

Valoração ambiental de dano ocasionado por lançamento irregular de lodo gerado em estação de tratamento de água

Alexandra Fátima Saraiva Soares
Paula Santana Diniz

RESUMO: O lodo gerado no processo de potabilização da água em estação de tratamento é enquadrado como resíduo sólido classe II A - não perigoso e não inerte, de acordo com a NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004). A disposição inadequada desse resíduo pode provocar a degradação do meio ambiente, a contaminação de mananciais e do solo. Dessa forma, os danos ocasionados pelo lançamento irregular de duas estações que abastecem a cidade mineira de Ubá, pelo período de um ano, foram valorados em R\$1.299.481,30 (um milhão duzentos e noventa e nove mil quatrocentos e oitenta e um reais e trinta centavos). Como medida de compensação, sugere-se recuperação de área equivalente a 41,17 hectares de mata ciliar na mesma bacia hidrográfica em que ocorreu o dano ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de ETA. Estação de tratamento de água. Poluição hídrica, Valoração de dano ambiental.

Introdução

As estações de tratamento de água devem ser consideradas indústrias que têm a “água potável” como produto e o “lodo” como subproduto, de forma que a operação dessas ETAs não deve oferecer risco ou dano ambiental para atender à legislação pertinente quanto aos padrões ambientais.

Os resíduos gerados em ETAs vêm de água e de sólidos suspensos originalmente contidos na fonte de abastecimento (água bruta), acrescidos de produtos resultantes dos reagentes aplicados à água bem como suas impurezas durante o processo de tratamento. (RICHTER, 2001)

O lodo das ETAs é proveniente dos processos de floculação, decantação e filtração, além da água de lavagem dos filtros. Estudos de caracterização do lodo de ETAs apontam que, em geral, os valores dos parâmetros nos resíduos brutos ultrapassam os limites estabelecidos na legislação para lançamentos em cursos de água. (DN COPAM/CERH 01/2008 e Resolução Conama 430/2011)

Para lançar resíduos nos corpos d'água, faz-se necessário tratamento prévio a fim de adequar as características desses efluentes aos limites preconizados na legislação, de forma a não ocasionar poluição ou dano ambiental. Daí a importância de estudos para a disposição final correta do lodo, já que cada ETA gera lodo com características diferentes, dependendo do tratamento aplicado à água. Portanto, é preciso ter o conhecimento dessas características para se definirem os destinos adequados.

Destaque-se que, além da obrigação de atendimento aos padrões legais, os efluentes devem atender também ao enquadramento estabelecido para o respectivo trecho. Portanto, antes do lançamento no ambiente, deve-se proceder à remoção dos poluentes de forma a se adequar ao disposto na legislação vigente, que apresenta limites máximos toleráveis para diversos parâmetros tanto para os efluentes do processo de tratamento quanto para a classificação do corpo de água receptor, se for o caso.

Ademais, conforme o art. 3.º, III, “e” da Lei Federal 6.938/1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, lançar matérias ou energia nos corpos de água em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos constitui poluição. (BRASIL, 1981)

Em geral, o conteúdo de sólidos totais no lodo de tanques de decantação varia entre 1.000 e 40.000mg/L (0,1% a 4%) e entre

40mg/L e 1.000mg/L (0,004% a 0,1%) na água de lavagem de filtros. (RICHTER, 2001)

Ainda segundo esse autor, 75-90% desses valores representam sólidos suspensos, 20-35% compostos voláteis, apresentando também uma pequena proporção de substâncias biodegradáveis e valores de pH próximos ao neutro.

Além dos sólidos, o lodo das ETAs caracteriza-se por conter resíduos como algas, bactérias, vírus, partículas orgânicas em suspensão, coloides, areias, argilas, siltes, cálcio, metais (alumínio, ferro, magnésio, manganês, etc.) – Portella *et al.* (2003). Alguns desses metais são potencialmente tóxicos a organismos aquáticos.

