



Estudo do potencial da geração de energia renovável proveniente dos "aterros sanitários" nas regiões metropolitanas e grandes cidades do Brasil¹

Convênio FEALQ - Ministério do Meio Ambiente
(Início - Dezembro/01; Término - Abril/04)

Resumo

A busca por fontes de energia renováveis vem se intensificando cada vez mais no mundo inteiro, à medida que as atuais formas de produção de energia normalmente trazem impactos negativos para o meio ambiente e para a população envolvida. Esta preocupação pôde ser evidenciada pela iniciativa brasileira durante a Rio +10, realizada em Johannesburgo, que propunha uma meta de 10% de energias renováveis em todo o mundo até o ano de 2010.

Apesar de não ter havido consenso por parte de todos os países em relação a essa iniciativa, principalmente por interesses particulares de alguns grupos, a proposta foi muito bem vista em todo o mundo, o que sinaliza uma direção a ser seguida. No que diz respeito à produção de energia elétrica, diferentes fontes de energia alternativa podem diversificar ou incrementar a matriz energética atualmente existente, tais como a eólica, a solar, a biomassa e também a proveniente do biogás.

O biogás é formado pela decomposição de resíduos orgânicos depositados nos aterros e lixões e tem como um dos seus principais componentes o gás metano (CH₄). O metano é um dos principais gases causadores do efeito estufa, fenômeno que tem sido foco de grandes discussões e tratados internacionais devido ao elevado potencial de alterar o sistema climático do planeta.

Por esse motivo foi criada uma convenção internacional sobre mudanças climáticas e, posteriormente, um protocolo - o de Quioto -, segundo o qual os países industrializados devem atingir metas de redução da emissão de gases na atmosfera. Estes compromissos de redução podem ser atingidos através de três mecanismos, sendo que um deles, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), permite a parceria com países em desenvolvimento. Os países em desenvolvimento, como o Brasil, podem desenvolver projetos de redução de emissão de gases efeito estufa e projetos florestais de seqüestro de carbono para auxiliar as nações com compromissos. Assim, os países industrializados podem transferir recursos para comprar os créditos referentes ao carbono seqüestrado ou não-emitado por esses projetos.

¹ Para requisição do relatório completo do estudo enviar solicitação para: ambientecepea@esalq.usp.br.

Além do problema da emissão de metano pelos aterros e lixões, destaca-se também a poluição dos recursos hídricos, tanto nos cursos d'água e ribeirões próximos, quanto nas águas subterrâneas, provocando imensas conseqüências negativas para a fauna e flora aquáticas e também para a comunidade abastecida. Outro aspecto negativo diz respeito à presença de famílias que utilizam os aterros e lixões para extraírem alguma renda, através da catação dos materiais presentes no lixo. Este contato direto das pessoas com o lixo é extremamente prejudicial à saúde, expondo muitas vezes crianças e adolescentes a condições de sobrevivência desumanas.

Dentro deste cenário, o trabalho realizado procurou criar instrumentos para incentivar a adequação dos aterros e lixões, através da possibilidade econômica da geração de energia elétrica proveniente do biogás.

Objetivos

O objetivo do trabalho é quantificar o potencial de geração de energia elétrica e de redução de emissões de metano medido em equivalente de dióxido de carbono (CO₂), e apresentar ao Ministério do Meio Ambiente uma estimativa da Linha de Base (do inglês 'base line') do potencial dos aterros sanitários nas regiões metropolitanas brasileiras.

As visitas feitas aos aterros e lixões selecionados para o estudo possibilitaram a observação de diversos impactos da disposição inadequada dos resíduos produzidos nas grandes cidades brasileiras. Assim, a pesquisa abordou aspectos sociais e ambientais envolvidos nos projetos de geração de energia renovável a partir do gás metano proveniente dos aterros sanitários.

1. Introdução

O gás metano é uma importante fonte de energia e um dos gases que contribuem significativamente para o efeito estufa. As fontes alternativas de energia no Brasil apresentam características bastante peculiares em relação a outros países. O fato de o Brasil ter sua geração elétrica predominantemente de fonte hidráulica coloca-o numa posição diferenciada em relação aos países desenvolvidos, cujas fontes são quase sempre fósseis.

Num momento em que o mundo repensa a situação ambiental, surge um entrave que pode prejudicar o crescimento econômico brasileiro. Enquanto o PIB tem apresentado crescimento, a geração de energia vem se mantendo em patamares estáveis e baixos diante da demanda

crescente. Por outro lado, as emissões brasileiras de CO₂ crescem rapidamente em relação ao PIB, o que tem aumentado bastante a preocupação com o meio ambiente.

