



AValiação da Qualidade da Água de Lavagem de Filtrros e de Decantadores da Estação de Tratamento de Água Bom Jardim em Uberlândia

Nilton Fernandes de Oliveira – noliveira@cemig.com.br

Universidade Federal de Uberlândia

Av. João naves de Ávila, 2.121

38.408-100 – Uberlândia – MG

Resumo: O objetivo desse trabalho foi submeter essa água de lavagem da ETA Bom Jardim de Uberlândia – MG ao sistema natural de desaguamento leito de drenagem em escala reduzida e posterior avaliação da qualidade da água drenada. Foram selecionados três tipos de mantas para composição dos leitos de drenagem. Estes leitos foram submetidos a Taxas de Aplicação de Sólidos (TAS) de $1,75 \text{ kg.m}^{-2}$, $3,5 \text{ kg.m}^{-2}$, e $7,0 \text{ kg.m}^{-2}$, e avaliados tanto na fase de drenagem quanto na fase de secagem. Na fase de drenagem foram avaliados parâmetros como cor verdadeira, cor aparente, turbidez, metais pesados (Fe, Pb, Cd, Cr, Al e Mn), DQO e DBO. Na fase de secagem foram realizados dois ensaios, sendo um com influência das variáveis climáticas e outro parcialmente protegido dessa influência. Após a realização deste experimento observou-se a grande influência dessas variáveis na fase de secagem do lodo pelos valores superiores de porcentagem de sólidos encontrados para o leito exposto. Ao comparar os ensaios realizados, os melhores resultados obtidos foram para o leito contendo a manta geotêxtil RT-31 com TAS de $3,5 \text{ kg.m}^{-2}$. O drenado apresentou 0,93 UNT de turbidez e ao final do tempo de secagem o lodo retido no Leito de Drenagem totalmente exposto apresentou teor de sólidos maior que nos sistemas com envoltório.

Palavras-chave: lodo, Estação de Tratamento de Água (ETA), leito de drenagem.

ASSESSMENT OF WATER QUALITY WASH FILTERS AND DECANTERS STATION WATER TREATMENT IN GOOD GARDEN UBERLÂNDIA

Abstract: The aim of this work was to submit this water washing ETA Bom Jardim de Uberlândia - MG natural bed system dewatering drainage and reduced posterior assessment of the quality of drainage water scale. Three types of blankets for beds composition of drainage were selected. These beds underwent Exchange Application of Solid (BAC) of 1.75 kg m^{-2} , 3.5 kg m^{-2} and 7.0 kg m^{-2} , and evaluated both during drainage as in the drying step. In a drain phase parameters such as true color, apparent color, turbidity, heavy metals (Fe, Pb, Cd, Cr, Al and Mn), COD and BOD were measured. In the drying phase two tests were performed, one with influence of climatic variables and the other partially protected from this influence. After this experiment we observed the strong influence of these variables on the drying phase of the sludge by higher values of percent solids found for the exposed bed. By comparing the trials, the best results were obtained for the bed containing the geotextile RT-31 with BAC of 3.5 kg m^{-2} . The drained showed 0.93 NTU turbidity and the end of the drying time retained in



the sludge drainage bed made fully exposed solids content greater than the wrap systems .

Keywords: *sludge, Water Treatment Plant (WTP), drainage bed.*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente pequena parte das ETA's do Brasil tratam esses resíduos gerados antes do desaguamento destes nos corpos d'água. Existem cerca de 7500 ETA's no Brasil sendo que a maioria utiliza o processo convencional de tratamento e lança seus resíduos nos corpos d'água mais próximos sem nenhuma preocupação de tratamento (FONTANA, 2004). Esses efluentes podem alterar a qualidade das águas afetando as atividades humanas que dependem destas. Por esse motivo é necessário um aumento na preocupação do tratamento ou reaproveitamento do volume de água contido nesses resíduos.

Estes resíduos são constituídos de fase sólida e fase líquida, sendo que a água livre da fase líquida presente no lodo pode representar quantidade suficiente para um possível reaproveitamento. Já a fase sólida é muito complexa e com diferentes tamanhos de partículas que podem dificultar a remoção dessa água. Assim, alternativas de redução do volume de lodo produzido nas ETA's deve ser levada em consideração e pode ser realizada mediante uso e desenvolvimento de sistemas naturais ou mecânicos. (BARROSO et al., 2006; BARROSO, 2007)

Uma forma de reuso seria tornar essa água potável, própria para o consumo humano. Pela definição dada pela Portaria Nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011, água potável é a água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde.

Para atingir a potabilidade necessária da água coletada nos mananciais é necessário remover as partículas presentes nela, que são as impurezas coloidais e em suspensão, que conferem propriedades, cor e turbidez da água, que são alguns dos parâmetros que apresentam valores a serem seguidos na Portaria Nº 2.914. (ACHON et al., 2003). E, assim como a água dos mananciais, para reaproveitamento da água do lodo devem-se retirar suas partículas sólidas.

Uma forma de separar essa água dos resíduos sólidos contidos no lodo é através do tratamento com utilização de leitos de drenagem. Segundo Cordeiro (1993) e (2001), a utilização de manta geotêxtil na composição da camada filtrante do leito, possibilita a remoção mais efetiva da água livre dos lodos.

Quando comparado ao sistema de desaguamento natural constituído por Lagoa de Lodo, o leito de drenagem exige menor área para implantação, pode apresentar maior vida útil e apresenta melhor desempenho para a desidratação do lodo (ACHON; CORDEIRO, 2003; CORDEIRO, 2001). Quando comparado ao sistema de Leito de Secagem, apresenta um menor tempo de drenagem (CORDEIRO, 2001; MENDONÇA et. al., 2004). É importante ressaltar que o lodo desaguado, obtido a partir da aplicação deste método, apresenta grande concentração de sólidos o que é importante para sua disposição final. Além disso, como descrito por Tsutiya (2001), o lodo de ETA quando desidratado apresenta inúmeras possibilidades de reutilização como a fabricação de cimento, de tijolos e plantação de cítricos, reduzindo a necessidade da disposição em aterro em grandes volumes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Coletas de amostras

Foram coletadas amostras de lodos de ETAs (água de lavagem dos filtros e lavagem dos decantadores) da Estação de Tratamento de Água Bom Jardim em Uberlândia-MG, nos dias em que foram realizados descartes dos lodos dos decantadores e água de lavagem dos filtros. Estas amostras coletadas foram homogeneizadas e



armazenadas.

