

Análise da Viabilidade do Aproveitamento Energético do Lixo em Belo Horizonte

Laura Dardot Campello

st1\:{behavior:url(#ieooui) } /* Style Definitions */ table.MsoNormalTable {mso-style-name:"Tabela normal"; mso-tstyle-rowband-size:0; mso-tstyle-colband-size:0; mso-style-noshow:yes; mso-style-priority:99; mso-style-qformat:yes; mso-style-parent:""; mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt; mso-para-margin:0cm; mso-para-margin-bottom:.0001pt; mso-pagination:widow-orphan; font-size:11.0pt; font-family:"Calibri","sans-serif"; mso-ascii-font-family:Calibri; mso-ascii-theme-font:minor-latin; mso-fareast-font-family:"Times New Roman"; mso-fareast-theme-font:minor-fareast; mso-hansi-font-family:Calibri; mso-hansi-theme-font:minor-latin; mso-bidi-font-family:"Times New Roman"; mso-bidi-theme-font:minor-bidi;} **1. INTRODUÇÃO**

Os resíduos decorrentes da atividade humana é hoje uma das mais graves ameaças ao meio-ambiente. O próprio sistema econômico no qual estamos inseridos promove o crescimento contínuo de resíduos. Desta maneira, a disposição e o tratamento adequados destes resíduos tornam-se imprescindíveis à preservação dos recursos naturais e à própria saúde humana. Por outro lado, a constatação do aquecimento global impulsiona a busca por soluções de geração de energia limpa, que evitem a emissão de gases de efeito estufa. Desta forma, o aproveitamento energético de resíduos urbanos se mostra como uma alternativa extremamente eficaz na minimização destes dois problemas: promove um tratamento adequado do lixo, enquanto reduz as emissões de metano provenientes da decomposição da matéria orgânica e produz energia limpa. Além disso, a implantação de usinas termoeletricas movidas a lixo pode evitar a necessidade de geração de energia através de combustíveis fósseis. Atualmente, as duas principais tecnologias para geração de energia elétrica a partir de resíduos urbanos são: através da captação e queima do biogás produzido nos aterros sanitários e pela incineração direta do lixo. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade do aproveitamento energético dos resíduos urbanos em Belo Horizonte, através da utilização do biogás no aterro sanitário e da incineração do lixo.

2. REVISÃO DA LITERATURA A seguir serão descritos, de acordo com a bibliografia citada, os sistemas de geração de energia elétrica através da queima de biogás em aterros sanitários e pela incineração direta do lixo.

2.1. Sistema de Captação e Queima de Biogás em Aterros Sanitários O biogás é formado a partir da decomposição anaeróbica dos resíduos orgânicos dispostos em aterros sanitários, com a seguinte composição: 40-55% de metano, 35-50% de dióxido de carbono, 0-20% de nitrogênio. O poder calorífico do biogás é de aproximadamente 5.800 kcal/m³. No aterro sanitário, o lixo é depositado sobre o terreno e recoberto com camadas do solo do próprio local, isolando-o do meio ambiente. Formam-se então câmaras, nas quais é produzido o gás e liberado o chorume, que é captado através de tubulações e escoado para tanques de tratamento. Os gases liberados durante a decomposição dos resíduos são captados e podem ser utilizados como fonte de energia. Um sistema padrão de coleta do biogás de aterro é composto por poços de coleta e tubos condutores, sistema de compressão e sistema de purificação do biogás. A coleta de gás normalmente começa após uma porção do aterro ser fechada. Existem duas configurações de sistemas de coleta: poços verticais e trincheiras horizontais, sendo que os poços verticais são o tipo mais usado de coleta. As trincheiras podem ser apropriadas para aterros profundos e podem ser usadas nas áreas de aterro ativo. Independente do sistema de coleta usado, cada uma das pontas do tubo é conectada a uma tubulação lateral que transporta o gás para um coletor principal. O biogás é succionado do aterro por compressores, que comprimem o gás antes de entrar no sistema de recuperação energética. O tamanho, tipo e número de compressores necessários dependerão da taxa do fluxo de gás e do nível de compressão desejado, que pode ser determinado pelo equipamento de conversão energética. Além disto, a maioria dos aterros sanitários com sistema de recuperação energética possui *flare* para queima do excesso do biogás ou para uso durante os períodos de manutenção dos equipamentos (MUYLEAERT, 2000). Quando o biogás (quente) produzido pelo aterro passa

