

## II-232 - AVALIAÇÃO DO REATOR DE FLUXO PISTONADO PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICO, COM FILTRO DE ZEÓLITAS E CONCHAS CALCÁRIAS

**Fausto Batista Alves dos Santos<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil (PUC-GO). MBA em Gestão Empresarial (FGV). Superintendente do Interior-SUINT na Saneamento de Goiás S/A- SANEAGO.

**Mildo Campos Salgado<sup>(2)</sup>**

Gestor Ambiental pela Faculdade Universo, Especialização em Análise Ambiental pela Faculdade Mauá, Técnico em Saneamento pela Escola Técnica Federal de Goiás. Coordenador das ETE isoladas no entorno de Goiânia, na Companhia de Saneamento de Goiás S/A- SANEAGO.

**Adriana de Souza Ribeiro Feitosa<sup>(3)</sup>**

Especialista em Gestão em Química e Ambiente (Universidade Federal de Goiás, 2013). Farmacêutica-Bioquímica (Instituto Unificado de Ensino Superior Objetivo-2008). Técnica Industrial em Saneamento na Companhia de Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO.

**Felipe João Carvalho Filho<sup>(4)</sup>**

Licenciado em Ciências Biológicas, pela Universidade Federal de Goiás - UFG, Mestre em Biodiversidade Vegetal pela Universidade Federal de Goiás - UFG, Biólogo na Companhia de Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO.

**Carlos Roberto Alves dos Santos<sup>(5)</sup>**

Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas, pela Universidade Católica de Goiás-UCG, Mestre em Biologia-Ecologia pela Universidade Federal de Goiás-UFG, Téc. Em Saneamento pela Escola Técnica Federal de Goiás e Gerente de Prot. Ambiental e Qualidade do Produto da Companhia de Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO.

**Endereço<sup>(5)</sup>:** : Rua Com. Negrão Lima, 351, Apto 1001, torre I Res. Portal das Dunas– Setor Negrão de Lima - Goiânia- Goiás - CEP: 74650-030 - Brasil- Tel: +55 (62) 8162-6084 e-mail: [crasanto@gmail.com](mailto:crasanto@gmail.com).

### RESUMO

A Estação de Tratamento de Esgoto – SISTEG, faz uso de um Sistema Natural de Tratamento de Efluentes-SISNATE, empregando biotecnologia, sendo instalado uma unidade piloto na ETE Campos operando, com uma vazão média de 0,5 L/s, recebendo esgoto do condomínio residencial Campos Dourados na região sudoeste de Goiânia. O processo de tratamento é constituído por tratamento preliminar (com caixa de areia), seguido de caixa de gordura, reator de fluxo pistonado (RFP) com lodo ativado, seguido por um filtro anaeróbio. O sistema de tratamento é inteiramente biológico, os custos de implantação são considerados baixos, de fácil operação, não há necessidade de aeração e mínima produção de lodo. Esses fatos possibilitaram a realização do teste piloto desta concepção de tratamento, visando qualificar e identificar nova alternativa técnica para melhorias na operação, tendo em vista os requisitos legais e normativos a serem cumpridos. Este trabalho compreende os resultados de registros de maio de 2014 a março de 2015 das observações feitas pelas medições na ETE e do monitoramento do efluente pelo Laboratório Central de Esgoto da SANEAGO. O sistema apresentou de fácil operação, com perspectivas de baixo custo e os resultados preliminares do sistema piloto, apresentaram-se promissores para o fim que se destina.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomassa, Reator de Fluxo Pistonado (RFP), ETE Campos Dourados.

### INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento Campos Dourados foi inaugurada em 2008 para atender a uma população de 2.000 habitantes e tratar uma vazão de 4 L/s, hoje, atende uma população de 800 habitantes e recebe em média 1,01 L/s.

O sistema é composto por tratamento preliminar (com caixa de areia), caixa de gordura, seguido de um reator UASB, biofiltro, decantador secundário e ultra violeta.

A equipe da área de esgoto da SANEAGO, em uma viagem ao estado de Santa Catarina, obteve-se informações sobre Sistema Natural de Tratamento de Efluentes-SISNATE um processo de tratamento de esgoto pelo uso de biotecnologia, com excelentes resultados na eliminação de matéria orgânica, DBO, Sólidos Suspensos, que poderiam atender aos parâmetros de tratamento de efluentes. Além destas localidades, já é utilizado por alguns empreendimentos de lazer no município de Caldas Novas-GO e, em alguns empreendimentos particulares no estado de Goiás, na região nordeste e na região sul do país.

