



I-056 – AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA DISPOSIÇÃO E DO REAPROVEITAMENTO DO LODO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA): ESTUDO DE CASO DA ETA DE ITAGUARA – MINAS GERAIS

Fernanda de Cássia Oliveira⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade de Itaúna, Gestora Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) – *Campus* de Florestal e Especialista em Tratamento de Água de Abastecimento e Residuária pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Valter Lúcio de Pádua⁽²⁾

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. Engenheiro Civil pela UFMG, mestre e doutor em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo.

Hygor Aristides Victor Rossoni⁽³⁾

Professor da UFV – *Campus* de Florestal. Engenheiro ambiental e mestre em Ciência Florestal pela UFV e doutorando do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG

Endereço⁽¹⁾: Alameda dos Colibris, 120 Bl 3 ap 401 - Cabral - Contagem - MG - CEP: 32146-006 - Brasil - Tel: (31) 3394-4835 e-mail: biologananda@hotmail.com

RESUMO

A produção de água para abastecimento público, realizada pela Estação de Tratamento de Água (ETA) de Itaguara-MG, é responsável pela geração de lodo nas etapas de filtração e decantação cujo destino, atualmente, é o Córrego Conquista, onde é lançado sem tratamento prévio. A forma de disposição do lodo vem se tornando uma preocupação constante em vista dos efeitos negativos proporcionados ao meio ambiente, quando disposto de maneira inadequada. O objetivo deste trabalho foi verificar, por meio da caracterização e da estimativa do volume de lodo produzido na estação, a viabilidade do reaproveitamento e disposição final dos resíduos. Com base nos teores de metais encontrados no lodo, pode-se verificar que o seu reaproveitamento se torna potencialmente viável na recuperação de áreas degradadas, na fabricação de cerâmica vermelha e como cobertura diária de aterros sanitários.

PALAVRAS-CHAVE: Reaproveitamento do lodo de ETA, disposição final do lodo, produção de lodo.

INTRODUÇÃO

O controle da poluição das águas é essencial para a saúde da população humana, assim como para o meio em que essa se insere. Uma importante questão ambiental que merece ser mais investigada no Brasil é o processo de produção e de disposição final do lodo gerado nas estações de tratamento de água (ETA).

O abastecimento de água se torna cada vez mais centrado na qualidade do produto a ser distribuído para a população. Com o incremento populacional vem aumentando o consumo de água potável, sendo necessário o tratamento de uma maior vazão de água para suprir toda a demanda da população. Com a deterioração da qualidade da água, a busca por mananciais mais distantes dos centros poluidores torna-se necessário, assim como o uso de produtos químicos para garantir que a água tratada atenda aos Padrões de Potabilidade da Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011¹, levando a um aumento da geração de lodo dentro da estação, principalmente provenientes dos decantadores e da água de lavagem dos filtros.

Os lodos possuem características variadas, dependendo fundamentalmente das condições apresentadas pela água bruta, da dose e tipo de produtos químicos utilizados, e da forma de limpeza dos decantadores. Com a produção de uma grande quantidade de resíduos, as estações de tratamento de água precisam dispor de forma correta todo o lodo para atender a legislação ambiental.

¹ Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.



No Brasil, a maior parte das estações lançam seus resíduos, sem nenhuma forma de tratamento, diretamente no corpo d'água mais próximo à estação, ocasionando assoreamento e deterioração da qualidade da água dos rios e lagos. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (IBGE, 2010), dentre os 2098 municípios brasileiros que possuem estações que produzem lodo, 89,84% o lançam no ambiente este resíduo sem qualquer tratamento prévio. Em Minas Gerais, dentre os 514 municípios que geram lodo na Estação de Tratamento de Água, 428 fazem o lançamento do lodo *in natura* nos corpos d'água à jusante do ponto de captação, sendo que apenas oito municípios dispõem estes resíduos em aterros sanitários e dois realizam o reaproveitamento (IBGE, 2010).

A grande preocupação em dispor corretamente o lodo das ETA está na presença de metais – cobre, zinco, níquel, chumbo, cádmio, cromo e magnésio e, em especial, o alumínio e o ferro – que, dependendo das concentrações, podem ser tóxicos quando lançados no ambiente, representando, com isso, um grande passivo ambiental para as prestadoras de serviços de saneamento (FONTES, 2008).

