



# 8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:  
do saber acadêmico à prática social"



## Sistema de Desinfecção de Águas Residuárias

Marcio Abud Marcelino (UNESP Guaratinguetá, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Elétrica, [abud@feg.unesp.br](mailto:abud@feg.unesp.br)), Ederaldo Godoy Júnior (UNITAU-Taubaté, [godoyjr@unitau.br](mailto:godoyjr@unitau.br), Departamento de Engenharia Elétrica), Diogo Rodrigues dos Santos (UNITAU-Taubaté, Engenharia Elétrica, [e.diogo.rs@gmail.com](mailto:e.diogo.rs@gmail.com)), William de Paulo Silva (UNESP Guaratinguetá, Faculdade de Engenharia, Engenharia Elétrica, [william.silva2892@hotmail.com](mailto:william.silva2892@hotmail.com)), Lucas Nunes Bezerra (UNESP Guaratinguetá, Faculdade de Engenharia, Engenharia Civil, [lnb\\_lucas@hotmail.com](mailto:lnb_lucas@hotmail.com), bolsa PROEX).

Eixo 2: "Os Valores Para Teorias e Práticas Vitais"

### Resumo

O presente trabalho trata de uma miniestação ecoeficiente de tratamento de esgoto e reuso de águas, em particular a construída no Campus da UNESP de Guaratinguetá, em que o aproveitamento energético é inviável devido à baixa e inconstante produção de biogás, restando, portanto, apenas o enfoque do saneamento ambiental. O efluente gerado pela Universidade é, atualmente, parcialmente tratado, entretanto as tarifas de serviços de água e esgoto são cobradas de forma a não considerar essa parcela de tratamento, das quais são aplicadas tarifas para tratamento de esgoto bruto. A fim de evitar essa cobrança há a necessidade da desinfecção do resíduo gerado pela miniestação, para que o mesmo seja utilizado em irrigações convencionais dentro do Campus.

**Palavras Chave:** *Desinfecção, esgoto, saneamento.*

### Abstract:

This paper is an eco-efficient mini-station sewage treatment and water reuse, particularly built on the campus of UNESP in Guaratinguetá, where energy use is not feasible due to low and erratic production of biogas, leaving therefore only approach to environmental sanitation. The effluent generated by the University is currently partially treated, however the tariffs for water and sewage services are charged in order not to consider this part of treatment, of which rates are applied to raw sewage treatment. To avoid this charge is need the disinfection of the waste generated by mini-station so that it is used in conventional irrigation within the campus.

**Keywords:** *Disinfection, sewer, sanitation.*

### Introdução

Nos últimos anos a preocupação com a degradação do ambiente, especificamente com a qualidade das águas e do ar, vem aumentando juntamente com a demanda crescente por energia e por água de boa qualidade.

Uma pequena parcela de todo o esgoto produzido recebe algum tipo de tratamento antes de ser descartado nos corpos de água. Esta prática é responsável pela propagação de doenças hidrotansmissíveis, eutrofização das águas e desperdício do potencial energético do esgoto, como fonte geradora de biogás combustível e de biofertilizante, além do impacto ambiental causado pelo metano presente no biogás descartado na atmosfera.

As demandas por energia e água de boa qualidade, de modo geral, relacionam-se com o aumento da população humana e com a necessidade crescente de alimentos. Isso corrobora para o aumento da contaminação dos recursos hídricos que, associado ao previsto aumento do custo da energia, apontam para os tratamentos orgânicos como alternativas viáveis para saneamento e, em alguns casos, para geração de energia a partir de materiais que foram, no passado, considerados descartáveis.

O desenvolvimento de estações de tratamento de esgoto eficientes, associadas ao aproveitamento de biogás e com baixo custo operacional, é uma necessidade mundial no tocante à conservação de recursos naturais de boa qualidade e de geração de energia. Em tempos de crise de energia, essa associação é uma variante bastante atrativa uma



# 8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:  
do saber acadêmico à prática social"



vez que concilia saneamento com produção de energia.

