

# CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DO LODO GERADO NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE CAMPO MOURÃO PR

Ana Paula Verona de Almeida

Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão

E-mail: paulaverona@yahoo.com.br

Karina Querne de Carvalho

Universidade Tuiuti do Paraná

E-mail: kaquerne@gmail.com

Fernando Hermes Passig\*

Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão

E-mail: fhpassig@utfpr.edu.br

Rodovia BR369 – km 0,5 Caixa Postal: 271 – CEP 87305-001

Campo Mourão – PR www.utfpr.edu.br Fone/fax (0xx44) 3523-4156

**Resumo:** Processos e operações empregados em estações de tratamento de água (ETA) para a potabilização da água geram resíduos devido à retenção e concentração de impurezas contidas na água e nos produtos químicos. Esses resíduos são gerados principalmente nos filtros e decantadores. Grande parte das ETAs não destinam corretamente esses resíduos, não se preocupando com a dimensão dos impactos que podem causar ao meio. Isto ocorre principalmente devido a falta de informação e do conhecimento da quantidade que a estação produz diariamente. Com este intuito, foram levantados dados na estação de tratamento de água de Campo Mourão PR, principalmente sobre a água bruta captada e a quantidade de produtos utilizados na estação, visando à quantificação dos resíduos gerados diariamente. Ressalta-se também a importância da quantificação do volume gasto nas lavagens dos filtros. O volume de água gasto nas lavagens dos filtros é relativamente alto, já que grande parte não é aproveitada, sendo destinada ao corpo receptor.

**Palavras Chave:** Tratamento de água, Resíduos de ETA, Lodo de ETA

## 1. Introdução

Com o aumento das populações nas cidades, cada vez mais tem se exigido o abastecimento de água com qualidade. E as estações de tratamento de água têm o papel fundamental para conseguir essa qualidade, com características físico-químico e biológicas em concordância com os padrões de potabilidade exigido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde (CORDEIRO, 1993).

No sistema de tratamento da água de ciclo completo ocorrem os processos de coagulação, floculação, decantação, filtração, cloração e fluoretação. Para a retirada das impurezas contida na água bruta, são utilizados produtos químicos, ficando grande parte acumulado nos decantadores, e o restante nos filtros (SOUZA et al., 2004). Após um período de funcionamento, essas unidades devem ser lavadas para a retirada do acúmulo das impurezas.

Na lavagem das unidades é gerado um resíduo: o lodo, com grande porcentagem de umidade, que deve ser destinado adequadamente, conforme legislações vigentes (BARBOSA, 2000). Entretanto no país quase todas as

ETAs não possuem qualquer forma de tratamento para esses resíduos, pois desconhecem ou ignoram a quantidade gerada em uma ETA (SOUZA et al., 2004). Na maioria eles são lançados em corpos d'água, causando efeitos ao meio e não cumprindo as legislações ambientais.

Este trabalho tem como objetivo o estudo da geração do lodo, procurando quantificar principalmente os sólidos produzidos na ETA de Campo Mourão/PR.

## 2. Material e Métodos

Descrição da ETA de Campo Mourão

A Estação de Tratamento de Água de Campo Mourão/PR, possui uma vazão média de 8.500 m<sup>3</sup>/d, atendendo 60.000 habitantes do município. A captação da água bruta é realizada no rio do Campo. A estação é do tipo convencional compreendendo as seguintes etapas: mistura rápida, coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção final e fluoretação. Possui quatro floculadores do tipo mistura rápida, separados por cortinas perfuradas e imersos em um tanque de concreto armado medindo 5,40m x 13,90m em planta, três decantadores

de placas 4,50m de largura por 9,0m de comprimento e seis filtros rápidos de areia e antracito com 2,15m e 4,10m de área filtrante. Os produtos utilizados na estação são: sulfato de alumínio, como coagulante, barrilha (carbonato de sódio) para correção de pH, cloro para desinfecção e flúor (fluossilicato de sódio) para fluoretação.

Em função da operação da ETA, é necessário realizar a limpeza dos decantadores e filtros.

