



MUNICÍPIO DE ÁGUA DO NORTE - SEDE

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

PROJETO BÁSICO – UNIDADE DE
TRATAMENTO DE RESÍDUOS - UTR

MEMORIAL DESCRITIVO
E DE CÁLCULOS

C-013-000-00-5-MD-0001

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	TRABALHO PROPOSTO	4
3	DIAGNÓSTICO DA ESTAÇÃO DE TRAMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE	5
4	PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO	7
4.1	ALCANCE DE PROJETO	7
4.2	PROJEÇÃO POPULACIONAL	7
4.3	PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO DO SAA.....	8
4.4	VAZÕES DE PROJETO	8
4.5	QUADRO DE EVOLUÇÃO POPULACIONAL E DE DEMANDA HÍDRICA.....	8
5	UNIDADE DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS	10
5.1	RESÍDUOS DO TRATAMENTO	10
5.2	TAXAS E PARÂMETROS PARA DIMENSIONAMENTO DA UTR	11
5.2.1	Generalidades	11
5.2.2	Elevatória de lodo (1ª etapa)	11
5.2.3	Tanque adensador (2ª etapa).....	11
5.2.4	Leitos de Secagem.....	13
6	ANEXOS	18
7	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

Durante o processo de tratamento de água são gerados resíduos provenientes principalmente das unidades de floculação, decantação/flotação e filtros. Ressalta-se que o maior volume de resíduo gerado é proveniente da lavagem dos filtros, enquanto a maior massa é gerada nos decantadores/flotadores.

Atualmente, a nível nacional é uma prática da maioria das estações de tratamento de água – ETA's, o lançamento desses resíduos *in natura* no manancial. Di Bernardo (et al, 2012) relata que segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo IBGE em 2008, o Brasil possuía 5.564 municípios, sendo que 37,7% (2098) geravam lodo nas ETA's e deste total cerca de 67,4% (1415) dispunham os resíduos em rios, usualmente sem qualquer tipo de tratamento.

A disposição final de resíduos de ETA nos corpos d'água pode causar aumento da concentração de metais tóxicos no sedimento; limitação da luminosidade do meio líquido devido ao aumento da concentração de sólidos em suspensão totais, que podem limitar totalmente o uso do manancial para dessedentação animal e consumo humano; além da presença de organismos patogênicos e compostos orgânicos nos resíduos gerados (DI BERNARDO et al, 2012).

Dessa forma, fica evidente a necessidade de implantação da Unidade de Tratamento de Resíduos – UTR com a finalidade de promover o desaguamento do lodo e assim realizar o manejo adequado dos resíduos gerados pelas ETA's. Por conseguinte, este tratamento adequado dos resíduos proporcionará qualidade e sustentabilidade dos recursos hídricos.

Diante disso, o governo do estado do Espírito Santo, por meio do Decreto nº 3212- R estabeleceu as diretrizes para a regularização e o controle ambiental das atividades de saneamento. O Decreto estabeleceu que as ETA's deveriam requerer a Licença Ambiental de Regularização de Saneamento – LARS, por meio do Plano de Ação de Regularização da Atividade de Saneamento – PARAS. No PARAS foram estabelecidos compromissos ambientais, para as ETA's de modo geral, ficou estabelecido o compromisso de implantação da UTR, juntamente com as ações foi enviado o cronograma. A LARS da ETA Águia Branca é a de nº 10/2016, nela está estabelecido como condicionante, o envio de cronograma de implantação da UTR até setembro de 2017.

2 TRABALHO PROPOSTO

Diante do exposto, o presente trabalho constitui no projeto de implantação da Unidade de Tratamento de Resíduos – UTR da Estação de Tratamento de Água - ETA do município de Água Doce do Norte – ES. A base para a elaboração deste projeto foi o Projeto Básico elaborado pela empresa ESCOAR Engenharia, adaptado à utilização das unidades de tratamento da ETA existente. Posteriormente será realizada ampliação da ETA e complementação da UTR.

3 DIAGNÓSTICO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE

A estação de tratamento de água - ETA do município de Água Doce do Norte não possui Unidade de Tratamento de Resíduos – UTR e atualmente, lança os resíduos gerados, *in natura* no ribeirão Bom Jesus do Norte. A ETA é do tipo não convencional, a etapa do tratamento correspondente à sedimentação foi substituída pela flotação. A operação da ETA foi iniciada em 1983 para tratar 6,40 L/s. Atualmente trata em média 9,0 L/s, com jornada operacional de 24 horas por dia.

