**I-339 - QUANTIFICAÇÃO DO LODO DA ETA DA CIDADE DE APUCARANA****Sandro Rogério Lautenschlager⁽¹⁾**

Engenheiro Civil pela UEM (1997). Mestre (2000) e Doutor (2006) em Engenharia Civil pela EPUSP. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá.

Larissa Denobi⁽²⁾

Engenheira Civil pela UEM (2007). Engenharia Civil da Prefeitura de Apucarana.

Endereço⁽¹⁾: Av. Colombo, 5790 Bloco C67 Campus Universitário Sede CEP 87020-900 Maringá-PR Fone/Fax: (55) 44 - 3261-1332 e-mail: srlager@uem.br

RESUMO

Com o aumento da população urbana, fica cada vez mais clara a necessidade de aumento de tratamento de água para o consumo humano. O processo de tratamento de água é realizado para a remoção das partículas em suspensão e em solução na água, por meio de várias operações, as estações de tratamento de água (ETA) produzem água para abastecimento e geram resíduos: lodos acumulados nos decantadores e água de lavagem dos filtros, chamados de lodo de ETA. O destino mais comum para esse lodo são os cursos de água e as companhias de saneamento vêm buscando soluções de reciclagem para esses resíduos, os quais podem possuir as mais diversas características; possuem grande umidade, geralmente maior que 95%, estando, de maneira geral, sob forma fluida. Um dos objetivos de se trabalhar com esses resíduos seria a redução de seu volume, para que os mesmos possam ser dispostos de forma adequada, diminuindo custos de transporte e disposição final e, obviamente, os riscos de poluição do meio ambiente. Com a construção de uma estação de tratamento de lodo (ETL) na ETA da cidade de Apucarana, o lodo da descarga de filtros e decantadores passarão por esta ETL separando a água, a ser reaproveitada, dos sólidos que serão centrifugados onde o seu destino final será um aterro sanitário. Assim este trabalho teve por objetivo quantificar os sólidos resultantes no tratamento de água da cidade de Apucarana usando o modelo do *Water Research Center* e o modelo de *Cornwell*. Estes modelos usam os dados de monitoramento da água bruta como turbidez, cor e dosagem de produtos químicos para estimar a produção de lodo. Neste trabalho verificou-se uma produção estimada de aproximadamente 2700kg/dia usando o modelo do *Water Research Center* e 2500kg/dia usando o modelo de *Cornwell*.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Água, Lodo de ETA, Disposição Final.

INTRODUÇÃO

O tratamento de água superficial para fim potável consiste na remoção de partículas finas em suspensão e em solução presentes na água bruta. O primeiro processo necessário para o tratamento da água é a adição de coagulantes que são compostos de alumínio ou de ferro capazes de englobar as impurezas que se encontram em suspensão fina, em estado coloidal ou em suspensão. Após a adição do coagulante a água passa pelos floculadores onde sofrerá o processo de floculação no qual as partículas são forçadas a se movimentar formando flocos, que tendem a se unir tornando-se maiores e mais pesados.

Após a formação dos flocos é necessária sua remoção, operação realizada nos decantadores, onde esse material sedimentado fica retido durante certo período de tempo. A água decantada com parte dos flocos que não sedimentam é encaminhada aos filtros que são compostos por camadas de carvão, areia e seixos. Por último a água recebe cloro, flúor e correção do pH para atender aos padrões de potabilidade.

Assim, grande parcela dos flocos fica retida nos decantadores e outra parcela, nos filtros. Por meio dessas operações, a estação de tratamento de água (ETA) produz água para abastecimento e gera resíduos (lodos acumulados nos decantadores e água de lavagem dos filtros).

Este resíduo gerado nos decantadores pode ter teor de sólidos muito variável de acordo com o tipo do decantador, modo de descarga, frequência de limpeza, variando de 0,1% a 4,0%, e na maioria dos casos situa-se abaixo de 1,0%. Quanto à água de lavagem de filtros, como o teor de sólidos é menor, entre 0,01% a 0,1%, a recirculação da água de lavagem para o início da estação torna-se um procedimento interessante.



O lodo gerado no sistema de tratamento de água possui uma determinada composição devido à qualidade da água bruta e dos produtos químicos utilizados no tratamento. Além dos sais dissolvidos, os lodos possuem partículas orgânicas e inorgânicas, que se originam de acordo com as condições do manancial, que apresenta variações sazonais.

