



I-324 – CARACTERÍSTICAS DO LODO DE ETA. CASO: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA JAIME CÂMARA EM GOIÂNIA, GOIÁS

Luciana de Souza Melo Machado⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Católica de Goiás. Especialista em Saúde Pública pela Escola Universidade de Ribeirão Preto e em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás e Coordenadora da Produção de Água Tratada do Sistema João Leite da Saneamento de Goiás em Goiânia, Goiás.

Wilma Gomes da Silva Carmo⁽²⁾

Bióloga pela Universidade Católica de Goiás. Especialista em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás. Saneamento de Goiás S.A.

Eduardo Queija de Siqueira⁽³⁾

Eng. Civil Professor Doutor da Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil.

Endereço⁽¹⁾: Rua 53, nº 280, apto. 1001, Jardim Goiás, Goiânia, Goiás. - CEP: 74.810-210 - Brasil - Tel: (62) 3281-6357; biolsmm@yahoo.com.br ou lmachado@saneago.com.br

RESUMO

As estações de tratamento de água produzem lodo residual, resultado do processo de lavagem dos filtros e descargas dos decantadores. As características dos lodos variam com as tecnologias, tipos de tratamento de água, condições climáticas, tipos e quantidade de coagulantes e auxiliares de coagulação. A Estação de Tratamento de Água (ETA) Jaime Câmara é responsável por aproximadamente 50% do abastecimento de água distribuída de Goiânia e região metropolitana, Estado de Goiás. O tratamento é do tipo ciclo completo. Neste estudo foi quantificado e caracterizado o lodo gerado nos decantadores da referida ETA nos meses de setembro a novembro de 2007. Foi estimada a produção de lodo usando fórmulas empírica da literatura com base nos dados da estação (0,53 – 2,10 Kg/m³). O lodo da ETA Jaime Câmara apresenta alta dureza, baixa biodegradabilidade, com altos teores de ferro, alumínio, manganês e *Escherichia coli*, e um pH médio de 6,6. A série de sólidos é elevada. O intervalo e o tipo manual de lavagem determinante das características do mesmo. Este trabalho oferece subsídios para a seleção de alternativas viáveis e tecnicamente embasadas para a disposição do lodo, que venham minimizar os impactos ambientais decorrentes do passivo no corpo receptor, o Rio Meia Ponte, um dos principais recursos hídricos do Estado de Goiás.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de água, lodo, ETA.

INTRODUÇÃO

A deteriorização apresentada por muitos dos corpos d'água no Brasil, se deve em parte, ao lançamento dos rejeitos gerados nas Estações de Tratamento de Água (ETAs). Dentre estes rejeitos, os resíduos provenientes da sedimentação em decantadores e lavagens de filtros, são altamente impactantes ao meio aquático. Para uma correta disposição faz-se necessário a caracterização, o tratamento e posterior disposição final de lodos das ETAs (RICHTER, 2001).

Durante o processo de potabilização da água em estações de ciclo completo, partículas muito finas em suspensão ou em solução, são desestabilizadas com a utilização de coagulante, na mistura rápida. A seguir, nos floculadores, na mistura lenta formam-se os flocos que são sedimentados nos decantadores. A parte dos flocos que não sedimentaram é encaminhada aos filtros para clarificação final. Nestes processos há geração de um grande volume de resíduos (DI BERNARDO, 2005).

As características dos lodos variam com as tecnologias e tipos de tratamento de água, condições climáticas, tipo e quantidade de coagulantes e auxiliares de coagulação. Geralmente, nas ETAs não há sistema de tratamento para receber o lodo produzido. Este acaba sendo lançado em cursos d'água próximos, ocasionando alterações na qualidade da água e aumento do volume de sedimentos do corpo receptor. Na ETA Jaime Câmara em Goiânia, Goiás, estes resíduos são lançados no Rio Meia Ponte, um dos principais recursos hídricos do Estado (SIQUEIRA, 1996).



A disposição final dos lodos gerados nas estações de tratamento de água se constitui atualmente um dos principais passivos ambientais do setor de saneamento. Um dos grandes desafios atuais do setor de saneamento é a adequada destinação final desses lodos que seja ambiental, técnica e economicamente viável.

Por se tratar esta, de uma fonte pontual de lançamento, torna-se mais fácil a adoção de medidas e tecnologias para mitigação e compensação dos impactos ambientais promovidos pelo descarte dos resíduos gerados na ETA, como a construção e instalação de um sistema de tratamento de lodo.

