

Quantificação e proposta de destinação final do lodo de decantador da Estação de Tratamento de Água (ETA) em Itabirito, MG.

Valdilei Camilo do Nascimento

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH), valdileicamilo2@gmail.com

Vinícius Marques Moreira de Souza

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH), vmoreirabh@yahoo.com.br

Adieliton Galvão de Freitas

Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental (UFV-MG), docente do Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH), adieliton.freitas@izabelahendrix.edu.br

Izabel Cristina de Matos Andrade

Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG), docente do Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH), izabel.andrade@izabelahendrix.edu.br

Resumo

O presente artigo foi desenvolvido com objetivo de apresentar a quantificação e proposta de destinação final do lodo de decantador da Estação de Tratamento de Água (ETA) em Itabirito, Minas Gerais. Tratar o resíduo gerado no processo de produção de água potável no Brasil é um grande problema e desafio para as prestadoras de serviço em saneamento e profissionais que atuam na área ambiental e sanitária. Para a realização do estudo, foram utilizadas literaturas de autores especialistas no assunto, teses, pesquisas em sites; o que possibilitou buscar uma melhor alternativa para o tratamento do lodo da ETA. Como resultado, obteve-se a quantificação da vazão de água bruta captada e tratada na ETA em estudo, quantificação do lodo gerado nos decantadores e proposição de alternativa viável para o tratamento do lodo. Sugere-se a continuidade dos estudos de viabilização da implantação do tratamento para o lodo gerado na ETA de Itabirito/MG.

Palavras-Chave: Tratamento de Água. Lodo. Resíduo. Disposição final.

1 Introdução

A produção de água potável é responsável por gerar resíduos sólidos, denominado LETA (Lodo de Estação de Tratamento de Água). Este é proveniente do tratamento industrial da água bruta, captada de mananciais superficiais. A água é submetida a várias etapas no processo, para remoção de impurezas e micro-organismos que podem ser danosos à saúde da população abastecida.

Um dos problemas que as ETA's enfrentam é a dificuldade de tratar o lodo e dispor de maneira a não causar impactos no meio ambiente, principalmente aquático. Conforme Achon; Barroso; Cordeiro (2013) há poucos estudos sobre o tema no Brasil:

(...) as soluções para a adequada gestão deste resíduo raramente são adotadas em ETA's em funcionamento. Apesar de algumas iniciativas, a maioria das novas estações também negligencia a gestão do lodo. A maioria das ETA's lança seus resíduos em cursos d'água, contrariando a legislação vigente e provocando impactos ambientais. (p.116).

A Lei 12.305 de 02 de Agosto de 2010 trata da PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos), no seu artigo 4º dispõe,

(...) conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

No artigo 9º relata a hierarquia dos resíduos, obrigando o responsável gerador a gerenciar seus resíduos gerados no processo produtivo, antes da destinação final.

Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Atualmente, como em muitos municípios brasileiros, a ETA de Itabirito lança todo LETA no córrego Carioca, e com o objetivo de solucionar este problema, o trabalho apresentará uma proposta de engenharia para tratamento, sugerindo que o LETA gerado no processo passe por tratamento, na sua totalidade, antes de ser encaminhado para destinação final.

2 Gerações de lodo de estação de tratamento de água - LETA

Com o aumento da população, a cada ano cresce a demanda de água potável para suprir as necessidades humanas, consequentemente o volume de lodo gerado pelo processo das ETA's aumentam consideravelmente.

É indiscutível que o tratamento da água bruta gera benefícios sociais, mas, como toda indústria de transformação, os processos e operações utilizados podem gerar impactos no ambiente, segundo afirma Ribeiro, *apud* (DI BERNARDO; DANTAS, 2005, p.1315).

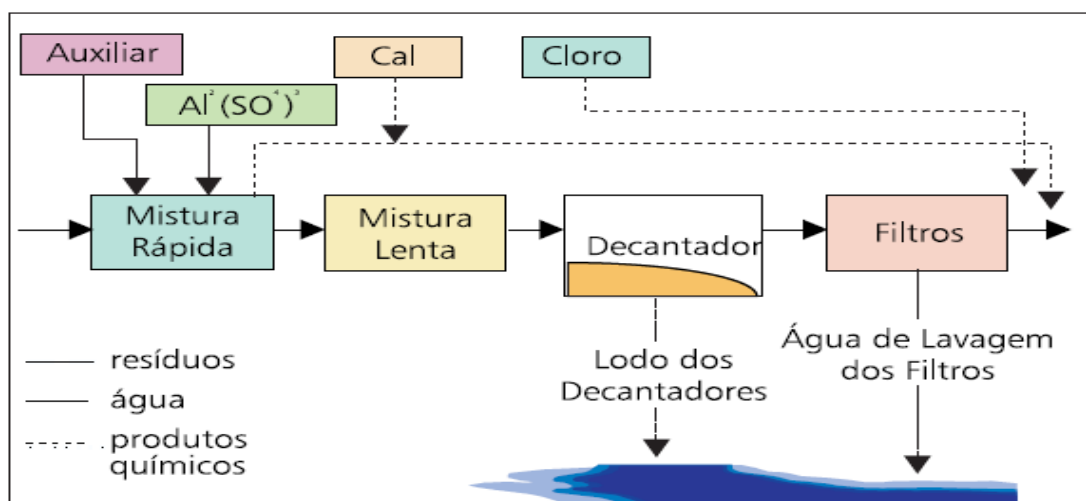
Entretanto conforme relato de Cordeiro (1999) os sistemas de tratamento de água para abastecimento,

(...) têm características similares a qualquer indústria, onde uma determinada matéria-prima é trabalhada através de diversas operações e processos, resultando em um produto final. Esses sistemas podem, em diversas etapas, gerar resíduos, e estes podem possuir as mais diferenciadas características, relacionadas à matéria-prima, aos produtos químicos adicionados, ao *layout* da estação, às etapas definidas no projeto, às condições de operação entre outros. (p.3).