Aliados à presença de metais potencialmente tóxicos, os lodos são caracterizados pela elevada quantidade de sólidos, turbidez, e Demanda Química de Oxigênio (DQO), o que pode acarretar, quando lançados diretamente sem tratamento em cursos d'água, em depleção da concentração de oxigênio dissolvido, alteração da biota aquática, mortandade da comunidade bentônica de invertebrados, mortandade de peixes, assoreamento e redução do volume útil do manancial (ACHON *et al.* 2005; SANTOS *et al.* 2005).

Em vista disso, é necessário buscar novas tecnologias de tratamento do lodo e determinar formas adequadas de disposição, de maneira a causar o menor impacto possível no meio ambiente e atender a legislação ambiental. As alternativas mais citadas na literatura para a disposição o lodo de ETA, são: insumo na agricultura, disposição em aterro sanitário, incineração, uso na fabricação de cerâmica, recuperação de área degradada e recuperação do coagulante. No entanto, devido às diversas características do lodo gerado nas estações, ainda existem lacunas sobre a melhor maneira de dispor estes resíduos.

O principal objetivo deste trabalho é verificar a viabilidade de reaproveitamento do lodo de ETA de Itaguara-MG, por meio de análises qualitativas e quantitativas do lodo gerado na estação.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada com base na caracterização do lodo produzido na ETA de Itaguara, onde a captação da água bruta ocorre na Barragem dos Cambindas e na Barragem do Mato Dentro. Ambas utilizam uma barragem de concreto de regularização de nível, para afogamento da tomada d'água. Em seguida a água captada é encaminhada para uma caixa de areia e daí segue para a estação de tratamento.

A ETA possui um sistema de tratamento convencional, composto por unidades de mistura rápida, floculação, decantação e filtração, conforme demonstrado na Figura 1. A estação trata em média 22 L/s de água com vinte e duas horas de operação diária, abastecendo uma população de 9.500 habitantes.



Figura 1: Vista geral da estação de tratamento de água de Itaguara
Fonte: Prefeitura de Itaguara

A coagulação da água bruta é realizada utilizando sulfato de alumínio aplicado no medidor Parshall, seguindo para os floculadores hidráulicos do tipo chicanas. A ETA possui dois decantadores retangulares (3 m largura x 9,65 m de comprimento, com profundidade da lamina d'água de 3,40 m) que são lavados, em média, três vezes ao ano. Após a decantação, a água segue para um conjunto de dois filtros rápidos de fluxo descendentes que são lavados diariamente (carreira de filtração de 22 h) por um período que varia de 10 a 20 min. A desinfecção ocorre no tanque de contato com o uso do hipoclorito de sódio.

A estação não possui dados referentes à produção de lodo gerado nos decantadores e na água de lavagem dos filtros. O descarte do lodo é realizado *in natura* no córrego Conquista.

PROCEDIMENTO DE COLETA DAS AMOSTRAS

No dia 09 de outubro de 2011 foi realizada uma coleta única de cinco litros de lodo no fundo de cada decantador. Como citado anteriormente, a estação possui dois decantadores: decantador 1 e decantador 2. O decantador 1 recebe maior vazão de água por estar desnivelado. Assim, com o intuito de buscar maior representatividade, foram mantidas amostras separadas para cada decantador. A coleta ocorreu utilizando um balde e uma corda para raspar o lodo do fundo, do meio para as extremidades do decantador. As amostras foram preservadas a uma temperatura de 4°C.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO LODO

Após a coleta, a caracterização do lodo dos decantadores da ETA de Itaguara seguiu os procedimentos descritos no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2009), sendo analisados os seguintes parâmetros:

Total de sólidos sedimentáveis;

Teor de umidade;

Teor de metais (ferro, alumínio, cádmio, zinco, chumbo) no sobrenadante e no precipitado;

Sílica

A análise do teor de sólidos sedimentáveis foi realizada no Cone Imhoff, com tempo de sedimentação de 1 h, utilizando três réplicas para cada decantador: decantador 1, decantador 2 e amostra composta em 1:1, formadas pelo lodo do decantador 1 e decantador 2. A amostra composta foi analisada para verificar a realidade em que o lodo é lançado no corpo d'água, pois a descarga dos decantadores ocorre simultaneamente.

