



PREFEITURA MUNICIPAL  
Vargem Grande do Sul - SP  
"A Pérola da Mantiqueira"

# MEMORIAL DE CÁLCULOS RECUPERAÇÃO E RESUO DAS ÁGUA DE LAVAGEM DOS FILTROS E DOS DECANTADORES DA ETA RIO VERDE E DISPOSIÇÃO FINAL DO LODO

## Concepção do Tratamento de Resíduos

Os resíduos sólidos da ETA são oriundos da lavagem dos filtros e do decantador. Dessa forma prevê este projeto que a água de lavagem dos filtros seja separada dos efluentes dos decantadores quando ocorrer sua lavagem. O volume das lavagens dos filtros será conduzido a um tanque onde ocorrerá a separação do lodo decantado e seu sobrenadante encaminhado ao poço de sucção de Água Bruta, retornando ao processo antes da adição de coagulante e a calha Parschall. O lodo decantado será bombeado para dentro do tanque de lodos, somando-se ao volume de descarga dos decantadores e finalmente será incorporado aos lodos deste processo.

O lodo de lavagem do decantador será conduzido por canalização própria ao tanque de decantação de lodo dos decantadores. O adensamento neste tanque será por gravidade de SST, que ao sofrerem redução de velocidade serão decantados na parte inferior do tanque onde existirá uma calha longitudinal de coleta. O lodo decantado será bombeado para o processo de separação Líquido-Lodo, onde finalmente o lodo será removido para estocagem e posterior descarte adequado.

Obs.: Alguns dados como velocidade de sedimentação da água de lavagem dos filtros, consumo diário de sulfato de alumínio, foram estimados.

Na elaboração do Estudo Técnico-Econômico do projeto foram consideradas algumas tecnologias existentes para esta função, ou seja, desaguar e reduzir o teor de umidade no lodo de decantador de modo que o mesmo possa ser manuseado e ser encaminhado a um destino final.



PREFEITURA MUNICIPAL  
Vargem Grande do Sul - SP  
"A Pérola da Mantiqueira"

## Avaliação dos Volumes de Lodo Produzidos – Dimensionamento do Sistema

### Tipos de Resíduos no Processo

O tratamento de água gera resíduos que são constituídos basicamente de partículas de solo, matéria orgânica, substâncias geradas pelos compostos químicos e água. Estes estão caracterizados pela NBR10004 da ABNT. O resíduo gerado pelo decantador e lavagem de filtros é um líquido não-Newtoniano, gelatinoso, com fração sólida inorgânica, colóides coloridos. Nos processos convencionais entre 60 a 95% do lodo gerado é acumulado nos decantadores. O restante fica retido nos filtros. O teor de sólidos é em média de 0,2 a 1,5% nos volumes de lavagens dos filtros e 2% no lodo dos decantadores. O teor de sólidos suspensos totais (SST) nos decantadores varia entre valores de 1 a 40 g/l. Entre estes resíduos de 20 a 30% são compostos voláteis. No período de repouso dos lodos desidratados, mesmo que parcialmente, esta redução de volume fica aparente.

Características típicas do lodo de sulfato de alumínio.						
Sólidos Totais (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .5,5H <sub>2</sub> O (%)	Mat.Inorgânicos (%)	M.O (%)	pH	DBO (mg/l)	DQO(mg/l)
0,1 – 4	15 – 40	35 – 70	15-25	6 – 8	30 – 300	30 - 5000

Destes dados podemos avaliar que lodos de sulfato de alumínio possuem baixa compactabilidade (grande volume e baixo teor de sólidos).



Variações típicas do lodo de sulfato de alumínio frente turbidez da Água Bruta			
Turb. Abruta (NTU)	Dos.Sulfato(mg/l)	pH de coagulação	Conc. SS(%)
0,1 – 4	15 – 40	3,5 – 7,0	15-25
40	15	6,3	5,5
16	42	6,8	2,2
7	75	7,1	1
7	75	8,1	0,5

Segundo a AWWA (1999), em ETA de ciclo completo, a vazão de descarga de resíduos oriundos de um decantador oscila entre 0,1 e 3,0 % da vazão de água clarificada nessa unidade, com concentração de SST geralmente compreendida entre 1 e 20 g/L, podendo chegar até 30 g/L, enquanto o volume de água de lavagem dos filtros pode variar entre 1 e 5% do volume tratado diariamente com concentração de SST, geralmente, compreendida entre 200 e 600 mg/L