Para minimização da quantidade de resíduos gerados, segundo JULIO (2007), deve-se partir da seleção criteriosa do manancial (quando possível), pois quanto maior a quantidade de impurezas presentes na água bruta maior será a quantidade de resíduos gerados na ETA.

De acordo com JULIO (2007), dentre as tecnologias de tratamento de água conhecidas e empregadas em nosso país destacam-se a Filtração Direta Ascendente, Filtração Direta Descendente com ou sem pré-floculação, Dupla filtração, Tratamento em Ciclo Completo (coagulação, floculação, decantação/flotação e filtração), Floto-Filtração e Filtração em Múltiplas Etapas.

Nas ETAs de ciclo completo podem ser utilizados vários produtos químicos: (1) pré-oxidantes (cloro, permanganato de potássio, ozônio, dióxido de cloro, etc.); (2) alcalinizantes (cal, barrilha ou hidróxido de sódio); (3) coagulantes (sais de ferro e de alumínio) e (4) auxiliares: (coagulação, floculação ou filtração), incluindo, polímeros sintéticos e naturais (DI BERNARDO et al 2002).

Na sua forma mais comum, o lodo das estações de tratamento de água é basicamente o produto da coagulação da água bruta e, assim, tem uma composição aproximada daquela, acrescido dos produtos resultantes dos coagulantes utilizados, principalmente hidróxidos de alumínio e ferro (RICHTER, 2001).

De acordo com REALI (1999), o lodo de sulfato de alumínio apresenta coloração marrom, com viscosidade e consistência que lembram um chocolate líquido, além de possuírem uma difícil sedimentação ou flotação em seu estado natural.

De uma forma geral, os resíduos gerados em ETAs podem ser divididos em quatro grandes categorias (AWWA, 1987): (1) Resíduos gerados durante processos de tratamento para a remoção de cor e turbidez. Em geral, os resíduos sólidos produzidos englobam os lodos gerados nos decantadores (ou eventualmente de flotação com ar dissolvido) e as águas de lavagem de filtros; (2) Resíduos sólidos gerados durante o abrandamento; (3) Resíduos gerados em operações de tratamento avançado com objetivo de reduzir compostos orgânicos presentes na água bruta, tais como carvão ativado granular saturado e gases proveniente de processos de arraste com ar; (4) Resíduos líquidos gerados em operações visando a redução de compostos inorgânicos presentes na água bruta, tais como processos de membrana (osmose reversa, ultrafiltração e nanofiltração).

O crescente aumento da utilização de auxiliares de floculação e filtração (exemplo: polieletrólitos ou polímeros naturais ou sintéticos) também merece atenção. BARBOSA (2000) verificou a ação tóxica dos polieletrólitos sobre vários organismos aquáticos, como: cladóceros, peixes, camarões, dípteros e no microcosmo das algas. A autora considera os polieletrólitos catiônicos mais tóxicos que os polieletrólitos aniônicos e não iônicos, mesmo em baixas concentrações (2 a 3 mg/L).

De acordo com BARROSO (2001), a importância do estudo do efeito ou uso de polieletrólito é justificada, visto que eles estão sendo cada vez mais empregados nos processos de potabilização da água, assim como no tratamento e condicionamento dos lodos gerados em ETAs. Geralmente, estes acabam sendo lançados ao ambiente aquático juntamente com os resíduos, o que pode provocar prejuízos à flora e fauna daquele ambiente.

Segundo RICHTER (2001), a remoção de lodos dos tanques de decantação pode ser contínua ou intermitente, sendo a forma preferida para instalações de grande capacidade. A quantidade e a qualidade de lodo de ETA depende da frequência de remoção deste dos decantadores (GRANDIN, SOBRINHO, GARCIA JR, 1993). LUCIANO (1998), afirma que o lodo representa entre 0,3 a 1% do volume da água tratada. Segundo SILVA E ISSAC (2002) a quantidade de lodo originária dos decantadores representa de 60 a 95% da quantidade total de resíduos produzidos em ETAs, sendo o restante oriundo do processo de filtração.



O tratamento dos lodos de uma ETA visa obter condições adequadas para sua disposição final e envolve a remoção de água para concentrar os sólidos e diminuir o seu volume (RICHTER, 2001). O mesmo autor afirma que isto pode ser feito de dois modos: (1) filtração; (2) separação gravitacional e ainda, propõe adensamento de lodos como método de tratamento de lodos em ETAs, que pode ser: (1) por gravidade, (2) batelada, (3) contínuos, (4) flotação; (5) métodos mecânicos de deságue.

