

I-071 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA UNIDADE DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS EM UMA ETA DE CICLO CONVENCIONAL

Josiene Macedo Soares Perdigão⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Pós graduada Gestão Ambiental e Saneamento Aplicado pela FUMEC, Engenheira de Operação da ETA do Sistema Rio das Velhas – COPASA.

Neider Baptista dos Santos Filho

Tecnólogo em Gestão Ambiental e Saneamento pela Isabela Hendrix, Técnico Químico pelo Colégio Pio XII. Supervisor de tratamento de Água – COPASA.

Bernardo Aleixo de Sousa Cruz

Engenheiro Civil pela UFMG. Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Doutorando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG.

Giovanna Moura Calazans

Engenheira Ambiental pelo Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM), Mestrado pelo Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Endereço⁽¹⁾: Rua José Teófilo Valle, 560 – Campo do Pires – Nova Lima - MG - CEP: 34000-000 - Brasil - Tel.: (31) 3541-9965 - e-mail: josieneperdigao@yahoo.com.br

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo sobre a Unidade de Tratamento de Resíduos – UTR, da Estação de Tratamento de Água do Rio das Velhas, que atende a região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. A análise foi estruturada objetivando avaliar a eficiência do processo de adensamento e desidratação do lodo da unidade de tratamento de resíduo, através da concentração de sólidos totais obtido no adensador e a concentração de sólidos da torta originada da desidratação do lodo. A avaliação se deu com base nos dados das análises de rotina da UTR, realizada pela COPASA, para o período de outubro de 2012 a outubro de 2013. Constatou-se que a eficiência do sistema é alta e atinge valores acima da literatura no adensador. A eficiência das UTRs devem ser estudadas em períodos sazonais devido a grande influência da água bruta no processo.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de lodo de ETA, adensador, desidratação mecânica, desaguidora de rosca contínua.

INTRODUÇÃO

No Brasil, historicamente, tem se dado pouca importância para a destinação adequada dos lodos gerados em Estações de Tratamento de Água (ETA's). A consequência desta realidade é que a maioria das ETA's não dispõe adequadamente as águas de lavagens e os resíduos gerados (REALI, 1999). Apesar de ser considerado crime ambiental conforme a Lei 9.605/1998, a maioria desses resíduos é descartada *in natura* em cursos d'água, deteriorando sua qualidade.

Os rejeitos de ETAs são compostos basicamente de partículas do solo e material orgânico carregado pela água bruta. As principais fontes de resíduos gerados em ETA's de tratamento convencional são as águas de lavagem dos filtros e o lodo dos decantadores, este último possui uma maior proporção de sólidos (REALI, 1999; SILVA JR. E ISAAC, 2002). As propriedades do lodo variam conforme a época do ano, com a qualidade da água bruta, com a dosagem de produtos químicos (coagulantes e condicionantes) e mecanismo de tratamento aplicado, e, por isso, essas propriedades também são diferentes entre as Estações de Tratamento de Águas. Segundo Silva e Isaac (2002) o lodo de ETA é caracterizado como um fluido, apresentando-se em estado gel quando em repouso e relativamente líquido quando agitado.

O lodo gerado em ETA's é classificado como resíduo sólido e deve ter tratamento e disposição adequada de acordo com a NBR 10.004. O tratamento deste e sua disposição, mais comum em aterros, demandam um alto custo. Aplicações do lodo têm sido estudadas, como uso no solo como condicionante, em áreas degradadas, fabricação de produtos como tijolos cerâmicos e concretos (MOREIRA *et al.*, 2007; RICHTER, 2001), e a

regeneração de coagulantes (FREITAS, FERREIRA FILHO E PIVELI, 2005). Ainda conforme deliberação normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (COPAM) n° 153 de 2010, que estabelece prazos para as Estações de Tratamento de Água, com captação superficial em Minas Gerais, fixa prazos que vão até 2020 para instalarem Unidades de Tratamento de Resíduos (UTRs). Desse modo, o desenvolvimento de pesquisas nessa área é de extrema relevância.

