



Revista AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica

Volúmen 1, número 4, año 2008 ISSN 0718-378X
PP

GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE BIOGÁS DE ATERROS SANITÁRIOS NO BRASIL: POTENCIAL, MARCOS LEGAIS, INCENTIVOS E PROJETOS

Generation of energy from the biogas generated in landfills in Brazil:
Potential, legal frameworks, incentives and projects

MSc. Angela Cassia Rodrigues
Prof. Dr. Gilberto Martins

ABSTRACT

The generation of domestic solid wastes in Brazil was estimated at approximately 128,000 tons/day in 2000, of which 60% was made up of organic matter. The anaerobic decomposition of this fraction generates biogas, whose energy recovery is entitled to receive "Carbon Credits" through the Clean Development Mechanism (CDM), under the Kyoto Protocol. Estimates of the potential of power generation from sanitary landfill biogas vary from 440 to 1480 MW. This article discusses the effectiveness of incentive policies and instruments to generate power from this source through bibliographic and documental research. Research of documents on the Ministry of Science and Technology website verified that out of a total of 161 projects approved by the Brazilian Designated National Agency (DNA), 22 of which are related to sanitary landfills, and only eight of them include energy generation in their scope, but one of them dismisses this possibility due to the low return on the investment. The remaining projects include only the collection of biogas or its improvement through controlled combustion. The research identified some recent laws and public funds that encourage biogas generation from biomass, either in isolated systems or in systems interconnected to the national electric grid. It was noticed, however, that they are not effective for this energy source. An effective instrument is the CDM, but it has been mostly used for methane combustion rather than the energy use because it is not economically attractive due to the additional investment for power generation. The research concludes that there is a need for incentive policies focused on the energy use of USW, financing of research, pilot projects and nationalization of equipment. These policies should determine the obligation of purchasing and establish different prices for this renewable energy, taking into consideration the environmental and social benefits involved.

KEY WORDS

Urban Solid Wastes; Energy Recovery; Biogas; Clean Development Mechanism (CDM)

VII- Rodrigues-Brasil – 002

GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE BIOGÁS DE ATERROS SANITÁRIOS NO BRASIL: POTENCIAL, MARCOS LEGAIS, INCENTIVOS E PROJETOS

MSc. Angela Cassia Rodrigues

Tecnóloga em Construção Civil pela Universidade Estadual de São Paulo (1983), doutoranda em Saúde Pública na Universidade de São Paulo, com mestrado em Engenharia de Produção na área de Gestão Ambiental, pela Universidade Metodista de Piracicaba (2007) e Pós-Graduação em Meio Ambiente e Sociedade pela Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo (2003). Atua como consultora na área de gestão de resíduos. urbanos, desde 2002.

Endereço:

Écolos Consultoria Ambiental SS Ltda

Rua Laplace, 112, Limeira – SP – Brasil CEP 13484-230 - Tel : (55) 19 34428524

Correio Eletrônico: kassiarod@yahoo.com.br

Prof. Dr. Gilberto Martins

Engenheiro Mecânico pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP (1985), com mestrado (1989) e doutorado(1996) também pela UNICAMP. Especialista em Economia da Energia pela Scuola Superiore Enrico Mattei (Milão, 1990). Foi professor da Universidade Metodista de Piracicaba de 1987 a 2006. Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal do ABC.

Endereço:

Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas –CECS

Fundação Universidade Federal do ABC

Rua Catequese 242, Centro, Santo André- SP – Brasil CEP 09090-400 Tel: (55) (11) 4437 8451.

Correio eletrônico: gilberto.martins@ufabc.edu.br

RESUMO

A geração de resíduos sólidos de origem domiciliar no Brasil era estimada em cerca de 128.000 toneladas/dia em 2000, com uma fração de cerca de 60% de orgânicos. A decomposição anaeróbia desta fração gera o biogás, cuja recuperação energética é passível de obtenção de “Créditos de Carbono” através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no âmbito do Tratado de Kyoto. As estimativas do potencial de geração de eletricidade a partir do biogás de aterros sanitários no Brasil variam de 440 a 1480 MW. Este artigo discute a efetividade de políticas e instrumentos de incentivo para a geração de energia a partir dessa fonte através de

