



**II-170 - ETES COMPACTAS ASSOCIANDO REATORES ANAERÓBIOS E AERÓBIOS AMPLIAM A COBERTURA DO SANEAMENTO NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**Vancleide Soeiro Bof<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil e Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Engenheira da Sanevix Engenharia Ltda (ES) desde julho de 1999.

**Tercio Dal'Col Sant'Ana**

Engenheiro Civil formado pela Universidade Federal do Espírito Santo. Mestrando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Engenheiro da Sanevix Engenharia Ltda desde junho de 1999.

**Renate Wanke**

Engenheira Civil formada pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Especializanda em Engenharia do Meio Ambiente na Universidade Federal do Espírito Santo em 2001. Engenheira Civil da Sanevix Engenharia Ltda desde junho de 2000.

**Giovana Martinelli da Silva**

Engenheira Civil formada pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Engenheira da Sanevix Engenharia desde julho de 2000.

**Flávia Pitanga Calil Salim**

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Estagiária de Engenharia da Sanevix Engenharia Ltda no período de agosto de 2000 a novembro de 2000.

**Jóao Ismael Ortulane Nardotto**

Engenheiro civil e Sanitarista. Coordenador Regional da Fundação Nacional do Espírito Santo FUNASA (ES).

**Eurico Suzart Netto**

Engenheiro civil e Sanitarista (ENSP - RJ), Engenheiro da Fundação Nacional do Espírito Santo – regional do ES - FUNASA (ES).

**José Mauro Pegoretti**

Engenheiro Mecânico formado pela Universidade Federal do Espírito Santo, Diretor Presidente da Sanevix Engenharia desde setembro de 1998.



**Endereço<sup>(1)</sup>:** Sanevix Engenharia Ltda, Rua 1B, Lote 19, Quadra II, Cívít II - Serra (ES) - CEP.: 29160470 - Brasil  
Tel: (27) 328-4122 - e-mail: [Vancleidebof@bol.com.br](mailto:Vancleidebof@bol.com.br) /

**RESUMO**

Novas ETEs compactas, combinando reatores anaeróbios e aeróbios em série, apresentam-se como excelente alternativa para áreas urbanas de pequeno e médio porte, tendo nível de aceitação crescente no Estado do Espírito Santo. Características como compactidade, baixo custo de implantação, baixo consumo energético, simplicidade operacional, menor produção de lodo e facilidade de inserção em áreas restritas ou sensíveis a impactos em ambientes urbanos (odor, ruídos e impacto visual), contribuem para uma melhor aceitação por parte da população. Eficiências médias da ordem de 93% na remoção de SS, 94% na remoção de DBO<sub>5</sub> e 86% na remoção de DQO são obtidas nesta configuração, que garante um efluente tratado com elevado nível de clarificação, atingindo médias de SS = 14,0 mg/l, DBO<sub>5</sub> = 12 mgO<sub>2</sub>/l e DQO = 67 mgO<sub>2</sub>/l. Em menos de 2 anos foram 29 ETEs compactas implantadas no Espírito Santo e demais Estados.