pela tubulação, acaba resfriando formando então um condensado. Caso não se remova esse condensado o sistema de coleta pode ser bloqueado interrompendo, então, o processo de recuperação de energia. O controle do condensado tem início no sistema de coleta onde são utilizados conectores e tubos inclinados para permitir a drenagem em tanques e após a coleta o condensado é removido. Os métodos para disposição do condensado são: descarga no sistema público de esgoto, sistema de tratamento local, e recirculação para o aterro sanitário. (MUYLAERT, 2000). As tecnologias convencionais para a transformação energética do biogás são os motores de combustão interna, turbinas a gás (ciclo aberto) e turbinas com utilização de vapor (ciclo combinado). Existem também tecnologias emergentes como as células de combustíveis que, ainda em fase de desenvolvimento e aperfeiçoamento, pode ser considerada uma tecnologia promissora.

2.2. Sistema de Incineração Direta do Lixo A incineração de resíduos é uma rota secular de destinação final do lixo, sendo a técnica mais comumente utilizada para o tratamento térmico de resíduos até os dias atuais. O processo de tratamento térmico com geração de energia a partir dos resíduos urbanos não necessita da implantação de um aterro sanitário. O lixo passa por uma triagem para separação dos materiais potencialmente recicláveis e aqueles que não podem ser submetidos a incineração. Somente são submetidos ao tratamento térmico a matéria orgânica e os resíduos combustíveis não recicláveis, ou seja, exatamente o material que seria destinado ao aterro. A incineração emprega alta temperatura de fornos para a queima de resíduos, que entram em combustão completa. Isso garante o tratamento sanitário e a destruição de componentes orgânicos e minimiza a presença de resíduos combustíveis nas cinzas resultantes. O atual processo de incineração consiste geralmente em dois estágios. Inicialmente, o resíduo é queimado na câmara primária, que é a receptora direta do lixo, em uma temperatura suficientemente alta para que algumas substâncias presentes se tornem gases. As cinzas são recolhidas em arrastadores submersos em corrente de água e lançadas no decantador. Os gases quentes são aspirados através de uma caldeira de recuperação, onde é produzido vapor. O vapor gerado pela caldeira acionará um turbo-gerador. Os gases exauridos da caldeira de recuperação são neutralizados por processo que ocorre em circuito fechado (filtro de mangas, lavadores de gases e tanque de decantação) não havendo a liberação de efluentes líquidos. O processo de lavagem ocorre em dois estágios: no 1º estágio, ocorre a captura dos materiais particulados ainda presentes nos gases, com a utilização de um filtro de mangas; no 2º estágio os gases são resfriados e lavados com uma solução alcalina. A solução de lavagem proveniente dos lavadores é recolhida em tanques de decantação onde ocorre a neutralização com as cinzas do próprio processo, hidróxido de sódio e a mineralização (decantação dos sais), retornando posteriormente ao processo de lavagem. Restará no decantador um precipitado salino (concentração de cálcio e potássio) e material inerte, correspondendo a algo em torno de 8%, em peso, dos resíduos não tratados. Este material já está sendo testado, em substituição à areia, na fabricação de tijolos e pisos. Os gases limpos, após passagem por eliminador de gotículas (demister), são liberados para a atmosfera pela chaminé.

