



Estudo de caso para a viabilidade de implementação de sistema de tratamento de esgoto compacto na região metropolitana de Goiânia

Marcelo Tsuyoshi Haraguchi, Fernando Ernesto Ucker, Rodrigo Kronhardt,
Thiago Ferrari, Pedro Daniel da Cunha Kemerich

Laboratório de Planejamento e Monitoramento Ambiental – LPMA/UFSM
Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM/CESNORS

Resumo

O objetivo deste estudo consiste em avaliar a viabilidade de um sistema de ETE compacta em detrimento de um sistema convencional de estações de tratamento de esgoto já consolidado no país no tratamento de esgoto sanitário, considerando seu custo, eficiência e demanda espacial. Os sistemas comparados nesta análise são: ETE Goianira, sistema convencional; ETE Campos Dourados, sistema compacto. A estação Campos Dourados não alcançou a eficiência do sistema convencional, porém os resultados estão em conformidade com o que estabelece a legislação ambiental. A ETE compacta apresenta maior custo de implantação e manutenção, mas a diferença não a torna inviável devido ao retorno na ocupação de espaço, que é substancialmente favorável comparado com o sistema convencional de lagoas de estabilização da ETE Goianira.

Palavras-chave: *biofiltro aerado submerso; ETE compacta; reator UASB.*

Abstract

The aim of this study is to assess the feasibility of a system of ETE compact rather than a conventional system of sewage treatment plants already established in the country in the treatment of sewage, considering its cost, efficiency and demand space. Systems compared in this analysis are: ETE Goianira, conventional system; ETE Gold Fields, compact system. The station Gold Fields has not reached the efficiency of the conventional system, but the results are in accordance with what is established by environmental legislation. The ETE is more compact deployment cost and maintenance, but the difference does not make it unfeasible due to return in the occupation of space, which is substantially favorable compared to conventional stabilization ponds ETE Goianira.

Keywords: *submerged aerated biofilter; ETE compact; UASB.*

1. INTRODUÇÃO

O processo de saneamento básico está relacionado ao tratamento e disponibilização dos recursos hídricos resultantes do esgoto sanitário. Em locais onde este serviço não está disponível são comuns problemas de saúde decorrente do despejo inadequado do esgoto ou utilização de água sem tratamento. São várias as doenças que podem ser transmitidas desta maneira. Segundo a FUNASA (2011), alguns exemplos dos efeitos das ações de saneamento na saúde são apresentados:

- Águas de boa qualidade para o consumo humano e seu fornecimento contínuo asseguram a redução e controle de diarreias, cólera, dengue, febre amarela, tracoma, hepatites, conjuntivites, poliomielite, escabioses, leptospirose, febre tifóide, esquistossomose e malária;
- Coleta regular, acondicionamento e destino final bem equacionado dos resíduos sólidos diminuem a incidência de casos de peste, febre amarela, dengue, toxoplasmose, leishmaniose, cisticercose, salmonelose, teníase, leptospirose, cólera e febre tifóide;
- Drenagem e esgotamento sanitário são fatores que contribuem para a eliminação de vetores de malária, diarreias, verminoses, esquistossomose, cisticercose e teníase;
- Melhorias sanitárias domiciliares e melhoria habitacional estão diretamente relacionadas com a redução de doença de Chagas, esquistossomose, diarreias, verminoses, escabioses, tracoma e conjuntivites.

De acordo com o IBGE (2000), no Brasil, de 9.848 distritos apenas 4097 possuem coleta de esgoto sanitário, onde é atendida 42% da população. São ao todo 71 milhões de brasileiros que produzem, diariamente, 15 milhões de metros cúbicos de esgoto. Deste total, apenas 35% são tratados, ou seja, apenas 5,25 milhões de metros cúbicos.

Segundo dados da SANEAGO (2004), 76% da população goiana tem serviço de rede coletora de esgoto. Atualmente estão em funcionamento três sistemas de tratamento de esgoto; ETE Aruanã, ETE Parque Atheneu que somadas atendem cerca de 5% do esgoto de Goiânia e a ETE Dr. Hélio Seixo de Britto que tem capacidade de atender 75% da população total de Goiânia.

