



## II-149 - MONITORAMENTO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICO – ESTUDO DE CASO

**Rafael Barreto Almada<sup>(1)</sup>**

Graduação em Química Industrial pela Universidade Federal Fluminense (UFF), mestrado em Engenharia Química pela COPPE – UFRJ, doutorando em Engenharia Química pela COPPE- UFRJ e professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ.

**Karla Gomes de Alencar Pinto**

Graduação em licenciatura e bacharel em química pela Universidade Federal Fluminense (UFF), mestrado em Química de Produtos Naturais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e doutorado em Ciências pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ.

**Jonatha Machado Lima**

Bolsista de iniciação científica e aluno do curso técnico de controle ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ.

**Renan Maia Fernandes**

Bolsista de iniciação científica e aluno do curso técnico de controle ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** IFRJ - Campus Nilópolis - Rua Lucio Tavares, 1045 – Centro - Nilópolis – Rio de Janeiro - CEP 26530-060 – Brasil - Tel: +55 (21) 2691-9808 - Fax: +55 (21) 2791-7670 - e-mail: ralmada@cefeteq.br

### RESUMO

O Campus Nilópolis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFRJ (antigo CEFET Química) possui uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do tipo lodo ativado por aeração prolongada que recebe águas residuais de cozinhas, banheiros e limpeza de pátios, corredores, etc. A referida ETE constitui-se basicamente de: gradeamento, elevatória, um tanque de aeração, decantador secundário, bomba de reciclo de lodo e tanque de lodo. O sistema de aeração se dá através do uso de difusores de ar contando com dois compressores. A vazão média da ETE, no período estudado, foi de 5,85 m<sup>3</sup>/h e a carga orgânica apresentou-se em torno de 30,74 Kg/d. O acompanhamento analítico da ETE foi realizado durante um período de seis meses, com análises constantes de diversos parâmetros físico-químicos e biológicos, possibilitando o controle operacional e analítico da estação. Este monitoramento da ETE é uma alternativa interessante no controle operacional de uma estação de tratamento de instituições de ensino, pois contribui com a qualidade de ensino dos cursos técnicos de saneamento e/ou controle ambiental no país, uma vez que insere os estudantes da instituição, principalmente os ligados à pesquisa científica e tecnológica, na realização de revisão bibliográfica permanente, estudo do manual da ETE, estudo dos principais parâmetros físico-químicos de caracterização de águas residuais, estudo sobre controle analítico e operacional de ETE. O tratamento apresentou remoção de carga orgânica, em termos de DBO, de aproximadamente, 96% e uma DQO de aproximadamente 98%. No que se refere aos nutrientes, como nitrogênio e fósforo, as eficiências de remoção foram baixas para o parâmetro fósforo, sendo de, aproximadamente, 56% e para nitrogênio de 95%. A eficiência para os RNFT foi de aproximadamente, 96%. Observando as legislações e normas vigentes no Estado do Rio de Janeiro, no que tange aos padrões de lançamento de efluentes, verifica-se o atendimento de alguns parâmetros físico-químicos, assim como identificamos possíveis distorções na operação da ETE que sugerem a continuidade do presente estudo. Este trabalho torna-se uma proposta interessante na relação ensino aprendizagem de uma Instituição de ensino que apresenta cursos na área de meio ambiente, pois agrega aos estudantes paralelamente as questões analíticas e operacionais diretamente ligadas aos processos de tratamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** tratamento de esgoto, lodo ativado, acompanhamento analítico, tratamento aeróbio, controle ambiental



## INTRODUÇÃO

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), situado na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, em seu Campus de Nilópolis, possui uma estação de tratamento de esgotos (ETE) destinada exclusivamente a tratar o esgoto de origem doméstica gerado nas atividades de ensino, pesquisa e extensão. A ETE iniciou o seu funcionamento simultâneo à inauguração da referida unidade de Ensino, há 14 anos, com o objetivo de atender as demandas do curso técnico de Saneamento e tratar efetivamente todo o esgoto proveniente dos banheiros, copa e cozinha da instituição. A ETE em questão deveria ser parte integrante das aulas de laboratório da disciplina de Sistemas Residuais da matriz curricular do curso. Entretanto, um longo prazo foi necessário para que efetivamente a ETE fosse utilizada nas atividades de ensino por iniciativa de um professor que começou a integrar a ETE às suas aulas de laboratório, buscando trabalhar os conteúdos pertinentes a disciplina de sistemas residuais, com foco nas operações unitárias que compunham a ETE.