O potencial tóxico de resíduos depende de características físico-químicas do curso d'água, mas principalmente do teor de metais dissolvidos, adsorvidos à fase sólida, complexados, etc., da qualidade/tipo/dosagem dos coagulantes e de outros produtos químicos, pH de coagulação e o tipo de tecnologia de tratamento (operações e processos). Muitas vezes, as concentrações dos metais presentes nesses resíduos extrapolam os padrões estabelecidos na legislação.

Os metais mais concentrados nos lodos das ETAs são alumínio e ferro. A presença desses metais pode ser atribuída ao uso de sulfato de alumínio e do cloreto férrico como coagulantes no processo de tratamento de água. Também o chumbo, cobre, manganês e níquel podem estar presentes em concentrações acima dos limites legais nos resíduos amostrados. (SARAIVA SOARES *et al.*, 2009)

Os contaminantes dos lodos de ETAs – principalmente os metais – podem ter suas concentrações reduzidas por meio de ações simples de controle de uso e dosagem. Adoção de medidas operacionais como, por exemplo, “jar-test” para determinar dosagens mais econômicas de coagulantes, objetivando adequar as concentrações de alumínio nos lodos, também devem ser consideradas. Outro fator é a escolha de maior grau de pureza conforme critérios da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) dos produtos químicos utilizados no tratamento de água, o que contribui para a

adequação das concentrações de metais nos lodos. Adotadas essas medidas de “tecnologias limpas”, deve-se proceder ao tratamento do resíduo final antes de seu lançamento no ambiente.

Quantificação e valoração do dano ambiental

As ETAs de Ubá operam na modalidade de tratamento de ciclo completo ou convencional e não dispõem de tratamento dos resíduos gerados no processo de potabilização da água. (Tabela 1)

Tabela 1 - Informações acerca das ETAs de Ubá

ETA	Manancial	Tipo de Tratamento	Coagulante	Tratamento Lodo
Peixoto Filho	Córrego Ubá Pequeno	Convencional	Sulfato de alumínio líquido	Não há
Miragaia	Ribeirão Ubá ⁴⁸	Convencional	Cloreto férrico	Não há

Fonte: Parecer Técnico de Meio Ambiente. IC 0699.17.001115-8; SGDP 2976047; SISCEAT 34603045, 2019.

De acordo com Mark Hammer e Andreoli (2006), o volume de lodo removido das unidades da etapa de clarificação da água não deve exceder a 5%. Destaque-se que cada ETA gera resíduos com características diferentes, em função da água bruta e do tratamento aplicado.

Em média, nas ETAs de Ubá a geração de resíduos corresponde a 1,5% da produção de água informada pela concessionária de saneamento por meio da CE 020/2015 - DPSE/DTAR (COPASA, 2020), bem como a densidade média do lodo gerado nas ETAs⁴⁹ e

48 Esse ponto de captação que se localizava na região de Pires da Luz foi alterado devido à contaminação por esgoto sanitário proveniente do bairro Santa Rosa. Atualmente, o ponto de captação situa-se a montante do ponto anterior.

49 Foi considerada a densidade de 1,236kg/m³ (valor médio para o lodo extraído da ETE, o qual, desidratado, possui uma concentração de sólidos de 30%) apresentada

o período de funcionamento das estações apresentado pela Arsae (2013)⁵⁰, estimados o volume e a massa anual de lodo. (Tabela 2)

Tabela 2 - Quantificação da massa de lodo gerada por ano nas ETAs de Ubá

ETA	Vazão de água tratada (m ³ /h) ⁵¹	Período de funcionamento ETA (h/dia) ⁵²	Volume de lodo líquido – a ser tratado (m ³ /ano) ⁵³	Massa de lodo – base úmida (ton/ano) ⁵⁴	Massa seca de lodo – a ser disposto (ton/ano) ⁸
Miragaia	450	21	51.738,75	63,95	19,19
Peixoto Filho	663,6	23	83.563,83	103,28	30,98
Total	1.113,6		135.302,58	167,23	50,17

Para proceder à valoração, a metodologia considera os custos de operação/manutenção para tratamento (desidratação) e disposição final de lodo de ETA. Como referência, utilizou-se a memória de cálculo apresentada por Odebrecht Ambiental (valores-base 2015).

por RITCHER, Carlos A. Tratamento de lodos de estações de tratamento de água. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

50 ARSAE. Relatório de Fiscalização do Sistema de Abastecimento de Água da sede do município de Ubá. Disponível em:

<http://www.arsae.mg.gov.br/images/documentos/rf_tec_op_saa_uba.pdf>.