Nesse contexto, grandes estudiosos da questão energética brasileira concordam sobre a urgência de se aumentar a geração de energia. No entanto, esse aumento terá que se dar de forma coerente aos padrões internacionais de desenvolvimento sustentável. O país ainda apresenta potencial de aumento de geração de energia de fonte hidráulica, mas para acompanhar o desenvolvimento econômico e social brasileiro é necessário o uso de outras fontes de energia.

As termelétricas a gás natural deverão injetar uma grande quantidade de energia no sistema nos próximos anos. Contudo, para que o país siga o caminho do desenvolvimento sustentável, é vital que sejam valorizadas as fontes de energia renováveis e menos poluidoras, tais como o gás metano de aterros sanitários, co-geração a gás e biomassa, energia eólica e solar.

Desta forma, a utilização do gás metano para a geração de energia enquadra-se nos quesitos de desenvolvimento sustentável, tendo em vista a grande quantidade de emissões de metano que deixariam de ser lançadas na atmosfera.

A comercialização da energia produzida a partir dos aterros torna-se mais viável à medida que evolui o processo de liberação do setor elétrico brasileiro. Neste sentido, torna-se fundamental compreender esse processo de liberação, procurando identificar as melhores oportunidades para novos produtores independentes de energia.

1.1 As condições atuais do lixo no Brasil

No Brasil, não existem dados precisos sobre a quantidade de lixo gerada nos municípios. Na Tabela 1 são apresentados dados da CETESB sobre a geração diária 'per capita' de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) por municípios classificados de acordo com o número de habitantes.

Tabela 1 - Geração de RSU no Brasil - 2000.

Classificação	População	Kg/habitante/dia	Toneladas/dia	%
Até 100 mil ha.	84.433.133	0,4	33.773	39
100 e 200 mil ha.	16.615.355	0,5	8.308	10
200 e 500 mil ha.	22.040.778	0,6	13.224	15
Acima de 500 mil ha	45.777.000	0,7	32.044	37
Total	169.544.443	0,52	87.349	100

Fonte: CETESB (2001) e Censo IBGE (2001)

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2000), realizada pelo IBGE, revela uma tendência de melhora da situação de destinação final do lixo coletado no país nos últimos anos. Segundo a pesquisa, no ano 2000, cerca de 47,1% do lixo gerado eram destinados a aterros sanitários, 22,3% a aterros controlados e apenas 30,5% a lixões. Todavia, em número de municípios, nota-se que a maioria ainda destinava seus RSU a lixões (aproximadamente 63,6%) e apenas 32,2% das cidades depositavam o lixo em aterros (13,8% sanitários e 18,4% aterros controlados); 5% não informaram para onde vão seus resíduos. Em contrapartida, a PNSB mostrou que, em 1989, a parcela de municípios que tratava seus resíduos de forma adequada era de apenas 10,7%.

Apesar desses dados darem a idéia de uma destinação relativamente adequada da maioria do lixo gerado, em nossa pesquisa, por meio do contato com representantes dos municípios e também das diversas visitas realizadas, constata-se que a denominação 'aterros sanitários' e 'aterros controlados' não reflete a qualidade da gestão dos resíduos sólidos.

Muitos aterros apresentam catadores na frente de operação, área isenta de qualquer tipo de impermeabilização e sem controle do chorume produzido, ausência de licença, entre outros fatores que caracterizam esses locais como de administração inadequada e, mesmo assim, são classificados como 'controlados' e, às vezes, 'sanitários'.

A geração diária de lixo 'per capita' no Brasil varia de 0,4 kg a 0,7 kg, uma média de 0,52 kg/dia/habitante (CETESB, 1992). Cabe ressaltar que existe uma tendência de elevação da produção de lixo no Brasil para os próximos anos, caso os padrões de consumo e produção não sejam modificados.

Além disso, se não existirem incentivos econômicos para o aumento da reciclagem e políticas públicas mais agressivas para a regularização das condições dos aterros e lixões, o problema da gestão dos RSU tende a ser agravado. Este é um desafio a ser enfrentado pelos atuais e próximos governantes e, para ser vencido, é necessário que haja a presença da sociedade civil e da iniciativa privada.

