

24º. Encontro Técnico AESABESP Norma para elaboração dos Trabalhos Técnicos

T

AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ETES DE ACORDO COM O PROCESSO DE TRATAMENTO ADOTADO

Fernando R. da Matta Baptista ⁽¹⁾

Engenheiro Agrônomo, MSC Engenharia Ambiental, Chefe da Divisão de Coleta e Tratamento de Esgoto da CESAN

Luiz Claudio Victor Rodrigues, Engenheiro de Produção Civil, Gerente de Coleta e Tratamento de esgoto da CESAN

Endereço⁽¹⁾: Avenida Gelu Vervloet, 395, Bairro Aeroporto, Vitória- ES-CEP 29.000.000 - Brasil - Tel: +55 (27) 2127-6760- Fax: +55 (27) 2127-6751 - e-mail: fernando.baptista@cesan.com.br.

RESUMO

O estudo em questão apresenta uma síntese dos custos unitários afetos apenas a etapa de tratamento do esgoto realizado em Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) no ano 2011, para a vazão (Q) atual e para a vazão de 50% da Q de projeto.

Os levantamentos indicaram que os custos unitários de tratamento de esgoto variaram de R\$0,40/m³ em processo de tratamento tipo UASB com biofiltro aerado a R\$1,29/m³ em processo que utilizou o UASB/Reator anaeróbio, considerando a vazão atual de tratamento para cada grupo de ETE distribuída por processo de tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Custo unitário de tratamento de esgoto, processo de tratamento de esgoto, tratamento de esgoto, vazão de tratamento de esgoto.

OBJETIVOS:

- Conhecer os custos unitários de operação das ETEs da Grande Vitória de acordo com o processo de tratamento utilizado pela CESAN, e;
- Comparar os custos unitários das ETEs, agrupadas de acordo com o processo de tratamento, considerando a Q atual e a Q de 50% do projeto.

INTRODUÇÃO

O custo unitário de coleta e tratamento do esgoto calculado pelas companhias de saneamento poderia também ser obtido através dos rateios dos custos operacionais específicos dos processos de coleta e tratamento de esgoto, acrescidos das despesas administrativas (BDI, depreciação, rateios, outros), dividido pela quantidade de esgoto coletado e/ou tratado em m³. Mas a cobrança pela contraprestação dos serviços de coleta e tratamento de esgoto é realizada utilizando-se um percentual sobre o valor da tarifa cobrada para a água (de 60% a 100%).

Esta situação ocorre, pois os custos operacionais diferem para cada sistema de coleta e tratamento de esgoto em função da conformação da bacia de contribuição, do quantitativo de redes e elevatórias, do processo de tratamento utilizado e outros fatores que contribuem para a variabilidade dos custos de operação e manutenção do sistema.

O estudo em questão apresenta uma síntese dos custos unitários afetos apenas a etapa de tratamento realizado em Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) no ano 2011, desconsiderando custos relacionados com a coleta, recalque de esgoto, manutenção das redes coletoras e de recalque e custos administrativos (BDI, depreciação, rateios, outros), visando avaliar as diferenças existentes entre os diversos processos de tratamento para a vazão (Q) atual e para a vazão de 50% da Q de projeto.

É importante frisar que existem despesas correntes (custos fixos) que são custeadas independentemente da quantidade de esgoto a ser tratado, tais como mão de obra, transmissão de dados, manutenção, vigilância patrimonial, zeladoria, controle de odores, manutenção dos equipamentos e das estruturas civis, monitoramento ambiental e outros que não são diretamente impactados pelo volume de esgoto a ser tratado, ou seja, são despesas operacionais fixas que havendo maior ou menor quantidade de esgoto não deixarão de ser remuneradas.

Outras despesas estão relacionadas diretamente ao volume de esgoto, o tipo de tratamento utilizado em função do efluente final desejado, conforme ao corpo receptor projetado e custos variáveis, tais como energia em sistemas com aeração ou recalque interno, água e polieletrólito em processo de centrifugação para desaguamento de lodo, água em aspersores para “quebrar” escuma e/ou espuma, cal para produção de biossólido, transporte e destinação final de resíduos, ou seja, quanto maior o volume de esgoto maior o consumo de energia para funcionamento dos aeradores, maior a geração de lodo e conseqüentemente aumento do número de horas de funcionamento da centrífuga com mais gasto de cal e polieletrólito na produção de biossólido, maior a quantidade de resíduos (areia, lodo e resíduo de gradeamento), elevando o custo de operação e manutenção das ETEs.

