



ESTUDO DE CASO: METODOLOGIA DE DESCARTE DE LODO EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE CICLO COMPLETO

Karoline Ducci dos Santos

Técnica em Química. Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Endereço: Rua João Hercílio dos Santos, 76 - Costa e Silva - Joinville - Santa Catarina - CEP: 89220-525 - Brasil - Tel: +55 (47) 997606379 - e-mail: duccikaroline@gmail.com.

RESUMO

O estudo de caso avalia diferentes métodos de descarga de lodo em uma estação de tratamento de água, com o objetivo de garantir água potável e segura para a população. A decantação é uma etapa essencial do tratamento, envolvendo a sedimentação de partículas sólidas, e a descarga adequada do lodo é crucial para evitar impactos negativos na qualidade da água e nos custos operacionais. O estudo foi dividido em quatro fases, testando diferentes métodos de descarga. Foram realizadas análises de turbidez da água bruta, turbidez da água decantada, eficiência na remoção de turbidez e percentual de resíduo gerado. A eficiência na remoção de turbidez foi descartada devido à alta variabilidade nos resultados. O percentual de resíduo gerado foi maior nas fases 2, 3 e 4, mas isso não acarretou aumento nos custos com destinação de lodo. A turbidez da água decantada foi o parâmetro decisivo para a escolha do melhor método, com os melhores resultados nas fases 3 e 4. A fase 4, que apresentou maior volume pluviométrico, foi considerada a mais eficiente. Sugere-se que a metodologia de descarga de lodo seja ajustada conforme a pluviosidade e que seja realizada análises de concentração de sólidos nas descargas.

PALAVRAS-CHAVE: Descarte de lodo, tratamento de água, operação de decantador.

INTRODUÇÃO

As estações de tratamento de água têm por finalidade produzir água segura para o consumo humano, utilizando-se de vários processos para a transformação de água bruta, em água potável, conforme legislação vigente (Paz, *et al.*, p.80, 2018). A estação de tratamento de água (ETA) Cubatão, localizada em Joinville/SC, é de ciclo completo, contendo as etapas de captação, coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. O funcionamento de cada etapa é monitorado a partir de diversas análises físico-químicas, como turbidez, para que a água recalculada esteja dentro dos padrões de potabilidade.

O decantador da ETA Cubatão é de alta taxa, laminar de fluxo ascendente com módulos inclinados, tendo a água coagulada introduzida abaixo dos módulos, que ao escorrer entre eles ocorre a sedimentação dos flocos. A água decantada sai pela parte superior e é coletada por meio de calhas coletoras. Os flocos sedimentados são removidos periodicamente por descarga de fundo, podendo ser descarga total, quando o decantador é esvaziado e os módulos limpos com jatos d'água, ou descarga parcial, quando se abre as válvulas de fundo por determinado tempo. O lodo descartado é destinado ao tanque de equalização para posterior tratamento na estação de tratamento de lodo (ETL).

Pádua e Di Bernardo (1999) mencionam que, em determinado período, a camada de lodo formada no decantador auxilia na floculação das partículas. Contudo, à medida que o volume de lodo aumenta, ocorre o arraste de flocos para as calhas que coletam a água decantada. Além disso, o acúmulo prolongado de lodo nos decantadores pode reduzir o volume de lodo armazenado, pois aumenta a produção de gases e, assim, facilita a flotação do lodo. Dessa forma, um dos pontos mais críticos no processo de decantação é a remoção do lodo.

Di Bernardo (1993) aponta que, com o desenvolvimento de técnicas e métodos para reduzir os custos operacionais, é necessário, em alguns casos, analisar o processo de remoção de lodo dos decantadores. Isso é importante para evitar a perda direta de água parcialmente tratada, o que leva a perdas indiretas, como a remoção de produtos químicos presentes nos flocos sedimentados, o consumo de energia elétrica para bombear essa massa líquida descartada e o tempo de trabalho dos operadores da estação de tratamento de água.

OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é o de analisar o melhor método de descarga de lodo dos decantadores. Tendo como objetivos específicos:



- Aplicar a proposta por dado período;
- Avaliar os parâmetros para identificar o melhor método de descarga de lodo.

METODOLOGIA

O trabalho foi dividido em quatro fases, sendo em cada uma utilizado um método de descarga de lodo diferente e com duração de 4 meses, com exceção da fase 3 que foi de 3 meses:

- Fase 1: Descargas realizadas sem periodicidades e sem tempo determinado;
- Fase 2: Descargas totais quinzenais;
- Fase 3: Descargas totais semanais;
- Fase 4: Descargas totais mensais e descargas parciais diárias.

Em cada fase foi analisada a turbidez da água decantada, a eficiência na remoção da turbidez, o volume de descarte e o percentual de resíduos gerados, tendo como base metodológica a dissertação de mestrado de Cunha (2004).

Para o cálculo da eficiência da remoção da turbidez foi utilizado a Equação 1, conforme os dados de turbidez da água bruta e da água decantada, que são coletados a cada 30min.

$$Eficiência = 1 - \frac{Turbidez_{decantada}}{Turbidez_{bruta}}$$
 Equação (1)

O percentual de resíduo gerado foi calculado com base na Equação 2, conforme volume descartado e volume de água produzido no mês.

$$\%RG = \frac{V_{descartado}}{V_{produzido}} \times 100$$
 Equação (2)

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para o estudo de caso foram coletados um total de 42390 dados, entre turbidez da água bruta, turbidez da água decantada, volume descartado e volume de água produzida, que estão elencados na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de dados coletados durante o estudo de caso.

Fase	Dados da turbidez da água bruta	Dados da turbidez da água decantada	Dados do volume da descarga	Dados do volume de água produzidos	Total de dados coletados
1	5184	5184	145	4	10517
2	5633	5633	109	4	11379
3	4382	4382	54	3	8821
4	5758	5758	153	4	11673

Fonte: elaboração própria.

Na Tabela 2 observa-se a turbidez da água bruta e a pluviosidade, em que quanto maior a pluviosidade, maior a turbidez da água bruta, devido ao carreamento de sólidos do rio. Além disso, nota-se que o desvio padrão aumenta nos períodos de maiores chuvas, devido à variância nas características da água bruta.

Tabela 2 - Turbidez da água bruta e pluviosidade.

Fase	Média turbidez água bruta (NTU)	Mediana turbidez bruta (NTU)	Pluviosidade (mm)	Desvio padrão da turbidez	Coeficiente de variabilidade da turbidez
1	12,04	4,60	248,35	27,32	2,27
2	13,05	4,51	294,10	33,82	2,59
3	5,17	2,40	188,53	15,20	2,94



4	6,21	2,60	273,55	31,20	5,02
---	------	------	--------	-------	------

Fonte: elaboração própria.

Quanto à turbidez da água decantada (Tabela 3), o desvio padrão e o coeficiente de variabilidade são baixos, independente dos períodos chuvosos, dessa forma, observa-se que em períodos com maior pluviosidade a água bruta sofre grande alteração, enquanto a água decantada não.

As fases 2 e 4 obtiveram valores de pluviosidades muito próximos, sendo 294,10mm e 273,55mm, uma diferença de 20,55mm, porém na fase 4 a média e mediana da turbidez da decantada estiveram mais baixas. Comparando as fases 3 e 4, observa-se que a mediana da turbidez da água decantada fora muito parecida, levemente menor na fase 3, sendo 0,75 NTU e 0,78 NTU, respectivamente. Como na fase 4 obteve-se uma maior pluviosidade, considerou-se essa fase como melhor nos resultados de turbidez da água decantada.

Tabela 3 - Turbidez da água decantada.

Fase	Média turbidez decantada (NTU)	Mediana turbidez decantada (NTU)	Desvio padrão	Coeficiente de variabilidade
1	1,80	1,35	1,61	0,89
2	1,73	1,20	1,78	1,03
3	1,18	0,75	1,27	1,08
4	1,06	0,78	1,03	0,96

Fonte: elaboração própria.

