



RELATÓRIO DE VIAGEM

- INTERESSADOS (A):** Aruntho Savastano Neto e Cristiano Kenji Iwai
- INSTITUIÇÃO / ÁREA:** CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental e Divisão de Apoio ao Controle de Fontes de Poluição)
- DESTINO/LOCAL:** Alemanha (Cidades de Frankfurt, Bremen, Syke, Ostereistedt, Werlte, Bassum)
- PERÍODO:** 24 de janeiro a 01 de fevereiro de 2015 (incluídos os dias de deslocamento)
- MOTIVO DA VIAGEM:** Participar do programa de Visitas Técnicas sobre aproveitamento energético de biogás, bem como, da “24ª Conferência Anual e Exposição Internacional sobre Biogás.

1. Objetivos:

A viagem teve como objetivo conhecer as experiências bem sucedidas a nível internacional, aprofundar o conhecimento a respeito do licenciamento de plantas de biogás, incluindo visitas a estações de tratamento de esgotos e sistemas de tratamento de resíduos de agricultura, urbanos e industriais.

A programação incluiu também à participação no BIOGAS 24th Internationale Jahrestagung und Fachmesse, a maior feira de indústrias de biogás do mundo. A programação da edição de 2015 do congresso, realizado juntamente à feira, contemplou apresentações sobre emissões e aspectos de segurança em plantas de biogás.

Observa-se que a viagem foi promovida pela Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, no âmbito do Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético de Biogás no Brasil -PROBIOGAS, promovido pelo Ministério das Cidades - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, contando ainda, com representantes de órgãos ambientais de outros Estados (Santa Catarina, Minas Gerais e Paraná).

2. Atividades desenvolvidas e contatos efetuados

Durante a viagem, que teve duração de 8 dias, incluindo os dias de deslocamento, foram realizadas as seguintes atividades:



24 e 25 de janeiro

- *Saída do Brasil (São Paulo) - Chegada à Alemanha (Aeroporto de Frankfurt) e deslocamento até Bremen.*

26 de janeiro

- *Reunião de integração*

Reunião com os representantes da GIZ e demais com representantes de órgãos ambientais de outros Estados (Santa Catarina, Minas Gerais e Paraná), visando a discussão dos objetivos e expectativas dos participantes.

- *Visita a ETE Seehausen - Bremen*

A estação de tratamento de esgoto Bremen-Seehausen, localizada ao lado esquerdo do rio Weser, foi inicialmente implementada em 1966 como uma ETE de tratamento mecânico. A ETE recebe o esgoto de toda a cidade de Bremen e de algumas vizinhas (Ritterhude, Lilienthal, Oytel, Stuhr/Weyhe e parte de Achim). A maior parte do esgoto a ser tratado vem do lado direito do rio Weser através duas tubulações. O esgoto do lado esquerdo do rio chega à estação através de linhas de pressão e da estação de bombeamento.

Em 1966 foram instalados digestores ovais, nos quais o lodo do clarificador primário era estabilizado. Devido à produção de biogás nesses digestores, foram instalados motores de combustão para geração de energia elétrica. Toda a energia gerada era utilizada na própria planta, que não tinha ligação à rede pública, atingindo a autossuficiência.

Nos anos 80, como tratamento biológico, a estação implantou tanques de aeração e clarificador secundário e pós-clarificador. A aeração é realizada pelo fundo do tanque, exigindo grande quantidade de energia. Devido esse aumento na demanda por energia, a ETE necessita de energia da rede pública. Em meados da década de 90, a ETE implementou o pós-tratamento de esgoto com remoção de nutrientes, nitrogênio e fósforo).

A ETE atualmente atende 1 milhão de habitantes equivalentes quando em plena capacidade, sendo 600.000 habitantes e 400.000 hab_{eq} de efluentes industriais. Em média a estação trata 124.000 m³/dia de esgoto, que corresponde a 1,4 m³/s de esgoto tratado. A etapa biológica foi dimensionada para um máximo de 286.000 m³/dia, ou 3,3 m³/s.

O esgoto chega na estação com uma concentração média de DBO de 500 mg/l e DQO igual a 900 mg/l. Essas concentrações são relativamente altas, principalmente devido ao recebimento de efluente de indústrias alimentícias, mas também devido ao bom estado da tubulação. Não há nenhum tipo de diluição do esgoto devido a infiltrações nas tubulações.

A estação atinge níveis de tratamento de 94% de DQO, 99% de DBO, 84% do nitrogênio e 95% do fósforo.