O projeto de uma ETE leva em consideração um horizonte de 30 anos de duração onde, findo este período, a unidade não teria mais capacidade para tratar o volume de esgoto a ser recebido. Neste período a cobrança da tarifa deve remunerar os custos diretos de operação e manutenção da ETE, as despesas administrativas e também a depreciação do ativo investido na implantação da ETE, de modo que no decorrer deste prazo a empresa possa juntar recurso suficiente (capital) para implantar uma nova unidade em substituição a antiga. Mas para que isto ocorra é necessário que a ETE receba esgoto em percentual crescente até atingir 100% de sua capacidade de tratamento projetada para ocorrer 30 anos depois de sua implantação.

Portanto é comum que o custo unitário de operação seja mais elevado em ETEs novas e com menor vazão, decrescendo ao longo do tempo quando o volume de esgoto aumenta até chegar a Vazão (Q) de Projeto.

CONSIDERAÇÕES

Para a realização deste estudo, foram considerados os seguintes parâmetros:

- Os dados referem-se aos custos operacionais das ETEs da Grande Vitória levantados apenas no período de janeiro a dezembro de 2011;
- Os custos de monitoramento ambiental relativos às análises laboratoriais do esgoto bruto e do efluente foram cotados no mercado (: Laboratórios particulares da Região da Grande Vitória em 2011) uma vez que o laboratório da CESAN ainda não apropriou custos unitários das análises que realiza.
- A partir de 2007, com o advento da Outorga para lançamento de efluente em corpos hídricos, o projeto da ETE depende da qualidade e da capacidade de diluição do corpo receptor, o que tem levado a adoção de tecnologias de custos mais elevados.
- Dentre os custos que não foram considerados neste estudo de caso cita-se:
 - Custos de manutenção eletromecânica das ETEs com aeração mecanizada;

- Custos com destinação final de resíduos da Unidade Gerenciadora de Resíduos (UGR) ao aterro sanitário;
 - Custos de monitoramento de corpos receptores para atendimento a Outorga, e;
 - Custos de melhorias como aplicação de produto para controle de odor nas ETEs Camburi, Valparaíso e Jacaraípe.
- Alguns custos específicos de operação e/ou manutenção de determinadas ETEs foram considerados neste estudo, tais como remoção de fósforo na ETE CIVIT II, vigilância patrimonial da ETE Camburi, alarme e monitoramento remoto na ETE Santa Tereza, estando embutidos em itens como serviços de melhoria e conservação de ETEs.

METODOLOGIA

Na apropriação de custos unitários das ETEs considerou-se os principais itens de custeio direto necessários sua operação, manutenção/conservação e monitoramento ambiental, considerando os seguintes custos:

- a) Custo da mão de obra direta de operação;
- b) Custo de remoção e transporte de resíduos das ETEs para a Unidade Gerenciadora de Resíduos (UGR) situada no Bairro CIVIT I;
- c) Custo de energia elétrica;
- d) Custo com serviços de conservação e melhorias na estrutura física, incluindo remoção química de nutriente (ETE CIVIT II), e;
- e) Custo com Monitoramento ambiental do esgoto bruto, efluente e corpo receptor e monitoramento de parâmetros operacionais (OD, pH, temperatura e SSV) das ETEs.

As ETEs foram distribuídas de acordo com o processo de tratamento para se obter um custo unitário médio para cada grupo de ETEs. Os processos de tratamento atualmente em operação na Grande Vitória são os seguintes:

- Lagoas de estabilização sem aeração;
- Lagoas de estabilização com aeração
- Fossa filtro
- UASB com biofiltro aerado
- Lodo ativado com aeração prolongada
- UASB
- Lodo Ativado com Nitrificação/Desnitrificação - LAND

O custo unitário de tratamento de cada ETE foi obtido a partir da divisão do seu custo operacional médio mensal, pela vazão média mensal ou pela vazão de 50% de fim de plano ou de projeto, obtendo-se um valor em R\$/m³.

O custo unitário de cada processo de tratamento é a média dos custos unitários do grupo de ETEs que pertencem a cada processo.

Considerando que o custo operacional unitário varia consideravelmente em função da vazão de tratamento, levantou-se o custo unitário para vazão atual das ETEs, e o custo unitário para a vazão a 50% da vazão de projeto. Isto possibilitou a comparação entre os custos unitários a diferentes vazões de tratamento com aquela fixada em 50% da Q de projeto, para cada tipo de tratamento utilizado.