Para Cordeiro (1999) “os principais resíduos gerados na ETA são: água de lavagem dos filtros; lodos dos decantadores; rejeito de limpeza dos tanques de produtos químicos”.

A Figura 1 apresenta um esquema de ETA que possibilita observar as etapas do processo onde são gerados os resíduos sólidos (decantadores e lavagem dos filtros).

Figura 1 - Pontos de geração de resíduos em uma ETA convencional.



Fonte: Cordeiro (1999).

2.1 Inconvenientes ambientais do LETA

Segundo Ministério Público do Estado de Minas Gerais (2009) para se avaliar os impactos ambientais ocasionados pelo LETA quando lançado em curso d'água, é preciso analisar as alterações dos parâmetros de qualidade considerando seu enquadramento conforme a Resolução CONAMA 357/2005.

A toxicidade do LETA irá depender de inúmeros fatores, como: características físico-químicas e biológicas do manancial de captação da água bruta, o produto químico utilizado para a coagulação e quantidade aplicada no processo de potabilização, os procedimentos de limpeza dos decantadores, entre outras condições operacionais que diferenciam uma ETA da outra.

O LETA pode causar efeitos negativos: no solo (salinização, acúmulo de metais, lixiviação de nitrato); na água (elevação de turbidez, consequente comprometimento dos processos fotossintéticos, elevação da concentração de matéria orgânica e consequentes incidentes de mortandades de organismos aquáticos); além de comprometer a flora e fauna aquática. Há que se ressaltar, ainda, o potencial tóxico atribuído a muitos elementos que compõem o LETA, tais como o alumínio (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2009).

2.2 Métodos e processos de tratamento do lodo

Para Andreoli (2006) a principal fase de tratamento do lodo de ETA é o desaguamento, onde seu volume é reduzido significativamente, seu manuseio facilitado e os custos com transporte e disposição final são menores. Reali (1999) relata que as características do lodo, área disponível, o clima local e condições socioeconômicas, culturais e ambientais da região onde está implantado o sistema de tratamento de água, são fatores que influenciam direta e/ou indiretamente nas estratégias que deverão ser usadas no tipo de tratamento do lodo.

Já o Instituto de Engenharia (2008) traz várias observações para o tratamento do lodo, entre elas, conhecer melhor as suas características para desenvolvimento de projetos das unidades de adensamento mais adequadas para tal, priorizar remoção mecanizada do lodo dos

decantadores e junto a novas construções de ETA's, deve ser incluído projetos de unidades de tratamento do lodo.

A Procuradoria-Geral de Justiça do Estado de Minas Gerais, representada pelo Centro de Apoio Técnico de Meio Ambiente (CEAT/MA), Soares et al (2009), em sua obra resume o tratamento do lodo em duas etapas, remoção da água para concentração dos sólidos e redução do volume. A Tabela 1 apresenta algumas técnicas e seus custos disponíveis no mercado para ajudar no tratamento de desaguamento do lodo.

Tabela 1 - Tecnologias e custos relativos à desidratação do lodo.

Técnica	Aplicações	Limitações	Custo relativo
Prensa desaguadora	Capaz de obter um lodo relativamente seco, com 40 a 50% de sólido seco. Lodo de sulfato 15 a 20%.	Sua eficiência é muito sensível às características da suspensão. As correias podem se deteriorar rapidamente na presença de material abrasivo.	Baixo
Decantação centrífuga	Capaz de obter um lodo desidratado com 15 a 35% de sólidos. Lodo de sulfato 16 a 18%. Taxa de captura de sólidos entre 90 a 98%. Adequada para áreas com limitação de espaço.	Não tão efetiva na desidratação como a filtração. O tambor está sujeito à abrasão.	Médio
Filtro Prensa	Usado para desidrata sedimentos finos. Taxa de captura de sólidos de até 98%.	Necessita aplicação de cinza e cal. Elevação do pH a 11,5. Troca do meio filtrante demorada. Elevado custo operacional e de energia.	Alto
Filtro rotativo a vácuo	Mais indicado para desidratar sedimentos finos granulares, podendo obter torta de até 35-40% de sólidos e taxa de captura de 88-95%.	É o método menos eficaz de filtração. Elevado consumo de energia.	Mais alto

Fonte: CEAT/MA *apud* Richter (2001).

3 Metodologia

O artigo caracterizou-se como um estudo de caso, tendo como finalidade identificar e, caso necessário, propor soluções para o tratamento do lodo proveniente da ETA. A ETA do SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itabirito), MG foi a área de estudo deste trabalho, ativa desde 1976 é do tipo convencional e funciona 24 horas. Recebe água bruta de dois mananciais, o Córrego Seco e Córrego do Bação, gerando uma vazão de 170 L/s que abastece uma população de 45.000 habitantes, conforme análise de dados apurados de relatórios de registros operacionais.

Sua estrutura dispõe de uma calha Parshall com um medidor de vazão a laser. Floculadores com paredes de concreto, sistema hidráulicos, uma bateria de nove câmaras, onde a velocidade varia devido às diferentes posições das janelas de passagem existente em cada câmara. Dois decantadores alinhados e contínuos aos floculadores. Tanque convencional, retangulares com dimensões 20,80m de comprimento, 5,10m de largura e 3,50m altura, fluxo horizontal, volume de 371m³. Para coleta de água decantada, possui duas calhas interligando-os ao canal de água decantada. Possui uma pequena declividade no piso em sentido ao centro do tanque onde tem uma comporta de fundo ligada a um emissário que conduz por gravidade o lodo até o ponto de descarga final no canal do córrego da Carioca. Tanto na drenagem do lodo como na remoção, seu acionamento é manual. A limpeza é feita periodicamente, sempre na drenagem e lavagem dos decantadores. Possui dois filtros com dupla camada de antroscito e areia, possuindo sistema de fluxo descendente lavados diariamente, a água usada na lavagem é direcionada para o córrego do Carioca (RIBEIRO, 2007).