Os decantadores são lavados manualmente em média de três vezes ao mês, dependendo da pluviometria da região. A lavagem dos filtros ocorre aproximadamente a cada 24 horas. Toda água utilizada na lavagem das unidades da ETA de Campo Mourão é encaminhada para uma lagoa de decantação, que após um período de aproximadamente três a quatro horas, o sobrenadante é retornado ao processo, e o material sedimentado (lodo) é lançado no corpo receptor sem qualquer forma de tratamento.

#### Sólidos

A produção de sólidos na ETA foi obtida a partir do desenvolvimento do balanço de massa, que segundo AWWA (1996) é umas das técnicas mais valiosas na quantificação dos resíduos gerados, considerando os valores de sólidos suspensos afluente e efluente da estação. A contribuição devido à adição de produtos químicos foi calculada, com base nos valores teóricos apresentados por Reali (1999).

Através da Equação 1 estimou-se a produção total de sólidos, considerando que 1 g de sólidos suspensos produz 1 g de sólidos, 1 g de sulfato de alumínio produz 0,26 g de sólidos, e 1 g de cal produz 0,1 g de sólidos (REALI, 1999).

$$W \text{ (kg/dia)} = [(SSTab \times Q_{ab}) + (0,26 \times DSA + 0,1 \times DSC) - (SSTat \times Q_{at})] \times 0,0864$$

(1)

Em que:

- SST ab - Concentração de sólidos suspensos totais em mg/L na água bruta;
- Qab - Vazão de água bruta em L/s;
- DSA - Adição diária de coagulante (sulfato de alumínio) em mg/s;
- DSC - Adição diária de cal em mg/s;
- SSTat - Concentração de sólidos suspensos totais em mg/L na água tratada;
- Qat - Vazão de água tratada em L/s.

Segundo Cornwell (1987), a concentração de sólidos pode ser relacionada à turbidez da água bruta, sendo multiplicada por valor que pode variar de 1,5 a 2,2. Dessa forma, adotou-se uma relação de 1,5.

Para um controle da qualidade da água tratada, são realizadas análises das águas de todas as unidades da ETA de hora em hora. A Tabela 01 mostra as águas coletadas e o tipo de análises realizadas.

Tabela 01 – Análises realizadas de hora em hora na ETA Campo Mourão/PR

Parâmetros	Água			
	in natura	Decantada	Filtrada	Tratada
pH	X			X
Turbidez	X	X	X	X
Cloro				X
Fluor				X

#### Turbidez

A turbidez das águas é devida à presença de partículas em estado coloidal, em suspensão, de natureza orgânica ou inorgânica e outros organismos microscópicos. Ela representa o grau de interferência da passagem da luz através da amostra de água (DI BERNARDO, 2002).

O método Nefelométrico é baseado na comparação da intensidade da luz espalhada pela amostra em condições definidas, com a intensidade da luz espalhada por uma suspensão de padrão referência (ANDREOLI, 2001). Quanto maior a intensidade da luz espalhada, maior será a turbidez da amostra. No caso, a leitura é feita no turbidímetro, e é expressa em unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

Os valores de turbidez apresentados são registrados pela própria ETA, que são realizados de hora em hora, durante todo o funcionamento da estação. Através desses dados registrados, foi calculada uma média mensal desses valores. Portanto essa média é relativa 420 amostras.

#### Descrição da Geração dos Sólidos na ETA

Toda água bruta que entra na ETA passa pela calha Parshall, onde são adicionados produtos como sulfato de alumínio (coagulante) e cal (correção de pH). O coagulante faz com que as partículas presentes tornem-se flocos, que sedimentam ao fundo dos decantadores. Quando os decantadores ficam sobrecarregados dessas partículas é necessário lavá-los, eliminando os flocos sedimentados.

Com a passagem da água nos filtros, são retidas partículas pequenas que não se depositaram no decantador, e ao longo de seu funcionamento, os filtros acabam retendo estas partículas, após certo período de funcionamento em geral 24h os filtros ficam sobrecarregados, devendo assim, serem lavados para a retirada dessas partículas acumuladas.