Métodos de uso ou disposição de lodos praticados são: (1) o uso em solo (agricultura, reflorestamento, recuperação de áreas degradadas), (2) fabricação de cimento, fabricação de materiais cerâmicos (CORNWELL; MUTER; VANDERMEYDEN, 1999). Entre os métodos alternativos de disposição de lodos pode-se incluir: (1) lançamento na rede coletora; (2) lagoas de tratamento com longo tempo de detenção; (3) aplicação no terreno, aterros sanitários e aproveitamento de subprodutos, mas para isto o lodo precisa ser tratado (JULIO, 2007).

Além disso, é necessário investigar as possibilidades de mercado existentes para utilização dos lodos como insumos, verificando a geração de benefícios tanto para as prestadoras de serviços de saneamento quanto para os interessados em utilizar esses lodos (CORNWELL MUTER; VANDERMEYDEN, 1999).

A quantidade e a qualidade dos lodos gerados bem como os custos envolvidos são fundamentais na escolha de tecnologias apropriadas de tratamento e seleção de alternativas de disposição destes resíduos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Ribeirão João Leite, Goiás, com 130 km de extensão e bacia hidrográfica de 770 km². Próximo à captação, no Município de Goiânia, apresenta-se com uma flora perifítica expressiva ao longo de seu perfil longitudinal. Abastecida por este manancial. A ETA Jaime Câmara está localizada na área urbana da cidade de Goiânia, Goiás, sendo de ciclo completo (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção). O Sistema de Tratamento é constituído por: medidor de vazão com aparelho ultra-sônico instalado na calha parshall, as dosagens dos produtos químicos ocorrem de modo automático e/ou manual, mistura rápida, quatro floculadores hidráulicos e dois mecânicos, cinco decantadores convencionais, quatorze filtros rápidos de dupla camada e desinfecção com cloro, vazão média de 1,8 L/s (figura 01).

A limpeza dos decantadores é manual e ocorre em intervalos de 15 a 35 dias, conforme a quantidade de materiais sedimentados, dependendo da sazonalidade. A lavagem dos filtros se dá quando há elevação do nível de água no canal de água decantada (calhas coletoras), bem como a redução da capacidade do mesmo em proceder a filtração.

Para análises das características da água bruta foram utilizadas as médias diárias dos relatórios operacionais da ETA Jaime Câmara de Setembro a Novembro de 2007 (SANEAGO, 2007a).

Durante o experimento foram retiradas 09 (nove) amostras simples nos decantadores, sendo: 02 (duas) nos decantadores de números 02, 03, 04 e 05 e 01 (uma) no decantador número 01, nos meses de setembro a novembro de 2007. Neste período os decantadores foram lavados 20 vezes. Para caracterização do lodo, foram realizadas coletas simples em pontos aleatórios próximos à calha de descarga durante o período de esvaziamento para lavagem, coincidindo com os dias de lavagens dos mesmos e de acordo com a disponibilidade dos laboratórios de análises de água e esgoto da Saneamento de Goiás S.A. (SANEAGO) onde foram realizadas as análises laboratoriais dos parâmetros: pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), dureza, ferro total, manganês, alumínio, alcalinidade, oxigênio consumido, série de sólidos: (1) totais (fixos e voláteis); (2) suspensos (fixos e voláteis) e *E. coli*. Os ensaios foram conduzidos nos Laboratórios de Bacteriologia e Físico-Químico de Análises de Água e Esgotos da SANEAGO, em Goiânia, de acordo APHA (2001), em laboratórios certificados pelo ISO 9001:2000.