As etapas metodológicas que compõem o desenvolvimento deste estudo são:

- **Caracterização da ETA** – realizou-se um levantamento da estrutura da ETA, identificando às etapas de tratamento, a vazão média tratada, a forma de limpeza dos decantadores e a existência de área disponível nos limites da Estação e/ou vizinhança para implantação do projeto de tratamento do lodo.

- **Histórico de dados de turbidez e cor** – levantaram-se dados referentes aos últimos três anos (informados pelo SAAE), esses dados foram utilizados para estimar o quantitativo de lodo gerado anualmente na ETA em estudo.
- **Uso de produtos químicos** – foram apurados junto ao SAAE o tipo de coagulante e as dosagens médias utilizadas nos últimos três anos no tratamento. Esse dado foi fundamental para a quantificação do volume de lodo gerado.
- **Quantificação do lodo** – foi um importante passo para atingir o objetivo proposto neste trabalho, pois utilizando-se de fórmulas empíricas que se adaptam às características da ETA em estudo, pode-se definir a quantidade do lodo gerado ao longo de cada ano.

Apresentadas abaixo, as fórmulas para quantificação de lodo em ETA. Segundo Libânio (2010), a quantidade total de sólidos gerados na ETA pode ser estimada por meio do uso de equações empíricas, onde considera-se os parâmetros de qualidade da água bruta e dosagens de produtos químicos. Também podem ser usadas para estimar a quantidade total de sólidos na impossibilidade da realização de ensaios de tratabilidade da água.

$$P = 3,5. T^{0,66} \quad (1)$$

P – produção de sólidos (kg de matéria seca / m³ de água bruta tratada)

T – turbidez da água bruta (uT)

$$P = (0,44. DSA + 1,5. T + A) \quad (2)$$

P - produção de sólidos (g de matéria seca / m³ de água tratada)

DAS - dosagem de sulfato de alumínio (mg/L)

T - turbidez da água bruta (uT)

A - outros aditivos, como carvão ativado em pó e polieletrólitos (mg/L)

$$P = (1,2. T + 0,07. C + K.D + A) \quad (3)$$

P - produção de sólidos (g de matéria seca / m³ de água tratada)

T - turbidez da água bruta (uT)

C - cor da água bruta (uH)

D - dosagem de coagulante (mg/L)

K - coeficiente de precipitação: $k = 0,17$ (sulfato de alumínio líquido)

$k = 0,39$ (cloreto férrico líquido)

A - outros aditivos, como carvão ativado em pó e polieletrólitos (mg/L)

$$S = (0,2. C + K_1 T + K_2 D) / 1000 \quad (4)$$

S - massa de sólidos secos precipitada em quilogramas por metro cúbico de água tratada;

C - cor da água bruta (uH)

T - turbidez da água bruta (uT)

D - dosagem de coagulante (mg/L)

$K_1 = 1,3$

$K_2 = 0,26$ – para o uso do coagulante sulfato de alumínio.

$$P = (1,5. T + K. D) \quad (5)$$

P - produção de sólidos (g de matéria seca / m³ água tratada)

T - turbidez da água bruta (uT)

D - dosagem do coagulante (mg/L)

K - relação estequiométrica na formação do precipitado de hidróxido 31

$K = 0,23$ a $0,26$ (sulfato de alumínio)

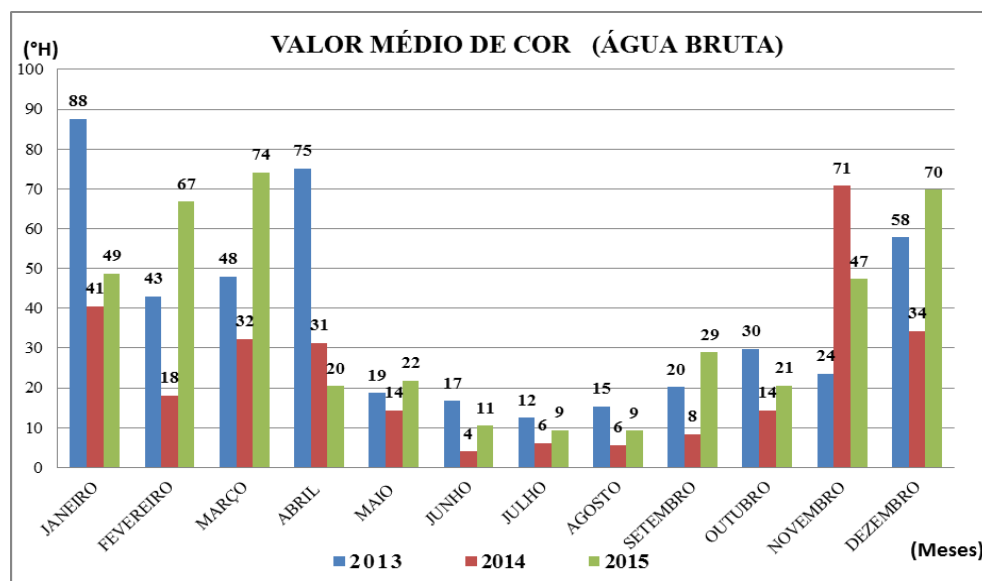
Para efetivação do estudo em questão, realizaram-se também pesquisas bibliográficas em livros, artigos, sites e pesquisa documental levantando dados sobre o resíduo.

4 Resultados e discussão

O SAAE é o responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água na cidade de Itabirito/MG. Segundo o Programa Municipal de Saneamento Básico – PMSB (2013), o município possui duas ETA's, uma na sede do município e a outra no distrito de Acuruí, sendo a primeira o objeto de nosso estudo.

