



III-064 – CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO LODO DA ETA CARAPINA – CESAN - ES (estudo de caso)

Mariângela Dutra de Oliveira⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia Kennedy. Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professora do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e Engenheira da AQUACONSULT Consultoria e Engenharia e Projetos Ltda.

Jaqueline Dal Piassi dos Reis

Graduanda do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

Lais Leoni Forechi

Graduanda do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

Endereço⁽¹⁾: Rua Pedro Busatto, 170 – Jardim Camburi - Vitória – ES - CEP: 29090-470 - Brasil - Tel: (31) 3331-2237 - e-mail: mariangeladutra@ifes.edu.br

RESUMO

O aumento da degradação do Rio Santa Maria da Vitória, principal manancial abastecedor da Grande Vitória, determinou a alteração na tecnologia de tratamento da água na Estação de Tratamento de Água - ETA Carapina. A elevada demanda de produtos químicos utilizados para tratar a água bruta tem determinado a produção de um grande volume de resíduos gerados no sistema de tratamento. Este resíduo hoje é tratado em um sistema do tipo lagoa de lodo, de onde o resíduo é removido e, após desidratado, conduzido a um aterro sanitário.

O presente trabalho pretende avaliar a eficiência de um sistema de tratamento do tipo leito de secagem, utilizando dois tipos de manta geotêxtil na desidratação do resíduo líquido da ETA. Após desidratado nos leitos de secagem, o resíduo foi caracterizado qualitativa e quantitativamente visando verificar a sua viabilidade para outros fins, não causando danos ao meio ambiente. Hoje na CESAN (Companhia Espírito Santense de Saneamento), as informações sobre quantidade e qualidade deste resíduo são inconsistentes, impossibilitando aos gestores a definição de como tratar e dispor adequadamente os referidos resíduos.

Esse estudo pretende servir como ferramenta para uma melhor avaliação da forma de tratamento e disposição final do lodo de ETA, permitindo a elaboração de propostas de melhorias e adequações nos sistemas de tratamento existentes, bem como subsidiar estudos sobre a reutilização deste resíduo em outros processos como, por exemplo, na recuperação de áreas degradadas e fabricação de tijolos solo-cimento.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de ETA, Leitos de secagem, Desidratação, sólidos totais, manta drenante.

INTRODUÇÃO

A degradação do Rio Santa Maria da Vitória, no estado do Espírito Santo, determinou a alteração na tecnologia de tratamento na Estação de Tratamento de Água - ETA Mário Luiz Petrochi, ou ETA Carapina, que passou de um sistema de filtração direta para um sistema de flotofiltração, e modo a melhorar a sua eficiência. Além disso, a degradação contribui para o aumento da demanda de produtos químicos utilizados e conseqüentemente a produção de grande volume de resíduos líquidos, uma vez que passaram a ser gerados também na flotação.

Segundo PANDIT; DAS (1998), existem dois tipos de resíduos na ETA: o gerado pelo tratamento convencional e o proveniente do abrandamento da água. O resíduo gerado no tratamento convencional contém altas concentrações de alumínio ou sais de ferro com misturas de materiais orgânicos e inorgânicos e precipitados de hidróxidos dos coagulantes, sendo de difícil desidratação (MORITA, 2002). O mesmo é caracterizado, segundo Silva e Isaac (2002) como um fluido não-newtoniano, tixotrópico e volumoso, apresentando-se em estado de gel quando em repouso e relativamente líquido quando agitado. Do total de resíduos produzidos na estação, cerca de 60 a 95% é originária de decantadores, sendo o restante proveniente do processo de filtração. (SILVA e ISAAC, 2002). Apresentam-se em maiores quantidades, em termos



volumétricos, quando gerados nos filtros e maior massa, ou seja, mais concentrado quando originado de sistemas de separação sólido-líquido, realizada em decantadores e flutadores (REALLI, 1999).

As ETA's, de um modo geral, têm se defrontado com o problema do tratamento e disposição final dos resíduos gerados, uma vez que aos mesmos apresentam riscos de contaminação ao meio ambiente, devendo, segundo a NBR10004 ser minimizados, reutilizados e/ou reciclados, ficando proibido seu lançamento direto em corpos d'água.