**PALAVRAS-CHAVE:** ETE's Compactas, UASB, Biofiltro Aerado Submerso (BF), Tratamento Anaeróbio + Aeróbio.



### INTRODUÇÃO

Atualmente apenas 6% da população no estado do ES têm sido beneficiados por sistemas de esgotamento sanitário completo. Embora possua uma quantidade considerável de pequenos e médios municípios, trata-se de uma região do Brasil com características que dificultam em muitos casos a utilização de processos de tratamento naturais que ocupem grandes áreas. Dentre estas características podem ser citadas: relevo acidentado, regiões densamente povoadas e pequenos corpos d'água (eficiência do tratamento » 90%). Por outro lado, novas ETEs compactas, combinando reatores anaeróbios e aeróbios em série, têm sido objeto de franco desenvolvimento tecnológico no país. Suas principais virtudes são: compactidade, baixo custo de implantação, baixo consumo energético, simplicidade operacional, baixo impacto em ambientes urbanos (odor, ruídos e impacto visual), menor produção de lodo e facilidade de inserção em áreas restritas ou sensíveis a impactos em ambiente urbano. Um exemplo destas ETEs compactas é a tecnologia UASB+Biofiltro Aerado Submerso, desenvolvida a partir de 1996 pela Funasa e UFES, tendo recebido apoio institucional e financeiro da CAPES, CNPq e FINEP / PROSAB, a partir de 1998 (Gonçalves, 1997). Esta tecnologia foi repassada a domínio público pela UFES, e serviu de base a um modelo de utilidade patenteado pela SANEVIX Engenharia Ltda em 1998. A ETE compacta tem sido objeto de aceitação crescente no Estado do ES, atendendo a áreas urbanas de pequeno e médio porte (figura 1). Sua aplicação se estende também a indústrias que produzam efluentes orgânicos e empreendimentos de porte, tais como “shopping centers”, escolas, hotéis, canteiros de obra, etc. Os recursos para implantação das ETE's foram alocados de diferentes fontes conforme o contexto e a localidade (tabela 1), podendo-se citar verbas alocadas principalmente pela Funasa e Caixa Econômica Federal, tendo participações menores, verbas alocadas pelo Orçamento Geral da União (OGU), Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Governo do Estado e Prefeituras.

Ao todo são 29 ETEs compactas implantadas no Espírito Santo e demais Estados, das quais 12 encontram-se em operação, 6 estão aguardando partida e as demais em construção.

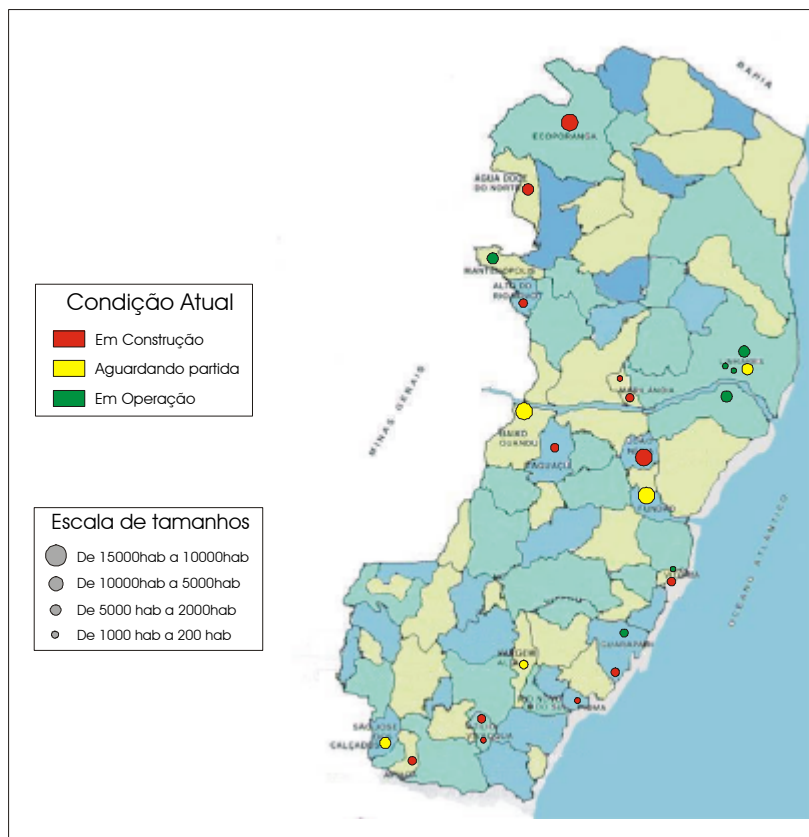


Figura 01 – Localização das ETEs UASB + BF no Estado do Espírito Santo



**Tabela 1 – Relação das ETEs Compactas Anaeróbias e Anaeróbias + Aeróbias localizadas no Espírito Santo e demais Estados e seus respectivos Órgãos Financiadores.**

