ANÁLISE DA PRODUÇÃO E APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO BIOGÁS NO ATERRO SANITÁRIO DA CIDADE DE PORTO VELHO RO

Aline da Silva Feitosa[1], Clerismar F. da Silva [2], Gizele F.erreira da Silva [3] Rogério M. da Silva [4],

Abstract *— The biogas is a biofuel that is composed mainly by methane, which is generate by decomposition of organic material from anaerobic digestion. Rondônia have future projects in the field of sanitary landfills implementation, which can be used for the extraction of the biogas and, concomitantly, for the energy generation in the State, which will guarantee the efficient management of the residues that come from this landfills. This article analyses the possibility of production and use of the energy that extract from the biogas of the landfills of Porto Velho (RO), having in mind that a good management of the biogas contributes for the generation of income and in the reduction of the green house gases.*

Index Terms - Biogas, landfills, Energy Matrix.

INTRODUÇÃO

A preservação do meio ambiente tornou-se uma das maiores preocupações da população mundial seja pela modificação do meio ambiente provocada pelo homem ou pela resposta que a natureza dá à suas ações.

Por esse motivo, vê-se que os recursos naturais são finitos e que seu uso desenfreado poderá trazer sérios danos às gerações futuras. Como forma de contribuir para a redução dos impactos ambientais, uma das possíveis soluções é a diminuição da dependência de combustíveis fósseis e não renováveis.

O gás metano, principal elemento constituinte do biogás de 50 a 70%, é importante fonte de energia e um dos principais contribuintes para o aquecimento global. As principais fontes emissoras desse gás são animais em criadouros ou pastos, aterros e lixões. Desse modo, o aproveitamento do biogás para geração de energia provinda de aterros contribui para a redução da emissão desses gases poluidores, os quais são passíveis à obtenção de créditos de carbono.

Visto que o desenvolvimento socioeconômico provoca impactos sócio-ambientais, como por exemplo, o lixo considerado resíduo sólido resultante da atividade humana. Assim, uma política de tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos RSU deve ser adotada tanto em grandes quanto pequenos centros por órgãos públicos.

O maior impacto ambiental dos RSU está relacionado à possível contaminação do solo e das águas subterrâneas. Decorrente da percolação do chorume no solo, líquido resultante da passagem da água através do lixo em processo de decomposição. A contaminação dar-se-á por lixiviação podendo atingir as águas subterrâneas, comprometendo a qualidade da água e como conseqüência influenciando na saúde da população e mesmo do ambiente.

O paulatino crescimento da cidade de Porto Velho acarreta um aumento da disposição de resíduos sólidos, os quais não dispõem de lugar seguro e adequado para seu despejo. Desde o ano de 1993 os resíduos sólidos e urbanos são direcionados para um lixão, onde residem em suas proximidades algumas famílias, e está localizado próximo a nascentes e em uma área de preservação ambiental.

Neste trabalho apresenta-se a proposta de aterro sanitário para a cidade de PVH, descrevendo-se sua implantação, operação e aproveitamento energético. Destaca-se o processo de recuperação ambiental, retirada ou minimização dos catadores nas áreas de operação do aterro através de programas sócio-ambientais. Além disso, a emissão de gases de efeito estufa responsáveis pelo aquecimento global é reduzida através do aproveitamento energético de biogás, com a geração de energia limpa, transformando lixo em desenvolvimento sustentável.

Umas das etapas do projeto de aterro sanitário para a cidade de Porto Velho têm como meta alocação de recursos para a execução de serviços de melhoria do sistema de destino final. Além da implementação de unidades de triagem para a segregação dos recicláveis como forma de incentivo para os catadores que tem o “lixo” como meio de sobrevivência.

BIOGÁS

O biogás advém da “conversão anaeróbia de compostos orgânicos pela ação de microorganismos”. [1]

Portanto, o biogás é uma combinação de metano, gás carbônico e outros constituintes com pequenas proporções. Trata-se de um combustível gasoso, renovável que assim como o gás natural apresenta um alto potencial energético.