Diante disso, é importante que os mesmos sejam tratados corretamente para que apresentem condições ideais (25% a 30% de sólidos) de transporte e possam ser destinados à aterros ou encaminhados para reutilização / reciclagem em outros processos industriais tais como fabricação de tijolos, cimentos, dentre outros.

Diante de tais necessidades, o presente trabalho buscou estudar a desidratação do lodo pelo sistema de leito drenante com manta geotêxtil. Tal sistema, conforme estudos apresentados por Cordeiro (1993) e (2000), permite a remoção mais efetiva da água livre do lodo do que as estruturas convencionais do tipo leito de secagem.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN-ES).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir o objetivo do trabalho foram realizadas as seguintes atividades:

- Visitas técnicas à unidade de tratamento de água ao longo de todo o desenvolvimento do projeto;
- Quantificação do resíduo líquido gerado na ETA e obtenção de dados da qualidade da água bruta

Estes dados foram obtidos junto a CESAN, através de relatórios de produção diária;

- Montagem de leito de secagem piloto visando determinar o tempo de secagem do lodo sem a adição de polímeros.

Dois leitos drenantes foram construídos em duas caixas d'água de 2000L cada uma, sendo constituído da seguinte maneira: manta geotêxtil bidim RT-09 em um dos leitos e bidim RT-14 no outro; camada de brita de 0,3 m; tubulação perfurada de 65 mm. Foram realizadas seis campanhas de coleta de amostras do resíduo líquido da ETA na saída da lavagem dos filtros. Este resíduo foi homogeneizado e depositado nos leitos drenantes para desidratação com camada de 30 cm de lodo. Esta etapa contou com o apoio da equipe de funcionários da CESAN.

- Coleta de amostra do lodo seco

O lodo seco foi coletado obedecendo critérios de quarteamento (segundo NBR 10007) e acondicionados em recipientes de vidro para posterior análise físico-química e biológica. Foram realizadas duas coletas por campanha, sendo a primeira feita com aproximadamente seis dias de secagem e a segunda, com cerca de dez dias de secagem;

- Realização de análises de sólidos totais no laboratório do IFES ao longo do período de secagem do lodo

As análises foram realizadas conforme a NBR 10664/89 e o método descrito pelo Standard Methods, sendo considerado como tempo ótimo para desidratação o momento em que o lodo atinge o índice mínimo de 25% de sólidos totais.

- Quantificação do lodo produzido comparando-o com as equações empíricas apresentadas na literatura;

O lodo produzido foi pesado e extrapolado para a vazão da ETA a fim de permitir uma comparação com as equações empíricas apresentadas na literatura por Richter (2001), Realli (1999), AWWA (1978), AFEE (1982), CETESB (2001), Corwell (1987) (FONTANA, 2004)

- Levantamento de fatores climáticos

Foram levantados dados de temperatura, precipitação e insolação junto ao Centro Universitário Norte do Espírito Santo – Estação Meteorológica Automática de Vitória, durante todo o período de desidratação do lodo a fim de subsidiar a interpretação dos resultados.

- Realização das análises de SiO₂, Al₂O₃, Al(OH)₃, Fe₂O₃, TiO₂, MnO₂, MnO, MgO, CaO, K₂O, Na₂O, P₂O₅, SO₃, Cinzas, Sólidos totais, Fixos e Voláteis, pH, Sulfetos, Perda ao fogo e Ovos de Helmintos.

Estas análises foram realizadas pelo laboratório BIOAGRI, através do Convênio de cooperação técnico científico firmado entre IFES e CESAN nos meses de Dez/08, Jan/09. A determinação dos parâmetros acima



relacionados foi feita utilizando os métodos EPA 6010B – Inductively Coupled Plasma (ICP) Method, SMEWW 4500 – H+ – B – Eletrometric Method, Sólidos Totais/Umidade: SMEWW 2540 – B Total Solids Dried at 103 – 105°C, EPA 9030 e 9034 – Destilação e Análise por Titulação, EPA/625/R-92/013 – Appendix 1 – Analytical Method for Viable Helminth Ova (mod).

RESULTADOS

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A captação de água ocorre no Rio Santa Maria da Vitória onde passa por grades e desarenadores. Após esse processo segue por um canal subterrâneo de cerca de 5 km chegando à estação elevatória de água bruta, de onde é bombeada para a ETA Carapina, também denominada Mário Luiz Petrochi, localizada no Município da Serra (CESAN, 2003).

