

## II-310 - OTIMIZAÇÃO DE INSUMOS NO TRATAMENTO QUIMICAMENTE ASSISTIDO NA ETE DR. HÉLIO SEIXO DE BRITTO, GOIÁS - BRASIL

**Fernanda Pimenta de Freitas<sup>(1)</sup>**

Bióloga pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC). Especialista em Tratamento e Disposição final de Resíduos Sólidos e Líquidos pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás. Técnica Industrial em Saneamento da Supervisão Operacional ETE Goiânia-Saneamento de Goiás S/A.

**Solimar Francisco de Carvalho Gonçalves<sup>(2)</sup>**

Técnica em Saneamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG). Técnica Industrial em Saneamento da Supervisão Operacional ETE Goiânia - Saneamento de Goiás S/A.

**Daniella Cordeiro de Lima Bitencourt de França<sup>(3)</sup>**

Administradora pela Faculdade Anhanguera. Técnica Industrial em Saneamento da Supervisão Operacional ETE Goiânia - Saneamento de Goiás S/A.

**Kellya de Moraes e Silva<sup>(4)</sup>**

Química Industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG). Especialista em Gestão e Química do Meio Ambiente pelo Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás. Técnica Industrial em Saneamento da Supervisão Operacional ETE Goiânia - Saneamento de Goiás S/A.

**Theyssa Fernanda Barbosa Borges<sup>(5)</sup>**

Bióloga pela Universidade Estadual de Goiás (UEG). Mestre em Biologia Molecular pela Universidade de Brasília. Supervisora Operacional da ETE Goiânia - Saneamento de Goiás S/A.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av.: Goiás Norte Qd 01 Lt 01 Setor Jardim Ipê – Goiânia – GO CEP: 74594 -006 Brasil - Tel: (62) 3269-9355 - e-mail: fernandapimentadefreitas@gmail.com

### RESUMO

Passados 14 anos de sua inauguração, a Estação de Tratamento de Esgoto Dr. Hélio Seixo de Britto (ETE Goiânia) apresentou dificuldades na operação dos processos de coagulação e floculação, devido ao incremento significativo de vazão ao longo do tempo, e mudanças nas características qualitativas do esgoto bruto que chega à Estação. Os requisitos de projeto da fase primária são de 50% de remoção de matéria orgânica (DBO<sub>5</sub>) e 80% de remoção de sólidos suspensos totais (SST), contudo esses resultados de eficiência passaram a não serem atingidos em boa parte das análises de controle de qualidade. Dessa forma, tornaram-se necessárias mudanças na forma de operar a ETE para alcançar os resultados que eram atingidos no princípio. O presente estudo objetivou implementar uma nova tabela de dosagem de coagulante elaborada em trabalho prévio, orientando o operador na dosagem correta de coagulante a ser usada na fase líquida, levando em consideração os dados de sólidos suspensos totais e da vazão de entrada do esgoto bruto, e adequar o processo de controle e monitoramento da qualidade do efluente tratado. Inicialmente foi ministrado treinamento aos operadores de sistemas, abordando cada etapa a ser realizada. Primeiro foi realizado o registro do que denominamos protocolo 1 de operação, monitorando todo o tratamento através das análises físico-químicas em campo, sem mudanças na operação, utilizando a tabela original de dosagem baseada somente na vazão. No protocolo 2 de operação, implementou-se a nova tabela de dosagem, considerando além da vazão o teor de sólidos suspensos do esgoto bruto, manteve-se os mesmos registros de análises. Toda a operação foi assistida pelas técnicas e os resultados acompanhados periodicamente. Com a tabela de dosagem original (protocolo 1), os resultados de SST acima de 79% de remoção foram atingidos em apenas 19% das análises, com a nova tabela esse índice subiu para 62%. Com relação à DBO<sub>5</sub>, os resultados encontrados acima de 48% de remoção, usando a tabela original, foram atingidos em apenas 10% das análises, e com a nova tabela esse percentual subiu para 70%. Sendo assim, a nova tabela de dosagem implementada na ETE Goiânia mostrou-se eficiente na melhoria do processo e nos resultados, atingindo valores de remoção de DBO<sub>5</sub> e SST próximos aos requisitos de projeto. Devido aos resultados favoráveis, a nova tabela de dosagem implementada será mantida na estação, com revisões sistemáticas, tornando-se a nova forma de trabalho operacional na ETE Dr. Hélio Seixo de Britto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dosagem de coagulante, tabela de dosagem, sólidos suspensos, vazão.

## INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento de Esgotos Dr. Hélio Seixo de Britto (ETE Goiânia) foi inaugurada no ano de 2004 com tratamento primário quimicamente assistido. Atualmente com vazão média de 1600 L/s, as etapas do processo de tratamento envolve a fase líquida com adição de coagulante ( $FeCl_3$ ) e auxiliar de floculação, e o da fase sólida do tipo desaguamento em centrifugas e higienização com cal ( $CaO$ ).

Encontra-se em andamento as obras da segunda etapa da ETE Goiânia, o tratamento secundário por lodos ativados.

A Fase Líquida é uma das etapas do processo de tratamento de esgoto da ETE de Goiânia que será tratada neste estudo, e envolve a coagulação e a floculação. Nessa matriz amostral serão removidas impurezas cujas partículas são coloidais, e por serem pequenas, não se sedimentam sob a ação da gravidade. Por isso, é necessário acrescentar coagulantes químicos ou ainda polímeros orgânicos.

Jordão e Pessoa (2009) afirmam que esses coagulantes são adicionados ao esgoto com a finalidade de se juntar ou combinar com a matéria em suspensão sedimentável e, particularmente, com a não sedimentável e com a matéria coloidal, criando forças de atração maiores que as forças de repulsão entre as partículas, unindo-as e formando flocos.

Esses flocos formados são então encaminhados para outra etapa do tratamento, os decantadores primários. Neles ocorre o processo de sedimentação, em que os flocos depositam-se no fundo dos decantadores formando o lodo primário, que é posteriormente bombeado passando pelo processo de desaguamento em centrifugas e estabilizado.

A homogeneidade nos procedimentos de operação na Fase Líquida do processo de tratamento é fundamental para a continuidade de resultados satisfatórios e dentro da faixa dos requisitos operacionais definidos no projeto, e esperados para o efluente final.

Algumas dificuldades operacionais foram encontradas na ETE Goiânia com relação a dosagem, devido ao incremento significativo de vazão e mudanças nas características qualitativas do esgoto bruto, havendo a necessidade de adequar os processos de coagulação e floculação afim de alcançar os resultados de eficiência de remoção de matéria orgânica (  $DBO_5$  ) e sólidos suspensos totais (  $SST$  ), previstos em projeto.

Dessa forma, realizou-se testes em planta implementando a nova tabela de dosagem elaborada conforme trabalho prévio (FREITAS *et al.*, 2018) realizado através de ensaios de jarros em laboratório com esgoto bruto da ETE Goiânia.

Para tanto, elaborou-se um programa de implementação dessa nova tabela de dosagem na fase líquida, tendo em vista a extenção das mudanças operacionais a serem avaliadas, durante este processo, além do levantamento das necessidades de insumos, treinamento de pessoal, adequações no processo de controle e monitoramento da qualidade do efluente tratado, e repercussões destas mudanças de dosagem na fase líquida, em relação a fase sólida (tratamento do lodo).

## OBJETIVO

Otimizar o processo de tratamento a fim de atingir excelência nos resultados de eficiência de remoção de sólidos suspensos e  $DBO_5$  da ETE Dr. Hélio Seixo de Britto, de acordo com os dados de projeto.

## MATERIAIS MÉTODOS

A área de estudo foi a Estação de Tratamento de Esgoto Dr. Hélio Seixo de Britto, na fase líquida quimicamente assistida, localizada no município de Goiânia, inaugurada no ano de 2004, possuindo tratamento primário, tendo como requisitos de projeto a remoção de 50% de  $DBO_5$  e 80% de sólidos suspensos totais nesta fase do projeto.

## PARÂMETROS ANALISADOS

Os parâmetros analisados neste estudo compreenderam sólidos suspensos (método colorimétrico),  $DBO_5$  (método de incubação por 5 dias, a 20°C) e sólidos sedimentáveis (cone Imhoff), utilizando os métodos estabelecidos pelo Standard methods of the examination of water and wastewater (2017). A adoção pelo método colorimétrico para sólidos suspensos decorre da facilidade de realização da análise pelos operadores, além de que seus resultados em avaliação prévia demonstraram-se correlacionados com o método gravimétrico (SANEAGO, 2006).