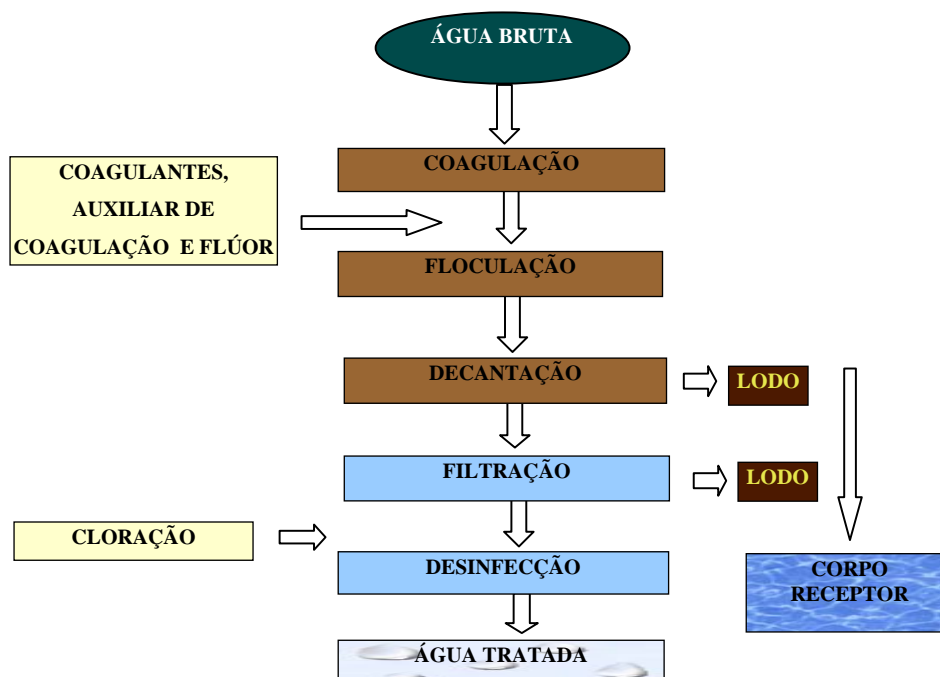


Figura 01. Fluxograma Adaptado da Estação de Tratamento de Água Jaime Câmara.
Fonte: SANEAGO (2007)

Para cálculo da estimativa de lodo, foi utilizada fórmula empírica (equação 01) para a determinação do balanço de massa da ETA Jaime Câmara, utilizando dados de produtos químicos empregados e características da qualidade de água bruta dos meses de setembro a novembro de 2007 (valores médios diários). A fórmula utilizada foi da WRC-AFEE (1982).

$$P = (1,2 * T + 0,07 * C + k * D + A) * 10^{-3} \quad (01)$$

onde:

P= produção de sólidos (kg de matéria seca/m³ de água tratada);

T= turbidez de água bruta (uT);

C= cor aparente da água bruta (uH);

D= dosagem de coagulante (mg/L);

k= coeficiente de precipitação, sendo k= 0,26 (sulfato de alumínio líquido);

A= dosagem de outros aditivos, como: polímero, carvão ativado, sendo A= 1,0.

Para a análise dos dados foi utilizado a forma gráfica, sendo aplicado às informações a estatística de posição: média. Na avaliação da relação entre as variáveis foi utilizado análise de correlação de Pearson. Para verificar a semelhança entre a característica do lodo em cada decantador observado, foi empregado a análise de agrupamento, com transformação logarítmica (log + 1). A regressão não linear múltipla foi aplicada às variáveis turbidez, sulfato de alumínio e polieletrólito, para medir o grau de dependência entre elas.

RESULTADOS

Neste estudo foi quantificado e caracterizado o lodo gerado dos decantadores da referida ETA nos meses de setembro a novembro de 2007. O mês de novembro/07, apresentou o maior aumento de produção de sólidos, fato este, devido a precipitação e elevação dos parâmetros cor, turbidez e dosagens de produtos químicos. O lodo da ETA Jaime Câmara apresenta alta dureza, baixa biodegradabilidade, com altos teores de ferro, alumínio, manganês e *Escherichia coli*, pH médio de 6,59. A série de sólidos de maneira geral é elevada sendo o intervalo e o tipo manual de lavagens contribuintes para as alterações das características do mesmo. As características do lodo analisado estão sintetizadas na Tabela 01.



