

CAPTAR BIOGÁS (CH_4) DOS ATERROS DE RESÍDUOS E TRANSFORMAR EM ENERGIA ELÉTRICA

PROPOSTA MITIGADORA PARA PASSIVOS AMBIENTAIS MUNICIPAIS
GERADOS NA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ATERROS

*" Na Natureza nada se cria, nada se perde,
tudo se transforma "*

Antoine-Laurent Lavoisier

Henrique Arruda Soares

Artigo de Conclusão de
Curso de Resíduos Sólidos,
junto ao
CENED - Centro Nacional de Educação a Distância,
sob orientações Professores-Tutores:
Amarildo R. Ferrari e Sandra Maria Martins Barbosa

Janeiro / 2014

Introdução – Aterros e Resíduos

*“Pode-se viver por semanas sem alimento,
por dias sem a essencial água,
mas por alguns segundo sem oxigênio”*

Entende-se como “lixão” uma área de disposição final de resíduos sólidos sem nenhuma preparação anterior do solo. Não tem nenhum sistema de tratamento de efluentes líquidos. O chorume, líquido preto que escorre do lixo, penetra pela terra levando substâncias contaminantes para o solo e para o lençol freático e aquíferos. Moscas, pássaros e ratos convivem com o lixo livremente.

Chama-se de “aterro controlado” o processo de aterro de fase intermediária entre o lixão e o aterro sanitário. Normalmente é uma célula adjacente ao lixão que foi remediado, ou seja, que recebeu cobertura de argila, e grama (idealmente selado com manta impermeável para proteger a pilha da água de chuva) e captação de chorume e gás. Esta célula adjacente é preparada para receber resíduos com uma impermeabilização com manta e tem uma operação que procura dar conta dos impactos negativos tais como a cobertura diária da pilha de lixo com terra ou outro material disponível como forração ou saibro. Tem também recirculação do chorume que é coletado e levado para cima da pilha de lixo, diminuindo a sua absorção pela terra. (CENED, 2013)

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (PNSB/IBGE, 2000), dos municípios brasileiros, apenas 33% de serviços de limpeza e/ou coleta de lixo e, o restante desses resíduos, passa a ser disposto em locais sem o devido controle como lixões ou depósitos a céu aberto, por exemplo. Desta forma, a disposição final do lixo é um dos graves problemas ambientais enfrentados pelos grandes centros urbanos e a emissão descontrolada do biogás produzido na decomposição anaeróbia dos resíduos acarreta problemas ambientais, como poluição do ar e solo e danos à saúde da população.

Aterros sanitários são um dos métodos adequados para a deposição dos resíduos sólidos urbanos, pois, além de dispor de técnicas de impermeabilização do solo e cobertura dos resíduos, ainda podem promover a captação do gás e sua posterior queima, ou utilização do mesmo para geração de energia. Segundo Cunha (2002), a captação do biogás em aterros sanitários é viável do ponto de vista econômico, energético e ambiental, trazendo redução de custos para a prefeitura local e um destino nobre para o lixo.

Para fins estimativos na produção de resíduos sólidos domésticos, DIAS *et alii* (2012) apresenta o modelo de estimativa de geração total de resíduos sólidos de Belo Horizonte a partir da Equação, desenvolvido a partir de uma base física espacial de bairros de Belo Horizonte e dos indicadores socioeconômicos das respectivas populações, referentes ao período de janeiro de 2006 a dezembro de 2010

$$C = \sum_i^n P * (-0,00000005 x^2 + 0,0006 x + 0,2848)$$

Fig. 1 – Modelo Matemático, Equação de estimativa de geração de resíduos sólidos, cidade de Belo Horizontes, jan.2006 a dez.2010

Na qual:

C = Quantitativo total produzido de resíduo sólido domiciliar por dia (kg/dia);

x = Renda *per capita* mensal média de cada estrato socioeconômico arbitrado (R\$/mês);

P = População existente em cada estrato socioeconômico arbitrado na região considerada;

i = Quantidade de faixas socioeconômicas arbitradas, variando de 1 a n .