pesquisa bibliográfica e documental. A pesquisa documental no sitio do Ministério da Ciência e Tecnologia verificou que do total de 161 projetos aprovados pela Agência Nacional Designada (AND) brasileira, 22 estão relacionados a aterros sanitários e destes somente 8 (oito) tem em seu escopo a geração de energia, sendo que um deles descarta esta possibilidade em função do baixo retorno de investimento previsto. Os demais prevêm somente a captura do biogás ou melhoria desta, com a queima controlada. Constatou-se a existência de algumas leis recentes, assim como fundos públicos que incentivam a geração a partir de biomassa, seja em sistemas isolados ou interligados no sistema elétrico nacional, entretanto, observou-se que não têm sido efetivas para essa fonte energética. O instrumento que tem se mostrado efetivo é o MDL, porém, esse instrumento tem sido mais utilizado para a queima do metano do que para seu aproveitamento energético, em função da baixa atratividade econômica do investimento adicional para geração de eletricidade. Conclui-se que é necessária a formulação de políticas direcionadas ao incentivo do uso energético dos RSU, financiamento a pesquisas, projetos piloto e nacionalização de equipamentos. Essas políticas devem também prever a obrigatoriedade de compra e o estabelecimento de preço diferenciado para essa energia renovável, levando em consideração os benefícios ambientais e sociais envolvidos.

PALAVRAS-CHAVE

Resíduos Sólidos Urbanos; Recuperação Energética; Biogás; Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a geração de resíduos sólidos municipal está estimada em 228.413 toneladas/dia, sendo que 128.000 correspondem a resíduos domiciliares (PNSB 2000 - IBGE, 2002). Os resíduos apresentam composição regional variável, mas em média cerca de 60% dos resíduos urbanos são orgânicos.

Apesar de mais de 90% da população ser atendida por sistemas de coleta, as fases subsequentes do processo de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são ainda muito deficientes, o que pode ser observado através dos dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2000, quanto à disposição final e as práticas de tratamento pelo país: 63,2% dos municípios brasileiros (IBGE, 2002, p.50) descartam seus resíduos sólidos em localidades abertas e não controladas (“lixões”), 32,2% em aterros (sanitários e controlados), 3% fazem uso de usinas de compostagem, 1% de usinas de triagem e 0,4% de incineradores.

Dentre os problemas causados pela precária disposição final do lixo estão a disseminação de doenças, a contaminação do solo e de águas subterrâneas pelo chorume, a poluição pelo gás

metano (gerado na decomposição da matéria orgânica presente no lixo) e a escassez de espaços disponíveis e adequados para serem ocupados por aterros.

De acordo com Rosa et al (2003), o biogás gerado em aterros é um gás rico em metano, (aproximadamente 50%). Segundo estudos do painel científico para mudanças climáticas da ONU (IPCC), o metano tem um potencial de aquecimento global 21 vezes maior que o gás carbônico, sendo portanto, a destruição do metano fundamental para a mitigação do efeito estufa.

A recuperação energética dos RSU é uma das alternativas com maior potencial no sentido de redução das emissões de gases de efeito estufa, pois reúne a inibição de duas das principais fontes de poluição: o metano originário da decomposição orgânica e o dióxido de carbono da queima do gás natural para geração elétrica através das termoeletricas (ROSA et al, 2003).

Segundo Oliveira (2000) o potencial brasileiro de aproveitamento energético total dos RSU, que inclui a transformação e a conservação de energia (recuperação/reciclagem) chega a 50 TWh anuais, o que representa cerca de 12,5 % da energia elétrica produzida no Brasil em 2005, representando também 5,7 GW de potência firme (MME, 2006). O mesmo autor, em 2004 atualizando suas estimativas de 2000, avaliou em 13 TWh/ano (1,48 GW de energia) o potencial energético do biogás de aterro, (OLIVEIRA, 2004).