Não foram adicionados produtos químicos no acondicionamento do lodo antes da realização dos experimentos, uma vez que na própria origem do resíduo tais compostos já se encontram em abundância. De fato, Barroso (2007) observou em seus trabalhos que a adição de reagentes químicos ao lodo não promoveu alterações no desempenho do desaguamento por meio do leito de drenagem, o que justifica, no presente trabalho, a dispensa de utilização destes compostos. Além disso, segundo Mortara (2011) a adição de polímeros ao lodo prejudica a desidratação do lodo na fase de secagem.

2.2. Descrição da instalação experimental

Os leitos de drenagem em escala reduzida foram construídos em tubos de PVC de 150 mm de diâmetro com 0,5 metros de altura. Na sua base foi instalado um CAP para colocação da base do leito filtrante (brita) e colocação da manta geotêxtil, além de registros para coleta de amostras.

Para montagem dos leitos de drenagem foram realizados testes em nível de bancada para seleção das melhores mantas. Esta seleção foi baseada na adição de uma pequena taxa de aplicação do lodo bruto em todas as mantas, selecionando as que apresentaram a melhor combinação dos resultados de turbidez e tempo de drenagem. As mantas selecionadas foram RT-21; RT-26 e RT-31 todas da marca Bidim.

Além da seleção das mantas para montagem dos leitos, foram escolhidas as Taxas de Aplicação de Sólidos (TAS) a serem aplicadas nos leitos de drenagem, que foram definidas através de revisão bibliográfica. Estas foram 1,75; 3,5 e 7 kg/m².

A instalação experimental era constituída basicamente por seis leitos de drenagem, composto por duas repetições de cada tipo de manta selecionada, sendo uma repetição mantida com o tubo de PVC durante todo o processo e na outra este foi retirado após o término da fase de drenagem para possível análise da influência das variáveis climáticas na fase de secagem.

2.3. Realização dos ensaios e análises dos parâmetros

Os ensaios foram divididos em análises do lodo in natura, análises do lodo após início da drenagem, análise da água drenada após passagem pelo leito de drenagem e análise da secagem do lodo.

Primeiramente foram analisados os parâmetros do lodo bruto, antes da drenagem. E então se iniciou a fase de drenagem nos leitos, sendo aplicadas as TAS descritas anteriormente com duas repetições para cada tipo de manta selecionada para posterior análise da influência da cobertura na secagem do lodo.

Durante a drenagem foram realizados diversos ensaios, como a medição de vazão do drenado com uso de recipientes de graduação volumétrica com marcação do tempo, obtenção da redução de volume mediante determinação da variação de volume acumulado com o tempo, determinação do teor de sólidos com o tempo, turbidez, cor aparente e cor verdadeira.

Os ensaios foram conduzidos até o sétimo dia de drenagem, a partir daí a perda de umidade com o tempo é muito lenta, ou seja, ao sétimo dia de ensaio, conforme Barroso (2007) e Cordeiro (2001) é possível a obtenção de lodo com alto teor de sólidos.

Já na fase de secagem, cujo início coincidia com o final da fase de drenagem, o resíduo retido na manta geotêxtil era caracterizado quanto ao teor de sólidos (em termos percentuais). Eram coletadas amostras de lodo diariamente para o cálculo desta porcentagem, até o sétimo dia de experimento no qual o ensaio era interrompido. Além desta avaliação diária também foi avaliada a possível influência das variáveis climáticas como temperatura, umidade, radiação solar, ventos e pluviosidade no desempenho desta fase.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Lodo in natura

Para realização deste trabalho foram coletadas amostras de lodo dos decantadores e água de lavagem dos filtros da ETA Bom Jardim em Uberlândia - MG. O lodo do decantador apresentou altas concentrações de sólidos totais ($28,8 \text{ g.L}^{-1}$) enquanto a água de lavagem de filtros apresentou baixa concentração de sólidos totais ($1,2 \text{ g.L}^{-1}$). Para obtenção de lodo com as características de sólidos compatíveis com os volumes dos Leitos de Drenagem construídos e as taxas de aplicação superficial que seriam testadas, as amostras foram misturadas resultando em uma amostra de lodo com $17,1 \text{ g.L}^{-1}$ de sólidos totais.

Para análise do lodo in natura foram avaliados os parâmetros mostrados na Figura 2 (Parâmetros avaliados no lodo) utilizando-se essa mistura. Os resultados obtidos estão representados na Tabela 1. Ao compararem-se esses parâmetros analisados para o lodo produzido pela ETA Bom Jardim de Uberlândia-MG com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, é possível observar que este não se enquadra nestes padrões para ser lançado diretamente no corpo d'água, comprovando a necessidade de um tratamento precedente cujo se trata este trabalho.

Tabela 1 – Resultados obtidos na análise do lodo in natura.

Parâmetros	ETA Bom Jardim
pH	6,4
Cor aparente (PtCo)	-
Turbidez (UNT)	-
Peso específico (adimensional)	0,99
Sólidos Totais (mg/L)	17.200
DQO (mg/L)	5.060
DBO (mg/L)	1.647
Mn (mg/L)	726
Al (mg/L)	86.076
Fe (mg/L)	47.212
Cd (mg/L)	< 0,1
Cr (mg/L)	89
Pb	7
E. coli (NMP)	< 3

Os parâmetros cor aparente e turbidez não apresentam valores definidos na Tabela 1, pois apresentaram valores muito elevados que impossibilitaram a medição dos tais pelos aparelhos pertencentes ao laboratório LABSAN da FECIV da Universidade Federal de Uberlândia.

3.2 Fase de drenagem

Para a realização deste trabalho foi considerado como o final da fase de drenagem a extinção da lâmina líquida do lodo, assim como para Silveira et. al (2011).

Foram coletadas amostras do volume drenado em intervalos iniciais de 15 minutos (4 repetições), depois aumentou-se o intervalo para 30 minutos (2 repetições) e por fim coletou-se uma última vez após mais 60 minutos de drenagem de todos os 6 leitos de drenagem (3 mantas selecionadas com 2 repetições) para as TAS de $1,75 \text{ kg/m}^2$ e $3,5 \text{ kg/m}^2$. Já para a TAS de 7 kg/m^2 esses intervalos foram diferentes devido ao elevado volume aplicado, sendo que foram feitas coletas de volume drenado em intervalos iniciais de 15 minutos (4 repetições), depois aumentou-se o intervalo para 30 minutos (2



repetições), depois para 60 minutos (3 repetições) e por fim o intervalo foi de 90 minutos (3 repetições). Os dados obtidos estão representados nas Figuras 1, 2 e 3.