A quantificação do lodo produzido é de suma importância para o dimensionamento e operação tanto dos sistemas de adensamento e desidratação quanto das formas, uso e disposição. Para uma melhor determinação da produção de lodo gerado nas ETA's, é necessária a estimativa de dois parâmetros, a massa de sólidos secos presentes no lodo resultante, do processo de tratamento e o volume de água descartada que atua como veículo da massa de sólidos. A quantidade de lodo gerada pode ser estimada "in loco", pela determinação de sólidos provenientes das descargas dos decantadores e de suas vazões, ou ainda ser calculada matematicamente utilizando fórmulas teóricas. Em ambos os casos são convenientes o levantamento de dados da qualidade da água bruta (sólidos suspensos totais) e do consumo de produtos químicos durante um período de no mínimo um ano.

Diversos métodos podem ser utilizados para o tratamento dos resíduos gerados no tratamento da água, podendo ser aplicados sistemas naturais ou mecânicos, como lagoas de lodo, leitos de secagem, filtros-prensa, centrífugas, prensa desaguadora e filtros a vácuo.

O lodo pode ter várias formas de disposição, tais como: aterros sanitários (teor de sólidos >30%); disposição controlada em certos tipos de solos, desde que atenda as condicionantes legais ambientais; co-disposição com biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos, incineração dos resíduos, lançamento na rede coletora de esgoto, bem como aplicações industriais diversas tais como fabricação de tijolos ou outros materiais de construção. Para essas aplicações devem ser analisadas as viabilidades técnica, econômica e ambiental.

Este trabalho tem por objetivo quantificar os sólidos resultantes no tratamento de água da cidade de Apucarana usando fórmulas empíricas e correlacionar esta produção com as variáveis presentes nos processos de produção de água potável tais como; dosagem de coagulante, turbidez, cor e precipitação. Assim o modelo poderá ser utilizado como ferramenta para o gestor definir as melhores estratégias a serem adotadas durante a operação do sistema de tratamento de lodo e também comparar os resultados do modelo com aqueles utilizados no dimensionamento da estação de tratamento de lodo ETL a ser implantado na ETA.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar este trabalho utilizou-se dados de monitoramento da água bruta que alimenta a ETA de Apucarana. O Sistema de Abastecimento de Água de Apucarana inicia-se com a captação da água bruta através de um canal desarenador no Rio Caviúna, que é um afluente do Rio Pirapó. A água bruta que chega a ETA, passa pelos processos de coagulação, floculação e decantação e filtração. A figura 1 ilustra o processo de tratamento de água e os pontos geradores de lodo.

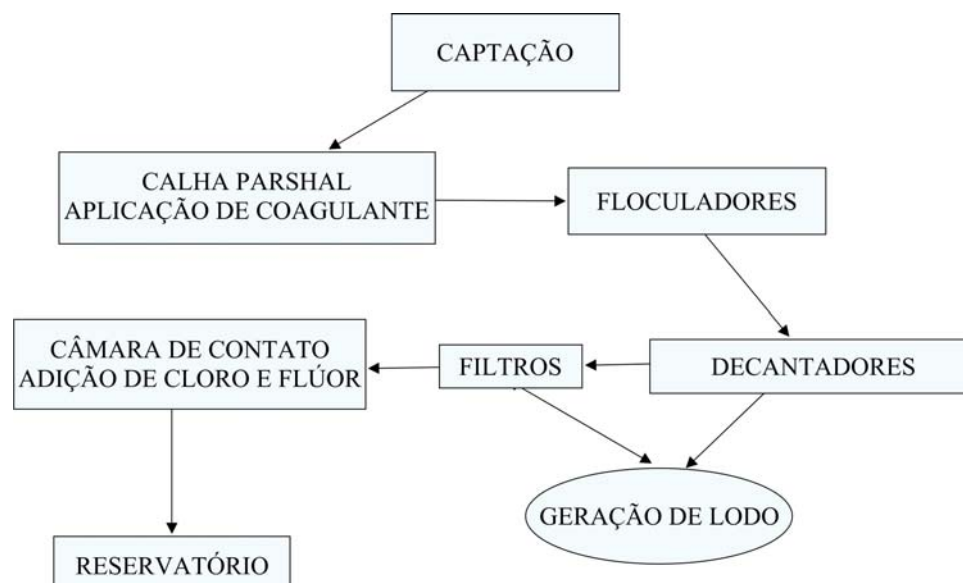


Figura 1: Fluxograma do processo de tratamento de água da ETA de Apucarana.