As UTRs consistem basicamente em processos de adensamento (espessamento), desidratação e secagem, o que resulta em uma torta de sólidos mais concentrada, diminuindo o volume e obtendo benefícios financeiros e ambientais. A desidratação pode ser realizada por sistemas naturais (leitos de secagem e lagoas de lodo) ou sistemas mecânicos (centrífugas, filtros-prensa, prensa desaguadora). Conforme Russell *et al.*, (1996), os processos de tratamento do lodo podem ser classificados de acordo com o teor de sólidos totais obtidos após o tratamento: Adensamento (< 8%); Desidratação (8 a 35%) e Secagem (> 35%). Uma melhor eficiência destes processos implicará em uma redução dos custos e dos impactos ambientais da disposição.

A eficiência destes pode ser influenciada pela concentração de sólidos, pelo tamanho das partículas, a densidade do lodo, as interações químicas entre sólido-líquido, aditivos químicos e vários outros parâmetros físicos, biológicos, químicos e mecânicos. O uso de produtos químicos nestas etapas, como polímeros, visa contribuir para uma melhor eficiência das UTR's (DI BERNARDO *et al.*, 1999). Peeters *et al.* (2013) demonstraram que a utilização do coagulante Cloreto de Polialumínio (PAC) pode funcionar como condicionador para melhorar a etapa de desidratação e secagem do lodo. Todavia, Verrelli, Dixon e Scales (2009; 2010) verificaram que o aumento da dose do coagulante e do pH forma agregados mais soltos e, portanto, apresentam propriedades de desidratação inferiores.

De maneira a analisar a eficiência de processos de adensamento e desidratação, pesquisas têm sido desenvolvidas em escala de bancada ou piloto. Mudanças de escala podem apresentar variações e por isso, o resultado em escala real pode ser diferente dos anteriormente encontrados. Isso ressalta a importância de avaliações do desempenho em escala real desses processos, principalmente com relação a Estações de Tratamento de Água, o que é dificilmente encontrado na literatura disponível.

OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho foi apresentar uma avaliação da eficiência dos processos de adensamento e desidratação do lodo da Estação de Tratamento de Água do Rio das Velhas (Nova Lima), em especial os teores de sólidos totais presentes nos processos e as principais variáveis operacionais, de modo a subsidiarem atuais e futuras UTR's.

DESENVOLVIMENTO

A ETA Rio das Velhas está localizada na cidade de Nova Lima, em Minas Gerais e foi implantada em 1969. É operada pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e atualmente produz uma vazão média de 6.000 L.s⁻¹ para abastecimento, opera com sistema convencional, consiste em vinte e quatro floculadores hidráulicos/mecanizados com quatro câmaras em cada, seguidos de seis decantadores e vinte e quatro filtros. No processo de coagulação é utilizado sulfato ferroso/cloreto férrico como agente coagulante. A oxidação e desinfecção são realizadas com gás cloro. É utilizado o ácido fluossilícico para a fluoretação e utiliza-se cal hidratada para ajuste de pH de coagulação e estabilização da água tratada.

A ETA Rio das Velhas atende uma população aproximadamente de dois milhões de habitantes, 45% da região metropolitana de Belo Horizonte, 100% das cidades de Nova Lima, Sabará, Santa Luzia e Raposos e 63% da água total consumida em Belo Horizonte, com uma produção média de lodo desidratado em torno de 1.132 T/mês, para o período estudado.

A UTR da ETA do Rio das Velhas iniciou sua operação em setembro de 2011. As duas principais gerações de resíduo são compostas pelo lodo proveniente da descarga dos decantadores (identificada como decantador primário), além do lodo resultante dos decantadores secundários, que recebem a água de lavagem dos filtros.