Tabela 01. Síntese das características da Água Bruta e Lodo Produzido no Período Amostral

Características da Água Bruta	Símbolo Variável	Decantador									
		1	2		3		4		5		
		A	A	B	A	B	A	B	A	B	
Data da Lavagem		11/10/07	10/10/07	23/11/07	09/10/07	21/11/07	08/10/07	20/11/07	24/09/07	19/11/07	
Período entre última lavagem (dias)	PL	29	29	27	29	25	33	24	19	24	
Turbidez média da água bruta no período (uT)	T _{AB}	9,44	9,41	40,08	9,40	40,95	9,25	41,68	9,94	41,68	
Cor média da água bruta no período (uH)	C _{AB}	61,16	60,9	241,03	60,52	247,44	58,47	251,49	61,24	250,60	
Dosagem média de coagulante do período (mg/L)	DAS	11,35	11,38	20,06	11,46	20,15	11,38	20,19	11,62	20,15	
Dosagem média de Polieletrólito do período (mg/L)	DPO	0,12	0,12	0,36	0,12	0,36	0,12	0,36	0,13	0,36	
Vazão média do período (m³/s)	Q _{AB}	1,91	1,91	1,78	1,91	1,77	1,87	1,77	1,87	1,76	
Características do Lodo dos Decantadores	Símbolo Variável	Decantador									
		1	2		3		4		5		
		A	A	B	A	B	A	B	A	B	
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	ALC _L	1.500	2.500	2.400	1.200	500	1.900	2.400	1.700	2.000	
	Média	1.500	2.450		850		2.150		1.850		
Alumínio (mg/L Al)	AL _L	455	780	1.525	271	624	616	726	250	597	
	Média	455	1.153		448		671		424		
pH	pH _L	6,4	6,2	6,6	6,8	6,3	7,1	6,9	6,4	6,6	
	Média	6,4	6,4		6,6		7,0		6,5		
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L O ₂)	DBO _L	900	900	120	660	300	420	699	1.560	694	
	Média	900	510		480		560		1.127		
Demanda Química de Oxigênio (mg/L O ₂)	DQO _L	2.330	4.523	2.686	7.243	6.333	4.595	4.654	4.867	4.654	
	Média	2.330	3.605		6.788		4.625		4.761		
Dureza (mg/L CaCO ₃)	D _L	3.920	8.820	9.800	784	4.900	7.840	5.880	980	6.860	
	Média	3.920	9.310		2.842		6.860		3.920		
<i>Escherichia coli</i> (N.M.P 100mL)	<i>E.coli</i> _L	20.000	1.800	170.000	4.500	25.434	45.000	25.464	220.000	25.464	
	Média	20.000	85.900		14.967		35.232		122.732		
Ferro (mg/L Fe)	FE _L	2,71	6,50	6,80	5,50	6,60	3,18	3,00	1,96	10,70	
	Média	2,71	6,65		6,05		3,09		6,33		
Manganês (mg/L Mn)	MN _L	320	1.050	2.000	800	600	340	2.000	330	1.750	
	Média	320	1.525		700		1.170		1.040		
Oxigênio Consumido (mg/L O ₂)	OC _L	2.900	3.250	2.500	3.620	2.900	2.070	2.870	1.500	2.200	
	Média	2.900	2.875		3.260		2.470		1.850		
Sólidos Suspensos (mg/L)	SS _L	43.610	20.744	77.840	40.040	62.910	38.570	46.190	37.360	45.868	
	Média	43.610	49.292		51.475		42.380		41.614		
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	SSF _L	35.380	14.644	65.910	27.560	49.270	29.200	35.851	28.580	35.792	
	Média	35.380	40.277		38.415		32.526		32.186		
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	SSV _L	8.230	6.112	11.930	12.480	13.640	9.370	10.341	8.780	10.077	
	Média	8.230	9.021		13.060		9.856		9.429		
Sólidos Totais (mg/L)	ST _L	53.605	34.893	93.145	94.333	67.936	47.894	61.694	40.055	61.694	
	Média	53.605	64.019		81.135		54.794		50.875		
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	STF _L	41.028	27.168	78.503	44.309	53.796	37.132	44.940	29.218	44.451	
	Média	41.028	52.836		49.053		41.036		36.835		
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	STV _L	12.577	7.725	14.643	50.024	14.140	10.762	17.911	10.837	17.244	
	Média	12.577	11.184		32.082		14.337		14.041		

Fonte: SANEAGO (2007).

LEGENDA: A – 1ª Amostra e B – 2ª Amostra

Com o aumento da frequência de chuvas houve aumento da cor e turbidez da água bruta e maior consumo de produtos químicos, consequentemente, maior produção de lodo. Na figura 02 observa-se uma correlação positiva entre as variáveis cor, turbidez, dosagem de sulfato de alumínio e de polímero.