3. METODOLOGIA Este trabalho tem como objetivo analisar a aplicabilidade das duas alternativas de aproveitamento energético de resíduos urbanos em Belo Horizonte: captação e queima de biogás em aterros sanitários e incineração direta do lixo. Primeiramente, serão apresentados dados quantitativos e qualitativos do lixo da capital e, em seguida, será feita uma análise da aplicação de cada tecnologia citada, apresentado suas vantagens e desvantagens, custos e impactos ambientais. De acordo com os resultados obtidos, será possível concluir qual das tecnologias é mais viável como solução para o tratamento dos resíduos urbanos em Belo Horizonte.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Características do lixo de Belo Horizonte Todo o lixo coletado no município de Belo Horizonte é atualmente levado a Central de Tratamento de Resíduos Macaúbas, em Sabará, na Grande BH, de propriedade da Vital Engenharia. Porém, durante mais de 30 anos funcionou o aterro sanitário da BR-040, que é considerado um dos maiores cemitérios de lixo do Brasil, com mais de 20 milhões de toneladas de detritos acumuladas. Segundo dados fornecidos pela SLU, para o ano de 1994, a produção média de lixo/dia era de 3.204,41t. Atualmente a produção média está em torno de 4.000t/dia.

PROCEDÊNCIA DO LIXO

PRODUÇÃO MÉDIA(t)

Lixo domiciliar / comercial

922,82

Lixo domiciliar recolhido por caçambas

72,06

Lixo comercial usinado

4,97

Lixo público

952,49

Lixo de unidades de saúde

21,64

Entulho de construção civil

1.200,00

Resíduos de particulares

30,43

TOTAL

3.204,41

Fonte: SOUSA, 2002

A composição física dos resíduos urbanos gerados no município evidencia que: 64,4% do lixo são compostos de resíduos orgânicos (matéria putrescível), 25% de materiais potencialmente recicláveis (papel, plástico, vidro, metais) e 10,6% de materiais descartáveis (trapos, couro, madeira, etc). (SOUSA, 2002) **4.2. Cálculo do potencial energético** Com esses dados podemos estimar o potencial energético do lixo de Belo Horizonte, segundo as duas tecnologias abordadas, excluindo do cálculo os 25% de materiais potencialmente recicláveis e considerando uma produção total de 4000 t/dia: **4.2.1. – Biogás**

ITEM

QUANTIDADE

UNIDADE

REFERÊNCIA

(a) Resíduos Sólidos Urbanos

1,095

GKg/ano

SLU, 2010

(t CH₄ / t RSU)

(b) Fator de Produção de Metano

6,5

%

HENRIQUES, 2004

(c) Densidade

1,4

m³/Kg

HENRIQUES, 2004

(d) Fator de Conversão

10,76

k Wh / m³

HENRIQUES, 2004

(e) Fator de Capacidade da Planta

80

%

HENRIQUES, 2004

(f) Eficiência da planta de ciclo aberto

35

%

HENRIQUES, 2004

(f) Eficiência da planta de ciclo combinado

45

%

HENRIQUES, 2004

CICLO ABERTO
(a)x(b)x(c)x(d)x(e)x(f)

Energia Potencial Calculada

300,21

MWh/ano

**CICLO COMBINADO
(a)x(b)x(c)x(d)x(e)x(g)**

Energia Potencial Calculada

385,98

MWh/ano

4.2.2. – Incineração

ITEM

QUANTIDADE

UNIDADE

REFERÊNCIA

(a) Resíduos Sólidos Urbanos

1,095

GKg/ano

SLU, 2010

(b) Eficiência da planta

50

%

HENRIQUES, 2004

(a)x(b) **Energia Potencial Calculada**

547,5

MWh/ano

4.2. Análise Econômica Podemos comparar os custos das duas tecnologias:

CARACTERÍSTICAS

BIOGÁS

INCINERAÇÃO

Potencial de uso do lixo em toneladas/dia

300

500

Potencial de geração de energia elétrica (MW)

3

16

Investimento (US\$/kW)

1.000

1.563

Vida Útil (anos)

15

30

Prazo de Instalação (meses)

12

18

Custo de combustível (US\$/MWh)

0

-8,18

Custo de Operação e Manutenção (US\$/MWh)

7,13

7,67

Fonte: TOLMASQUIM, 2003

O custo do combustível será nulo na recuperação do biogás, pois o custo da disposição final já terá sido pago, mas será negativo para incineração, pois evitará a disposição final dos resíduos urbanos. As análises de custo incluem estimativas de possíveis créditos de carbono decorrentes das emissões evitadas de CO₂.