Portanto, pode-se calcular a parcela da geração de RSU referente a cada da classe socioeconômica, atribuindo-se a cada uma o peso relativo decorrente do total de habitantes a ela pertencente.

A decomposição do “lixo”, entre outros compostos, produz o gás metano (CH_4), que tecnicamente pode ser utilizado como combustível, além de se reduzir um gás considerado como gás poluente contribuidor na geração de “efeito estufa”. Assim é que há condições de se obter energia de forma limpa “MDL” e geração de energia elétrica que atenda as populações de múltiplas regiões brasileiras (PRADO, 2007)

O aproveitamento do biogás para geração de energia também propicia o uso racional das fontes disponíveis, diminuindo a dependência de fontes externas de energia e, como ocorre a conversão do metano em dióxido de carbono, promove a redução de emissões de gases de efeito estufa, já que o metano tem potencial de aquecimento global cerca de 20 vezes maior, quando comparado ao dióxido de carbono.

A conversão energética do biogás pode ser apresentada como uma solução para o grande volume de resíduos produzidos, visto que reduz o potencial tóxico das emissões de metano ao mesmo tempo em que produz energia elétrica, agregando desta forma, o ganho ambiental e redução de custos (COSTA, 2002).

O Gás Metano (CH₄)



Fig. 2 - Fórmula estrutural do metano (CH₄)

O metano (CH₄) é um gás que não possui cor (incolor) nem cheiro (inodoro). Considerado um dos mais simples hidrocarbonetos, possui pouca solubilidade na água e, quando adicionado ao ar, torna-se altamente explosivo. É produzido através de processos naturais como, por exemplo: a)- Decomposição de lixo orgânico; b)- Digestão de animais herbívoros; c)- Metabolismo de certos tipos de bactérias; e)- Vulcões de lama; f)- Extração de combustíveis minerais (principalmente o petróleo); g)- Aquecimento de biomassa anaeróbica. Encontramos na atmosfera o gás metano na proporção aproximada de 1,7 ppm (partículas por milhão). Como ele pode ser produzido através de matéria orgânica, pode ser chamado de biogás. Desta forma, é utilizado como fonte de energia. Um dos aspectos negativos do metano é que ele participa da formação do efeito estufa, colaborando, desta forma, para o aquecimento global. Se inalado, o metano pode causar: asfixia, parada cardíaca, inconsciência e até mesmo danos no sistema nervoso central. (COOPERMITI, Melanie Grunkraut, 2013)

O gás metano (CH₄) é 21 vezes mais poluidor que o gás carbônico, mas pode ser aproveitado como um gás combustível para geradores de energia elétrica, em vez de ser jogado na atmosfera, ou simplesmente queimado. Isso acontece nos aterros desativados como o de São João, na Zona Leste, e no Bandeirante, Zona Oeste da Região Metropolitana de São Paulo.

Devido a ampla complexidade do tema do trato dos Resíduos Sólidos, no presente artigo será abordado, parcialmente, a questão da utilização do gás metano gerado pela disposição de resíduos em aterros, para a geração de Energia Elétrica, a como uma contribuição para a redução dos agentes de redução da camada de ozônio.

Não será abordada a questão da coleta, remoção e trato do “Chorume” dos lixões e ou aterros controlados onde mesmo inativos, se não canalizado, coletado e tratado dará origem a sérios comprometimentos aos aquíferos de superfície e danos irreparáveis aos aquíferos subterrâneos.