No que se refere especificamente à disciplina, esta tem com um de seus objetivos agregar aos estudantes cabedal de conhecimentos e técnicas para caracterizar os despejos (afluente e efluente) da referida ETE. Assim como, com a devida caracterização realizada, estes também possam obter suas próprias conclusões a cerca da eficiência do processo de tratamento. Para atingir estes objetivos entre o período de 2001/2002, foi introduzida na disciplina uma nova metodologia de abordagem para as aulas práticas de laboratório, substituindo a tradicionalmente utilizada, para um sistema de rodízio de análises (PINTO, K. G. A., 2002) dos principais parâmetros físico-químicos de caracterização de águas residuais em substituição as determinações de cada parâmetro isoladamente por aula prática.

A ETE da Instituição sofre constantemente problemas de caráter operacional, tal como, carga dos efluentes líquidos gerados nos laboratórios químicos e numa operação de manutenção da piscina observou-se um aumento significativo na vazão da ETE que possui sua capacidade máxima para tratamento de até 42L/s, chegando-se a detectar vazões de 43,5L/s, o que acabou por comprometer o próprio tratamento. Estes problemas foram sanados, contudo, em função destes eventos, foi desenvolvido um programa de monitoramento periódico e contínuo da ETE, buscando melhorias na manutenção operacional da ETE contribuindo com a qualidade do ensino e pesquisa na instituição. Este programa foi criado a partir da inserção da instituição de um Programa Institucional de bolsas de iniciação científica e tecnológica, que estimulou a proposta de um projeto de pesquisa em 2007 que envolve o acompanhamento, monitoramento e controle da ETE. Algo que, até então (percorridos 12 anos), não tínhamos conseguido que fosse feito, às vezes por limitações técnicas, humanas e até orçamentárias.

O Projeto de monitoramento da ETE torna-se então uma alternativa interessante no controle operacional de uma estação de tratamento de uma instituição de ensino. Pois, contribui com a qualidade de ensino dos cursos técnicos de saneamento e/ou controle ambiental no país, uma vez que insere os estudantes da instituição, principalmente os ligados à iniciação à pesquisa científica e tecnológica, na realização de revisão bibliográfica permanente, estudo do manual da ETE, estudo dos principais parâmetros físico-químicos de caracterização de águas residuais, estudo sobre controle analítico e operacional de ETE's. Além de aplicação dos conceitos e desenvolvimento de técnicas de preparo e padronização de soluções; preparo de protocolo de amostragem; elaboração de cronograma para monitoramento analítico; preparação dos protocolos das análises para fins de registro no laboratório; efetivo controle analítico da ETE com análises semanais e mensais necessárias. E ainda, compreender o funcionamento completo da ETE e identificar suas limitações.

## OBJETIVO

Monitoramento da Estação de tratamento biológico por lodo ativado na variante aeração prolongada por estudantes do curso técnico de controle ambiental de instituição de ensino técnico e tecnológico localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro, realizando um controle analítico através dos parâmetros operacionais fundamentais do processo de lodos ativados, integrando a relação ensino-aprendizagem, pesquisa e controle operacional.