A ETA Carapina é a segunda maior estação da CESAN, possui capacidade nominal de 2.500 L/s, capacidade máxima de operação de 2.700L/s, sendo a mesma composta das seguintes unidades de processo (CESAN, 2003):

- Caixa de chegada de água bruta;
- Duas câmaras de mistura rápida;
- Canais de distribuição de água coagulada/floculada;
- Filtração rápida descendente, dupla camada, com flotação por ar dissolvido (flotofiltração);
- Tanque de contato;
- Casa de química.

O resíduo líquido gerado no tratamento de água segue por uma galeria até chegar a um tratamento denominado lagoa de lodo, localizado em um terreno fora das instalações da ETA Carapina.

Os produtos utilizados na ETA são: sulfato de alumínio como coagulante, cal como alcalinizante, cloro gasoso como desinfetante e flúor.

A Estação abastece toda a região do município da Serra, incluindo Praia Grande (Fundão), Cariacica, a Cia da Vale do Rio Doce e parte dos bairros da região norte do município de Vitória (Jardim da Penha, Jardim Camburi, Goiabeiras e adjacências).

DADOS DA PRODUÇÃO DE LODO E CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA BRUTA

Os dados referentes a ETA (vazão de tratamento, características da água bruta e dosagem de coagulante), bem como dados do lodo produzido foram obtidos junto a CESAN através do relatório SINCOP - Sistema de Informação e Controle Operacional - Relatório de Indicadores Operacionais, e consolidados através da tabela 1 apresentada a seguir:

Tabela 1: Dados da ETA, características da água bruta e produção de lodo.

Campanha/ Data	Vazão da ETA (L/s)	Características da Água Bruta				Dosagem Sulfato de Alum.	Volume de Lodo (m³/mês)
		Cor (mg/l) pt	Turbidez NTU	pH	Alcalidade. mg/l CaCO ₃		
1 - 29/02/2008	2,026	95	92.225	5.91	6.2	20	182,302
2 - 25/03/2008	2,000	137.1	35.92	6.63	11.45	16	190,987
3 - 25/04/2008	2,086	70.6	16.64	6.66	11.7	10	193,104
4 - 27/10/2008	2,051	-	19.95	6.41	9.5	12	176,512
5 - 10/12/2008	1,809	166.17	66.5	6.43	10.17	18	243,217
6 - 20/01/2009	1,822	173.18	77.78	6.42	10.43	17.2	235,875

Cabe observar que o volume de lodo produzido não é medido e sim determinado de acordo com o volume de água utilizada na lavagem de cada filtro.

MONTAGEM DO LEITO DRENANTE

A montagem do leito teve apoio das empresas FORTLEV, com fornecimento das caixas d'água, GEOTEX BIDIM, com fornecimento das mantas e da CESAN com a mão de obra e demais materiais para montagem dos leitos. As fotos 1a a 1d apresentam as etapas de montagem do leito drenante.

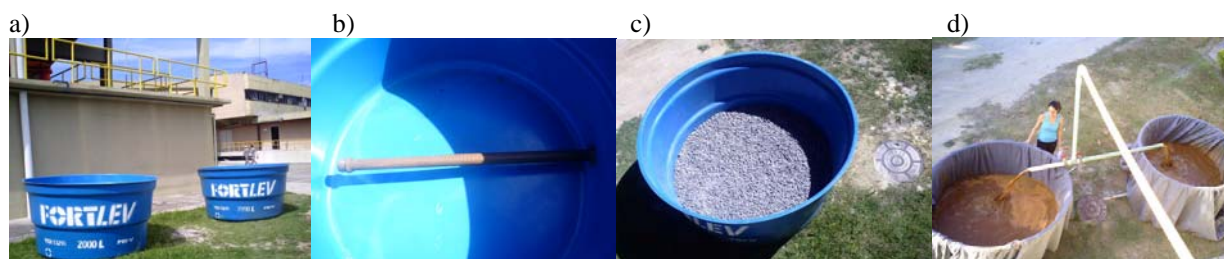


Figura 1a) Caixas de 2000L, **Figura 1b)** Tubulação de PVC (65mm) perfurado no fundo do leito, **Figura 1c)** Camada de 30cm com brita nº 1, **Figura 1d)** Mantas geotêxteis RT 14 e RT09 com camada de lodo.