## IMPLEMENTAÇÃO DO PROTOCOLO DE OPERAÇÃO NA FASE LÍQUIDA

Devido a alterações no protocolo de operação da fase líquida na ETE Goiânia (Fig. 1), foi ministrado treinamento a dez (10) operadores de sistemas no mês de março 2018 para a implementação da nova tabela de dosagem com base no uso dos sólidos suspensos e vazão, com a finalidade de atender aos requisitos de projeto.

No protocolo de operação 1, ocorreu o registro das análises do mês de março sem mudanças na operação, utilizando a tabela original de dosagem baseada somente na vazão. Estes registros são os dados de qualidade durante o processo de tratamento e efluente final do esgoto (Tabela 1 e Fig. 1). E a partir do mês de abril o protocolo 2 de operação, que considerou o teor de sólidos suspensos na dosagem do coagulante.

As seguintes etapas foram necessárias para adequação a este novo protocolo:

- realização do ensaio dos jarros com o esgoto bruto em horários de diferentes vazões;
- elaboração da tabela de dosagem de cloreto férrico;
- seleção dos parâmetros operacionais para monitoramento da dosagem de cloreto férrico;
- elaboração do registro de qualidade durante e após o processo de tratamento;
- definição do período para avaliação do protocolo de operação;
- escolha dos operadores de sistema para execução do protocolo de operação;
- adequação da área de estudo aos protocolos propostos;
- repasse do protocolo 1 e protocolo 2 de operação;
- operação assistida pelas técnicas e acompanhamento dos resultados periodicamente;
- elaboração do relatório final sobre a mudança no protocolo de dosagem do coagulante.

## Definição dos pontos de controle e monitoramento da qualidade

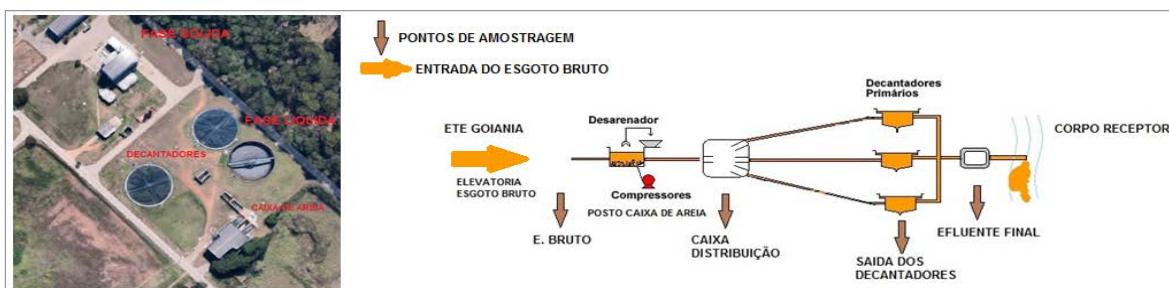


Fig. 1- Vista aérea da ETE Goiânia, da fase líquida (caixa de areia, decantadores 1, 2 e 3). Esquema dos pontos de amostragem para controle e monitoramento

**Tabela 1 – Plano de Controle e monitoramento da qualidade no protocolo de operação**

LOCAL	PARÂMETRO	FREQUÊNCIA
Esgoto Bruto - antes caixa de areia	Sól. Suspensos	2h/2h
Esgoto em tratamento - caixa de distribuição	Sól. Suspensos	Realizar análise após alteração de dosagem de cloreto férrico depois de 10 minutos
Esgoto em tratamento - caixa de distribuição	Sól. Sedimentáveis	05:00; 14:00; 20:00 hs estimativa do lodo gerado no tratamento
Saída dos decantadores 1, 2 e 3	Sól. suspensos	2h/2h
Efluente final	Sól. Sedimentáveis	2h/2h

No protocolo de operação 2, manteve-se os mesmos registros de análises (Tabela 1 e Fig. 1), contudo usando a nova tabela de dosagem considerando além da vazão o teor de sólidos suspensos.

### **CRITÉRIOS TÉCNICOS ADOTADOS PARA TOMADA DE DECISÃO**

A fim de orientar e conduzir para um procedimento operacional equalizado entre os operadores de sistema, foi adotado os seguintes critérios técnicos para tomada de decisão:

Quando alterar a dosagem (mg/L) de cloreto férrico?

