

# Geração de Biogás por meio de resíduos de aterro sanitário

Kelly Meireles de Souza Balbi\*  
Cícero Ferreira Neto\*\*

## Resumo

Mediante os problemas ambientais mais atualmente discutidos, a destinação do lixo e seu fim nos preocupam. Logo, este artigo mostrará uma forma de criar um procedimento para análise de viabilidade econômica com geração de energia por meio da utilização do biogás proveniente da decomposição anaeróbica de resíduos em aterros sanitários. Em meio a todos os eventos catastróficos relacionados com o lixo no cenário nacional e mundial, ele tem proporcionado uma alternativa de resolução para uma grande parte dos problemas ambientais.

Palavras-chave: Biomassa. Aterro Sanitário. Biogás. Lixo.

## Introdução

A maioria dos municípios brasileiros dispõe seus resíduos sólidos domiciliares sem nenhum controle, uma prática de graves consequências: contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas, criação de focos de organismos patogênicos, vetores de transmissão de doenças, com sérios impactos na saúde pública. O quadro vem se agravando com a presença de resíduos industriais e de serviços de saúde em muitos depósitos de resíduos domiciliares, e, não raramente, com pontos de descargas clandestinas. O manejo inadequado de resíduos sólidos de qualquer origem gera desperdícios, contribui de forma importante à manutenção das desigualdades sociais, constitui ameaça constante à saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações, especialmente nos centros urbanos de médio e grande portes.

Em raras situações há de fato o tratamento dos resíduos sólidos, que em geral são apenas depositados em “lixões”.

Nos níveis de ação do governo são necessárias as maiores mudanças: é preciso fomentar integrando, abarcando as relações entre questões ambientais, urbanísticas, tecnológicas, políticas, sociais e econômicas.

Portanto, faz-se necessário instalar um sistema de coleta e separação de resíduos despejados em aterros e transformar sujeira em biogás. A administração dos serviços fica a cargo da Secretaria Municipal de Limpeza Pública. Na nossa região, a cidade de Campos dos Goytacazes foi escolhida para o projeto aqui estabelecido. Hoje,

a cidade conta com uma população que gira em torno de 430.000 habitantes.

## O Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) na Cidade de Campos dos Goytacazes/RJ

Na cidade de Campos dos Goytacazes, maior município do Norte Fluminense, a coleta seletiva é feita diariamente na área central, às segundas, quartas e sextas-feiras e nos demais bairros que ficam à direita do Rio Paraíba, e às terças, quintas e sábados em Guarus.

Pouco tempo atrás, o lixo coletado era lançado no lixão completamente misturado, portanto o trabalho que muitas pessoas tinham para separar o lixo orgânico do inorgânico era considerado em vão. É importante ressaltar, contudo, que os resíduos de construção civil não eram lançados no lixão, o lixo hospitalar era coletado por uma empresa contratada e lançado de forma correta, disposto em trincheiras e coberto, o que não acontecia no passado.

No lixão não havia tratamento do solo, com isso era produzido o chorume, que é um líquido escuro e malcheiroso produzido a partir da decomposição de matérias orgânicas contidas no lixo. O chorume é ácido e contamina o solo e os lençóis freáticos (água subterrânea) principalmente em locais de decomposição descontrolada, onde uma grande quantidade de lixo se infiltra no solo.



Figura 1 - Foto do lixão de Campos dos Goytacazes feitas pelo CCT da UENF

\* Técnico em Meio Ambiente pelo IF Fluminense, campus Campos-Guarus.

\*\* Técnico em Meio Ambiente pelo IF Fluminense, campus Campos-Guarus.

Antes por não dispor de balança para pesagem do material coletado, não se conhecia precisamente a quantidade de lixo recolhida. Além disso, não era feito um controle do número de viagens realizadas por roteiros de coleta.

Neste contexto de falta de fiscalização, podemos observar como era a disposição de resíduos sólidos em terrenos baldios nos bairros mais afastados do centro.

