática, este trabalho apresenta uma proposta de metodologia para o estudo da viabilidade técnico-financeira de projetos de tratamento de lodos das ETA, trazendo fatores de análise para a tomada de decisão e métodos para comparação financeira de investimentos, de forma a concluir qual é o método de tratamento que apresenta condições de ser implementado.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo, Tratamento de Água, Desaguamento, Disposição Final.

1 INTRODUÇÃO

Uma unidade importante, do sistema de abastecimento de água de um município, são as instalações denominadas estações de tratamento de água - ETA. Nelas ocorrem etapas sucessivas que objetivam a remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias presentes nas águas naturais captadas [1].

É nestas unidades de tratamento de água que são gerados os resíduos provenientes da potabilização das águas brutas, o também chamado lodo. Conforme fatores como a qualidade da água bruta, capacidade da ETA, tipo de tecnologia empregada e produtos químicos utilizados, serão gerados resíduos com características diversas. É neste aspecto que surge a necessidade da adoção de um Sistema Integrado de Tratamento da Água e dos Resíduos Gerados (SIT), buscando tecnologias de tratamento viáveis, do ponto de vista técnico-econômico, não só para a água, mas também para os resíduos [2].

De uma maneira geral, as tecnologias de tratamento de água podem ser resumidas em dois grupos: aquelas que utilizam o processo de coagulação e aquelas que não. Isso porque, do ponto de vista da geração de resíduos este é um processo de grande importância, sendo responsável pela formação de 60 a 95% do lodo nas ETA, sendo o restante é formado nos filtros [2] [3].

A disposição irregular e sem tratamento deste resíduo, diretamente em cursos d'água, prática comum nas ETA, afeta diretamente o ecossistema em que ele está inserido, aumentando a concentração de metais tóxicos e limitando a concentração de carbono disponível para alimentação de seres vivos. Além disso, as altas concentrações de sólidos suspensos consequentes, reduzem significativamente a luminosidade do meio líquido, influenciando na produtividade de fitoplâncton nos locais próximos às descargas. Conferindo riscos também à saúde humana devido a possível presença de agentes patogênicos e metais pesados [4].

A falta de aterros licenciados ou próximos, os altos custos de descarte e transporte para alcançar destinos remotos, restrições legais, qualidade inadequada de lodo para possíveis usos benéficos – são alguns fatores que fazem esta questão uma tarefa difícil para os gestores das ETA [5]. Outra consideração a se fazer é que, na maior parte dos casos, o curso hídrico receptor do lodo é o mesmo onde ocorre a captação de água bruta, isso pode levar ao encarecimento do processo de tratamento ou torná-lo ineficiente, o que reforça a importância do tratamento e disposição adequada destes resíduos produzidos [6].

A técnica de tratamento do lodo de ETA que está sendo gradualmente empregada no Brasil é o seu desaguamento. O mesmo consiste em um processo que tem como objetivo reduzir o volume total de lodo a ser disposto, aumentando o teor de sólidos totais e diminuindo a fração de água, possibilitando sua disposição final de forma que não impacte o meio ambiente onde a ETA está inserida. Pode ser efetuado por meio de sistemas mecanizados ou naturais, sendo que cada técnica tem suas peculiaridades, sua forma correta de operação, vantagens e desvantagens. Independentemente da técnica adotada, é desejável que com o desaguamento obtenha-se um lodo com teor de sólidos totais superior a 20% [2] [3]. Assim, torna-se possível a adequada disposição deste resíduo, seja em aterros sanitários, na recuperação de solos degradados, disposição no solo ou aproveitando-o na indústria da construção civil.

A escolha do tipo de método utilizado no desaguamento dos resíduos é dependente de uma série de fatores, que são particulares a cada ETA, e que se busca conhecer e entender melhor através desta pesquisa.

2 TRATAMENTO DO LODO POR DESAGUAMENTO

2.1 *Métodos naturais*

Nos métodos de desaguamento naturais, ou não mecânicos, não são utilizados equipamentos ou acessórios mecânicos, mas apenas agentes naturais como a gravidade e a evaporação. Os dispositivos mais comuns são as lagoas de lodo, os leitos de secagem, os leitos de drenagem e o emprego de geotêxtil para filtração [3]. Os métodos naturais possuem como limitante para o uso em estações maiores, a grande área requerida para sua instalação.