É urgente e necessário que se proceda a um constante monitoramento da condição atmosférica e especial atenção aos aterro de resíduos, mesmo depois de fechado. Por exemplo, o aterro Bandeirantes em São Paulo, que há alguns anos deixou de receber lixo, a produção de chorume é continua, onde todos os dias são retirados 450 mil litros de um líquido poluente. Quanto aos gases gerados em aterramento de resíduos a atenção deve se voltar para a emissão dos gases produzidos pela digestão anaeróbia da matéria orgânica, composta por aproximadamente 45% de CO₂ (dióxido de carbono), 50% de CH₄ (metano), que é um combustível possível de ser coletado e utilizado como fonte de energia, e o restante por 3% de N₂ (nitrogênio), 1% de O₂ (oxigênio) e 1% de outros gases (LEONE, 2003). O seu poder calorífico é de 14,9 a 20,5 MJ/m³, aproximadamente 5800 kcal/m³ (MUYLAERT, 2000).

Realizar a captação forçada do biogás gerado no interior dos aterros e, subseqüentemente, promover sua destruição por meio da oxidação térmica do metano, ou seja, sua queima, conforme demonstrado na reação abaixo:



Como pode ser visto, esta é uma reação exotérmica, isto é, libera energia na forma de calor e esta energia pode ser aproveitada no próprio aterro.

Para o levantamento de dados técnicos do aterro é preciso se conhecer os aspectos que envolvem a produção, composição e características dos resíduos sólidos urbanos coletados, além de avaliar o comportamento destes parâmetros ao longo dos anos. A quantidade da produção está sempre associada ao tipo de lixo e, conseqüentemente, às características sócio-econômicas da população envolvida.

Os fatores que influenciam diretamente a produção de biogás aterros estão relacionados ao tipo e quantidade de lixo depositado, a temperatura e o índice de pluviosidade no local, o teor de umidade na massa de lixo, o grau de compactação do lixo, a forma construtiva do aterro, especialmente quanto à espessura e material utilizado na cobertura do lixo, a idade do aterro e a pressão barométrica (CHESF, 1987).

Combustão do Metano (CH₄)

“O metano forma um radical metila (CH₃), que reage com o oxigênio, dando formaldeído (HCHO ou H₂CO). O formaldeído reage para formar o radical (HCO), que então forma o monóxido de carbono (CO). O processo é chamado pirólise:



Seguindo a pirólise oxidativa, o H₂ oxida, formando H₂O, reabastecendo a espécie ativa, e liberando calor. Isto acontece muito rapidamente, geralmente em menos de um milissegundo.



Finalmente, o CO oxida-se, formando CO₂ e liberando mais calor. Este processo é geralmente mais lento que o outro processo químico e precisa de alguns poucos milissegundos para acontecer.



Pelas reações, nota-se a vantagem no uso do biogás como combustível. Não é a inexistência do dióxido de carbono (CO₂) como produto final da reação, mas sim a eliminação da emissão de metano na atmosfera. Se utilizarmos outro combustível, além de produzirmos CO₂, continuaremos liberando enormes quantidades de CH₄. Por isso devemos apoiar e incentivar projetos que capturem o metano nos lixões e em usinas de processamento de lixo para que possamos utilizá-lo.

Há uma grande questão quando se trata da “liberação do gás pelos ruminantes, pois não temos como captar, canalizar e armazenar os gases liberados pelo processo digestivo de nosso rebanho” (COOPERMITI, 2013), mas a coleta do estrume excretado pelos animais nos pastos, e levados para um biodigestor é tecnicamente viável, onde o gás gerado poderá oferecer significativas economias no consumo de energia e sistemas de aquecimento e calefação.

GARCILASSO *et alii*, 2009, em suas conclusões do artigo que trata da geração de energia elétrica a partir do Biogás, proveniente de aterro sanitário, dizem: “Quanto à análise das possibilidades de replicação do projeto, parte-se da premissa de ser uma alternativa para aterros menores, localizados em cidades afastadas dos grandes centros urbanos, que necessitam de menor quantidade de combustível, com menor concentração de metano. Além disso, o sistema é de fácil manuseio e requer menor quantidade de pessoal especializado, podendo ser operado pelos próprios funcionários do aterro. Para aterros sanitários de pequeno porte, com baixa produção de biogás e, conseqüentemente, baixa obtenção de metano, existem motores nacionais de potências que vão de 4 kW até 264 kW . Para os de grande porte que pretendam aproveitar todo o biogás produzido, os motores existentes são importados, de potências que variam de 925 kW até 1,54 MW . A quantidade de grupos geradores necessários para compor o sistema de geração de energia a biogás, em um aterro sanitário, depende da quantidade de biogás disponível no aterro para ser utilizado como combustível”.