Conforme [2], o poder calorífico é de 5.000 a 7.000 kcal/m³, sendo variável devido à maior ou menor pureza, ou

1 Aline da Silva Feitosa, acadêmica do curso de Engenharia Elétrica da Fundação Universidade Federal de Rondônia, loly14_03@hotmail.com.
2 Clerismar Fernandes da Silva, acadêmica do curso de Engenharia Elétrica da Fundação Universidade Federal de Rondônia, cllerys@hotmail.com.
3 Gizele Ferreira da Silva, acadêmica do curso de Engenharia Elétrica da Fundação Universidade Federal de Rondônia, gizele100@hotmail.com.
4 Rogério Marcos da Silva Doutorando em Engenharia Elétrica pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Unesp, Professor Assistente do Departamento de Engenharia Eletrica pela Fundação Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho, RO, Brasil.

seja, da quantidade de metano presente na mistura. O biogás altamente purificado pode chegar a 12.000 kcal/m³.

Assim, 1 m³ de biogás equivale a:

- 0,61 litro de gasolina;
- 0,58 litro de querosene;
- 0,55 litro de óleo diesel;
- 0,45 litro de gás de cozinha;
- 1,50 quilo de lenha;
- 0,79 litro de álcool hidratado.

A composição do biogás varia de acordo com a natureza da matéria-prima fermentada e ao longo do processo de fermentação, apresentando maiores proporções de metano e gás carbônico, os resultados são mostrados na Tabela I.

TABELA I
COMPOSIÇÃO DO BIOGÁS

Gases	porcentagem (%)
Metano (CH4)	50 A 70
Dióxido de carbono (CO2)	30 A 40
Nitrogênio (N2)	0 A 10
Hidrogênio (H2)	0 A 5
Oxigênio (O2)	0 A 1
Gás sulfídrico (H2S)	0 A 1
Vapor d'água	0,3

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – RSU

Ocorre a contaminação do meio ambiente com o inadequado manuseio desses resíduos, o que eventualmente causará danos ao ecossistema e a saúde da população que reside nas proximidades desses depósitos.

Segundo a norma brasileira NBR-10004/87 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, resíduos sólidos no Brasil pode ser definido como: "Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultem das atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, serviços e varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos, instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede publica de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível" (ABNT, 2004).

De forma sucinta pode-se classificar a disposição de lixo em três tipos:

Aterro sanitário: a disposição do lixo é feita em local seguro, de forma a manter o controle dos gases e líquidos gerados – com total impermeabilização do solo.

Aterro controlado: depósitos de lixo, onde não há total impermeabilização do solo, conseqüentemente não é possível controlar todos os gases e líquidos produzidos pelo lixo. Retém e minimiza a área poluída, contudo traz sérios danos ao meio ambiente.

Lixão: ambiente a céu aberto, em que o lixo é lançado no solo, onde não há controle do tipo de resíduo e dos efeitos que estes provocam tanto ao meio ambiente quanto a saúde humana e animal.

Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, no Brasil se coleta aproximadamente 140.911 toneladas/dia de RSU, com média nacional de produção de resíduos de aproximadamente 0.924 kg/hab/dia. Cerca de 10 milhões de toneladas de RSU deixam de ser coletadas atualmente.

FIGURA 1
DESTINAÇÃO FINAL DO LIXO NO BASIL

A produção de resíduos sólidos e urbanos apresenta-se como um problema que traz preocupações as prefeituras quanto à destinação final destes resíduos. Devido ao alto custo para destinar esses resíduos, muitas prefeituras depositam esses resíduos em aterros controlados e até mesmo em lixeiras. O custo e a manutenção de um aterro sanitário para municípios de pequeno porte tornam-se muitos casos inviável.

ATERRO SANITÁRIO

O aterro sanitário é a forma de disposição de resíduos sólidos. Consiste na utilização de métodos de engenharia para confinar os resíduos, de maneira que o lixo seja reduzido a um menor volume e após o fim da jornada diária ou depois de um determinado período, esses dejetos são cobertos com uma camada de terra. Desse modo tem-se uma maior possibilidade de reaproveitamento e produção de biogás de maneira mais adequada. Algumas variáveis vão influenciar na capacidade desse aterro de produzir gás como, por exemplo, a composição do resíduo, umidade, pH, tamanho das partículas, tempo da disposição do resíduo, entre outros.