51 COPASA Comunicação Externa 020/2015 - DPSE/DTAR, de 27/05/2015 (fls. 51/52 do IC).

52 ARSAE (2013) *apud* Parecer Técnico de Meio Ambiente – IC 0699.17.001115-8; SGDP 2976047; SISCEAT 34603045, de 22/5/2019.

53 Consideraram-se para fins de cálculo 365 dias por ano. Volume [m³/a] = vazão [m³/h] x percentual geração de lodo [1,5%] x 365 [d/a] x período de funcionamento ETA [h/d].

54 Massa [kg/a] = Densidade [kg/m³] x Volume [m³/a]. Foi considerada a densidade de 1,236 kg/m³ (ver nota 8).

Na composição dos custos operacionais foram considerados mão de obra, energia elétrica, produtos químicos e materiais (geobag) e manutenção, conforme documento em anexo e Tabela 3.

A metodologia de valoração utilizada neste Parecer Técnico consta na ABNT NBR 14653-6/2008 no item 8.6.1.4 - custos de controle evitados.

Tabela 3 - Custos de operação para o tratamento (desidratação) e disposição final de lodo de ETA

Tratamento (desidratação)	Ref.	Valores (R\$/ano)	Valores ajustados ⁵⁵ (R\$/ano)
Geobag com polímero	Odebrecht Ambiental (2015)	R\$979.443,3756	R\$ 1.291.542,51
Disposição final			
Aterro sanitário	Odebrecht Ambiental (2015)	R\$ 6.020,4057	R\$ 7.938,79
TOTAL			R\$1.299.481,30

A valoração dos danos pelo método de custos evitados resultou em um *quantum debeatur* de R\$1.299.481,30, que correspondem ao que o empreendedor deixou de gastar no controle (tratamento e disposição) dos resíduos gerados no processo de potabilização da água fornecida em Ubá e que foram indevidamente lançados nos cursos de água no período de um ano. Esse valor corresponde a R\$1,11/mês por habitante da área urbana.⁵⁸

55 Correção conforme fator de atualização monetária do TJMG por meio do mecanismo interno da CEAT/MPMG. Disponível em: <https://aplicacao.mpmg.mp.br/siscat/calcularAtualizacaoMonetaria.do>. Acesso em: 1.º set. 2020. Data do valor histórico: 1.º/1/2015; mês/ano de referência para atualização: agosto de 2020.

56 Valor obtido pela memória de cálculo da Odebrecht Ambiental, excluindo transporte e disposição de lodo, que corresponde a R\$ 718.100 para o tratamento de 99.200m³/ano de lodo de ETA.

57 Considerando R\$120/ton./ano de lodo desidratado – transporte e disposição final do lodo desidratado. Fonte: Odebrecht. Valores na base 2015.

58 Considerado a população urbana de Ubá (censo 2010, IBGE) de 97.636 habitantes.

Embora as ETAs de Miragaia e Peixoto Filho estejam operando há 29 anos e 41 anos, respectivamente⁵⁹, para fins de cálculos da valoração considerou-se o período de um ano.

Sugere-se que esse valor seja revertido na recomposição/recuperação de matas ciliares de cursos de água situados nas mesmas bacias hidrográficas em que o dano foi ocasionado.

Sugestão de medida de compensação

Resultados dos trabalhos apresentados pela Fundação SOS Mata Atlântica (2015)⁶⁰ e pela ANA (2013)⁶¹ refletem a influência da inadequada gestão das bacias hidrográficas, especialmente em áreas urbanizadas, sobre a deterioração da qualidade das águas superficiais, indicando a relevância de se preservarem os mananciais.