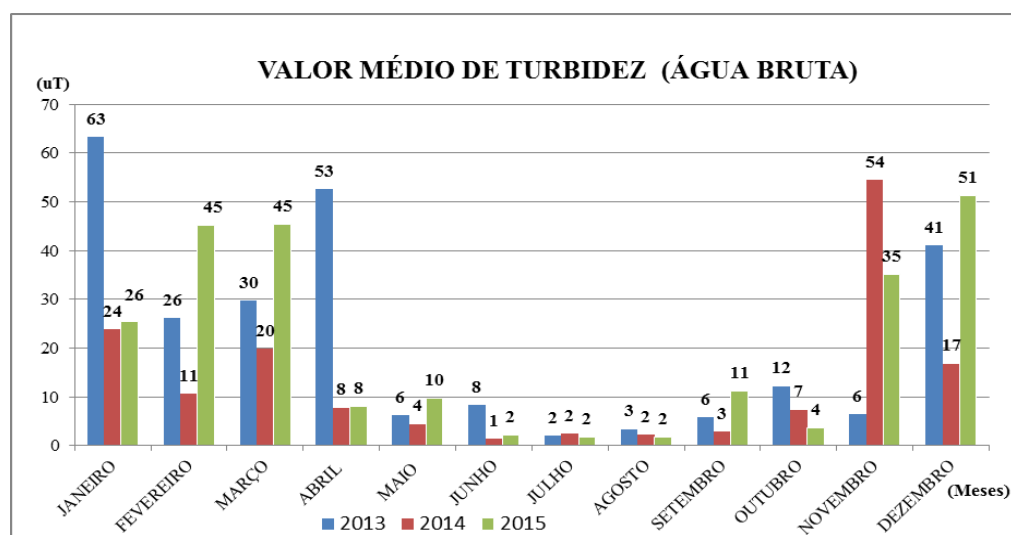
As Figuras 2 e 3 apresentam parâmetros de cor e turbidez referentes aos últimos três anos (2013, 2014 e 2015). Estes parâmetros são importantes para o monitoramento dos sólidos suspensos e dissolvidos presentes na água bruta que contribuem diretamente no aumento residual do LETA.

Figura 2 – Comparativo Anual do Valor Médio do Parâmetro Cor



Fonte: Autores (2016) - Elaborado a partir dos dados fornecidos pelo SAAE.

Figura 3 – Comparativo Anual do Valor Médio do Parâmetro Turbidez

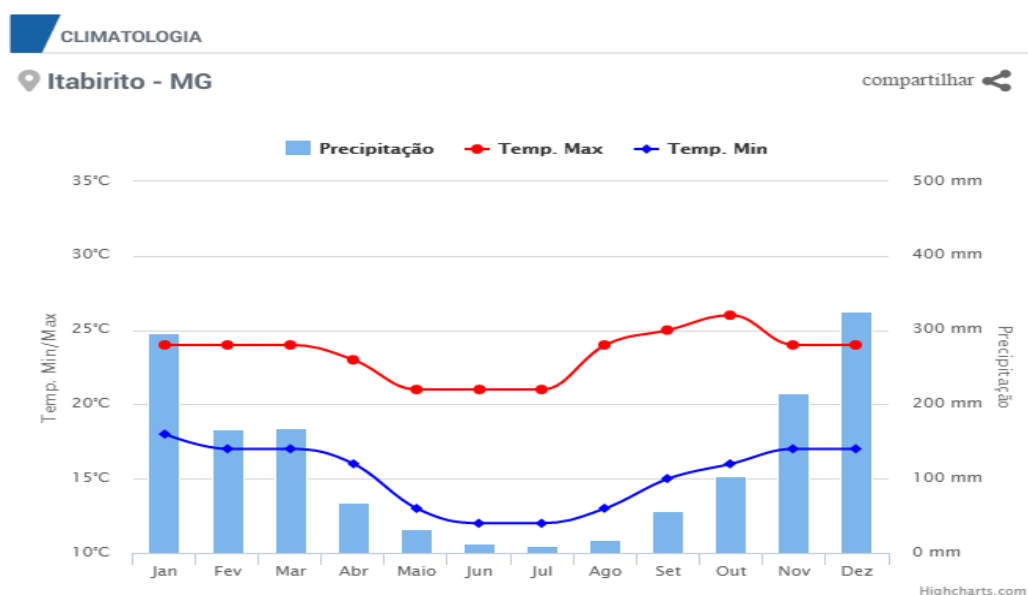


Fonte: Autores (2016) - Elaborado a partir dos dados fornecidos pelo SAAE.

Pode-se observar que os valores se convertem numa grande curva nos meses de abril até novembro dos três anos, podendo concluir que se trata do período de seca, expressando neste intervalo valores reais de unidades de cor (uH) da água bruta. Os picos ocorrem nos meses de novembro a março e fica explícita a contribuição do período chuvoso, caracterizado pela lixiviação do solo para os mananciais de onde é captada a água bruta.

A Figura 4 abaixo representa as médias climatológicas, calculados a partir de dados de 30 anos observados. Analisando, é possível concluir que Itabirito, possui períodos bem definidos: chuvoso que inicia em novembro a março e firme (quente) entre os meses de abril a outubro e são coincidentes com o período de maior cor e turbidez.

Figura 4 – Médias climatológicas da cidade de Itabirito / MG.



Fonte: Clima tempo (2016).

O sulfato de alumínio é o coagulante utilizado na ETA, uma média de 180mL/min. É adicionado o alcalizante geocálcio para manter o pH nos níveis adequado, com uma dosagem em média 140mL/min. Na Tabela 2, são apresentados os valores de média mensal do coagulante sulfato de alumínio. Pode observar que os meses de maior turbidez, são aqueles com maior dosagem de coagulante, ao que pode ser comprovado por meio da regressão linear apresentada nas Figuras 5, 6 e 7.