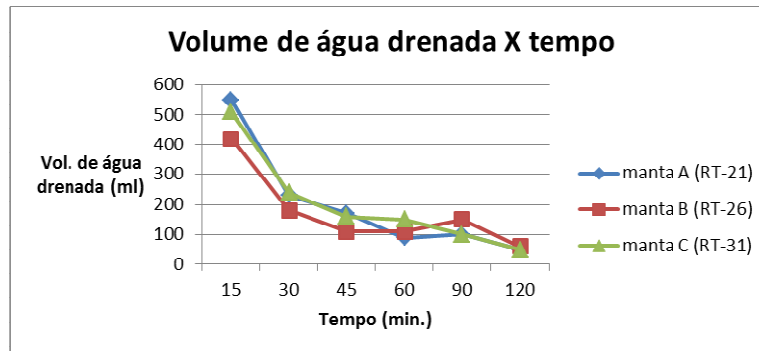


Figura 1 - Volume de água drenada x tempo de cada manta para TAS de 1,75 kg/m².

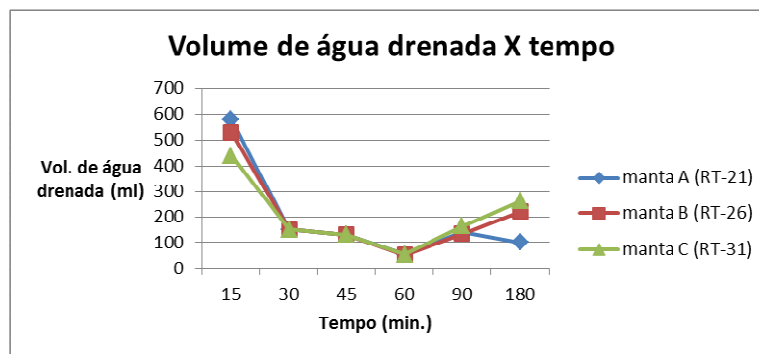


Figura 2 - Volume de água drenada x tempo de cada manta para TAS de 3,5 kg/m².

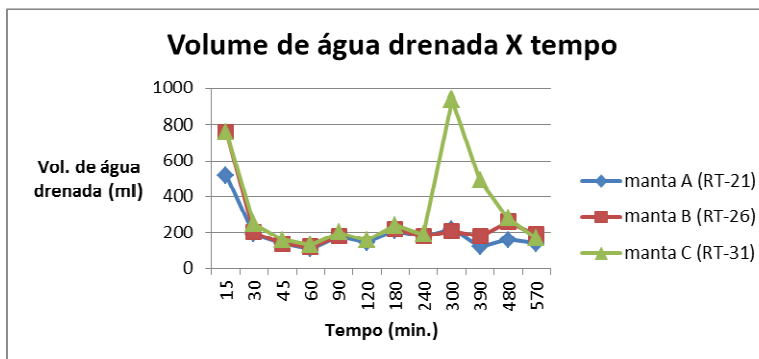


Figura 3 - Volume de água drenada x tempo de cada manta para TAS de 7 kg/m².

Através desses gráficos é possível observar que o volume de água drenada diminui com o tempo de drenagem. Isto pode ser explicado pelo fato de que o lodo que fica retido na manta colmata com o tempo, reduzindo a quantidade de poros disponíveis nas mantas para passagem da água.

A partir dos volumes coletados e dos intervalos de tempo observados, foi possível calcular as vazões com que o lodo foi drenado em cada manta. Estes valores encontrados estão indicados nas Tabelas 2, 3 e 4.



Tabela 2 – Valores de vazões calculados a partir dos volumes drenados para TAS de 1,75 kg/m².

AMOSTRA	VAZÃO (ml/s)						
	15	30	45	60	90	120	180
manta A (RT-21)	36,67	7,6667	3,7778	1,5	1,1111	0,4167	0,108333
manta B (RT-26)	28	6	2,4444	1,8333	1,6667	0,5	0,166667
manta C (RT-31)	34	8	3,5556	2,5	1,1111	0,4	0,1

Tabela 3 – Valores de vazões calculados a partir dos volumes drenados para TAS de 3,5 kg/m².

AMOSTRA	VAZÃO (ml/s)					
	15	30	45	60	90	180
manta A (RT-21)	38,67	5	2,8889	0,9167	1,5556	0,5556
manta B (RT-26)	35,33	5	2,8889	0,8833	1,4889	1,2222
manta C (RT-31)	29,33	5	2,8889	0,9167	1,8111	1,4

Tabela 4 – Valores de vazões calculados a partir dos volumes drenados para TAS de 7 kg/m².

AMOSTRA	VAZÃO (ml/s)											
	15	30	45	60	90	120	180	240	300	390	480	570
manta A (RT-21)	35	6,33	3,11	1,83	2	1,21	1,167	0,75	0,733	0,308	0,333	0,25
manta B (RT-26)	51	6,67	3,11	2	2	0	1,222	0,75	0,7	0,462	0,542	0,33
manta C (RT-31)	51	8,33	3,56	2,17	2,22	1,3	1,3	0,8	3,1	1,3	0,6	0,3

Estes valores de vazões também apresentam diminuição com o tempo justamente pelo fato do volume apresentar essa redução, pois a vazão é calculada pelo volume encontrado dividido pelo tempo.

Foram medidas a turbidez, cor aparente e cor verdadeira para todos os volumes drenados de cada intervalo de tempo e de cada manta. Sendo que a turbidez foi obtida pelo turbidímetro, cor aparente pelo espectrofotômetro e cor verdadeira também pelo espectrofotômetro, porém após filtração a vácuo do drenado. Foi realizada a construção de gráficos que correlacionam esses parâmetros com o volume de água drenada para cada manta e cada taxa de aplicação de sólidos. Esses gráficos estão representados nas Figuras 4 a 12.