EMBASAMENTO LEGAL

MOURA, 2013, em seu artigo sobre “O aproveitamento energético nos aterros sanitários e o mercado de carbonos” conclui: “O aterro sanitário revela-se como uma solução eficiente de saneamento porquanto evita as externalidades negativas do descarte irresponsável do lixo. Além disso, o biogás extraído dos aterros sanitários pode ser aproveitado para geração de eletricidade, ao mesmo tempo em que reduz a emissão de gases intensificadores do efeito estufa. Ainda que o custo da eletricidade gerada por biogás de aterro sanitário seja elevado se comparado com outras fontes, devem-se considerar também as vantagens ambientais da utilização do biogás. Vê-se, pois, que o aproveitamento energético do biogás formado em aterros contribui para diversificar a matriz energética brasileira de forma limpa, contudo, apesar dos benefícios, o aproveitamento energético do biogás dos aterros sanitários ainda é singelo se comparado com a capacidade elétrica brasileira. Além de dar destinação final aos resíduos sólidos, mediante os aterros sanitários, evitando a degradação dos solos e produzindo eletricidade, a utilização do biogás dos aterros possibilita a venda de créditos de carbono por atender ao mecanismo de desenvolvimento limpo, previsto no Protocolo de Kyoto. Mas para que isso ocorra, faz-se imprescindível um olhar mais profundo do Poder Público à questão social da problemática envolvendo o lixo. Havendo investimento em tecnologia específica, pode-se obter maior aproveitamento dos resíduos sólidos”. Políticas públicas e planejamento político-econômico revelam-se como fundamentais no debate sobre o aproveitamento energético do biogás extraído dos aterros sanitários.

DESTAQUES DA LEI E DECRETO Nº. 7404, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2010.

A Lei Federal Nº.: 12305 de 02 de agosto de 2010 que institui a PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos; e altera a Lei n: 9605 de 12 de fevereiro de 1998 e cria os Comitês: a)- Interministerial da PNRS e b)- Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas Logísticos Reversa e dá outras providências. Regulamentada pelo DECRETO Nº.: 7404 de 23 de dezembro de 2010, oferece embasamento legal nas ações mitigadoras dos passivos ambientais gerados pela disposição inadequadas dos Resíduos Sólidos, viabilizada pela formação de PARCERIAS PÚBLICO PRIVADA.

Destaque-se na lei o que segue:

Cap II, Art 7º, Inciso VIII :

“ARTICULAÇÃO ENTRE AS DIFERENTES ESFERAS DO PODER PÚBLICO, E DESTAS COM O SETOR EMPRESARIAL, COM VISTAS À COOPERAÇÃO TÉCNICA E FINANCEIRA PARA A GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS”.

Titulo III , Cap. I, Art 9º, § 1º :

“PODERÃO SER UTILIZADAS TECNOLOGIAS VISANDO À RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, DESDE QUE TENHA SIDO COMPROVADA SUA VIABILIDADE TÉCNICA E AMBIENTAL E COM A IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE EMISSÃO DE GASES TÓXICOS APROVADO PELO ÓRGÃO AMBIENTAL.”

Regula o seu Decreto Lei nº.: 7404 de 23 de dezembro de 2010 no seu Art 5º.: “ OS FABRICANTES, IMPORTADORES, DISTRIBUIDORES, COMERCIANTES, CONSUMIDORES E TITULARES DE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE LIMPEZA URBANA E DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS SÃO RESPONSÁVEIS PELO CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS.