A motivação para a elaboração e proposição da pesquisa deve-se à necessidade crescente de redução dos gases de efeito estufa (GEE) e a possibilidade de se obter créditos de carbono utilizando tecnologia nacional, com minimização de custos, pela produção em larga escala utilizando tecnologias de fabricação, levando-se em conta que no Brasil são descartados por dia cerca de 6.000.000 Nm<sup>3</sup> de gás metano (CH<sub>4</sub>), um GEE 21 vezes mais impactante que o gás carbônico (CO<sub>2</sub>). Além disso, os tratamentos com miniestações locais, sem o uso de produtos químicos e com certo grau de automação, são ecologicamente recomendados, e podem se transformar em uma solução economicamente viável com a redução na tarifa dos serviços públicos de água e esgoto, além de receitas com os créditos de carbono. Esse tipo de tratamento localizado de esgoto gera a necessidade de uma pequena estrutura de manutenção, que muitas vezes é tecnicamente inviável principalmente se não tiver o retorno econômico mencionado.

## Objetivos

O objetivo do projeto é evoluir e desenvolver o domínio da tecnologia na Autossuficiência Energética em Sistema de Desinfecção de Águas Residuárias sem o uso de produtos químicos, de miniestações de tratamento de esgoto sanitário através de biodigestores, utilizando um Queimador Registrador de Biogás para Baixas Vazões (QRBBV) e um sistema de desinfecção mínima, com redução da carga orgânica e de patógenos, ambos os sistemas de baixo custo, buscando níveis de potabilidade que permitam a utilização da água residual em irrigação convencional dentro do Campus da Universidade que, devidamente homologados, permitirão a redução nas tarifas dos serviços públicos de água e esgoto, além da possibilidade de obtenção de créditos de carbono, sendo o sistema recomendado para escolas, condomínios, hospitais, rodoviárias e aeroportos de pequenos municípios, em que o aproveitamento energético do biogás é inviável.

Também é objetivo desse projeto o estudo da desinfecção do efluente através de painéis fotovoltaicos, no qual se pretende dar autossuficiência energética ao sistema, permitindo inclusive o tratamento do esgoto sanitário em localidades em que a energia elétrica não está presente.

## Material e Métodos

Entre os anos de 2006 e 2010 o coordenador orientou estudos, em nível de doutoramento, um trabalho envolvendo o aproveitamento energético e queima de biogás de Miniestações de Tratamento de Esgoto e Reuso de Águas, no programa de pós graduação da UNESP. Através desse trabalho foi construída a miniestação de tratamento de esgoto para o Campus, com apoio do Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (FEHIDRO). Em evolução ao tratamento de esgoto, pelo uso de biodigestores anaeróbios de baixo custo (GODOY JR, 2003), utilizou-se o sistema de temporização inteligente patenteado pelo coordenador (MARCELINO, 2009) e um gasômetro, também patenteado pelo coordenador, equipado com um sistema eletroeletrônico, cujo conjunto é capaz de armazenar, queimar e quantificar o volume de biogás queimado em miniestações de tratamento de esgoto, situações não comuns nos sistemas existentes no mercado, em que somente foram desenvolvidos sistemas para grandes produções de biogás. Entretanto, as poucas vazões de metano descartadas na atmosfera, quando contabilizadas em conjunto com outras miniestações, promovem um impacto considerável que não deve ser desprezado.