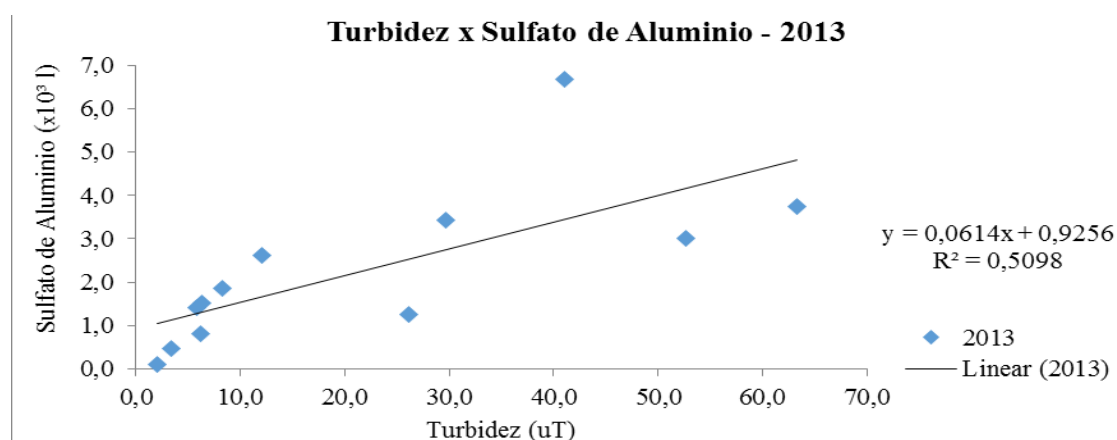
Tabela 2 – Valores de média mensal do coagulante sulfato de alumínio

MÊS	MÉDIA MENSAL - (L/ mês)		
	2013	2014	2015
JANEIRO	3.731,65	4.527,52	2.477,28
FEVEREIRO	1.267,03	455,04	6.400,00
MARÇO	3.426,72	856,56	6.084,96
ABRIL	3.000,24	908,64	3.413,19
MAIO	815,52	200,20	3.541,40
JUNHO	1.872,00	0,00	1.309,22
JULHO	100,80	294,72	53,76
AGOSTO	479,31	157,73	156,00
SETEMBRO	1.404,34	266,88	2.131,68
OUTUBRO	2.613,98	796,21	757,18
NOVEMBRO	1.519,16	3.854,40	3.250,56
DEZEMBRO	6.665,85	3.448,91	5.276,05
TOTAL	26.896,60	15.766,81	34.851,28
MÉDIA ANUAL	2.241,38	1.313,90	2.904,27

Fonte: Autores (2016) - Elaborado a partir dos dados fornecidos pelo SAAE.

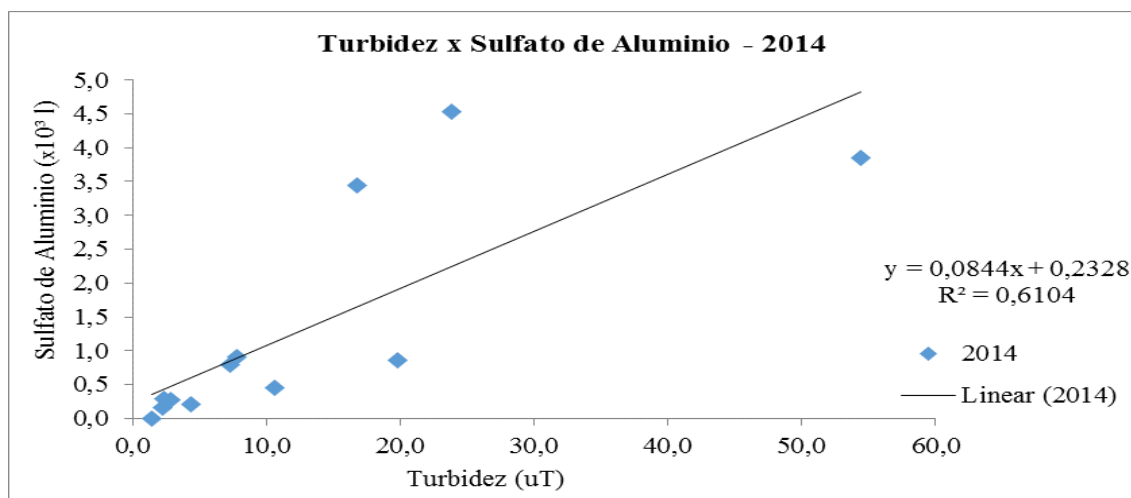
As Figuras 5, 6 e 7 representam a correlação entre a turbidez e a dosagem de sulfato de alumínio. Pode-se interpretar que nos anos 2013 e 2014 a turbidez não está correlacionada com a dosagem de coagulante. Já em 2015, o valor de $R=0,7659$ está mais próximo de 1 (um) indicando maior correlação entre o uso do sulfato de alumínio com a turbidez.

Figura 5 – Correlação entre turbidez e sulfato de alumínio / ano 2013.



