

II-504 – CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTE DE LODOS ATIVADOS EM RELAÇÃO A FRAÇÕES DE SÓLIDOS

Jaciara Cátia Vasconcelos da Silva⁽¹⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, *Campus* de Sobral.

Letícia Lacerda Freire⁽²⁾

Engenheira Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, *Campus* de Juazeiro do Norte. Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (PosDEHA/UFC). Técnica em Meio Ambiente do IFCE, *Campus* de Sobral.

Francisco Rafael Sousa Freitas⁽³⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Engenharia Sanitária (PPgES/UFRN). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus* de Sobral.

Mayara Carantino Costa⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre e Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (PosDEHA/UFC). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus* de Sobral.

Endereço⁽⁴⁾: Av. Dr. Guarani, 317 - Derby Clube – Sobral – CE - CEP: 62.042-030 – Brasil – Tel: (88) 3112-8050 - e-mail: mayara.carantino@ifce.edu.br

RESUMO

O sistema de lodos ativados permite uma elevada qualidade do efluente e reduzidos requisitos de área, caracterizado por índice de mecanização elevado, operações sofisticadas e um elevado consumo de energia. Sua operação é com base em dados de monitoramento de análises de parâmetros, incluindo as frações de sólidos. O objetivo do trabalho foi avaliar um sistema de tratamento de esgotos domésticos por Lodos Ativados em relação às diferentes frações de sólidos presentes na água residuária e no lodo. Foram feitas coletas de esgoto em quatro pontos distintos em ETE Lodos Ativados aeração prolongada e foram realizadas as análises de sólidos totais, sólidos suspensos e sólidos sedimentáveis no Laboratório de Análises Físico-químicas de água e efluentes. Para análise da sedimentabilidade do lodo, foi calculado o IVL. Em algumas situações foram obtidos valores que não atenderam ao padrão de lançamento de efluente estabelecido pela Resolução COEMA nº 02/2017, sendo que em apenas uma das coletas houve atendimento. A eficiência de remoção de sólidos totais variou de 10 a 30,7%. Em relação ao IVL, o valor médio obtido indicou um lodo com péssima qualidade de sedimentabilidade. Recomenda-se treinar adequadamente e acompanhar os operadores da ETE, a fim de uma operação do sistema mais satisfatória, inserindo a análise de outros parâmetros de monitoramento.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Esgotos, Lodos Ativados, Aeração Prolongada, Padrão de Lançamento.

INTRODUÇÃO

A água é uma fonte de vida essencial para os seres vivos e suas interações com o ecossistema, o que acarreta preocupações abrangentes mundialmente, a respeito da sua qualidade e quantidade. Com o crescimento populacional ocorrendo de uma maneira desenfreada, torna maior o obstáculo para que haja água suficiente para todos, e a qualidade de água vem sendo comprometida por diversas ações antrópicas, como o lançamento de efluentes em corpos d'água (SOUSA, 2013).

Em 2016, o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) apurou informações sobre esgotamento sanitário. O estudo foi feito em 4.084 municípios, totalizando uma população urbana de 162,1 milhões de habitantes, uma representatividade de 73,3% ao total de municípios e de 93,1% em relação à população urbana do Brasil. Quanto aos sistemas de esgotamento sanitário, na comparação com o ano de 2015, o acréscimo é de 1,7 milhões de ligações (5,9%), de 1,4 milhões de economias residenciais ativas (4,3%) e de

19,0 mil quilômetros de redes (6,7%). No que se refere ao volume de esgoto coletado e tratado, tem-se os acréscimos de 287,2 mil (5,5%) e de 250,8 mil metros cúbicos (6,6%), respectivamente. Em termos de população total atendida, constata-se o aumento de 4,4 milhões de habitantes, correspondendo a acréscimo de 4,4% na população atendida (SNIS, 2016).