LOCAL	CIDADE	CAPACIDADE	RECURSOS
Baixo Guandu	Baixo Guandu	15000 hab.	FUNASA
Aimorés	Aimorés (MG)	15000 hab.	FUNASA
João Neiva	João Neiva	13000 hab.	FUNASA
Ecoporanga	Ecoporanga	10000 hab.	FUNASA
Bairro Santo Antônio	Fundão	10000 hab.	FUNASA
Mantenópolis	Mantenópolis	8000 hab.	FUNASA
São José do Calçado	São José do Calçado	8000 hab.	FUNASA
Meaípe	Meaípe	6.500 hab.	FUNASA
Água Doce do Norte	Água Doce do Norte	5000 hab.	FUNASA
Marilândia	Marilândia	5000 hab.	FUNASA
Canivete	Linhares	5000 hab.	FUNASA
Bebedouro	Linhares	5000 hab.	SAAE
Interlagos II	Linhares	5000 hab.	FUNASA
Alto Rio Novo	Alto Rio Novo	4000 hab.	FUNASA
Itaguaçu	Itaguaçu	4000 hab.	FUNASA
Apiacá	Apiacá	3000 hab.	FUNASA
Bairro J. Nazareth	Vitória	3000 hab.	C.E.F.
São Mateus	São Mateus	3000 hab.	FUNASA
Santa Catarina	Quissamã (RJ)	2500 hab.	
Vargem Alta	Vargem Alta	2500 hab.	FUNASA
Jabará	Guarapará	2000 hab.	FUNASA
Itaperuna	Itaperuna (RJ)	2000 hab.	FUNASA
Atílio Vivacqua Sede	Atílio Vivacqua	2000 hab.	FUNASA
São Sebastião da Vala	Aimorés (MG)	2000 hab.	FUNASA
Vila Capixaba	Linhares	1000 hab.	C.E.F.
Patrimônio do Rádio	Marilândia	1000 hab.	FUNASA
Piuma	Piuma	1000 hab.	C.E.F.
Atílio Vivacqua Oriente	Atílio Vivacqua	400 hab.	FUNASA
Bairro Conceição	Linhares	200 hab.	C.E.F.

## TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Nos últimos anos experiências brasileiras contribuíram para o desenvolvimento e fixação da tecnologia de reatores anaeróbios de fluxo ascendente adaptados à realidade do país (condições climáticas, construtivas e operacionais) (Campos, 1999). Um indicador da consolidação dessa tecnologia é o grande número de ETEs implantadas possuindo reatores UASB no principio do fluxograma de tratamento de esgoto. O sucesso na aplicação desta tecnologia deve-se a eficiência de remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos, associada às vantagens de compacidade, baixa produção de lodo, independência de energia elétrica e simplicidade construtiva e operacional.

Apesar de todas essas vantagens, em certos casos o tratamento anaeróbio não é suficiente para disposição final do efluente no corpo receptor, seja pela legislação ou características naturais; havendo a necessidade do pós-tratamento do efluente anaeróbio (Bof et al., 1999). Várias são as alternativas para o pós-tratamento podendo citar: disposição no solo, lagoas de estabilização/ maturação, sistema de biomassa suspensa (Lodos Ativados), e sistemas com biofilme (Filtro percoladores, Biofiltros Aerados). Entretanto, em cenários de áreas urbanas ou com relevo acidentado onde é baixa a disponibilidade de área para a implantação de ETEs, os sistemas de alta taxa (biomassa suspensa ou biofilme) são os indicados, pela compacidade e eficiência que possuem.

