

GERAÇÃO DE ENERGIA LIMPA ATRAVÉS DA REFORMA DE GÁS METANO DE ATERROS SANITÁRIOS

Luiz Felipe de Camargo Kastrup
Faculdade de Saúde Pública USP

Paulo Bernardi Junior
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares USP

Wanda Maria Risso Günther
Faculdade de Saúde Pública USP

CONTATO:

Luiz Felipe de Camargo Kastrup
Rua Heitor de Moraes, nº 956
São Paulo SP
Brasil
CEP 01237 000 telefone 55 11 3873 7252
e-mail lfckastrup@yahoo.com.br
Celular 55 11 9632 4033

RESUMO TÉCNICO

O gás de aterro sanitário é um derivado da decomposição anaeróbia de resíduos sólidos biodegradáveis que em geral contém 50% de metano com um alto conteúdo energético. O metano é um gás potente participante no efeito estufa (GHG), que equivale a 21 vezes o potencial de aquecimento global do dióxido de carbono. Alguns cálculos indicam que aproximadamente 10% das emissões de metano liberadas na atmosfera provêm dos aterros sanitários. Para reduzir este efeito, esse gás pode ser capturado e utilizado para produzir energia, minimizando as emissões atmosféricas e funcionando como fonte de energia não convencional que substitui o uso de combustível fóssil (World Bank, 2001).

Todos os aterros sanitários emitem o metano em quantidades que dependem de vários fatores, tais como as dimensões dos próprios aterros, bem como a composição dos resíduos depositados. Geralmente, a geração de gás inicia-se após a disposição dos resíduos sólidos e pode continuar por um período de 20, 30 ou até mais anos depois do encerramento do aterro.

Dada a rápida urbanização que o Brasil tem assistido nas últimas décadas o que tem acarretado impactos ambientais de toda a espécie, seja na água no solo e/ou no ar se faz necessário buscar alternativas senão para eliminar, pelo menos para mitigar os efeitos deletérios destes.

Surge então a oportunidade de se aplicar a legislação pertinente à coleta e disposição de resíduos sólidos, com o aproveitamento do gás de aterro para a produção de energia e possível geração de créditos de carbono através de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, previsto no Protocolo de Kyoto.

Várias plantas de aproveitamento energético de gás de aterro têm sido implantadas em diversos países com sucesso, inclusive no Brasil. O presente trabalho dá um passo além, ao apresentar uma alternativa mais condizente com a proposta de minimização de emissões de gases de efeito estufa, ambientalmente mais adequada, pois além de aproveitar os gases emitidos, não gera resíduos.

A alternativa consiste na captação dos gases de aterro, por meio de rede de tubulações como é utilizado atualmente nos aterros que geram energia através da queima dos gases em motores à combustão interna.

A partir da etapa de coleta dos gases, ocorre a diferenciação da alternativa objeto deste trabalho: Os gases coletados serão, então, encaminhados a um reformador de gases, responsável pela produção de hidrogênio (H_2) a ser aproveitado para a geração de energia.

A reforma do metano é uma das mais simples e econômicas formas de produzir hidrogênio. Geralmente, a reforma é feita numa câmara – reator, mediante um processo de quatro estágios. Antes de passar pelo processo de reforma, o gás natural deve ser descontaminado de enxofre por adsorção, protegendo assim o catalisador do reformador (Hydrogen Source Technology, 2002).

O hidrogênio (H_2) assim produzido, irá abastecer um módulo de célula a combustível onde se processará a reação eletroquímica do mesmo, produzindo energia elétrica, calor e água pura.

Em função da grande eficiência desse sistema (acima de 50%) e de sua baixa emissão de gases de efeito estufa (GHG), há uma grande possibilidade de troca por créditos de carbono.

A célula a combustível é um sistema de geração onde a eletricidade é produzida enquanto houver o abastecimento de combustível (hidrogênio, no caso). Vários módulos já estão em funcionamento em várias partes do mundo como sistemas auxiliares em bancos, hospitais, postos de correio etc. ou em localidades onde a rede de fornecimento não supre a demanda. No entanto, o funcionamento com gás de aterro é proposta como alternativa ao que se encontra instalado atualmente para geração de energia em aterros sanitários.

INTRODUÇÃO

O grande consumo de combustíveis fósseis pela sociedade moderna tem levado o planeta a uma degradação ambiental sem precedentes, destacando-se entre os impactos decorrentes, o efeito estufa. Por outro lado, a grande geração de resíduos sólidos, resultante do estilo de produção e consumo vigentes, resulta na implantação de inúmeros aterros sanitários, que apresentam como subproduto gases liberados ao ambiente, destacando-se o metano. Corroborando com os efeitos deletérios do consumo dos

combustíveis fósseis, a produção de gás metano em aterros de resíduos sólidos aumenta estes efeitos nocivos ao ambiente.