Em relação ao tratamento dos esgotos, observa-se que o índice médio do país chega a 44,9% para a estimativa dos esgotos gerados e 74,9% para os esgotos que são coletados. O volume de esgoto tratado saltou de 3,81 bilhões de metros cúbicos em 2015 para 4,06 bilhões de m³ em 2016, correspondendo a um incremento de 6,6% (SNIS, 2016).

A disposição adequada dos esgotos é essencial à proteção da saúde pública e do meio ambiente. São inúmeras as doenças que podem ser transmitidas pela falta da disposição adequada de esgoto sanitário, como giardíase, criptosporidíase, entre outras (NUVOLARI, 2003).

Os esgotos domésticos carregam dejetos de origem humana, os quais podem conter micro-organismos patogênicos, causando impactos para a saúde pública. A matéria orgânica presente no esgoto, quando introduzida nos corpos d'água, provoca um consumo de oxigênio dissolvido na água e impactos sobre a vida aquática. Ademais, diversas substâncias químicas tóxicas podem estar presentes na rede coletora de esgotos devido ao lançamento de efluentes industriais, trazendo prejuízos ao homem e animais (MOTA, 2006).

O tratamento de esgotos visa a remoção dos poluentes sendo aplicadas diferentes tecnologias ou uma combinação destas. O sistema de lodos ativados é amplamente utilizado, em nível mundial, para o tratamento de águas residuárias domésticas e industriais, em situações em que uma elevada qualidade do efluente é necessária e a disponibilidade de área é limitada (elevadas vazões). No entanto, o sistema de lodos ativados inclui um índice de mecanização superior ao de outros sistemas de tratamento, implicando operação mais sofisticada (DOS SANTOS, 2007).

Embora a presença de sólidos no esgoto constitua uma parcela mínima, uma vez separados na estação de tratamento, poderão representar uma quantidade muito elevada, de difícil ou complexa destinação final, com possíveis implicações ambientais. As concentrações e respectivas massas de Sólidos em Suspensão (SS) e Sólidos Totais (ST), Sólidos Voláteis (SV) e Sólidos Fixos (SF), são de interesse para o projeto e controle das ETE. Os Sólidos sedimentáveis constituem outro parâmetro de interesse, tanto para controle operacional da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), como para avaliação da qualidade de um efluente sendo lançado na rede pública ou em corpos aquáticos (JORDÃO; PESSOA, 2014).

O esgoto tratado para ser lançado nos corpos hídricos deve estar dentro dos padrões estabelecidos pelas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA nº 430/11 e nº 357/05. Em consonância com essas legislações federais, no Estado do Ceará, há ainda a Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente- COEMA nº 02/2017 que dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.

Visando garantir a qualidade da água nos corpos aquáticos, as ETE devem atender a legislação ambiental no tocante ao padrão de lançamentos. Para tal, além de serem adequadamente concebidas, considerando os critérios técnicos, ambientais legais e econômicos, é importante o controle operacional e monitoramento das mesmas.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar um sistema de tratamento de esgotos domésticos por Lodos Ativados em relação às diferentes frações de sólidos presentes na água residuária, avaliando a eficiência de remoção de sólidos no sistema, as características de sedimentabilidade do lodo e propor medidas para melhorar a qualidade do efluente tratado pela ETE estudada, em relação aos sólidos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O presente trabalho tem como área de estudo a ETE do Residencial Nova Caiçara que fica localizada no Bairro Cohab III, no município de Sobral-CE.

Sobral está situada na região noroeste do Ceará, o município ocupa uma área de 2.122,897 Km² (IBGE, 2016), com uma população estimada de 205.529 habitantes (IBGE, 2017). O clima é tropical quente semiárido e tropical quente semiárido brando, com temperatura média de 26 a 28°C e período chuvoso entre os meses de janeiro a maio (IPECE, 2017).

A ETE é administrada e monitorada pela companhia de Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Sobral (SAAE), responsável pelo abastecimento de água e tratamento de esgoto da cidade (Figura 1).