RESULTADOS

Os resultados demonstraram diferenças consideráveis entre os custos unitários de tratamento em diferentes processos utilizados atualmente pela CESAN no tratamento do esgoto gerado na região da Grande Vitória.

Planilha 1 - Processos de tratamento, as ETEs o somatório da vazão atual, o somatório da Q de projeto (final), o percentual de esgoto tratado em relação a capacidade total instalada e o número de ETEs por processo de tratamento.

Processo de tratamento	ETEs	Vazão atual (l/s)	Vazão de Projeto (l/s)	Relação Qatual/Qprojeto	Nº de ETEs
Lagoas de Estabilização	Nova Almeida, Nova Rosa da Penha, Furnas, Jardins, Vale Encantado, Vila Bethania, Cidade Continental, Barcelona, CIVIT I, Flexal, CIVIT II, Nova Carapina, Laranjeiras, Feu Rosa, Mata da Serra, Porto Canoa, Eldourado e Maringá	163,2	546,5	30%	18
Lagos de Estab. C/ aeração	Jardim Camburi, Jacaraípe, Valparaíso, Serra Dourada e André Carloni	309,2	519,0	60%	5
Fossa Filtro	Nova Palestina e Mocambo	13,2	19,2	69%	2
UASB com biofiltro aerado	Jardim Botânico, Soteco e Ulisses Guimarães	29,8	50,2	59%	3
Lodo ativado com aeração prolongada	Jabaeté, Marcílio de Noronha e Ulisses Guimarães	41,6	41,0	101%	3
UASB/Reator anaeróbico	Padre Gabriel, Campo Verde e Parque do Flamengo	6,8	14,3	48%	3
Lodo Ativado - LAND	Araças, Bandeirantes, Mulembá e Manguinhos	507,2	965	53%	4
TOTAL		1.071	2.155	50%	38

Observa-se que a Grande Vitória possui uma capacidade instalada de tratamento de esgoto de 2.155l/s e tratou, em 2011, 1.071l/s (50%), nas 38 ETEs em operação.

Planilha 2 - Custos unitários médios, para a Q atual e para 50% da Q de projeto são comparados na planilha abaixo (2011).

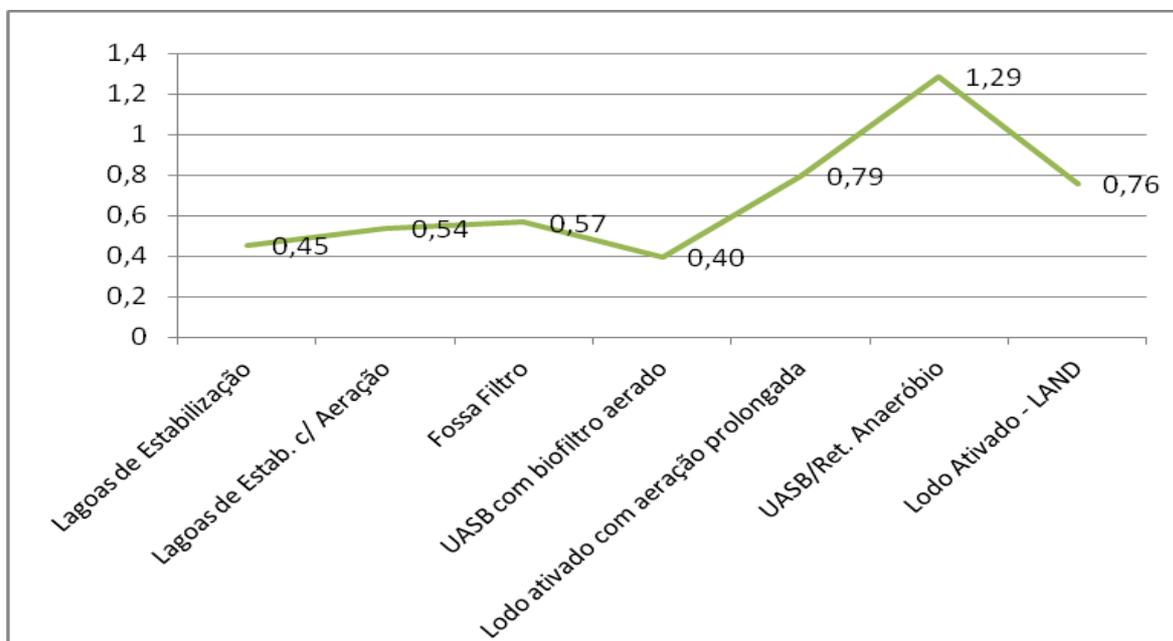
Classificação	Processo de Tratamento	Custo unitário p/ Q atual (R\$ /m ³)	Custo unitário para 50% da Q de Projeto (R\$/m ³)	Diferença Custo unitário Qatual para Qprojeto (%)
1º	UASB com biofiltro aerado	0,33	0,40	-17,5
2º	Lagoas de Estabilização	0,69	0,45	+53,3
3º	Lagoas de Estabilização com aeração	0,45	0,54	-16,7