Como alternativa de aproveitamento do gás metano, apresenta-se a geração de energia distribuída com célula a combustível, que atende a demandas locais e cuja operação não resulta em impacto ambiental.

A finalidade desse trabalho é apresentar um sistema de geração de energia elétrica distribuída não poluente e, portanto, limpa, baseado na utilização de células a combustível, abastecidas com hidrogênio. O hidrogênio, apesar de abundante na natureza, quase sempre está associado a outros elementos, acarretando a necessidade de procedimentos para disponibilizá-lo para utilização em células a combustível.

Neste trabalho são utilizados reformadores de gases para transformação de metano em hidrogênio.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar a utilização de unidades modulares geradoras de energia distribuída limpa, mediante aproveitamento do gás metano produzido em aterros sanitários. Tal sistema poderá ser conectado à rede de distribuição regional ou ser autônomo. A energia será estocada em forma de hidrogênio durante períodos de menor consumo para ser disponibilizada nos horários de pico.

METODOLOGIA

A partir do volume de resíduos sólidos acumulado, ou da taxa de carregamento anual do aterro sanitário, com a utilização de metodologia preconizada pela USEPA (United States Environmental Protection Agency) (USEPA, 2005), determina-se através da curva de decaimento das emissões gasosas do aterro, a quantidade de metano disponível para reforma e introdução na célula a combustível. Com a quantidade de metano disponível, é possível calcular a quantidade de hidrogênio transformado e a conseqüente geração de energia elétrica.

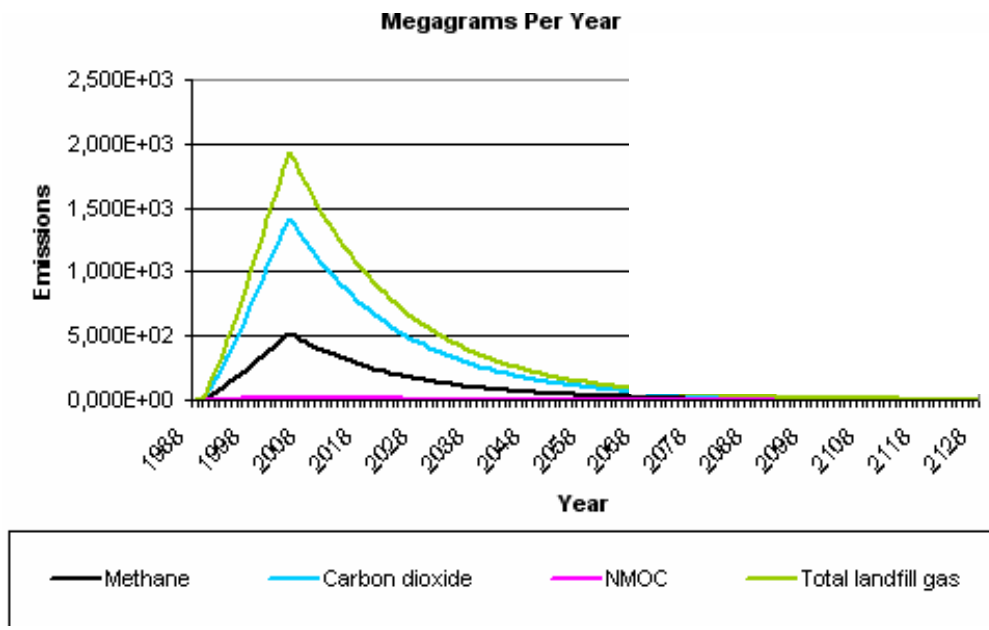
Para efeito de exemplo de aplicação das tecnologias presentes neste trabalho, foi escolhido o aterro controlado da cidade de Mogi Mirim, SP, distante 150 **km** do município de São Paulo, atualmente com cerca de 70.000 habitantes (IBGE, 2000).

O aterro está implantado a 10 **km** do centro urbano e acumula um volume de 125.247 **t** (Prefeitura Municipal de Mogi Mirim, 2005), tendo sido operado no período de janeiro de 1988 até janeiro de 2005.

Através da utilização do programa "Landgem 2005" foi determinada a quantidade de gás do aterro, disponível para a utilização na geração de energia elétrica.