Figura 1: Estação de Tratamento de Esgotos do Residencial Nova Caiçara (Fonte: Autor, 2018).

A ETE é constituída por um sistema de Lodos Ativados do tipo aeração prolongada. O esgoto bruto passa pelo sistema de tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia), em seguida passa pela elevatória onde é bombeado para o tanque de aeração, é nesse tanque que recebe injeção de ar que agita o esgoto onde ocorre a remoção da matéria orgânica realizada por micro-organismos aeróbios. Os microrganismos presentes formam uma biomassa denominada lodo, totalmente em suspensão, que é separada na unidade seguinte denominada decantador. Esse lodo é recirculado através de uma bomba de recirculação presente no decantador para o tanque de aeração e o excedente enviado ao leito de secagem. Segundo informações do operador após o decantador, o efluente segue para o processo de desinfecção por cloração. O lodo é encaminhado para o aterro sanitário e o esgoto tratado é lançado no corpo receptor (canal do Mucambinho). Na Figura 2 são apresentadas imagens das unidades componentes do sistema.



Figura 2: Unidades de tratamento componentes do sistema ETE Caiçara. Gradeamento (1); Caixa de areia (2); Tanque de aeração (3); Decantador secundário (4); Bomba de recirculação (5); Leitos de secagem (6) (Fonte: Autor, 2018).

Coletas e Pontos de Amostragem

As amostras de esgoto foram coletadas em quatro pontos distintos do sistema: Ponto 1: entrada (esgoto bruto - afluente), Ponto 2 (tanque de aeração), Ponto 3 (reciclo do lodo do decantador) e Ponto 4: saída (esgoto tratado - efluente).

A frequência das coletas foi quinzenal. Foram realizadas três campanhas entre os meses de março e abril de 2018. Para a coleta de amostra para as análises de sólidos totais, sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos foram utilizadas garrafas plásticas de 2 litros.

Em campo, as amostras coletadas eram acondicionadas em caixas térmicas, com o intuito de preservar suas características durante o transporte ao laboratório, para que fossem realizadas as análises.

Análises Físico-Químicas

As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Águas e Efluentes (LAAE), do IFCE Campus de Sobral, conforme os protocolos estabelecidos pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998). Foram realizadas análises das variáveis: Sólidos Totais e Sólidos Suspensos através do Cone *Imhoff* (Figura 3).



Figura 3: Pesagem das cápsulas (A); Amostras em Banho Maria (B) (Fonte: Autor, 2018).

Determinação de Sólidos totais

Para a análise de sólidos totais, lavou-se previamente a cápsula de porcelana para retirada de qualquer impureza para não afetar os resultados. A cápsula era aquecida por uma hora em uma estufa a uma temperatura variando entre 103-105 °C. Ao retirar a cápsula da estufa à mesma era colocada em dessecador para resfriar-se a temperatura ambiente. Após atingir a temperatura, a cápsula era pesada e anotava-se o valor. Homogeneizava-se bem a amostra. Medindo um determinado volume da amostra, e transferindo-a para a cápsula. Novamente era feito o processo de evaporação em banho-maria. Após a evaporação, a cápsula foi levada para o dessecador e deixou-a esfriar. Em seguida foi pesada novamente a cápsula. O último estágio da determinação de sólidos totais inclui a ignição da cápsula mais o resíduo no forno mufla pré-aquecido a $500 \pm 50^\circ\text{C}$, com posterior resfriamento em um dessecador, geralmente 15 a 20 minutos de ignição, são suficientes, foram transferidas para um dessecador, em seguida pesava-se a cápsula fria.