A área pertencente a ETA possui espaço suficiente para instalação da Unidade de Tratamento de Resíduos – UTR e ampliações posteriores, mas seu perímetro precisa de nova cerca para evitar o acesso de animais e indivíduos não autorizados. A estrada de acesso também necessita de melhorias inclusive pavimentação.

A área para instalação da UTR fica em cota acima da descarga dos resíduos da ETA, que são principalmente provenientes das unidades de floculação, flotação e filtros. Diante disso, será necessária a instalação de elevatória de lodo para bombeamento dos resíduos até a UTR.

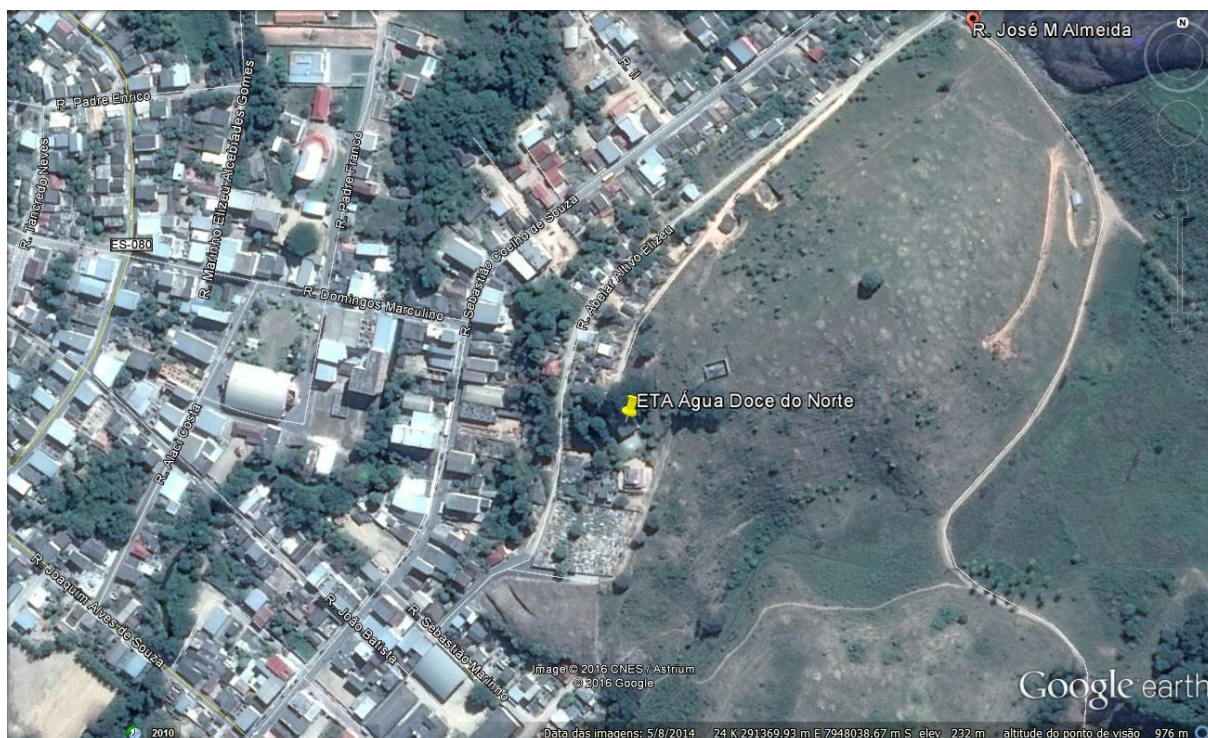


Figura 01 – Imagem aérea da ETA de Água Doce do Norte



Figura 2 – Edificação da ETA e área gramada onde será instalada a UTR



Figura 3 – Área gramada onde será instalada a UTR

4 PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO

4.1 ALCANCE DE PROJETO

O projeto de ampliação e melhorias do sistema de abastecimento de água de Água Doce do Norte será desenvolvido para um horizonte de projeto de 30 anos. Foram considerados como início e fim de plano os anos de 2.013 e 2.043 respectivamente.