1 DECANTADOR PRIMÁRIO

2 CAIXA DE DESCARGA PRIMÁRIA

3 ALÇA DIREITA DO RIO DAS VELHAS

4 ELEVATÓRIA DE LODO PRIMÁRIO

5 CAIXA DE TRANSIÇÃO

6 CAIXA NÚMERO 1

7 MEDIDOR DE VAZÃO DE LODO PRIMÁRIO

8 CAIXA NÚMERO 2

9 BOMBA DE POLÍMERO PRIMÁRIO

10 ADENSADOR DE LODO

11 FILTRO

12 CAIXA DE DESCARGA SECUNDÁRIA

13 DECANTADOR SECUNDÁRIO

14 ELEVATÓRIA DE LODO SECUNDÁRIO

15 MEDIDOR DE VAZÃO DE LODO SECUNDÁRIO

16 BOMBA DE POLÍMERO SECUNDÁRIO

17 SOBRENADANTE DO DECANTADOR SECUNDÁRIO

18 EFLUENTE CLARIFICADO DOS ADENSADORES

19 ALÇA ESQUERDA DO RIO DAS VELHAS

20 ELEVATÓRIA DE LODO ADENSADO

21 TANQUE DE HOMOGENEIZAÇÃO

22 BAGS PARA DESIDRATAÇÃO

23 BOMBA DE POLÍMERO DOS BAGS

24 MISTURADOR DE LODO ADENSADO

25 BOMBA DE ALIMENTAÇÃO DO CONTIPRESS

26 CONTIPRESS

27 TANQUE DE REAÇÃO

28 BOMBA DE POLÍMERO DO CONTIPRESS

29 TORTA DE LODO DESIDRATADO

30 CAÇAMBA DE LODO DESIDRATADO

31 LÍQUIDO CLARIFICADO DO CONTIPRESS

32 DECANTADOR TERCIÁRIO

33 BOMBA DE LODO TERCIÁRIO

34 TANQUE DE PREPARO DE POLÍMERO

35 BOMBA DE LAVAGEM DO CONTIPRESS

36 COMPRESSOR DE AR

LEGENDA:

- LODO PRIMÁRIO
- LODO SECUNDÁRIO
- SOBRENADANTE SECUNDÁRIO
- LODO MISTO
- LODO MISTO ADENSADO
- SOBRENADANTE DO ADENSADOR
- SOLUÇÃO DE POLÍMERO
- CLARIFICADO DOS BAGS
- LODO TERCIÁRIO
- TORTA DE LODO
- AR DE PROCESSO
- ÁGUA DE LAVAGEM DO CONTIPRESS
- CLARIFICADO DO CONTIPRESS

O sistema de desidratção mecânica é uma rosca desagadora contínua, que consiste em um eixo rotativo, com uma rosca prensa de baixa rotaço e uma tela filtrante. A água livre é removida por gravidade, e a água do floco é retirada devido ao processo de prensamento do lodo contra a parede de tela. Esse equipamento possui o nome comercial de “Contipress”. A torta de lodo desidratado é destinada para aterro sanitário. O líquido clarificado do Contipress é recolhido no tanque de filtrados e seu sobrenadante é descartado no Rio das Velhas. O lodo sedimentado é enviado para o tanque de homogeneizaço.

¹ Empresa de análises ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características da água bruta coletada pela Estação de Tratamento de Água estão descritas na tabela 1. Observa-se turbidez alta no período de outubro/12 até abril/13 devido às chuvas. Quanto maior a turbidez, maior a quantidade de coagulante utilizado no tratamento, como pode ser observado na Figura 2, o que indica uma maior produção de lodo na época chuvosa. Observa-se uma redução da turbidez a partir de maio/13 a setembro/13, período em que se inicia a época seca.

Tabela 1: Característica da água bruta captada na ETA Rio das Velhas (Valores médios)

Meses	Turbidez (UNT)	pH
Outubro 2012	72,8	7,41
Novembro 2012	191,0	7,07
Dezembro 2012	150,7	7,16
Janeiro 2013	377,7	7,12
Fevereiro 2013	313,7	7,16
Março 2013	114,5	7,29
Abril 2013	126,7	6,98
Maio 2013	30,1	7,31
Junho 2013	42,7	7,42
Julho 2013	7,2	6,58
Agosto 2013	7,2	7,31
Setembro 2013	11,9	7,42
Outubro 2013	70,6	6,99