2. Metodologia do estudo

2.1. Critérios de escolha das regiões

A fim de se diagnosticar a situação atual dos aterros sanitários, procurando identificar os mais atraentes do ponto de vista de geração de energia elétrica, as áreas de estudo foram divididas conforme a classificação das regiões metropolitanas do país. Por concentrar grande volume

populacional, essas regiões apresentam maior potencial para o aproveitamento do biogás para a geração de energia elétrica, uma vez que a quantidade produzida e acumulada de lixo é mais elevada.

Foram priorizados municípios com população mínima de 200 mil habitantes e aterros com um volume de lixo acumulado suficiente para gerar pelo menos 300 kW de energia elétrica e produção de biogás por um período mínimo de 10 a 15 anos.

Contudo, também foram levados em consideração outros aspectos importantes, como as características ambientais de cada região, a quantidade de lixo gerada, a infra-estrutura disponível e a capacidade de disposição de lixo em um determinado período de tempo. Esses fatores foram determinantes para que cidades que não se enquadram dentro da classificação das regiões metropolitanas pudessem também ser avaliadas – municípios que foram denominados 'exceções'. Da mesma forma, muitas cidades incluídas nas regiões metropolitanas, mas que não apresentam população ou quantidade de lixo representativa para o estudo, foram excluídas da relação de cidades analisadas.

Assim, foram selecionadas 92 cidades distribuídas nas 23 regiões metropolitanas brasileiras estudadas, além de 16 municípios que não pertencem a nenhuma das regiões metropolitanas ('exceções').

2.2. Método para coleta dos dados

Após a seleção das cidades, foi elaborado um questionário, com o objetivo de coletar as informações necessárias para proceder aos cálculos da quantidade produzida de biogás de cada aterro, tais como quantidade diária (t/dia) de lixo recebida pelo aterro, número de drenos, quantidade acumulada de lixo, vida útil do aterro, além de outras informações relevantes para a análise das características de disposição de lixo da cidade.

O passo seguinte foi contactar os responsáveis pelos aterros ou pela coleta dos RSU a fim de explicar os objetivos do estudo e a importância da participação dos municípios para o sucesso da pesquisa.

Os questionários respondidos foram avaliados e os dados neles apresentados, conferidos, o que possibilitou a constatação de que, muitas vezes, as informações apresentadas eram insuficientes ou o preenchimento não foi feito de forma adequada, o que fez com que houvesse a necessidade de contatos posteriores.

2.3. Visitas técnicas de campo

A escolha dos locais para visitação foi feita levando-se em consideração a representatividade da cidade na região metropolitana e a disponibilidade dos dados para a realização dos cálculos. Também foram escolhidas algumas cidades que apresentavam aterros com alguma característica interessante para ser analisada, como projetos sociais bem sucedidos, estudos de utilização de biogás e problemas na disposição de lixo. Além destas, foram selecionadas as cidades onde houve dificuldade para se contactar os responsáveis pela administração dos aterros, mas cujas informações são relevantes para o estudo.

2.4. Cálculo do potencial dos aterros

Várias são as metodologias para calcular o total de metano emitido pela degradação anaeróbia dos resíduos. Neste estudo, foi utilizado o LANDGEM (*Landfill Gas Emissions Model*), programa desenvolvido pelo CTC (*Control Technology Center*) da EPA (*Environmental Protection Agency*), adotando-se parâmetros compatíveis com o clima da região e o tipo de lixo gerado. O método usa uma equação de primeira ordem e calcula a quantidade de metano, dióxido de carbono e mais 48 tipos de gases presentes no biogás.

3. Aspectos Sociais

Sem dúvida, o aspecto social é um dos principais envolvidos em projetos de exploração energética de aterros, uma vez que se trata de lidar com comunidades de catadores de materiais potencialmente recicláveis que encontram nos lixões das grandes cidades a sua sustentação financeira.

Quando se trata de aterros sanitários, supõe-se que o problema da permanência dos catadores já tenha sido resolvido, uma vez que a legislação ambiental obriga a retirada dessas pessoas para classificar tais empreendimentos como aterros e não como lixões.

Contudo, a realidade brasileira, em especial nas grandes metrópoles, é bem mais complexa do que a capacidade da legislação em fazer cumprir determinadas orientações. É evidente o conflito que se estabelece entre os catadores, que têm nos aterros/lixões a sua fonte de renda, e os gestores

de tais espaços, que amparados e pressionados pela legislação têm que tomar decisões a respeito do futuro dessas populações e do destino final dos resíduos sólidos.