4°	Fossa e Filtro	0,40	0,57	-29,8
5°	Lodo Ativado - LAND	0,76	0,76	0,0
6°	Lodo Ativado com aeração prolongada	0,40	0,79	-37,9
7°	UASB / reator anaeróbico	1,29	1,29	0,0

Os processos cuja Q atual das ETEs encontra-se acima da Q de 50% de projeto apresentaram custos unitários menores e mais otimizado em função da diluição dos custos de operação pelo maior volume de esgoto tratado.

As ETEs que possuem processo de Lagoas de Estabilização, por exemplo, operaram com Q atual de 30% da Q de Projeto e seu custo unitário foi 53,3% maior que o custo unitário a 50% da vazão de projeto.

Figura 1 - Custos unitários médios (R\$/m³) para Q de 50% do projeto, por processo de:



Com base nos dados contidos na planilha e no gráfico acima podemos inferir, considerando a Q de projeto, que:

a) O processo que demonstrou menor custo unitário foi o **UASB com biofiltro aerado** (R\$0,40/m³) que por sinal, quando bem operado, possui elevada eficiência de remoção de carga orgânica. Seu consumo de energia é otimizado pelo uso de um ou mais compressores, ao invés de aeradores superficiais ou submersos, bem como o processo de

aeração é precedido de uma etapa anaeróbica que reduz a carga orgânica e necessidade de oxigênio dissolvido (OD) na etapa aerada.

b) O segundo processo de custo unitário mais otimizado foi o de **Lagoas de Estabilização** (0,45/m³) muito utilizado principalmente no município da Serra. Além de baixo custo é um processo de fácil operação, porém, exige grandes extensões de área para sua implantação e custo mais elevado de conservação da área.

c) Se considerarmos que o processo de aeração em lagoas significa consumo de energia, o terceiro processo mais otimizado em relação ao custo unitário foi o de **Lagoas de Estabilização com aeração** (R\$0,54/m³). Vale ressaltar que atualmente algumas ETEs que possuem este processo com o objetivo exclusivo de controle de odor a partir da instalação de aerador(es) superficial(is) ou ar difuso. Isto ocorre em função destas estações estarem localizadas dentro do perímetro urbano densamente povoado e não possuírem área de amortecimento apropriado no entorno das lagoas.

d) O quarto processo de menor custo unitário foi o **Fossa filtro** (R\$0,57/m³). Sua operação é bastante simples, com baixa necessidade de manobra operacional, menor geração de lodo e pode ser operada por equipe volante, não necessitando de operador fixo. Porém, além de possuir baixa eficiência de tratamento e não ser mais licenciado pelo órgão de controle ambiental, são estações de pequeno porte onde os custos fixos não são devidamente diluídos pela vazão de tratamento).

e) O quinto processo de custo unitário mais otimizado foi o **Lodo Ativado - LAND** (0,76/m³) que, em tese, é um processo altamente mecanizado e automatizado e apropriado para tratar grandes vazões. Além disso, em seu custo fixo está incluso a operação e manutenção da (s) última (s) elevatória de recalque de cada ETE, o que contribuiu para o aumento do custo unitário. A vantagem deste processo é que além de ter alta eficiência na remoção de carga orgânica (>90%) também remove nutriente (N) e colimetria, gerando um efluente com qualidade adequada para o tratamento terciário visando o reuso direto do efluente.

f) O sexto processo de custo mais otimizado foi o **lodo ativado com aeração prolongada** (R\$0,79/m³) em função do elevado consumo energético e baixa capacidade nominal de tratamento, o que não dilui os custos fixos.

g) O processo de custo unitário mais elevado foi o **UASB/Reator Anaeróbico** (R\$1,29/m³) muito em função da baixa vazão de tratamento das 03 (três) ETEs (6,8l/s no total), o que dificulta a diluição dos custos fixos, mesmo sendo operadas por equipe volante e não serem construídas em chapa de aço, o que encareceria ainda mais seu custo unitário, pois demandaria alto custo de manutenção. Sua eficiência na remoção de carga orgânica é considerada mediana (60 a 75%).