Para a quantificação do lodo da ETA da cidade de Apucarana será utilizada a Fórmula do *Water Research Center* (equação 1) e a *Fórmula de Cornwell* (equação 2).

$$P=1,2.T+0,07.C+k.D+A$$

equação (1)

onde:

"P" é a produção de sólidos (g de matéria seca / m³ água tratada);

"T" é a turbidez da água bruta (UNT);

"C" é a cor da água bruta (UC);

"D" é a dosagem do coagulante (mg/L);

"k" é o coeficiente de precipitação: 0,17 para sulfato de alumínio líquido e 0,39 para cloreto férrico líquido;

"A" são os outros aditivos, como carvão ativado em pó e polieletrólitos (mg/L).

$$P=0,0864.Q.(0,44.D + 1,5.T + A)$$

equação (2)

onde:

"P" é a produção de sólidos (kg/d);

"Q" é a vazão de adução de água (L/s);

"D" é a dosagem de sulfato de alumínio (mg/L);

"T" é a turbidez da água bruta (UNT);

"A" é a dosagem de "auxiliares" ou outros produtos adicionados (mg/L).

RESULTADOS

Na figura 2 verifica-se um pico de geração de sólidos durante os meses de novembro a fevereiro e baixa produção em maio, junho e agosto que podem estar correlacionados aos índices pluviométricos. Nesta figura Sólidos 1 representa a produção de sólidos estimados pela equação 1 e Sólidos 2 representa a produção de sólidos estimados pela equação 2.

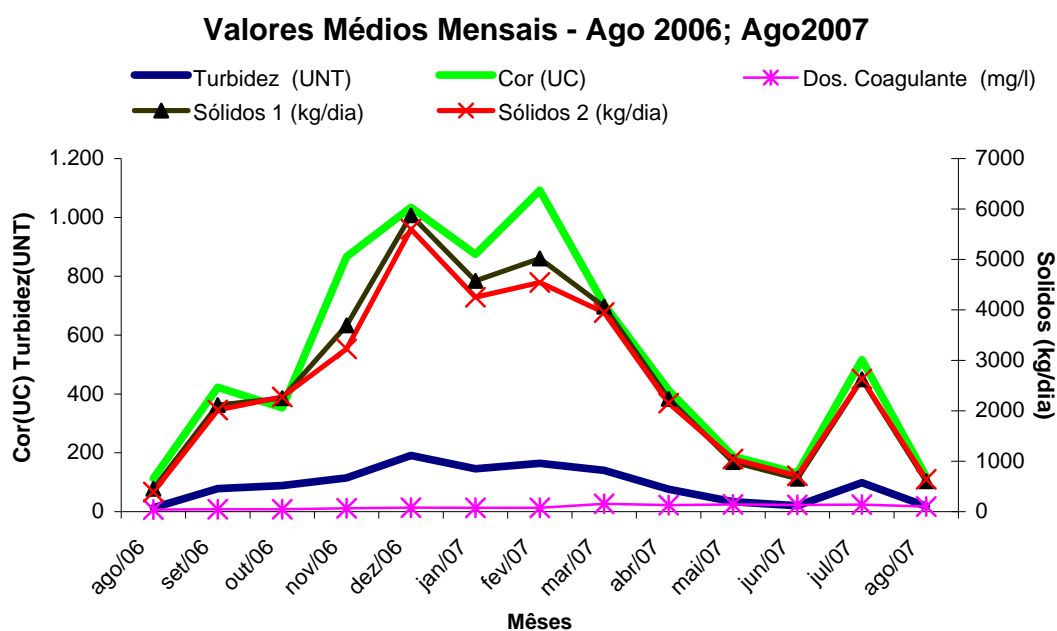


Figura 2: Média mensal – agosto/2006 a agosto/2007.

A partir dos resultados apresentados pôde-se verificar a grande variabilidade nos quantitativos de sólidos gerados ao longo do período de um ano.