Em função dos custos operacionais e de manutenção do sistema de tratamento já instalado na atual estação de tratamento de esgoto, iniciou-se um projeto piloto no mês de maio de 2014, com a instalação do sistema de tratamento biológico, tendo início de operação no mês de junho de 2014 para qualificação como alternativa sustentável no tratamento de efluentes domésticos.

O sistema de tratamento biológico foi instalado utilizando parte do tratamento existente (preliminar - caixa de areia, caixa de gordura) seguido pelo desvio no fluxo do afluente para o novo sistema, sendo que, na eventual ocorrência de uma maior vazão, haverá o direcionamento desta vazão excedente para o sistema original.

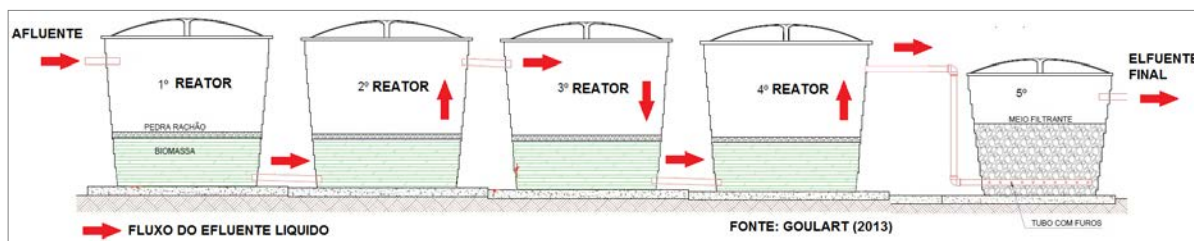
O novo sistema de tratamento é constituído por um Reator de Fluxo Pistonado (RFP) com lodo ativado, seguido por um reator de filtro anaeróbio com zeólitas, caracterizado por ser inteiramente biológico, sendo de fácil operação, reduzida produção de lodo e aeração, com custos de implantação baixos.

Devido as alterações operacionais implementadas para qualificação do tratamento biológico, é imprescindível avaliarmos os efeitos obtidos, buscando entender o processo atual, afim de identificar as ferramentas técnicas para melhorias na operação desta nova concepção do tratamento, tendo em vista os requisitos legais e normativos a serem cumpridos.

Este estudo compreende os registros de junho de 2014 a março 2015 das observações feitas pelas medições na ETE e do monitoramento do efluente pelo Laboratório Central de Esgoto da SANEAGO.

## MATERIAIS E METODOS

A vazão para este sistema de tratamento piloto é de 1,5L/s com um tempo de detenção 9,88 horas (Fig.1) é constituído por um Reator de Fluxo Pistonado (RFP) com lodo ativado, seguido por um reator de filtro anaeróbio com zeólitas e conchas calcárias, caracterizado por ser inteiramente biológico, sendo de fácil operação, utilizando bambu como substrato (estrutura abaixo da pedra rachão) para os micro-organismos, neste processo biológico.



**Fig.1- Esquema do sistema de tratamento piloto de esgoto sanitário com reator de fluxo pistonado.**

O resultados deste estudo compreende os registros de junho de 2014 a março 2015 das observações feitas pelas medições do Laboratório Central de Esgoto da companhia de saneamento de Goiás e nos três primeiros meses de operação, pelo Laboratório operacional da ETE Campos Dourados. As avaliações deste sistema esta prevista para um período aproximado de dois anos, afim de consolidar as informações operacionais obtidas pelo uso dessa biotecnologia.

A área de estudo compreendeu o afluente da ETE Campos Dourados na cidade de Goiânia-Go., tendo como proposta a avaliação por um período de dois anos para a qualificação do sistema piloto de tratamento biológico de efluentes com filtro de zeólitas e conchas calcárias.

A avaliação da eficiência do tratamento proposto foi através dos seguintes parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Suspensos Totais (SS), Sólidos Sedimentáveis (Ssed), pH, e microbiológico, através da análise da *Escherichia coli* – (EC). Os ensaios laboratoriais foram realizados pela companhia de saneamento conforme metodologia recomendada pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

Na caracterização dos dados foi utilizado as medidas de posição (média, mediana, máximo e mínimo) e de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação). Para medir a associação entre as variáveis foi utilizada a correlação de Pearson.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 encontra-se os registros mensurados pelo Laboratório Central de Esgoto-LCE, com elevadas temperaturas, pH predominantemente neutro (71,8% dos dados) com baixas ocorrências oscilando de ácido(10,3% dos dados) a básico(17,9%). A temperatura do esgoto e o potencial hidrogeniônico foram as únicas variáveis que apresentaram menor dispersão, sugerindo portanto maior homogeneidade na concentração entre as amostras coletadas, no período analisado.