Os modelos (ETE convencional) mais utilizados no processo de tratamento de esgoto

geralmente utilizam de lagoas de estabilização que ocupam grandes espaços, tornando difícil sua implantação durante o crescimento populacional e ocupação no desenvolvimento das cidades no Brasil. Algumas soluções compactas surgiram para diminuir a área ocupada no tratamento, com construção e operação simples e baixa produção de lodo.

Apesar de possuírem maior custo de implantação e manutenção, os sistemas de ETE compacta (Reator UASB + pós-tratamento) são mais fáceis de implantar nas cidades, devido aos baixos requisitos de espaço e maior facilidade de tratamento do lodo para disposição final, necessitando apenas de secagem.

2. MATERIAIS E PROGRAMA EXPERIMENTAL

Materiais

A comparação entre os sistemas propostos foi feita utilizando os seguintes modelos de ETE já em uso no estado de Goiás;

- ETE Campos Dourados (sistema compacto) – composta pelo sistema de pré-tratamento seguido do reator UASB, biofiltro aerado submerso, decantador secundário e um sistema de desinfecção por raio ultravioleta.
Características técnicas:
Vazão de Projeto (Capacidade); 4,0 L/s
Vazão Média Operacional 2011; 1,5 L/s
População Atendida 2011; aproximadamente 1.000 habitantes
- ETE Goianira (sistema convencional) – composta por três lagoas de estabilização, lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa e lagoa de maturação.
Características técnicas:
Vazão de Projeto (Capacidade); 26,6 L/s
Vazão Média Operacional 2011; 5,6 L/s
População Atendida 2011; aproximadamente 5.200 habitantes

O material utilizado nesta análise foi fornecido pela SANEAGO; orçamento e custo operacional da ETE Goianira, catálogo de preços da fabricante “sanevix” e tabela de custos operacionais para ETE compacta e os relatórios de análise do tratamento das duas estações, no período de um ano.

Programa Experimental

A viabilidade foi analisada através de um comparativo entre as ETE's citadas, em relação aos seguintes critérios:

Econômicos

Comparativo entre os custos de:

Implantação do sistema – inclui as estruturas para alojamento de equipamentos e funcionários e a parte responsável pelo tratamento (Lagoas, Reatores etc). Foi feito um comparativo entre os preços finais para implantação do sistema, considerando que as duas tivessem a mesma capacidade de operação. A ETE Goianira tem capacidade de projeto de 26,6L/s. Como a estação de Campos Dourados tem capacidade operacional de apenas 4,0L/s, foi feita uma composição de preço para a mesma vazão da estação de Goianira.

Operação – engloba os gastos com os funcionários, manutenção, esgoto/água e energia, em um período de um mês.

Eficiência

Foram considerados somente os critérios de DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), SS (sólidos suspensos) e ph (nível de acides). A legislação ambiental estabelece padrões para redução de DBO e limite de ph, sendo que a análise de DQO e SS possuem parâmetros de nível de tratamento estabelecidos pela própria SANEAGO.

As fases do tratamento que foram analisadas não envolvem a parte de desinfecção, no caso da ETE compacta foi descartado o desempenho do tratamento por raio ultravioleta e na ETE convencional não foi considerada a lagoa de maturação.

O período de amostragem da análise foi de um ano, começando no mês de outubro de 2010 e finalizando em setembro de 2011. A comparação foi feita através da média anual de cada um dos aspectos analisados, separando cada etapa do tratamento em valores que foram expressos em gráficos. Na estação de Goianira foi coletada apenas uma amostra por mês já na ETE Campos Dourados foram coletadas duas amostragens por mês, neste caso foi usada a média entre os resultados ou descartado o resultado com valores discrepantes.