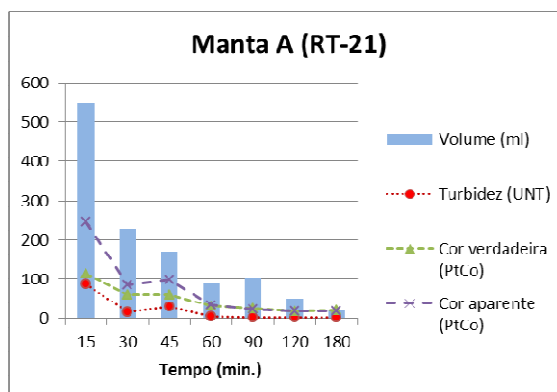


Figura 4 – Volume, turbidez, cor verdadeira e cor aparente

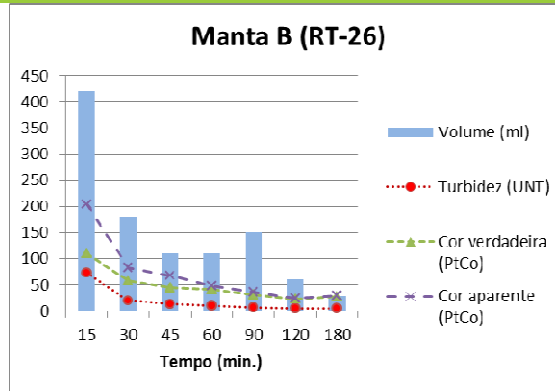


Figura 5 – Volume, turbidez, cor verdadeira e cor aparente

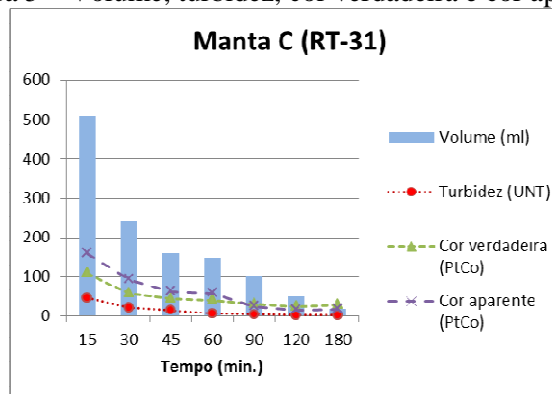


Figura 6 – Volume, turbidez, cor verdadeira e cor aparente

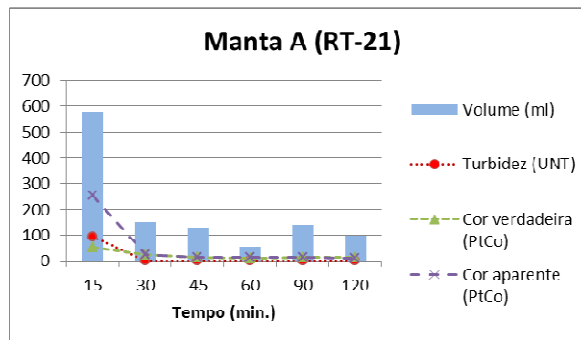


Figura 7 – Gráfico de volume, turbidez, cor verdadeira e cor aparente

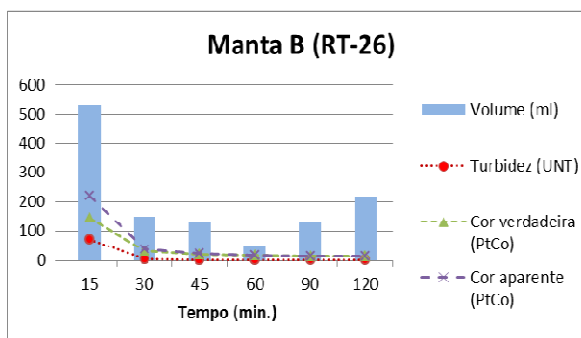


Figura 8 – Gráfico de volume, turbidez, cor verdadeira e cor aparente

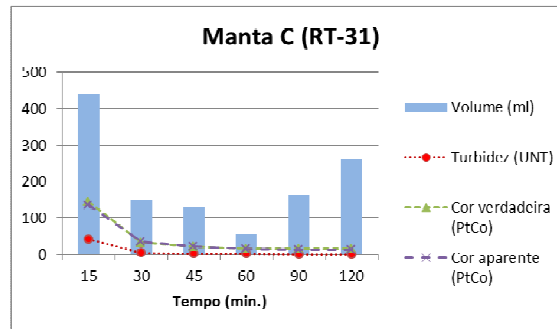


Figura 9 – Gráfico de volume, turbidez, cor verdadeira e cor aparente

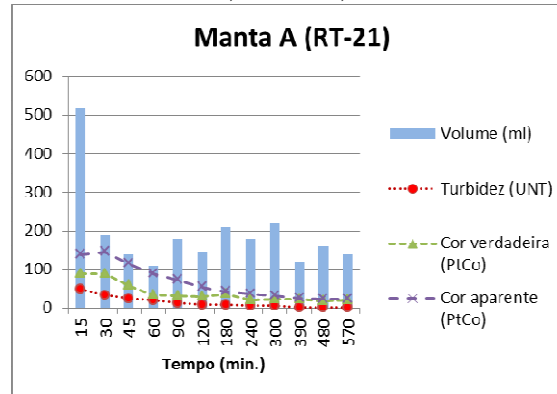


Figura 10 – Gráfico de volume, turbidez, cor verdadeira e cor aparente

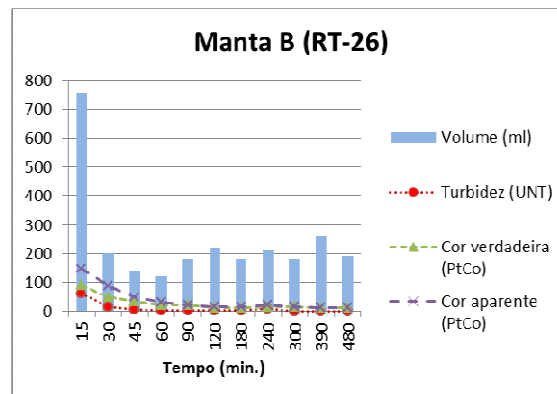


Figura 11 – Gráfico de volume, turbidez, cor verdadeira e cor aparente

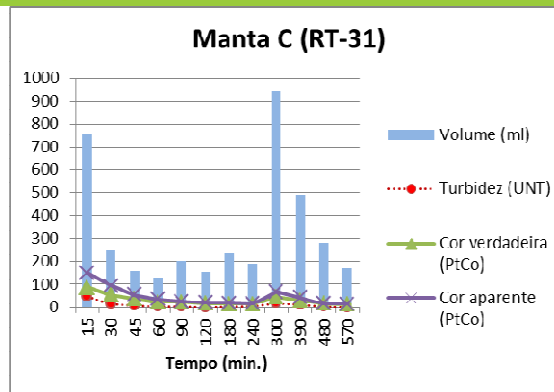


Figura 12 – Gráfico de volume, turbidez, cor verdadeira e cor aparente

Ao analisar separadamente cada um desses gráficos foi possível observar uma diminuição de todos os parâmetros conjuntamente com o tempo de drenagem. A redução do volume que geralmente ocorreu se deu ao fato explicado anteriormente.

