

**II-094 - AVALIAÇÃO DE CUSTOS OPERACIONAIS DAS ETEs INSULAR E LAGOA DA CONCEIÇÃO, FLORIANÓPOLIS - SC****Rodrigo Silva Maestri<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Engenheiro da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

**Anigeli Dal Mago**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Engenheira da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

**Leda Freitas Ribeiro**

Bióloga pela Universidade regional de Blumenau. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Bióloga da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

**Felipe G. Trennepohl**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Engenheiro da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua XV de Novembro, 230 – Estreito – Florianópolis – SC - CEP: 88075-220 - Brasil - Tel: (48) 3221-5843 - e-mail: [rmaestri@casan.com.br](mailto:rmaestri@casan.com.br)

**RESUMO**

O custo operacional de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) está diretamente relacionado com a tecnologia de tratamento adotada. Entre as tecnologias de tratamento de esgotos mais utilizadas no Brasil e no Mundo está o tratamento biológico na modalidade Lodos Ativados devido a sua comprovada eficiência e flexibilidade operacional. Todavia, essa tecnologia necessita de um índice de mecanização superior aos outros sistemas, o que exige uma operação mais sofisticada. Os Lodos Ativados podem ser utilizados combinados como pós-tratamento de reatores anaeróbios tipo UASB para reduzir custos e simplificar a operação. A fim de comparar a diferença entre o custo operacional destes diferentes arranjos tecnológicos, este trabalho apresentará uma comparação dos principais itens que compõem os custos operacionais de duas Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), sendo uma a ETE Insular cujo tratamento é por Lodos Ativados Aeração Prolongada e a ETE Lagoa da Conceição que possui UASB seguido de Lodos Ativados. Foi observado que o custo operacional total pelo volume tratado é de aproximadamente R\$ 0,10/m<sup>3</sup> para a ETE Lagoa da Conceição e de R\$ 0,23/m<sup>3</sup> para a ETE Insular. Diante das categorias de custos operacionais consideradas para este caso, pode-se destacar a disposição final do lodo gerado ETE Insular que gera um custo mais elevado em função do volume produzido e da tecnologia de tratamento. Já os custos com energia elétrica na Insular não foram tão elevados o quanto se esperava, comparando-se com a Lagoa da Conceição que possui um UASB associado ao sistema. Na ETE Lagoa da Conceição, os custos com análises laboratoriais foram superiores em relação à Insular, porém, isso pode ser devido ao fato de um maior número de análises em função da associação de UASB com lodos ativados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estação de Tratamento de Esgotos, Custo Operacional, Volume de Esgoto.

**INTRODUÇÃO**

O custo operacional de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) está diretamente relacionado com a tecnologia de tratamento adotada. Segundo Sampaio e Gonçalves (1999), os custos de uma ETE podem ser subdivididos nas seguintes categorias: Pessoal, Encargos/Benefícios; Energia Elétrica; Produtos Químicos; Serviços Gerais; Água; Materiais; Rateio de Despesas de Pessoal de Apoio.

Entre as tecnologias de tratamento de esgotos mais utilizadas no Brasil e no Mundo está o tratamento biológico na modalidade Lodos Ativados devido a sua comprovada eficiência e flexibilidade operacional. Todavia, essa tecnologia necessita de um índice de mecanização superior aos outros sistemas, o que exige uma operação mais sofisticada. Além disso, comparado a outras tecnologias, apresenta uma maior produção de lodo e requer um maior consumo de energia elétrica (VON SPERLING et al., 2001). De acordo com o mesmo autor, a fim de

minimizar esses pontos fracos, os Lodos Ativados podem ser utilizados combinados como pós-tratamento de reatores anaeróbios tipo UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), de modo que este além de substituir os decantadores primários, reduz a carga orgânica do esgoto de entrada do Lodo Ativado em até 70% sem consumo de energia elétrica, além de poder vir a receber o excesso de lodo aeróbio para adensamento e digestão.

Segundo Von Sperling (2002), as principais vantagens do uso combinado dos reatores anaeróbios tipo UASB seguido dos Lodos Ativados são: redução da produção de lodo; redução do consumo de energia; redução do consumo de produtos químicos para desidratação; menor número de unidades diferentes a serem implementadas; menor necessidade de equipamentos e maior simplicidade operacional.

A partir destes conceitos e visando a implantação de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) mais eficientes, a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), tem empregado em seus novos projetos o uso combinado de diferentes tecnologias de tratamento.