- *Visita a Planta de Biogás Archea (Agricultura) - Syke*

As plantas de biogás da Archea possuem uma ou mais etapas de hidrólise que ocorrem em temperatura mesofílica. A etapa intermediária consiste na higienização e desintegração térmica seguida da metanização estacionária, etapa conhecida como ThermDes.

Experiências têm demonstrado que através da construção de plantas com vários estágios interligados pode-se alcançar receitas significativamente maiores. A concepção do sistema em duas etapas aumenta a disponibilidade do metano, pois caso uma etapa não ocorra como planejado, um segundo fermentador está a disposição para a produção de biogás.

A etapa da hidrólise consiste em um reator horizontal de aço com agitadores também horizontais e um tanque integrado de areia do material de saída. O design compacto do sistema permite uma montagem rápida.

Algumas vantagens desse projeto:

- Alto conteúdo de matéria seca no substrato de entrada, permitindo uma maior variedade de cosubstratos;
- A mistura contínua impede a formação de camadas flutuantes;

- Tanque de areia e materiais pesados integrado;
- Tendência reduzida de formação de curtos-circuitos, resultando em tempos de residência mais eficientes e maior rendimento de gás;
- Aquecimento nas paredes (menor desgaste, resistência contra desgaste mecânico).

Após a fermentação na etapa de hidrólise, o substrato suficientemente homogeneizado é bombeado e pré-aquecido para a planta de ThermDes. Nessa etapa o substrato é aquecido e mantido a 70°C, com uso do calor residual da central de cogeração (água a cerca de 90°C).

Após o aquecimento do substrato a 70°C, o substrato segue para o segundo fermentador, no qual será realizada a fermentação termofílica a cerca de 55°C.

A planta de Schwecke opera desde final de 2013 sem paradas e utiliza silagem de milho, cereais e esterco bovino (aprox. 30%) como substratos. Possui uma capacidade instalada de 240 kWh_{el} e no seu primeiro ano de operação gerou cerca de 1.250.000 kWh_{el}.



27 de janeiro

- *Participação no BIOGAS 24th Internationale Jahrestagung und Fachmesse (24ª Conferência Anual e Exposição Internacional sobre Biogás).*

Trata-se de conferência realizada pela Associação Alemã de Biogás desde 1992, concomitantemente a feira técnica, com 406 expositores e mais de 8.000 visitantes em 2014.

Neste dia houve a participação no *Workshop Biogas Basics*, o qual contou com a seguinte programação:

- Visão geral do mercado e do quadro jurídico - Dr. Kulturwirt Sebastian Stolpp, Associação Alemã de Biogás;
- A digestão anaeróbia de resíduos e utilização do material digerido - Dr. David Wilken, Associação Alemã de Biogás;
- Processo de fermentação - Dr. Oliver Gehrke, Associação Alemã de Biogás;
- Tecnologia e segurança - Dr. Manuel Maciejczyk, Associação Alemã de Biogás.

- *Visita a planta de biogás RoRo (Resíduos Agroindustriais e Orgânicos) - Osteriedt*

A empresa RoRo (Rotenburg Rohstoff) utiliza uma tecnologia para produção de biogás que funciona com 100% de resíduos orgânicos oriundos de diferentes processos produtivos de alimentos. A planta foi construída em 1999, é pertencente a uma cooperativa de 250 fazendeiros e produz 1,2 MW_{el}, que é direcionado para a rede pública de energia. O calor é utilizado na planta de processamento de resíduos. O material digerido é utilizado para produção de fertilizante.

Os resíduos típicos incluem resíduo líquido de abatedouros (cerca de 30%), uma grande quantidade de alimentos vencidos ou de má qualidade e resíduos da indústria de alimentos, tais como: iogurte, sorvete, vegetais, frutas (banana, laranja), resíduos da produção de leite, de ração, etc. A planta recebe cerca de 10 t/dia de resíduos e o tempo de retenção no digestor é de 40 a 50 dias.





28 de janeiro

- *Reunião com especialistas alemães em Licenciamento*

Por intermédio da Associação Alemã de Biogás, foi efetuada reunião com especialistas em licenciamento ambiental na Alemanha. A reunião foi exclusiva para nosso grupo em uma sala dentro da feira.

Na ocasião os especialistas esclareceram quanto aos procedimentos adotados para o licenciamento ambiental de plantas de Biogás na Alemanha.