COLETA DE LODO E DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DAS AMOSTRAS

O lodo seco foi coletado obedecendo aos critérios de quartearmento (segundo NBR 10007) e acondicionado em recipientes de vidro para posterior análise físico-química e biológica. Foram realizadas duas coletas por campanha, sendo a primeira feita com aproximadamente seis dias de secagem e a segunda, com cerca de dez dias de secagem. As análises de sólidos totais foram realizadas conforme a NBR 10664/89 e o método descrito pelo Standard Methods, sendo considerado como tempo ótimo para desidratação o momento em que o lodo atinge o índice mínimo de 25% de sólidos totais (tabela 2).

Tabela 2: Teor de umidade do lodo desaguado no leito drenante.

Campanhas	Carregamento dos leitos	Coleta do lodo no leito de secagem	Análise laboratorial	Teor de sólidos (%)		Teor de umidade (%)
				RT09	RT14	
Campanha 01	29/02/08	13/03/2008	13 dias de secagem	98,6251	92,2869	1,3749
				94,2906	7,7131	5,7094
				94,9526	5,0474	
Campanha 02	25/03/08	01/04/08	6 dias de secagem	26,2171	73,7829	
				24,6929	75,3071	
		07/04/08	13 dias de secagem	78,9371	21,0629	
				82,6554	17,3446	
Campanha 03	25/04/08	30/4/08	5 dias de secagem	47,8048	52,1952	
				47,3644	52,6356	
		5/5/2008	10 dias de secagem	79,0822	20,9178	
				66,7009	33,2991	
Campanha 04	27/10/2008	3/11/2008	7 dias de secagem	31,215	68,785	
				31,461	68,539	
		10/11/2008	14 dias de secagem	66,4256	33,5744	
				57,4238	42,5762	
Campanha 05	10/12/2008	17/12/08	7 dias de secagem	47,0877	52,9123	
				34,8204	65,1796	
		23/12/08	13 dias de secagem	89,6342	10,3658	
				88,1276	11,8724	
Campanha 06	20/01/2008	27/01/2009	7 dias de secagem	58,3994	41,6006	
				26,7525	73,2475	
		03/02/2009	10 dias de secagem	94,5634	5,4366	
				97,7692	2,2308	

A tabela 2 apresenta um teor de sólido com tempo de desaguamento médio de 5 a 7 dias na manta RT09 variando de 26,2 a 58,4%, com média de 42,1%, e na manta RT14 variando de 24,6 a 47,4%, com média de



33,0%. Observamos que com 6 dias de desaguamento a média já foi superior aos 25% recomendado para transporte do lodo. Não foi levado em consideração neste calculo os resultados da 1ª campanha.

As figuras 2a e 2b apresentam o lodo desaguado da 2ª campanha com 6 dias e 13 dias de permanência.