#### Dados da ETA

- Vazão média:.....180 l/s
- Vazão máxima:.....200 l/s
- Frequência de descarte de lodo:.....48 em 48h
- Volume lodo gerado em 30 dias:.....120m<sup>3</sup> /mês
- Volume descartado por operação no decantador: .....54m<sup>3</sup> /módulo
- Volume de água de lavagem filtros: .....25m<sup>3</sup> /filtro
- Período de carreira dos filtros:.....24 a 48h
- Período de carreira do decantador:.....48h
- % de sólidos de entrada (teórico):.....2%

#### Estimativa de Produção Diária de Lodo

Uma vez que a ETA não dispõe do dado prático que identifique a concentração de lodo do processo de tratamento de água, assim como seu consumo diário dosado,



adotou-se os dados técnicos, conforme apresenta o autor Eng. Carlos Richter (Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água - Ed. Blucher), onde é informado que as concentrações usuais encontradas no lodo formado quando o floculante é o sulfato de alumínio variam de 0,1 a 4% em sólidos totais.

Dessa forma foi considerado para efeito de cálculo um valor médio, que servirá tanto para momentos em que a água bruta (AB) da represa apresente baixo valor de turvação (casos de estiagem) e altos para dias chuvosos. Assim adotou-se o valor de 2%, ou seja 20g/l para os lodos decantados na forma que saem do decantador.

A fórmula indicada para tanto considera valores de turvação e cor da AB (Richter 2001), onde:

S = massa de sólidos secos precipitados em quilogramas por metro cúbico de água tratada;

C = cor da AB (30mg/Pt-Co);

T = turbidez da AB (20 NTU);

D = dosagem do coagulante em mg/l (25mg/l);

K1 = 1,3 (coeficiente para AB com turbidez menores que 100 NTU); K2 = 0,26 (coeficiente para sulfato de alumínio).

Assim,

$$S = \frac{(0,2 \times C + K_1 \times T + K_2 \times D)}{1.000} = \frac{(0,2 \times 30 + 1,3 \times 20 + 0,26 \times 25)}{1.000}$$

1.000

$$S = 0,0385 \text{ Kg/m}^3$$

Cálculo da produção diária:

Considerando-se a vazão diária de: 17.280 m<sup>3</sup>/dia, tem-se:

$$S_{dia} = 0,0385 \text{ kg/m}^3 \times 17.280 \text{ m}^3/\text{dia} =$$



PREFEITURA MUNICIPAL  
Vargem Grande do Sul - SP  
"A Pérola da Mantiqueira"

**S<sub>dia</sub> = 665 Kg/dia**

Supondo-se uma situação crítica em períodos eventuais de enxurradas:

C = cor da AB (40mg/Pt-Co)

T = turbidez da AB (50 NTU)

D = dosagem do coagulante em mg/l (50mg/l)

$$S = \frac{(0,2 \times C + K_1 \times T + K_2 \times D)}{1.000} = \frac{(0,2 \times 40 + 1,3 \times 50 + 0,26 \times 50)}{1.000}$$

$$S = 0,086 \text{ Kg/m}^3$$

Cálculo da produção diária:

Considerando-se a vazão diária de: 17.280 m<sup>3</sup>/dia, teremos

$$S_{dia} = 0,086 \text{ kg/m}^3 \times 17.280 \text{ m}^3/\text{dia} =$$

**S<sub>dia</sub> = 1.486 Kg/dia**

**Estimativa do Volume produzido por dia**

Considerando-se que a densidade média dos lodos de decantadores é 1.200 a 1.500 Kg/m<sup>3</sup>, segundo Richter, e usando um valor médio, ainda, adotando a concentração dos lodos sedimentados como 10 KgSS/m<sup>3</sup>, tem-se:



Para dias com turvação baixa:

$$VL = 665 \text{ kg/dia} / 10 \text{ KgSS/m}^3 = 66,5 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Para dias com turvação alta:

$$VL = 1.486 \text{ kg/dia} / 10 \text{ KgSS/m}^3 = 148,6 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Para simples verificação dos valores obtidos confrontaremos com outro método de cálculo:

Adotando-se a Expressão:

$$Ts = [ D \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 0,26 ] + (\text{Turbidez da água bruta} \times 1,5) ]$$

Onde: - D é a dosagem de sulfato de alumínio em mg/L (25g/m<sup>3</sup>)