A fim de comparar a diferença entre o custo operacional destes diferentes arranjos tecnológicos, este trabalho apresentará uma comparação dos principais itens que compõem os custos operacionais de duas Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), sendo uma a ETE Insular (Figura 1), cujo tratamento é por Lodos Ativados Aeração Prolongada e a ETE Lagoa da Conceição (Figura 2) que possui UASB seguido de Lodos Ativados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A ETE Insular é responsável pelo tratamento dos esgotos coletados da região central de Florianópolis/SC e atualmente se apresenta com uma vazão média de 270 L/s. É do tipo Lodos Ativados modalidade aeração prolongada, composta pelas seguintes unidades operacionais: Gradeamento, Desarenador, Seletor Biológico, Tanque de Desnitrificação, Tanque de Aeração, Decantador Secundário, Elevatória de Recirculação de Lodo, Adensador de Lodo, Prensa Desaguadora de Lodo. O efluente final tem como destino o lançamento na Baía Sul e o lodo desidratado é coletado, transportado e disposto em aterro sanitário por empresa contratada.



Figura 1: Vista geral da ETE Insular.

Já a ETE da Lagoa da Conceição recebe os esgotos coletados desse bairro também de Florianópolis/SC, atualmente apresenta uma vazão média de 40 L/s. O tratamento é do tipo reator anaeróbio UASB seguido por Lodos Ativados modalidade valos de oxidação, composto pelas seguintes unidades operacionais: Gradeamento, Desarenador, Valos de Oxidação, Decantador Secundário, Elevatória de Recirculação de Lodo, Centrifuga para desidratação de Lodo. O efluente final tem como destino a infiltração no solo e o lodo desidratado é coletado, transportado e disposto em aterro sanitário por empresa contratada.



**Figura 2: Unidades de tratamento da ETE Lagoa da Conceição.**

Para comparação dos custos operacionais entre estes dois tipos de tratamento optou-se pela abordagem somente dos principais itens que compõem os custos de operação em estações de tratamento de esgotos. Os parâmetros adotados para a avaliação do custo operacional das ETEs foram: disposição final do lodo, energia elétrica e análises laboratoriais. Estes parâmetros podem ser considerados como os principais para efeito de comparação entre as tecnologias aeróbia e a associação da aeróbia com anaeróbia. Como referências para o trabalho, foram utilizados os dados operacionais de 2009 para as duas ETEs.

A partir dos Boletins Diários de Operação (BDO) das ETEs, foram compilados os dados de volume de lodo desidratado produzido e encaminhado ao aterro sanitário. Os custos referentes ao consumo de energia elétrica foram repassados pela Divisão de Eficiência Energética. Já os custos com a realização de análises para fins de monitoramento foram obtidos a partir do Laboratório de Águas da Superintendência Regional Metropolitana.

Considerando os custos operacionais e volume de esgoto tratado, em cada estação, foram calculados estes custos operacionais por metro cúbico ( $m^3$ ) de efluente tratado, o que possibilita melhor comparar as duas estações de tratamento considerando as diferenças de vazão.

## RESULTADOS

Para comparação dos custos operacionais das ETEs foi levantado o custo anual por parâmetro (Tabela 1).

**Tabela 1: Custos operacionais das ETEs Insular e Lagoa da Conceição.**

<b>Custos operacionais (R\$) - Ano 2009</b>	<b>Lagoa da Conceição</b>	<b>Insular</b>
Disposição final do lodo	5.779,60	1.023.433,32
Análises laboratoriais	16.999,44	24.955,68
Energia	104.475,78	773.508,70
<b>TOTAL</b>	<b>127.254,82</b>	<b>1.821.897,70</b>

A partir dos resultados levantados, observou-se que na ETE Insular o custo mais elevado foi referente à disposição final do lodo desidratado, o que já era esperado visto que a geração do lodo é uma característica do sistema de Lodos Ativados. Já na ETE Lagoa da Conceição, o maior custo verificado foi em relação à energia elétrica, o que também já era esperado considerando-se que a geração de lodo para esse tipo de tratamento é muito inferior quando comparada aos Lodos Ativados.