- *Participação no BIOGAS 24th Internationale Jahrestagung und Fachmesse (24ª Conferência Anual e Exposição Internacional sobre Biogás).*

Painel 4.1 - Desenvolvimentos Recentes em Segurança

O referido painel contou com a seguinte programação:

- Estado atual do biogás Portaria - Hans-Peter Ewens, Ministério Federal do Meio Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear Construção (BMUB);
- Apresentação da Norma Técnica 529 biogás - Dipl.-Ing. Dirk Pachurka, BG Energia, produtos têxteis e de mídia;
- Recentes discussões sobre a segurança em unidades de biogás - Dipl.-Ing. Joseph Ziegler, porta-voz do grupo de trabalho de segurança da Associação Alemã de Biogás.

Painel 4.2 - Prevenção de riscos em plantas de Biogás

O referido painel contou com a seguinte programação:

- Medida prática da CH₄, emissões potenciais de usinas de biogás - Dr. Joachim Clemens e David Dresen, Bonalytic;
- Experiência de um operador de biogás na aplicação de um conceito de segurança - Jürgen Sudholz, Sudholz & Harting;



- Para se ter situações de emergência sob controle - o planejamento ideal, documentação e partilha de informação - Dr. Sarah Gehrig, Dr. Gehrig Management & Technology Consulting.

29 de janeiro

- *Participação no BIOGAS 24th Internationale Jahrestagung und Fachmesse (24ª Conferência Anual e Exposição Internacional sobre Biogás).*

Painel 6.1- Requerimentos de emissões em mudança

O referido painel contou com a seguinte programação:

- Análise das emissões a partir de plantas de biogás e cenários de ação possíveis - Dr. Jan Liebetrau, Centro Alemão de Pesquisa em Biomassa;
- Novas regulamentações para as emissões oficiais de motores movidos a biogás - Dipl.-Ing. Anja Nowack, Agência Ambiental Federal – Dessau;
- Resposta de um fabricante de equipamentos de cogeração às novas exigências legais para evitar emissões - Frank Grewe, 2G Energy AG.

Painel 7.2 - Exemplos de boas práticas para digestão de resíduos

O referido painel contou com a seguinte programação:

- Conceitos de plantas para a digestão anaeróbia de resíduos sólidos urbanos e resíduos industriais na Turquia - Alfons Himmelstoss, AEV Energy;
- Maior flexibilidade de substratos e um conceito de biogás valorização inteligente - a Usina AD ZEMKA (Áustria) - Stephan Schulte, BTA International;
- A digestão anaeróbia de resíduos biológicos pelo sistema Kompogas sem produzir líquidos nos Países Baixos, Itália e Alemanha - Raiko Kolar, Axpo Kompogas Engineering;
- O processo Dranco: plantas de referência na Bélgica e outros países - Winfried Six, Organic Waste Systems.

- *Visita a planta de biogás (agricultura) - Werlte*

A usina de biogás Werlte é uma das mais novas do grupo EWE. Esterco e diversos tipos de resíduos, como por exemplo gordura e resíduo de flotação, são digeridos nessa planta. Três colaboradores organizam o funcionamento da usina.

A característica mais especial dessa planta é o armazenamento do gás que utiliza membrana sobre um pós-digestor. Em duas CHPs a energia elétrica é produzida e posteriormente injetada na rede de energia elétrica. O calor é reutilizado no processo de produção e para pré-aquecimento do substrato. A planta foi instalada no ano de 2002 sob um custo de investimento de 6,6 Milhões de euros. A usina recebe 70.000 t/ano de

esterco de suíno e bovino e 40.000 t/ano de gordura animal e vegetal e resíduo de flotação. Esses resíduos são utilizados para a geração de 2,5 MW_{el} e 3,3 MW_t.

Em 2007 foi instalada a plantas de purificação do biogás, que eleva a qualidade do biogás a gás natural. O gás é então injetado na rede de gás local. São purificados 500 m³ /h de biogás.



30 de janeiro

- *Visita à planta de biogás (RSU) - Bassum*

Na Bassum há duas plantas diferentes de biogás. Uma delas é a RABA (sigla em alemão para Planta de Tratamento de Resíduos) e a outra é uma planta de fermentação seca e compostagem.

A RABA é uma planta de TMB de três etapas, com capacidade de tratamento de 65.000 toneladas de resíduos e possibilidade de ampliação dessa capacidade.

Na primeira etapa os resíduos de residências e empresas têm primeiramente seu tamanho reduzido através do tratamento mecânico e são então peneirados. A segunda etapa é a digestão anaeróbia e a terceira etapa é a compostagem. A fração com bom poder calorífico é utilizada para geração de energia.