TRATA o Cap. II da COLETA SELETIVA e o Cap. III da LOGISTICA REVERSA e no Título IV trata das “DIRETRIZES APLICÁVEIS À GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS”

No Art. 35º.: “NA GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, DEVERÁ SER OBSERVADA A SEGUINTE ORDEM DE PRIORIDADE: NÃO GERAÇÃO, REDUÇÃO, REUTILIZAÇÃO, RECICLAGEM, TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E DISPOSIÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA DOS REJEITOS”

Assim, é que medidas compensatórias quando atendido o princípio “protetor/recebedor” podem estimular mudanças de hábitos, levando os munícipes às praticas de: REDUZIR o seu consumo; REUTILIZAR os produtos; RECICLAR, para preservar, poderão obter redução no IPTU, a exemplo: Em prédios, os condomínios que fizerem parte da iniciativa de ações de coleta seletiva de lixo podem receber incentivo de 5% de redução no IPTU desde que pelo menos 60% dos condôminos contribuam separando lixo seco (reciclável) de úmido (orgânico). A mesma medida pode ser oferecida aos proprietários de residências térreas, quando o morador manifestar formalmente sua adesão.

CAMARGO, 2009, afirma que “facilitar o acesso a pontos de coleta seletiva é uma das grandes armas para incentivar a reciclagem, e que o governo de Zurique ainda investe em ações de reuso e redução de resíduos porque, lá, o lixo é assunto sério” relata ainda “ Nos últimos seis anos Zurique tem aparecido repetidamente como primeira colocada no ranking de cidade com a melhor qualidade de vida do mundo. Foi a vencedora novamente em 2007/2008, segundo pesquisa realizada pela Consultoria Mercer. Lá há uma forte preocupação com o meio ambiente, incluindo esforços para reduzir a poluição do ar, garantir recursos hídricos e respeitar a biodiversidade são apenas alguns dos benefícios proporcionados ao morador da cidade. Existem duas plantas de incineração de lixo na região de Zurique, que fazem a queima de resíduos, transformados então em energia e aquecimento. “70% do aquecimento da cidade é gerado pelo lixo”, revela Leta Filli, diretora de comunicação do ERZ Entsorgung + Recycling Zürich (Departamento de coleta e reciclagem de lixo). (CAMARGO, 2009)

No Art. 36º.: “ A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NOS PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA, INCLUINDO O CO-PROCESSAMENTO, OBEDECERÁ ÀS NORMAS ESTABELECIDAS PELOS ÓRGÃOS COMPETENTES”

Pelo disposto, podemos encontrar uma das legitimações e amparo legal para adoção de medidas mitigadoras no trato dos passivos ambientais dos lixões e aterros controlados espalhados por todo território brasileiro, após estudos prévios quanto a viabilidade técnica e econômica, no volume/tempo do gás metano produzido pela área impactada com a instalação de Usina Geradora de Energia Elétrica.

Art. 37º. A RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS REFERIDA NO § 1º DO ART. 9º DA LEI Nº 12.305, DE 2010, ASSIM QUALIFICADOS CONSOANTE O ART. 13, INCISO I, ALÍNEA “C”, DAQUELA LEI, DEVERÁ SER DISCIPLINADA, DE FORMA ESPECÍFICA, EM ATO CONJUNTO DOS MINISTÉRIOS DO MEIO AMBIENTE, DE MINAS E ENERGIA E DAS CIDADES.

PARÁGRAFO ÚNICO. O DISPOSTO NESTE ARTIGO NÃO SE APLICA AO APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DOS GASES GERADOS NA BIODIGESTÃO E NA DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ATERROS SANITÁRIOS.