4.2 PROJEÇÃO POPULACIONAL

Apresenta-se a seguir o estudo de projeção populacional admitido na elaboração deste trabalho, que utiliza o modelo geométrico de projeção populacional descrito a seguir:

$$Y(T) = Y_0(1+i)^{T-T_0}, \text{ onde:}$$

$Y(T)$ – Estimativa da população no ano T

Y_0 – População urbana (3.243 habitantes segundo dados da CESAN Dez/2012)

i – Taxa de crescimento populacional: Adotou-se uma taxa de crescimento de 1,74% ao ano, conforme recomendado pela Cesan.

T – Ano de fim de plano (2.043)

T_0 – Ano (2.013)

A partir destas informações elaborou-se o quadro de projeção populacional apresentado a seguir:

Tabela 1. Projeção Populacional

Ano	População urbana	Ano	População urbana	Ano	População urbana
2013	3.299	2024	3.987	2035	4.820
2014	3.356	2025	4.056	2036	4.904
2015	3.414	2026	4.127	2037	4.989
2016	3.473	2027	4.199	2038	5.076
2017	3.533	2028	4.272	2039	5.164
2018	3.594	2029	4.346	2040	5.254
2019	3.657	2030	4.422	2041	5.345
2020	3.721	2031	4.499	2042	5.438
2021	3.786	2032	4.577	2043	5.533
2022	3.852	2033	4.657	2044	5.629
2023	3.919	2034	4.738	2045	5.727

4.3 PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO DO SAA

- População de projeto P = 5.533 habitantes
- Alcance do projeto ano 2.043
- Consumo “per capita” de água..... q = 200 L/hab/dia*
- Coeficiente do dia de maior consumo K₁ = 1,2
- Coeficiente da hora de maior consumo..... K₂ = 1,5

* O consumo “per capita” foi estimado em função do consumo “per capita” médio macro medido, que, de acordo com as Informações Operacionais dos Sistemas do Interior da Divisão Noroeste da Cesan, já contempla as perdas na rede de distribuição.

4.4 VAZÕES DE PROJETO

Vazão média (Q_{méd})

$$Q_{\text{méd}} = \frac{P \times q}{86.400} = \frac{5.533 \times 200}{86.400} = 12,81 \text{ L/s}$$

Vazão máxima diária (Q_{máx-d})

$$Q_{\text{máx-d}} = K_1 \times Q_{\text{méd}} = 1,20 \times 12,81 = 15,37 \text{ L/s}$$

Vazão máxima horária (Q_{máx-h})

$$Q_{\text{máx-h}} = K_1 \times K_2 \times Q_{\text{méd}} = 1,20 \times 1,50 \times 12,81 = 23,05 \text{ L/s}$$

Vazão de produção (Q_P)

Admite-se uma perda no tratamento da ordem de 4%, e que a ETA funcione no máximo 18 horas por dia em final de plano, logo a vazão de produção será:

$$Q_P = \frac{Q_{\text{máx-d}}}{(100 - 0,04)} \times \frac{24}{18} = \frac{15,37}{(100 - 0,04)} \times \frac{24}{18} = 21,35 \text{ L/s}$$