Demanda Espacial

Análise do espaço necessário em metros quadrados por habitante no tratamento do esgoto sanitário. Para obtenção da área necessária na implantação da estação compacta foi utilizado

como referência o catalogo da “sanevix” (fabricante da ETE Campos Dourados). A vazão de projeto e a quantidade de esgoto gerada por habitante utilizados na comparação foram iguais os da ETE Goianira. Desta maneira pode-se estabelecer uma relação em condições iguais.

Para esse caso é importante ressaltar que as ETE comparadas operam em vazões relativamente compatíveis. Em outro caso a relação perderia o sentido, pois à diferença de proporção altera a relação espaço/vazão.

3. RESULTADOS E DISCUSÕES

Econômico

Custo de Implantação

A Tabela 1 apresenta o custo de implantação da ETE convencional Goianira, que suporta uma vazão de 26,6L/s:

Tabela 1: Custo de implantação da ETE Goianira

Vazão (l/s)	26,6
Construção Civil	R\$ 1.209.820,11
Material Hidraulico	R\$ 40.547,36
Equipamentos	R\$ 9.945,70
Energização/Instalações Elétricas	R\$ 12.705,93
TOTAL	R\$ 1.273.019,10

Segue abaixo a Tabela 2 com o custo de implantação da ETE compacta Campos Dourados, também para uma vazão de 26,6L/s:

Tabela 2: Custo de implantação da ETE Campos Dourados

Vazão (l/s)	26,6
UASB	R\$ 1.208.607,22
BF	R\$ 707.036,31
EEE	R\$ 203.454,64
Outros	R\$ 482.356,82
TOTAL	R\$ 2.601.454,99

O custo da estação compacta, considerando a mesma capacidade, ultrapassou a ETE convencional em mais de 100%. Era esperado

que a estação compacta tivesse maior custo de implantação, porém a diferença foi superior ao que citam os estudos, a expectativa era entorno de 20 a 40%. Essa análise não levou em consideração o preço dos terrenos utilizados na implantação dos sistemas, o que diminuiria essa diferença.

Custo de Operação

A seguir a Tabela 3, com os custos de operação mensal da ETE Goianira:

Tabela 3: Custo de operação da ETE Goianira

Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total
01	Operador de Sistema	und	01	R\$ 2.584,00	R\$ 2.584,00
02	Agente de Sistema	und	02	R\$ 2.387,00	R\$ 4.774,00
03	Manutenção	mês	01	R\$ 735,80	R\$ 735,80
04	Água/Esgoto	mês	01	R\$ 30,00	R\$ 30,00
05	Energia	mês	01	R\$ 40,00	R\$ 40,00
				TOTAL	R\$ 8.163,80

Na Tabela 4 encontra-se a o custo de operação mensal da ETE Campos Dourados:

Tabela 4: Custo de operação da ETE Campos Dourados

Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total
01	Operador de Sistema	und	03	R\$ 2.584,00	R\$ 7.752,00
02	Técnico em Saneamento	dia	10	R\$ 112,77	R\$ 1.127,70
03	Vigilante Noturno	mês	01	R\$ 4.777,20	R\$ 4.777,20
04	Água/Esgoto	mês	01	R\$ 31,24	R\$ 31,24
05	Energia	mês	01	R\$ 750,00	R\$ 750,00
06	Reposição de lâmpadas do Reator UV	vb	01	R\$ 300,00	R\$ 300,00
07	Manutenção preventiva	vb	01	R\$ 1.750,00	R\$ 1.750,00
				TOTAL	R\$ 16.488,14

A ETE compacta apresentou um gasto com operacional bem maior do que a estação convencional. Esse valor já estava dentro do esperado, por se tratar de um sistema mais sofisticado do que o de lagoas de estabilização.

Em Campos Dourados são necessários três operadores de sistema, vigia noturno e técnico em saneamento enquanto em Goianira, apenas um operador de sistema e um agente de sistema. Só em funcionários o acréscimo foi de R\$ 6.298,90

por mês. Os gastos com manutenção e energia elétrica também foram consideravelmente maiores.