É necessária a utilização de um conhecimento técnico profundo sobre os fatores envolvidos devido às condições de trabalho intrínsecos ao gerenciamento de resíduos, dentre os mais importantes estão: conhecimento das proporções orgânicas e inorgânicas dos resíduos; contenção e impermeabilização do conjunto; disposição nas células, com vistas à acomodação de compactação pretendida; projeção das linhas de exaustão dos gases e drenagens das águas

pluviais e chorume; e melhoria do processo biológico, com reciclagem dos líquidos.

A exploração do biogás através de aterros sanitários e sua utilização para a geração de energia é um empreendimento termelétrico que se difere dos outros por apresentar características peculiares de sua exploração, tais como a necessidade de saneamento básico e seus devidos cuidados e atividades extras para sua complementação técnica. Para implementação de projetos de energia renovável, as melhores localidades são aquelas onde existem programas de coleta seletiva e destinação alternativa de resíduos sólidos, desse modo tem-se um melhor aproveitamento do lixo.

PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO.

No início da operação do aterro, com o terreno já preparado e impermeabilizado com camada compacta de argila e, caso necessite, uma manta sintética sob essa camada, os resíduos são depositados no fundo da célula, figura 2, sendo utilizada a manta o cuidado deve ser maior para não danificá-la durante a operação.

FIGURA 2
INICIAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO

Com a deposição do lixo em camadas nas células, tem-se a necessidade da construção de drenos internos horizontais e verticais, de acordo com a figura 3, os quais apresentam maior eficiência estando interligados para a drenagem dos gases e do chorume gerados na decomposição do lixo.

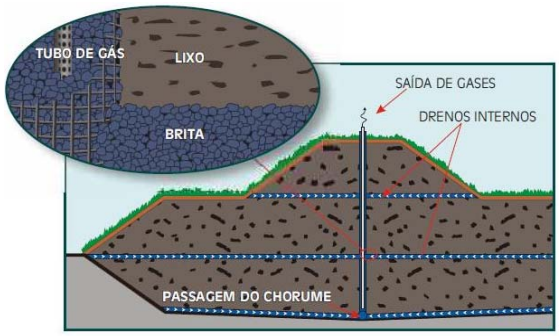


FIGURA 3
ILUSTRAÇÃO DA DRENAGEM DO GÁS E DO CHORUME.

É possível apontar algumas vantagens e desvantagens em relação a implementação do sistema de captação de biogás e geração de energia a partir do gás produzido e coletado pelo sistema de drenagem; na esfera de ganho ambiental tem-se o metano que deixa de ser lançado na atmosfera, sendo que é 21 vezes mais nocivo à camada de ozônio do que o gás carbônico, e também há a geração de uma energia limpa e renovável a partir de uma fonte poluidora. Por outro lado, uma das dificuldades é em relação ao maciço sanitário, constituído de material heterogêneo e com alto teor orgânico apresentando um alto poder energético mas que poderá implicar em elevadas deformações mecânicas, sendo que cada aterro tem suas particularidades.

O biogás é conduzido para o queimador e/ou para o sistema de geração de energia. No queimador o metano entra em combustão, mas a energia térmica gerada pela queima não é aproveitada para se obter energia. Nos países desenvolvidos, onde a prática do aproveitamento do biogás é muito utilizada, gera-se energia elétrica utilizando motores de combustão interna (ciclo Otto) ou turbinas a vapor.

O chorume é um líquido altamente poluidor, gerado naturalmente pelo lixo. Se não devidamente tratado, este escoa no solo provocando danos ao meio, podendo atingir os lençóis freáticos comprometendo assim a qualidade das águas subterrâneas.