## METODOLOGIA

A ETE em estudo opera pelo processo de Lodo Ativado na variante aeração prolongada. O processo de aeração prolongada se baseia na aplicação de pequena carga orgânica à biomassa e em decorrência, baixa produção de lodo se comparado ao sistema de lodo ativado convencional. Outro fator importante nesta variante é a ausência de decantador primário, sendo o afluente lançado diretamente no tanque de aeração. A referida ETE constitui-se basicamente de: gradeamento, elevatória, um tanque de aeração, decantador secundário, bomba de reciclo de lodo e tanque de lodo. O sistema de aeração se dá através do uso de difusores de ar contando com dois compressores. Na figura 01 é possível observar a ETE do IFRJ.



**Figura 01: ETE- LODO ATIVADO POR AERAÇÃO PROLONGADA**

A eficiência do processo deste tratamento está relacionada a diversos fatores, tais como: vazão  $Q$  (L/s); no tanque de aeração: concentração de sólidos, carga mássica (F/M) e idade do lodo ( $\theta$ ); concentração de oxigênio dissolvido (OD); sedimentabilidade; índice volumétrico de lodo (IVL); pH; DQO, DBO, nutrientes, microbiologia do lodo, entre outros.

Foram analisados, neste estudo, alguns parâmetros físico-químicos para o controle da ETE, sendo estes: turbidez, vazão afluente, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio amoniacal, nitrogênio total kjeldahl (NTK), fósforo solúvel, resíduos não-filtráveis totais (RNFT), sólidos sedimentáveis (SS); nos tanques de aeração, decantador e tanque de lodo: pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD) e SS. A amostragem foi realizada através da coleta manual de amostras compostas com base no fluxo diário de afluente, ou seja, amostragem proporcional à vazão. A preservação das amostras, os volumes mínimos e os protocolos de análises foram baseados nas recomendações de AWWA (2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O afluente foi coletado no medidor Parshall onde o fluxo de despejo é bem misturado, isso contribui para homogeneização da amostra e, por consequência, para a melhor representatividade dos resultados. Já o efluente foi coletado na saída do decantador secundário. A vazão média da ETE, no período estudado, foi de  $5,85\text{m}^3/\text{h}$  e a carga orgânica apresentou-se em torno de  $30,74\text{ Kg/d}$ . Deve-se ressaltar que a ETE em estudo recebe apenas esgoto sanitário, ou seja, águas residuais de cozinhas, banheiros e limpeza de pátios, corredores, etc.

Na Tabela 1 é observada a faixa de variação dos parâmetros nas amostras afluente e efluente a ETE no período estudado de Junho a Dezembro de 2008.