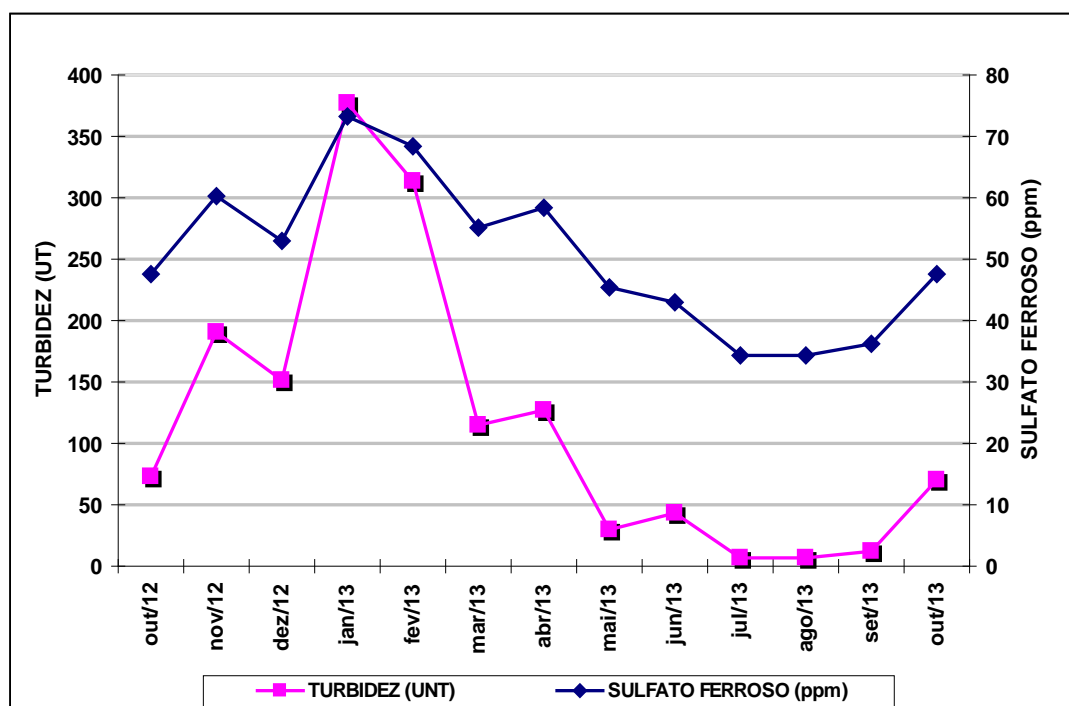


Figura 2: Gráfico turbidez água bruta e dosagem de coagulante

A água de lavagem dos filtros que são encaminhadas para decantadores secundários, apresenta em média uma concentração de sólidos totais de 0,09%, na tabela 2 são mostrados os valores médios da série de sólidos.

Tabela 2: Valores médios da série de sólidos da água de lavagens dos filtros

Meses	Sólidos Totais mg/L	Sólidos Totais Fixos mg/L	Sólidos Totais Voláteis mg/L
Outubro 2012	858	646	212
Novembro 2012	1.042	782	260
Dezembro 2012	830	634	196
Janeiro 2013	2.342	1.436	906
Fevereiro 2013	1.342	1.034	308
Março 2013	580	444	136
Abril 2013	258	186	44
Maio 2013	1.054	726	328
Junho 2013	656	460	196
Julho 2013	654	488	166
Agosto 2013	1.92	800	292
Setembro 2013	1.214	848	366
Outubro 2013	ND	ND	ND

ND – Não determinado.

Os volumes mensais das águas de lavagem variaram, no período analisado, entre 120.000m³ (novembro/2012) a 180.000m³ (Agosto/2013) como pode ser visto na figura 3.