Para determinar o teor de umidade, foram realizadas análises no lodo dos decantadores 1, 2 e amostra composta. Foi transferido para uma cápsula 20 mL da amostra, a qual foi colocada em banho-maria para evaporação. Após perder a maior parte da água, a amostra foi encaminhada para uma estufa a uma temperatura



de 105°C por uma hora e posteriormente encaminhada para um dessecador por 30 minutos para então ser pesada até adquirir um peso constante.

Com base na formulação abaixo foi possível estimar a concentração de sólido da amostra e o teor de umidade:

$$\text{Concentração (mg/L)} = (CS - CV) \times 1000 \times 1000 / \text{Vol} \quad \text{equação (1)}$$

Na qual:

CS = cápsula+ sólido

CV = cápsula vazia

Vol = volume da amostra

$$\text{Teor de umidade (\%)} = (PA - PAS) / PA \times 100 \quad \text{equação (2)}$$

Na qual:

PA = peso amostra

PAS = peso amostra seca

Com o intuito de separar a fase sólida e o sobrenadante do lodo, as amostras foram centrifugadas. Para tanto, foram utilizados seis francos de 50 mL, com 45 mL de amostra em cada, com rotação de 2500 rpm por 10 minutos.

Para determinar o teor de metais no sobrenadante – ferro, zinco, chumbo, alumínio, cádmio – foram utilizadas duas réplicas. Em um béquer foi transferido 50 mL da amostra de cada decantador e 10 mL de ácido nítrico e colocado para digerir em uma chapa a 80°C por quatro horas. Digerida a amostra, esta foi transferida para um balão volumétrico de 50 mL. A leitura das amostras ocorreu por absorção atômica.

Na determinação do teor de metais no material sólido – ferro, zinco, chumbo, alumínio, cádmio – foram utilizadas duas réplicas. Em um béquer foi transferido 2 g da amostra de sólido de cada decantador, 10 mL de ácido nítrico, 10 mL de peróxido de hidrogênio e colocado para digerir em uma chapa a 80°C por cinco horas. Digerida e filtrada a amostra, esta foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL. A leitura das amostras ocorreu por absorção atômica.

Para a quantificação da sílica, após procedimento de digestão, foi feita uma coluna de filtração, onde as amostras foram filtradas, utilizando o papel de filtro Quanty JP 40 de faixa branca, ficando retidos os sólidos presentes. Os papéis de filtro foram colocados em cadinhos e estes foram queimados na mufla por uma hora, a uma temperatura de 900°C, para garantir que não havia nenhum resíduo orgânico presente. Após esfriado no dessecador por 30 minutos, os cadinhos foram pesados vazios. Após determinação do peso, os filtros foram transferidos para os cadinhos e colocados na mufla por uma hora para queimar toda a fração orgânica presente, de modo a restar apenas a sílica, material inerte. Após a queima, os cadinhos foram novamente pesados para determinar a quantidade de sílica presente em cada amostra.

ESTIMATIVAS DA PRODUÇÃO DE LODO

Com base nos dados secundários disponibilizados pela estação de Itaguara, foi possível estimar a produção de lodo (kg/d) da ETA durante o período de um ano (outubro de 2010 a outubro de 2011) utilizando-se a seguinte fórmula, citada por Cornwell *et al.* (1987), *apud* Andreoli (2001):

$$W = 0,0864 \times Q \times (0,44 \times D + 1,5 \times T + A) \quad \text{equação (3)}$$

Em que:

W = quantidade de lodo (kg/d)

T = turbidez da água bruta (uT)

D = dose de coagulante (mg/L)

Q = vazão da água bruta (L/s)

A = dose de auxiliares de coagulação (mg/L)

Após obtenção de todos os dados, a definição do reuso foi fundamentada com base na caracterização do lodo da ETA de Itaguara.

RESULTADOS

ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE LODO

Com base nos dados cedidos pelo SAAE de Itaguara (Tabela 1), durante o período de outubro de 2010 a outubro de 2011, foi possível estimar – equação 3 –, a produção de lodo nos decantadores da ETA, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela1: Dados fornecidos pelo SAAE de Itaguara-MG