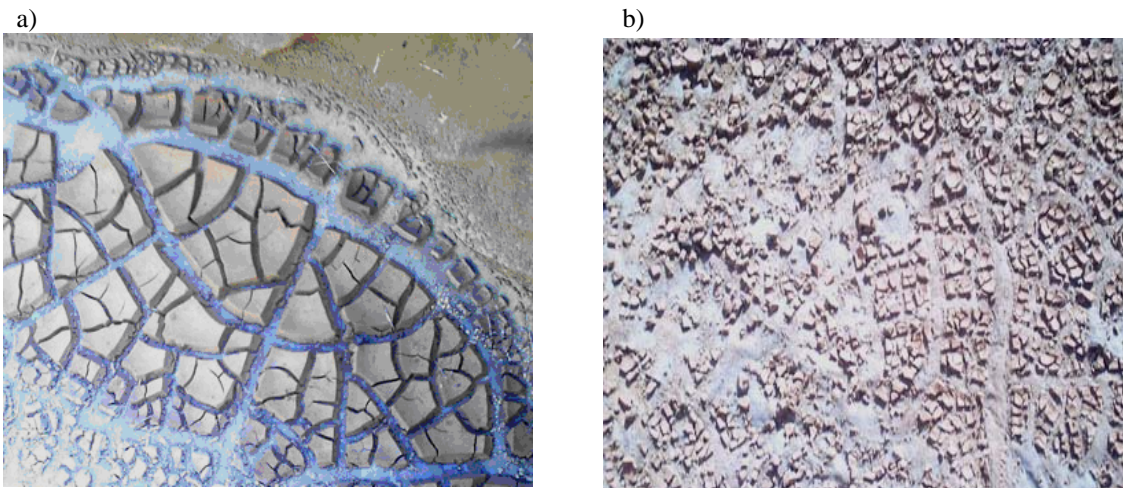


Figura 2a) – lodo com 6 dias de secagem, **Figura 2b)** – Lodo com 13 dias de secagem.

Para o tempo de desaguamento médio de 10 a 13 dias na manta RT09 observou-se uma variação de 47,8 a 94,6%, com média de 78,60%, e na manta RT14 variação de 47,4 a 97,8%, com média de 78,04%. Observamos que as duas mantas apresentam uma eficiência similar (gráfico 1).

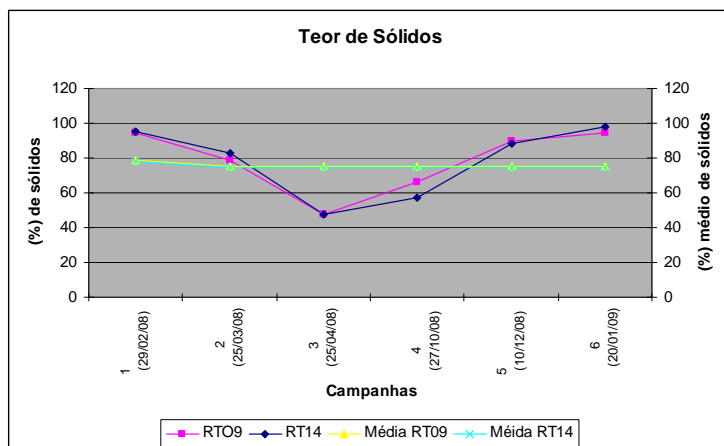


Gráfico 1: Verificação das variações de sólidos leitos com mantas RT 09 e RT 14 – tempo de desaguamento acima de 10 dias.

O gráfico 2a mostra a relação entre teor de sólidos e precipitação média em mm e a insolação em MJ/m² na região de estudo. Observamos que quanto maior a insolação maior é o teor de sólidos obtido na amostra e no período de menor precipitação obteve-se o menor percentual de sólidos, fato relacionado a melhor qualidade da água bruta e menor dosagem de coagulante (gráfico 2b). Os dados climáticos foram retirados do site do CEUNES (<http://www.ceunes.ufes.br/estacao>).

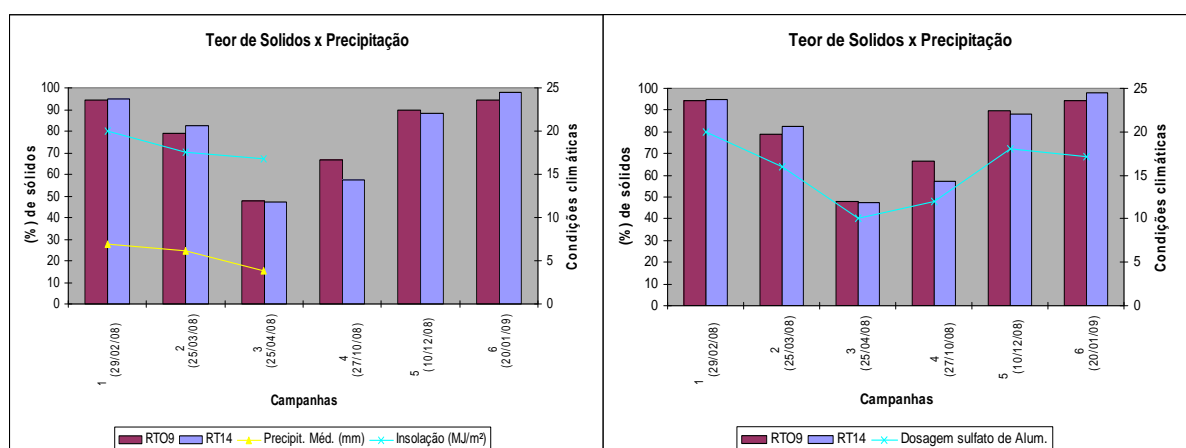


Gráfico 2a: Relação entre Teor de sólidos no lodo e condições climáticas; **Gráfico 2b:** Relação entre Teor de sólidos no lodo e dosagem de sulfato de alumínio.