As reduções da turbidez, cor verdadeira e cor aparente são devido ao fato de que as partículas sólidas que conferem essas características ao drenado passaram pelas mantas apenas nos momentos iniciais da drenagem por serem de tamanho reduzido sendo carregadas juntamente com a água que passou pelas mantas, portanto durante o restante da drenagem restaram apenas as partículas de maior tamanho que foram retidas pelas mantas conferindo maior transparência ao drenado obtido por não apresentarem mais essas partículas reduzindo esses parâmetros analisados. Portanto, para estes parâmetros, a TAS tem pouca interferência no comportamento de suas curvas, alterando apenas o tempo de drenagem, que é maior quanto maior a TAS.

Mesmo sendo pequenas as diferenças encontradas, os Leitos de Drenagem compostos pelo geotêxtil RT-31 apresentaram drenados com menores valores de turbidez quando comparados com os outros.

3.3. Fase de secagem

Juntamente com as análises do drenado, foram analisados os teores de sólidos do lodo. Sendo que para a análise dos teores de sólidos um leito de drenagem foi deixado coberto com o tubo de PVC e o outro foi retirado o tubo de PVC para ser possível a influência do vento na secagem do lodo, isto para todas as mantas. Foram coletadas amostras do lodo dos leitos de drenagem durante 7 dias, e essas amostras eram pesadas em cápsulas de porcelana na forma úmida e depois de passar pelo processo de secagem foram pesadas novamente. Com estes dados foram calculados os teores de sólidos retidos nas mantas com o decorrer dos dias.

Além disso, foi avaliada a possível influência de algumas variáveis climáticas, como temperatura, umidade, radiação solar, ventos e pluviosidade na fase de secagem do lodo. Para análise desses parâmetros foram construídos gráficos correlacionando os teores de sólidos com as variáveis climáticas para cada manta, com e sem cobertura, e para todas as TAS. Esses gráficos estão representados nas Figuras 13 a 19.

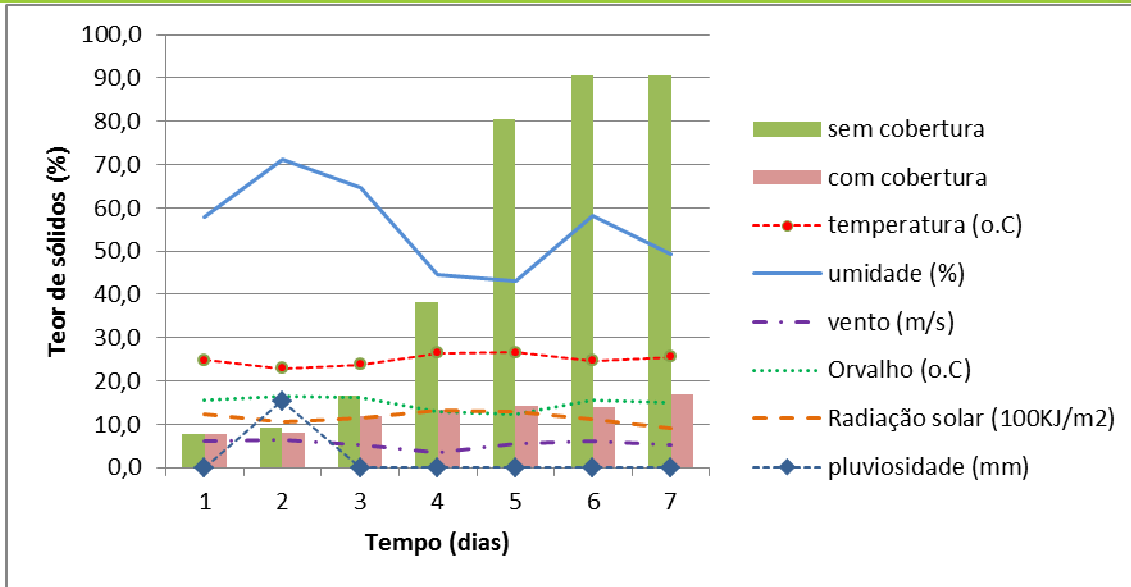


Figura 13 – Gráfico de teor de sólidos do leito com e sem cobertura e das variáveis climáticas x tempo da manta A (RT-21) e TAS 1,75 kg/m².

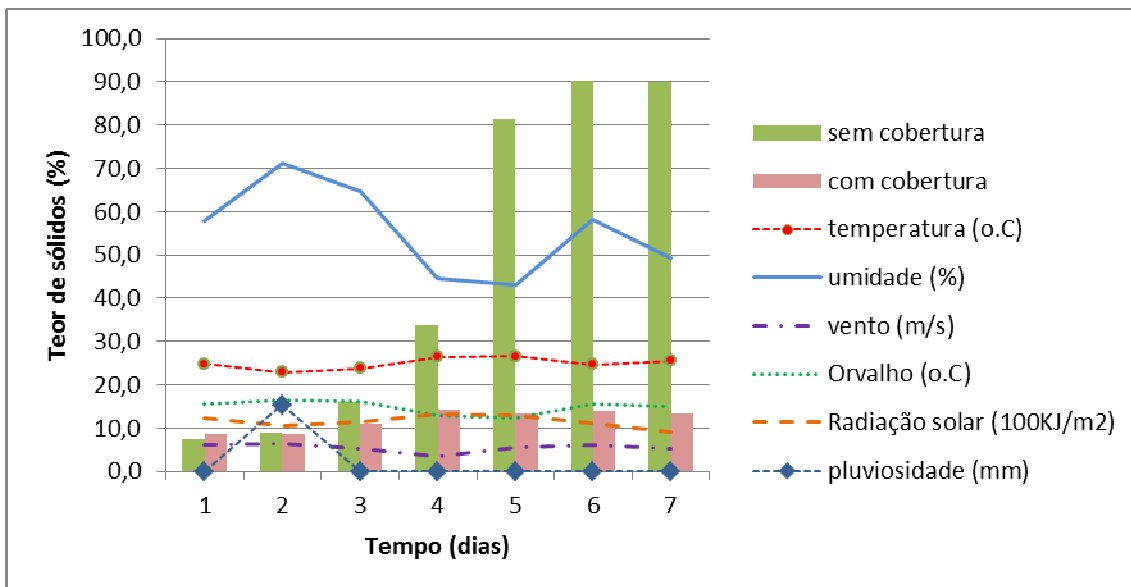


Figura 14 – Gráfico de teor de sólidos do leito com e sem cobertura e das variáveis climáticas x tempo da manta B (RT-26) e TAS 1,75 kg/m².