## Aterro Sanitário de Conselheiro Josino entra em funcionamento



Figura 2 - Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) onde está prevista ainda a construção de um Centro de Educação Ambiental

Foto: Check

Entrou em funcionamento no ano de 2011 o novo aterro sanitário do município, em Conselheiro Josino. Viabilizado pela prefeitura, através da Secretaria de Serviços Públicos e da concessionária Vital Engenharia, responsável pela obra, o Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) está instalado numa área de 990 mil metros quadrados e tem capacidade para receber até 300 toneladas de lixo domiciliar por dia. No local, está prevista ainda a construção de um Centro de Educação Ambiental.

Todo o lixo domiciliar do município que hoje é levado para o lixão da Codin será destinado para a Usina de Reciclagem e para o aterro de Conselheiro Josino. Serão 100 toneladas para serem recicladas e outras 200, aterradas. Por enquanto, no CTR, vai ser aterrado apenas lixo da Região Norte do município e o Codin continua em atividade até que a usina seja inaugurada e possamos absorver a mão de obra existente no lixão.

Sobre essa questão o Secretário Municipal de Serviços Públicos, Zacarias Albuquerque, afirma que: “A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece um prazo de quatro anos para que os municípios se adequem às exigências sanitárias. Esse prazo vence em agosto de 2014 e Campos já está no cumprimento da lei,

principalmente, no Estado do Rio de Janeiro, que vai sediar a Copa de 2014. Campos já teve resolução no resíduo doméstico e de Saúde” (ATERRO SANITÁRIO DE CONSELHEIRO JOSINO).

## Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos

O projeto segue um propósito de aproveitamento do biogás produzido pela degradação dos resíduos, a fim de convertê-lo em uma forma de energia útil, como eletricidade, vapor, combustível para caldeiras ou fogões, combustível veicular ou para abastecer gasodutos com gás de qualidade. Independentemente do uso final do biogás produzido no aterro, deve-se projetar um sistema padrão de coleta, tratamento e queima do biogás: poços de coleta, sistema de condução, tratamento (inclusive para desumidificar o gás), compressor e flare com queima controlada para a garantia de maior eficiência de queima do metano.

ArrowBio é o método de tratamento de resíduos sólidos municipais que já é considerado o mais eficiente do mundo. Motivos não faltam. Além de compactar o lixo e transformá-lo em matéria-prima para reciclagem, a tecnologia consegue extrair energia do que antes era descartado. “O processo ArrowBio é uma solução integrada, que trata o ‘resto’ problemático do lixo e suas frações orgânicas, aumentando sua eficiência na forma de biogás por tonelada, enquanto supera os problemas de contaminação residual”, explica o israelense Yair Zadik, CEO da companhia Arrow Ecology and Engineering Overseas.

Os equipamentos do ArrowBio espalham os resíduos sólidos humanos brutos, permitindo que a grande maioria de materiais recicláveis — metais, plásticos, papelão, vidro e areia — seja reaproveitada. “Ao mesmo tempo, o método produz, de forma eficiente, a correção do solo limpo e energia verde, em forma de biogás”, comenta o empresário. Ao fim do processo, o lixo deixa de ser contaminante e não agride a natureza. “Além das vantagens ambientais associadas à ArrowBio, a tecnologia oferece custos de montagem substancialmente mais baixos, em comparação aos incineradores”, destaca o executivo. Ele sustenta que os custos operacionais também são potencialmente reduzidos.

O resíduo gerado pelas comunidades rurais ainda não sofre qualquer tipo de tratamento, sendo disposto em diversos lixões espalhados ao longo do município.

Durante aproximadamente dez anos, a infiltração do chorume no solo tem contribuído para a contaminação da área. Estando o lençol freático, em certas áreas próximo à superfície, e devido à proximidade de corpos hídricos, surge mais um agravante que é o fluxo de contaminantes sem barreiras naturais.