A dosagem deverá ser alterada quando:

- A remoção (%) de sólidos suspensos for inferior a 75%, nas unidades de monitoramento como: na caixa de distribuição, ou nos decantadores e/ou efluente final;
- A remoção (%) de sólidos suspensos ficar abaixo de 75% e acima de 89% nas unidades de monitoramento. Quando acima de 89% aguardar a próxima análise do esgoto para avaliação;
- Quando houver alteração relevante, cerca de 50% na concentração dos sólidos suspensos, do efluente bruto, para mais ou para menos.

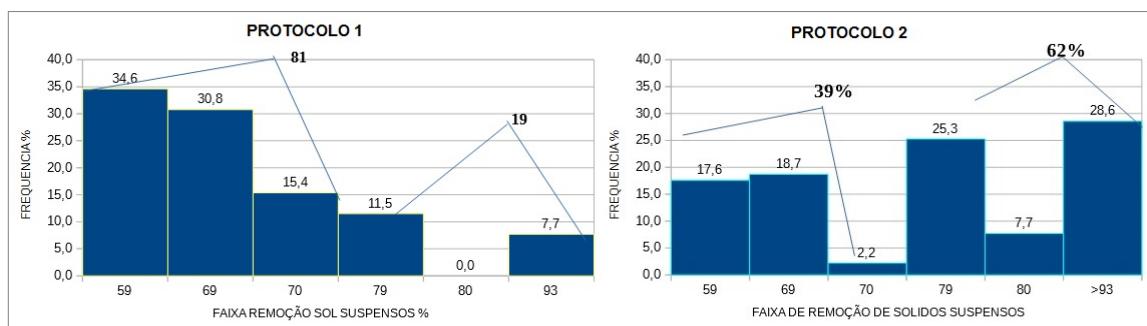
**Qual valor de dosagem (mg/L) de cloreto férrico aplicar ao efluente bruto?**

O valor de dosagem a ser aplicado, deve ser definido com base na concentração de sólidos suspensos e vazão do esgoto bruto;

- Empregar a nova tabela de dosagem para aplicação do cloreto férrico;
- Para o início de uma dosagem, será adotado a dosagem média da tabela;
- Para as dosagens subsequentes, adotar a média dos intervalos de dosagem entre o mínimo e a média, e entre a média e o valor máximo.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Em uma comparação entre os protocolos 1 e 2, no período de testes, foi verificado aumento significativo de remoção de Sólidos Suspensos Totais (SST) na planta quando utilizado o protocolo 2. Enquanto a remoção proposta em projeto para a estação (de 80% de remoção) foi atingida no protocolo 1 em apenas 19% dos resultados, durante a utilização do protocolo 2 esse resultado foi atingido em 62% dos testes realizados. Obtivemos resultados acima de 93% de remoção de SST em 28,6% dos testes quando usado o protocolo 2, esse resultado foi registrado em apenas 7,7% dos resultados com o uso do protocolo 1 (Fig. 2).



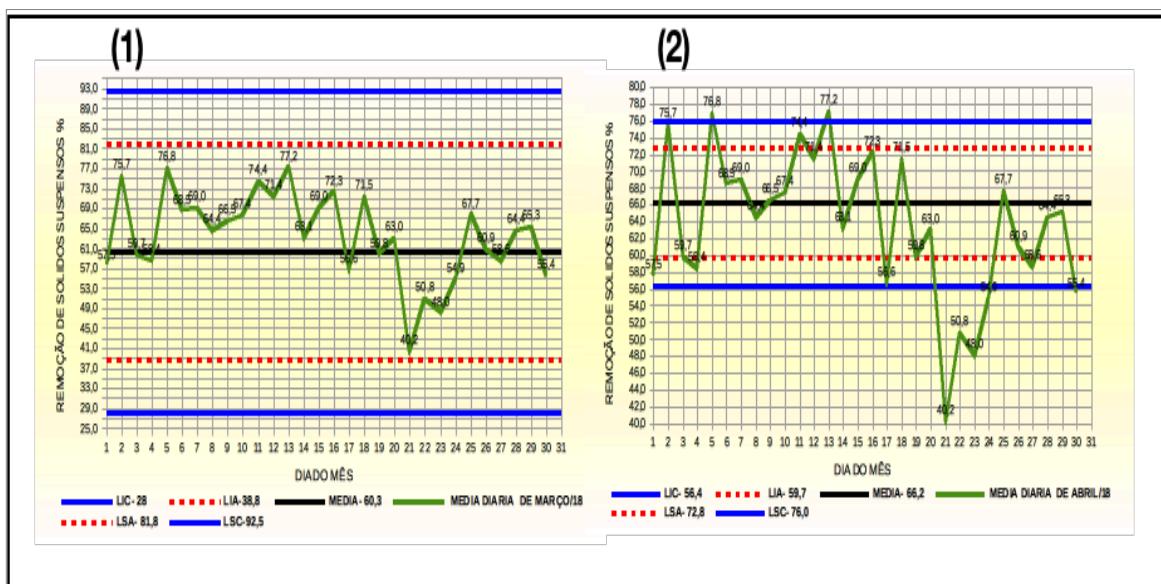
**Fig. 2-Comparação entre os registros do protocolo 1 e protocolo 2 em relação a frequência de ocorrências de valores de remoção de sólidos suspensos próximos aos requisitos de projeto**