Na Tabela 4, estão elencados os valores de eficiência na remoção de turbidez de cada fase, em que se nota um grande valor de desvio padrão e coeficiente de variabilidade, aumentando no decorrer do estudo, sendo ocasionada pela grande variância dos dados em torno da média. Dessa forma, não foi confiável considerar a eficiência na remoção da turbidez como parâmetro para designar o melhor método de descarga de lodo.

Tabela 4 - Eficiência na remoção da turbidez.

Fase	Média da eficiência (%)	Mediana da eficiência (%)	Desvio padrão	Coeficiente de variabilidade
1	70,08	76,77	26,16	0,37
2	70,18	78,13	40,65	0,58
3	45,75	66,02	93,68	2,05
4	54,05	71,18	164,46	3,04

Fonte: elaboração própria.

Os volumes descartados, volume de água produzido e o percentual de resíduo gerado nos decantadores em cada fase, estão apresentados na Tabela 5. Segundo Sobrinho e Garcia (1993 *apud* Cunha, 2004), “o volume gerado na descarga do decantador pode variar de 0,06 a 0,25% do volume de água tratada na ETA”, desta forma notase que os valores estão dentro do recomendado pela literatura na fase 1, enquanto nas fases 2, 3 e 4 ficaram 0,01%, 0,06% e 0,02% acima do limiar, respectivamente, sendo a fase 3 a com maior percentual de resíduo gerado.

Tabela 5 - Resíduos gerados nos decantadores.

Fase	Volume descartado (m³)	Volume de água tratada (m³)	Resíduos gerados (%)
1	27236,75	16321064	0,17
2	44140,06	16993896	0,26
3	39231,29	12730002	0,31
4	43787,4	16138973	0,27

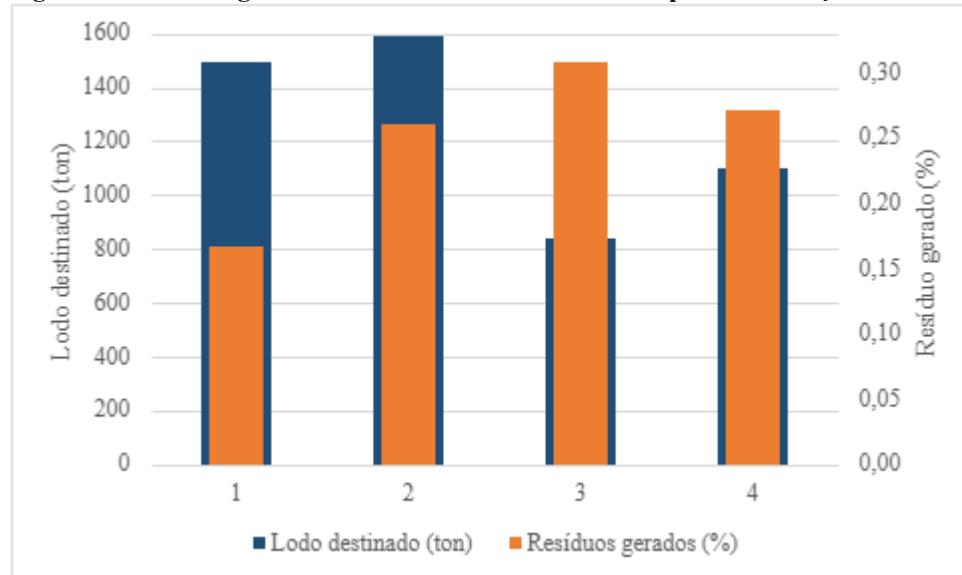
Fonte: elaboração própria.