Assim, é necessário ressaltar os conflitos existentes e explorar as formas possíveis de resolução dos mesmos - sendo este um dos objetivos que o trabalho também procura atingir.

4. Resultados

Foram respondidos 85% dos questionários enviados, gerando os resultados mostrados a seguir.

Para o cálculo do potencial de geração de energia e geração de créditos de carbono foram adotados dois cenários², um conservador e um otimista. Em ambos os cenários, adotou-se uma taxa de crescimento de geração de lixo de 2,5%, percentual normalmente utilizado nos planos diretores dos aterros.

A Tabela 2 destaca os resultados obtidos para 2005, 2010 e 2015.

Tabela 2: Resultados obtidos para a geração de energia e potencial de geração de créditos de carbono nos aterros analisados.

Anos	Potencial de Geração de Energia Elétrica (MW)		Potencial de geração de créditos de carbono (t.Co2e)	
	Cenário Conservador	Cenário Otimista	Cenário Conservador	Cenário Otimista
2005	278,3	344,3	10.840.898	13.411.862
2010	314,9	389,5	12.265.481	15.174.291
2015	356,2	440,7	13.877.266	17.168.317

Os resultados indicaram que os municípios com mais de um milhão de habitantes apresentam maior potencial de geração de energia elétrica a partir dos aterros. Isso ocorre porque essas cidades comportam maior número de habitantes e, portanto, a maior quantidade de lixo. O potencial médio de geração de energia elétrica por município com mais de milhão de habitantes é de 19,5 MW.

Municípios menores apresentam capacidade inferior de geração de energia. Foi estimado que cada um dos 16 municípios entre 500 mil e um milhão habitantes apresenta potencial médio de aproximadamente 2 MW, enquanto cada município com 200 a 500 mil habitantes responde por

² A descrição dos cenários otimista e conservador pode ser encontrada no documento original.

cerca de 1 MW. Porém esses resultados médios apresentaram grandes variações caso a caso, o que sugere uma certa ressalva quando da utilização destes valores.

A partir dos resultados obtidos do potencial de geração de energia elétrica, foram estimadas as quantidades de créditos de carbono equivalente (CO₂e), também mostradas na Tabela 2. Desta forma, a quantidade de créditos de carbono produzida será proporcional à quantidade de energia elétrica gerada; conseqüentemente, as cidades com mais de um milhão de habitantes serão responsáveis pela maior quantidade de créditos gerada.

5. Conclusões

O potencial de geração de energia elétrica mostrou-se interessante do ponto de vista socioambiental, mas esses empreendimentos têm viabilidade com um preço de energia de R\$ 150/MWh, já considerando os créditos de carbono.

Em particular, notou-se que o potencial de geração é limitado nos depósitos de lixo já fechados, pois a forma de operação a que foram submetidos dificulta a qualidade de drenagem do biogás. Nos aterros sanitários com mais de cinco anos e com elevada capacidade de captação, se não houver ampliação da área, aumentando a geração de metano, não haverá viabilidade econômica, dado que a curva de biogás será insuficiente para mais de 15 anos.

Contudo, nota-se um grande potencial de desenvolvimento sustentável a partir da viabilização técnico-econômica dos aterros sanitários para a obtenção de energia elétrica por biogás.

As parcerias entre o Estado, a iniciativa privada e o terceiro setor têm demonstrado que é possível criar novas formas de organização social em que todos os envolvidos na questão podem se beneficiar dos benefícios advindos dessa iniciativa.

Concluiu-se que os melhores locais para implantação de projetos de geração de energia renovável são aqueles onde existem programas de coleta seletiva e destinação alternativa de resíduos sólidos. Esses locais são vantajosos do ponto de vista econômico, já que possivelmente a quantidade de material inorgânico neles depositado deve ser menor que naqueles onde essas iniciativas não existem. Também são vantajosos do ponto de vista operacional, uma vez que nesses locais os conflitos inerentes à questão dos resíduos sólidos estarão mais bem encaminhados.

Telefone: (19) 3429-8828
Fax: (19) 3429-8829
Coordenador Geral: Prof. Pedro Carvalho de Mello

Equipe do Ministério do Meio Ambiente (MMA/SQA)
E-mail: ruy.barros@mma.gov.br
Telefone: (61) 4009-1225
Fax: (61) 4009-1759
Diretor do PQA: Ruy de Góes Leite de Barros