



O biogás pode ser considerado uma energia triplamente invisível.

Como gás, invisível e intangível, é diferente das outras fontes que se vê e que se toca.

Como fonte de energia é diretamente ligado à sustentabilidade das próprias atividades, sendo obtido no tratamento sanitário de resíduos e efluentes orgânicos, mas desperdiçado, jogado fora.

É invisível para as políticas públicas de energia, pelo fato de o biogás ocorrer em situação distribuída, ou descentralizada, o que aos olhos dos planejadores demandaria enormes esforços para poder ingressar no sistema em escala compatível com as outras fontes, que compõem a matriz energética. Ou seja, uma fonte renovável aparentemente desprezível.

Especificamente, a importância do aproveitamento energético, ambiental e econômico do biogás contido nos resíduos sólidos urbanos, tema central deste trabalho: “Biogás: Economia, Regulação e

Sustentabilidade”, realizado por Fábio Viana de Abreu, graduado do curso Especialização em Energias Renováveis – ênfase em Biogás, pode ser medida no fato de que, ao reforçar o nexo alimentos-energia, o trabalho convida à análise de um problema de dimensões planetárias e muito preocupantes.

Segundo relatório recente da FAO – Os Rastros do Desperdício de Alimentos: Impactos sobre os Recursos Naturais (agosto 2013) – enquanto mais de 800 milhões de pessoas no mundo passam fome, estima-se que mais de um bilhão de toneladas de alimentos viram lixo todos os anos. Desperdícios em grande escala de alimentos constituem uma das causas da fome endêmica que grassa a humanidade.

O estudo enfatiza ainda que 54 % deste desperdício ocorre nas fases de produção até a armazenagem e é mais intensa em países em desenvolvimento. Enquanto 46 % ocorrem nas etapas de processamento, distribuição e consumo e é mais comum ocorrer em países desenvolvidos, que servem ao mercado alimentos praticamente prontos para consumo.

Nestes dois cenários o autor evoluiu com êxito.

Somadas as perdas, continua a FAO, o custo econômico do desperdício foi estimado em US\$ 750 bilhões/ano. Já os custos ambientais anuais decorrentes estimados são de 3,3 bilhões de toneladas equivalentes de CO₂ e de 250 quilômetros cúbicos de água diretamente envolvidos na produção.

Creio que é por essas razões – a importância do tema e a sua replicabilidade – que o trabalho de conclusão de curso de Fábio Viana de Abreu sendo editado seguramente se constituirá em peça bibliográfica de grande valor para a construção de propostas de reeducação energética, necessárias para termos uma nova cultura sobre a gestão de resíduos, que, se não encontrasse a sustentabilidade plena, certamente teria, na energia baseada no aproveitamento do biogás e suas aplicações, fontes de renda para reduzir seus custos.

Vale a pena ler e ter como referência.

Cícero Bley Jr.

Superintendente de Energias Renováveis – Itaipu Binacional

Presidente do Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás

Presidente da Associação Brasileira do Biogás e Biometano (Abiogás)



| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 | RESÍDUOS SÓLIDOS | 5 |
| 2.1 | A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)..... | 5 |
| 2.2 | Resíduos Sólidos Urbanos..... | 8 |
| 2.2.1 | Definição de Lixo | 9 |
| 2.3 | As Rotas dos Resíduos Sólidos | 9 |
| 2.4 | Resíduos Sólidos Urbanos e Opções Energéticas..... | 13 |
| 2.4.1 | Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos..... | 13 |
| 2.4.2 | Células de Lixo | 14 |
| 2.4.3 | Incineração dos Resíduos | 14 |
| 2.4.4 | Reciclagem..... | 16 |
| 2.5 | LEGISLAÇÃO APLICADA AOS RSUS..... | 17 |
| 2.5.1 | Da Política Nacional do Meio Ambiente..... | 18 |
| 2.6 | Tecnologias para Conversão do Biogás..... | 19 |
| 2.6.1 | Motor de Combustão Interna Alternativo | 21 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3 | MODELOS TÉCNICOS DE PREVISÃO DE GERAÇÃO DE GÁS DE ATERRO..... | 25 |
| 3.1 | Modelos Teóricos de Geração de Energia a partir do Biogás..... | 26 |
| 3.1.1 | Metodologia do Banco Mundial..... | 27 |
| 3.1.2 | Metodologia IPCC..... | 29 |
| 3.1.3 | Modelo Monofásico TNO..... | 34 |
| 3.1.4 | Modelo TNO Multifásico – Afvalzorg..... | 37 |
| 3.1.5 | Modelo Monofásico LandGEM..... | 38 |
| 3.1.6 | Modelo Multifásico EPER (França)..... | 40 |
| 3.2 | Estrutura do Projeto, Implementação e Riscos..... | 41 |
| 3.2.1 | Etapas para Implantação de um Projeto de Produção de Energia em Aterros Sanitários Através do Biogás do Lixo..... | 42 |
| 4 | ASPECTOS ECONÔMICOS E TRIBUTÁRIOS DE PROJETOS DE BIOGÁS..... | 45 |
| 4.1 | Análise Econômica e Tributação..... | 45 |
| 4.1.1 | Valor Presente Líquido (VPL)..... | 45 |
| 4.1.2 | Taxa Interna de Retorno (TIR)..... | 46 |
| 4.1.3 | Taxa Mínima de Atratividade (TMA)..... | 47 |
| 4.1.4 | VPL x TIR..... | 47 |
| 4.1.5 | Tributos..... | 48 |
| 5 | APROVEITAMENTO ENERGÉTICO EM ATERROS..... | 51 |
| 5.1 | Aterro de Gramacho..... | 51 |
| 5.1.1 | Determinação do Biogás a Ser Produzido..... | 53 |
| 5.1.2 | Composição dos Resíduos..... | 54 |
| 5.1.3 | Aspectos Técnicos do Sistema de Coleta e Utilização de Biogás..... | 54 |
| 5.1.4 | Potencial de Recuperação do Biogás e Dimensionamento do Sistema de Coleta e Controle..... | 56 |
| 5.1.5 | Construção do Sistema de Coleta Inicial..... | 60 |
| 5.1.6 | Expansão e Manutenção do Sistema de Coleta..... | 63 |
| 5.1.7 | Custos Orçamentários para Sistema de Coleta e Queima de Biogás..... | 64 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 5.1.8 | Custos para Registro, Monitoramento e Verificação para o Sistema de Coleta e Queima de Biogás..... | 66 |
| 5.1.9 | Geração Elétrica | 67 |
| 5.1.10 | Avaliação Econômica | 70 |
| 5.2 | Aterro de Seropédica..... | 82 |
| 5.2.1 | Análise de Investimentos..... | 84 |
| 6 | CONCLUSÕES..... | 87 |
| 7 | REFERÊNCIAS | 91 |
| | ANEXOS..... | 99 |
| I | LEGISLAÇÃO DO SETOR DE BIOGÁS..... | 101 |
| I.0 | Artigos da Constituição Federal relacionados ao Biogás..... | 101 |
| I.1 | Política Estadual de Gás Natural Renovável – RJ..... | 103 |
| I.2 | Programa Paulista de Biogás..... | 105 |
| I.3 | Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010)..... | 108 |
| I.4 | Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 | 141 |
| II | FLUXO DE CAIXA | 177 |
| | POSFÁCIO | 183 |