Um estudo realizado pelo CEPEA/ESALQ em convênio com o Ministério do Meio Ambiente (CEPEA, 2004) avaliou o potencial de geração de eletricidade a partir de gás de lixo nas 108 maiores cidades brasileiras, obtendo valores entre 315 a 390 MW em 2010 e entre 356 e 440 MW em 2015. O potencial é maior em cidades de mais de um milhão de habitantes, onde o valor médio do potencial obtido foi de 19,5 MW, enquanto em municípios com população entre 500 mil e um milhão de habitantes, a média do potencial obtido foi de cerca de 2 MW.

De acordo com a CENBIO (2001) a utilização do biogás, gerado pelos aterros de disposição final de resíduos urbanos, para geração de energia é um forte candidato a projetos de comercialização de créditos de carbono no Brasil. Entretanto, uma das principais barreiras diz respeito aos equipamentos, geralmente importados, representando cerca de 70% dos investimentos necessários (CENBIO, 2001).

Os financiamentos de créditos de carbono ocorrem por meio da venda de Certificados de Emissões Reduzidas, no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Tratado de Kyoto.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é o único dos instrumentos previstos no Tratado de Kyoto (que entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005) que permite que países em desenvolvimento desenvolvam projetos que reduzam as emissões de gases de efeito estufa, podendo comercializar aos países desenvolvidos os créditos referentes à redução da emissão equivalente de dióxido de carbono. Para isso as entidades interessadas em realizar o projeto devem submeter um Documento de Concepção do Projeto à Autoridade Nacional Designada (AND), que após aprová-lo, encaminha para uma Entidade Operacional Designada para validação. O projeto então é encaminhado para o Conselho Executivo para registro, a partir do qual podem ser emitidos os Certificados de Emissões Reduzidas.

A existência de programas e projetos visando à recuperação energética dos resíduos, aliada à comercialização de títulos no contexto do MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) é de

fundamental importância num país em que as condições sanitárias de disposição final são ainda precárias, devido principalmente às dificuldades financeiras dos municípios.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar o potencial energético dos RSU no Brasil com enfoque para o aproveitamento do biogás de aterros sanitários na geração de energia elétrica e discutir a efetividade dos mecanismos de incentivo e políticas de fomento para implementação de projetos nesta área.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada é a pesquisa bibliográfica e documental.

A pesquisa bibliográfica constou de trabalhos acadêmicos, livros e outras publicações que tratam do potencial de geração de energia a partir do biogás de aterro sanitário.

A pesquisa documental foi realizada no portal do Ministério de Ciência e Tecnologia, no qual foram levantados os Projetos de MDL aprovados, envolvendo aterros sanitários. A seguir foram analisados os documentos de concepção e validação desses projetos, com a finalidade de classificá-los em relação à geração de energia, bem como identificar a quantidade de energia a ser gerada. Ainda em relação à pesquisa documental foram levantadas as principais políticas públicas relacionadas ao tema, bem como outros tipos de iniciativas voltados a orientar e apoiar projetos para o aproveitamento do biogás de aterros sanitários. Finalmente foi realizada a análise conjunta dos resultados da pesquisa documental à luz da pesquisa bibliográfica.

4 TECNOLOGIA DO BIOGÁS DE ATERROS SANITÁRIOS

O biogás é gerado durante o processo de decomposição anaeróbica da fração de matéria orgânica presente nos resíduos sólidos urbanos. Esse processo de decomposição é sensível às condições naturais, tais como umidade do lixo, tipo de cobertura utilizada, infiltração de água no aterro, nível de pH; temperatura e composição dos resíduos depositados. Todas essas condições influenciam na taxa de geração de gás, bem como os planos de operação dos aterros. (BANCO MUNDIAL, 2003)

O aproveitamento desse biogás para geração de energia elétrica é considerado o uso energético mais simples dos resíduos sólidos urbanos (ROSA et al, 2003).

Sua coleta em aterros se dá normalmente através de uma rede de drenos verticais utilizados para sua queima. Esses drenos geralmente são instalados após as camadas de enchimento estarem completas.

Um sistema básico de coleta do biogás é composto por: poços de coleta, tubos condutores, compressor e um sistema de tratamento. Possui ainda dispositivo (*flare*) para a queima do excesso de gás ou para ser utilizado quando os equipamentos estiverem em operação de manutenção (OLIVEIRA, 2000). O compressor serve para extrair os gases da massa de resíduo o mais próximo possível à taxa em que o gás está sendo gerado (dentro da área de influência do dreno) e também para comprimir o gás antes deste entrar no sistema de geração de energia. (BANCO MUNDIAL, 2003).