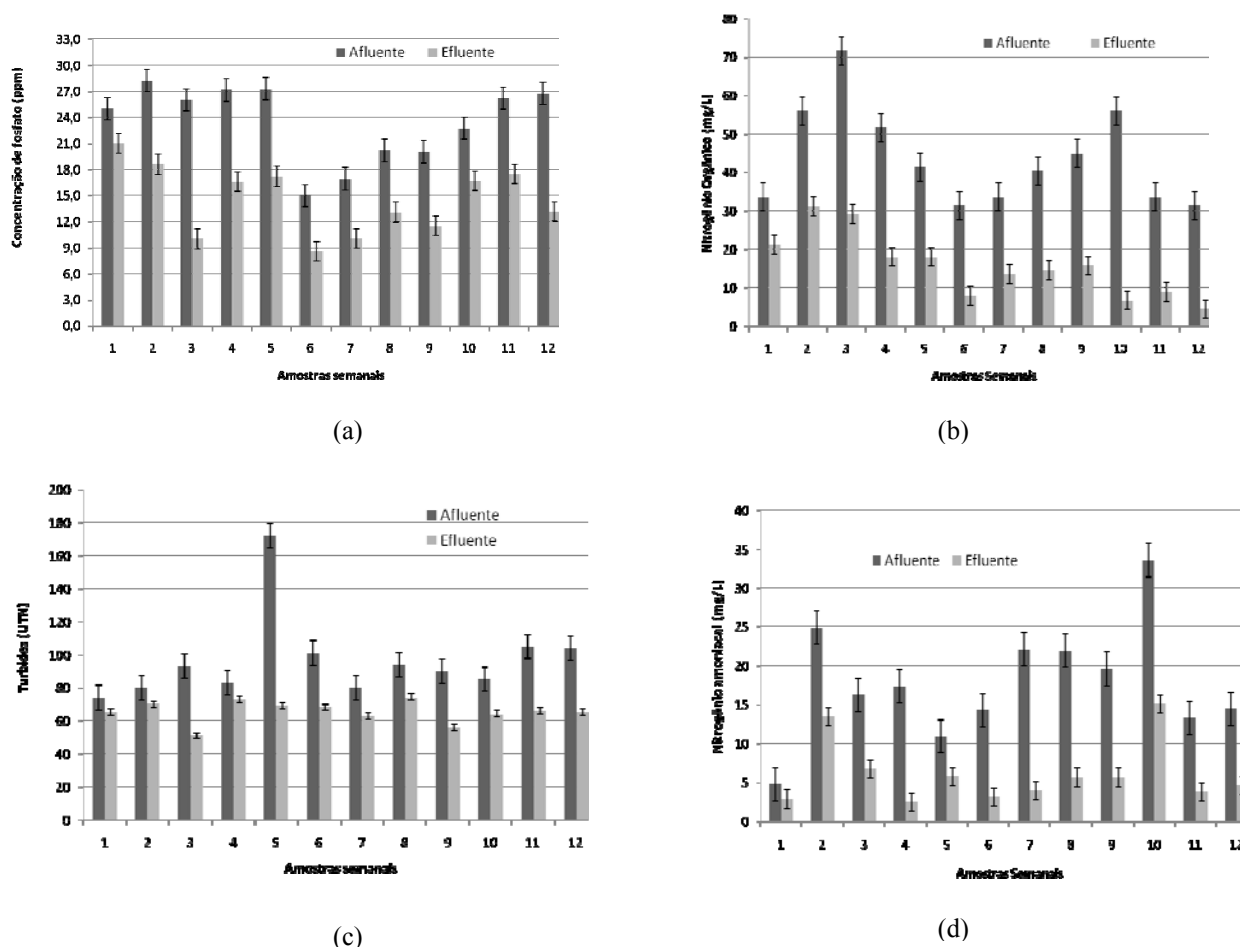
**Tabela 1: Variação dos resultados dos principais parâmetros nas amostras da ETE e suas eficiências de remoção**

<b>Parâmetro</b>	<b>Afluente</b>	<b>Efluente</b>
Turbidez(NTU)	74-172	51-72
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	160,0-367,2	35,2-165,6
DBO (mg O <sub>2</sub> /L)	50,7-98,6	9,19-65,7
Fosfato(mg/L)	16,9-28,2	8,6-21,0
Namoniacal(mg N/L)	4,8-33,6	2,8-13,4
Norgânico(mg N/L)	31,4-71,6	4,5-31,2
R.N.F(mg/L)	1,91-5,59	0,59-8,49
S.D(mg/L)	0,10-8,40	0,32-40,61
S.S(cm <sup>3</sup> /L)	<0,05-5,0	<0,05-1,4

Evidenciadas as significativas variações nos resultados obtidos, durante os ensaios, optamos, para efeito dos cálculos de eficiência de remoção, usar os maiores e menores valores obtidos nas análises das amostras afluentes e efluentes, respectivamente. Assim, numa aproximação, a ETE em estudo, apresentou uma remoção de carga orgânica, em termos de DBO, de aproximadamente, 96% e uma DQO de aproximadamente 98%. No que se refere aos nutrientes, como nitrogênio e fósforo, as eficiências de remoção foram baixas para o parâmetro fósforo, sendo de, aproximadamente, 56% e para nitrogênio de 95%. A eficiência para os RNFT foi de aproximadamente, 96%. O esgoto efluente à ETE mostrou, no período de realização do estudo, valores de sólidos sedimentáveis inferiores a 1,0 mL/L e baixa turbidez.