Hoje, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida e com a economia recuperada devido ao acesso aos

royalties da produção de petróleo na Bacia de Campos, o Município de Campos dos Goytacazes já desenvolve estudos para a implantação de um aterro sanitário e instalação de usinas de reciclagem de lixo.

## Formação do biogás

O biogás é formado a partir da degradação da matéria orgânica. Sua produção é possível a partir de uma grande variedade de resíduos orgânicos como lixo doméstico, resíduos de atividades agrícolas e pecuárias, lodo de esgoto, entre outros. É composto tipicamente por 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de uma mistura de outros gases como hidrogênio, nitrogênio, gás sulfídrico, monóxido de carbono, amônia, oxigênio e aminas voláteis. Dependendo da eficiência do processo, o biogás chega a conter entre 40% e 80% de metano (PECORA, 2006).

Até ser compactado e coberto, o lixo permanece por certo tempo descoberto no aterro, em contato com o ar atmosférico. Neste período já é verificada a presença do biogás, que continuará sendo emitido após a cobertura e encerramento da célula do aterro (ENSINAS, 2003).

A formação e taxa de geração dos principais constituintes do aterro é variável ao longo do tempo. Em condições normais, a taxa de decomposição atinge um pico entre o primeiro e segundo ano e diminui continuamente por alguns anos. No aterro Essencis, por exemplo, as atividades tiveram início em setembro de 2002 e a primeira célula do aterro foi fechada por volta de agosto de 2004. Nesta célula, chamada de fase 1, houve a deposição de grande quantidade de resíduo industrial, o que não favorece a formação do biogás, pois não gera metano. Porém, segundo dados coletados a partir de informações de técnicos do aterro, uma previsão geral é que a geração do biogás após o encerramento da célula se prolongue por cerca de 20 anos.

A figura 3 mostra a relação entre o poder calorífico do biogás ( $\text{kcal/m}^3$ ) e a porcentagem de metano, em volume, presente no mesmo.

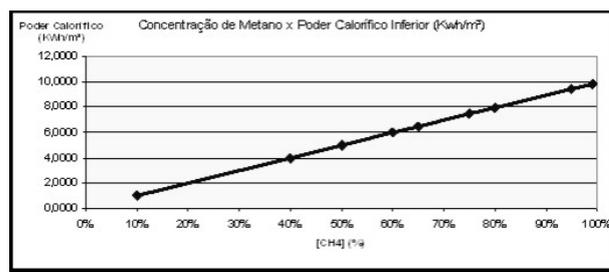


Figura 3 - Relação linear entre a Concentração de Metano e o Poder Calorífico do Biogás.

Fonte: Baseado em AVELLAR (2001) Apud COSTA (2006:45) e de COLDEBELLA et al (2006:4).

## Composição do Biogás de Aterro

Um aterro de resíduos sólidos pode ser considerado como um reator biológico cujas principais entradas são os resíduos e a água; e as principais saídas são os gases e o chorume. A decomposição da matéria orgânica ocorre por dois processos, o primeiro processo é de decomposição aeróbia e ocorre normalmente no período de deposição do resíduo. Após este período, a redução do  $\text{O}_2$  presente nos resíduos dá origem ao processo de decomposição anaeróbia.

Os gases presentes nos aterros de resíduos incluem o metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ), hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) e oxigênio ( $\text{O}_2$ ). O metano e o dióxido de carbono são os principais gases provenientes da decomposição anaeróbia dos compostos biodegradáveis dos resíduos orgânicos. A distribuição exata do percentual de gases variará conforme a antiguidade do aterro.

Os fatores que podem influenciar na produção de biogás são a composição dos resíduos dispostos, umidade, tamanho das partículas, temperatura, pH, idade dos resíduos, projeto do aterro e sua operação.