QUANTIFICAÇÃO DO LODO SECO

O lodo produzido nas duas ultimas campanhas foi pesado e por extrapolação obteve-se a quantidade aproximada de lodo produzido na ETA (Tabela 3). Esta aproximação se deve ao fato de que o volume de lodo produzido na ETA (dados CESAN/SINCOP, 2008/2009) não é um dado medido e sim obtido através da medição da água de lavagem utilizada em cada unidade filtrante. A tabela 4 apresenta o resultado da estimativa de lodo produzido utilizando formulas empíricas apresentadas na literatura por Realli (1999), AWWA (1978), AFEE (1982), CETESB (2001), Corwell (1987) (FONTANA, 2004).

Tabela 3: Quantidade de lodo produzido no leito drenante

Campanhas		1	2	3	4	5	6
		29/02	25/03	25/04	27/10	10/12	20/01/09
Loca l	ETA	6,077	6,366	6,437	5,884	8,107	7,863
	Leitos drenante	1.57	1.00	1.80	1.70	1.80	2.00
Sólidos Secos (Kg/dia)		*	*	*	*	22,317.41	20,450.36
		*	*	*	*	4.96	5.20

* não foi realizada a pesagem lodo do retirado dos leitos de secagem.

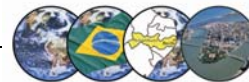
Tabela 4: Quantidade de lodo produzido .

Métodos	Quantidade de sólidos secos (Kg/dia)					
	Campanhas					
	1	2	3	4	5	6
REALLI – 1999	25,127.00	10,029.00	4,967.00	5,856.00	16,318.00	19,070.00
AWWA –1978	12,134.92	6,428.86	4,035.13	4,472.08	8,729.15	9,752.21
AFEE – 1982	21,132.65	9,576.75	4,795.93	*	14,765.10	17,061.68
CETESB (apud SARON, 2001)	25,827.22	10,582.27	5,327.61	6,281.08	16,880.54	19,611.80
CORNWELL (1987)	25,757.20	10,526.98	5,291.56	6,238.55	16,824.28	19,557.65
DETERMINADO PARA A ETA CARAPINA	*	*	*	*	22,317.41	20,450.36

*campanhas 1,2, 3 e 4 : não foi possível pesar o lodo retirado dos leitos de secagem.

*campanha 4 : não foram realizadas análises de cor na estação de tratamento de dados de cor nesse período.

Com base nestas informações pode-se observar que as equações empíricas da CETESB(1987) e Cornwell(1987) são as que melhor representam a estação de tratamento em estudo.



CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DO LODO DESAGUADO

As análises físico químicas e bacteriológicas foram realizadas no laboratório BIOAGRI, através do Convênio firmado entre IFES e CESAN nos meses de dez/08 e Jan/09. O gráfico 3 é uma representação da tabela 5.

Tabela 5: Resultados analíticos da análise do lodo desaguado

Campanha e Período		5		6	
		10/12/08		20/01/09	
Manta		RT 09	RT 14	RT 09	RT 14
Parâmetros	Sólidos Totais (% p/p)	89,6	88,1	98,5	97,7
	Cinzas (Base Seca) (% p/p)	68,8	69,2	71,8	71,6
	Sílica + Insolúveis (% p/p)	48,9	41,5	54,4	56,1
	pH (Suspensão a 5%)	5,5	5	5,5	5,2
	Sulfeto (mg/kg)	< 2	< 3	< 2	< 2
	Perda ao Fogo (% p/p)	13,4	12,3	37,3	38
	Ovos de Helmintos (ovos/g de ST)	<0,1	<0,1	1,59	<0,01
	Sólidos Voláteis (% p/p)	27,9	27,1	27,8	27,8
	Cinzas (% p/p)	61,7	61	70,7	69,9
	Titânio (mg/kg)	307	180	349	366
	Alumínio (Al ₂ O ₃) (mg/kg)	78487	63367	80305	81465
	Cálcio (CaO) (mg/kg)	511	289	382	413
	Ferro (Fe ₂ O ₃) (mg/kg)	71007	57671	65857	65803
	Potássio (K ₂ O) (mg/kg)	476	271	758	789
	Magnésio (MgO) (mg/kg)	863	538	1219	1253
	Manganês (MnO) (mg/kg)	589	481	824	783
	Sódio (Na ₂ O) (mg/kg)	84	70	27	36
	Fósforo (P ₂ O ₅) (mg/kg)	2284	1806	1940	1889
	Enxofre (SO ₃) (mg/kg)	5778	5261	676	679