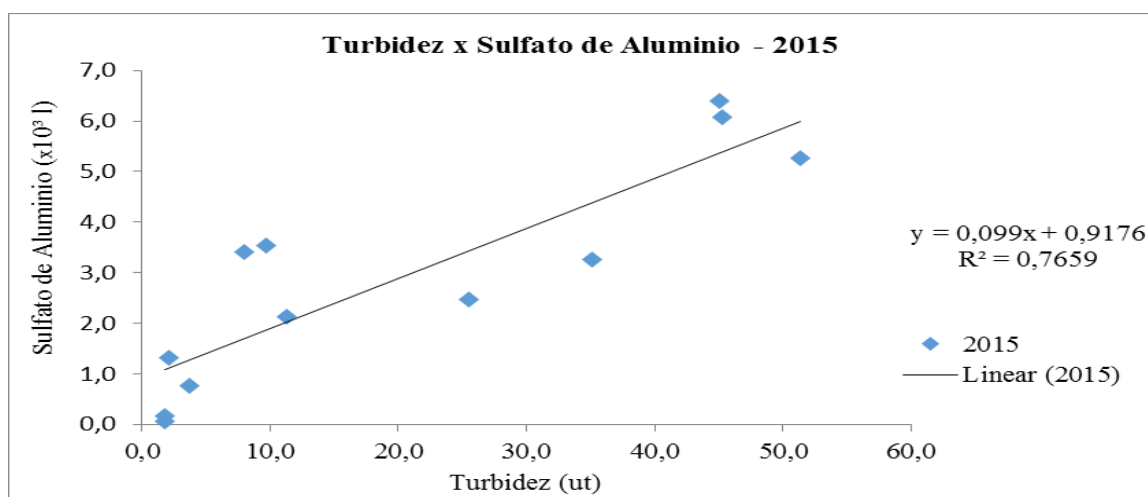
Fonte: Autores (2016).

Figura 6 – Correlação entre turbidez e sulfato de alumínio / ano 2014.



Fonte: Autores (2016).

Figura 7 – Correlação entre turbidez e sulfato de alumínio / ano 2015.



Fonte: Autores (2016).

4.1 Quantificações do lodo

Foram utilizados como base de cálculo para quantificação do LETA os valores médios dos parâmetros turbidez, cor da água bruta e vazão média da água tratada. Libânio (2010) em um exemplo citado em seu livro trabalhou com valores de vazão média afluente e turbidez média nos anos de 2000 a 2004. Sousa (2009) para estimar a produção de sólidos gerados em relação ao volume de água tratada na ETA de Buíque/PE usou a média dos resultados de cor e turbidez referente aos três meses de monitoramento do funcionamento da ETA. Ribeiro

(2007) fez uso dos valores médios mensais de turbidez e cor da água bruta e volume médio mensal de água tratada da ETA de Itabirito/MG.

A Tabela 3 apresenta valores de massa de lodo gerado nos decantadores da ETA-Itabirito. Para calcular a massa total de lodo gerado, utilizou-se de valores médios anuais de turbidez e cor da água bruta e o volume médio anual de água tratada pela ETA de Itabirito, durante os anos de 2013, 2014 e 2015.

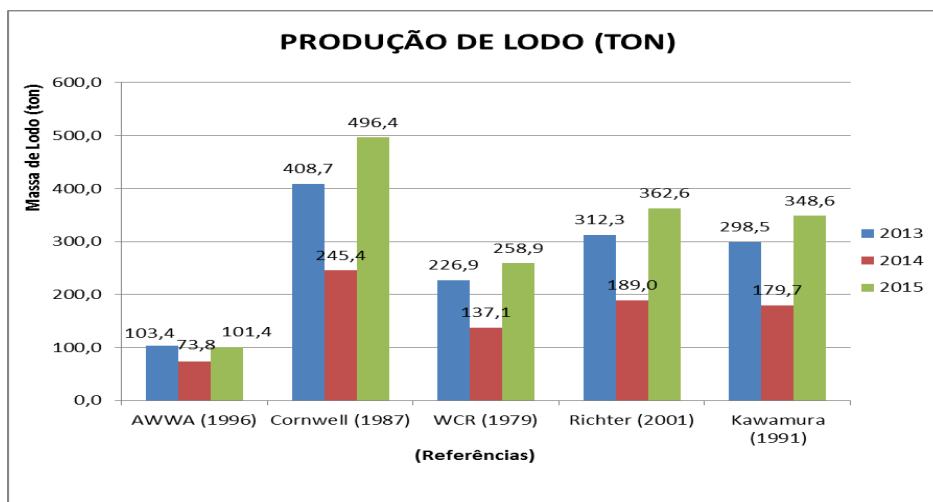
Tabela 3 - Produção de lodo segundo as fórmulas empíricas.

VARIAÇÃO MÉDIA ANUAL DE ÁGUA TRATADA PELA ETA-ITABIRITO									
ANO	Turbidez água bruta (uT)	Cor água bruta (°H)	Coagulante (g/m ³)	Volume tratado (m ³)	PRODUÇÃO DE LODO (2013,2014 e 2015)				
					AWWA (1996)	Cornwell (1987)	WCR (1979)	Richter (2001)	Kawamura (1991)
					(g de matéria seca/m ³ de água tratada)	(g de matéria seca/m ³ de água tratada)	(g de matéria seca/m ³ de água tratada)	(g de matéria seca/m ³ de água tratada)	(g de matéria seca/m ³ de água tratada)
2013	21,4	37,4	141,2	4335897,6	23,8	94,3	52,3	72,0	68,9
					103,4	408,7	226,9	312,3	298,5
2014	12,8	23,3	82,8	4410547,2	16,7	55,6	31,1	42,8	40,7
					73,8	245,4	137,1	189	179,7
2015	20,1	35,6	183,0	4488307,2	22,6	110,6	57,7	80,8	77,7
					101,4	496,4	258,9	362,6	348,6

Fonte: Autores (2016) - Elaborado a partir dos dados fornecidos pelo SAAE.

Com os dados apresentados na Figura 8, observa-se uma variação significativa entre os valores estimados empiricamente pelas fórmulas propostas. Sendo que a fórmula apresentada por AWWA (1996) apresentou valores bem inferiores aos demais, a fórmula de Cornwell (1987) valores bem superiores, já as fórmulas de Richter (2001) e Kawamura obtiveram valores mais próximos.

Figura 8 – Quantificação do lodo produzido em toneladas



Fonte: Autores (2016).