A geração de energia elétrica com biogás pode ser realizada com grupos moto-geradores, através de motores de combustão interna de ciclo Otto ou turbinas a gás, adaptados para a queima do biogás de aterro, além de sistemas de ciclo combinado.

O Banco Mundial disponibiliza em seu sítio o “Manual para a Preparação de Gás de Aterro Sanitário para Projetos de Energia na América Latina e Caribe” (BANCO MUNDIAL, 2003). Tal manual traz importantes contribuições no sentido de auxiliar uma avaliação prévia e a elaboração de projetos, com base nas condições locais, como as condições no aterro sanitário, a oportunidade de vender créditos de carbono, o preço da energia e os incentivos governamentais disponíveis.

5 PROJETOS MECANISMOS DE DESENVOLVIMENTO LIMPO NO BRASIL

O Brasil possui 105 projetos registrados junto ao Conselho Executivo, de um total de 732. Ocupa o segundo lugar em número de projetos registrados, atrás apenas da Índia com 244, e seguido de perto pela China, em terceiro lugar com 103 projetos registrados (MCT, 20 de agosto de 2007).

Em pesquisa no sítio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), verificou-se que do total de 161 projetos já validados pelas EODs e aprovados pela Autoridade Nacional Designada (Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima – CIMGC), 22 estão relacionados a aterros sanitários e destes somente 8 (oito) tem em seu escopo a geração de energia, sendo que um deles descarta esta possibilidade em função do baixo retorno de investimento previsto. Os demais prevêem somente a captura do biogás ou melhoria desta, com a queima controlada. (Quadro 3)

Na análise dos documentos de concepção dos projetos aprovados que se propõe a gerar eletricidade, verificou-se que a potência total instalada corresponde a valores entre 101,4 e 133,4 MW, muito aquém do potencial de geração apontado por Oliveira de 13 TWh/ano, (que equivalem a uma potência firme de 1,48 GW) e pelo Estudo da ESALQ de 440 MW (CEPEA, 2004).

O quadro 1 apresenta o status atual desses projetos que envolvem aterros sanitários

QUADRO 1 - Projetos de MDL Aprovados no Brasil – Aterros Sanitários (atualização 20/08/2007)

Projeto	Escopo	Local	Partes	Empresas	Potência de geração	Data de aprovação
Nova Gerar	captação geração de energia	Nova Iguaçu/RJ	Brasil, Reino Unido e Países Baixos	EcoSecurities e Paulista S.A. (NovaGerar - BR) EnerG (UK) Worl Bank Netherlands Clean Development Facility	12 MW	02 de Junho de 2005
VEGA- Bahia	Captação e queima Geração de energia como possibilidade futura	Salvador/B A	Brasil, Japão Reino Unido	BATTRE S.A. (antiga Vega) Showa Shell Sekiyo K.K (Japão) Shell Trading International Limited (UK)	8 a 40 MW	02 de Junho de 2005
Projeto de Conversão de Gás de Aterro em Energia no Aterro Lara – Mauá	Captura e queima com geração de energia	Mauá/SP	Brasil	LARA Cogeração e Comércio de Energia Ltda. Factor Consulting +Management A.G. (Suiça)	Até 10 MW	29 de Junho de 2005
Recuperação de Gás de Aterro ESTRE - Paulínia (PROGAE)	Captura e queima	Paulínia/SP	Brasil	ESTRE (BR)		24 de Agosto de 2005