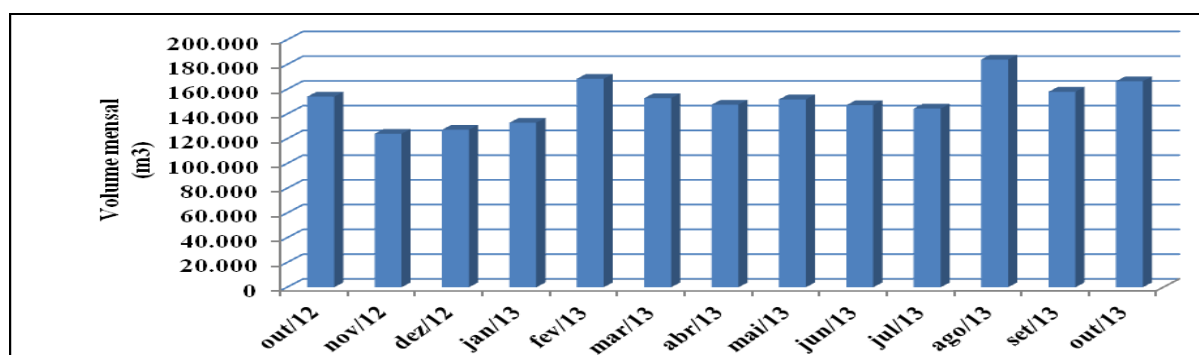


Figura 3: Gráfico do volume gasto de água de lavagens com filtros

A água de descarga dos decantadores é encaminhada para os adensadores onde também recebem as descargas dos decantadores secundários. O volume mensal da descarga não apresenta o mesmo comportamento, de forma que houve picos de descargas em junho/13 e setembro/13, meses característicos de estiagem, além disso Julho também teve maior descarga em relação aos meses de março e abril (Figura 4). Os valores médios da concentração de sólidos totais estão em 0,56% e a série de sólidos é apresentada na (tabela 3).

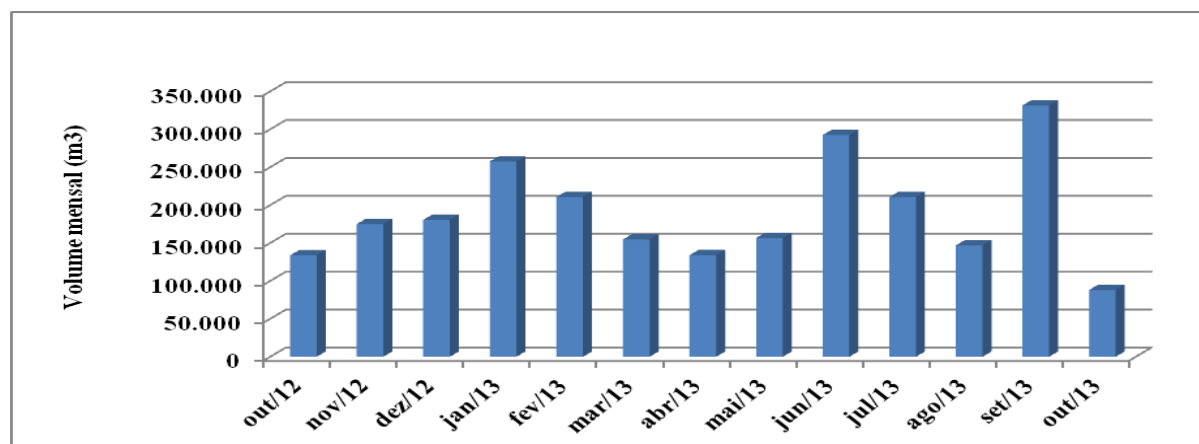


Figura 4: Gráfico do volume mensal de descarga dos decantadores da ETA e nos adensadores da UTR

Tabela 3: Valores médios da série de sólidos da descarga dos decantadores

Meses	Sólidos Totais mg/L	Sólidos Totais Fixos mg/L	Sólidos Totais Voláteis mg/L
Outubro 2012	2.478	2.018	460
Novembro 2012	1.042	782	260
Dezembro 2012	22.134	18.918	3.216
Janeiro 2013	206	126	80
Fevereiro 2013	5.230	4.352	878
Março 2013	13.946	11.498	2.448
Abril 2013	6.126	5.002	1.124
Maio 2013	3.174	2.532	642
Junho 2013	1.174	936	238
Julho 2013	3.378	2.792	586
Agosto 2013	3.994	3.030	964
Setembro 2013	4.858	3.830	1.028
Outubro 2013	ND	ND	ND

ND – Não Determinado.

Os resíduos após aplicação de polímeros aniônicos têm apresentado excelente condicionamento nos adensadores cuja concentração de sólidos está cerca de 3% acima do esperado em projeto, o que reduz o volume a ser desidratado (Tabela 4). O adensamento apresentou uma maior concentração média de sólidos em janeiro de 2013 (18%). Esses resultados também extrapolam os encontrados na literatura. De acordo com Russel *et al.* (1996), o adensamento permite um teor médio de sólidos entre 2,5 e 4,5%, e em casos favoráveis, até 8%, o que indica uma boa eficiência no adensamento da UTR da ETA do Rio das Velhas.