A chuva pode provocar infiltração na célula e com isso aumentar o volume de chorume se não for devidamente drenada, e caso a impermeabilização da base e a drenagem interna seja mal feita, poderá ocorrer a contaminação do solo e das águas subterrâneas.

Quando efetuado um tratamento do chorume é necessário efetuar a medição da vazão do mesmo e sua composição antes e depois da operação. Uma das técnicas mais utilizadas para o tratamento do chorume são as lagoas anaeróbias e facultativas, onde ocorre a remoção da carga orgânica líquido, pela ação das bactérias.

ESTUDO DE CASO - PORTO VELHO

Todo o lixo coletado na cidade de Porto Velho é lançado a céu aberto em uma área afastada – 12 Km da zona urbana e cerca de 4 Km da margem direita do Rio Madeira.

Passados 11 anos de sua criação a lixeira de Porto Velho recebeu uma cobertura de solo, o que se assemelha a um aterro controlado, tal empreendimento foi estabelecido devido aos focos de constantes epidemias além do impacto ambiental oriundo desse tipo de deposito. Contudo, atualmente aos 16 anos de sua criação, a Lixeira encontra-se em estado abusivo de lixo sobre o solo. As condições nos quais esse tipo de deposito apresenta é propicio para a proliferação de doenças. Além da contaminação do solo e dos recursos naturais de água através do chorume e do ar devido a liberação de gases altamente danosos há também o risco de contaminação da população local e entorno. Ao relacionar a quantidade de lixo produzida no município, nota-se que o número tende a aumentar devido ao

crescimento populacional ocasionado pela construção das usinas hidrelétricas do Madeira.

Conforme a Legislação Ambiental Federal a localização da lixeira não se adéqua aos critérios exigidos para a esta, uma vez que não respeita a distância mínima para corpos hídricos, além de sítios, fazendas, área de preservação ambiental, além dos igarapés.

Cerca de 50% do lixo de Porto velho provém de materiais recicláveis, estes poderiam ser amplamente aproveitados, se implantados programas de coleta seletiva e reciclagem do lixo.

Uma parcela da coleta do lixo urbano e feita pela Empresa Marquise que por sua vez, coleta aproximadamente 220 toneladas/dia de lixo domiciliar, 50 toneladas/dia de inertes (entulho) e o atendimento de 80% da população (ver Tabela II).

TABELA II
MUNICÍPIO DE PORTO VELHO (RO)

Destino do lixo	
Coletado	68.354
Outro destino	15.328
TOTAL	83.682

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000.

No Estado de Rondônia não existe tratamento adequado para o lixo gerado. Apenas o município de Ji-Paraná faz o tratamento dos RSH municipal, através de incenerador pirolítico financiado pela FUNASA (Fundação Nacional de Saúde).

O clima da cidade sofre variações, contudo predomina o tropical úmido quente. Há precipitações hidrológicas, onde as chuvas são mais escassas entre os meses de maio a setembro, enquanto que entre os meses de outubro e abril as chuvas são mais freqüentes. Estas precipitações elevadas ocasionam no aumento do nível de águas nos aqüíferos, ou seja, ocorre infiltração da água da precipitação sobre superfícies permeáveis. De maio a setembro a forte evapotranspiração conduz o desenvolvimento e intensificação dos vapores e odores da lixeira, principalmente no período de junho a agosto, nesta mesma época ocorre a queima natural dos gases poluentes cuja fumaça e odor, dependendo da velocidade e direção do vento, se estende ate o Campus da Universidade Federal de Rondonia. [3]

Considerando a hidrogeologia de Rondônia, os aqüíferos (as águas subterrâneas) são explorados através de poços e/ou através de captação de minas de água. O relevo onde se encontra a lixeira apresenta-se na faixa de suavemente ondulado a ondulado, e apresenta variações de declividades de 2% e acima de 20%. Enquanto a zona alta tem cotas altimétricas entre 100 e 110 m, e a zona baixa de 60 m. Um ponto crítico é que nas encostas desta região, há nascentes que originam os pequenos cursos de água, originando um igarapé, próximo a Lixeira – certamente a água deste igarapé é usada pelas pessoas residentes nas proximidades, o qual deságua no igarapé Mato Grosso seguindo em direção ao Rio Madeira.

PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE UM ATERRO

A construção de um aterro sanitário na cidade de Porto Velho resolveria o problema do lixo e tornaria possível o aproveitamento dos gases gerados - o biogás, este pode ser aproveitado na forma de energia elétrica para atender pequenas comunidades, ou ser aproveitado como gás de coquição.

A NBR-8419/92 estabelece que um aterro deve ser instalado a no mínimo 200 m de cursos d'água, respeitando 1.5 m entre a superfície de destinação e a camada de lençol freático, estar em área livre de inundação e de fácil acesso. O solo deve ter baixa condutividade hidráulica (para não atingir os aqüíferos) e o nível d'água deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região. Este deve apresentar um sistema de contenção de odores, poeira, prevenção a erosões e tratamento dos gases gerados.

Visto que a Lixeira de Porto Velho encontra-se em uma área não adequada para seu funcionamento, o aterro aqui proposto deve ser construído em outro local, que atenda aos requisitos básicos imposto pela NBR-8419/92.

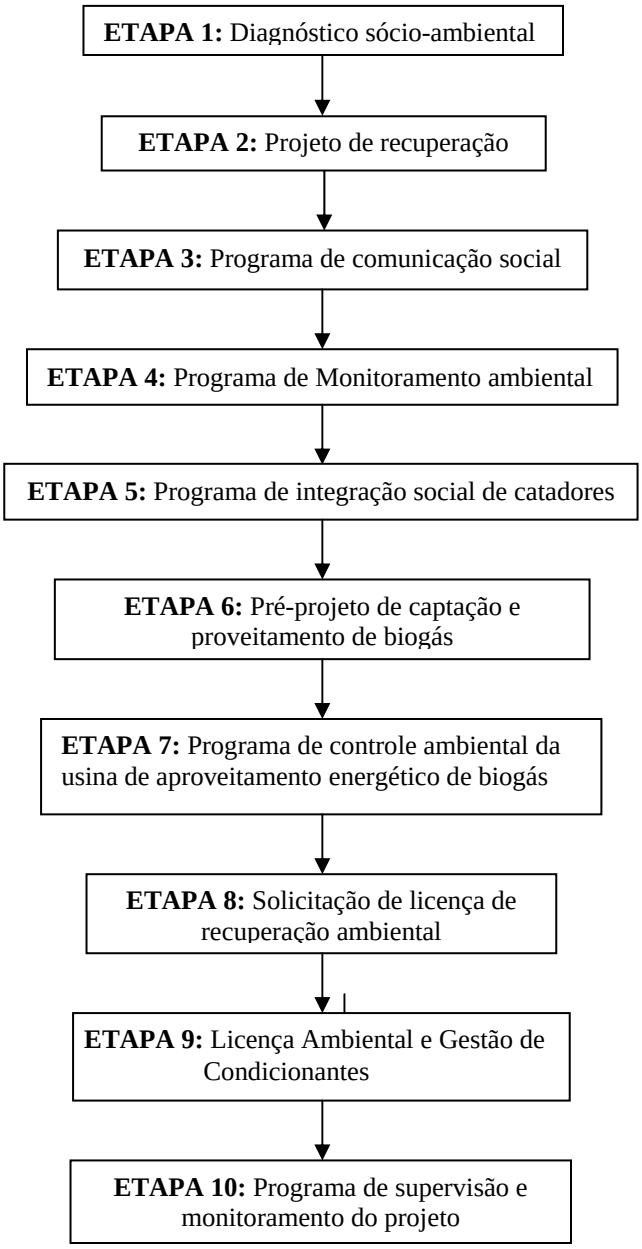
Com o intuito de efetuar o aproveitamento do biogás, tem-se a necessidade da construção de um sistema para capturar e transmitir o gás do aterro até a usina de aproveitamento energético. Pode ser efetuado da seguinte maneira:

- Sistema de extração;
- Linha de captação;
- Usina de aproveitamento energético.