Mês	Vazão (L/s)			Dose coagulante (mg/L)			Cor (UH)			Turbidez (UT)		
	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx	Mín
out/10	22,2	21,4	18,0	11,4	20,7	4,8	162	778	81	13,8	98,4	7,9
nov/10	20,1	20,8	17,9	15,4	28,1	11,3	393	2237	94	40,1	414,9	9,7
dez/10	19,5	20,8	17,4	14,5	23,9	8,1	329	991	141	55	625,7	11,1
jan/11	19,8	20,8	18,9	14,8	24,2	7,9	330,4	1181	134,3	41,4	191,9	12,8
fev/11	19,6	20,2	18,8	13,4	16,5	12,4	168,7	408,2	1,6	14,8	37,9	4,3
mar/11	19,2	20,5	13,8	11,2	27,9	5,8	490,8	6561,6	1,7	37,8	304,5	4,7
abr/11	25,7	35,0	17,6	10,5	18,3	1,3	124,5	234,3	89,7	11,7	23,8	8,4
mai/11	19,6	23,0	18,2	10,7	17,1	7,6	79,5	112,7	55,9	7,6	12,3	6,0
jun/11	21,1	23,0	19,1	8,8	17,1	7,1	72,5	126,2	57,2	6,7	14	5,4
jul/11	21,7	23,0	20,1	8,5	17,5	6,7	74,4	89,8	60,9	6,3	7,6	5,7
ago/11	22,2	23,0	19,8	8,9	17,4	6,9	92,4	117,8	69,4	6,3	8,0	5,1
set/11	22,6	23,0	21,2	9,5	10,4	8,6	109	127	67,5	7,0	7,9	6,1
out/11	21,7	23,0	19,3	15,8	48,4	7,4	210,7	840,3	123,5	14,1	53,9	7,1

Tabela 2: Estimativa da produção de lodo nos decantadores da ETA de Itaguara-MG

Lodo (kg/mês)			
Meses	Médio	Máximo	Mínimo
Outubro/10	1480	8692	651
Novembro/10	3487	34220	906
Dezembro/10	4492	51168	912
Janeiro/11	3521	16093	1111
Fevereiro/11	1427	3357	580
Março/11	3067	24922	343
Abril/11	1477	3969	601
Mai/11	818	1548	582
Junho/11	761	1700	556
Julho/11	742	1139	599
Agosto/11	769	1172	548
Setembro/11	860	979	711
Outubro/11	1581	6090	696

Com base na Tabela 2 é possível verificar as produções máxima, média e mínima de lodo nos decantadores ao longo de outubro de 2010 a outubro de 2011. Observa-se que a produção de maio a setembro é relativamente baixa devido a pouca presença de turbidez da água bruta e que de outubro a janeiro a produção de lodo torna-se mais expressiva, por ser o período de chuva.

Pela Figura 2, nota-se que a variação de turbidez da água bruta ao longo do ano está diretamente relacionada com a produção de lodo nos decantadores, sendo mais pronunciada no período de chuva, atingindo valores entre 120 a 160 quilos de lodo gerados por dia. Esta produção ocorre devido ao aumento da turbidez da água bruta ocasionada pela grande quantidade de sedimentos carregados ao longo do curso d'água no período chuvoso.

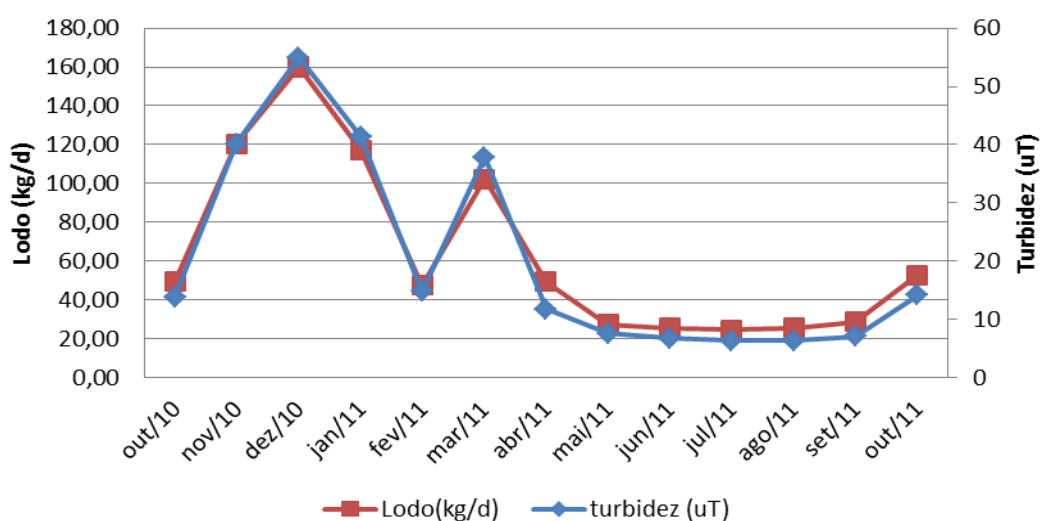


Figura 2: Estimativa da geração de lodo no decantador conforme a turbidez da água bruta (ETA de Itaguara-MG)