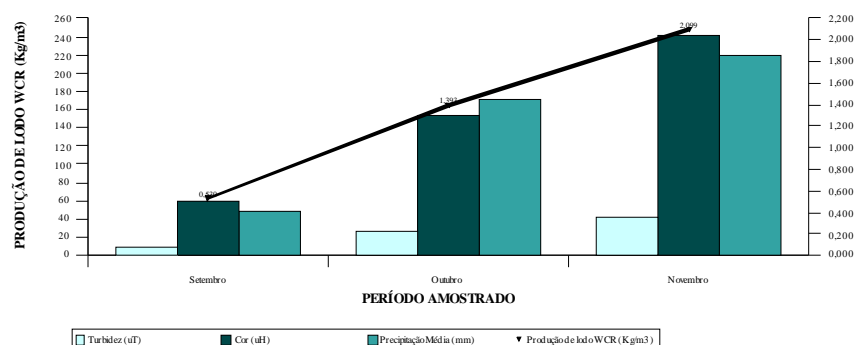
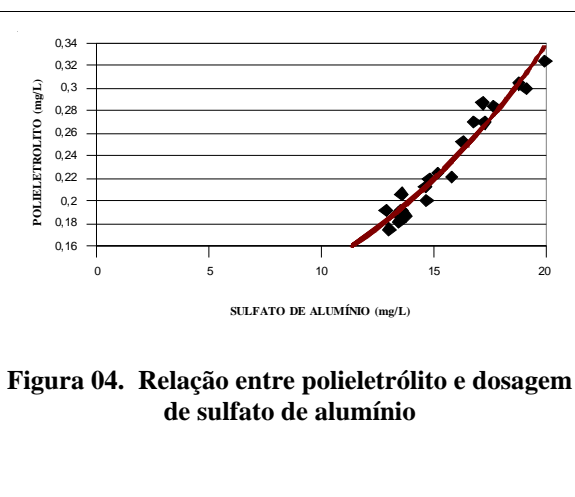
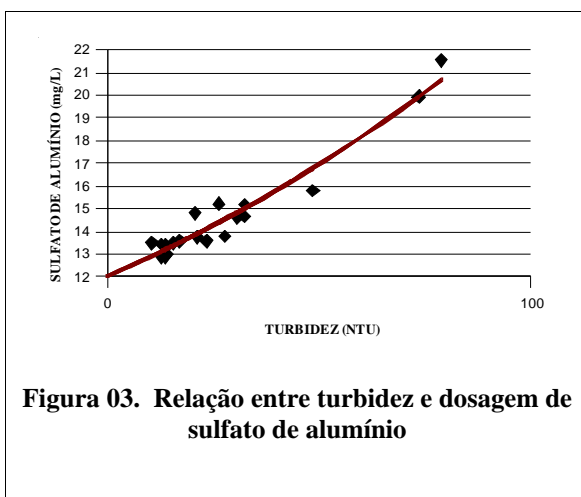
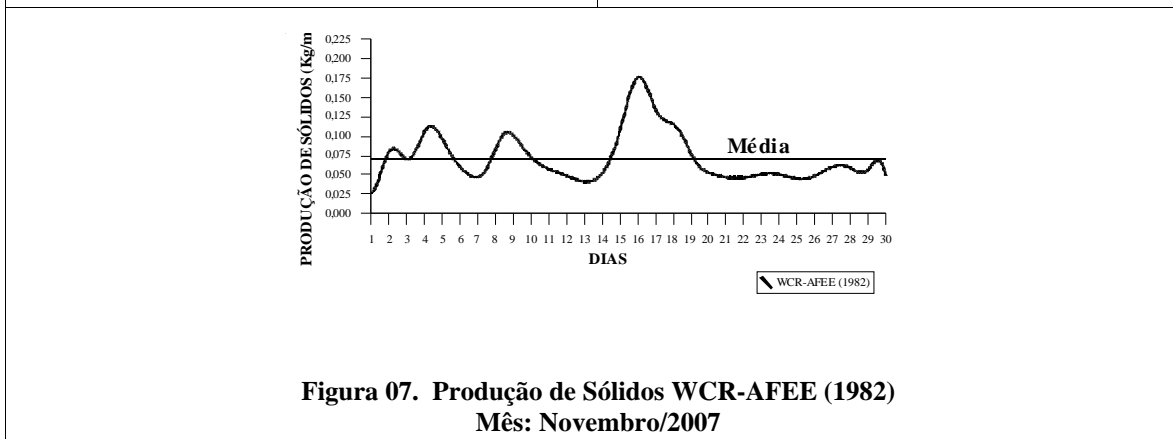
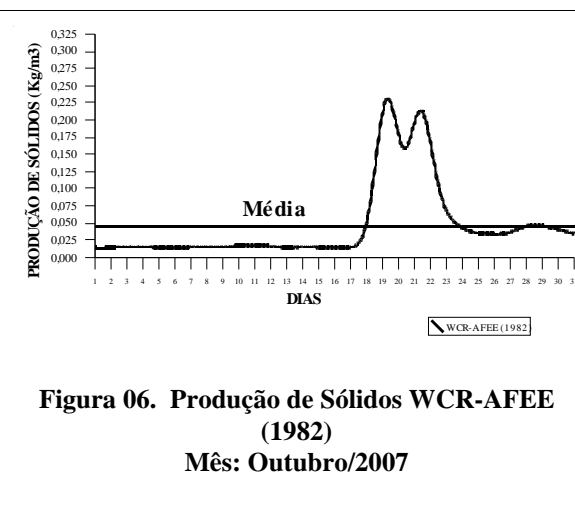
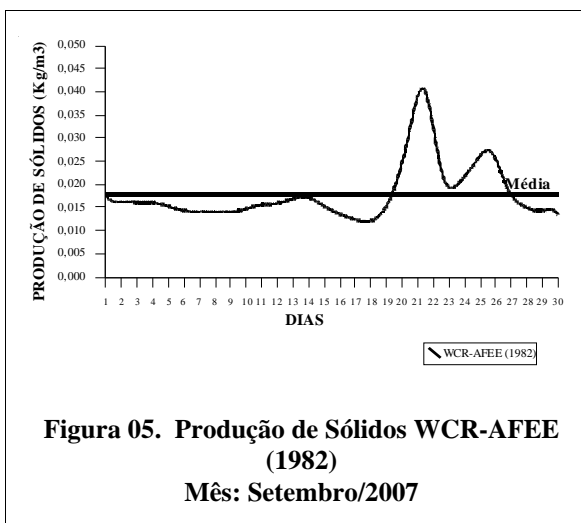