4.5 QUADRO DE EVOLUÇÃO POPULACIONAL E DE DEMANDA HÍDRICA

Apresenta-se a seguir o quadro de projeção populacional e evolução da demanda hídrica.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ES														
EVOLUÇÃO DA DEMANDA														
Ano	População Total (hab)	População Atendida		Consumo per capita (L/hab.dia)	K1	K2	Perdas no Tratamento (%)	Demanda Total (L/s)			Vazão de Produção (L/s)	Horas Trabalhadas		Volume de Reservação (m³)
		(%)	(hab)					Média	Máxima Diária	Máxima Horária		Média (h)	Máxima (h)	
2013	3.299	100	3.299	200	1,2	1,5	4,0	7,64	9,16	13,75	21,35	8,59	10,30	263,92
2014	3.356	100	3.356	200	1,2	1,5	4,0	7,77	9,32	13,98	21,35	8,73	10,48	268,48
2015	3.414	100	3.414	200	1,2	1,5	4,0	7,90	9,48	14,23	21,35	8,89	10,66	273,12
2016	3.473	100	3.473	200	1,2	1,5	4,0	8,04	9,65	14,47	21,35	9,04	10,85	277,84
2017	3.533	100	3.533	200	1,2	1,5	4,0	8,18	9,81	14,72	21,35	9,19	11,03	282,64
2018	3.594	100	3.594	200	1,2	1,5	4,0	8,32	9,98	14,98	21,35	9,35	11,22	287,52
2019	3.657	100	3.657	200	1,2	1,5	4,0	8,47	10,16	15,24	21,35	9,52	11,42	292,56
2020	3.721	100	3.721	200	1,2	1,5	4,0	8,61	10,34	15,50	21,35	9,68	11,62	297,68
2021	3.786	100	3.786	200	1,2	1,5	4,0	8,76	10,52	15,78	21,35	9,85	11,82	302,88
2022	3.852	100	3.852	200	1,2	1,5	4,0	8,92	10,70	16,05	21,35	10,03	12,03	308,16
2023	3.919	100	3.919	200	1,2	1,5	4,0	9,07	10,89	16,33	21,35	10,20	12,24	313,52
2024	3.987	100	3.987	200	1,2	1,5	4,0	9,23	11,08	16,61	21,35	10,38	12,45	318,96
2025	4.056	100	4.056	200	1,2	1,5	4,0	9,39	11,27	16,90	21,35	10,56	12,67	324,48
2026	4.127	100	4.127	200	1,2	1,5	4,0	9,55	11,46	17,20	21,35	10,74	12,89	330,16
2027	4.199	100	4.199	200	1,2	1,5	4,0	9,72	11,66	17,50	21,35	10,93	13,11	335,92
2028	4.272	100	4.272	200	1,2	1,5	4,0	9,89	11,87	17,80	21,35	11,12	13,34	341,76
2029	4.346	100	4.346	200	1,2	1,5	4,0	10,06	12,07	18,11	21,35	11,31	13,57	347,68
2030	4.422	100	4.422	200	1,2	1,5	4,0	10,24	12,28	18,43	21,35	11,51	13,81	353,76
2031	4.499	100	4.499	200	1,2	1,5	4,0	10,41	12,50	18,75	21,35	11,71	14,05	359,92
2032	4.577	100	4.577	200	1,2	1,5	4,0	10,59	12,71	19,07	21,35	11,91	14,29	366,16
2033	4.657	100	4.657	200	1,2	1,5	4,0	10,78	12,94	19,40	21,35	12,12	14,54	372,56
2034	4.738	100	4.738	200	1,2	1,5	4,0	10,97	13,16	19,74	21,35	12,33	14,80	379,04
2035	4.820	100	4.820	200	1,2	1,5	4,0	11,16	13,39	20,08	21,35	12,54	15,05	385,60
2036	4.904	100	4.904	200	1,2	1,5	4,0	11,35	13,62	20,43	21,35	12,76	15,32	392,32
2037	4.989	100	4.989	200	1,2	1,5	4,0	11,55	13,86	20,79	21,35	12,98	15,58	399,12
2038	5.076	100	5.076	200	1,2	1,5	4,0	11,75	14,10	21,15	21,35	13,21	15,85	406,08
2039	5.164	100	5.164	200	1,2	1,5	4,0	11,95	14,34	21,52	21,35	13,44	16,13	413,12
2040	5.254	100	5.254	200	1,2	1,5	4,0	12,16	14,59	21,89	21,35	13,67	16,41	420,32
2041	5.345	100	5.345	200	1,2	1,5	4,0	12,37	14,85	22,27	21,35	13,91	16,69	427,60
2042	5.438	100	5.438	200	1,2	1,5	4,0	12,59	15,11	22,66	21,35	14,15	16,98	435,04
2043	5.533	100	5.533	200	1,2	1,5	4,0	12,81	15,37	23,05	21,35	14,40	17,28	442,64

5 UNIDADE DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS

O projeto da unidade de tratamento de resíduos utilizou o pré-dimensionamento do projeto original da ESCOAR Engenharia, que serão aproveitados quando realizada a ampliação do sistema. Independente de considerar um tratamento completo no dimensionamento, os cálculos foram aproveitados visto os volumes a serem aproveitados quando da ampliação do sistema.

Nesta etapa serão executados 02 leitos de secagem, sendo 01 leito de secagem, o tanque de equalização e o adensador previstos em segunda etapa, após ampliação do sistema de tratamento de água, ou seja, em primeira etapa todos os efluentes serão encaminhados direto para o leito de secagem. Em segunda etapa, os resíduos irão para o adensador previamente ao leito de secagem e o clarificado das unidades de desaguamento serão encaminhados ao tanque de equalização para recirculação até o início da ETA. Além disso, para a presente etapa está contemplada também, a instalação de elevatória de lodo, que se faz necessária para transportar o lodo até os leitos de secagem, devido à topografia do local.