O processo de lodos ativados para pós-tratamento de reatores UASB tem sido objeto de várias pesquisas, tendo como vantagens a flexibilidade operacional e possibilidade de remoção de nutrientes, e desvantagens, a elevada mecanização, elevado custo de implantação e manutenção e operação mais sofisticada. Alguns resultados em escala piloto mostram uma eficiência média global de 95% para DBO<sub>5</sub> e 85 % para SST (Freire et al., 1999), em escala real para uma ETE para 100.000 habitantes a eficiência média global de 95% para DBO<sub>5</sub> e 85% para SST (Camolese et al., 1999).



Dentre os processos aeróbios com biofilme, os biofiltros aerados submersos destacam-se pela elevada eficiência na remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos, e pela compactidade. Esta se deve à aplicação de altas cargas de matéria orgânica e capacidade de captura de sólidos, não necessitando da etapa de decantação em unidade posterior. Além disso não necessitam de recirculação para controle da idade do lodo, pois o sistema é de biomassa fixa. Sua principal desvantagem consiste na necessidade de lavagens periódicas para reduzir perdas de carga hidráulica. Entretanto, em se tratando de unidade de pós-tratamento de reatores UASB, a utilização de reatores com biofilmes constitui-se na melhor solução, visto que o efluente anaeróbio apresenta baixas concentrações de matéria orgânica. Tal fato dificulta o desenvolvimento e a manutenção da biomassa em reatores com biomassa em suspensão, os biofiltros aerados submersos, a adesão sobre o meio suporte granular elimina a dependência de uma etapa de decantação para concentrar biomassa no volume reacional (Gonçalves, 1995).

### ETE COMPACTA UASB + BIOFILTRO AERADO SUBMERSO (BF)

O baixo impacto ambiental em áreas urbanas é a característica especial das ETEs do tipo UASB + Biofiltro. Este tipo de estação pode ser facilmente coberto e desodorizado, resultando em uma melhor aceitação do empreendimento por parte da população. A associação em série de reatores anaeróbios do tipo UASB e biofiltros aerados submersos (BF) constitui-se em um processo biológico que realiza o tratamento de esgoto a nível secundário.

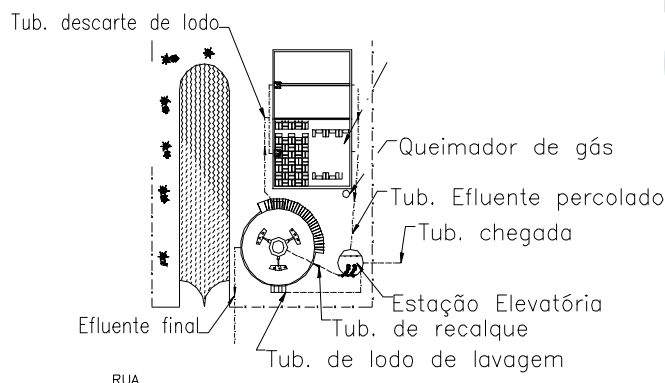
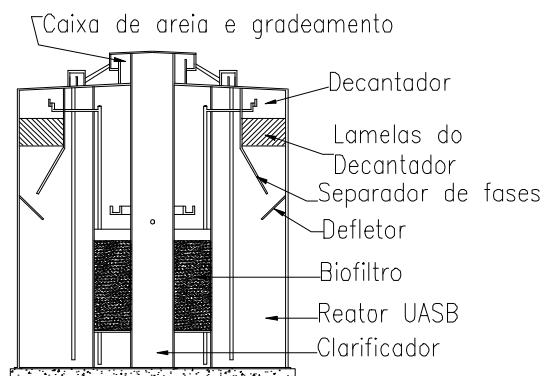
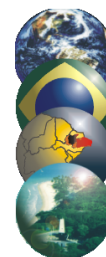
No reator UASB ocorre a remoção de matéria orgânica da ordem de 70% com o tempo de detenção hidráulico médio de 8,0 horas. A remoção da matéria orgânica no reator ocorre com subsequente liberação de biogás ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{NH}_3$ , além de outros). O biogás é coletado em uma câmara de gás existente no interior do reator, de onde é canalizado até a área de beneficiamento, que fica próxima ao leito de secagem. Após a lavagem, o gás é queimado, e o calor resultante da queima poderá ser aproveitado para a higienização do lodo.