Na Figura 3 é mostrada a relação entre a dose de coagulante (sulfato de alumínio) aplicada na estação ao longo do ano e a produção de lodo. Na ETA de Itaguara, não são realizados ensaios em *Jar Test* para determinar a dose mais adequada de coagulante a ser aplicado, sendo a dose de coagulante definida conforme a prática do operador. No entanto, isso pode levar a uma subdosagem ou superdosagem do coagulante, gerando, neste último caso, gasto excessivo com sulfato de alumínio e maior produção de lodo, além comprometer a qualidade da água produzida na ETA tanto pelo excesso quanto pela subdosagem de coagulante.

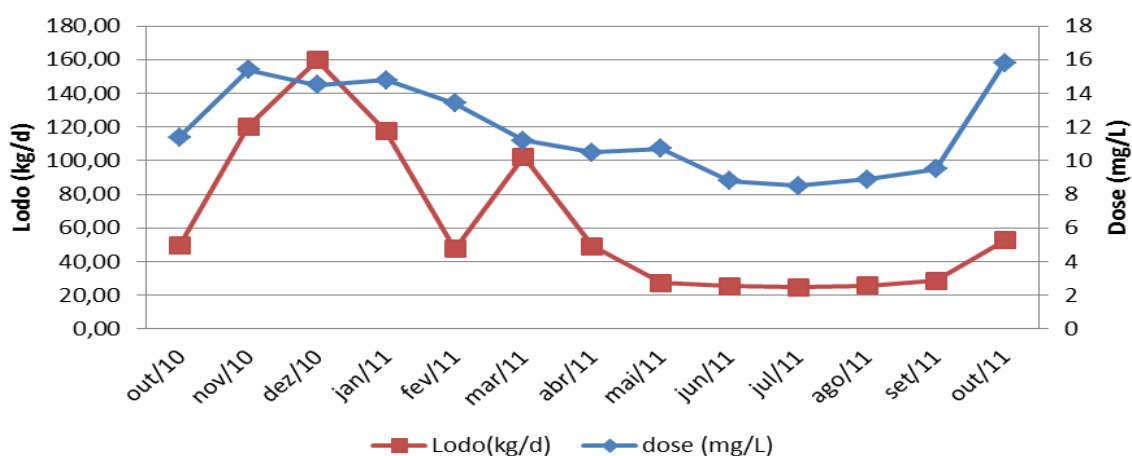


Figura 3: Estimativa da produção do lodo com base na dose de coagulante aplicada (ETA de Itaguara-MG)

ANÁLISE DOS NÍVEIS DE METAIS

Por meio da coleta das amostras foi possível analisar a concentração de metais na água livre presente no lodo e na massa de sólidos e o teor de umidade. Como pode ser observado na Tabela 3, a umidade do lodo não sofreu alteração entre os decantadores.

Tabela 3: Teor de umidade presente no lodo da ETA de Itaguara-MG

Parâmetro	Amostra		
	Composta	Decantador 1	Decantador 2
Umidade (%)	98,2	98,2	98,2

Na Tabela 4 é mostrada a concentração de metais na água livre presente no lodo e na massa de sólidos.

Tabela 4: Concentração de metais na água livre e na massa de sólidos que constituem o lodo do decantador da ETA de Itaguara-MG

Parâmetro	Amostras de Lodo					
	Massa Sólida			Água Livre (sobrenadante)		
	Composta	Decantador 1	Decantador 2	Composta	Decantador 1	Decantador 2
Ferro (mg/L)	231,5	218,5	190,5	8,8	23,7	20,5
Zinco (mg/L)	0,17	0,19	< 0,01	0,04	0,02	< 0,01
Chumbo (mg/L)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,15	0,06	0,12
Cádmio (mg/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	0,01	0,01
Alumínio (mg/L)	153	138	116	< 1	< 1	< 1

Analisando a Tabela 4 é possível verificar que os metais que entram no decantador permanecem em maiores concentrações na fração sólida do que na água livre do lodo. Os metais presentes na água bruta se depositam no fundo do decantador, após a aplicação de coagulante, e ficam retidos no lodo da estação. Nota-se também que as concentrações de metais na amostra composta nem sempre esteve situada entre os valores encontrados nos decantadores 1 e 2, o que não era de se esperar, já que a amostra composta resultou da proporção de 1:1 dos dois decantadores. Tal fato pode estar associado a erros e/ou imprecisões dos métodos analíticos.