Eficiência

A seguir são apresentados gráficos para análise e comparação entre o desempenho das ETE's em relação à remoção de DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), SS (sólidos suspensos) e ph (nível de acidez). Esses gráficos apresentam os níveis contidos em cada etapa do tratamento, comparando as duas estações:

Segundo a Resolução da CONAMA N° 357/2005 art. 34, o despejo de efluentes em corpo receptor deve respeitar o limite máximo de DBO em 60mg de O²/L. O valor médio anual da ETE Goianira, na saída da lagoa facultativa, respeitou os limites estabelecidos pela legislação ambiental. Em todas as etapas o nível remoção foi satisfatório.

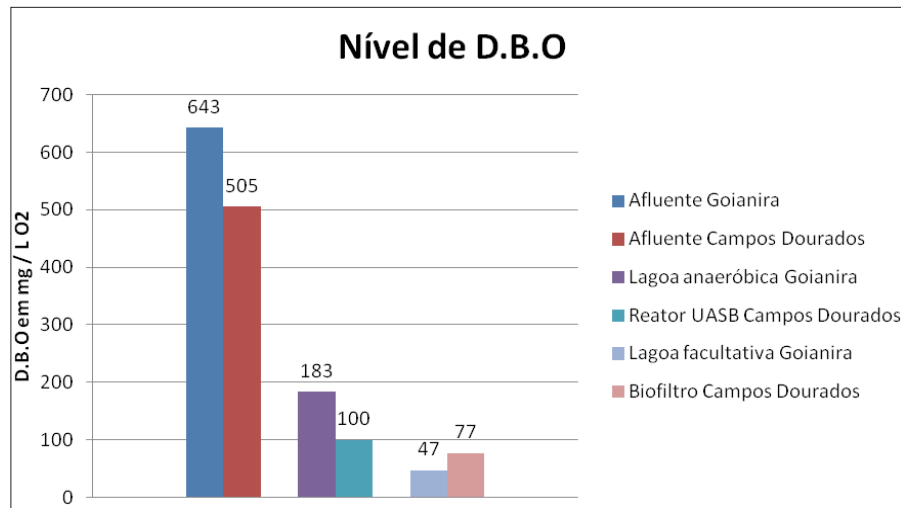


Figura 1: Nível de DBO

A remoção total de DBO foi de 85% em Campos Dourados e de 93% em Goianira. A ETE Campos Dourados ultrapassou este valor em 16mg de O²/L. A remoção dentro do reator UASB foi de 80%, valor dentro do esperado, já a remoção do biofiltro não apresentou uma eficiência complementar para atingir a DBO de 60mg de O²/L.

Porém o Decreto N° 1.745 de 06 de Dezembro de 1979 estabelece que este limite poderá ser ultrapassado no caso de sistema que reduza a carga poluidora em termos de DBO em no mínimo 80%. Neste caso o limite é de 101 mg de O²/L, como a redução final foi de 77 mg de O²/L a estação compacta dentro dos padrões de lançamento.

A legislação ambiental não estipula limites para redução de DQO. Na análise feita no período analisado foi encontrada uma remoção de 66% em Campos Dourados e 79% em Goianira.

Um dos fatores que leva a estação de Goianira a atingir maior nível de redução de DQO, é o tempo de detenção hidráulica. Como as ETE's estão trabalhando com uma vazão abaixo do projetado, o tempo de detenção hidráulica em ambos os sistemas é mais alto do que o habitual. Nos sistemas de lagoa de estabilização esse período é bem maior do que nos sistemas baseados em reatores, como no caso de Goianira que tem uma média de detenção, somando-se as lagoas anaeróbica e facultativa, de 48 dias, enquanto em Campos Dourados essa média é de 26 horas.

A legislação ambiental não determina parâmetros para SS. O nível de redução de SS em Goianira atingiu uma média de 68% enquanto em Campos Dourados foi 40%. O tempo de detenção hidráulica também influenciou nesta diferença de eficiência.