Nas lagoas de lodo, o desaguamento acontece em três fases: drenagem, evaporação e transpiração. Em regiões onde a taxa de evaporação é superior a taxa de precipitação ela torna-se uma alternativa interessante, diminuindo o tempo de espera para que o lodo desaguado possa ser retirado. O tempo para o desaguamento do lodo pode variar bastante, inclusive meses, em função principalmente das condições climáticas e operacionais. [7].

O leito de secagem é um dos métodos mais antigos e mais usados para desaguamento de lodo. Funciona a partir de diversos fatores como a evaporação e a drenagem em meio poroso. Durante as primeiras 72 horas, a drenagem é a responsável pela eliminação de grande parcela do líquido; mas após esse período, o lodo adquire uma consistência pastosa e a perda de líquido passa a ocorrer basicamente pela evaporação superficial. Quando adotado sem cobertura, deve-se levar em conta os índices de precipitação da região, e onde ele for elevado este método deve ser descartado [8].



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO



Cordeiro [9] e [10], estudou a possibilidade de modificação da estrutura tradicional de leito de secagem e observou que a colocação de manta de geotêxtil sobre a camada filtrante do leito, possibilitava a remoção mais efetiva da água livre dos lodos. Os resultados obtidos evidenciaram que a areia e a espessura da camada filtrante não eram decisivas na remoção de água livre. Os estudos evoluíram e foi desenvolvida a proposta de um leito modificado, onde a areia foi removida e o leito constituído de uma camada de brita e sobre ela manta geotêxtil. O tempo de drenagem da água livre diminuiu bruscamente com o novo arranjo e assim recebeu a denominação de leito de drenagem [8].

A filtração em geotêxtil é uma técnica de desaguamento que consiste em eliminar o excesso de água do lodo, através da drenagem do líquido pelos pequenos poros do geotêxtil, ocasionando seu deságue progressivo e conseqüente redução do seu volume inicial. Os também chamados *bags*, uma espécie de bolsa em geotecido, podem funcionar por batelada ou de forma contínua, podendo ser horizontais (possuem maiores volumes) ou verticais e destinam-se a receber o lodo até que o seu volume útil seja atingido. Posteriormente, o *bag* permanece em repouso até que o teor de sólidos totais atinja valor superior a 30%, o que geralmente ocorre em um tempo de deságue de 30 a 60 dias, em seguida o bag é aberto e o resíduo é retirado [11].

2.2 Métodos mecânicos

Neste tipo de metodologia, equipamentos mecânicos são utilizados no desaguamento do lodo. Funcionam sob dois princípios, que podem ou não serem combinados: separação por sedimentação em um campo de forças (gravitacional, centrífugo) quando os sólidos são mais densos que o líquido que os contém e/ou filtração, quando os sólidos são grandes o suficiente para serem retidos em um meio ou em uma superfície filtrante [3].

As centrífugas são um exemplo de aplicação do princípio da separação por sedimentação em um campo de forças. Consistem, basicamente, em um tambor cilíndrico horizontal que quando rotacionado promove a separação dos sólidos e a sua acumulação nas paredes internas, por isso o tambor não possui perfurações. A movimentação da rosca transportadora helicoidal, com forma cônica convergente à zona de descarga dos sólidos, faz com que os sólidos sejam arrastados continuamente para uma extremidade do cilindro [2].

O filtro prensa de placas foi o primeiro sistema a produzir um lodo desaguado com teor elevado de sólidos, possibilitando seu descarte direto em aterros sanitários. Por isso foi uma tecnologia que ganhou popularidade. Caracteriza-se por utilizar a filtração por pressão para a desidratação do lodo. O equipamento é composto de placas permeáveis ao líquido, e o desaguamento realiza-se em etapas. Primeiramente, os espaços entre as placas são preenchidos com o lodo, na maioria das vezes acondicionado com polímeros. Através de pressões diferenciais (crescentes) o lodo é forçado sobre o meio filtrante fazendo com que a água seja removida. Terminado o processo, as placas são abertas e os resíduos que foram retidos em seu interior são removidos [3] [12].

A prensa parafuso é constituída de uma rosca que, com uma rotação relativamente baixa (0,1 a 2,0 rpm) quando comparada às centrífugas, pressiona o resíduo ao longo de sua extensão, comprimindo-o, promovendo assim o seu desaguamento. A aplicação do equipamento, na área de desaguamento mecânico de lodo, foi iniciada nos anos 2000, tendo como objetivo a utilização de um equipamento contínuo, que englobasse as vantagens dos filtros prensa, como o baixo consumo de energia, baixo custo de manutenção, e das centrífugas, que são equipamentos fechados e de fácil automação [13].