O pós-tratamento do efluente anaeróbio é realizado nos biofiltros aerados submersos, objetivando a remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos remanescentes, de forma a compatibilizar o efluente tratado aos padrões de lançamento fixados pela legislação ambiental. As britas comerciais tipos três, dois, um e zero foram utilizadas em diferentes alturas como material suporte no biofiltros. A maioria dos BFs dispõe de um sistema de aeração artificial, sendo que na ETE compacta desenvolvida, os BFs possuem um sistema de aeração tipo Venturi, no qual uma bomba succiona o efluente aeróbio, capta ar nas imediações dos orifícios e injeta água e ar dissolvido na base dos biofiltros. O ar é captado nas imediações dos principais pontos de emissão de compostos odorantes (caixa de areia, elevatória, leito de secagem) e re-introduzido nos BFs, constituindo num processo de biodesodorização com aproximadamente 95% de remoção do  $\text{H}_2\text{S}$ , (gás responsável pela geração de odor) (Matos, 2001). A vazão de ar necessária para os BFs foi projetada a partir de uma taxa de  $18 \text{ Nm}^3$  de ar/kg de  $\text{DBO}_5$  removido. Os BFs são interligados na sua parte superior, o que permite a utilização do efluente tratado na operação de lavagem, que é realizada em fluxo descendente sem a injeção de ar.

No sistema proposto o lodo de excesso produzido nos biofiltros é recirculado para o UASB, onde ocorre a digestão e adensamento pela via anaeróbia. O excesso de lodo produzido no UASB, que apresenta elevado grau de estabilização e adensamento, é descartado por gravidade e disposto em leitos de secagem para desidratação. Assim o reator UASB é a única fonte de emissão de lodo.

O lodo desidratado pode ainda ser reutilizado, após passar por etapas de estabilização e higienização com cal, ou pasteurização. Após a higienização, este lodo adquirirá características de um lodo classe “A”, podendo ser utilizado na agricultura sem restrições.(Gonçalves, 2000)

As figuras 02 e 03 mostram, respectivamente, a configuração interna dos processos integrantes da ETE compacta, e o layout esquemático de uma ETE típica.



**Figura 2 – Esquema da ETE compacta UASB + Biofiltros Aerados Submersos (BFs) - Configuração Interna.** **Figura 3 – Esquema da ETE compacta UASB + Biofiltros Aerados Submersos (BFs) - Lay-out.**

**DESEMPENHO**

O desempenho da ETE compacta UASB + Biofiltro foi monitorado, tomando-se como referência a ETE de Canivete, com capacidade para 5000 habitantes e consumo de água per capita de 180 l/hab.dia. A vazão nominal de projeto da ETE é 9,3l/s, suportando picos temporários máximos de 16,7 l/s. As principais características da ETE são mostradas na tabela 2.

**Tabela 2 - Características da ETE Canivete – Linhares (ES).**

	<i>UASB</i>	<i>BFs</i>	<i>Leitos de Secagem</i>	<i>Elevatória de Recirc.</i>
Área (m <sup>2</sup> )	44,4	8,4	70,0	-
Prof. Útil (m)	5,5	2,0	-	-
Volume (m <sup>3</sup> )	244,2	16,8	-	5,2
Pot. Instalada (kW)	-	3,7	-	1,5

A ETE esta situada no município de Linhares (ES), estando em operação desde junho de 1999. Neste período a carga hidráulica máxima aplicada na ETE foi de 1,34m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h no reator UASB, correspondente a picos temporários de 17,8 l/s, conforme pode ser observado na tabela 3.