Determinação de Sólidos Suspensos

Inicialmente, era realizada a preparação do filtro de fibra de vidro, colocando-se o equipamento de filtração o disco do filtro com a face enrugada para cima. Aplicava-se vácuo e lavava-se o filtro, utilizando, a cada vez, um determinado valor de água destilada. A sucção era feita até remover todos os vestígios de água do filtro. Então se descartava o filtrado. Era removido o filtro para a cápsula evitando que o filtro grudasse no suporte. Era secado na estufa a 103-105° C durante 1 hora. Se as frações fixa e volátil tiverem que ser determinadas, ignizar o filtro no forno mufla a $500 \pm 50^\circ\text{C}$, durante 15 a 20 minutos. Esfriava-se em um dessecador e pesava. Com o equipamento de filtração montado, homogeneizava-se a amostra, era feita a medição de um determinado volume, e filtrava completamente, a vácuo, através do equipamento de filtração. Era feito a remoção cuidadosamente do filtro, do equipamento de filtração e era transferido para a cápsula. Secava-o na estufa por pelo menos 1 hora entre 103 e 105°C, esfriava-se em um dessecador e pesava. Ignizava o filtro com o resíduo em uma mufla a $500 \pm 50^\circ\text{C}$ esfriava-se no dessecador e em seguida era pesado.

Determinação de Sólidos Sedimentáveis

Para determinação dos sólidos sedimentáveis nas amostras foi utilizado o método de sedimentação em cone de *Imhoff*, em que 1 litro da amostra foi transferido para o cone *Imhoff*, deixou-se sedimentar durante 45 minutos. Em seguida, foi passado, vagarosamente, um bastão de vidro junto às paredes internas do cone através de movimentos circulares, para que os sólidos a ela sedimentassem. Deixou-se decantar por mais 15 minutos, para efetuar a leitura do material sedimentado (Figura 4).



Figura 4: Cone de Sedimentação *Imhoff* (Fonte: Autor, 2018).

Cálculo do Índice Volumétrico do Lodo (IVL)

O IVL foi calculado à partir da seguinte equação:

$$\text{IVL (mL/G)} = [\text{Sólidos sedimentáveis (mL/L)} / \text{Sólidos em suspensão (mg/L)}] \times 1000 \quad (\text{Equação 1})$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização do Esgoto Bruto

Na Tabela 1 são mostrados os valores médios de Sólidos Totais (ST), Sólidos Voláteis Totais (SVT) e Sólidos Fixos Totais (SFT) para as análises de esgoto bruto. Os valores apresentaram concentrações usualmente encontradas em esgotos brutos considerados fortes. Conforme Jordão e Pessoa (2014), os valores para ST no esgoto bruto considerado de médio a forte são respectivamente: 730 mg/L a 1.160 mg/L, desta forma, o valor médio observado para ST, apresentou-se dentro dos valores típicos do esgoto bruto considerado forte.

Tabela 1: Valores médios obtidos para os parâmetros de sólidos totais analisados em amostras do esgoto bruto.

Parâmetros	Unidade	Média	Desvio Padrão	C.V. (%)
ST	mg/L	831,0	211,4	25,4
SVT	mg/L	396,7	119,4	30,1
SFT	mg/L	434,3	97,1	22,4

Fonte: Autor, 2018.

De acordo com Von Sperling (2005), os valores para SVT e SFT encontraram-se abaixo dos valores típicos de esgotos sanitários predominantemente domésticos apresentados pela literatura que são respectivamente: 620 mg/L para SVT e 480 mg/L para SFT.

Peixoto (2008) avaliou amostras de afluentes de uma ETE com um sistema de lodos ativados e encontrou valores de 772,2 mg/L para ST, 324,8 mg/L para SVT e 447,4 mg/L para SFT. Nota-se, que as concentrações encontradas pelo referido autor, foram próximas daquelas encontradas no presente estudo.

Os coeficientes de variação foram elevados para ambos os parâmetros (ST, SVT e SFT) indicando alta dispersão de dados. Todos os parâmetros encontraram-se alto de acordo com Pimentel (1985), pois estavam entre 20% e 30% considerado com uma alta dispersão dos dados.

