

## II-101 - RETIRADA DE LODO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO COM MÁQUINA ANFÍBIA

### **Renata Araújo Guimarães <sup>(1)</sup>**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (2012) e Coordenadora de Esgotamento Sanitário na Concessionária de Saneamento Serra Ambiental.

### **Analine Silva de Souza Gomes**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (2012) e Supervisora de Estação de Tratamento de Esgoto na Concessionária de Saneamento Serra Ambiental.

### **Mariana Marquesini**

Engenheira civil pela Faculdade do Centro Leste (2018) e Assistente de Planejamento na Concessionária de Saneamento Serra Ambiental.

### **Mario Márcio Gonçalves de Paula**

Engenheiro civil pela Faculdade de Engenharia de São José do Rio Preto (1997), pós-graduado (2013) em Gestão Ambiental Engenharia Ambiental Integrada e Gerente de Operação e Manutenção da Concessionária de Saneamento Serra Ambiental.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Euclides da Cunha, 407 - Jardim Limoeiro – Serra - ES – CEP 29164-032 - Brasil - Tel: +55 (27) 3348-5100 – e-mail: [renata.guimaraes@serraambiental.com.br](mailto:renata.guimaraes@serraambiental.com.br)

## **RESUMO**

As lagoas de estabilização constituem-se na forma mais simples para o tratamento de esgoto, cujo principal objetivo é a remoção da matéria carbonácea em suas variantes. A manutenção das lagoas de estabilização, com o processo de retirada de lodo visa aumentar o desempenho das estações. Este estudo de caso apresenta a remoção do lodo biológico realizada por meio de dragagem com uma máquina anfíbia. Este processo obteve êxito em seu propósito, além de apresentar alto poder de replicabilidade em projetos similares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodo biológico, lagoas de estabilização, remoção de lodo, tratamento de lodo, máquina anfíbia.

## **INTRODUÇÃO**

A Concessionária de Saneamento Serra Ambiental (CSSA) responsável pelo Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Serra-ES, desde o início de sua concessão em 2015 acompanha, através do monitoramento, o desempenho das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Já no primeiro ano constatou-se que para a melhoria da eficiência de remoção das estações seria necessário avaliar e alterar a condição atual das lagoas, no que se refere ao volume de lodo nas lagoas de estabilização.

Segundo Von Sperling (2002) as lagoas de estabilização devem ser limpas quando a camada de lodo atingir 1/3 da altura útil, comprometendo o tempo de detenção hidráulica e consequentemente a eficiência de remoção. Este mesmo autor destaca que o planejamento da remoção do lodo de uma lagoa objetiva minimizar custos, antecipar soluções de problemas eventuais e reduzir impactos relacionados com a remoção e disposição do lodo.

Sendo assim, a definição do processo de retirada de lodo é fundamental, tais como: realização de batimetria da lagoa; definição de tecnologia a ser adotada na remoção do lodo; definição do destino final adequado para o lodo, considerando o menor impacto ambiental possível; execução da retirada de lodo; e realização de nova batimetria da lagoa.

A máquina anfíbia é um equipamento profissional de alto desempenho para remoção do lodo, que possui um sistema hidráulico equipado com um tanque ciclone patenteado que oferece uma ventilação mais eficiente, garantindo assim uma oxidação mais lenta do óleo. Esta máquina possui várias ferramentas que conferem inúmeras funcionalidades, incluindo atividades de dragagem em corpos hídricos.

Este projeto teve por objetivo apresentar a metodologia para retirada de lodo das lagoas de estabilização dos Sistemas de Tratamento de Esgoto no município de Serra-ES, com intuito de melhorar o desempenho das unidades de tratamento de esgoto sanitário e obtendo melhor viabilidade econômica.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Entre outubro e dezembro de 2014, período de comissionamento do contrato, foi realizada a batimetria das lagoas de estabilização de Serra/ES que possuíam mais de 5 anos de operação. A realização da batimetria foi uma das etapas que antecedeu a remoção de lodo e que permitiu conhecer a altura útil, a lâmina da camada de lodo e a geometria das lagoas como observado por Gonçalves (1999).