Para cerca de uma tonelada de resíduos dispostos em um aterro sanitário, são capturados em média 200Nm³ de biogás. O biogás começa a ser gerado, em um aterro sanitário, após alguns meses do início do aterramento dos resíduos e perdura até cerca de 15 anos após o encerramento da operação da unidade. Na usina de aproveitamento energético do biogás serão gerados resíduos, provenientes de cada atividades executada na unidade. Os resíduos serão gerados nos três diferentes passos; o primeiro na instalação da usina; o segundo na manutenção e operação e o terceiro nas atividades administrativas. [8]

O fluxograma apresenta as diretrizes básicas para a realização do projeto de aterro sanitário em Porto Velho – RO. [9]

Fluxograma de etapas



CONCLUSÃO

O biogás proveniente de aterros sanitários representa grande benefício socioambiental, desta forma reduzindo as emissões de poluentes e gases que contribuem para o efeito estufa, tal como o metano.

O aproveitamento do biogás captado no aterro aqui proposto, tende a beneficiar a cidade de Porto Velho em vários aspectos. Ao direcionar adequadamente o chorume produzido pelos RSU, resolver-se-ia o problema de contaminação dos aqüíferos e, conseqüentemente a população local não seria afetada neste quesito.

Outra vantagem da implantação deste aterro e da construção da usina de captação e aproveitamento do biogás é a minimização de catadores de lixo com a implantação de programas profissionalizantes no âmbito de reciclagem de matérias provenientes do lixão. Quanto à manutenção no aterro, a usina necessitará de pessoal treinado para esse fim. Os residentes da Vila Princesa, poderiam estar se encaixando no quadro de funcionários desta, e através de programas sociais e cursos técnicos estariam aptos para execução das funções requeridas.

Portanto, o biogás pode ser aproveitado para atender energeticamente de forma pontual pequeno grupos de pessoas. Assim como ser utilizado como combustível para o acionamento de equipamentos estacionários, certamente trata-se de uma forma simples, econômica e viável de aproveitar essa energia alternativa.

REFERÊNCIAS

CORTEZ, Luis Augusto Barbosa, Middle initial, "Sistemas Energéticos II. Tecnologias de conversão energética da biomassa.".

TURDERA, Mirko V., YURA, Danilo, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, "Estudo da viabilidade de um biodigestor no município de Dourados.", 2006.

COSTA, Adeilton Fernandes da, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Tese (Doutorado), " Emprego do método da eletroresistividade na caracterização da lixeira de Porto Velho – RO assentada em meio fraturado.", Rio Claro – SP, 2008

KAIMOTO, Luis Sérgio Akira ,LEITE, Eduardo Ferreira ,COELHO, Marcílio Gama, "Considerações sobre aproveitamento do biogás em aterro sanitário. ", São Paulo – SP.

JIMENEZ, Natalie, et all. "Geração de energia elétrica e iluminação com biogás de aterro sanitário". Revista:Eletricidade. Moderna.Editora Aranda. Ano XXXVII, N_ 424, julho de 2009.

Governo do Estado da Bahia. Secretaria do planejamento, ciência e tecnologia – SEPLANTEC. Companhia de desenvolvimento urbano do estado da Bahia – CONDER. "Manual de operação de aterros sanitários."

ZIDAN, Priscila, GAIOTTO, Eduardo, FELIPETTO, Adriana, Novagerar, "Procedimento gerencial. - Guia de diretrizes básicas para a recuperação de lixões.", fevereiro de 2008.

NETO, João da Silva Fortuna, da Universidade Federal da Bahia. Pós Graduação em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo produtivo. "Aproveitamento Energético de Aterros Sanitários - O Uso de Critérios do Aproveitamento Energético na Escolha de Locais para Implantação de futuros Aterros Sanitários." Novembro de 2007.

"Programa de Controle Ambiental da Usina de Aproveitamento Energético do Biogás". CTR Alcântara, grupo NOVAGERAR. São Gonçalo – Rio de Janeiro. Abril, 2008