5.1 RESÍDUOS DO TRATAMENTO

Os resíduos gerados na ETA são basicamente as águas residuárias da lavagem dos filtros e o lodo gerado no processo de flotação. Estes terão o mesmo destino, em primeira etapa serão encaminhados para os leitos de secagem. Em segunda etapa, terão destinos distintos, onde a água da lavagem dos filtros será encaminhada a um tanque adensador para proporcionar um adensamento do efluente, uma vez que, a água de lavagem dos filtros possui uma concentração média de lodo em torno 0,01%, de acordo com a literatura. O lodo dos flotadores, em segunda etapa, também será destinado ao tanque de adensamento de lodo, visando reduzir o volume de lodo, antes de encaminhado ao leito de secagem. Nestes tanques, o lodo acumulado, após a sedimentação se apresentará em duas fases, líquida e concentrada. A parcela líquida sobrenadante deverá ser encaminhada ao tanque de equalização para se juntar ao efluente das lavagens dos filtros, enquanto o lodo sedimentado deve ser encaminhado ao leito de secagem por meio de escoamento com carga hidráulica.

5.2 TAXAS E PARÂMETROS PARA DIMENSIONAMENTO DA UTR

5.2.1 Generalidades

Os componentes da Unidade de Tratamento de Resíduos da ETA são: tanque adensador, tanque equalizador e leitos de secagem. O dimensionamento destas subunidades é demonstrado a seguir.

5.2.2 Elevatória de lodo (1ª etapa)

Para que o lodo seja transportado até a caixa de distribuição para os leitos de secagem, deverá ser instalada elevatória de lodo.

Informações para dimensionamento:

- Bomba submersível KSB 65-125;
- Vazão: 55m³/h
- Altura manométrica (Hman): 5 mca
- Potência: 3CV

5.2.3 Tanque adensador (2ª etapa)

5.2.3.1 Lodo do flotador

O fabricante de referência do módulo de tratamento da estação de 20L/s, informa o volume necessário para o tanque de adensamento para o recebimento do descarte do flotador.

Volume de água de lavagem = 12 m³ + 1 descarga de 5,2 m³ do flotador, totalizando 17,2 m³ do tanque de regularização/adensamento de lodo. A descarga no flotador será diária quando a turbidez da água bruta for muito alta.

Será proposto um tanque adensador com volume de 20m³ como sendo este o de valor comercial imediatamente superior ao volume demandado de 17,2 m³.

Em condições normais de turbidez da água bruta do manancial, o descarte do flotador pode ser considerado mensal.

5.2.3.2 Clarificação da descarga dos Filtros

A clarificação da água de lavagem dos filtros, será feita na coluna de

sedimentação do tanque adensador, antes da chegada no tanque equalizador.

A verificação hidráulica do tanque adensador para a clarificação da água de lavagem do filtro será proposta para a situação crítica da vazão máxima de descarte, que é de 23,1L/s.

O tanque adensador possui forma cilíndrica horizontal de diâmetro $D=2,5\text{m}$ e comprimento de $H=3,9\text{m}$.

Com estes parâmetros o volume calculado do adensador equivale a $V=17,5\text{m}^3$. A vazão máxima de lavagem do filtro afluente ao adensador corresponde à vazão máxima de descarte do filtro, a saber: $Q=23,1\text{L/s}$.

A razão entre o volume ($V=17,5\text{m}^3$) e a vazão ($Q=0,0231\text{m}^3/\text{s}$), resulta em um tempo de detenção hidráulica de $TDH=758\text{s}$.

$$TDH = \frac{V}{Q} = \frac{17,5\text{m}^3}{0,0231\text{m}^3/\text{s}} = 758\text{s}$$

Considera-se a velocidade de sedimentação de um floco clarificado de equivalente a $V_s=50\text{cm/min}$. O tempo de sedimentação “ t_s ” do floco clarificado equivale ao quociente entre a altura do adensador ($H=2,5\text{m}$) pela velocidade de sedimentação ($V_s=50\text{cm/min}$).

$$t_s = \frac{H}{V_s} = \frac{250\text{cm}}{50\text{cm/min}} = 5\text{min} = 300\text{s}$$

A clarificação da Água de Lavagem dos filtros ocorre quando o tempo de sedimentação do floco da clarificação é inferior ao tempo de detenção hidráulica, e esta condição é atendida pelos cálculos ($300\text{s} < 758\text{s}$).