O peneiramento separa os resíduos em 3 frações de até 40mm, entre 40 e 80 mm e acima de 80 mm. A primeira fração é direcionada para a digestão, enquanto que o material entre 40 e 80 mm é levado para a compostagem. A fração com diâmetros acima de 80 mm segue para uma separação do material metálico e, posteriormente é utilizada na indústria com material para a produção de combustíveis alternativos, devido ao seu alto poder calorífico. Para a digestão, são adicionados, misturados e aquecidos no digestor: água, material digerido e material fresco com até 40 mm de diâmetro. Essa mistura é digerida por aproximadamente três semanas em um digestor anaeróbio de 30 m de altura. O biogás produzido nessa etapa é utilizado para geração de calor e energia elétrica em uma CHP.



A planta de fermentação seca utiliza apenas resíduos orgânicos já segregados na fonte, ou seja, somente resíduos de frutas e vegetais, pães velhos, borra e filtro de café, saquinhos e folhas de chá, cascas de ovos e nozes, cabelos e penas e resíduos de poda (resíduos verdes). A planta possui seis fermentadores tipo garagem que são

abastecidos com este resíduo e com material já fermentado (inóculo). A usina opera em estágios e produz biogás continuamente.

Os fermentadores são aquecidos e possuem sprays, que são utilizados várias vezes ao dia para a reutilização do percolado gerado no processo. A digestão ocorre por aproximadamente quatro semanas a uma temperatura mesofílica, ou seja, entre 37°C e 39°C, garantido um ótimo balanço entre rendimento e tempo de retenção. Ao final do processo, metade do material é retirado e levado a dois túneis de aeração, quando necessário, e destinado à compostagem. A outra metade é adicionada ao material fresco como inóculo.

O biogás gerado na digestão contém cerca de 50% a 60% de metano e é transportado por tubulação até a área de tratamento, onde é secado e limpo com uso de carvão ativado. O gás é então utilizado para produção de energia térmica e elétrica. São gerados cerca de 3.700 MWh de energia que são injetados na rede pública.



- *Encerramento e avaliação do programa de visitas*

Para finalizar a programação, foi realizada uma reunião visando discutir a percepção dos participantes em relação à viagem, avaliando a importância dos conhecimentos adquiridos e a possibilidade de auxiliar nas ações relativas ao licenciamento de plantas de biogás, nos respectivos órgãos ambientais.

Em face da proposta da GIZ de elaborar um documento visando atender a demanda dos órgãos ambientais por informações técnicas sobre plantas de biogás, foi discutido o sumário desse documento elaborado previamente pela GIZ.

31 de janeiro e 01 de fevereiro

- *Saída de Bremen, deslocamento até Frankfurt – Alemanha e chegada ao Brasil (São Paulo).*



3. Benefícios para a instituição e experiências adquiridas

Com a promulgação das leis instituindo as Políticas Federal e Estadual de Resíduos Sólidos, a qual incentiva empreendimentos voltados à reciclagem, valorização e recuperação de energia a partir de resíduos, estão sendo desenvolvidos projetos utilizando tecnologias ainda não consolidadas no Brasil, as quais obrigatoriamente deverão ser submetidos ao licenciamento e controle ambiental. Desta forma, é imperioso que as equipes técnicas da CETESB conheçam instalações que já estejam operando no exterior, assim como as eventuais exigências técnicas necessárias para assegurar que esses empreendimentos atendem às restrições ambientais e de segurança.

Nesse sentido, as visitas técnicas efetuadas proporcionaram o conhecimento sobre as plantas de biogás fundamentais para a correta avaliação do processo tecnológico e que, com certeza, agilizará e facilitará o processo de licenciamento, bem como a fiscalização, que estão em curso no Estado.

Considera-se, ainda, que a elaboração do documento proposto pela GIZ e discutido durante a viagem, visando compor um Guia ou Manual para atender a demanda dos órgãos ambientais por informações técnicas sobre plantas de biogás, também irá contribuir para as ações desta Companhia.

4. Anexos

Segue anexo a este relatório, CD-ROM com os materiais obtidos durante as atividades realizadas.

São Paulo, 23 de fevereiro de 2015.

Engº. Cristiano Kenji Iwai

Gerente da Divisão de Apoio ao Controle de Fontes de Poluição - CTF

Engº. Aruntho Savastano Neto

Diretor de Controle e Licenciamento Ambiental