Em 2015, a CSSA constatou a necessidade de remoção do lodo biológico em excesso sedimentado nas lagoas de estabilização das ETEs Valparaíso, Civit II, Jacaraípe e Serra Dourada. Posteriormente, foi realizado estudo para determinar o método de retirada de lodo das lagoas, considerando o custo com a sucção, transporte e destinação do lodo sedimentado.

Posteriormente, foi realizado estudo para determinar o método de retirada de lodo das lagoas, considerando o custo com a sucção, transporte e destinação do lodo sedimentado. Para deliberar o melhor método para remoção de lodo, foi necessário realizar um comparativo entre os valores de destinação de lodo úmido e lodo desidratado, considerando o volume de lodo a ser destinado, sendo essa uma das principais etapas deste projeto.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir das etapas desenvolvidas para remoção de lodo sedimentado nas lagoas de estabilização das ETEs selecionadas, estão apresentados nos itens a seguir. Assim como, o estudo realizado para avaliar o método viável para retirada do lodo.

## AValiação das condições de manutenção das lagoas

A batimetria realizada, em 2014, nos permitiu conhecer o volume de lodo presente nas ETEs. De posse desses dados foi definida a quantidade que seria removida para atender a melhoria na eficiência almejada. Estipulou-se, portanto, remover 50 a 70% do volume de lodo. Na Tabela 1 está apresentado o quantitativo de lodo presente nas lagoas de estabilização, assim como o volume estimado para remoção.

**Tabela 1: Resumo do volume de lodo identificado pela batimetria de 2014.**

ITEM	ETE	TIPO DE LAGOA	NÚMERO DA LAGOA	VOLUME LODO (m³)	DE VOLUME TOTAL PARA RETIRADA *50 OU 70%	VOLUME ESTIMADO (m³)
1	CIVIT II	AERADA	1	4.575,41		2.287,71*
		FACULTATIVA	2	8.044,96		4.022,48*
		POLIMENTO	3	2.202,43		1.101,22*
2	JACARAÍPE	ANAERÓBIA	1	9.591,77		4.795,89*
		FACULTATIVA	2	4.814,56		2.407,28*
3	VALPARAÍSO	AERADA	1	2.198,96		1.539,27
		SEDIMENTAÇÃO	2	729,33		510,53
4	SERRA DOURADA	ANAERÓBIA	1	5.401,82		3.781,27
		FACULTATIVA	2	1.389,41		972,58
<b>TOTAL</b>				<b>38.948,64</b>		<b>21.418,22</b>

## DEFINIÇÃO DE METODOLOGIA DE RETIRADA DE LODO

Para definir o melhor método para remoção de lodo, foi realizado um comparativo com os custos para destinação de lodo úmido e lodo desidratado (TABELAS 2 e 3). A concentração de Sólidos Totais (ST) do

lodo úmido está entre a faixa de 8% a 15% e no lodo desaguado entre a faixa de 20% a 25%. Esse valor foi assumido com base na concentração de sólidos totais do lodo adensado no fundo das lagoas e na presença excessiva de materiais inertes, como areia (VON SPERLING, 2002).

Esta avaliação mostrou que a destinação do lodo úmido era mais vantajosa. A partir disso, foi definido o transporte do lodo e a destinação em aterro sanitário licenciado.

**Tabela 2: Valores de destinação considerando o lodo úmido**

ETE	Tipo de Lagoa	Nº de Lagoa	Volume de Lodo Total (m³)	Volume Estimado para Retirada (m³) <sup>1</sup>	Quantidade e destinada Total (m³) <sup>2</sup>	Custo Destinação o Lodo (R\$/m³)	Valor Destinação Considerando o Volume Estimado (R\$)	Valor Total Volume (R\$)
CIVIT II	Anaeróbia	-	-	-	7.411,40	80,00	-	<b>592.912,00</b>
	Aerada	1	4.575,41	2.287,71		80,00	183.016,40	
	Facultativa	2	8.044,96	4.022,48		80,00	321.798,40	
	Polimento	3	2.202,43	1.101,22		80,00	88.097,20	
JACARAÍPE	Anaeróbia	1	9.591,77	4.795,89	7.203,17	80,00	383.670,96	<b>576.253,36</b>
	Facultativa	2	4.814,56	2.407,28		80,00	192.582,40	
VALPARAÍSO	Aerada	1	2.198,96	1.126,31	1.499,87	80,00	90.104,54	<b>119.989,41</b>
	Sedimentação	2	729,33	373,56		80,00	29.884,86	
SERRA DOURADA	Anaeróbia	1	5.401,82	3.585,19	4.507,33	80,00	286.814,93	<b>360.586,78</b>
	Facultativa	2	1.389,41	922,15		80,00	73.771,85	
<b>TOTAL</b>			38.948,64	42.043,54	20.621,77	-	-	<b>1.649.741,54</b>