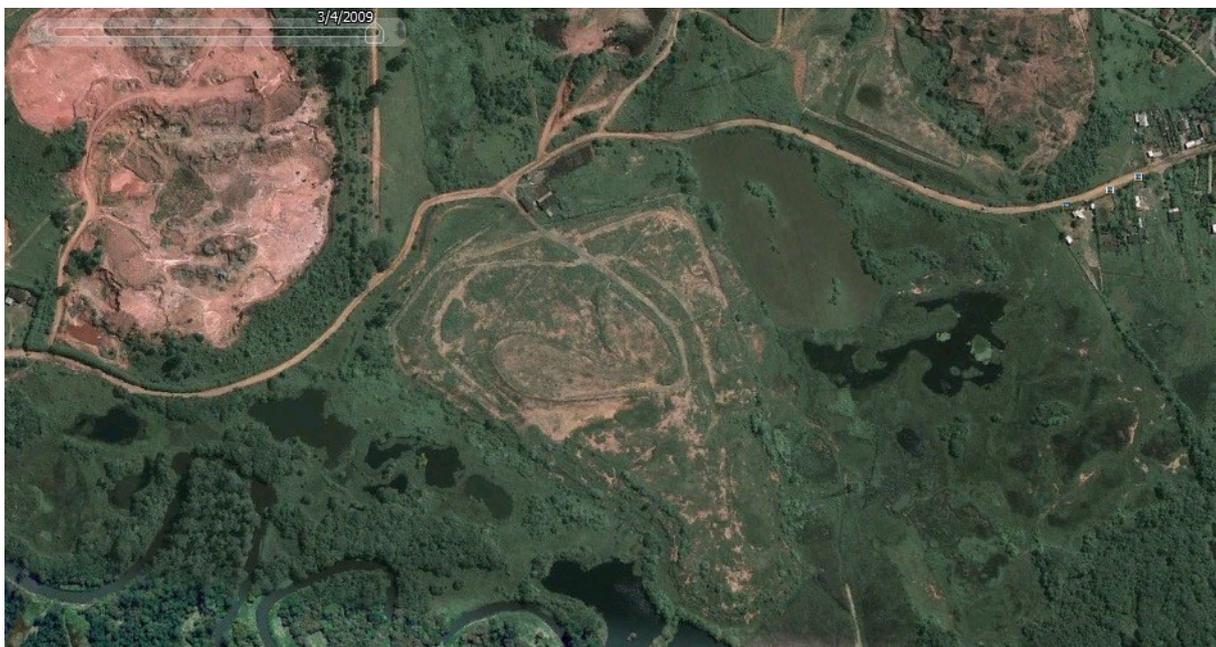


Fig.3 - Passivo

Ambiental, Antes Lixão e posteriormente Aterro Controlado, Z.Leste da Reg.Metropolitana de S.Paulo, SP. desativado em 2004. Img.Google Earth, 2012.

Com base no Plano Nacional de Resíduos Sólidos, regulamentado pelo DECRETO Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. O ano de 2014 é fim de prazo os “lixões” e “aterros controlados”. Sendo assim, os poderes executivos municipais devem adotar medidas e políticas necessárias para a disposição e destino adequado dos RSD – Resíduos Sólidos Domésticos.

LEGITIMAÇÃO DO PROCESSO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PROVENIENTE DO BIOGÁS DE ATERROS.

O Ministério do Meio Ambiente - MMA apoia, desde 2007, a elaboração dos Planos Estaduais de Gestão Integrada de Resíduos Urbanos visando organizar a gestão integrada de resíduos sólidos nos estados do Brasil e apoiar o consorciamento entre entes federados. Os planos preveem a realização de um estudo de regionalização individualizado por estado propondo infraestrutura necessária para equacionar o problema relacionado à disposição inadequada de resíduos sólidos. Dentre as ações previstas nos Planos, estão a construção de aterros sanitários com previsão de uso tecnologia adequada para a recuperação de metano, a eliminação de lixões, a compostagem e a reciclagem.