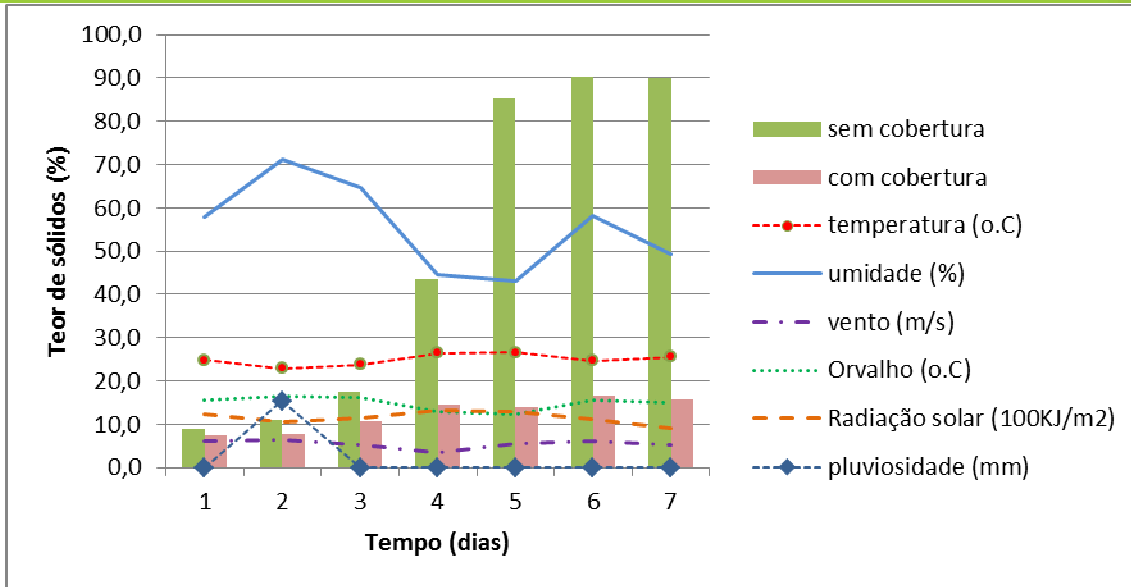


Figura 15 – Gráfico de teor de sólidos do leito com e sem cobertura e das variáveis climáticas x tempo da manta C (RT-31) e TAS 1,75 kg/m².

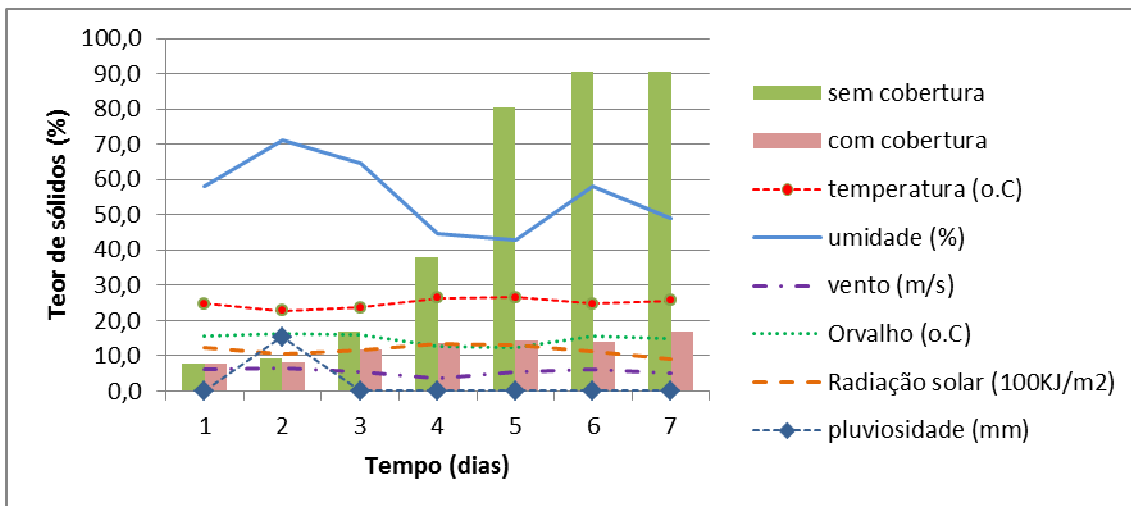


Figura 16 – Gráfico de teor de sólidos do leito com e sem cobertura e das variáveis climáticas x tempo da manta A (RT-21) e TAS 3,5 kg/m².

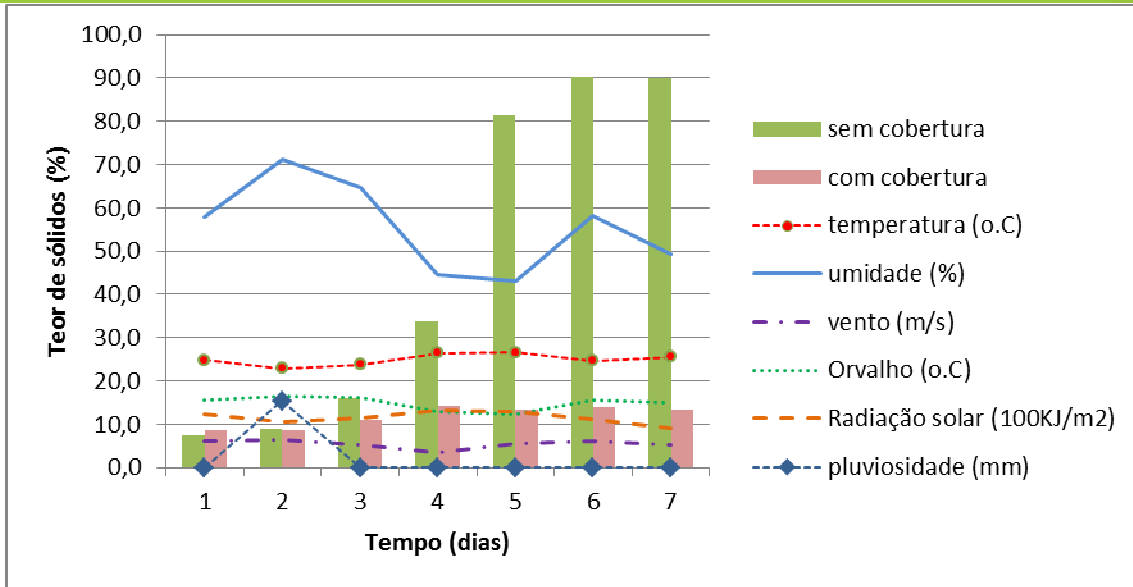


Figura 17 – Gráfico de teor de sólidos do leito com e sem cobertura e das variáveis climáticas x tempo da manta B (RT-26) e TAS 3,5 kg/m².