5.2.3.3 Prescrições técnicas do Tanque Adensador

A unidade consiste em um tanque cilíndrico em PRFV horizontal, capacidade de $17,5\text{ m}^3$, $\varnothing 2500\text{ mm}$ e comprimento total de 3900 mm ; alimentado por meio dos resíduos gerados nos flotores e água de lavagem dos filtros. O tanque é fabricado em resina poliéster reforçado com fibra de vidro, atendendo às especificações da ABNT e NBS-PS. A superfície interna é constituída por uma camada com espessura mínima de $0,25\text{ mm}$, reforçado com véu de fios de vidro, rica em resina isoftálica com neo-pentil-glicol, não contendo mais que 10% em peso de material de reforço. As condições usadas nesta superfície são para formar uma barreira química. As camadas estruturais compõem-se de fio roving

com resina poliéster de grau comercial isenta de cargas, cujo conteúdo de vidro é de 30% em peso, totalizando uma espessura compatível com as condições operacionais. A superfície externa constituída de gel-coat, será relativamente lisa, sem nenhuma fibra solta ou qualquer projeção aguda, com bastante resina isoftálica com neo-pentil-glicol para evitar que fibras fiquem expostas.

Esta resina contém substâncias químicas que protegem o equipamento dos raios ultra-violetas. Apoiado sobre pés em estrutura de PRFV. Fabricado de acordo com as normas ASTM-D3299, ASTM-D2563 e projeto técnico e construtivo.

5.2.4 Leitos de Secagem

Para o dimensionamento dos leitos de secagem, considerar-se-á a produção de sólidos provenientes do descarte do lodo dado pela equação de Ritcher (2001):

$$P = 0,2 \cdot C + 1,3 T + k \cdot D$$

Onde:

P= Estimativa da produção de sólidos (g de matéria seca/ m³ água tratada);

C = cor da água bruta (uH);

T= turbidez da água bruta (uT);

k= relação estequiométrica na formação do precipitado de hidróxido de sódio;

D = dosagem do coagulante (mg/L).

Os parâmetros de Cor e Turbidez de referência foram obtidos com base em correspondência emitida pela CESAN em qui 29/01/2015 16:15, onde consta um monitoramento de qualidade da água bruta de um manancial com características semelhantes ao manancial pretendido para este projeto.

ETA CONCEIÇÃO DA BARRA ÁGUA BRUTA - RIO CRICARÉ						
Mês/ano	Turbidez Máxima (NTU)	Turbidez Média (NTU)	Turbidez Mínima (NTU)	Cor Máxima (uH)	Cor Média (uH)	Cor Mínima (uH)
jan/10	188,00	66,00	21,00	528,00	225,00	94,00
fev/10	48,00	28,00	15,00	133,00	75,00	40,00
mar/10	248,00	90,00	29,00	630,00	260,00	69,00
abr/10	208,00	86,00	22,00	631,00	258,00	80,00
mai/10	306,00	63,00	16,00	868,00	157,00	58,00