Figura 02. Precipitação, Cor, Turbidez e Produção de Sólidos no período amostrado

Análise de regressão entre cor, turbidez, sulfato de alumínio, e polieletrólito verificou-se pelas figuras 03 e 04, uma relação exponencial entre as variáveis, com uma explicação do modelo matemático para as dosagens de sulfato de alumínio na ordem de 67,4% (sulfato de alumínio e turbidez) e 82,85% (polieletrólito e sulfato de alumínio).



Durante os meses de setembro, outubro e novembro foram realizadas as coletas de lodos gerados nos decantadores 01, 02, 03, 04 e 05. Diante dos resultados operacionais da ETA Jaime Câmara (tempo de funcionamento e vazão da ETA, turbidez e cor da água bruta e dosagem dos produtos químicos sulfato de alumínio e polieletrólito) foi possível quantificar a produção do lodo gerado nestes meses utilizando a fórmula empírica de WCR-AFEE (1982), demonstradas nas figuras 05, 06 e 07. Para este cálculo foi considerado todo o sólido gerado na ETA, porém foi caracterizado apenas o lodo gerado nos decantadores.





CONCLUSÕES

- 1) Na ETA Jaime Câmara a produção de lodo é considerável, devido os reflexos da ocupação da bacia hidrográfica (pelas atividades antrópicas), contínuas do aumento da turbidez e cor do manancial de abastecimento e consequentemente, maior consumo de produtos químicos para a potabilização da água;
- 2) Quanto às características da água bruta e a dosagem de produtos químicos a mesma inferência pode ser aplicada às duas situações. Alterações nas características da água bruta estão relacionadas diretamente com as dosagens de produtos químicos e consequentemente com alterações nas características do lodo;
- 3) Os parâmetros dureza, série de sólidos são variáveis chaves para a caracterização do lodo da referida ETA;
- 4) A elevação da série de sólidos representa o intervalo maior entre as lavagens dos decantadores e a sazonalidade, são fatores que contribuem para a produção de lodo;
- 5) No lodo, os valores elevados de alumínio, ferro e manganês e *E. coli*, sugere ser este, impróprio para disposição se não proceder um tratamento de desinfecção adequado antes da disposição;
- 6) O lodo apresenta baixa biodegradabilidade quando observamos as relações entre Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio;