Tabela 4: Concentração média de sólidos dos resíduos adensados na UTR do Rio das Velhas

Meses	Concentração média de sólidos (%)
Outubro 2012	8,6
Novembro 2012	10,8
Dezembro 2012	12,0
Janeiro 2013	18,0
Fevereiro 2013	11,6
Março 2013	10,7
Abril 2013	9,5
Maio 2013	7,4
Junho 2013	4,4
Julho 2013	4,1
Agosto 2013	3,9
Setembro 2013	5,4
Outubro 2013	8,8

A desidratação mecânica dos resíduos adensados na UTR da ETA do Rio das Velhas tem passado por um processo de otimização visando melhorias dos resultados de concentração de sólidos na torta gerada na prensa desaguadora de rosca contínua. Foi constatado um ganho significativo na desidratação com a modificação da tela de filtragem localizada junto à rosca da prensa. A alteração ocorreu no mês de janeiro como pode ser observado na tabela 5, que apresenta o volume de resíduos produzidos na etapa de desidratação e sua correspondente concentração média de sólidos.

Tabela 5: Volume de lodo produzido na desidratação mecânica na UTR da ETE do Rio das Velhas e a concentração média de sólidos destes

Meses	Quantidade produzida (T)	Consumo de polímeros (T)	Concentração média de sólidos (%)
Outubro 2012	1.168	1,5	20,1
Novembro 2012	1.191	0,95	24,2
Dezembro 2012	1.017	0,97	26,2
Janeiro 2013	1.422	4,25	34,3
Fevereiro 2013	1.156	1,52	33,9
Março 2013	1.038	4,50	31,6
Abril 2013	1.195	0,95	30,7
Maio 2013	866	1,02	28,6
Junho 2013	793	1,00	29,3
Julho 2013	943	1,12	25,2
Agosto 2013	1.083	2,77	26,7
Setembro 2013	904	0,92	23,5
Outubro 2013	1.205	1,82	26,3

A eficiência da desidratação mecânica foi alta. Os filtros-prensa, sob certas circunstâncias, podem atingir teores de sólidos maiores que 35% (RUSSEL *et al.*, 1996). A tela filtrante do Contipress antes era com furos oblongos, e foi alterada para furos hexagonais. Além disso, o sistema de lavagem apresentou falhas em seu funcionamento em alguns períodos do ano, assim comprometendo a eficiência do sistema de desaguamento mecânico. Portanto, a concentração média de sólidos tende a permanecer em torno de 29% nos próximos meses. Como a destinação final dos resíduos desidratados na UTR do sistema Rio das Velhas é aterro sanitário, uma alta eficiência dos processos de adensamento e desidratação reduz custos com a disposição final. Os resíduos produzidos pela desidratação mecânica foram encaminhados para a empresa Engequisa para sua caracterização e classificação a fim de verificar seus riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública visando auxiliar o seu gerenciamento adequado. A UTR, no período estudado, possuía um custo em torno de R\$ 60.000,00 por mês, relacionado ao transporte e disposição do lodo produzido.

Resultados similares foram encontrados por Barbosa (1997), que realizou uma avaliação na ETA Descoberto, em São Paulo. A ETA utilizava sulfato de alumínio como coagulante, obteve como resultados 2,5 – 3% de sólidos após adensamento (polímero aniônico de baixa carga, com dosagens entre 2 e 11mg.L⁻¹) e uma torta centrifugada com teor de sólidos entre 25 e 30% (polímero aniônico de alta carga, com dosagem de 2g.Kg⁻¹ de sólidos secos). Os valores encontrados por ele foram similares aos encontrados no presente trabalho, e em certa parte, justifica-se pelo baixo teor de matéria orgânica presente na água bruta. Esses resultados não são esperados em caso de presença de algas ou processo de flotação durante o tratamento (Schofield, 1997). A centrifugação de lodo proveniente do tratamento de flotação por ar dissolvido não fornece uma torta superior a 17% do teor de sólidos. Mendes, Ferreira Filho e Scian (2001) também obtiveram um teor de sólidos de aproximadamente 30% na torta resultante de filtro prensa de placa na ETA Rio Grande, em São Paulo, em escala piloto. Nesse caso foi utilizado polímero catiônico para condicionamento, mas a principal razão para o alcance dessa eficiência é a predominância de material inerte no lodo desidratado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das observações feitas dos dados disponibilizados, referentes à eficiência dos processos de adensamento e desidratação do lodo e da qualidade da água bruta, conclui-se que:

- A eficiência da UTR é alta e no caso do adensador atinge concentrações de sólidos acima de referências da literatura.
- A predominância de material inerte na água bruta favorece o processo de adensamento e desidratação.
- As eficiências das UTRs devem ser estudadas separadamente, visto as particularidades de cada processo empregado no tratamento de água e da qualidade da água bruta e dos produtos químicos utilizados. A realização desse tipo de estudo torna-se fundamental para orientar a escolha das opções

mais vantajosas para os tratamentos dos resíduos gerados, definição de parâmetros de projeto e operação.