3 METODOLOGIA PROPOSTA PARA ANÁLISE DE PROJETOS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE ETA

A metodologia proposta neste trabalho, para a análise de projetos de sistemas de tratamento de resíduos nas ETA, é composta pelas etapas mostradas na figura 1, que serão descritas nos itens subsequentes.

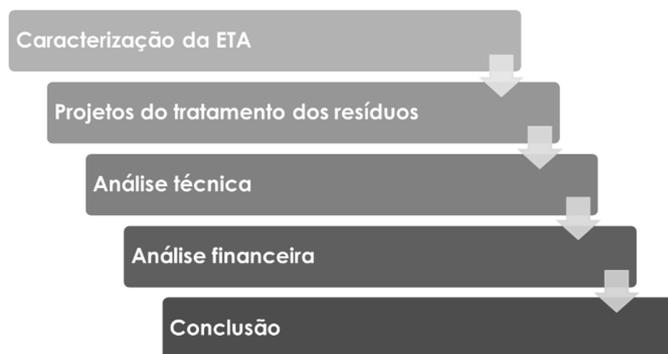


Figura 1. Etapas da análise.

3.1 Caracterização da ETA

Para a seleção e o projeto do sistema de tratamento dos resíduos é importante o conhecimento de todo processo empregado no tratamento da água. Para isso, alguns dados, apresentados na tabela 1, devem ser levantados.

Tabela 1. Dados da ETA

Dado	Análise
População Atendida	Nº de habitantes atendidos
Localização	Área rural ou urbana
Vazão de operação	Vazão [L/s] de água bruta
Processos unitários	Processos aplicados no tratamento da água
Produtos químicos	Produtos que são aplicados no processo de tratamento
Equipe	Equipe técnica envolvida

3.2 Projetos para o tratamento dos resíduos

Dentre as opções de processos de desaguamento, apresentados no item 2, deve-se fazer um pré-dimensionamento dos sistemas, tendo o conhecimento da demanda requisitada. Ou seja, conhecendo a quantidade de lodo produzida diariamente na ETA, seja por dados monitorados ou por equações empíricas, chega-se a área requerida, para os métodos naturais e a quantidade de equipamentos, para os métodos mecânicos. Desta forma, selecionam-se os métodos que representam possibilidade de implantação para seguir com a análise técnico-financeira.



3.3 Análise técnica

Para analisar a viabilidade técnica de cada método alguns fatores e parâmetros devem ser verificados de modo a fornecer a conclusão sobre a viabilidade da tecnologia. A tabela 2 apresenta estes fatores e as ações que devem ser tomadas em relação a eles.

Tabela 2. Fatores que devem ser analisados tecnicamente

Fatores	Aspectos para Análise	Ação
Área para implantação	Área necessária x Área disponível na ETA	Desconsiderar aqueles processos que exijam áreas maiores que a disponível na estação
Condicionamento do lodo	Concentração inicial de sólidos totais para o desaguamento	Verificar processos que exijam condicionamento do lodo com produtos químicos
Produtos químicos	Características do produto químico	Verificar aqueles processos que exijam produtos químicos para condicionamento do lodo, e desconsiderar os que exijam produtos químicos que não estejam disponíveis na região da ETA
	Volume utilizado	
Operação e manutenção	Tempo de operação	Priorizar os processos que podem operar por mais tempo
	Utilização de energia elétrica	Priorizar os processos que utilizem a menor quantidade de energia elétrica
	Recursos humanos necessários	Verificar a quantidade de operadores necessários para operação
	Grau requerido de instrução da mão-de-obra	Desconsiderar os processos que necessitam de mão-de-obra especializada para operação
Frequência de manutenção	Frequência de manutenção	Verificar os processos que exijam manutenção preventiva e a disponibilidade de peças e operadores especialistas na região da ETA
	Condições climáticas	Índices pluviométricos e taxa de evaporação da região
Impactos ambientais sonoros	Nível de ruído apresentado pelos equipamentos	ETA em regiões urbanas e/ou com residências próximas, em um raio de 200m, devem evitar equipamentos que emitam ruídos maiores que 60dB
	Disponibilidade de aterro classe II na região	Verificar a existência de aterro na região da ETA
Destinação final	Distância de transporte	Quantificar a distância entre a ETA e o aterro
	Disponibilidade de outra destinação legalmente viável	Na inexistência de aterro, buscar destinações alternativas na região, como aplicação em solo
Água clarificada	Quantidade e qualidade da água clarificada	Verificar a possibilidade de encaminhar a água clarificada para o início da ETA