Ribeiro (2007) realizou este mesmo estudo no período de 2005 a 2006 aplicando as mesmas fórmulas, porém a produção de lodo encontrado no presente estudo, realizado nos anos de 2013, 2014 e 2015 foi superior ao seu, houve um aumento de quase 400%. Alguns inconvenientes contribuíram para esse aumento como crescimento populacional de quase 30% de 2006 a 2015, elevando o consumo de água em mais de 1 milhão de litros de água tratados.

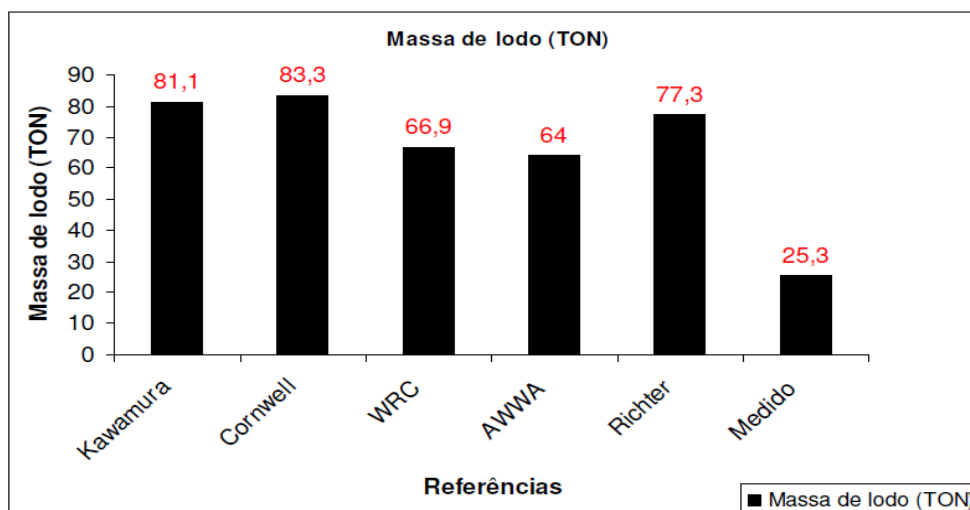
Outros pontos citados por Ribeiro (2007) é aumento na estimativa de produção de lodo uma vez que poderiam ocorrer modificações dos processos de tratamento na ETA - Itabirito e alterações nas características de qualidade das águas dos mananciais utilizados, que consequentemente aumentam os níveis de turbidez.

Ribeiro (2007) além de usar as fórmulas empíricas para calcular a massa de lodo na ETA de ITABIRITO/MG utilizou o método de medição física “*in loco*” baseando-se nas dimensões do decantador e a camada de lodo formada no mesmo, e depois fez um gráfico onde comparou os valores.

Analisando a Figura 9, percebe-se uma diferença considerável entre o valor calculado “*in loco*” experimentalmente e os valores calculados empiricamente. Porém ele faz uma ressalva sobre os inconvenientes encontrados nas medições realizadas “*in loco*” dentre eles as lavagens

dos decantadores serem manuais não ter um controle do volume da água utilizada interferindo diretamente no controle específico de todo o processo. Outro fator importante a ser considerado é o tempo de permanência do lodo no fundo do decantador, que pode ter sido inferior a um ano.

Figura 9 – Comparação entre as massas de lodo calculadas pelas fórmulas e a medida.



Fonte: Ribeiro (2007).

Di Bernado (2010) faz menção importante para estimativa de quantidade de sólidos em ETA's que estejam na fase de projetos, é aconselhável que se usa as equações empíricas, porém estimar a qualidade dos resíduos sem dados confiáveis da qualidade da água bruta e das características dos produtos químicos fica quase que inviável. Já a realização de testes em estações-piloto ou ensaios em escala de laboratórios, por pelo menos um ano, com água bruta do manancial a ser explorado pela futura ETA, segundo Katayama et al (2015) é o ideal, mas que devido aos custos muitos projetos são realizados baseados nas estimativas de produção de resíduos obtidas através de fórmulas empíricas, relacionando a geração de resíduos à dosagem de produtos químicos e à quantidade de sólidos em suspensão afluentes à ETA.

A fim de subsidiar a análise do sistema de tratamento e disposição final dos resíduos, foi realizada uma extensa revisão de literatura, além de visita a instalações em escala real. A alternativa foi escolhida de acordo com critérios técnicos, econômicos e ambientais.

A princípio, optou-se pela utilização de métodos não-mecânicos, como solução de baixo consumo de energia elétrica e fácil operação e manutenção. A grande limitação desses métodos é a demanda de grandes áreas e de condições climáticas favoráveis, mas para o caso em estudo não se consideram estes fatores impeditivos. Considera-se que o melhor e mais adequado sistema de tratamento para o lodo gerado na ETA de Itabirito, é o leito de secagem.

Segundo a reportagem da revista TAE (AQUINO, 2014), o leito de secagem apresenta como vantagens, o baixo investimento, facilidade operacional, menor consumo de energia elétrica e a obtenção de uma torta com alto teor de sólidos. Para justificar o leito de secagem como o processo indicado, destaca-se:

- É importante aplicar esta técnica em regiões quentes, ou com períodos chuvosos bem definidos, o que ocorre em Itabirito, pois a exposição do lodo a precipitações pode acarretar em liberação de odores, surgimento de moscas e contaminação do lençol freático.
- A limpeza dos decantadores ocorre em média duas vezes ao ano, possibilitando que os responsáveis façam o planejamento para limpeza nos períodos quentes.
- Por causa do baixo investimento é viável a utilização deste tratamento, facilidade operacional é outro motivo para o emprego deste método.
- O local onde a ETA de Itabirito está instalada possui uma área satisfatória para a construção dos leitos de secagem, ponto positivo para utilização deste método que precisa de áreas grandes.
- Após o tratamento, a torta de lodo pode ser encaminhada para o aterro sanitário, como forma de disposição final ou utilizar a torta na fabricação de cerâmica vermelha, cultivo de grama comercial, compostagem, solo comercial entre outras aplicações.