É um sistema tipicamente anaeróbio, os registros de oxigênio dissolvido evidenciaram níveis não detectáveis. Os resultados de sólidos totais apresentaram uma remoção média de 38,8,3% ±14,1, os sólidos suspensos 65,5% ±17,4 e os sedimentáveis 97,4%(Tabela 2), com relevante associação entre sólidos suspensos e turbidez, que registrou um coeficiente de correlação  $r = 0,82$ .

Estes resultados obtidos no período avaliado sugerem promissores para a remoção dos sólidos, tendo em vista as adequações(ajuste na vazão, troca do meio filtrante e inoculação) que foram implementadas no decorrer da operação do sistema piloto.

**Tabela 1–Dados das observações do Laboratório Central de Esgoto de maio/14 a março/15 da ETE SISTEG e valores de posição e dispersão. Temperatura do esgoto –TEG, DBO5- demanda bioquímica de oxigênio(mg/LO<sub>2</sub>);DBOf- DBO filtrada, DQO-demanda química de oxigênio (mg/LO<sub>2</sub>); potencial hidrogeniônico; ST-sólidos totais(mg/L); OG-óleos e graxas, OD-oxigênio dissolvido, SS-sólidos suspensão(mg/L), C. Variação-Coeficiente de Variação(%) e E.Coli-*Escherichia coli* (NMP/100ml).**

	ESTATISTICA	TEG	DBO5	DBOf	DQO	pH	ST	OG	OD	SS	E.Coli
AFLUENTE	Máxima	29,0	510,0	375,0	1342,0	8,4	1104,0	452,4	0,0	489,0	7,70E+007
	Média	25,8	342,5	195,4	954,8	7,7	992,3	209,3	0,0	392,2	1,84E+007
	Mediana	26,0	333,0	165,0	1000,5	7,8	962,0	162,5	0,0	411,5	1,50E+007
	Minima	23,0	225,0	128,0	425,0	6,7	911,0	59,8	0,0	207,0	9,00E+005
	D. Padrão	1,8	84,4	88,7	201,8	0,5	100,0	170,4	0,0	107,0	2,15E+007
	C. Variação %	6,9	24,7	45,4	21,1	6,7	10,1	81,4	NA	27,3	116,8
EFLU. FINAL	Nº amostra	7,0	19,0	7,0	20,0	20,0	3,0	4,0	3,0	6,0	11,0
	Máxima	26,0	330,0	192,0	825,0	7,7	808,0	73,6	0,0	260,0	2,40E+007
	Média	25,2	157,2	140,4	497,4	7,2	616,0	60,9	0,0	165,0	7,60E+006
	Mediana	25,5	120,0	144,0	503,0	7,2	624,0	61,8	0,0	174,5	3,60E+006
	Minima	23,0	42,0	66,0	201,0	7,0	416,0	47,4	0,0	57,0	6,90E+005
	D. Padrão	1,2	93,7	47,5	218,5	0,2	196,1	13,1	0,0	79,3	8,97E+006
EFLU. FINAL	C. Variação %	4,6	59,6	33,9	43,9	2,6	31,8	21,5	NA	48,1	118,0
	Nº amostra	6,0	17,0	5,0	19,0	19,0	3,0	3,0	5,0	6,0	10,0

NA- não aplicável

Os valores de óleos e graxas (tabela 1) registrados no efluente final estiveram baixos em relação ao recomendado pela legislação, o mesmo não foi observado para o índice de E.coli, que apresentaram valores elevados no efluente final.

**Tabela 2–Dados das observações do Laboratório de operação de junho a agosto/14 da ETE SISTEG e valores de posição e dispersão. TEG-temperatura do esgoto (°C); SS-sólidos suspensão(mg/L); Ssed-sólidos sedimentáveis(ml/L/h) e TUR-turbidez(NTU).**