jun/10	680,00	20,00	10,00	7.600,00	84,00	30,00
jul/10	41,00	16,00	10,00	83,00	36,00	22,00
ago/10	23,00	12,00	7,00	48,00	29,00	19,00
set/10	26,00	13,00	7,00	48,00	30,00	18,00
out/10	63,00	14,00	8,00	102,00	33,00	21,00
nov/10	518,00	102,00	12,00	933,00	283,00	28,00
dez/10	240,00	85,00	19,00	640,00	254,00	60,00
jan/11	269,00	79,00	23,00	665,00	231,00	78,00
fev/11	562,00	37,20	16,00	720,00	78,40	35,00
mar/11	530,00	115,00	27,00	1.050,00	312,00	100,00
abr/11	119,00	45,00	17,00	373,00	152,00	71,00
mai/11	46,00	22,00	7,00	124,00	70,00	43,00
jun/11	28,00	13,00	8,00	72,00	45,00	34,00
jul/11	33,00	9,80	6,30	88,00	41,00	26,00
ago/11	18,00	8,50	5,40	62,00	35,00	25,00
set/11	16,00	6,00	4,00	51,00	28,00	20,00
out/11	131,00	22,00	5,00	546,00	87,00	23,00
nov/11	217,00	57,00	7,00	571,00	201,00	31,00
dez/11	617,00	69,00	29,00	1.509,00	278,00	108,00
jan/12	212,00	91,00	21,00	776,00	337,00	90,00
fev/12	239,00	47,00	21,00	652,00	161,00	76,00
mar/12	55,00	33,00	21,00	108,00	75,00	59,00
abr/12	35,00	20,00	9,00	78,00	55,00	30,00
mai/12	29,00	13,60	6,00	65,00	38,00	23,00
jun/12	16,00	10,00	7,30	42,00	30,00	23,00
jul/12	35,00	9,30	6,00	67,00	29,00	21,00
ago/12	107,00	23,00	21,30	243,00	74,00	20,00
set/12	107,00	23,00	5,00	243,00	74,00	20,00
out/12	44,00	10,70	6,00	84,00	33,00	21,00
nov/12	247,00	86,00	7,00	806,00	273,00	24,00
dez/12	152,00	59,00	21,00	528,00	199,00	63,00
jan/13	426,00	91,20	18,00	1.100,00	212,00	35,00
fev/13	240,00	79,00	16,00	597,00	21,00	56,00
mar/13	176,00	40,00	12,00	430,00	119,00	52,00
abr/13	99,00	34,00	14,00	208,00	101,00	48,00
mai/13	19,00	11,00	7,00	55,00	38,00	30,00
jun/13	51,00	15,20	6,00	139,00	54,00	13,00
jul/13	44,00	8,80	5,00	106,00	33,00	19,00
ago/13	24,20	8,80	5,00	62,00	33,00	22,00
set/13	17,00	8,00	5,00	47,00	32,00	24,00
out/13	76,00	22,20	6,00	227,00	77,00	25,00
nov/13	170,00	29,90	7,60	524,00	92,00	26,00

dez/13	0,00	0,00	0,00	537,00	387,00	66,00
jan/14	0,00	0,00	0,00	510,00	261,00	136,00
fev/14	0,00	0,00	0,00	445,00	181,30	80,80
mar/14	163,00	41,00	22,00	342,00	131,00	69,00
abr/14	101,00	38,00	12,00	292,00	131,00	51,00
mai/14	110,00	16,02	7,13	305,00	65,10	6,50
jun/14	90,00	36,00	9,00	320,00	134,00	48,00
jul/14	29,60	10,25	7,00	81,00	45,00	29,00
ago/14	21,90	10,16	6,26	93,00	45,10	27,60
set/14	23,90	8,92	4,85	65,10	37,40	23,60
out/14	197,00	14,14	5,81	485,00	51,50	22,90
nov/14	486,00	116,95	20,00	490,00	313,30	122,00
dez/14	486,00	116,95	20,00	490,00	313,30	122,00
Valores médios	116,95			387,00		

O valores médios de turbidez e cor são respectivamente T=116,95 uT e C=387uT. Serão considerados para efeito de cálculo os valores respectivos T=150uT e C=400uT.

Os valores para a relação estequiométrica k variam de acordo com o tipo de coagulante. De acordo com Ribeiro (2007) os valores de k estão entre 0,23 e 0,26; para o sulfato de alumínio. A dosagem do coagulante foi definida com 40mg/L.

Pelo que foi exposto:

$$P = 0,2 \cdot C + 1,3 \cdot T + k \cdot D = 0,2 \cdot 400 + 1,3 \cdot 150 + 0,26 \cdot 40 = 285,4 \text{g/m}^3.$$

A vazão de produção com jornada de trabalho de 14,4h/dia equivale a 21,35L/s. Esta vazão corresponde a uma vazão média de produção, em longo prazo, de 1083,73 m³/dia.

As dimensões do leito de secagem são: 2,10m (largura), 8,40m (comprimento) e 0,15m (altura). Estas dimensões resultam em um volume de 2,65m³ em cada leito.

O produto da vazão $Q=1083,73\text{m}^3/\text{dia}$ pela produção de lodo $285,4\text{g/m}^3$, equivale a $309295,4\text{g/dia}$, ou $0,31 \text{ ton/dia}$ de lodo.