Projeto	Escopo	Local	Partes	Empresas	Potência de geração	Data de aprovação
Projeto de Redução de Emissões de Biogás, Caieiras	Captura e queima	Caieiras/SP	Brasil e Japão	Essencis Soluções Ambientais S.A. (BR) JPOWER Development CO. LTD (Japão)	Possibilidade de venda de 600 a 9800 m ³ /h	24 de Agosto de 2005
Projeto de Energia a partir de Gás de Aterro Sanitário da Marca	Captação e queima com geração de energia	Cariacica/ES	Brasil e Reino Unido	MARCA Ltda. (BR) EcoSecurities Ltd (UK).	11 MW	26 de Agosto de 2005
Projeto ONYX de Recuperação de Gás de Aterro Tremembé		Tremembé/SP	Brasil e Holanda	ONYX (França) SASA (Br) SenterNovem (Holanda)	-	09 de Setembro de 2005
Projeto Bandeirantes de gás de Aterro e Geração de Energia	Captação e Geração de energia	São Paulo/SP	Brasil e Holanda	Prefeitura de São Paulo e Biogás Energia Ambiental S.A. composta por: Arcadis Logos Engenharia Ambiental S.A. (Holanda), Heleno & Fonseca Construtécnica S.A. (BR), Wan der Viel (Holanda)	22MW	12 de setembro de 2005
Projeto de Gás do Aterro Sanitário Anaconda	Captura e queima	Santa Isabel/SP	Brasil	Anaconda Ambiental empreendimentos Ltda. Araúna Participações e Investimentos Ltda.		11 de outubro de 2005

Projeto	Escopo	Local	Partes	Empresas	Potência de geração	Data de aprovação
Projeto USINAVERDE	Incineración com geração energia autoconsumo	Rio de Janeiro/RJ	Brasil	IVIG-COPPE/UFRJ USINAVERDE S.A. COMLURB- Município do Rio de Janeiro Centro Clima-COPPE/UFRJ	440 Kw	11 de outubro de 2005
Projeto São João de Gás de Aterro e Geração de Energia no Brasil	captação com geração de energia	São Paulo/SP	Brasil	Prefeitura de São Paulo e Biogás Energia Ambiental S.A. composta por: Arcadis Logos Engenharia Ambiental S.A. (Holanda), Heleno & Fonseca Construtécnica S.A. (BR), Wan der Viel (Holanda)	20 MW	22 de dezembro de 2005
Projeto de Gás de Aterro SIL (PROGAS)	Captura e queima	Minas do Leão/RS	Brasil	SIL Soluções Ambientais S.A.	-	19 de setembro de 2006
Projeto de Gás do Aterro Sanitário do Aurá	Captura e queima	Belém/PA	Brasil e Reino Unido	Prefeitura Municipal de Belém CRA - Conestoga-Rovers & Associados (BR) Grey K environmental (UK)	-	02 de outubro de 2006
Projeto de Gás de Aterro Sanitário de Manaus	Captura e queima 1 fase geração energia 2 fase	Manaus/AM	Brasil, Reino Unido e Canadá	TUMPEX Ltda. (BR) CRA - Conestoga-Rovers & Associates - (CA) BCG International (UK)	18 MW	25 de outubro de 2006

Projeto	Escopo	Local	Partes	Empresas	Potência de geração	Data de aprovação
Projeto de Gás de Aterro Sanitário Canabrava	captura e queima	Salvador/B A	Brasil Canadá Reino Unido e Japão	LIMPURB- Prefeitura de Salvador CRA - Conestoga-Rovers & Associates - (CA) Natsource Asset Management Corp (CA) Natsource Europe Ltd. (UK) Natsource Japan Co.	-	21 de dezembro de 2006
Projeto de Gás do Aterro de Bragança - EMBRALIXO/ARAÚNA	Captura e queima do gás	Bragança Paulista/SP	Brasil	Araúna Participações e Investimentos Ltda. EMBRALIXO Ltda.	-	27 de dezembro de 2006
Projeto de gás de aterro Quitauna	Captura e queima do gás	Guarulhos/SP	Brasil	Quitaúna Serviços Ltda. EcoEnergy Brasil Ltda.	-	19 de janeiro de 2007
Projeto de Gás de Aterro ESTRE Itapevi – (PROGAEI)	Captura e queima do gás	Itapevi/SP	Brasil	ESTRE EcoEnergy Brasil Ltda.	-	19 de janeiro de 2007
Projeto de Gás de Aterro Terrestre Ambiental (PROGATA)	captura e queima	Santos/SP	Brasil	Terrestre Ambiental Ltda (ESTRE) Ecoenergy Brasil Ltda.	-	19 de janeiro de 2007
Projeto de recuperação de Biogás CDR Pedreira	captura e queima	São Paulo/SP	Brasil	CDR Ltda. (ESTRE) Ecoenergy Brasil Ltda.	-	25 de janeiro de 2007
PROBIOGÁS-JP	captura e queima	João Pessoa/PB	Brasil	Rumos Construções Ambientais EcoEnergy Brasil Ltda.	-	4 de maio de 2007