- Turbidez da água bruta em uT (20NTU)
- Ts é a produção de sólidos (g SST/m<sup>3</sup> de água tratada)
- SST concentração de sólidos totais suspensos
- AT água tratada

$$\begin{aligned} \text{Temos: } Ts &= [ 25 \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 0,26 ] + (\text{Turbidez da água} \\ &\text{bruta} \times 1,5) ] = [ 6,5\text{g/m}^3 + 30\text{NTU} ] \end{aligned}$$

$$Ts = [36,5 \text{ g SST/m}^3 \text{ AT} \times 17.280\text{m}^3/\text{dia}] / 1000 = 630,7 \text{ Kg/dia}$$

Este valor obtido está consistente entre as duas formas de cálculo, pois:

$$630,7 \text{ Kg/dia} \sim 665 \text{ Kg/dia}$$

Considerações sobre o reuso das Águas de Lavagem dos filtros:



PREFEITURA MUNICIPAL  
Vargem Grande do Sul - SP  
"A Pérola da Mantiqueira"

Uma concentração de lodo oriundo das lavagens dos filtros irá decantar dentro do tanque deste tipo de resíduo e após um tempo será destinado ao tanque de lodos do decantador. Para efeito de cálculo consideraremos que esta massa de lodo será incorporada aos lodos do decantador uma vez que são conduzidas ao circuito de lodos do decantador. O volume de água do Tanque de Adensamento de Lodo da Lavagem dos Filtros, sua maior parte, irá ser conduzido ao início do processo.

### **Adição de Polieletrólito**

A adição de um polieletrólito catiônico tem a função de atuar como um auxiliar de coagulação do precipitado formado, de decantação e de compactação de lodo. O Polieletrólito Catiônico permite a separação de vários particulados presentes nos lodos, proporcionando uma excelente qualidade de separação do material em suspensão da fase líquida aumentando a taxa de sedimentação, o que permite aumentar a capacidade de produção da ETA ou ETE e redução de custos de operação.

O produto será dissolvido em um tanque de dosagem com agitação obtida por meio de um agitador mecânico.

A escolha do polímero será função das facilidades de aquisição e logística. Os fabricantes sugeridos a seguir possuem o polímero indicado para este caso. São os fabricantes recomendados: Kemira, Solenis- Ashland, BASF e Axchem. Ressalta-se que a operação do sistema ou proprietário das obras poderá adquirir qualquer produto equivalente de outras marcas, contanto que atenda ao fim desejado.

O Sistema de Preparo e Dosagem de Polímero está dimensionado para atender 78,8 m<sup>3</sup>/dia a 2,8% de sólidos, em 24 horas temos 92 kg/h de massa seca. Neste sistema a dosagem é contínua dispensando grande volume de tanque de armazenamento do polímero.

Estimando um consumo de 8 kg de polímero/ton de massa seca e concentração de solução de polímero de 0,2%, resultamos em um volume de 370 l/h de polímero.



Sendo assim, é necessário um equipamento de no mínimo 500 l/h para preparo e dosagem, tanto em pó quanto emulsão.

Tendo como princípio que o sistema que opera com emulsão possui menor custo devido a não necessidade de agitação para dissolver o produto granulado, tem-se:

- A solução pode ser preparada de 0,1% a 2%
- Equipado com chave de nível de 03 pontos: segurança, intermediário e máximo
- Projetado para dosar uma solução concentrada a 50% de substância ativa
- Permite drenagem total
- Misturador estático
- Agitador tipo pitched blade
- Reservatórios de maturação em polipropileno

Principais características técnicas:

- Vazão máxima..... : 500 litros/hora

Descrição técnica:

Sistema de diluição da emulsão e armazenagem de polímero, composto de dois tanques sobrepostos, sendo o tanque superior para a diluição e maturação da emulsão e tanque inferior para armazenagem da mistura.

Tanque superior de diluição e maturação da emulsão

Tanque em formato cilíndrico com estrutura de sustentação, instalado acima do tanque de armazenagem, com agitador.

Bomba de alimentação de polímero concentrado

Bomba tipo helicoidal comandada por inversor de frequência.

Função: Alimentação de polímero concentrado da bombona ao tanque de preparo. Vazão: 2,9 a 30 l/h

Apesar de o manancial de captação de água bruta ser preservado e com baixa concentração de sólidos e possível alta concentração de substâncias coloidais





dissolvidas, será necessário realizar testes de desague no C-Press no início dos trabalhos com vistas a ajustar a dosagem de polieletrólito.