São apresentados na Tabela 2 os valores obtidos para os parâmetros de sólidos suspensos. Observa-se que os valores médios de Sólidos Suspensos Totais (SST), Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) e Sólidos Suspensos Fixos (SSF) são respectivamente.

Segundo Jordão e Pessoa (2014), os SST se encontram em faixas típicas de sólidos presentes em esgoto bruto considerado de médio a forte (230 a 360 mg/L), os SSV (90 mg/L a 175 mg/L), pois situam-se entre esgoto fraco a médio e para os SSF (80 mg/L), os valores obtidos ficaram acima dos valores típicos de esgoto bruto.

Os valores referentes ao CV calculados no presente trabalho foram considerados muito altos em relação aos parâmetros SSV e SSF, ademais se observou elevado desvio padrão entre as amostras coletadas. Conforme Pimentel (1985) o CV é considerado muito alto quando o valor encontrado é maior que 30%, onde ocorre uma dispersão de dados muito elevada. Isso pode ser atribuído a problemas operacionais que foram observados nos períodos entre as coletas. Em relação aos SST o seu CV está classificado como médio, pois se encontra entre 10% e 20%, tendo uma média dispersão dos dados.

Tabela 2: Valores médios obtidos nas análises de sólidos suspensos do esgoto bruto.

Parâmetros	Unidade	Média	Desvio Padrão	C.V. (%)
SST	mg/L	326,7	50,8	15,5
SSV	mg/L	110,0	100,3	91,2
SSF	mg/L	216,7	149,7	69,1

Fonte: Autor, 2018.

De Sousa (2017), avaliou amostras de afluentes de lagoa de estabilização da ETE Corte 8, também localizada em Sobral e operada pelo SAAE, em que foram analisados parâmetros: SST, SSV e SSF, obtendo, respectivamente, como resultados médios: 423,31 mg/L; 340,85 mg/L e 82,46 mg/L. Nota-se, que as concentrações encontradas pela referida autora, foram maiores para SST e SSV do que no presente estudo, e menores para SSF. Ressalta-se que o resultado de Sousa (2017) foi de um monitoramento da ETE, em que foram realizadas treze coletas de amostras.

Souza (2017) avaliou amostras de água de um córrego que recebia ligações clandestinas de esgoto, e foram obtidos valores médios de SST, SSV e SSF respectivamente de: 167,33 mg/L; 116,67 mg/L e 50,67 mg/L, que conforme a literatura se encontram em faixas típicas de sólidos presentes em esgoto bruto considerado de fraco a médio, os valores obtidos pelo o autor foram menores que os resultados observados no presente trabalho, o que pode ser atribuído a diluição de esgotos na água do córrego.

A presença de sólidos em suspensão indica a predominância absoluta de material fixos na água residuária, sendo um indicativo da necessidade de unidade de sedimentação antecedendo as unidades de tratamento biológico. Esse material é oriundo do uso doméstico da água, podendo estar relacionado também a ligações clandestinas de águas pluviais ou infiltrações na rede coletora de esgotos (MEES, 2006 apud PEIXOTO, 2008; JORDÃO; PESSOA, 2014).

Conforme a NBR 12.209/1992 (ABNT, 1992), os sólidos em suspensão são considerados para o dimensionamento das unidades de tratamento e órgãos auxiliares, os parâmetros básicos que devem ser obtidos para as diversas etapas são as vazões afluente máxima e média; demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ou demanda química de oxigênio (DQO) e os sólidos em suspensão (SS).

Avaliação do efluente e eficiência da ETE

Na Tabela 3 constam os valores médios obtidos para as frações de sólidos totais utilizados na avaliação do efluente da ETE. As concentrações médias de ST, SVT e SFT foram respectivamente:

Tabela 3: Valores médios obtidos para sólidos totais nas análises do efluente final.

Parâmetros	Unidade	Média	Desvio Padrão	C.V. (%)
ST	mg/L	672,3	137,3	20,4
SVT	mg/L	359,7	157,2	43,7
SFT	mg/L	312,7	160,2	51,2

FONTE: Autor, 2018.