## Resultados e Discussão

O trabalho aqui proposto é parte de um projeto maior que visa o domínio da tecnologia de desinfecção e pós-tratamento de efluente de biodigestores, com o estudo e o desenvolvimento de tecnologia de fabricação que promova a redução da carga orgânica e de patógenos da água residual, através de processos por raios ultravioletas e/ou por eletrodeposição, sem a presença de produtos químicos. A luz ultravioleta altera o DNA das bactérias e vírus impedindo a reprodução, enquanto a eletrodeposição promove a flotação e/ou precipitação físico-química das partículas na água. Porém as tecnologias disponíveis para ambos os processos de desinfecção são por batelada e consomem muita energia elétrica. A presente proposta visa o desenvolvimento de um equipamento que opere em fluxo contínuo de baixa vazão para ser aplicado em miniestações de tratamento de esgoto, buscando a desinfecção por filetes d'água, explorando as vantagens de ambos os processos, com soluções mecânicas, elétricas e eletrônicas, objetivando a redução no consumo de energia, utilizando como aporte a energia elétrica suprida através de painéis fotovoltaicos. O



# 8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:  
do saber acadêmico à prática social"



tratamento anaeróbio, através de biodigestores, reduz a demanda química de oxigênio em 80%, gerando adubo de alta eficiência e biogás, que contém o metano, do qual é queimado utilizando um sistema próprio.

O efluente depois passa por um processo de tratamento aeróbio e anóxico, para reduzir ainda mais a demanda química de oxigênio e, em seguida, passa por um processo de desinfecção, ambos em níveis compatíveis com as diretrizes vigentes, possibilitando o uso em irrigações locais, com expressiva redução nas tarifas públicas de esgoto e água, da qual quase metade são relativas ao tratamento de esgoto bruto.

O estágio atual do projeto é levar todo o esgoto sanitário do Campus para a miniestação através de um minucioso levantamento e projeto de captação e bombeamento, de forma a permitir que o efluente, com reduzida carga orgânica, possa passar por um processo de desinfecção mínima. Uma vez obtida a redução da tarifa de esgoto, espera-se que a ideia seja implantada nos demais Campi da UNESP, além de outras escolas e condomínios.



**Figura 1-** Sistema de biodigestores anaeróbios de fluxo ascendente implantado na UNESP Guaratinguetá.

## Conclusões

A realização de uma miniestação de tratamento de esgoto, ambientalmente recomendada devido ao tratamento orgânico, e com a inovação de uma desinfecção mínima sem o uso de produtos químicos para que o efluente possa ser utilizado em irrigação convencional, traz uma redução expressiva das tarifas públicas de tratamento de esgoto, além da possibilidade de realização de todas as funções sem consumo de energia elétrica e, se o mercado

reagir no futuro, ainda tem a possibilidade de uma renda extra com os créditos de carbono.

A estratégia de desinfecção mínima por filetes de água, em função das baixas vazões, objetiva explorar as vantagens dos processos com soluções mecânicas, elétricas e eletrônicas, com possível redução no consumo de energia, trazendo uma automação no processo que reduz a interferência do homem e aumenta a confiabilidade do sistema como um todo. Além disso, na literatura os processos de desinfecção UV e eletrolítico estão voltados na transformação da água para o consumo humano, o que envolve parâmetros e exigências que não estarão presentes no caso de uma miniestação de tratamento de esgoto sanitário.

O domínio do conhecimento nessa área, em função de insuficientes atividades de pesquisas sobre o tema, nos âmbitos nacional e internacional, valorizam o trabalho como desenvolvimento de tecnologia nacional e, dentre os benefícios que a presente proposta pretende trazer, tanto ao ambiente como à economia, podem-se destacar:

- Desenvolvimento de sistemas elétricos e eletrônicos, de baixo custo, para os diversos métodos de desinfecção mínima de efluente tratado;
- Domínio de tecnologias e produtos passíveis de mitigar os referidos problemas ambientais, com a participação de pesquisadores em diversos níveis das Universidades (graduação e pós-graduação) e de profissionais de empresas privadas;
- Domínio de fabricação de miniestação de tratamento, equipada com Queimador e Registrador de Biogás de Baixas Vazões e com desinfecção mínima, que poderá atender a demanda interna e ainda ser exportado, gerando divisas.

## Agradecimentos

Ao apoio financeiro fornecido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), agência do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI/Brasil) e pela Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Estadual Paulista (PROEX/UNESP).