Em vistoria realizada pela CEAT em 12/4/2019 nas ETAs Miragaia e Peixoto Filho⁶² foram constatados processos erosivos e precária vegetação ciliar nas margens do Córrego Ubá Pequeno e Ribeirão Ubá, mananciais e receptores dos resíduos (lodo), sem prévio tratamento, gerados nos processos de potabilidade da água – Figuras 1 a 4.

A vegetação ciliar dos corpos de água desempenha função ambiental de extrema importância na manutenção da qualidade da água porque reduz processos erosivos (solapamento das

59 COPASA Comunicação Externa n.º 020/2015 - DPSE/DTAR. Miragaia: instalada em 1991 (2020 -1991 = 29 anos) e Peixoto Filho: instalada em 1979 (2020-1979 = 41 anos).

60 A Fundação SOS Mata Atlântica (2015) realizou um levantamento com a análise da qualidade da água em 301 pontos de coleta situados em 111 rios, córregos e 6 lagos de cinco estados brasileiros e o Distrito Federal. FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Análise da qualidade da água 2015. São Paulo. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/projeto/rededasaguas/analisedaqualidadedaagua2015/>. Acesso em: 12 jun. 2015.

61 ANA (2013) apresentou relatório sobre a qualidade das águas no Brasil, baseado em dados coletados em 2011. ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Agência Nacional de Águas, 432 p., Brasília, DF, 2013.

62 Parecer Técnico de Meio Ambiente CEAT/MPMG - IC 0699.17.001115-8; SGDP 2976047; SISCEAT 34603045.

margens) e o assoreamento, estabilidade dos solos, regularização dos ciclos hidrológicos e conservação da biodiversidade. Também contribui para reduzir a velocidade das águas que chegam aos corpos de água, o que mantém a qualidade do recurso hídrico ao impedir a entrada de poluentes para o meio aquático. (SARAIVA SOARES et al., 2018)

Figura 1 - Canalização do córrego Ubá Pequeno a jusante da captação na área da ETA Peixoto Filho.



Fonte: dos autores.

Figura 2 - Detalhe da figura anterior. Nota-se o processo erosivo e ausência de mata ciliar.



Fonte: dos autores.

Figura 3 - Processo erosivo de área de preservação permanente do córrego Ubá Pequeno.



Fonte: dos autores.

Figura 4 - Outra vista da figura anterior.
Ao fundo, vista das instalações da ETA Peixoto Filho.



Fonte: dos autores.

Calculou-se, como medida de reparação pelos danos ocasionados pelo lançamento irregular dos resíduos gerados nas ETAs de Ubá, o custo de revegetação de áreas degradadas, tendo como referência estudo de recuperação de área degradada do Parque Sucupira realizado pela Faculdade UnB de Planaltina – FUP (RODRIGUES, 2016)

Tabela 4 - Atividades do programa de recuperação de áreas degradadas nas fases de implantação, manutenção e monitoramento

IMPLANTAÇÃO	
Cercamento da área	Isolamento da extensão revegetada com estacas de madeira e fio de arame farpado.
Sinalização da área	Confecção e alocação de placas de aviso em locais estratégicos ao longo do perímetro da área de recuperação.
Manejo de pragas	Controle de formigas e cupins por meio de iscas com substâncias e quantidades previamente aprovadas segundo as normas vigentes.
Preparo do solo	Coveamento para plantio, propondo covas para todas as mudas com as dimensões de 45 x 45 x 60cm (largura x comprimento x profundidade).
Plantio de mudas	O plantio, preferencialmente na época chuvosa, com espaçamento de 3x2m, utiliza entre 50% e 60% de espécies pioneiras, que são de crescimento rápido, cerca de 10% de climácicas e entre 30% e 40% de espécies secundárias.
Coroamento	Limpeza manual da vegetação herbácea e subarborescente exótica, focando mais na redução da densidade da vegetação ao longo da linha de plantio das mudas.
Tutoramento	Fixação de tutores de bambu para suporte às mudas que também servirão para a fácil localização e monitoramento.
Calagem	Distribuição de 100g de calcário dolomítico por cova para corrigir a acidez do solo.
Adubação	Aplicação de 150g de adubo químico NPK 4:14:8 (4 partes de nitrogênio, 14 partes de fósforo e 8 partes de potássio), mais vinte litros de adubo orgânico (esterco de curral).
MANUTENÇÃO	
Adubação de cobertura	Adubação realizada no início do ciclo das chuvas de 30 a 90 dias pós-plantio.