## Visita ao Aterro Sanitário e seus objetivos:

- Aprender sobre a estrutura e o funcionamento de um aterro sanitário: como o resíduo chega ao local, como ele é aterrado, como a estrutura do aterro é monitorada.
- Conhecer o aterro sanitário que atende a cidade Campos dos Goytacazes.
- Entender melhor os impactos que um aterro sanitário provoca e conhecer quais são as medidas tomadas para minimizá-los.
- Tomar conhecimento de geração de energia provida do lixo.

## Como funciona um aterro sanitário

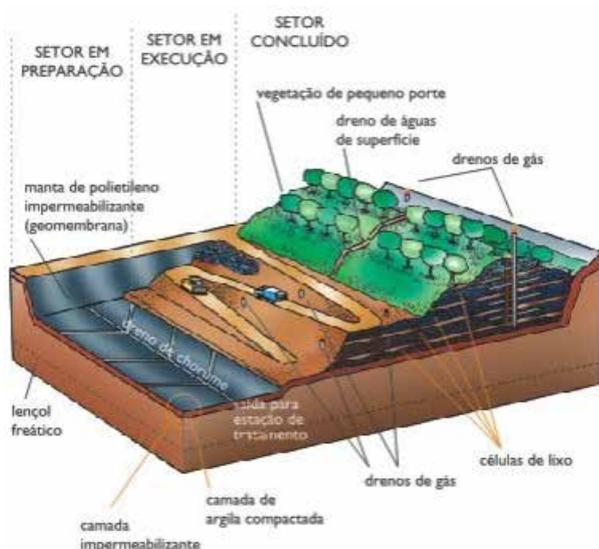


Figura 4 - Esquema operacional de um aterro sanitário  
Fonte: Reis, 2001

Um aterro sanitário é uma “instalação de eliminação utilizada para a deposição controlada de resíduos acima ou abaixo da superfície natural”, em que os resíduos são lançados ordenadamente e cobertos com terra ou material similar. Existe coleta e tratamento do chorume e controle sistemático das águas lixiviantes e dos gases produzidos; é realizado monitoramento dos impactos ambientais durante a operação e após o seu encerramento. A cobertura de resíduos domiciliares com terra se destina a evitar a ocorrência dos ciclos de insetos, não sendo necessária em resíduos industriais.

Um aterro sanitário é uma solução técnica que incorpora todas as recomendações das boas técnicas e práticas de geotécnica ambiental atualmente incorporadas nas engenharias sanitárias e ambiental.

Trata-se da escavação de uma vala, em que a cota da superfície de fundo esteja no mínimo 3 m acima do lençol freático, que deverá ser revestida com uma geomembrana (parecida com aquela lona preta plástica que muitas vezes é vista em barracos para uso humano) chamada polietileno de alta densidade (PEAD), que em geral tem espessuras de 1,5 mm ou 2 mm.

Para garantir a eficácia e eficiência do sistema de impermeabilização que evita que os líquidos do lixo, chamados de chorume, se infiltrem contaminando solos e água subterrânea, colocamos um colchão de areia e um dreno chamado “testemunho” abaixo da lona plástica impermeabilizadora. Este dreno é recolhido numa caixa de inspeção fora da vala, e o objetivo é que sempre esteja seco, pois se apresentar

chorume significa que a lona foi danificada e precisa ser consertada.

Acima da lona, são instalados filtros para expulsão de gases, como o metano que se forma da fermentação da matéria orgânica, e um sistema de coleta de chorume no fundo da vala, para envio deste líquido para um instalação de tratamento do efluente.

Em aterros de classe IIA, administrados pelas prefeituras para acondicionamento dos resíduos domésticos, raramente estes aterros tem cobertura. Mas em ARIPs (Aterro de Resíduos Industriais Perigosos, que são classe I), mantidos por empresas e instituições privadas para destinação final de seus resíduos perigosos, estes aterros são geralmente cobertos, para que o volume de chuvas não aumente a quantidade de efluentes a serem tratados.