3.4 Análise financeira

Os processos de tratamento julgados tecnicamente viáveis, segundo o item anterior, devem agora passar pela análise financeira. Para isso, devem ser levantados os custos com os investimentos iniciais (especificações e determinação dos componentes do investimento, em termos físicos como equipamentos, edificações e mão-de-obra, e ainda custo de instalação dos equipamentos), custos com a operação e a manutenção do sistema, custos com energia elétrica e custos com a disposição final dos resíduos.

Além disso, é importante definir o horizonte de projeto, ou seja, a vida útil do sistema, que na maior parte dos casos de financiamento é de 20 anos.

Tendo estes levantamentos de custos e considerando o horizonte de projeto, deve-se adotar um critério de comparação, entre os projetos, que permita objetivar a seleção de uma alternativa de investimento, entre outras, para a implantação. Neste estudo, para a análise da viabilidade e comparação financeira entre os métodos de tratamento de resíduos de ETA, são sugeridos dois métodos da engenharia econômica. Ambos são largamente utilizados para tomadas de decisão sobre investimentos, e recomendados por bancos de financiamento: o VPL (Valor Presente Líquido) e a TIR (Taxa Interna de Retorno).

4 CONCLUSÃO

O sistema de tratamento que deverá ser implantado é aquele que atenda aos fatores da análise técnica e que se mostre o melhor investimento na análise financeira, através dos dois métodos.

Esta metodologia apresentada faz parte da primeira etapa de uma pesquisa de mestrado acadêmico que será seguida pela aplicação desta em ETA municipais do Rio Grande do Sul/Brasil, com o objetivo de associar diretamente as características da ETA a ser projetada com a seleção do método de tratamento de resíduo mais adequado, colocando em prática o SIT.

5 REFERÊNCIAS

- [1] Libânio, M. (2016). *Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água*. Edição-Campinas: Átomo.
- [2] Di Bernardo, L., Dantas, A. D. B., Voltan, P. E. N. (2012). *Métodos e técnicas de tratamento e disposição dos resíduos gerados em estações de tratamento de água*. São Carlos: LDiBe.
- [3] Richter, C. A. (2001). Tratamento de lodos: de estações de tratamento de água. Edgard Blucher.
- [4] American Society of Civil Engineers. (1996). Management of water treatment plant residuals. New York: ASCE.
- [5] Urban, R. C., de Lima Isaac, R. (2018). WTP and WWTP sludge management: a case study in the metropolitan area of Campinas, southeastern Brazil. *Environmental monitoring and assessment*, 190(10), 584.
- [6] Di Bernardo, L., PAZ, L. P. S. (2008). Seleção de tecnologias de tratamento de água. São Carlos-SP: Ed. LDiBe.
- [7] Achon, C. L., Barroso, M. M., Cordeiro, J. S. (2008). Leito de drenagem: sistema natural para redução de volume de lodo de estação de tratamento de água. *Eng. sanit. ambient*, 13(1), 54-62.
- [8] Andreoli, C. V. (2001). *Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final*. Rio de Janeiro: RiMa, ABES.
- [9] Cordeiro, J. (1993). O problema dos lodos gerados em decantadores de estações de tratamento de águas (Tese de Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos.
- [10] Cordeiro, J. S. (2001). Processamento de lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs). Andreoli, CV, Coord., *Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e disposição final*, Projeto PROSAB, 2, 121-142.
- [11] Guimarães, M. G. A., Urashima, D. C., Vidal, D. M. (2014). Dewatering of sludge from a water treatment plant in geotextile closed systems. *Geosynthetics International*, 21(5), 310-320.
- [12] Fontana, A. O. (2004). Sistema de leito de drenagem e sedimentador como solução para redução de volume de lodo de decantadores e reuso de água de lavagem de filtros.
- [13] Morvai, L. (2018). Escolher o sistema de desaguamento mecânico de lodo – uma missão possível. *Portal Tratamento de Água*, 41.