A tabela 2 apresenta os dados estatísticos dos sólidos sedimentáveis no esgoto bruto, nos períodos (horário) diferenciados de vazão afluente. Os dados apresentaram uma expressiva dispersão (coeficiente de variação - CV% >15%), com o horário de maior teor de lodo no esgoto bruto as quatorze horas e o menor a cinco da manhã. A remoção de sólidos sedimentáveis apresentou satisfatória em ambos os protocolos, com percentuais elevados, sendo o protocolo 1 de 33% a 98% e o protocolo 2, 50% a 100%, demonstrando neste último uma elevação da faixa de remoção.

**Tabela 2 –Dados de sólidos sedimentáveis (ml/L /h) do esgoto bruto**

ESTATÍSTICA	HORÁRIO		
	05:00	14:00	20:00
MÁXIMO	5,9	6,0	6,0
MÉDIA	1,8	4,5	3,5
MEDIANA	1,5	4,6	3,0
MODA	0,7	5,0	2,5
MÍNIMO	0,5	2,0	1,0
D. PADRÃO	1,40	0,99	1,47
CV%	79,3	22,3	41,5

Comparando as cartas-controle do mês de março/2018 (protocolo 1) e abril/2018 (protocolo2) na (Figura 3) onde foram registradas as médias diárias da remoção de sólidos suspensos, foi evidenciada que a remoção de sólidos ainda apresenta tendência de baixos valores. Entretanto os registros médios diários mostram picos de remoção acima de 70%, demonstrando tendências de elevação na remoção de sólidos suspensos durante os registros diários no uso do protocolo 2.



**Fig 3- Cartas-controle da média diária de remoção de sólidos suspensos (%) no efluente final da ETE Goiânia nos meses de (1) março/2018 (protocolo 1) e (2) abril (protocolo 2)**

A tabela 3 relaciona a estatística descritiva das informações de dosagem de cloreto férrico no mês de abril (protocolo 2). Foi constatada grande variabilidade das dosagens de cloreto férrico (ver desvio padrão e coeficiente de variação - CV %) quando considerados os valores de concentrações de sólidos suspensos e vazão afluente. Essa variação não ocorria no protocolo 1, uma vez que somente os valores de vazão afluente eram considerados.

**Tabela 3- Estatística dos dados de dosagem (vazão-L/s; dosagem cloreto férrico mg/L; SS - Sól. Suspensos - mg/L) de cloreto férrico no mês de abril-18**

ESTATÍSTICA	SS	DOSAGEM	VAZÃO
MÁXIMO	742	121	2520
MÉDIA	292	56	1572
MEDIANA	305	51	1511
MODA	185	76	1505
MÍNIMO	87	21	662
D. PADRÃO	111	24	393
CV%	38	43	25

Para o cálculo da produção de lodo, foram utilizados testes de sólidos sedimentáveis, de amostras da caixa de distribuição, considerando os horários de vazão mínima, média e máxima na ETE (Tabelas 4 e 5). Para as avaliações seguintes, optou-se por utilizar os dados da mediana devido a elevada dispersão de dados.