De acordo com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº01/2008 de Minas Gerais, que delimita os padrões de lançamento de efluentes em curso d'água, é possível verificar que o lançamento do efluente – lodo da ETA de Itaguara – não pode ser feito em curso d'água sem tratamento prévio. Os valores dos metais, alumínio e ferro, se encontram acima dos limites da resolução, conforme Tabela 5. Entretanto, deve-se considerar o possível efeito de diluição resultante da massa sólida + água livre (sobrenadante) do lodo para uma análise mais precisa do resultado.

Tabela 5: Características do lodo comparado aos padrões de lançamento COPAM/CERH 01

Parâmetro	Amostra			COPAM/CERH nº01/2008
	Composta	Decantador 1	Decantador 2	
Ferro (mg/L)	231,5	218,5	190,5	0,3
Zinco (mg/L)	0,17	0,19	< 0,01	0,2
Chumbo (mg/L)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,01
Cádmio (mg/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,001
Alumínio (mg/L)	153	138	116	0,1

Nota: só foram considerados para fim de comparação com a Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008 os metais monitorados durante a pesquisa.

De acordo com Reali (1999), quando os lodos de estações de tratamento de água (LETA) têm em sua composição concentrações elevadas de alumínio e esse material é lançado em cursos d'água com baixa velocidade, ou lagos, pode sedimentar, isolando a camada bentônica.

Testes realizados por Lamb e Bailey, descritos por Cornwell (1987), utilizando lodos resultantes de tratamento de água com sulfato de alumínio, mostraram que a taxa de mortalidade das espécies da camada de bento é maior com a elevação das doses de lodo, passando a ocorrer aumento na concentração de metais tóxicos nos bentos e inibição do movimento de pupas lá presentes.

É possível verificar que as concentrações de ferro apresentadas na Tabela 4 são superiores às de alumínio, o que não era de se esperar, visto que na estação de Itaguara é utilizado como coagulante o sulfato de alumínio. No entanto, de acordo com dados da Embrapa Solos (2010), os solos da região de Itaguara são ricos em minérios de ferro, contribuindo para as altas concentrações deste metal no lodo.

Analisando a Figura 4 é possível verificar que a concentração de ferro na água bruta é elevada, mas que, após passar pelo processo de decantação, observa-se uma redução significativa na sua concentração. O ferro presente na matéria orgânica e inorgânica acaba sedimentando no fundo do decantador, vindo a compor o lodo da ETA. Com base em ensaios realizados na estação de Itaguara, nota-se na Figura 4 que a água bruta entra na estação com concentração de 1,8 mg/L de ferro solúvel, e que ao passar pelo decantador a concentração atinge valor menor que 0,2 mg/L.

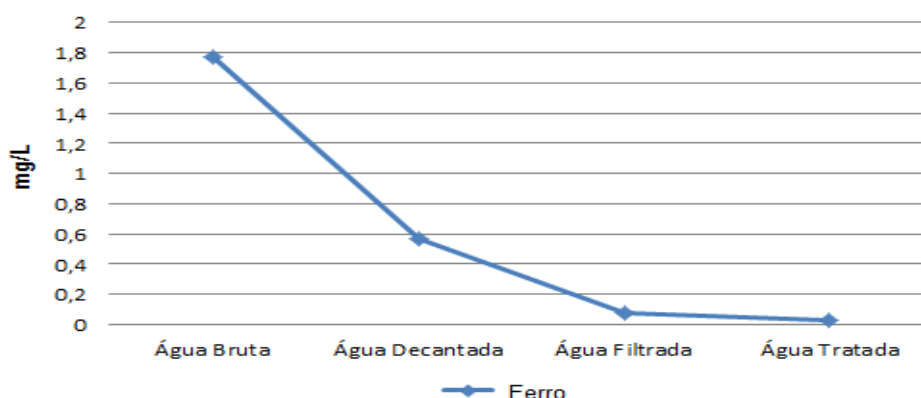


Figura 4: Concentração de ferro ao longo das unidades da estação de Itaguara-MG

A reutilização do LETAs em aterros sanitários, na cobertura final de cada célula do aterro, torna-se viável quando o lodo é devidamente desidratado e misturado a areia ou ao próprio solo (AWWA, 1978 *apud* GUERRA, 2005). Para que este método possa ser aplicado, recomenda-se desidratar o lodo a um teor de sólidos de no mínimo de 20% (NBR 10.004/2004). No entanto, devido ao elevado custo, à distância a ser