**Tabela 3 – Parâmetros de projeto e operacionais da ETE Canivete – Linhares (ES).**

		<i>Projeto</i>	<i>Atual</i>
Q <sub>máx</sub> (l/s)		16,7	17,8
C <sub>hidr máx</sub> (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .h)	UASB	1,35	1,44
	BF	7,15	7,63
C <sub>vol máx</sub> (kgDQO/m <sup>3</sup> .d)	UASB	3,5	3,0
	BF	23,2	6,1

A demanda operacional desta ETE é de apenas 01 (um) operador, trabalhando 16 horas semanais. Os serviços se resumem a limpeza das grades e caixa de areia e a lavagem dos biofiltros. Os demais serviços, como manutenção dos equipamentos e da ETE demandam cerca de 3 horas semanais.

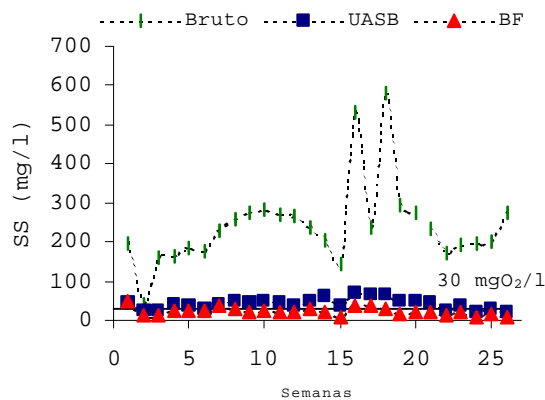


A lavagem é realizada a cada dois dias em média de carrega de filtração, onde cada filtro recebe de dois a três descartes por lavagem. O lodo eliminado durante a lavagem é retornado para a elevatória e recirculação ao reator UASB.

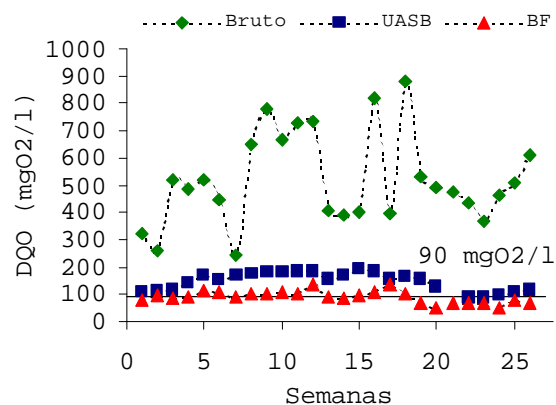
Durante o período de operação da ETE de Canivete, foram descartados aproximadamente 28 m<sup>3</sup> de lodo correspondendo à produção de lodo (~4% ST) de 0,23 l/hab.mês; ressaltando que a ETE operou abaixo da carga orgânica de projeto.

De acordo com as figuras 4 e 5, pode-se observar que as concentrações de SS e DQO no efluente final da ETE, encontram-se abaixo dos padrões exigidos pelas legislações normalmente empregadas no país (COPAM, FEAM, FEEMA, CONDEMA, CONAMA, etc). Dentre as legislações citadas, os menores valores estão representados graficamente pelas linhas horizontais de 30 mg/l para a curva de SS e 90 mgO<sub>2</sub>/l para a de DQO.

O excelente desempenho da ETE pode ser comprovado pelas elevadas eficiências obtidas, que correspondem a 93% na remoção de SS, 94% na remoção de DBO<sub>5</sub> e 86% na remoção de DQO, apresentando um efluente final com concentrações médias de 14 mg/l de SS, 12 mgO<sub>2</sub> de DBO<sub>5</sub> e 67 mgO<sub>2</sub>/l de DQO (tabela 4).