A ETA possui seis filtros, que são lavados sempre que a turbidez da água tratada aumenta. A água utilizada na lavagem dos filtros é encaminhada por uma tubulação, para a lagoa de decantação. Na lagoa de decantação, a água fica retida por algumas horas, até os sólidos sedimentarem, e a água sobrenadante é retornada ao processo, assim consegue-se o aproveitamento de grande parte de lavagem.

Para determinar o volume gasto nas lavagens dos filtros, calculou-se o volume total da lagoa, e a cada lavagem mediu-se somente a profundidade da água na lagoa, obtendo o volume gasto na lavagem de um filtro.

Após a decantação da água, é retornado grande parte

para a estação, restando uma quantidade, que é destinada ao rio, em que foi estimado medindo também sua profundidade de água.

### 3. Resultados e Discussão

#### Sólidos

A Tabela 2 mostra a quantidade de produtos químicos utilizados na ETA, nos meses de julho a setembro, compreendendo os valores diários em kg/dia de sulfato de alumínio e carbonato de sódio.

Tabela 2 – Quantidade de Produtos Químicos utilizados na ETA.

	Sulfato de Alumínio (kg/dia)			Carbonato de Sódio (kg/dia)		
	min	med	max	min	med	max
Julho	126	171	225	44	73	98
Agosto	72	157	225	13	64	99
Setembro	81	182	639	21	58	96

Na Tabela 3 pode-se observar a quantidade de sólidos produzidos diariamente na ETA, cabe aqui ressaltar, que esta quantidade é uma média dos 30 dias analisados, nos meses de julho a setembro. Vale salientar que para obtenção da produção de sólidos, utilizou-se a equação 01 já apresentada, e para a concentração de sólidos suspensos, utilizou-se a metodologia apresentada por Cornwell et al., (1987). Sendo que o resultado de turbidez foi multiplicado por 1,5 para transformar em sólidos.

Tabela 3 – Quantidade de sólidos gerados diariamente na ETA Campo Mourão

Meses	Número de dias analisados	Água in natura	Água tratada	Total de sólidos retidos (kg/dia)
		(SSxQab) (kg/dia) (I)	(SSxQat) (kg/dia) (II)	
(III)=(I)+(II)				
Julho	31	507	15	492
Agosto	31	360	16	344
Setembro	30	963	17	947

A Figura 1 ilustra a produção diária de sólidos na ETA de Campo Mourão.

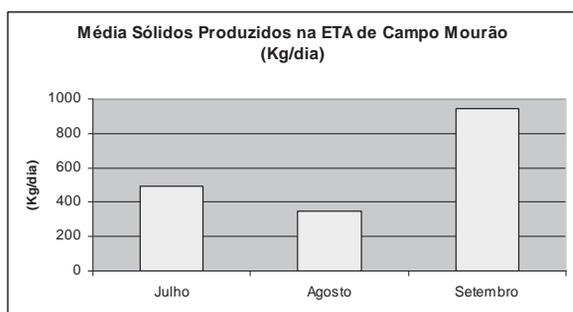


Figura 1 – Média de sólidos produzidos diariamente na ETA de Campo Mourão

A carga de sólidos produzida na ETA no mês de julho

foi de 492 kg/dia, já em agosto diminuiu para 344 kg/dia, esta diminuição foi devido ao período de estiagem em Campo Mourão, que é comum nessa época do ano. No mês de setembro, como início do período chuvoso, a produção de sólidos atingiu 947kg/ dia.

SOUZA et al., (2004) quantifica a produção total de sólidos na ETA de São Carlos e ETA Fonte Luminosa. Na ETA São Carlos produz aproximadamente 970 kg/dia de sólidos, e na ETA Fonte Luminosa a produção é de 540 kg/dia. Na ETA Campo Mourão a produção no mês de julho foi de 492 kg/dia, se compara a ETA F. Luminosa, e no mês de setembro produziu 947 kg/dia, se aproximando da ETA São Carlos na produção de sólidos. Mas é importante ressaltar que a ETA São Carlos possui uma vazão média de 520 L/s, superior a ETA Campo Mourão, que é de 180 L/s.

#### Turbidez

As Figuras 2, 3, 4, e 5 mostram os valores diários de turbidez: mínimo, média e máximo, nos meses de julho, agosto e setembro, compreendendo as águas coletadas na ETA: in natura, decantada, filtrada e tratada.