**Tabela 3: Valores de destinação considerando o lodo desidratado.**

ETE	Tipo de Lagoa	Número de Lagoa	Quantidade destinada Total (Ton)	Preço/Tonelada (R\$/Ton)	Valor Considerando Peso (R\$)	Valor Total Peso (R\$)
CIVIT II	Anaeróbia	-	10.079,50	66,00	-	<b>R\$ 665.247,26</b>
	Aerada	1		66,00	R\$ 205.344,40	
	Facultativa	2		66,00	R\$ 361.057,80	
	Polimento	3		66,00	R\$ 98.845,06	
JACARAÍPE	Anaeróbia	1	9.796,31	66,00	R\$ 430.478,82	<b>R\$ 646.556,27</b>
	Facultativa	2		66,00	R\$ 216.077,45	
VALPARAÍSO	Aerada	1	2.039,82	66,00	R\$ 101.097,30	<b>R\$ 134.628,11</b>
	Sedimentação	2		66,00	R\$ 33.530,82	
SERRA DOURADA	Anaeróbia	1	6.129,98	66,00	R\$ 321.806,35	<b>R\$ 404.578,36</b>
	Facultativa	2		66,00	R\$ 82.772,01	
<b>TOTAL</b>			28.045,61	-	-	<b>R\$ 1.851.010,01</b>

## METODOLOGIA DE RETIRADA DE LODO COM USO DA MÁQUINA ANFÍBIA

Para a retirada do lodo com a máquina anfíbia foi necessário realizar by-pass ou desvio do efluente em uma parte do processo de tratamento. Portanto, durante esse período o sistema de tratamento recebeu todo o efluente e operou parcialmente. A remoção do lodo biológico foi feita por dragagem com auxílio da máquina anfíbia e o lodo retirado acondicionado em veículos estanques para destinação final adequada na Central de Tratamento de Resíduos.

Destaca-se que o uso desta máquina neste processo é um método inovador no país, considerando que esta foi a primeira máquina com este perfil a chegar no Brasil e atuar neste segmento. A multifuncionalidade por apresentar diversas ferramentas que permitem várias funções a mesma, permitiram agilidade e velocidade durante este processo no período de três a dez semanas, conforme o volume de lodo a ser removido das lagoas.

É importante mencionar que, conforme o método aplicado no processo desde remoção manual a técnicas mecanizadas, pode-se levar meses até anos para conseguir realizar a retirada de lodo nas lagoas de estabilização (GONÇALVES, 1999).



**Figura 1: Máquina anfíbia utilizada na remoção de lodo das lagoas de estabilização.**

## CONCLUSÕES

Com este projeto, espera-se aumentar a capacidade da estação com maior volume útil disponível nas lagoas de estabilização. Além disso, conseguir remover lodo de lagoa de estabilização em menor tempo, de modo a evitar a redução da qualidade do efluente tratado por um tempo prolongado, pela técnica de dragagem com uso de máquina inovadora e ágil.

A partir disso, o desempenho dos processos de tratamento serão potencializados e possibilitarão um aumento nas eficiências de remoção, sobretudo da matéria carbonácea.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GONÇALVES, R. (coord) (1999). *Gerenciamento do lodo de lagoas de estabilização não mecanizadas*. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. ABES, Rio de Janeiro.
2. VON SPERLING, M. *Lagoas de estabilização*. 2. ed. – Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2002. 196 p. (2002) – (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v. 3).