**Figura 4 – Concentrações de SS no esgoto bruto, efluente do UASB e efluente final da ETE de Canivete - Linhares (ES) - 5000 habitantes.**



**Figura 5 – Concentrações de DQO no esgoto bruto, efluente do UASB e efluente final da ETE de Canivete - Linhares (ES) - 5000 habitantes.**

**Tabela 4 - Média e desvio padrão dos parâmetros SS, DBO<sub>5</sub> e DQO, no esgoto bruto, efluente do UASB e efluente do biofiltro - ETE Canivete - Linhares (ES)**

Parâmetro	SS	DBO <sub>5</sub>	DQO
Amostra	$\bar{m} + s_y$	$\bar{m} + s_y$	$\bar{m} + s_z$
Bruto	212 ± 37	204 ± 32	477 ± 81
UASB	30 ± 10	38 ± 6	101 ± 13
BF	14 ± 5	12 ± 3	67 ± 9



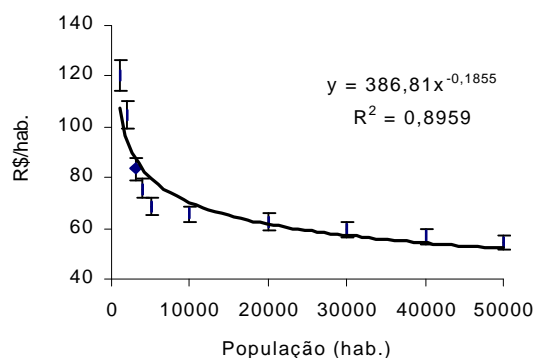
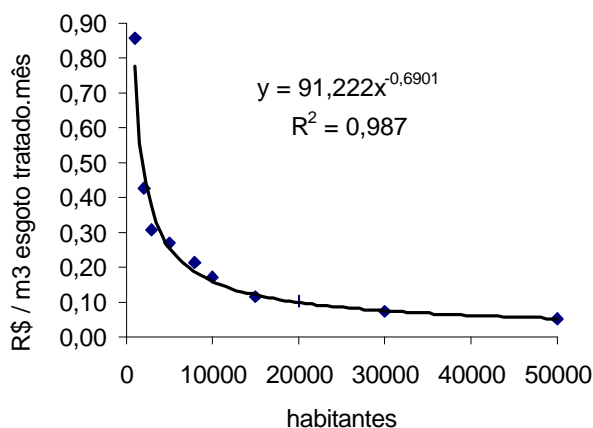
**CUSTOS**

Os baixos custos de implantação e de operação deste tipo de processo é um dos fatores preponderantes da sua crescente aceitação, rivalizando com os demais processos. O custo per capita de implantação estimado gira em torno de R\$ 60,00 para ETEs com capacidades entre 10.000 e 50.000 habitantes, considerando-se um consumo de água per capita de 200 l/hab.dia. O custo operacional varia de R\$ 0,15 a R\$ 0,05/m<sup>3</sup> de esgoto tratado (figura 6), para a mesma faixa populacional. A simplicidade operacional permite que ETEs com até 15.000 habitantes sejam operadas por 1 operador e 1 auxiliar, sem a necessidade de operadores durante o período noturno. O reduzido custo de manutenção de equipamentos resulta do baixo índice de mecanização, pois os únicos equipamentos eletromecânicos necessários ao funcionamento da ETE são as bombas de esgoto bruto e lodo, e do sistema de aeração; e em ETEs com capacidade superior a 20000 habitantes é utilizado um decanter centrífugo para desidratação do lodo. Outro aspecto que favorece ao baixo custo decorre da necessidade de pequenas áreas para a sua implantação. Este índice é de 0,05 m<sup>2</sup> /habitante , considerando-se as áreas das unidades UASB + BF + Leitos de secagem + elevatória. Outros índices são apresentados na tabela 5.