Tanto nos aterros públicos, quanto nos privados, sempre é feita uma drenagem pluvial em superfície, com meia cana, por fora da escavação, para impedir que as águas superficiais aumentem o volume de chorume a ser produzido e tratado.

Toda água que percorre (passa) através dos resíduos, sejam quais forem os resíduos, se torna contaminantes e precisa de tratamento.

E em ambos os casos são instaladas redes de piezômetros (que nada mais são do que poços de coleta de amostras para controle), onde são coletadas e analisadas águas em intervalos trimestrais. Isto é feito para garantir que os aterros estejam sendo eficientes e não estejam poluindo ou degradando solos e águas subterrâneas.

## Vantagens e Desvantagens dos Aterros Sanitários

Vantagens:

- Baixo custo de aquisição;
- Não emite dióxido de enxofre;
- As cinzas são menos agressivas ao meio ambiente que as provenientes de combustíveis fósseis;
- Menor corrosão dos equipamentos (caldeiras, fornos);
- Menor risco ambiental;
- Recurso renovável;
- Emissões não contribuem para o efeito estufa.

Desvantagens:

- Menor poder calorífico;
- Maior possibilidade de geração de material particulado para a atmosfera. Isto significa maior custo de investimento para a caldeira e os equipamentos para remoção de material particulado;
- Dificuldades no estoque e armazenamento;
- Baixa densidade energética;
- Requerem áreas cada vez maiores.

## Conclusão

O trabalho teve como princípio a geração de biogás por meio de resíduos de aterro sanitário, visando à viabilidade de recuperação do gás produzido para geração de energia elétrica entre outros. No desenvolvimento do trabalho, muitos obstáculos impediram com que os resultados pudessem ser o mais preciso possível.

Percebemos que é muito importante para a saúde pública o descarte correto do lixo, notadamente o lixo orgânico, o lixo hospitalar e o lixo tóxico, pois isso contribui para que os resíduos sejam lançados ordenadamente no aterro sanitário e cobertos com terra ou material similar.

## Referências

APROVEITAMENTO energético do Biogás de Aterro Sanitário. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario>>. Acesso em: out. 2012.

ATERRO sanitário de Conselheiro Josino. Disponível em: <<http://lwerneck.blogspot.com.br/2011/02/aterro-sanitario-de-conselheiro-josino.html>>. Acesso em: nov. 2012.

COLETA de resíduos na cidade de Campos dos Goytacazes. Disponível em: <[http://www.bvsde.paho.org/www.uenf.br/uenf/centros/cct/qambiental/so\\_lixacampos.html](http://www.bvsde.paho.org/www.uenf.br/uenf/centros/cct/qambiental/so_lixacampos.html)>. Acesso em: ago. 2011.

ENSINAS, A. V. Estudo da geração de biogás no aterro sanitário Delta em Campinas/SP. 2003. (Dissertação de Mestrado) Universidade de Campinas, UNICAMP, Campinas, 2003.

LIXO: uma questão de saúde pública. Disponível em: <<http://plenitudenoviversaudavel.blogspot.com/2011/10/lixo-questao-de-saude-publica.html>>. Acesso em : nov. 2012.

LIXÃO de Campos dos Goytacazes. Disponível em: <[http://www.cidades.com.br/cidade/campos\\_dos\\_goytacazes](http://www.cidades.com.br/cidade/campos_dos_goytacazes)>. Acesso em: ago. 2011.

PECORA, V. Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP – Estudo de Caso. 2006. (Dissertação de Mestrado). Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PROGRAMA ESTADUAL DE INVESTIMENTO NA BACIA DO PARAÍBA DO SUL. Panorama do Saneamento na Bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ. 1999.

PEREIRA, Carolina Daemon Oliveira. Qualidade Ambiental. Disponível em: <<http://caroldaemon.blogspot.com.br/2010/06/como-funciona-um-aterro-sanitario.html>>. Acesso em: out. 2012.