**Tabela 4 e 5 – Estatística descritiva dos sólidos sedimentáveis (ml/L/hora) na caixa de distribuição no mês de março (protocolo 1) e abril (protocolo 2).**

ESTATÍSTICA	HORÁRIO - CAIXA DE DISTR. PROT. 1			ESTATÍSTICA	HORÁRIO - CAIXA DE DISTR. PROT. 2		
	05:00	14:00	20:00		05:00	14:00	20:00
MÁXIMO	34,0	48,0	45,0	MÁXIMO	32,0	36,0	27,0
MÉDIA	13,3	21,9	18,0	MÉDIA	19,8	20,9	15,3
MEDIANA	8,0	19,5	12,0	MEDIANA	20,0	18,0	14,5
MODA	7,0	11,0	11,0	MODA	18,0	10,0	NA
MÍNIMO	5,0	10,0	8,0	MÍNIMO	6,0	10,0	6,5
D. PADRÃO	10,4	11,4	11,5	D. PADRÃO	7,65	9,55	6,18
CV%	78,4	51,9	63,6	CV%	38,7	45,7	40,5

Os resultados mostraram incremento de 19,8% de lodo por metro cúbico de esgoto tratado numa comparação entre os protocolos 1 e 2, conforme demonstrado nas tabelas 6 e 7.

**Quadros 6 e 7 - Estimativa da produção de lodo pelo ensaio dos sólidos sedimentáveis (ml/L/hora) na caixa de distribuição nos meses de março (protocolo 1) e abril (protocolo 2)**

MÊS	FAIXA HORÁRIA	TOTAL DE HORA	QTDade LODO POR HORA mL/L	QTDade de LODO NA FAIXA HORÁRIA mL/L	MÊS	FAIXA HORÁRIA	TOTAL DE HORA	QTDade LODO POR HORA mL/L	QTDade de LODO NA FAIXA HORÁRIA mL/L
MARÇO	0-5	5	8	40	ABRIL	0-5	5	20	100
	6-14	8	19,5	156		6-14	8	18	144
	14-0	10	12	120		14-0	10	15	150
		TOTAL mL/L	316				TOTAL mL/L		394

O consumo de Cloreto Férrico aumentou em cerca de 43% com o uso do protocolo 2 em relação ao protocolo 1, conforme demonstrado na tabela 8.

**Tabela 8 – Comparaçao de consumo de cloreto entre os protocolos 1 e 2**

Mês	Consumo cloreto - toneladas	Valores
Março – protocolo 1	370,09	R\$ 425.603,50
Abril – protocolo 2	651,29	R\$ 748.983,50

Foi observada ainda uma diminuição do odor na ETE durante os testes com o protocolo 2, possivelmente pela captura de H<sub>2</sub>S pelo cloreto férrico dosado em maior quantidade durante os testes.

Houve melhoria também nos resultados de DBO<sub>5</sub> e SST com o uso do protocolo 2. Na tabela 9 estão apresentados os registros de remoção de DBO<sub>5</sub> e Sólidos Suspensos (%) do efluente final da ETE, obtidos através do banco de dados da Saneago (2018), realizados em laboratório de monitoramento da qualidade.

**Tabela 9- Dados de remoção de DBO5 e Sólidos Suspensos realizados pelo laboratório central de esgoto em Goiânia.**

Protocolo 1 – março/2018		Protocolo 2 – abril/2018	
Remoção DBO %	Remoção S.S%	Remoção DBO %	Remoção S.S %
53,3	77,6	49,5	79,2
47,3	74,0	54,0	70,1
37,8	68,5	55,8	82,1
41,9	92,0	48,4	82,6
47,8	74,3	48,9	86,1
42,8	73,8	33,5	81,8
41,32	78,8	51,0	69,9
44,5	75,0	43,5	85,0
39,3	71,3	60,2	80,0
45,4	78,1	42,6	77,0

Resultados para DBO acima de 48% (valor de referência estipulado pelos dados de projeto da ETE) foram registrados em apenas 10% das análises quando usado o protocolo 1. Para o protocolo 2, resultados acima dos 48% foram atingidos em 70% das análises. Apesar de não haver relação direta entre os parametros DBO<sub>5</sub> e SST, a operação optou por utilizar a menor remoção de sólidos suspensos registrada (69,9%) como um referencial mínimo para obtenção de bons resultados para DBO<sub>5</sub> durante a operação da ETE nos próximos meses.

### **CONSEQUÊNCIAS OPERACIONAIS NA FASE SÓLIDA COM A IMPLEMENTAÇÃO DO PROTOCOLO 2**

Uma vez que houve incremento de remoção de sólidos totais da fase líquida, a primeira consequência imediata, além de melhoria na qualidade do efluente final, foi a geração de maior quantidade de lodo primário nos três decantadores da ETE. Fez-se necessárias mudanças nos procedimentos operacionais também na fase sólida da estação, dentre elas: aumento da frequência de abertura dos registros de descarga dos decantadores, utilização de todos os tanques de armazenamento de lodo disponíveis.