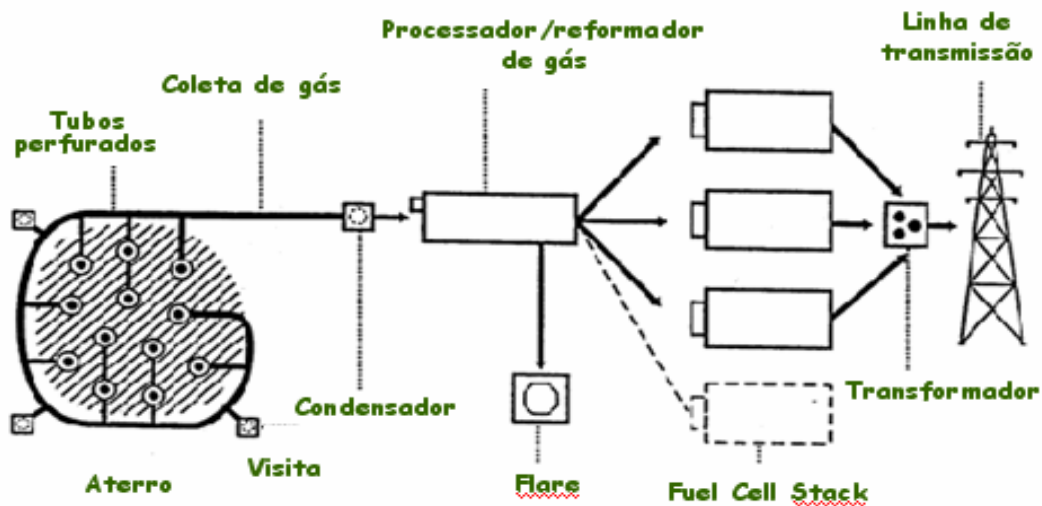
Os resultados demonstram a disponibilidade de gás para o período de 20 anos, a partir de 2006; um volume total de 19.860.000 m^3 , conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 Curva de produção de gases, aterro de Mogi Mirim S.P



O volume de gas obtido será encaminhado ao sistema de reforma para sua transformação em hidrogênio, como apresentado na Figura 2.

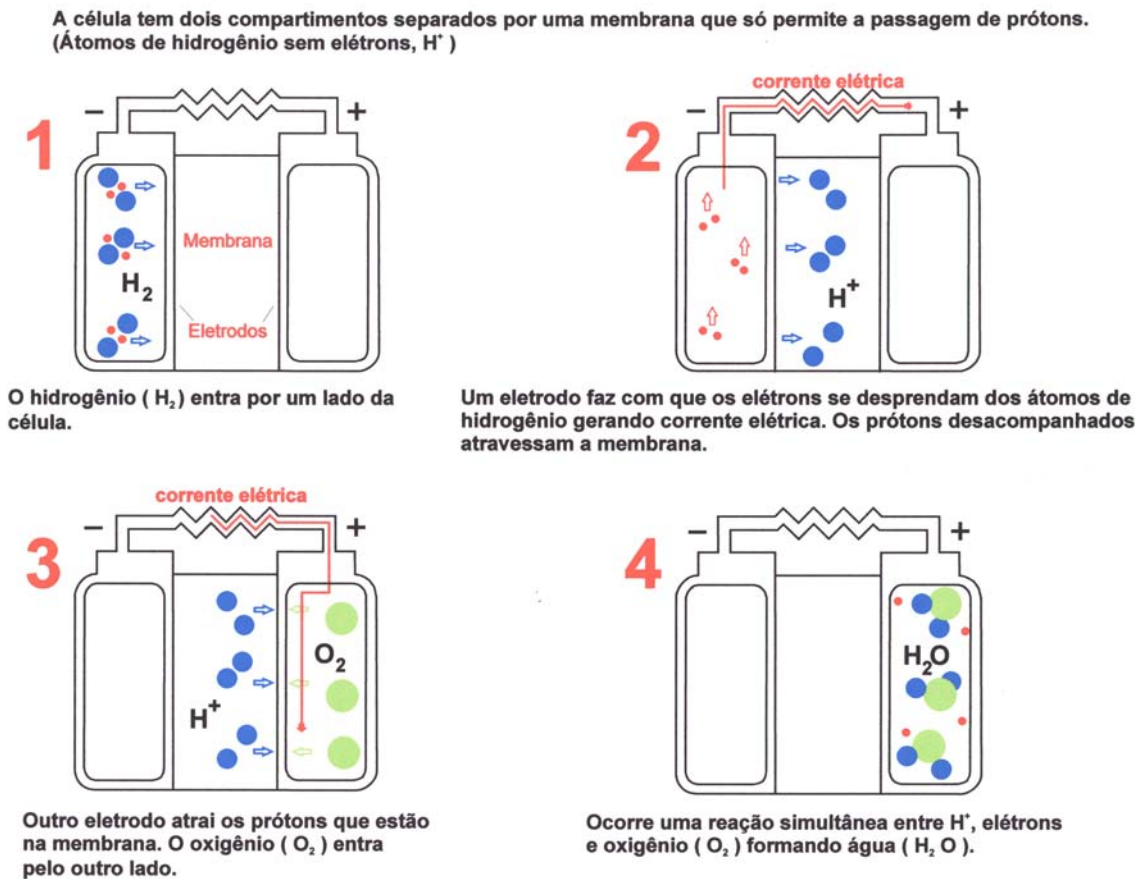
Figura 2 Sistema energético



O hidrogênio (H₂) produzido será injetado em um módulo (“stack”) de célula a combustível onde, através de um processo eletroquímico, será gerada energia elétrica.