O Plano Nacional de Mudanças do Clima contém metas para aumento da reciclagem de resíduo sólido para 20% até o ano de 2015. A perspectiva é tomar como base as experiências exitosas do Programa de Coleta Seletiva de resíduos sólidos domiciliares desenvolvidos em alguns municípios brasileiros. Além disso, o Plano também contém metas de incentivo ao aproveitamento energético do biogás de aterro sanitário.

Outra iniciativa que está sendo proposta é o Programa de compra de resultados futuros no Manejo de Resíduos Sólidos, cujo objetivo principal é a busca de sustentabilidade no processamento de resíduos. O programa incentivará, a partir de 2010, investimentos em aterros sanitários e em galpões de triagem que visem a utilização de técnicas adequadas as Normas Brasileiras e boas práticas, inclusive uma solução adequada quanto a destinação do biogás de aterros sanitários.

Também está em avaliação um projeto de incentivo a produção de energia elétrica do biogás de aterro sanitário por meio da criação de um mercado assegurado com valores de venda da energia produzida

que tornem o mercado de comercialização de biogás viável economicamente. O MMA está em parceria com o MME e a ANEEL para o desenvolvimento deste projeto. (MMA.GOV.BR, 2013)

PROCESSOS E MOTORES

O lixo em geral tem a metade do potencial energético do carvão. E o tópico sobre recuperação de energia a partir desses resíduos é de um interesse totalmente sustentável, viabilizando a questão econômica quanto a ecológica. Entretanto, pouco se tem feito no Brasil, pois ainda não existe usina alguma de reciclagem energética do lixo em operação no país, enquanto que no restante do mundo, há mais de 750 unidades em funcionamento. Essas unidades chamam-se "Waste to Energy" (WTE). Esse processo de gaseificação para o reprocessamento de resíduos começou em larga escala em 1994, com várias empresas, institutos de pesquisa e universidades de tecnologia da Europa participando no desenvolvimento. O sistema é seguro e é instalado em locais com maior facilidade de coleta domiciliar (REINHOLD, 2011).

O Motor Alternativo de Combustão Interna, a gás, apresenta capacidade de Geração de Energia Elétrica entre 100KW a 3 MW por motor. Turbinas a Gás, apresenta capacidade de geração de energia elétrica entre 30KW a 10,5MW por turbina. É observado que pelos motores de combustão interna resulta em uma eficiência de energia elétrica aproximadamente superior comparada a alternativa de turbinas a gás. No caso de Aterros Sanitários, o biogás quando enviado ao sistema gerador de energia elétrica, se adotada a alternativa de motores a combustão interna, resultará em uma eficiência de energia elétrica estimada entre 30 e 34%. Se adotada a alternativa de turbinas a gás, resultará em uma eficiência estimada entre 20 e 30% da energia do gás bioquímico gerado por resíduos sólidos (COELHO, 2007).

CONCLUSÕES

No ano de 2014 se dará o encerramento dos “lixões” e dos “aterros controlados”. Sendo assim, os poderes executivos municipais devem adotar medidas e políticas necessárias para a disposição e destino adequado dos RSD – Resíduos Sólidos Domésticos.

É urgente ações mitigadoras e que se faça um constante monitoramento da condição atmosférica com especial atenção aos aterros de resíduos, mesmo depois de decretado o seu fechado e ou encerramento.

O biogás extraído dos aterros “controlados” bem como dos “sanitários” pode ser aproveitado para geração de eletricidade, ao mesmo tempo em que reduz a emissão de gases intensificadores do efeito estufa e redutores da camada de ozônio.

Quanto ao gás gerado pelos ruminantes, é plenamente viável a coleta do estrume excretado pelos animais nos pastos, e levados para um biodigestor, previamente construído, onde o gás gerado poderá oferecer significativas economias: em adubos; no consumo de energia; sistemas de aquecimento e calefação nas propriedades rurais.

Há amparo legal para adoção de medidas mitigadoras no trato dos passivos ambientais dos lixões e aterros controlados espalhados por todo território brasileiro, após estudos prévios quanto à viabilidade técnica e econômica, no volume/tempo do gás metano produzido pela área impactada com a instalação de Usina Geradora de Energia Elétrica.