Considerando a densidade do lodo seco de $2,7 \text{ ton/m}^3$ e a geração diária de

0,31ton/dia, o volume diário de lodo equivale a:

$$V = \frac{\text{geração diária de lodo}}{\text{densidade}} = \frac{0,31\text{ton}/\text{dia}}{2,7\text{ton}/\text{m}^3} = 0,11\text{m}^3/\text{dia}$$

O tempo de enchimento de um leito de secagem equivale ao quociente entre o volume disponível em cada leito pelo volume diário de lodo.

$$\text{tempo de enchimento} = \frac{\text{volume disponível}}{\text{volume diário}} = \frac{2,65\text{m}^3}{0,11\text{m}^3/\text{dia}} = 24\text{dias}$$

Considerando a utilização de 2 leitos de secagem (1ª etapa), o tempo de ciclo de cada leito será de 48 dias.

Serão propostos 03 (três) leitos de secagem, sendo 1 a ser construído em segunda etapa, enquanto um deles receberá o lodo bombeado, o outro já estará em processo de desidratação. Um terceiro leito além de atuar na secagem do lodo receberá a descarga da tubulação de saída do módulo de tratamento com destino ao tanque adensador.

5.2.4.1 Tanque equalizador (2ª etapa)

O tanque equalizador foi dimensionado para receber o volume resultante da retirada do lodo do tratamento.

Dentro do tanque equalizador existe uma bomba de recirculação que recalcará de 10 em 10% a vazão da ETA, a saber: 2,14L/s, com uma altura manométrica de 20 m para o início do tratamento ou para a drenagem.

O dimensionamento do extravasor do tanque equalizador será feito com base na equação que segue:

$$Q = C_d \times A \times \sqrt{2gh}$$

Em que:

Q: vazão máxima a extravasar (m³/s);

C_d: Coeficiente de Descarga, C_d = 0,6;

A: área da seção transversal do tubo extravasor A=0,017m² para o DN150;

h: Altura sobre o eixo do tubo extravasor, h=0,6m.

Pelo que foi exposto,

$$Q = 0,6 \times 0,017 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,6} = 0,035\text{m}^3/\text{s}$$

A vazão máxima admissível para o equalizador equivale a 35L/s, sendo portanto superior à demanda de 21,4L/s devido a vazão afluyente.

No interior desse tanque será instalado um misturador submersível, tipo MIX, com motor em aço inox de 3,0 CV, hélice em PFRV, para manter o efluente da lavagem homogeneizado, tendo o seu funcionamento controlado através de medidor de nível.

5.2.4.2 Dosagem de polímero para formação do lodo

A dosagem do polímero considera uma concentração de $D=0,2 \text{ mg/L}$, do produto fluidificado. A vazão do tratamento é $Q = 21,4 \text{ L/s}$.

O produto da vazão Q pela dosagem D , guardados os ajustes dimensionais, equivale a um consumo horário de $0,02 \text{ kg/h}$.

A concentração de dosagem adotada será de $0,1\%$ (ou 1 kg/m^3) e a pureza do produto comercial será de 98% .

A vazão da solução fluidificada é dada pela equação que segue:

$$Vs = \frac{\text{consumo horário}}{\text{concentração de dosagem} \times \text{pureza}} = \frac{0,02 \text{ kg/h}}{1 \text{ kg/m}^3 \times 0,98} = 0,02 \text{ m}^3/\text{h}$$

A vazão da solução equivale a $Vs = 0,02 \text{ m}^3/\text{h}$, ou $Vs = 15,72 \text{ m}^3/\text{h}$.

Considerando uma jornada de trabalho de 8 h/dia , o consumo diário será de $0,12 \text{ kg/dia}$. Considerando um estoque de um saco de ráfia de 25 kg , a autonomia do estoque de polímero será de 203 dias .

Adotam-se duas bombas dosadoras do tipo deslocamento positivo helicoidal, próprias para solução de polímero, que atendam a dosagem de até 20 L/h .

Adota-se equipamento automático de preparo e dosagem de polímero com capacidade para preparo de 20 L/h de polímero a $0,1 \%$.

6 ANEXOS

PROJETO BÁSICO – URBANIZAÇÃO E INTERLIGAÇÃO

PROJETO ESTRUTURAL DO LEITO DE SECAGEM

PROJETO EXECUTIVO DA ELEVATÓRIA DE LODO

PRÉVIA DE ORÇAMENTO (A ser revisado/complementado pela E-DOC)

7 REFERÊNCIAS

DI BERNARDO, L., DANTAS, A. D. B., VOLTAN, P. E. N. **Métodos e técnicas de tratamento e disposição dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos: LDiBe, 2012. 540 p.