Habituados a operar a fase sólida com lodo primário em teor de sólidos médio de 3% desde a inauguração da ETE, os valores passaram para 5 a 7%. Provavelmente devido a maior captura de sólidos e também ao maior tempo de retenção nos tanques de armazenamento de lodo, o que favorece o processo de fermentação.

Esse aumento de teor de sólidos obrigou os operadores da estação a reduzir o consumo de polieletrólico catiônico, o que se apresentou como outro aspecto positivo desse estudo, uma vez que o polímero é um produto químico de custo elevado. Essa redução de consumo foi maior que 20%, o que significou economia aproximada de R\$18.000,00 (dezoito mil reais) em um mês.

Foi necessária também a diminuição da rotação das centrífugas, para obtenção de teores de sólidos na torta (lodo após centrifugação) semelhantes aos encontrados no protocolo 1. Essa mudança provavelmente resultará em menor desgaste mecânico das centrífugas, o que significa redução de custos de manutenção e maior durabilidade do equipamento.

Mesmo com a redução de dosagem de polímero catiônico, e a redução na rotação das centrífugas, foi observado leve incremento nos valores de teor de sólidos da torta, passando do valor médio de 27,7% para 30%.

Na prática, esse incremento mostrou-se muito mais significativo: foi observada dificuldade das bombas transportadoras de torta por deslocamento positivo (BTT's) atualmente utilizadas na estação para este fim, de carreá-la da centrífuga para o misturador de cal, o que obrigou a operação a providenciar injeção de polímero na linha de transporte até que o sistema de transporte seja adequado com uso de outros equipamentos (esteiras ou rosca transportadora).

Mudanças no centrado (líquido que sai da centrífuga após centrifugação do lodo) também foram observadas: coloração amarelada e formação leve de espuma. Uma vez que o centrado retorna para o início da estação, diluído no esgoto bruto, não existe impacto no efluente final resultante dessa mudança.

## CONCLUSÕES

Diante do exposto inferiu-se que:

- A nova tabela de dosagem implementada na ETE Goiânia mostrou-se eficiente na melhoria dos resultados, atingindo valores de remoção de DBO<sub>5</sub> e SST próximo aos requisitos de projeto.
- Resultados mais elevados não foram atingidos devido às limitações do fornecimento de coagulante ocorridas durante a implementação da mudança, limitando o uso da tabela de dosagem em sua totalidade;
- Com a implementação da nova tabela em campo foi possível aprimorar as metodologias de análises para que os próprios operadores da ETE as realizassem em campo, bem como foram revistos os procedimentos operacionais em todas as unidades da ETE, com a finalidade de melhoria nos resultados do efluente final para os principais parâmetros indicadores de qualidade do tratamento primário (DBO<sub>5</sub> e SST);
- Apesar de um aumento significativo no consumo de cloreto, a implementação da nova tabela de dosagem reduziu o consumo de polímero catiônico utilizado na desidratação do lodo por centrifugação proporcionando um benefício econômico-financeiro relevante. Além de ter obrigado a operação a reduzir a rotação das centrífugas, o que certamente reduzirá custos de manutenção e aumentará a durabilidade dos equipamentos;
- Devido aos resultados favoráveis, a nova tabela de dosagem implementada será mantida na estação, com revisões sistemáticas, tornando-se a nova forma de trabalho operacional na ETE Dr. Hélio Seixo de Britto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Public Health Association (2017). *Standard Methods for the Examination of water and wastewater*. 23<sup>a</sup> ed. Washington, D. C.: American Public Health Association, 2017.
2. FREITAS, F. et al.; Aplicação do ensaio de jarros na elaboração de tabela orientadora para dosagem de coagulante na ETE Dr. Hélio Seixo de Britto. Goiânia, 2018.
3. JORDÃO, E. P.; PESSOA C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 5<sup>a</sup> Edição. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2009. 940 p.
4. SANEAGO - Saneamento de Goiás S/A. Relatório de Ensaio de Esgoto (protocolos de análises de afluente e efluente final ETE Goiânia do mês de março e abril), 2018.
5. SANEAGO - Saneamento de Goiás S/A - Nota Técnica -Resultados de análises de sólidos suspensos pelo método gravimétrico e colorimétricos de amostras de afluente e efluente da ETE Goiânia, Parque Atheneu e Guapó, 2006.