percorrida da estação ao aterro e à capacidade suporte do aterro de atender a toda demanda das estações, esta opção deve ser a última escolha a ser considerada, devendo ser priorizada uma alternativa de disposição que vise o reaproveitamento do lodo de forma que ele possa contribuir para diminuir com o impacto ambiental.

Com base nos estudos realizados por Paixão *et al* (2008), no lodo da estação de tratamento de água do Rio Manso, Brumadinho, MG, constatou-se que a adição de lodo com altos teores de ferro composto por 73% de Fe_2O_3 , causou efeitos deletérios em diversas características físicas e mecânicas da massa cerâmica investigada. Diminuiu a resistência à flexão do corpo seco, aumentou a absorção de água e a porosidade aparente. Entre 2 e 5% de lodo, as características físicas e mecânicas das cerâmicas foram semelhantes. No entanto, com a adição de 10% de lodo houve variação significativa das propriedades acima mencionadas. Portanto, de acordo com Paixão *et al*. (2008), é recomendável a incorporação do lodo de ETA até um máximo de aproximadamente 5% de lodo na massa argilosa utilizada, para que as características físicas do corpo cerâmico não sejam fortemente degradadas. Torna-se necessário determinar também o teor de argila presente no lodo para reutilização na cerâmica vermelha, no entanto não foi possível caracterizar o mineral na amostra neste trabalho.

Apesar de não ter sido possível quantificar a calcita e a matéria orgânica na amostra de lodo da estação de Itaguara, é importante destacar que, segundo Souza *et al* (2008), os lodos provenientes de ETA são ricos em matéria orgânica e calcita (CaCO_3), e que durante a queima da cerâmica a 700°C , os LETAs contribuem efetivamente para aumentar a emissão de gases como CO_2 , CH_4 e CO . No entanto, vale destacar o ganho ambiental inestimável em reutilizar os LETAs, diminuindo o descarte do mesmo em corpos d'água, reduzindo a quantidade de massa argilosa consumida e, portanto, o custo da matéria-prima para produção da cerâmica. Além de diminuir os danos ambientais causados pelas atividades extrativas de argila.

De acordo com dados da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2005), para a aplicação dos LETAs em solos agrícolas, o mesmo não deverá conter concentração de metais acima do estabelecido pela Tabela 6.

Tabela 6: Concentração de metal presente no lodo, comparando com os dados da CETESB (2005)

Parâmetro	Amostra			CETESB (2005)
	Composta	Decantador 1	Decantador 2	
Ferro (mg/L)	231,5	218,5	190,5	-
Zinco (mg/L)	0,165	0,19	< 0,01	7500
Chumbo (mg/L)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	840
Cádmio (mg/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	85
Alumínio (mg/L)	153	138	117	-

Nota: A CETESB faz referencia a vários metais, no entanto, só estão destacados na Tabela os metais quantificados durante a pesquisa.

Observando os limites estipulados pela CETESB (2005), é possível verificar a viabilidade de aplicar o lodo da estação de Itaguara em solos agrícolas. No entanto, é preciso monitorar os potenciais efeitos negativos, como os causados pela toxicidade do alumínio e ferro presentes em altas concentrações no lodo da ETA para não causar impacto indesejado no solo.

CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos neste trabalho sobre o lodo da Estação de Tratamento de Água de Itaguara-MG e da revisão de literatura, conclui-se:

- a disposição do lodo dos decantadores da ETA de Itaguara-MG, feita atualmente no Córrego Conquista, encontra-se em desacordo com a Deliberação Normativa do COPAM/CERH 01/2008 no que se refere aos metais que foram avaliados no presente trabalho;



- ii) como forma de reaproveitamento do lodo da ETA de Itaguara-MG, as principais alternativas que se destacam são: recuperação de áreas degradadas e o uso na fabricação de cerâmica vermelha, desde que seja utilizado em pequenas proporções para não interferir nas características físicas da cerâmica;
- iii) é necessário, para garantir menor produção de lodo na estação de Itaguara, o monitoramento e otimização da dose de coagulante a ser utilizada, com base na variação da qualidade da água bruta;
- iv) recomenda-se a criação de uma Unidade de Tratamento de Resíduos (UTR) na estação para que o lodo seja devidamente disposto ou reaproveitado de forma a causar um menor impacto ambiental.