ESTATÍSTICA	AFLUENTE				EFLUENTE FINAL				REMOÇÃO MÉDIA %		
	TEG	SS	Ssed	TUR	TEG	SS	Ssed	TUR	SS	Ssed	TUR
MAXIMO	26,0	809,0	7,5	593,0	27,0	363,0	1,0	253,0			
MÉDIA	24,4	450,5	3,3	317,3	24,1	263,6	0,1	176,5			
MEDIANA	24,5	424,0	3,0	300,0	24,0	258,0	0,0	173,0			
MODA	25,0	418,0	3,0	290,0	23,0	213,0	0,0	148,0			
MINIMO	21,0	247,0	1,0	144,0	21,0	190,0	0,0	128,0	41,5	97,4	44,4
D.PADRÃO	1,0	128,4	1,8	95,0	1,2	39,1	0,2	29,8			
COEF. VARI.%	4,1	28,5	54,1	29,9	4,9	14,8	269,2	16,9			
Nº amostra	55,0	55,0	53,0	55,0	22,0	22,0	19,0	22,0			

Quanto aos registros de matéria orgânica (tabela 1) como DBO<sub>5</sub> e DQO, verificamos uma elevada relação DQO/ DBO<sub>5</sub> tanto afluente como efluente, estando entre 2,9± 0,8 a 3,4±1,0 respectivamente, muito próximas entre si. Albuquerque *et al*(2009) menciona que esta relação na saída do tratamento, tende a aumentar devido a redução da fração biodegradável, associando-se a eficiências de remoção de DBO<sub>5</sub> elevadas, o que foi observado nestes resultados apresentando um coeficiente de correlação  $r = 0,53$ . A remoção média de DBO<sub>5</sub> total registrada foi de 56 %± 27%, registrando uma DBO filtrada sempre menor que a total, e representando uma mediana de 42,5% ± 12,1% da DBO<sub>5</sub> total afluente e efluente.

Este tipo de sistema, já é utilizado por alguns empreendimentos de lazer no município de Caldas Novas- Go e na região sul do Brasil, com satisfatórios resultados para a remoção de DBO<sub>5</sub> total. Até o presente momento, este sistema piloto encontra-se em fase de amadurecimento, com adequações técnicas que foram implementadas recentemente, para atender aos requisitos das condições e padrões legais de lançamento de efluentes líquidos em corpos receptores.

## CONCLUSÕES

Com base nas observações realizadas, algumas considerações podem ser relacionadas abaixo:

- os registros, evidenciaram uma elevada temperatura do esgoto afluente e efluente final, com um pH oscilando de ácido a básico e em torno do neutro. Foram as duas variáveis que apresentaram menor dispersão, portanto maior homogeneidade na concentração entre as amostras coletadas;
- É um sistema tipicamente anaeróbio, o oxigênio dissolvido apresentou níveis não detectáveis;
- Os resultados de sólidos, evidenciou uma satisfatória redução dos sedimentáveis e relevante remoção dos suspensos, que apresentou expressiva associação com a turbidez ;
- Os valores de óleos e graxas no efluente final estiveram baixos, o mesmo não foi observado o índice de E. coli;
- A matéria orgânica como DBO<sub>5</sub> e DQO, foi registrado uma elevada relação tanto afluente como efluente;
- A remoção média de DBO<sub>5</sub> total efluente registrada foi relevante contudo com baixa frequência de valores acima do recomendado;

O sistema apresentou de fácil operação, com perspectivas de baixo custo e os resultados preliminares do sistema piloto, apresentaram-se promissores para o fim que se destina. A busca de tecnologias de tratamento de baixo custo e fácil operação, associado com efluente dentro de satisfatórios padrões de emissão, deve ser objeto de investigação afim de viabilizarmos a universalização do saneamento em nosso país a curto prazo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington, DC: APHA, 2005.
2. PESSOA, C.A- Tratamento de esgotos domésticos- Concepções clássicas de tratamento de esgotos.vol 1.2ed.Rio de Janeiro.ABES.1982.
3. Von Sperling, M- Principios básicos do tratamento de esgotos.DESA.v2.211p.1996.
4. GOULART,F.S – Projeto da Estação de tratamento de esgoto sanitário-SISTEG CONSULTORIA EM TRATAMENTO DE EFLUENTES.2013.
5. [www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0549-3.pdf-Consulta](http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0549-3.pdf-Consulta) em 26/09/14-Albuquerque,C.G; Tavares, R. G; Silva,V.P. & Bione M.A.A.-Relação entre os valores de DQO e DBO da estação de tratamento de esgoto de Peixinhos em Olinda-PE.2009
6. LIMAS, G. S.; LIMAS, A. M.; FILHO, J. L.; KOBASHIGAWA, A.; GOULART, F.S. Tratamento de Esgotos Sanitários e Efluentes Industriais pela Via Anaeróbia Sistema SISTEG-SISNATE<sup>®</sup>. Laguna/SC. 2012.