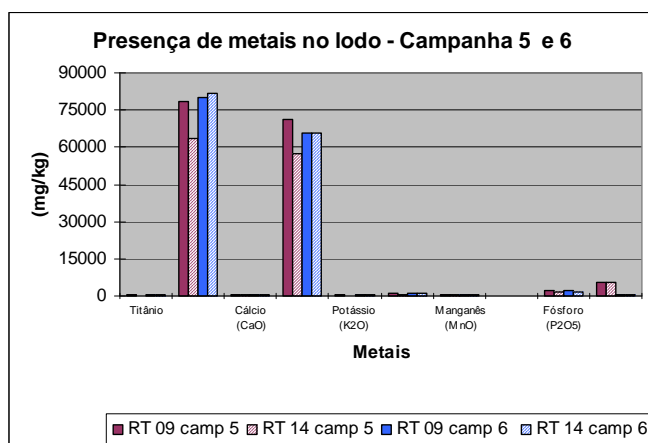


Gráfico 3: Presença de metais no lodo nas campanhas 5 e 6

Pode-se observar pelo gráfico 3 que a maior concentração de metais no lodo desaguado é de alumínio e ferro, resultado compatível com a utilização do coagulante sulfato de alumínio e as características da água bruta. No período de dezembro/08 observamos uma maior concentração de alumínio e ferro na manta RT09 quando comparada com a manta RT14 e que no período de janeiro/09 as concentrações destes metais foi muito parecida nas duas mantas estudadas.

O gráfico 5a indica que há uma correlação entre o teor de ferro no lodo e os parâmetros de cor e turbidez da água bruta. Era de se esperar uma correlação entre a dosagem de produtos sulfato de alumínio na ETA e a concentração de alumínio no lodo fato não constatado conforme apresentado no gráfico 5b. Esta condição deve ser melhor analisada através de um monitoramento contínuo de caracterização do lodo da ETA.

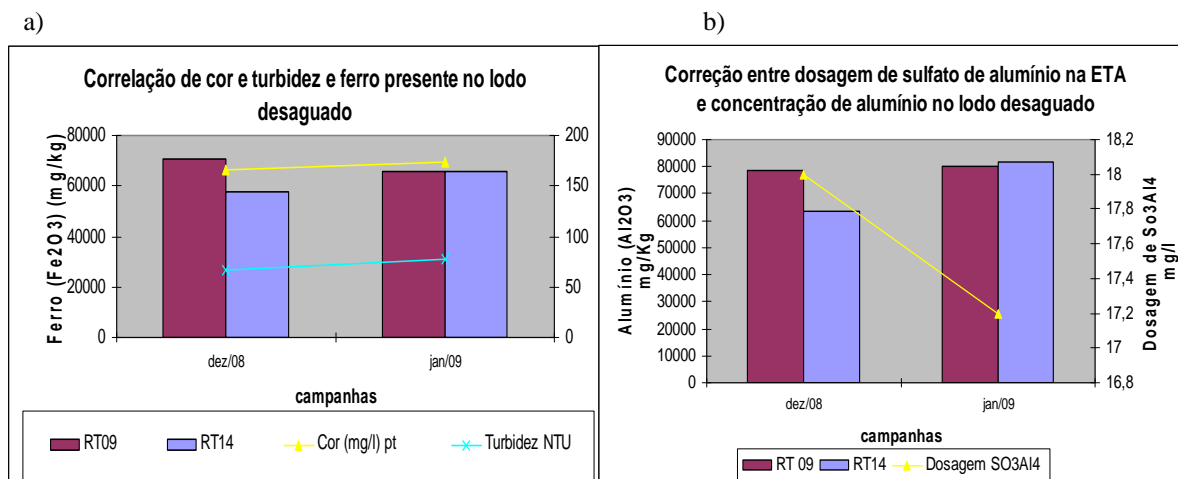


Gráfico 5a) Correlação entre ferro e cor/turbidez da água bruta OBS: valor de cor em out/08 não medido;
Gráfico 5b) Correlação entre Alumínio e dosagem de coagulante na ETA.