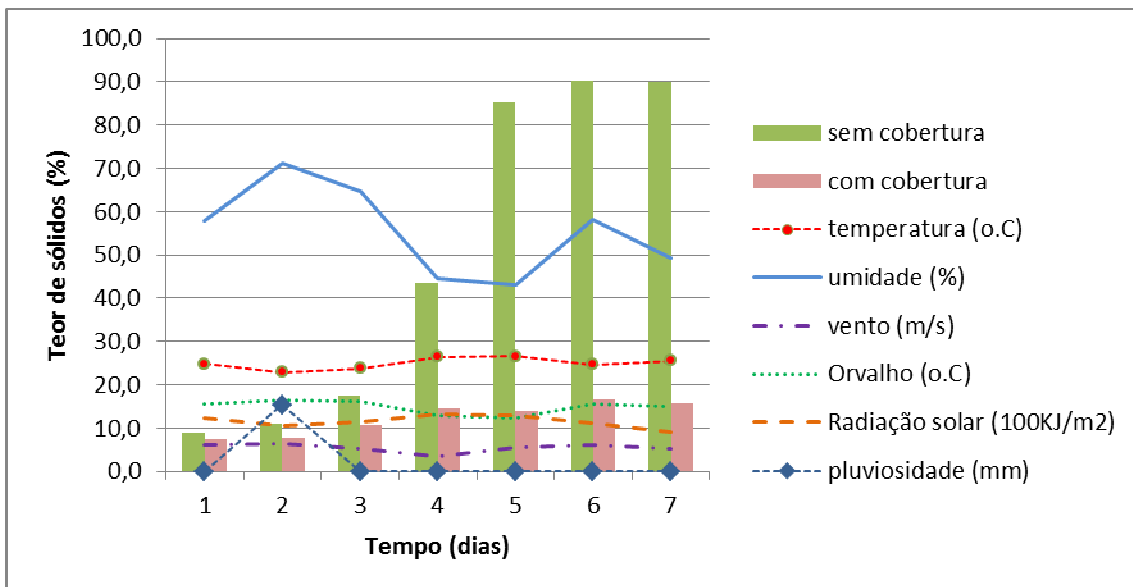


Figura 18 – Gráfico de teor de sólidos do leito com e sem cobertura e das variáveis climáticas x tempo da manta C (RT-31) e TAS 3,5 kg/m².

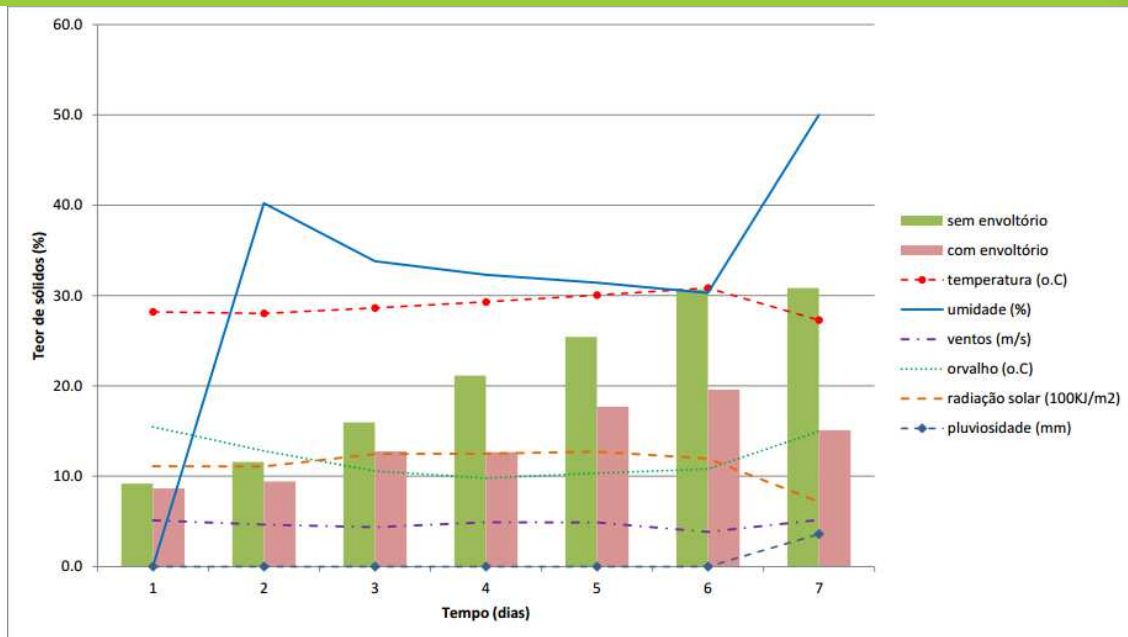


Figura 19 – Gráfico de teor de sólidos do leito com e sem cobertura e das variáveis climáticas x tempo da manta A (RT-21) e TAS 7 kg/m².

Ao avaliar os gráficos comparativos dos teores de sólidos com as variáveis climáticas foi possível observar uma favorável desidratação do lodo pelas TAS menores, pois quando a TAS é grande a camada de lodo retido na manta é maior, dificultando o processo de desidratação.

Observa-se também a influência do vento na secagem do lodo, pois nos leitos de drenagem sem cobertura o teor de sólidos encontrado foi maior, demonstrando a facilitação do processo de desidratação do lodo por este fator meteorológico.

Juntando todas as variáveis climáticas analisadas é formado um ambiente ideal para a secagem do lodo, favorecendo ou dificultando o processo de desidratação deste. Sendo que é favorecido com o aumento da temperatura, radiação solar e ventos e dificultado com o aumento da pluviosidade, orvalho e umidade, pois estes fatores aumentam ou mantêm constante a quantidade de água presente no lodo reduzindo seu teor de sólido.