**Tabela 5 - Índices médios característicos do sistema UASB +BF obtidos a partir das ETEs implantadas.**

Índices	
m <sup>2</sup> /hab <sup>(1)</sup>	0,07
m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> de esgoto tratado	0,03
W/hab.	2,00
kgST/hab.mês (base seca)	0,45
Lodo: l/hab.mês (desc. 4%ST)	11,0
Lodo: l/hab.mês (desidratado a 35%ST)	1,3
R\$/hab. (impl.) <sup>(2)</sup>	60,00
R\$/hab. (oper.) <sup>(3)</sup>	0,86 a 0,05

- (1) A Área considerada inclui a ETE + Leitos de Secagem + Elevatória de Esgoto e Lodo de Lavagem + Área de Circulação;
- (2) O custo de implantação considerado inclui a ETE UASB + biofiltro, elevatória, leito de secagem e base civil para suporte da ETE.
- (3) O Custo de operação considerado inclui Energia + Recursos Humanos + Manutenção de Equipamentos e da ETE+ Análises Laboratoriais Básicas;



**Figura 6 - Custo operacional mensal da ETE UASB + BF (R\$ / m3 de esgoto tratado).**

**Figura 7 - Custos de Implantação da ETE UASB + BF (R\$ / habitante).**



### CONCLUSÕES

As ETEs compactas do tipo UASB + Biofiltro apresentam-se como uma boa solução para o tratamento de esgotos em pequenos e médios Municípios, em virtude dos baixos custos de implantação, operação e manutenção, aliado ao reduzido índice de mão-de-obra qualificada, simplicidade operacional, baixo consumo energético e a necessidade de pequenas áreas para implantação;

O baixo impacto ambiental e rapidez de montagem, são fatores que interferem na escolha do sistema a ser adotado, favorecendo a opção por ETEs compactas do tipo UASB + Biofiltro;

Este tipo de tecnologia encontra-se consolidada, fato comprovado pelo número de estações implantadas no Espírito Santo e demais Estados nos últimos dois anos (total de 29 unidades);

O desempenho operacional foi comprovado pelas eficiências obtidas na remoção de SS, DBO<sub>5</sub> e DQO, que equivalem a 93%, 94% e 86%, respectivamente, no período monitorado;

A partir dos fatos citados anteriormente, pode-se verificar que a tecnologia ora apresentada surge como uma alternativa a ser contemplada em estudos para implantação de pequenas e médias ETEs no país;

As características qualitativas do efluente final obtido propiciam a aplicação do mesmo em reuso, com baixo investimento em aparatos para polimento e desinfecção;

Devido às inúmeras vantagens expostas, espera-se desta forma que estudos sejam realizados visando à aplicação desta tecnologia em ETEs de larga escala;

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bof, V. B.; Castro, M. S. M.; Gonçalves, R. F.; “ETE UASB + Biofiltro Aerado Submerso: Desempenho operacional com retorno do lodo Aeróbio Para O UASB”; Anais eletrônicos do 20º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 1999;
2. Camolese, J. E.; Leme, H. M. P.; Merli, G. L.; “ETE – Piracicamirim – Proposta alternativa para tratamento de esgoto de 100.000 habitantes (Licitação, Construção e Operação)”; Anais eletrônicos do 20º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 1999;
3. Campos, J. R. (Coord), “Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo”, Projeto PROSAB, ABES, Rio de Janeiro, 1999;
4. Freire, V. H.; Von Sperling, M.; Chernicharo, C. A. L.; “Avaliação do desempenho de um sistema combinando UASB – Lodos Ativados no tratamento de efluentes sanitários”; Anais eletrônicos do 20º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 1999;
5. Gonçalves, R. F.; “Estágio atual de desenvolvimento da tecnologia dos biofiltros aerados submersos para o tratamento de águas residuárias”; Anais eletrônicos do 18º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Salvador (BA), 1995;
6. Gonçalves, R. F.; “Painel: Produzir lodos classe A nas novas estações de tratamento de esgoto brasileiras”; Anais 1º Seminário Nacional de Microbiologia Aplicada ao Saneamento, Vitória (ES), 2000;
7. Matos, T. A.; Silva, H. P. M.; Gonçalves, R. F.; “Uso simultâneo do biofiltro como tratamento secundário de esgoto e como reator de desodorização de correntes gasosas contendo sulfeto de hidrogênio”; Trabalho a ser apresentado no 21º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa, 2001;