Verificou-se que os sólidos 1 variam significativamente de acordo com a turbidez e que os sólidos 2 variam conforme a cor. Na maioria dos casos a quantidade de sólido 1 praticamente se igualou aos sólidos 2, com erro variando de 0,2 a 15%.

Na figura 3 encontra-se a precipitação média para Apucarana neste período.

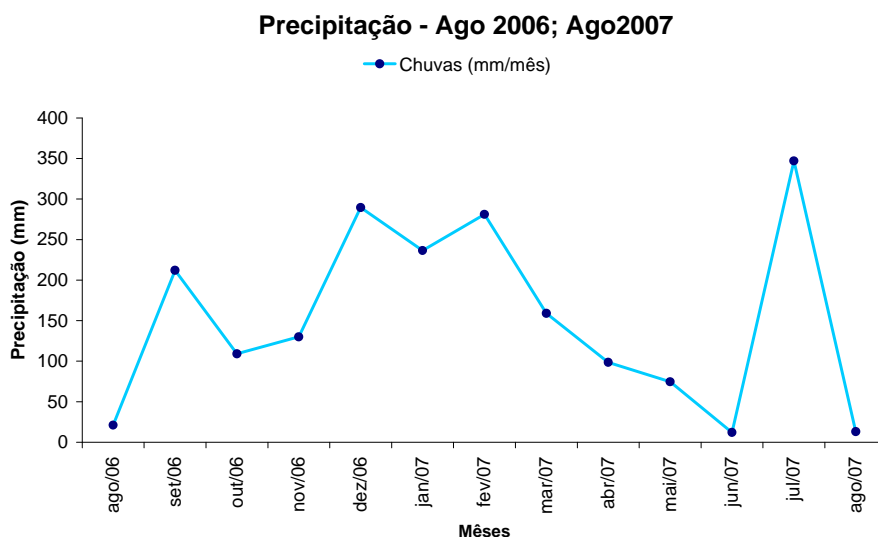


Figura 3: Precipitação agosto/2006 a agosto/2007.

Através da figura 3 observa-se que os meses mais chuvosos deste período foram os meses de setembro, dezembro, janeiro, fevereiro e julho. Os meses de junho e agosto apresentaram menor índice pluviométrico.



Normalmente, há maior produção de sólidos nos períodos chuvosos, época em que a qualidade da água do manancial piora, representada pelos parâmetros turbidez e cor, necessitando conseqüentemente, da aplicação de maiores quantidades de produtos químicos para o tratamento da água.

Dessa maneira procurou-se determinar a correlação linear entre a produção de sólidos e a precipitação. Na figura 4 e 5 encontram-se a correlação para a equação 1 e 2 respectivamente de determinação de sólidos. Embora os coeficientes de correlação não estejam próximos de 1 o que indicaria uma correlação perfeita verifica-se que o modelo proposto pode ser utilizado como um indicativo entre a precipitação e a geração de lodo para a estação de tratamento de água de Apucarana.