POSSIBILIDADES TÉCNICAS PARA DISPOSIÇÃO DO LODO DA ETA JAIME CÂMARA

Sugere-se algumas alternativas possíveis para disposição do lodo, todas devem ser avaliadas técnica e economicamente: (1) disposição em aterros sanitários, de acordo com a legislações vigentes, e verificar o custo médio, disponibilidade de áreas; (2) aplicação no solo para agricultura, recuperação de áreas degradadas, mas estudos específicos serão necessários, principalmente em que tipos de culturas poderão ser aplicados; (3) Uso do lodo na fabricação de material cerâmico, estudos de custos, incluindo características físicas e químicas constantes; (4) lançamento de lodo em ETEs em sistemas de coleta e tratamento de esgoto; (5) Reutilização e recirculação da água de lavagem dos filtros, retorno para o início do processo de tratamento de água; (6) Incineração, método de alto custo que gera novos resíduos como cinzas que também serão dispostas.

Um dos requisitos modernos é a necessidade de dispor o lodo de ETA de modo econômico e ambientalmente seguro. Por limitações físicas, econômicas, estudos mais aprofundados serão necessários para propor uma melhor disposição do lodo gerado na ETA Jaime Câmara.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN WATER WORK ASSOCIATION - AWWA, Water Treatment Plant Waste Management, Denver/EUA 1987.
2. BARBOSA, R. M. Avaliação do Impacto de Lodos de Estação de Tratamento de Água à Biotá Aquática, Através de Estudos Ecotoxicológicos. São Carlos, 2000 (tese) Doutorado- Escola de Engenharia de São Carlos USP, 200p.
3. BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S. Metais e Sólidos: Aspectos Legais dos Resíduos de Estação de Tratamento de Água. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, 2001 João Pessoa/PB. Anais... ABES, 2001 CD.ROM.
4. CORNWELL, D. A.; MUTTER, R. N.; VANDERMEYDEN, C. Commercial Application and Marketing of Water Plant Residuals. Denver,CO: American Works Association Research Foundation; American Water Works Association, 1999. 187p.
5. EATON, A. D.; L. S. CLESCERI; A. E. GREENBERG. Standard Methods - for the Examination of Water and Wastewater. 20ª Edição. American Public Health Association - APHA, 10 cap. 2001. 2635p.
6. DI BERNARDO L.; DI BERNARDO, A.; CENTURIONE FILHO, P. L. Ensaios de Tratabilidade de Água e dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água. São Carlos Rima Editora, 2002. 237p.
7. DI BERNARDO L.; DI BERNARDO, A. D. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. 2ª edição. Vol I. RIMA: São Paulo, 2005. 792p.
8. GRANDIN, S. R.; ALEM SOBRINHO, P.; GARCIA JR.; Desidratação de Lodos Produzidos em Estações de Tratamento de Água - 17º Congresso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ANAIS- Natal/RN, 1993. v.2, 324-341p.



9. JULIO, M. DE. Destinação Final de Lodo Gerado em Estações de Tratamento de Esgoto e de Água, apostila dos Curso de Capacitação dos Engenheiros da SANEAGO, maio de 2007.
10. LUCIANO, S.Y. et al. Tratabilidade de los Lodos Producidos em la Potabilizacion del Agua. XXVI Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 1998 Lima/Peru. Anais AIDIS, 1998 CD-ROM.
11. REALI, M. A. P. Principais Características Quantitativas e Qualitativas do Lodo de ETAs. In REALI, M. A. P. (coord.) Noções Gerais de Tratamento de Disposição Final de Lodos de ETA, Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 1999.
12. RICHETER, C. A. Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água, São Paulo Ed. Edgard Blücher Ltda, 2001, 102p.
13. SANEAGO. Relatórios Operacionais da ETA Jaime Câmara, Sistema Produtor João Leite 2007.
14. SILVA JR, A.P. da; ISSAC, R. de L. Adensamento por Gravidade de Lodo de ETA Gerado em Decantador Convencional e Decantador Laminar. In Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitária y Ambiental, Cancun, Mexico, 2002. ANAIS AIDIS
15. SIQUEIRA, E.Q. Aplicação do Modelo de Qualidade de Água (QUAL 2E) na Modelação de Oxigênio Dissolvido no Rio Meia Ponte (Go). Dissertação (Mestrado) – SHS – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Paulo, 1996. 90p.
16. WCR AFEE – Association Française Pour L'etude Des Equx, 1982.