Na Figura 2 o índice de turbidez da água in natura no mês de setembro, é muito mais elevado comparado aos outros meses, chegando a máxima de 402 UNT, sendo que no mês de julho o máximo é de 94 UNT, e apenas 25 UNT no mês de agosto.

Nos meses de julho e agosto, em que o período é de estiagem, notou-se uma baixa turbidez, ficando entre 17,47 e 12,25 UNT na água in natura, como ilustra a Figura 2. Se comparado ao mês de setembro, que teve uma média de 38,29 UNT, em que a pluviometria ocorre com maior frequência.

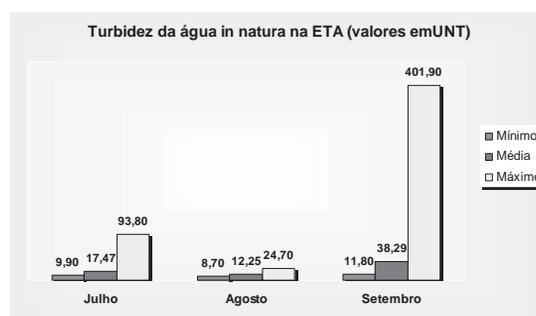


Figura 2 – Turbidez da água in natura nos meses de julho, agosto e setembro.

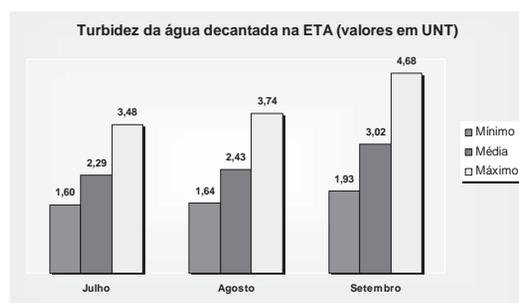


Figura 3 – Turbidez da água decantada nos meses de julho, agosto e setembro.

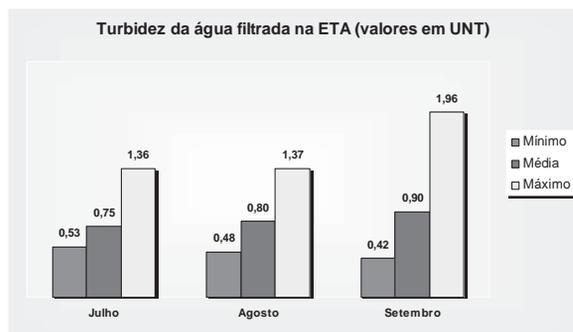


Figura 4 – Turbidez da água filtrada nos meses de julho, agosto e setembro.

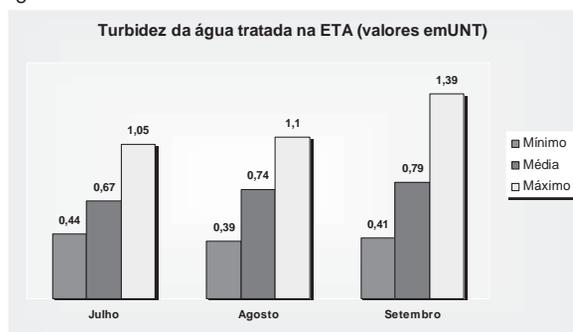


Figura 5 – Turbidez da água tratada nos meses de julho, agosto e setembro.

#### Lavagem dos Filtros

Através das medidas obtidas da lagoa de decantação, conseguiu-se estimar o volume gasto de água nas lavagens dos filtros. A capacidade total da lagoa de decantação é de 155 m<sup>3</sup> até o extravasador. Para estimar o volume gasto na lavagem de apenas um filtro, foram medidas cinco lavagens de filtro individualmente, obtendo uma média de 65 m<sup>3</sup> de água gasto na lavagem de um filtro, num período de apenas 15 minutos. Geralmente são lavados três filtros consecutivos ao dia, somando um total de 195 m<sup>3</sup> de água total gastos no processo. Assim, como a capacidade da lagoa é de 155 m<sup>3</sup>, em torno de 40 m<sup>3</sup> saem pelo extravasador sendo destinados ao corpo receptor.