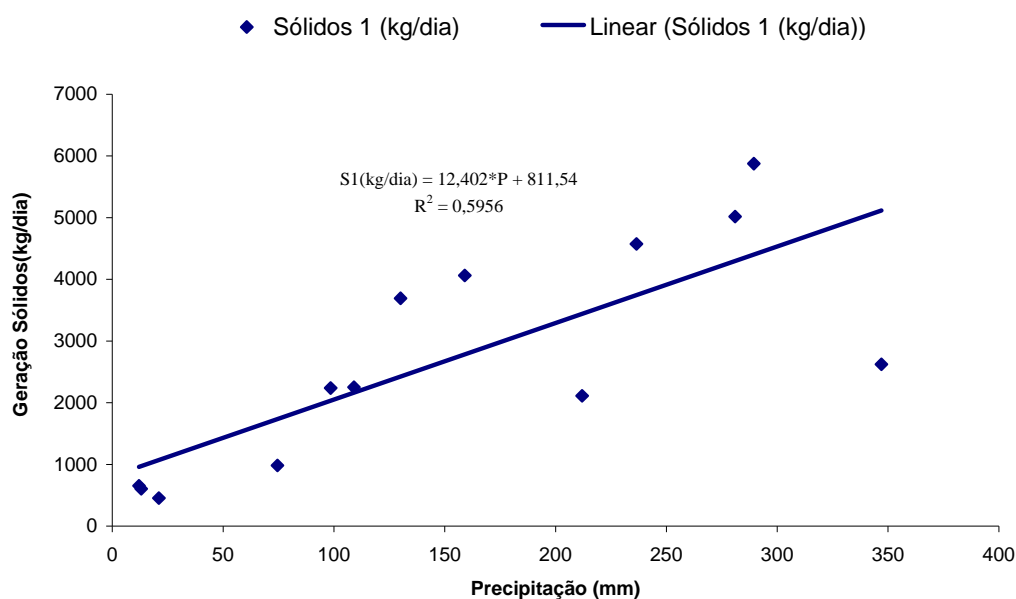


Figura 4: Correlação linear entre a geração de sólidos equação 1 e a precipitação média.

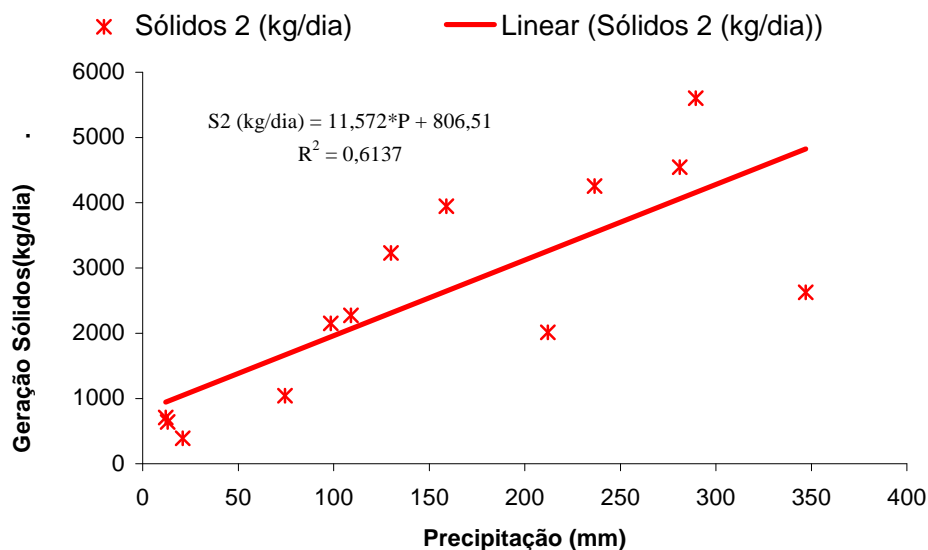


Figura 5: Correlação linear entre a geração de sólidos equação 2 e a precipitação média.



CONCLUSÕES

Através dos resultados verifica-se que a produção de lodo é variável de acordo com a quantidade de chuvas no mês. Esta variação foi comprovada através de um modelo simplificado de correlação entre a geração de lodo e precipitação média para a região de Apucarana.

A variação na produção de lodo ao longo do mês é de significativa importância para fins de planejamento de transporte e sua disposição final.

Programas de melhoria e investimentos na qualidade da água diretamente na bacia hidrográfica apresentam não somente benefícios para a operação dos processos de tratamento de água como também na diminuição da produção de lodo, bem como de seus custos de tratamento, transporte e disposição final.

Comparando os dados obtidos de geração de lodo com os dados adotados no projeto da ETL igual a 100mg/l, observou-se que, com exceção dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro que foram meses mais chuvosos deste período e, portanto com maior geração de lodo, a ETL está dimensionada de forma a comportar o lodo gerado pela ETA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN WATER WORK ASSOCIATION – AWWA, Water treatment plant sludges, Journal AWWA, 1978.
2. ANDREOLI, Cleverson V.; PEGORINI, Eduardo S.; HOPPEN, Cinthya; TAMANINI, Cristina R.; NEVES, Paulo S. Produção, Composição e Constituição de Lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA). In: Alternativas de Uso de Resíduos do Saneamento. Cleverson Vitório Andreoli (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2006. 1ª edição. Projeto PROSAB.
3. CORDEIRO, João S. Processamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água (ETA's). In: Resíduos Sólidos do Saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. Cleverson Vitório Andreoli (coordenador). Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001. 1ª edição. Projeto PROSAB.
4. REALI, Marco A. P. Principais Características Quantitativas e Qualitativas do Lodo de ETA's. In: Noções gerais e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Marco Antonio Penalva Reali (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 1999. 1ª edição. Projeto PROSAB.