- Quanto à caracterização do resíduo gerado não apresentou aspecto de inflamabilidade, corrosividade e reatividade, nos testes de lixiviação, não apresentou em seu extrato quaisquer dos parâmetros listados em teores acima dos previstos pela NBR 10.004:2004 no anexo F. Nas análises feitas no extrato solubilizado apresentaram em seu extrato os parâmetros “Alumínio”, “Manganês” e “Ferro” acima dos limites estabelecidos pelo anexo G da NBR 10.004:2004. Quanto à classificação o Resíduo se enquadra como Classe IIA – Não Inerte. Relatório de ensaio 037.581 e 037.582.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBOSA, A. B. D. A experiência da Caesb em recuperação de água de lavagem de filtros e desidratação de lodo de ETA. *Anais do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Foz do Iguaçu, Brasil. p. 1501-1507, 1997.
2. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM) – Deliberação Normativa COPAM nº153, 26 de junho de 2010- Convoca os municípios para a regularização ambiental de sistemas de tratamento de água e dá outras providências.
3. DI BERNARDO, L.; SCALIZE, P. S.; FRAGIACOMO, P.; TROFINO, J. C.; VIUDES, M.A.P. Clarificação da água de lavagem de filtros de sistemas de filtração direta ascendente e desaguamento do lodo por centrifugação. *Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, p. 1555-1565, 1999.
4. FREITAS, J. G.; FERREIRA FILHO, S. S.; PIVELI, R. P. Viabilidade Técnica e Econômica da Regeneração de Coagulantes a Partir de Lodos de Estações de Tratamento de Água. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 10, n. 2, p. 137-145, abr/jun, 2005.
5. MENDES, R. L.; FERREIRA FILHO, S. S.; SCIAN, J. B. Desaguamento mecânico por filtro prensa de placas de lodos gerados em estações de tratamento de água. *Anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, João Pessoa, Brasil, 2001.
6. PEETERS, B.; DEWIL, R.; VERNIMMEN, L.; BOGAERT, B. V. D.; SMETS, I. Y. Addition of polyaluminiumchloride (PACl) to waste activated sludge to mitigate the negative effects of its sticky phase in dewatering-drying operations. *Water Research*, v. 47, p. 3600-3609, 2013.
7. REALI, M. A. P. (coordenador). *Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água*. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 240p. 1999.
8. RICHTER, C. A. *Tratamentos de lodos de Estações de Tratamento de Água*. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2001
9. RUSSEL, J.; PECK, J.; STEPHENS, T.; BROWNE, D.; SEMON, J.; SHEPHERD, NEWKIRK, D. D. Water treatment residuals processing. In: EPA, NRMRL, ASCE E AWWA (coord.). *Manuals and reports of engineering practice, nº 88- management of water treatment plant residuals*. E.U.A., p. 17-40, 1996.
10. SCHOFIELD, T. Sludge removal and dewatering process for dissolved air flotation systems. *Dissolved Air Flotation - International Conference*. Londres, Inglaterra. CIWEM, p. 309-322, April, 1997.
11. SILVA JR., A. P. da; ISAAC, R. de L. Adensamento por Gravidade de Lodo de ETA Gerado em Decantador Convencional e Decantador Laminar. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, XXVIII, 2002, Cancún – México. *Anais*. Cancún: AIDIS, 2002.
12. VERRELLI, D. I.; DIXON, D. R.; SCALES, P. J. Effect of coagulation conditions on the dewatering properties of sludges produced in drinking water treatment. *Colloids and Surfaces A: Physicochemistry Eng. Aspects*, v. 348, p. 14-23, 2009.
13. VERRELLI, D. I.; DIXON, D. R.; SCALES, P. J. Assessing dewatering performance of drinking water treatment sludges. *Water Research*, v. 44, p. 1542-1552, 2010.