Comparando os valores do efluente da ETE com o afluente (Tabela 1), percebe-se uma redução da carga de sólidos presente no esgoto, o que é benéfico para o corpo receptor, pois os sólidos lançados causam assoreamento do corpo d'água.

Na Tabela 4, podem ser observados valores obtidos para os parâmetros de sólidos suspensos no esgoto tratado. As concentrações médias de SST, SSV e SSF no efluente do sistema, e os valores obtidos para o (CV) estiveram todos acima de 30%, observando-se valores heterogêneos nos resultados.

Tabela 4: Valores médios obtidos de sólidos em suspensão nas análises do efluente final.

	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	SSF (mg/L)
Média	206,7	60,7	146,0
Mínimo	66	18	4
Máximo	422	128	386
Desvio Padrão	154,6	48,2	170,7
C.V. (%)	74,8	79,4	116,9

Fonte: Autor, 2018.

Os SST é padrão de lançamento da Resolução COEMA nº 02/17, que estabelece padrão de até 150mg/L para efluentes de lagoas de estabilização e até 100 mg/L para efluentes das demais tecnologias, nesse caso, o sistema da ETE Nova Caiçara em uma das amostras atendeu a legislação nesse parâmetro específico, com resultado mínimo de 66 mg/L para SST na terceira campanha, já nas outras duas amostras não atendeu.

A partir dos dados de sólidos totais e sólidos suspensos totais do afluente da ETE e do efluente foi calculada a eficiência para cada coleta. Os dados de eficiência global da ETE em relação à remoção de sólidos são apresentados na tabela 5.

Tabela 5: Valores obtidos para eficiência de remoção de sólidos

Parâmetros	Campanhas	Eficiência (%)
ST	1º	11,3
	2º	10
	3º	30,7
SST	1º	49,6
	2º	-9,3
	3º	80,1

Fonte: Autor, 2018.

Segundo Jordão e Pessoa (2014) a eficiência de remoção para sólidos totais em sistema de lodos ativados encontra-se entre 75-85%, sendo assim, os dados obtidos no presente trabalho ficaram abaixo dos valores indicados na literatura. A eficiência que foi encontrada na faixa dos valores observados durante as análises de sólidos suspensos totais também é inferior aos reportados na literatura, para os sistemas de lodos ativados convencional e por aeração prolongada que se situam na faixa de 85-95%, conforme Von Sperling (2005).

No caso da segunda coleta, o efluente apresentou maior concentração de SST em relação ao afluente, o que resultou em uma eficiência negativa, isso é atribuído a problemas operacionais observados na ETE durante a

pesquisa. Destaca-se que a maior eficiência (80,1%) foi obtida na terceira coleta, em que o efluente atendeu ao padrão de lançamento para esse parâmetro.

Avaliação da biomassa recirculada

Considerando que o princípio básico do sistema Lodos Ativados é a recirculação do lodo, e que a concentração de células microbianas (biomassa) é, normalmente, expressa em termos de sólidos em suspensão volátil (SSV), que representa a fração orgânica dos sólidos, foram analisados os dados de SSV para o tanque de aeração e o reciclo, o que pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6: Valores de SSV no tanque de aeração e no reciclo.

Campanhas	Tanque de Aeração		Reciclo	
	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	SSV/SST	SSV (mg/L)
1º	317	295	0,93	256
2º	926	100	0,10	254
3º	2038	330	0,16	472

Fonte: Autor, 2018.

De acordo com a NBR 12.209/1992, a concentração de sólidos em suspensão no interior do tanque de aeração deve estar compreendida no intervalo de 1500 a 6000 mg/L. Pode-se observar que apenas na terceira amostra o valor encontrado ficou nesse intervalo. A baixa relação pode ter se mostrado devido a problemas operacionais, como a caixa de areia que estava sobrecarregada.