CONCLUSÕES

O desaguamento de lodo nesse sistema ocorre de forma natural, sem consumo de energia ou adição de produtos químicos. Pode-se dizer que, a eficiência do leito drenante com manta geotêxtil, vem fortalecer o uso deste método de desidratação, que possibilita a formação de uma torta com concentração de sólidos mais elevada e com custos inferiores ao leito de secagem convencional.

Observou-se que os leitos drenantes estudados foram eficientes na remoção da umidade do lodo, visto que os resultados esperados de 25% de sólidos foram obtidos a partir de 5 dias de secagem. Com aproximadamente 10 dias de secagem o teor de sólidos médio encontrado na torta foi de 78,04%. As mantas estudadas apresentaram resultados similares não havendo destaque significativo para a escolha de uma delas.

Verificou-se que a produção de lodo está relacionada com as concentrações de produto químico aplicadas, bem como com a qualidade da água bruta.

Utilizando formulas empíricas apresentadas na literatura e comparando os resultado com as medições realizadas constatou-se que as equações da CETESB (1987) e Cornwell (1987) são as que melhores representam a ETA Carapina na quantificação de lodo seco produzido.

Há uma predominância de ferro e alumínio na composição do lodo devido ao uso do sulfato de alumínio como coagulante e da composição do material sedimentado no tratamento da água, bem como pelas características da água bruta.

Recomenda-se estudos posteriores com utilização de apenas um tipo de manta variando a espessura da camada de lodo ou mesmo utilização de duas outras mantas com diferença mais significativa na sua gramatura. É importante para a consolidação dos resultados a análise do drenado e o monitoramento contínuo buscando caracterizar o lodo nos demais períodos hidrológicos.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004:Classificação de Resíduos. Rio de Janeiro, 2004.
2. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10664: Determinação de resíduos (sólidos) - Método gravimétrico. Rio de Janeiro, 1989.
3. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos – Procedimento . Rio de Janeiro, 1987.
4. CORDEIRO, J.S. (1993). O problema dos lodos gerados nos decantadores em estações de tratamento de água. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
5. CORDEIRO, J. S. (2000) Gerenciamento de Lodo de ETAs – Remoção de água, através de leitos de secagem e codisposição da fase sólida em matrizes de cimento e resíduos da construção civil. São Carlos: UFSCar / FINEP: 2000. 145 p. Relatório Técnico PROSAB 2.
6. COMPANHIA ESPIRITO SANTENSE DE SANEAMENTO – CESAN (2008 e 2009). Relatório de Indicador Operacional, 2008 e 2009. Sistema de Informação e Controle Operacional - SINOP, Vitória, 2009.
7. COMPANHIA ESPIRITO SANTENSE DE SANEAMENTO – CESAN (2003). Ampliação da capacidade de produção da estação de tratamento de água – EngºMário Luiz Petrocchi ETA V – Carapina – município da Serra – ES – Manual de Operação. Relatório desenvolvido pela SL Engenharia, 2003.
8. FONTANA, A. O. (2004). 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. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos/UFSCAR. São Carlos.
9. MORITA, D. M. et al. (2002). Incorporação de lodos de estações de tratamento de água em blocos cerâmicos. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 10, 2002, Braga. Anais eletrônico... Braga: APESB, 2002. p.1-15.
10. PANDIT, M.; DAS, S. (1998) Sludge disposal (“on line”). Disponível no URL: http://www.cee.vt.edu/program_areas/environmental/teach/wtprimer/sldg/sldg.html.1998
11. REALI, MAP (coord.)(1999) Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final de Lodos de ETA. Rio de Janeiro. ABES/PROSAB.
12. SILVA JR., A. P. da; ISAAC, R. de L. (2002). 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. 1 CD-ROM.
13. <http://www.ceunes.ufes.br/estacao>, acesso em 10 de julho de 2008.