O próprio fabricante do equipamento deverá dar suporte técnico de desempenho de seu equipamento.

Os testes de dosagem consistirão em variar o volume de polímero dosado (cálculo abaixo 370 l/h) e realizar determinação de turbidez no filtrado. A dosagem que gerar menor turbidez e maior vazão de filtração será escolhida para o processo.

### **FILROS PRENSA, CENTRÍFUGAS E PRENSA PARAFUSO**

Seguem a baixo as considerações sobre os equipamentos:

- **Filtro Prensa**

Modelo 1000 x 1000 mm com 60 câmaras: **R\$ 400.000,00**

Operação: 10h/dia – batelada

***Necessidade de operador: grande (operação automática CLP, mas necessidade de controle das bateladas)***

Manutenção: ***lonas (aprox. 6 meses troca – depende do material)***

Bomba de alimentação: helicoidal (com inversor de frequência)

Condicionamento: ***com cal hidratada***

Teor de sólidos estimado: 30-35%

- **Centrífuga Decanter**

Modelo D3LL C30 BHP: **R\$ 400.000,00**

Operação: 10h/dia – contínuo

Motor principal: **30 kW**

Motor secundário (gerador): **7,5 kW**

Necessidade de operador: baixa (operação automática CLP)

Manutenção: preventiva (3000 a 3000h operação)



Bomba de alimentação: helicoidal (com inversor de frequência)

Condicionamento: com polímero

Teor de sólidos estimado: 20-25% (de acordo com turbidez água bruta)

- **C-Press**

Modelo S-7035: **R\$ 500.000,00**

Operação: 10h/dia – contínuo

Motor principal: **2,2 kW**

Motor tanque de reação: **0,75 kW**

Necessidade de operador: baixa (operação automática CLP)

Manutenção: anel raspador (anual)

Bomba de alimentação: helicoidal (com inversor de frequência)

Condicionamento: com polímero

Teor de sólidos estimado: 25-30% (de acordo com turbidez água bruta)

Conclusão: As três tecnologias são capazes de fazer o desague desejado. Os fatos significativos na tomada de decisão estão em **negrito** nas especificações relatadas acima. Levando em conta tecnicamente a operacionalidade (necessidade de mão de obra), simplicidade, custo energético, uma vez que os percentuais de sólidos são próximos. O ponto que deve ser considerado nas centrífugas é sua alta dependência e consumo de energia elétrica, embora possua um custo menor, mas sua operação torna-se mais elevada por suas exigências.

Diante do apresentado sugere-se adotar o equipamento Prensa Parafuso Desaguadora, por apresentar uma demanda técnica razoavelmente mais baixa que os demais.

Apresenta-se a seguir , Prensa Parafuso Desaguadora.

A pesquisa dos equipamentos ofertados pelo fabricante indicou que, para o projeto em questão, o equipamento que apresentará melhor resultado será o C-Press (Prensa Parafuso Desaguadora).



Para as condições do projeto (81,76 m³/dia, concentração de sólidos de 2% e operação de 10 horas por dia), foi indicado o equipamento C-Press tamanho 121.

Segue Anexo o catálogo e desenho do mesmo. No desenho tem as dimensões que o equipamento ocupa. Além destas dimensões, precisamos de, pelo menos, a mesma largura do equipamento na sua lateral (1,5 m, para manutenção).

O valor deste equipamento com painel de controle, bomba de alimentação de lodo, painel de controle e planta de polímero com bombas e controle, será, segundo o fornecedor, em torno de 110.000,00 EUR (R\$ 655.600,00), sem considerar custos com transporte e importação. Só o sistema de polímero (que está incluso no valor anterior) gira em torno de 12.500,00 EUR (R\$ 74.500,00).

#### Conclusão:

Assim, optou-se o desenvolvimento do projeto com o equipamento tipo Compressor Contínuo de Lodo, onde ressalta-se que pode ser utilizado qualquer outro equipamento equivalente como a Prensa Parafuso Desaguadora, portanto que o mesmo tenha sido aprovado pelo proprietário das obras ou por seu representante legal.

Vargem Grande do Sul, 07 de abril 2026.

**Eng.º Marcelo Villela**  
Engenheiro Civil, Responsável Técnico  
CREA-SP nº 0682235754/D