A maior quantidade de resíduo gerado nas fases 2, 3 e 4 está diretamente ligada ao aumento das descargas de lodo, que é destinado para ETL. Por isso, verificou-se se estava tendo maior quantidade de lodo sendo destinado



para os aterros. Conforme Figura 1, observa-se que na fase 1 teve maior quantidade de lodo destinado (1494,53 ton), com baixa porcentagem de resíduo gerado (0,17%), enquanto na fase 3 verificou-se maior valor de resíduo gerado (0,31%) e baixa quantidade de lodo destinado (835,83 ton). Isso pode ter relação com a concentração de sólidos da descarga, pois como há o adensamento do lodo na ETL, a água clarificada volta para o rio, e apenas o lodo adensado segue para desidratação e posterior destinação aos aterros. Sabendo disso, o resíduo gerado não foi levado em consideração para designar o melhor método de descarga, visto que não há um valor bruto que a empresa paga a mais referente ao maior volume descartado.

Figura 1 - Resíduos gerados e lodo destinado aos aterros após desidratação.



Fonte: elaboração própria.

Conforme analisado, o melhor método de operação dos decantadores da ETA Cubatão foi o da fase 4, pois obteve-se menores valores de turbidez da água decantada, mesmo com altos valores de pluviosidade, em comparação com as outras fases do estudo. A turbidez da água decantada menor poderá resultar em maiores carreiras de filtração, menores turbidez da água tratada, e, consequentemente, melhor qualidade de água produzida para a população.

CONCLUSÕES

As descargas de lodo são fundamentais para que o processo de decantação seja eficiente, pois o acúmulo exacerbado do lodo pode fazer com que o floco não tenha espaço no decantador para a sedimentação, ou o lodo acumulado por muito tempo poderá gerar gases que acarretará flotação dos sedimentos, sendo levado para os filtros, diminuindo a carreira de filtração e prejudicando a qualidade da água tratada.

O estudo mostrou que o melhor método de descarga de lodo para a ETA Cubatão seria uma descarga total mensal e uma descarga parcial diária em cada unidade de decantação, fase 4, pois a turbidez da água decantada apresentou-se mais baixa, mesmo com períodos de alta pluviosidade.

A eficiência na remoção da turbidez foi calculada, mas devido ao alto valor de desvio padrão e coeficiente de variabilidade não foi possível considerá-la para designar o melhor método. O percentual de resíduo gerado foi maior que o recomendado pela literatura nas fases 2, 3 e 4, porém não aumentou o lodo destinado para aterros, após desidratação, não causando impactos negativos financeiramente para a empresa.

Para estudo futuros, sugere-se analisar a melhor metodologia de descarga de lodo conforme a pluviosidade, pois sabe-se que quando há chuva a turbidez da água bruta aumenta, ocorrendo maior acúmulo de lodo no decantador. Além disso, analisar a concentração de sólidos das descargas de lodo, em períodos secos e chuvosos.

Por fim, esse estudo contemplou o objetivo do Mapa Estratégico da Companhia Águas de Joinville de assegurar a eficiência e eficácia na gestão dos serviços de abastecimento de água, através do melhoramento da qualidade da água decantada e, consequentemente, da água tratada, garantindo água potável para a população.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CUNHA, M.V.P.O. Importância da frequência de descarte de lodo na eficiência dos decantadores de estação de tratamento de água de ciclo completo. Belém, 2004. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Pará, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/1885/1/Dissertacao_ImportanciaFrequenciaDescarte.pdf> Acesso em: 02 fev. 2024.
2. DI BERNARDO, L. Método e técnicas de tratamento de tratamento de água. Rio de Janeiro: ABES, 1993. V.1.
3. PÁDUA, V. L, DI BERNARDO, L. *Qualidade da água decantada em função do tempo de operação de decantadores convencionais*. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 20, 1999, Rio de Janeiro.
4. PAZ, E.C.S., VIERIA, I.C.A., SANTOS, M.L.G. *Diagnóstico de produção de lodo na estação de tratamento de água em Palmas – TO*. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 10, n.1, p.80-87, Abr. 2018. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/11974/209209209943>> Acesso em: 15 mar. 2025.