Deve-se ressaltar que as conclusões aqui apresentadas basearam-se em um número limitado de dados, de modo que se recomenda a continuidade do estudo do lodo da ETA de Itaguara-MG em diferentes épocas do ano para que se possa chegar a conclusões mais consolidadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à equipe da Estação de Tratamento de Água de Itaguara, que disponibilizou o lodo para análise e forneceu os dados operacionais da estação, à equipe do laboratório de Físico – química do DESA, aos laboratórios de Instrumentação de Metal, Microbiologia de Água e ao laboratório do Departamento de Metalurgia e Materiais, pela realização das análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHON, C. L.; SOARES L. V.; MEGDA C. R. *Impactos ambientais provocados pelo lançamento in natura de lodos provenientes de estações de tratamento de água*. In: 23º Congresso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais.... Campo Grande – MS, 2005.
2. American Public Health Association – APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20. ed. New York: United Book 2009
3. American Water Works Association – AWWA Committee Report: *Water Treatment Plant Sludges – An Update of the State of the Art*: part 2. JAWWA, v. 70, n. 10, p. 548 – 554, 1978
4. American Water Works Association AWWA. *Water Treatment Plant Waste Management*. EUA: AWWA Research Foundation, 1987.
5. ANDREOLI C.V.; VON SPERLING Marcos; FERNANDES, F. *Lodo de esgotos: tratamento e disposição final*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Curitiba: Sanepar – Companhia de Saneamento do Paraná, 2001. 484 p.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 10004: *Resíduos Sólidos*, 2004, 77p.
7. BRASIL, Ministério da Saúde. *Portaria 2.914. Procedimento de Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade*. Diário Oficial da república, Brasília: 21 de dezembro de 2011.
8. CETESB, *Decisão nº 195 Aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo*, São Paulo, 2005.
9. CORNWELL, D.A, *Water Treatment plant management*. Denver, AWWA, Research Foundation, p.308, 1987
10. EMBRAPA SOLOS, *Relações solo-paisagem no quadrilátero ferrífero em Minas Gerais*. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v 45, nº8, p 903 – 916, 2010
11. GUERRA, R.C *Caracterização e Biodegradação de lodo de estações de tratamento de água para descarte em aterro sanitário*. Dissertação de Mestrado, UNESP, Rio Claro, SP, Brasil, 2005
12. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008*. IBGE, Rio de Janeiro, RJ, 2010. 219p. MINAS GERAIS, *Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, Classificação dos corpos de água e padrões de lançamento de efluentes*. Belo Horizonte, 05 de maio de 2008.
13. PAIXÃO L. C. C, YOSHIMURA H. N., ESPINOSA D. C. R., TENORIO J. A. S., *Efeito da incorporação de lodo de ETA contendo alto teor de ferro em cerâmica argilosa*, Cerâmica 54, p 63-76,



- 2008.
14. PREFEITURA DE ITAGUARA, *Trajetória da água em Itaguara*. Disponível em: <<http://www.itaguara.mg.gov.br/prefeitura/?action=saae>> Acesso em: 20 de outubro de 2011
 15. REALI. M. A .P *Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água*. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 240 p. Projeto PROSAB.
 16. SANTOS, R.B. S.; ROCHA O.; POVINELLI. J. Evaluation of water treatment sludges toxicity using the Daphnia bioassay. *Water Research*. Vol. 39, nº 16, 2005, pp 3909–3917.
 17. SILVA, É. T.; MELO, W. J. ; TEIXEIRA, S. T. *Chemical attributes of a degraded soil after application of water treatment sludges*. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 559-563, 2005.
 18. SOUZA, V. P; TOLEDO, R; HOLANDA J.N.F; VARGAS, H. FARIA JR, R.T; *Análise dos gases poluentes liberados durante a queima de cerâmica vermelha incorporada com lodo de estação de tratamento de água*. *Cerâmica* 54, p. 351-355, 2008.