Tanto para a Fase de Drenagem como para a Fase de Secagem os resultados apresentam diferenças, mesmo que pequenas, entre as mantas e as taxas de aplicação de sólidos. Isto se dá pelo fato da diferença de porosidade das mantas, possibilitando tanto maior ou menor passagem de água quanto menor ou maior retenção de sólidos. E, segundo Barroso (2007), as diferentes TAS podem alterar o comportamento drenante do geotêxtil havendo estes comportamentos diferenciados nas curvas encontradas.

Após análise conjunta de todos os resultados obtidos neste experimento foi selecionada a TAS de 3,5 kg/m² por ser o valor intermediário, satisfazendo a obtenção de uma fase de secagem mais rápida pelo motivo explicado anteriormente.

Portanto, para realização dos ensaios dos mesmos parâmetros realizados para o lodo *in natura*, foi efetuado novo ensaio de drenagem em um leito composto pela manta RT-31 e aplicada a TAS de 3,5 kg/m². Os resultados obtidos estão representados na Tabela 5, juntamente com os dados obtidos para o lodo *in natura* para possível comparação e definição da eficiência do processo de tratamento aplicado.



Tabela 5 – Resultados obtidos na análise do drenado de leito de drenagem e do lodo do decantador da ETA a valores máximos permitidos pelas normas.

Parâmetros	Lodo decantador ETA Bom Jardim	Drenado de leito de drenagem	CONAMA 430 (2011)	Portaria nº 2.914 do MS (2011)
pH	6,4	5,97	5 a 9	6 a 9,5
Cor aparente (PtCo)	-	6	75 ⁺	15
Turbidez (UNT)	-	0,97	100	0,5
Sólidos Totais (mg/L)	17.200	240	500*	1000*
DQO (mg/L)	5.060	31	-	-
DBO (mg/L)	1.647	13	5	-
Mn (mg/L)	726	2,73	1,0*	0,4
Al (mg/L)	86.076	0,1648	0,1*	0,2
Fe (mg/L)	47.212	0,8352	15,0**	2,4
Cd (mg/L)	< 0,1	<0,001	0,2	0,005
Cr (mg/L)	89	<0,001	0,1***	0,05
Pb	7	<0,001	0,5	0,01

Com isto, foi possível observar a eficiência e o desempenho do sistema de leito de drenagem para a remoção da água do lodo. Os parâmetros analisados tiveram reduções significativas no drenado, sendo possível a consideração do descarte deste drenado nos corpos d'água ou recirculação no sistema de tratamento de água na fase de filtração.

Considerando que os parâmetros ideais para essas disposições finais são estabelecidos pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (2011) para definição da água potável e as normas estabelecidas pela resolução CONAMA 430 (2011) para o descarte de efluentes diretamente nos cursos de água, compararam-se os valores destas normas com os obtidos. Com esta comparação observou-se que o drenado enquadra-se na Resolução do CONAMA 430 (2011), podendo ser descartado diretamente nos corpos d'água, e não pode ser classificada como potável devido ao elevado valor de manganês encontrado no drenado, que supera o valor máximo permitido pela Portaria nº 2.914.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que o melhor leito de drenagem é construído com a manta geotêxtil RT-31 da marca BIDIM, sendo aplicada uma Taxa de Aplicação de Sólidos de 3,5kg/m². O drenado obtido após tratamento pelo sistema de leito de drenagem pode ser descartado diretamente nos corpos d'água, pois atende os padrões definidos pela legislação, porém não pode ser considerado potável por ser parâmetros não estarem todos dentro dos Valores Máximos Permitidos definidos pela Portaria Nº 2.914.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHON, C. L.; CORDEIRO, J. S., Gerenciamento de lodo de ETAs – Remoção de água livre através de leitos de secagem e lagoas. 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, Joinville – SC, 2003.

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S., Leito de drenagem: sistema natural para redução de



volume de lodo de estação de tratamento de água. Engenharia Sanitária e Ambiental. [online]. 2008, vol.13, n.1, pp. 54-62. ISSN 1413-4152.

BARROSO, M. M., Influencia das micro e macropriedades dos lodos de Estações de Tratamento de Águas no desaguamento por Leito de Drenagem. 2007. 249 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos - SP, 2007.

BARROSO, M. M.; ACHON, C. L.; CORDEIRO, J. S., Eficiência do leito de drenagem para desaguamento de lodo de ETA que utiliza sulfato de alumínio como coagulante. Montevideo, AIDIS, p.1-8, 2006.

BRASIL. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Ministério da Saúde.

CORDEIRO, J. S. Processamento de Lodos de Estações de tratamento de água (ETA). In: FINEP, CNPq, CEF. (Org.). Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final. Rio de Janeiro: RIMA-ABES, v.1, pp.119-142, 2001.

CORDEIRO, J.S. O problema dos lodos gerados em decantadores de estações de tratamento de águas. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 342p. 1993.

FONTANA, A.O., Sistema de leito de drenagem e sedimentador como solução para redução de volume de lodo de decantadores e reuso de água de lavagem de filtros – estudo de caso – ETA Cardoso. 2004. 164 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos – SP, 2004.

MENDONÇA M. B., CAMMAROTA M. C, FREIRE D. D.C. EHRlich, M. A new procedure for treatment of oily slurry using geotêxtil filters. **Journal of Hazardous Materials**, n. 110, p. 113–118, 2004.

MORTARA F. C. Utilização de leito de drenagem no desaguamento de lodos anaeróbios. 2011. 242f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), São Carlos, 2011.

OLIVEIRA, C. A.; BARCELO, W. F.; COLARES, C. J. G., Estudo do reaproveitamento da água de lavagem de filtro na ETA - Anápolis/GO. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS), Goiânia – GO, 2012.

RESOLUÇÃO Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente.

SILVEIRA ET. AL., ET. A., C.; LIMA M. S. P.; MACEDO J. G.; SILVA S. M. C. P.; KURODA E. K. Desaguamento de lodo de Estações de Tratamento de Águas – ETAs por leito de drenagem com mantas geotêxteis – escala reduzida. Anais...Porto Alegre/RS: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011.

TSUTYIA, M. T.; HIRATA, A. Y. Aproveitamento e disposição final de lodos de Estações de Tratamento de Água do Estado de São Paulo. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), João Pessoa – PB, 2001.