IMPLANTAÇÃO	
Replanteio de mudas	Avaliação da sobrevivência e reposição e replanteio de mudas mortas preferencialmente no período chuvoso para diminuir os custos.
Tratos silviculturais	Coroamento ao final do período chuvoso, roçadas de acordo com a avaliação da área e controle de pragas com iscas e roçagem.
Medidas de prevenção de incêndios	Controle de incêndios por meio de aceiramento e vigilância da área durante o período de seca.
MONITORAMENTO	
Plano de Monitoramento	Atividades de adubação de cobertura, tratos silviculturais e prevenção de incêndios com supervisão de profissional habilitado.
Supervisão técnica	Acompanhamento das atividades de implantação, manutenção e monitoramento por profissional técnico habilitado.

Custos totais

Cercamento: $R\$19,24/m \times 300m = R\$ 5.772/ha$

Sinalização da área: $R\$ 316,31/m^2 \times 2 = R\$ 632,62/ha$

Manejo de pragas: $R\$ 84,21/ha$

Preparo do solo: $R\$ 3.230/ha$

Insumos para preparo do solo e para o plantio das mudas (calagem, adubação, mudas): $R\$ 12.765/ha$

Plantio das mudas, coroamento, adubação e tutoramento: $R\$ 5.871,50/ha$

Manutenção (adubação de cobertura, combate a pragas e replanteio das mudas mortas): $R\$ 3.015,20$

Prevenção de incêndios: R\$190/ha

Assim o custo total da recomposição da flora nativa é de:

R\$ 5.772/ha + R\$ 632,62/ha + R\$ 84,21/ha + R\$ 3.230/ha +
R\$ 12.765,00/ha + R\$ 5.871,50/ha + R\$ 3.015,20 + R\$190/ha =
R\$ 31.560,53/ha

Logo, o custo para revegetar um hectare de área degradada totaliza **R\$ 31.560,53**.

Cálculo da área a ser compensada

A área a ser compensada considera o valor total da valoração dos danos ocasionados pelo lançamento irregular de resíduos das ETAs no ambiente e o custo estimado para recuperar um hectare. Logo, a área sugerida para ser recuperada é:

$$\text{Área} = \frac{\text{R\$1.299.481,30}}{\text{R\$31.560,35}} = 41,17 \text{ ha}$$

Sugere-se que a área a ser recuperada seja definida junto com a Secretaria de Meio Ambiente do município e Instituto Estadual de Florestas, preferencialmente na mesma bacia hidrográfica onde ocorreu o dano, conforme art. 1.º, V, da Lei 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos).

Conclusão

O método utilizado pela concessionária de saneamento em Ubá para a potabilização da água gera resíduos (lodos) que podem causar poluição e, portanto, Dessa forma, esses resíduos (lodo) gerados no tratamento de água devem ser devidamente tratados e dispostos.

Os danos ocasionados pelo lançamento irregular de lodo das ETAs Miragaia e Peixoto Filho em cursos de água, pelo perí-

odo de um ano, foram valorados em R\$1.299.481,30 (um milhão duzentos e noventa e nove mil quatrocentos e oitenta e um reais e trinta centavos).

Como medida de compensação, sugere-se recuperação de área equivalente a 41,17 hectares de mata ciliar⁶³ na mesma bacia hidrográfica em que ocorreu o dano ambiental.

⁶³ área que pode variar em função dos custos envolvidos no caso concreto, como contenção de taludes/margens de cursos de água e outros.