4.2. Análise das Vantagens e Desvantagens A grande vantagem do aproveitamento energético do biogás em aterros sanitários é a eliminação da emissão de metano oriundo da decomposição da matéria orgânica, que tem alto poder de aquecimento global. As desvantagens desta tecnologia são: uso de grandes áreas para construção do aterro sanitário; o processo de conversão do lixo em energia é pouco eficiente; há risco de explosão e vazamento de chorume. As vantagens do método de incineração direta do lixo são: redução do volume requerido para disposição do lixo; eficiência na transformação do lixo em energia; evita a construção de aterros sanitários e possíveis emissões de metano e formação de chorume; a geração de energia elétrica é feita sem ruídos e sem odores. Como desvantagens, podemos citar: inviabilidade do processo com resíduos de menor poder calorífico e aqueles clorados; alto custo e dificuldade de aceitação da população.

5. CONCLUSÕES De acordo com os resultados obtidos podemos concluir que, apesar do custo mais elevado, o processo de incineração do lixo com aproveitamento energético apresenta mais vantagens em relação à alternativa de captação do biogás, como maior eficiência na conversão de energia e menores impactos ambientais, principalmente por eliminar a necessidade de construção de aterros sanitários. No entanto, como Belo Horizonte já possui um aterro sanitário, o aproveitamento energético do biogás deve ser visto como uma forma de amenizar seus efeitos negativos, evitando a emissão de metano na atmosfera e proporcionando melhorias ambientais e sociais. E já que o aterro não recebe mais os resíduos da cidade desde o ano passado, a alternativa de incineração se mostra como uma solução eficiente para o tratamento dos resíduos urbanos que estão sendo gerados atualmente, evitando a construção de um novo aterro na cidade e proporcionando ganhos econômicos com a venda de energia elétrica. Portanto, a prefeitura de Belo Horizonte poderia conjugar as duas tecnologias de aproveitamento energético do lixo, proporcionando uma destinação adequada e eficiente aos resíduos urbanos, e ainda garantindo mais flexibilidade na matriz energética municipal.

6. BIBLIOGRAFIA TOLMASQUIM, M. T. **Fontes Renováveis de Energia no Brasil**. Rio de Janeiro, Interciência, 2003. MUYLAERT, M. S.; AMBRAM, R; CAMPO, C. P.; MONTEZ, E. M.; OLIVEIRA, L. B.; PEREIRA, A. S.; REIS, M. M. **Consumo de Energia e Aquecimento do Planeta – Análise do Mecanismo de desenvolvimento Limpo – MDL – do Protocolo de Quioto – Estudos de Casos**. Rio de Janeiro, Editora da COPPE, 2000. SOUSA, H. A.; ROESER, H. M. P.; MATOS, A. T. **Métodos e Técnicas Aplicados na Avaliação Ambiental do Aterro da BR-040 da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – MG**. Revista Escola Minas, vol.55, nº 4, Ouro Preto Oct./Dic. 2002. HENRIQUES, R. M. **Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Abordagem Tecnológica**. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 2004. REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA, Vol. 14, Nº 2, 2º semestre 2008. JORNAL ESTADO DE MINAS. **Uma solução movida a problema**. Belo Horizonte, 17 de maio de 2010. Usina Verde. Disponível em www.usinaverde.com.br. Acessado em 23/05/10.



PÓS-GRADUAÇÃO
Gestão de Projetos

[CLIQUE AQUI PARA MAIS INFORMAÇÕES](#)