Já na Figura 02 é possível observar a variação dos diversos parâmetros em função das amostras semanais realizadas durante o período do acompanhamento da ETE.



**Figura 02: Alguns resultados dos parâmetros analisados na ETE do IFRJ: (a) fosfato, (b) Nitrogênio orgânico, (c) Turbidez e (d) Nitrogênio Amoniacal**

O lodo formado na ETE tem baixa sedimentabilidade, uma possível explicação para este fato é que pode estar ocorrendo um desequilíbrio entre bactérias filamentosas, responsáveis pela formação da macroestrutura e bactérias formadoras de flocos, ou ainda o atual tempo de retenção hidráulica pode ser inadequado. O tempo atual de retenção é de 19 horas.

De acordo com a DZ-215.R-4 da FEEMA, a remoção da DBO deve ser de pelo menos 80%. Segundo o manual da ETE, as análises realizadas a partir de amostras efluentes ao tratamento desta ETE em estudo devem apresentar valores de DBO inferiores a 10mg/L, com uma eficiência de 96% de remoção, o que não foi observado em nenhum momento durante o período de estudo, porém deve-se ressaltar que a eficiência calculada utilizando o maior valor afluente e o menor efluente atinge as remoções exigidas no manual e na legislação vigente, já que esta é de 96%. Quanto à DQO, nas legislações vigentes, não há especificação deste parâmetro para lançamento. Entretanto, quanto mais elevada a eficiência de remoção menor concentração de



matéria orgânica será identificada no efluente. Percebe-se, então que há uma menor concentração de matéria orgânica no efluente à ETE, já que a remoção desse parâmetro chega até 98%.

Os valores obtidos para sólidos sedimentáveis (SS) enquadram-se nas legislações vigentes e no requerido pelo manual da ETE, os quais estabelecem um valor de até 1,0mL/L, pois muitas das vezes não são detectáveis (ND) .

A NT-202.R-10 da FEEMA, estabelece que a concentração de nitrogênio total deve ser de até 10mg/L, mostrando que o esgoto efluente à ETE muitas vezes não atende ao previsto na legislação, bem como no que se refere ao padrão de fósforo, que segundo a mesma norma, o lançamento de fósforo total não deve exceder a 1,0 mg/L.

## CONCLUSÕES

Observando as legislações e normas vigentes no Estado do Rio de Janeiro, no que tange aos padrões de lançamento de efluentes, verifica-se o atendimento de alguns parâmetros físico-químicos, assim como identificamos possíveis distorções na operação da ETE que sugerem a continuidade do presente estudo.

A sistematização destes resultados promoverá em médio prazo informações importantes sobre as condições de manutenção para que haja um controle e monitoramento adequado para atender a eficiência de remoção de carga orgânica contribuindo para disposição de uma água residual de qualidade para o sistema público de drenagem.

Este trabalho torna-se uma proposta interessante na relação ensino aprendizagem de uma Instituição de ensino que apresenta cursos na área de saneamento, pois agrega aos estudantes paralelamente as questões analíticas e operacionais diretamente ligadas aos processos de tratamento. Assim que todos os problemas operacionais forem sanados, poderá vislumbrar a reutilização do efluente tratado, o que poderá contribuir em muito para o uso racional da água no âmbito da Instituição que além de tratar seu próprio efluente no controle de poluição ainda utiliza a ETE como laboratório de ensino, pesquisa e extensão junto ao corpo discente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AWWA; WEF; APHA; Standard Methods for the Examination of Water e Wastewater; 21 st Edition. USA, 2005.
2. CONAMA. Resolução N.º 357 – 17 de março 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2005.
3. FEEMA, NT 202 R 10. Estabelece critérios e padrões para o lançamento de efluentes líquidos. Publicada no DOERJ de 12 de dezembro de 1986.
4. PINTO, K. G. A.; Metodologia para o Ensino de conceitos relativos ao Desempenho de Estações de Tratamento de Esgotos. In: 25a RASBQ- Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Poços de Caldas MAI/2002.