Também é importante considerar a relação SSV/SST, que além de um dado de dimensionamento é utilizado para controle e operação da ETE. Para Lodos ativados aeração prolongada espera-se que essa relação seja entre 0,6 e 0,75, sendo função da idade de lodo. No entanto, os valores obtidos ficaram abaixo ou acima desse intervalo (VON SPERLING, 2012; PELETEIRO, ALMEIDA, 2014).

A quantidade do lodo a ser recirculado depende fundamentalmente da qualidade do lodo sedimentado no decantador secundário, quanto mais concentrado for este lodo, menor poderá ser a vazão de recirculação, para que atinja uma determinada concentração de sólidos no reator. Esta recirculação tem também o importante papel de aumentar o tempo médio que os micro-organismos permanecem no sistema (VON SPERLING, 2012).

A produção diária de sólidos deve ser contrabalançada pelo descarte de uma quantidade equivalente (massa por unidade de tempo). Portanto, trata-se de um importante parâmetro operacional, para controle da recirculação do lodo e da relação A/M (Alimento/Micro-organismos), que é a relação entre a massa de DBO₅, fornecida por dia ao processo de lodos ativados e a massa de SSV, contida no tanque de aeração (ABNT, 1992).

Avaliação do Índice Volumétrico do Lodo

Na tabela 7 são apresentados os resultados obtidos para Índice Volumétrico do Lodo (IVL) calculado para cada uma das amostras. Foram utilizados dados das amostras do tanque de aeração.

Tabela 7: Valores obtidos para o Índice Volumétrico do Lodo

Parâmetro	Unidade	Amostras	Valor obtido
IVL	mL/g	1º	39,37
IVL	mL/g	2º	463,97
IVL	mL/g	3º	436,60

Fonte: Autor, 2018.

Observa-se que o valor de IVL calculado para a primeira coleta situa-se abaixo do valor 50 mL/g, caracterizando-se desta forma o lodo da ETE com uma ótima sedimentabilidade, segundo Von Sperling (2012), entretanto em relação à segunda e terceira coleta, os valores encontrados estão acima de 300mL/g, são normalmente indicativos de um lodo de qualidade péssima, leve, que sedimente mal.

Peixoto (2008) avaliou também o IVL onde os resultados das análises foram do decantador. Os resultados obtidos encontraram-se abaixo de 50 mL/g, mostrando que o sistema possuía um lodo de boa sedimentabilidade.

É importante que o lodo apresente uma boa sedimentabilidade para que não comprometa a qualidade do efluente, nem comprometa a questão da recirculação, o lodo com sedimentabilidade péssima pode ser atribuído a problemas operacionais, uma vez que o sistema estava parado na 3ª campanha, de acordo com Von Sperling (2012) os problemas operacionais podem ser ocasionados por cisalhamento excessivo causado por turbulência hidráulica, incapacidade das bactérias de se agregar em flocos, entre outros.

As relações de viscosidade e resistência do lodo, típicas das suas características reológicas, não se mostram correlacionadas com os valores do IVL. A temperatura claramente afeta os resultados do teste, uma vez que afeta a viscosidade da amostra. Dois lodos com mesmo IVL podem não ser similares se foram ensaiados ou provenientes de reatores com temperaturas diferentes (JORDÃO et al., 1996).

CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu a caracterização em termos de sólidos do afluente à ETE Nova Caiçara, sendo que as concentrações de ST apresentaram-se dentro dos padrões do esgoto bruto considerado forte. E o efluente apresentou características de esgoto doméstico em relação aos sólidos. Observou-se uma dispersão de dados muito elevada, isso pode ser atribuído ao pouco número de dados coletados e como consequência de problemas operacionais observados durante o período da pesquisa, em que na 3ª campanha houve a paralisação do sistema de lodos ativados.

Apenas em uma das coletas o valor da amostra atendeu ao estabelecido pela Resolução COEMA nº 02/2017, atendendo a legislação, em outras amostras não atenderam os valores permitidos.