CONCLUSÕES

Os levantamentos de custos indicam que o processo de tratamento tipo UASB com biofiltro aerado é o que apresenta menor custo unitário de tratamento (R\$0,40/m³) para uma vazão média de tratamento da ordem de 50% da capacidade de fim de plano, além de ter boa eficiência na remoção de carga orgânica.

O processo que apresentou o maior custo unitário foi o UASB/Reator anaeróbio (R\$1,29/m³), muito em função da baixa Q de esgoto tratado nestas unidades.

Os custos unitários de tratamento de esgoto não devem ser comparados aos valores de tarifas praticados para a coleta e tratamento de esgoto pelas companhias de saneamento.

Outros custos também devem ser considerados na composição da tarifa, tais como os de manutenção de redes e elevatórias, consumo de energia e manutenção eletromecânica de elevatórias, custos indiretos tais como BDI, depreciação e amortização de ativos, rateio de despesas indiretas e outras despesas que fazem com que o custo final de coleta e tratamento do esgoto possa ter seu custo unitário de tratamento dobrado ou até mesmo triplicado, dependendo de vários fatores.

Não foi realizada comparação dos custos unitários de operação e manutenção das ETEs da CESAN, situadas na Grande Vitória, com as de outras companhias, pela dificuldade em se acessar estudos nesta mesma linha, ou seja, levantamento de custos de operação e manutenção de ETEs. Alguns estudos (poucos) até levantam o custo unitário, mas englobando outros custos não considerados por este estudo (custos indiretos).

Os resultados indicam que a vazão de esgoto a ser tratada na ETEs, em relação a Q de Projeto, é um dos fatores que mais contribuem para a otimização do custo unitário de cada tratamento, uma vez que ETEs que operam com vazão atual acima de 50% da capacidade de projeto possuem custos unitários mais otimizados e isso tem relação direta com a concepção de sistemas de coleta e tratamento de esgoto, uma vez que não é raro ocorrer a implantação de uma ETE antes mesmo de se concluir a implantação das redes coletoras ou a implantação do sistema coletor como um todo, ou em caso de de um sistema completo não ocorrer a devida atenção aos trabalhos com a adesão ou interligação dos imóveis as redes coletoras de esgoto, o que faz com que baixos volumes sejam coletados e enviados para tratamento na ETE e o custo unitário seja bastante elevado, podendo, até mesmo, situar-se em valores maiores que a própria tarifa cobrada a população, se considerarmos os outros custos que devem ser apropriados junto ao custo unitário de operação e manutenção.

RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que o custo unitário de tratamento de esgoto deva ser sempre considerado nos estudos de concepção de novos projetos ETEs, uma vez que se considerarmos 30 anos de vida útil de uma ETE o custo de operação manutenção pode representar alguns milhões de reais de diferença entre um processo e outro.

Recomenda-se que os projetos de novas ETEs contemplem seu custo unitário de tratamento considerando horizontes de 10 a 100% da Q de Projeto.

Recomenda-se que sejam realizados estudos sobre a mudança de corpo receptor para ETEs que atualmente não conseguem que seus efluentes atinjam qualidade requerida para lançamento em corpos hídricos, exigidos pela outorga, mas que possuem custo unitário de tratamento bastante otimizado. Isto em caso de haver necessidade de implantar nova ETE com processo de tratamento adequado, porém, de custo unitário mais elevado.

Recomenda-se que as companhias de saneamento planejem suas obras, de modo que as ETEs possam entrar em operação antes mesmo da conclusão de 100% das redes coletoras. Após concluída a obra da ETE já há geração de despesa de custeio e sem redes operantes não há retorno de receita via tarifa.

Recomenda-se que as Companhias de saneamento considerem o investimento na adesão dos imóveis as redes coletoras junto com o investimento de implantação de novos SES evitando-se que as novas ETEs operem com baixa vazão de esgoto e custos unitários muito elevados.

Recomenda-se que a CESAN realize estudos visando a desativação das ETEs de pequena vazão e alto custo unitário de operação e que cuja tarifa cobrada dos imóveis conectados as redes que lançam esgoto nestas ETEs muito provavelmente não cobre os custos de operação e manutenção do SES.