O funcionamento básico de uma célula a combustível está demonstrado na Figura 3.

Figura 3 Funcionamento de uma célula combustível



Fonte: Nogueira , 2000

A célula a combustível é uma célula eletroquímica que converte continuamente a energia química do combustível, como por exemplo hidrogênio, em energia elétrica, usando o oxigênio como oxidante e gerando água e calor. Ao contrário das baterias eletroquímicas, a energia química é armazenada fora da célula combustível onde ocorre a reação.

Uma vez que o combustível (hidrogênio) é convertido diretamente em eletricidade, a célula a combustível pode operar com eficiência muito maior do que motores de combustão interna (sob o ciclo de Carnot a altas temperaturas), extraído mais eletricidade da mesma quantidade de combustível (UTC, 2002). Outra vantagem é o fato da célula a combustível não possuir partes móveis, o que a torna muito mais silenciosa e confiável, além de poder trabalhar com diferentes tipos de combustíveis UTC, 2002).

Como a célula a combustível funciona alimentada por hidrogênio e oxigênio, que ao final se recombina para formar água, o sistema não gera gases de efeito estufa, como o gás carbônico. Além disso, ao contrário do que ocorre em processos de queima de combustíveis fósseis, não há a emissão de monóxido de carbono, óxidos de enxofre, hidrocarbonetos, material particulado, entre outros, para a atmosfera.

EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO PARA MOGI MIRIM

Através da média anual de 993.000 m³ obtida conforme tabela da Figura 4, estima-se o volume total de 19.860.000 m³, durante 20 anos a partir de 2006.

Para efeito deste dimensionamento escolheu-se um sistema conjugado de reformador / célula a combustível cujo consumo é de 39 kg/h de gás de aterro, gerando 200 kW cada módulo.

O volume total anual, considerando-se a densidade do gás de aterro: 0,716 kg/m³, representa uma produção de 710.988 kg/ano ou 81,16 kg/h, o que resulta em 2 módulos, com geração total de 400 kW total. O valor obtido representa uma geração de 3.504 MWh/ano.

Adotando-se a média de consumo residencial brasileira para os grandes centros urbanos de 250 kWh/mês resultará em 1.168 residências atendidas.

CONCLUSÃO

A utilização das células a combustível como geradoras de energia elétrica distribuída limpa, pelo aproveitamento do gás de aterro representa grande vantagem ambiental, pois apresenta impacto ambiental próximo de zero; o metano produzido é aproveitado e não liberado no ambiente ou queimado, minimizando-se as emissões atmosféricas e o agravamento do efeito estufa.

Como vantagem deste sistema, está a eliminação do sistema de transporte de energia, que demanda grandes áreas e manutenção constante. A matriz energética do país, sendo hidrelétrica, depende da inundação de grandes áreas e a geração localiza-se onde estão as quedas d'água, o que acarreta longas distâncias de transmissão, com as inerentes perdas de carga. O ambiente, assim, passa a ser coadjuvante, gerando passíveis ambientais consideráveis. No presente caso, a geração distribuída passa a ser um substituto que apresenta amplas vantagens.

No entanto, o fato da geração distribuída por si só, não resolver todos os problemas, deve ser considerado. Uma usina de queima de combustível seja do tipo a óleo ou mesmo a biogás, implantada em local carente de energia é considerada como energia distribuída, porém continuará causando danos ambientais, pois produzirá emissões atmosféricas e aquecimento global.

Procurando minimizar estes efeitos nocivos apresenta-se, com esse trabalho, uma alternativa que vem alcançando força na área de geração de energia e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

World Bank. **Guia de planejamento estratégico para administração de resíduos sólidos municipais**. Segunda versão. Março 2001.

[Hydrogen Source Technology. **Hydrogen Sources**. [online] 2002. Disponível em:
URL:<http://www.hydrogensource.com/technology.hhtml>[2002 may 31]

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000**.
Disponível em URL:<http://www.ibge.gov.br>[2005 mar 28]

Nogueira S. **O poder do Hidrogênio**. Folha de São Paulo, São Paulo, 2000 dez 10;
caderno Mais Ciência.

Prefeitura Municipal de Mogi Mirim. **Guia da Cidade 2005**.

USEPA. **Landfill Gas Emissions Model Version 3.02**. may 2005. EPA-600/R-05/047

UTC Fuel Cells. **About Fuel Cells**. Disponível em:
URL:<http://www.utcfuelcells.com/fuelcell/how fl.shtml>[2002 nov 18]