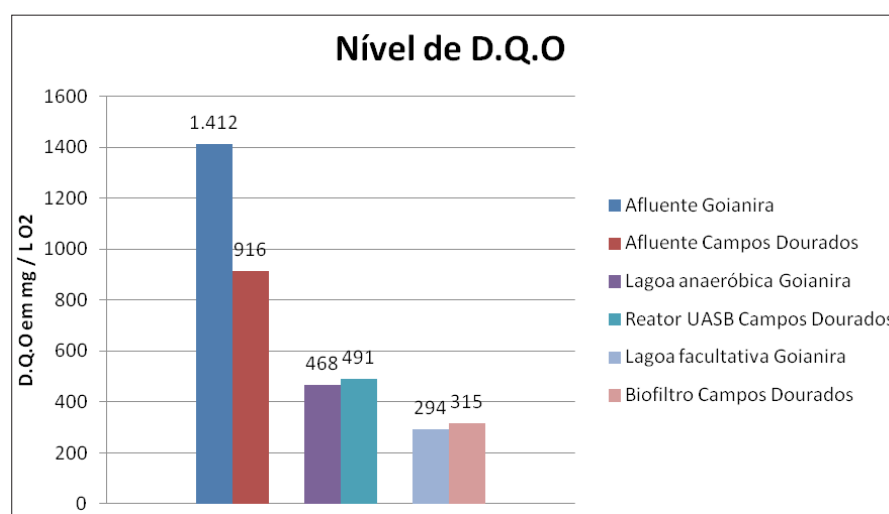


Figura 2: Nível de DQO.

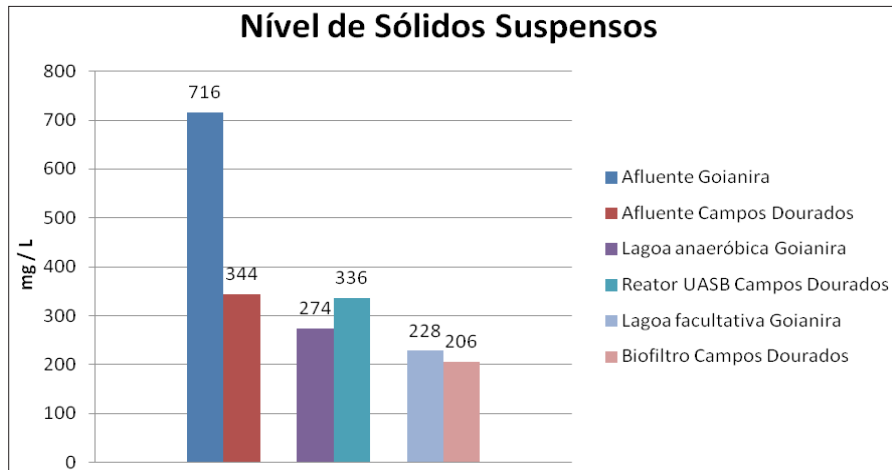


Figura 3: Nível de SS

O nível de pH, segundo a CONAMA Nº 357/2005 art. 34, deve estar entre 5,0 e 9,0. Tanto na ETE Goianira quanto na Campos Dourados, o pH permaneceu dentro do limite estabelecido nas três fases do tratamento.

Demanda Espacial

Segue abaixo a imagem de satélite das ETE's Goianira e Campos Dourados:

Segue na Tabela 5 a demanda de espaço para cada um dos sistemas com mesma vazão de operação e taxa de esgoto gerado por habitante:

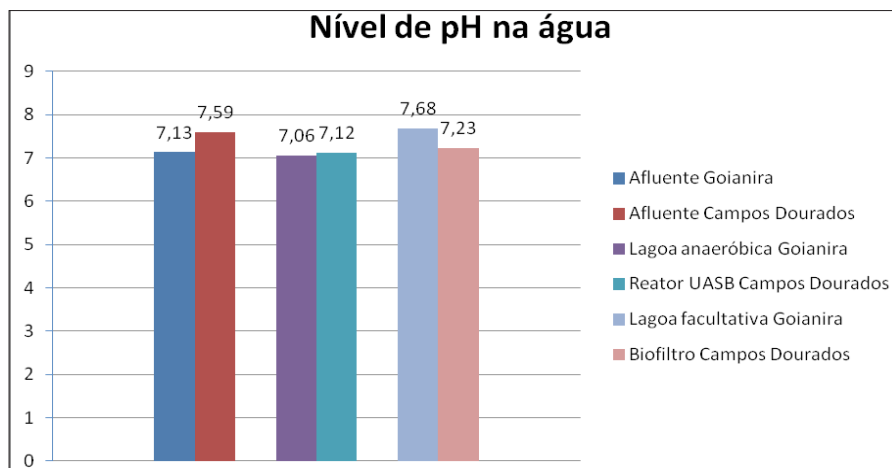


Figura 5: ETE Goianira



Figura 6: ETE Campos Dourados

Tabela 5: Demanda Espacial

	ETE Goianira	ETE Compacta
Área (m ²)	200000,00	1080,16*
Esgoto Gerado por Habitante (L/s)	0,0011	0,0011
População Atendida (hab.)	5200	1393*
Vazão de Projeto (L/s)	26,6	26,6
População Atendida (para vazão de Goianira) (hab.)	24700	24700
DEMANDA ESPACIAL (m ² /habitante)	8,097	0,044

*Valores da área e da taxa de esgoto gerada por habitante seguem os padrões da ETE Goianira

A demanda de espaço por habitante da ETE Goianira, aproximadamente 8 m²/habitante, esta acima da faixa esperada, entre 3,0 a 5,0 m²/habitante. Um fator que pode ter influenciado neste aumento é a dificuldade em obter um terreno amplo com as dimensões desejadas.

Na ETE compacta o espaço por habitante foi de 0,044 m², pouco abaixo das expectativas, que seria entre 0,05 e 0,15 m²/habitante.

Neste quesito claramente a estação compacta atende seu propósito. Ocupa um espaço 160 vezes menor do que o sistema correspondente baseado em lagoas de estabilização.

4. CONCLUSÕES

Na comparação entre os sistemas a uma enorme diferença de preços de implantação e operação. A ETE compacta ainda é uma novidade no mercado e são poucos os que fornecem esse tipo de serviço e equipamento, o que justifica o alto preço de implantação, que ultrapassa as expectativas. O maior custo de operação da estação compacta se deve muito a sofisticação do sistema, que exige maior demanda e qualificação dos operários.

Quanto ao aspecto de eficiência no tratamento as duas estações corresponderam às exigências da legislação ambiental. A ETE Campos Dourados apresentou menor eficiência do que a ETE Goianira na redução de DBO, DQO e SS. Um fator relevante na diferença de redução nesses parâmetros é o fato do afluente na estação Goianira ter apresentado maior carga do que na ETE Campos Dourados. A operação do sistema também pode ter influenciado na eficiência da ETE compacta, pois os operários ainda não tinham muita experiência com esse tipo de tratamento.

Apesar do custo, as estações compactas são uma solução para o problema de espaço com o

crescimento das cidades. As ETE's comuns estão se tornando inviáveis e a tendência é que sejam substituídas por soluções de mais fácil adaptação, o que torna os sistemas compactos o futuro no tratamento de esgoto sanitário.

REFERÊNCIAS

FUNASA. **Saneamento para promoção da saúde.** [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/internet/SanPromSau.asp>>. Acesso em: 29 abril 2011.

IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico : Tabela 46 - Distritos, total e sem rede coletora de esgoto, por principal solução alternativa, segundo as Grandes Regiões, Unidades da Federação, Regiões Metropolitanas e Municípios das Capitais.** [S.l.], 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/esgotamento_sanitario/esg_sanitario46.shtm>. Acesso em: 13 maio 2011.

SANEAGO. **O esgoto em Goiânia.** [S.l.], 2004. Disponível em: <<http://www.saneago.com.br/novasan/index.php?id=esgoto6&tit=esgoto>>. Acesso em: 29 abril 2011.