Projeto	Escopo	Local	Partes	Empresas	Potência de geração	Data de aprovação
URBAM/ARA UNA – Projeto de Gás de Aterro Sanitário (UAPGAS)	Captura e queima	São José dos Campos/SP	Brasil	URBAM – Prefeitura de São José dos Campos Araúna Participações e Investimentos Ltda.	-	12 de Julho de 2007
Total Energia elétrica a ser gerada pelos projetos MDL aprovados					101,4 a 133,4 MW	

Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2007 (dados)

6 POLÍTICAS PÚBLICAS E OUTROS INCENTIVOS

Não há atualmente nenhum modelo nacional governando a prática de aterro ou requisito regulador exigindo a recuperação ou destruição do biogás. Existem somente normas técnicas emitidas pela ABNT, sem qualquer requisito técnico relativo ao gerenciamento do biogás de aterro (ICF, 2003).

A Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, altera várias leis do setor elétrico e, entre outros aspectos, estabelece incentivos às fontes alternativas renováveis de energia que substituam a geração termelétrica a partir de petróleo em sistema elétrico isolado. Permite que essas fontes usufruam os benefícios da sistemática de rateio da Conta Consumo de Combustíveis - CCC, para geração de energia elétrica em sistemas isolados.

Os Fundos Setoriais de Apoio e Desenvolvimento Tecnológico, criados a partir do final da década de 90, tem propostas de financiamento à infra-estrutura, sendo os Fundos de Energia, como o CT- ENER, que se destina a financiar programas e projetos na área de energia elétrica com ênfase na eficiência energética e na utilização de fontes alternativas, uma opção importante para o desenvolvimento de tecnologias visando à recuperação energética dos RSU.

O PROINFA, Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica foi instituído pela Lei 10.438/02 com o objetivo de aumentar a participação de fontes renováveis, basicamente eólica, PCHs e biomassa na geração de eletricidade para o Sistema Interligado Brasileiro. A partir de duas chamadas públicas de projetos totalizando uma potência de 3,3 GW (sendo 1,1 para cada uma das fontes), foram contratados 144 projetos, sendo apenas 23 de biomassa, cuja potencia total contratada foi de apenas 685 MW. A potência restante foi redistribuída pelas outras duas fontes, com predominância da eólica, que totalizou 1.423 MW. A energia elétrica gerada por estes empreendimentos tinha garantia de compra pela Eletrobrás

por um período de 20 anos, com preços mínimos garantidos, diferenciados por fontes. Os valores para a energia gerada a partir da biomassa, entretanto não foram muito interessantes, o que reduziu o número de projetos propostos, todos a partir de cogeração utilizando bagaço de cana.

Dentre as ações governamentais mais importantes, no sentido de possuir potencial para o fomento de projetos de geração de energia a partir dos RSU, estão os projetos de MDL.

O Decreto Presidencial de 07 de julho de 1999 criou uma Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, envolvendo onze ministérios sob a coordenação do Ministério da Ciência e Tecnologia. Essa comissão tem a atribuição de apreciar e aprovar as atividades de projeto relacionadas ao MDL, ou seja, essa comissão é a Autoridade Nacional Designada (AND) para efeitos do MDL, tendo suas atividades voltadas ao cumprimento do compromisso assumido pelo Brasil relativo à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2006).

7. CONCLUSÕES São muitas as alternativas tecnológicas encontradas na literatura propondo soluções ao processamento dos resíduos sólidos urbanos, entretanto, boa parte delas, como gaseificação, pirólise, entre outras, estão em estágio experimental e ainda necessitam recursos para sua efetivação em escala comercial. Os processos de incineração para resíduos urbanos são utilizados apenas por países desenvolvidos por apresentarem elevados custos de implantação e operação, sendo incompatíveis com a situação financeira dos municípios brasileiros. Por este motivo, considera-se que no curto prazo, a geração de eletricidade a partir do biogás de aterros sanitários é a tecnologia que apresenta melhores perspectivas para o país.