Após um período de aproximadamente três horas, os sólidos sedimentam ao fundo, e parte da água sobrenadante, cerca de 130 m<sup>3</sup>, é retornada à estação, passando pelos processos de filtração, cloração e fluoretação. O restante de 25 m<sup>3</sup> de água que fica na lagoa é destinado ao rio novamente por uma comporta. Somando a parte que sai pelo extravasador, 40 m<sup>3</sup>, e o restante que não retorna à estação, 25 m<sup>3</sup>, gera um total de 65 m<sup>3</sup> de água inaproveitada.

Após o esvaziamento total da lagoa, o que resta é um lodo, ainda bem úmido. Foi medida a profundidade do lodo que está sedimentado ao fundo, resultando num volume em média de 0,5 m<sup>3</sup>, ou seja, cada três lavagens de filtros geram em torno de 0,5 m<sup>3</sup> de lodo. A tabela 4 mostra o volume de água que são gastos, reaproveitados e desperdiçados.

Tabela 4 - Volume de água utilizada na lavagem de filtros.

Lavagem dos Filtros		
Volume gasto em 1 filtro	em m <sup>3</sup>	65
Volume gasto em 3 filtros	em m <sup>3</sup>	195
Volume reaproveitado	em m <sup>3</sup>	130
Volume desperdiçado (rio)	em m <sup>3</sup>	65

Pelos valores apresentados, o volume total gasto em três consecutivas lavagens de filtros, 67% é reaproveitado na própria estação, e 33% é descartado junto com o lodo. Ressalta-se a importância de um gerenciamento da ETA, procurando alterar a rotina de lavagem dos filtros, passando de três para dois consecutivos, assim, haveria uma economia de 40 m<sup>3</sup> de água.

Considerando a vazão média de 8.500 m<sup>3</sup> produzidos diariamente na ETA, a porcentagem gasta nas lavagens dos filtros é de 2,30%, sendo que são divididos em: 1,53% que é reaproveitado e 0,77% desperdiçados.

#### 4. Conclusão

Diante dos dados apresentados nota-se que a quantidade de sólidos gerados na ETA é significativa, e que esse resíduo é levado à lagoa de decantação, através das lavagens dos filtros e decantadores, e depois destinados ao corpo receptor.

O volume de água gasto nas lavagens dos filtros foi de 2,3% muito abaixo que a média nacional.

#### 5. Agradecimento

Os autores agradecem a SANEPAR de Campo Mourão pelo apoio recebido na execução deste trabalho.

#### 6. Referências Bibliográficas

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. Technology Transfer //handbook: management of Water Treatment Plant Residuals. New York: 1996.

ANDREOLI, C.V. (coord). Resíduos Sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001.

CORDEIRO, J.S. O problema dos lodos gerados nos decantadores em estações de tratamento de águas. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1993.

CORNWELL, D.A.; BISHOP, M.M.; GOULD, R.R.; VANDERMEYDEN, C. Handbook on water treatment plant wastes management. Denver, AWWA Research Foundation, 1987.

DI BERNARDO, L. et al. Ensaio de Tratabilidade de Água e dos Resíduos gerados em Estações de Tratamento de Água. São Carlos: RiMa, 2002.

REALI, M.A.P. (coord.) Noções Gerais de Tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

RICHTER, C.A. Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.

SOUZA, F. G. C. ; BARROSO, M. M. ; CORDEIRO, J. S. Estudo comparativo da geração de sólidos em estação de tratamento de água convencional de ciclo completo e esta estação de tratamento de água com decantador de alta taxa. In: XXIX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2004, San Juan. Anais do XXIX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2004.

SOUZA, F. G. C. ; CORDEIRO, J. S. Resíduos gerados em estação de tratamento de água com descargas diárias. In: XXIX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2004, San Juan. Anais do XXIX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2004.

#### **Responsabilidade de autoria**

As informações contidas neste artigo são de inteira responsabilidade de seus autores. As opiniões nele emitidas não representam, necessariamente, pontos de vista da Instituição e/ou do Conselho Editorial.