Quanto à remoção da matéria orgânica, avaliada através do parâmetro DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), verificou-se que a média afluente na ETE Insular para o ano de 2009 foi de 338 mg/L e 35 mg/L

para o efluente, correspondendo à eficiência média de 88% para o sistema. Na ETE Lagoa, a média de DBO afluente foi 397 mg/L e efluente com 35 mg/L, atingindo 91% de eficiência na remoção de matéria orgânica.

A produção de lodo na ETE Insular é significativa, caracterizando uma das desvantagens do processo de Lodos Ativados. Mensalmente é encaminhado ao aterro sanitário um volume de lodo desidratado que corresponde a aproximadamente 680 metros cúbicos.

Na Lagoa da Conceição a ETE possui a associação de UASB com Lodos Ativados, dessa forma, verifica-se que a produção de lodo desidratado é menor conforme é descrito na literatura, além disso, o volume de esgoto tratado é 6,5 vezes inferior ao do sistema Insular. No ano de 2009 a produção de lodo na ETE Lagoa foi de 40 m<sup>3</sup> e na Insular foi de 8.177 m<sup>3</sup>.

A seguir estão descritos os custos operacionais SES estudados, em relação à disposição final do lodo, análises laboratoriais e energia elétrica em função dos volumes tratados em cada ETE (Tabela 2).

**Tabela 2: Custos em relação ao volume tratado.**

<b>Custos por volume tratado (R\$/m<sup>3</sup>) - 2009</b>	<b>Lagoa</b>	<b>Insular</b>
Disposição final do lodo	0,005	0,127
Análises laboratoriais	0,014	0,003
Energia elétrica	0,084	0,096
Total	0,102	0,225

Na ETE Insular custo total por metro cúbico tratado foi de aproximadamente R\$ 0,23, enquanto que na ETE Lagoa da Conceição o valor foi de R\$ 0,10. No caso da ETE Insular, levando em conta apenas os parâmetros aqui descritos, o custo com a disposição final do lodo pode ser destacado com a maior contribuição nos custos totais, isto se deve principalmente ao tratamento por lodos ativados que possui como característica a elevada produção de lodo.

Quanto às análises laboratoriais, o maior custo apresentado pela ETE Lagoa da Conceição pode ser justificado por haver duas tecnologias, ou seja, é feito o monitoramento de um sistema com a associação de UASB e Lodos Ativados.

Em relação à energia elétrica, apesar da ETE Insular ter apresentado um valor de custo mais elevado do que ETE Lagoa da Conceição, esperava-se uma diferença maior, pois para o caso de lodos ativados o maior consumo de energia é característico do tratamento. Porém, deve-se levar em conta que o volume de esgoto tratado na Insular é cerca de 6,5 vezes superior ao da ETE Lagoa Conceição. Apesar desta diferença de volume tratado, nos custos operacionais (Tabela 1) aqui avaliados é visível o consumo mais elevado de energia na ETE Insular.

## CONCLUSÕES

Foi observado que o custo operacional total pelo volume tratado é de aproximadamente R\$ 0,10/m<sup>3</sup> para a ETE Lagoa da Conceição e de R\$ 0,23/m<sup>3</sup> para a ETE Insular ou seja a combinação das duas tecnologias, anaeróbio-aeróbio, apresentou somente em relação aos parâmetros analisados, custo operacional inferior a 50%.

Diante das categorias de custos operacionais consideradas para este caso, pode-se destacar a disposição final do lodo gerado ETE Insular que gera um custo mais elevado em função do volume produzido e da tecnologia de tratamento. Já os custos com energia elétrica na Insular não foram tão elevados o quanto se esperava, comparando-se com a Lagoa da Conceição que possui um UASB associado ao sistema.

Na ETE Lagoa da Conceição, os custos com análises laboratoriais foram superiores em relação à Insular, porém, isso pode ser devido ao fato de um maior número de análises em função da associação de UASB com lodos ativados.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. VON SPERLING, M.; VAN HAANDEL, A. C.; CAMPOS, J. R.; CYBIS, L. F.; AISSE, M. M.; ALEM SOBRINHO, P. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por sistema de Lodos Ativados. In: CHERNICHARO, C. A. L. (Coordenador). Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Belo Horizonte, 2001. p. 279-331.
2. VON SPERLING, M. Lodos Ativados. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. Vol. 4. Belo Horizonte, 2002. 428 p.
3. SAMPAIO, A. O.; GONÇALVES, M. C. Custos operacionais de tratamento de tratamento de esgoto por lodos ativados: estudo de caso ETE Barueri. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. In: 20º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 1999.