A opção de aproveitamento energético, a partir da coleta do biogás dos aterros já existentes, se apresenta mais vantajosa do ponto de vista energético que as outras opções, uma vez que partem de uma situação já consolidada, ou seja, da captação nos aterros já existentes. Mais ainda, pode-se agora avaliar melhor o potencial de geração de biogás em vários projetos já aprovados e implantados e reavaliar o fluxo de caixa da opção de geração de eletricidade ao invés de simples queima controlada.

A geração de eletricidade, a partir do biogás de aterros sanitários, pode apresentar benefício duplo, pois irá colaborar com a viabilidade econômica e servir como incentivo à melhoria do saneamento urbano, uma vez que somente aterros bem gerenciados têm condições de implementar a captação, necessitando de poucas obras de impermeabilização e captação, e no caso dos aterros que já contam com sistemas de captação e controle de queima, o adicional de investimento depende do preço pago pela energia produzida.

A recuperação do biogás de aterros sanitários, associada ao seu uso energético e à comercialização dos créditos de carbono, pode não ser solução única para a questão do gerenciamento dos resíduos no Brasil, mas é a melhor opção que se apresenta para o momento com relação ao aproveitamento do potencial energético dos RSU. Entretanto, contínuos esforços devem ser feitos buscando a minimização da geração de resíduos e aumento da

reciclagem, pois segundo Oliveira (2000) 60% do potencial de recuperação energética dos RSU se deve à conservação de energia e está associada à recuperação e reciclagem.

A comercialização dos créditos do carbono poderá ser utilizada como uma excelente estratégia para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos, no sentido de se promover soluções sustentáveis para o problema do lixo no país. Essa iniciativa pode ser entendida como uma política que visa à integração entre o aproveitamento energético do biogás de aterro, a melhoria ambiental nos locais contaminados por lixões, representando um ganho importante nos aspectos sociais e econômicos envolvidos.

Alguns fatores, porém, têm impedido o surgimento de novos projetos, por exemplo: ausência de incentivo governamental, dificuldades em obtenção de crédito, concorrência com outras alternativas de ação na área ambiental, resistência por parte dos investidores em dar o primeiro passo e também o custo dos equipamentos, geralmente importados.

Existem ainda outras questões econômicas, políticas e técnicas que podem estar retardando o aproveitamento energético dos RSU no país, sendo que as questões técnicas têm soluções disponíveis, mas sua aplicação tem como limitante o equilíbrio econômico do empreendimento, uma vez que o preço de venda e a obrigatoriedade de compra da energia gerada ainda não foi definido adequadamente. Dessa forma, todas as outras vantagens associadas acabam sendo desconsideradas. Nesse sentido, podemos observar o exemplo do Projeto da empresa VEGA na Bahia, onde está sendo considerada, a princípio, somente a opção de captação para destruição do biogás, pois a análise econômica feita pela empresa, para geração e comercialização de energia, mostrou-se pouco atrativa.

Apesar do MDL ser um instrumento interessante e que tem sido efetivo para viabilizar projetos de aproveitamento energético dos RSU, cabe observar que ele tem dois aspectos perversos: o primeiro é que ele impede na prática a criação de uma lei que obrigue o controle e destruição do biogás e assim, empreendimentos que não tem viabilidade econômica ou escala para gerar créditos de carbono vão continuar a emití-lo sem controle, e o segundo é que, se os países em desenvolvimento como Índia, Brasil e China, que têm o maior número de projetos de MDL registrados tiverem que reduzir suas emissões (o que começa a se configurar para os próximos períodos, depois de 2012), os investimentos de menor custo efetivo para a redução de emissões já terão sido efetuados, o que aumentará o custo de redução de emissões nestes países.