Instalar logisticamente “Pontos Ecológicos” e facilitar o acesso a pontos de coleta seletiva é uma das grandes armas para incentivar a reciclagem.

BIBLIOGRAFIA

CAMARGO, Suzana, 2009, Zuriqre é Modelo em Reciclagem de Lixo, Planeta Sustentável, Edição: Mônica Nunes, 11/05/2009
In.....: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/conteudo_467362.shtml

CENED – Prof.Tutora Sandra M. M. Barbosa, 2013, Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos, Apostila Modulo 4, 28p. In.....: do Curso Gestão de Resíduos Sólidos, junto ao Centro Nacional de Educação a Distância – CENED
(<http://www.cenedcursos.com.br>)

CHESF - Companhia Hidroelétrica de São Francisco, 1987, Resíduos Sólidos Urbanos (Lixo). Departamento de Engenharia de Geração / Div.de Tecnologia de Energia. Inventário de Fontes Energéticas Brasileiras. Vol.II: Tecnologias. Rio de Janeiro, 1987.

COELHO, S. T., 2007, Curso de Especialização em gestão Ambiental e Negócios do Setor Energético. Cogeração. São Paulo: IEE USP., 2007

COSTA, D. F., 2002, Biomassa como fonte de energia, conversão e utilização. (Monografia). Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

COOPERMITI-MelanieGrunkraut,2013, In.....:
http://www.coopermiti.com.br/coopermiti_admin/pdfs/d6c6f1f63b347a6489d661c14b9282a2.pdf

CUNHA, M. E. G., 2002, Análise do Setor Ambiental no Aproveitamento Energético de Resíduos: Um estudo de caso do município de Campinas Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos/Área Interdisciplinar. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil, 2002.

DIAS, David Montero; MARTINEZ, Carlos Barreira; BARROS, Raphael Tobias Vasconcelos; LIBÂNO, 2012, Modelo para estimativa da geração de resíduos sólidos domiciliares em centros urbanos a partir de variáveis socioeconômicas conjunturais (Model to domestic solid waste generation estimative in urban areas based on socioeconomic conjuncture variables) Eng Sanit Ambient | v.17 n.3 | jul/set 2012 | 325-332

GARCILASSO, V. P. ; VELÁZQUEZ, S. M. S. G. e COELHO, S. T. , 2009, Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás Proveniente de Aterro Sanitário, Estudo de Caso – CENBIO Relatório, 12 P, 2009

LEONE, J., 2003, America Experience on Landfill Biogas Recovery. AMERESCO CETESB, 2003.

MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2013, In.....: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario>

MOURA, Elisângela Santos de, 2013, O aproveitamento energético nos aterros sanitários e o mercado de carbonos. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XVI, n. 114, jul 2013. Acesso: http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=13418.

MUYLAERT, M. S. (coord.) AMBRAM, R.; CAMPOS, C. P.; MONTEZ, E. M.; OLIVEIRA, L.B, 2000, Consumo de Energia e Aquecimento do Planeta ! Análise do mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL ! do Protocolo de Kyoto ! Estudo de Caso. 247 p. Rio de Janeiro: Ed. COPPE, 2000.

PNSB / IBGE, 2000, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico / Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Número de distritos com serviço de limpeza urbana e/ou coleta de lixo, por percentual de lixo coletado.

PRADO, Julio, 2007, In.....: <http://g1.globo.com/sao-paulo/sao-paulo-mais-limpa/noticia/2012/04/aterros-desativados-recebem-monitoramento-ambiental-em-sp.html>

REINHOLD, Arnaldo, 2011, Lixo Como Fonte Energética e Econômica, GTL Energia Ltda./ Graciosa Ambiental Ltda.
In.....:<http://ochogeek.blogspot.com.br/2011/04/lixo-como-fonte-energetica-e-economica.html>