5 Considerações finais

Com os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento do artigo, foi possível quantificar o lodo gerado pela ETA estudada correspondente aos últimos três anos. Concluímos que as condições climáticas estão inteiramente ligadas tanto para o aumento ou a diminuição da

geração de resíduo, pois em 2014 a falta de precipitação (chuva) contribuiu para que neste período, a produção de lodo foi menor quando comparado aos outros anos estudados.

A água bruta é captada pelos córregos Seco e Bação, numa vazão já apresentada e conhecendo a dinâmica operacional da ETA, a alternativa proposta para tratamento do lodo é o leito de secagem, por se tratar de um sistema mais adequado economicamente, operacionalmente e da existência de espaço físico para implantação do mesmo. Como destinação final do lodo tratado é proposto encaminhá-lo para o aterro sanitário ou se viável utilizá-lo de outras formas conforme já citado no trabalho.

Por fim, recomenda-se a continuidade dos estudos para o dimensionamento e implantação do sistema de tratamento do lodo gerado na ETA.

Study alternatives and propose solutions for the management, treatment and disposal of waste generated in the water treatment plant (WTP) in Itabirito, MG.

Abstract

This article was developed in order to present the quantification and proposed disposal of sludge decanter of the Water Treatment Plant (WTP) in Itabirito, Minas Gerais. Treat the waste generated in the drinking water production process in Brazil is a big problem and challenge for service providers in sanitation and professionals working in the environmental and health area. For the study, we used literature expert authors on the subject, thesis, research on websites; making it possible to seek a better alternative to the sludge treatment of ETA. As a result, there was obtained the quantification of the raw water flow captured and treated in the FBD under study, quantitation of sludge generated in decanters and alternative proposition feasible to treat the sludge. It is suggested the continuation of feasibility studies of the implementation of treatment for the sludge generated in Itabirito / MG ETA.

Keywords: Water Treatment. Sludg. Waste. Final provision.

Referências

Achon C.L.; Barroso M.M.; Cordeiro J.S. **Resíduos de Estação de Tratamento de Água e a ISO 24512: Desafios do Saneamento Brasileiro.** Disponível em: <<http://www.scielo.org/php/index.php>>. Acesso em: 26 out. 2015.

American Water Works Association; American Society of Civil Engineers; U. S. Environmental Protection Agency (1996). **Management of water treatment plant residuals**. American Society of Civil Engineers. 294 p. New York.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11178**: Sulfato de Alumínio para Aplicação em Saneamento Básico; Especificação Técnica, Amostragem e Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

Clima Tempo. **Site de meteorologia do Brasil**. Disponível em: <www.climatempo.com.br/climatologia/3348/itabirito-mg>. Acesso em: 28 abr. 2016.

CORDEIRO, J. Importância do Tratamento e Disposição Adequada dos Lodos de ETA's. **Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final de Lodos de Estação de Tratamento de Água**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

CORNWELL, D. A.; Leer, R. G. (1994). **Waste stream recycling**: its effect on water quality. Journal AWWA, p. 50-63, nov.

CORNWELL, D. A. (1987). **Handbook of practice water treatment plant waste management**. American Water Works Association Research Foundation, Denver, 431p. 1 ed., Virginia. Cornwell, D. A.; Koppers, H. M. M. (1990). **Slib, Schlamm, Sludge**. EUA: AWWA Research Foundation/KIWA Ltd.

CASTRO, A. A.; DIAS, A. M. V.; RENNÓ, C. R. A.; CÉSAR, L.A.S; DAMATTOS, M; MONTERIO, T. A. S (1997). **O problema da Caracterização Qualitativa e Quantitativa dos Efluentes Gerados nas Estações de Tratamento de Água** – O Caso da Unidade de Tratamento e Recuperação de Resíduos – UTR do Sistema Rio das Velhas. Congresso brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19. Anais Eletrônicos II – 059. Foz do Iguaçu. Brasil.

DI BERNARDO, L; DANTAS, A. B – **Métodos e técnicas de tratamentos de água**. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2005.

INSTITUTO DE ENGENHARIA. **Relatório do Seminário Nacional sobre Tratamento, Disposição e Usos Benéficos dos Lodos de Estações de Tratamento de Água**. São Paulo-SP. 2008.

Katayama, Victor Takazi, et al. **Quantification of complete cycle water treatment plant sludge production: a critical assessment**. Engenharia Sanitária e Ambiental 20.4 (2015): 559-569 p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas, SP: Átomo, 2010.

RIO DE JANEIRO. PROSAB. **Alternativas de Uso de Resíduos do Saneamento**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

REALI, M. A. P. **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água.** Projeto Prosab. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

RIBEIRO, F. L. M. **Quantificação e caracterização química dos resíduos da ETA de Itabirito - MG.** 2007. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2007.

RICHTER, C. A. **Tratamento de lodos de estações de tratamento de água.** São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

AQUINO. **Secagem do lodo proveniente de ETAs e ETEs: economia e sustentabilidade.** Disponível em: <<http://www.revistatae.com.br/noticiaInt.asp?id=7465>>. Acesso em: 2 maio 2016.

BELO HORIZONTE. Procuradoria-Geral de Justiça/CEAT – Centro de Apoio Técnico. Setor de Meio Ambiente. **Orientações Básicas acerca do Impacto do Lodo Gerado nas ETAs, Alternativas de Tratamento/Disposição e Legislação Correlata.** Belo Horizonte, 2009. Orientações.

SOUSA, M. R. **Estudo do lodo gerado na estação de tratamento de água de Buíque – PE:** caracterização, quantificação e identificação de oportunidades de minimização dos resíduos. 2009. 145 f. São Cristóvão.

Recebido em: 15/06/2016 - Aprovado em: 25/04/2017 - Disponibilizado em: 10/07/2017