8 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se o estabelecimento de políticas direcionadas ao incentivo do uso energético dos RSU, financiamento a pesquisas, projetos piloto e também ao desenvolvimento de equipamentos nacionais. Essas políticas devem também prever a obrigatoriedade de compra e o estabelecimento de preço diferenciado para essa energia renovável, levando em consideração os benefícios ambientais e sociais envolvidos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BANCO MUNDIAL. *Manual para a Preparação de Gás de Aterro Sanitário para Projetos de Energia na América Latina e Caribe*. 2003. Disponível em http://www.bancomundial.org.ar/lfg/gas_access_008_po.htm. Acesso em 20.jul.2007.
2. BRASIL. Presidência da República. *Decreto de 7 de julho de 1999, alterado pelo Decreto de 10 de janeiro de 2006*. Disponível em <http://acessibilidade.mct.gov.br/index.php/content/view/10059.html> Acesso em 10.06.2007.
3. CENBIO, Comissão Nacional de Referencia em Biomassa, *Geração de Energia a partir do Biogás Gerado por Resíduos Urbanos e Rurais, Nota Técnica VII*, “VI Encontro de Parcerias para o Desenvolvimento Tecnológico e Industrial em Bioenergia”, Florianópolis, SC, em novembro de 2001, disponível em <http://www.cenbio.org.br/>
4. CEPEA (Centro de Estudos avançados em Economia Aplicada).Release - *Estudo do potencial da geração de energia renovável proveniente dos "aterros sanitários" nas regiões metropolitanas e grandes cidades do Brasil*. Convênio FEALQ - Ministério do Meio Ambiente (*Início - Dezembro/01; Término - Abril/04*). *Sd*. Disponível em <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/releaseaterro.pdf>. Acesso em 04.02.2007
5. CENTRO CLIMA <http://www.centroclima.org.br>). Acesso em 15/07/2007
6. CT – ENERG - MINISTÉRIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA. Fundo Setorial de Energia Disponível em <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/1410.html>. Acesso em 20.06.2007.
7. IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico- 2000*. Rio de Janeiro; 2001.
8. ICF Consulting, *Projeto gás de aterro de Salvador, Bahia: documento de concepção do projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo*, Versão 4, Outubro de 2003, disponível em http://www.mct.gov.br/clima/cigmc/pdf/DCP_VEGA.pdf
9. MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. *Projetos MDL*. Disponível em <http://www.mct.gov.br/clima/>. Acessos em 13.06.2006, 20.04.2007 e 25.08.2007
10. MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia – BDCT - Biblioteca Digital de Teses e Dissertações. Consultas em 10/junho/2007. Endereço eletrônico <http://bdtd.ibict.br/bdtd/busca/resultSimples.jsp>
11. MINISTÉRIO DAS CIDADES, Assessoria de Comunicação, *Governo federal lança projeto para reduzir a emissão de gases de efeito estufa em lixões e aterros sanitários*, disponível em <http://www.cidades.gov.br/index.php?option=content&task=view&id=444&Itemid=0>, Acesso em 10/05/06

12. MINISTÉRIO DAS CIDADES, Assessoria de Comunicação. *Projeto para Aplicação do Mecanismo de Desenvolvimento do Limpo (MDL) na Redução de Emissões em Aterros de Resíduos Sólidos*, <http://www.cidades.gov.br/index.php?option=content&task=view&id=446&Itemid=0>, Acesso em 14/05/05.
13. MME- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Balanço Energético Nacional 2006: ano Base 2005*. Rio de Janeiro, 2006; disponível em http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432&pageId=11459, Acesso em 23/02/07
14. OLIVEIRA, Luciano Bastos. *Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos e abatimento de emissões de gases de efeito estufa*. Dissertação de mestrado, 2000, Rio de Janeiro: UFRJ; COPPE, 2000.
15. OLIVEIRA, Luciano Bastos. *Potencial de aproveitamento energético de lixo e de biodiesel de insumos residuais no Brasil*. Tese de Doutorado, 2004, Rio de Janeiro: UFRJ; COPPE, 2004.
16. ROSA, L.P. et all. Geração de Energia a partir de Resíduos Sólidos Urbanos e Óleos Vegetais”. In: TOLMASQUIM, M.T (Coord) *Fontes Alternativas de Energiano Brasil - CENERGIA*. 1a Ed. Editora Interciência. 515 p, 2003