ALMEIDA, D. Autossuficiência energética de queimador de biogás instalado em miniestação de tratamento de efluentes, Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, Taubaté, SP, 70p., 2014.

BASTOS, R. K. X. Utilização de Esgotos Tratados em Fertirrigação, Hidroponia e Piscicultura. ABES, Projeto PROSAB, Rio de Janeiro, 267p., 2003.

CARVALHO, R. A.; MARCELINO, M. A. Sensoriamento de Gasômetro para Baixas Vazões de Biogás. In: Congresso Internacional de Ciência Tecnologia e Desenvolvimento. XVIII Encontro de Iniciação Científica da Universidade de Taubaté. v. EPE. Taubaté, 2013.



# 8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:  
do saber acadêmico à prática social"



- CASSINI, S.T., Digestão de Resíduos Sólidos Orgânicos e Aproveitamento do Biogás, PROSAB 3, Ed. ABES, Rio de Janeiro, RJ, 210p., 2003.
- CERQUEIRA, A. A.; RUSSO, C. Avaliação do Processo Eletrolítico em Corrente Alternada no Tratamento de Água de Produção. Quim. Nova, Vol. 34, No. 1, S1, 2011.
- DI BERNARDO, L. Desinfecção. In: Métodos e técnicas de tratamento de água, ABES, Rio de Janeiro, p.402-498, 1993.
- GODOY JR., E. Sistema compacto de biodigestores anaeróbio-aeróbio-anóxico para tratamento de esgoto, Patente INPI PI: 0301475-4, Rio de Janeiro, RJ, 11p., 2003.
- GODOY JR., E. Desenvolvimento e Avaliação de Uma Miniestação Ecoeficiente de Tratamento de Esgoto e Reuso de Águas, com Sistema Registrador Queimador, para Baixas Vazões de Biogás e Cogeração de Energia, Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, SP, 159p., 2010.
- GONÇALVES, R. F.; CORAUCCI FILHO, B.; CHERNICHARO, C. A. L.; LAPOLLI, F. R.; AISSE, M. M.; PIVELI, R. P.; SANT'ANA, T. D. Desinfecção por radiação ultravioleta. In: Desinfecção de efluentes sanitários, PROSAB 3, ABES-RJ, RIMA, São Carlos, p.209-275, 2003..
- LEI N. 9433, de 08 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Presidência da República - Casa Civil, Governo Federal do Brasil, 1997.
- LIMA, O. R.; MARCELINO, M.A. Sensor de detecção de gásômetro cheio. In: XVII Encontro de Iniciação Científica da UNITAU, v. EPE. Taubaté, 2012.
- KERWICK, M.; REDDY, S.; HOLT, D.; CHAMBERLAIN, A. A methodology for the evaluation of disinfection technologies. Journal Water Health, v.3, n.4, p.393-404, 2005.
- MARCELINO, M. A., Relatório de Especificações de Usina de Acendimento, Contrato FUNEP-UNESP/Brascabos 1040/06, Setembro, 2006.
- MARCELINO, M. A., Temporizador Inteligente com Sinalização para Manutenção Preventiva, Revista da Propriedade Industrial, INPI, PI000703940-9, v.1991, p.58-, Brasil, 2009.
- MARCELINO, M. A. Automação e homologação de sistema ecoeficiente redutor de gases de efeito estufa. Projeto aprovado na modalidade: Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora, CNPq, Proc. DT - 310201/11, 24p., Brasil, 2011.
- MARCELINO, M. A.; CARBONARA, L. P.; SANTOS, D. R.; GODDY JR., E. Desenvolvimento do Documento de Concepção de Projeto para Recuperação de Créditos de Carbono em Miniestação de Tratamento de Esgoto. Revista SODEBRAS, v. 9, p. 212-216, 2014.
- MARCELINO, M. A.; GODDY JR., E., Sistema Queimador com Registro de Volume de Biogás Queimado, Revista da Propriedade Industrial, INPI, PI0902381-0, v.2095, p.74-, Brasil, 2011.