A eficiência máxima de remoção ocorre para SST atingindo um valor de 80,12% mesmo assim mostrou-se inferior ao que é registrado na literatura, indicando possíveis falhas operacionais no monitoramento da ETE.

A avaliação das características em função do IVL mostrou que o sistema possuía na primeira coleta uma ótima sedimentabilidade, entretanto a eficiência de remoção de sólidos foi baixa. Enquanto nas últimas coletas observou-se pelo IVL que o lodo mostrou esse indicativo de péssima sedimentabilidade, o que pode vir a comprometer a qualidade do efluente e também a questão da recirculação. Isso pode ser atribuído a problemas operacionais devido o sistema ter ficado parado em um dos períodos de coletas.

Como se trata de um sistema mais sofisticado é importante ter um controle operacional melhor, então recomenda-se treinar adequadamente e acompanhar os operadores da ETE, a fim de que os mesmos adquiram conhecimento suficiente para operar o sistema de forma satisfatória.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.209: Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. 1992.
2. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20.ed. Washington: American Public Health Association, 1998.
3. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018.220 p.
4. BRASIL. Resolução CONAMA Nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 12 de abril 2018.
5. CEARÁ. GOVERNO DO ESTADO. Resolução COEMA nº 02, de 02/02/2017. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. Disponível em

- <<http://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/2017/03/Resolucao-Coema-02-2017.pdf>> Acesso em: 20 de abril 2018.
6. DE SOUSA, M.K.F.O. Avaliação da Qualidade do Efluente do Sistema de Lagoas de Estabilização da ETE CORTE 8 (SOBRAL-CE) e Estudo da Viabilidade de Reuso no Cultivo do Feijão Caupi. 2017. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Saneamento Ambiental)- Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, Departamento de Recursos Hídricos, Instituto Federal do Ceará, Sobral. 2017.
 7. DOS SANTOS, A.B. Avaliação Técnica de Sistemas de Tratamento de Esgotos. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007.
 8. IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, Censo de 2017. <Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2017/Sobral.pdf. Acesso em 28 de abril de 2018.
 9. JORDÃO, E.P.; DOS SANTOS, V.M.M.; DA CONCEIÇÃO, J.R.; SOBRINHO, P.A., 1997. Determinação do índice volumétrico de lodo numa concentração padrão. In: Anais do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais, CD-ROM. Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.
 10. JORDÃO, E.P; PESSOA, C.A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 7ªed. Rio de Janeiro: ABES 2014.
 11. MOTA, S. Introdução a Engenharia Ambiental. 4º ed. Rio de Janeiro, 2006.
 12. NUVOLARI, A. Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. EdgardBlucher: São Paulo, 2003.
 13. PEIXOTO, M. S. Avaliação técnica e operacional da estação de tratamento de esgotospor lodos ativados do campus do Pici da Universidade Federal do Ceará. 2008. 99p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
 14. PELETEIRO, C. S.; ALMEIDA, M.L.R. Dimensionamento, análise e comparação da viabilidade econômica de uma estação de tratamento de esgotos utilizando os processos de lodos ativados convencional e aeração prolongada. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.
 15. PIMENTEL, G. Curso de Estatística Experimental, 1985. Piracicaba-SP. ESALQ/USP.
 16. SOUSA, C. A. S. Estudo da Qualidade da Água do Reservatório Araras Por Meio do Índice dos Estados Tróficos. 2013. 13f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Saneamento Ambiental)- Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, Departamento de Recursos Hídricos, Instituto Federal do Ceará, Sobral. 2013.
 17. SOUZA, F. A. Avaliação da remoção de poluentes presentes em água de córrego urbano por sistemas biológicos. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Saneamento Ambiental)- Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, Departamento de Recursos Hídricos, Instituto Federal do Ceará, Sobral. 2017.
 18. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.
 19. VON SPERLING, M. Lodos Ativados. 3. Ed. Belo Horizonte: UFMG, 2012.