

A TRANSFORMAÇÃO DO LIXO EM INSUMO ENERGÉTICO ATRAVÉS DOS FORNOS DE CARBONIZAÇÃO

Thiago De Oliveira Brito¹ | Julio Aparecido Santana Santos¹

Engenharia Ambiental



ISSN IMPRESSO: 1980 - 1777
ISSN ELETRÔNICO: 2316 - 3135

RESUMO

Com o atual modelo de desenvolvimento adotado pela humanidade a geração de resíduos tornou-se inesgotável e a sua gestão uma necessidade constante. Acreditava-se que o melhor modo para solucionar esta problemática consistia basicamente em acondicioná-lo distante dos aglomerados urbanos. Porém, a degradação ambiental decorrente devido à existência dos "lixões" passou a acarretar em sérios problemas de ordem ambiental, econômico, quanto social. A alternativa encontrada para solução desse problema pode ser a transformação do lixo para geração de energia.

PALAVRAS-CHAVE

Energia. Resíduo. Carbonização.

With the current development model adopted by mankind, waste generation has become endless and its management is constantly needed. It was believed that the best way to solve this problem was basically repackaging it away from urban areas. However, the environmental degradation caused by the existence of "dumps" has led to serious environmental, economic and social problems. The alternative solution found to this problem may be the transformation of waste into energy.

KEYWORDS

Energy. Waste. Carbonization.

1 INTRODUÇÃO

A partir do momento no qual o homem abandona o nomadismo, forma os primeiros grupos habitacionais e acomoda-se em pequenos vilarejos, passamos pelos milhares de anos de civilização humana até os nossos dias.

Nas palavras de Bill Clinton o "lixo é infinito" e a sua gestão é uma necessidade imprescindível para o nosso desenvolvimento.

O problema que envolve a destinação final do lixo é consequência de um estilo de vida baseado na aparente necessidade desenfreada pelo consumo contínuo. Juntamente com o aumento e a intensidade da Industrialização, resultante da atividade diária antropocênica.

Evidentemente existem diversas formas de definição para lixo encontrada na literatura. Portanto, a nosso ver, resíduo sólido é tudo aquilo que é rejeitado, oriundo da atividade antrópica apresentando a princípio nenhuma utilidade, porém podendo e devendo ser reaproveitado e reutilizado.

O que geramos de resíduo nas suas diferentes concepções, juntamente com o seu acondicionamento, é nossa responsabilidade. Porém, as administrações governamentais devem exercer funções de regulamentação deste processo.

Existem alguns métodos para "acabar" com o problema do lixo e transformá-lo em solução. Neste trabalho estarei apresentando um método conhecido como waste-to-energy, que é a utilização de resíduos sólidos urbanos para produção de energia.

Essa técnica consiste em utilizar o forno para carbonizar o resíduo sólido urbano orgânico e transformá-lo em carvão para a geração de energia. Após esta transformação, esse resíduo é enviado para uma usina termo-elétrica para abastecer um forno e mover uma turbina para a produção de energia.

No Brasil existem poucas usinas desse tipo, pois a construção desse tipo de usinas ainda tem um custo bastante elevado, no entanto é uma atividade que tende a crescer, pois ela provavelmente é mais rentável do que um aterro sanitário, por exemplo, devido à produção de energia de uma pequena usina para abastecer cerca de 20.000 habitantes.

A constituição e a composição dos resíduos estão intimamente ligadas a n variáveis. Sendo influenciada diretamente e apresentando variáveis significativas conforme Lima (1995) em função do número de habitantes, a área relativa de produção, as variações sazonais, as condições climáticas, os hábitos e os costumes da população, o nível educacional, o poder aquisitivo, além da aplicação da legislação em vigor, dentre outros.

Fica evidente através da análise da Abrelpe (2009) que a matéria orgânica contida nos "restos de comida", juntamente com os carboidratos, proteínas, gorduras e restos de vegetais, é o componente que apresenta a maior quantidade percentual no que se refere à composição média do lixo doméstico. E ainda evidencia o desperdício de gêneros alimentícios como um todo em nosso país.

3 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Após o descarte do lixo, faz-se necessário que uma rota seja criada na qual seja possível o seu acondicionamento de maneira condizente com a sua composição, para que problemas provenientes ao modo pelo qual ele for destinado não venham a ocorrer.

Segundo Caixeta (2005), a destinação final dos resíduos sólidos urbanos tornou-se um grande problema para as administrações municipais. A cada dia aumenta a geração de resíduos e, com a expansão urbana, diminuem as áreas disponíveis e adequadas para implantar aterros sanitários, aumentando, assim, os custos de transportes e a degradação ambiental.

Os principais elementos da poluição provenientes do lixo são o mau cheiro, a presença de animais que funcionam como vetores de doenças, como urubus e ratos entre outros, e os riscos de explosões através do material em decomposição. Além disso, de uma forma geral, é elevado o potencial de poluição do solo e do lençol freático.

Não por acaso, as manifestações contrárias à instalação de depósitos de lixo nas proximidades de áreas urbanas passaram a ser conhecidas, internacionalmente, pela sigla NIMBY, referente à expressão inglesa "*not in my back yard*", que reflete o paradoxal interesse de todos em ter o problema resolvido, desde que longe "*do meu quintal*".

De acordo com Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos/SEDU mais de 80% dos municípios depositam seus resíduos em locais a céu aberto, em cursos d'água ou em áreas, ambientalmente, protegidas, a maioria com a presença de catadores – entre eles crianças –, denunciando os problemas sociais que a má gestão do lixo acarreta.

Dentre as formas pelas quais o lixo pode ser acondicionado e disposto, o IPT/CEMPRE (2000) e o WTERT-Brasil relatam:

- Aterro Controlado: confinamento dos resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte;
- Aterro Sanitário: disposição dos resíduos sólidos mediante confinamento em camadas cobertas com material inerte segundo norma específica;

- Compostagem: decomposição aeróbica ou anaeróbica da matéria orgânica, para produção de adubo natural, a partir da segregação da matéria orgânica;
- Lixão: descarga de resíduos a céu aberto;
- Reciclagem: a melhor coisa a fazer após a redução da geração de lixo, aproveitando os materiais não contaminados, como insumo na fabricação de novos;
- Recuperação energética (REN): aproveitamento energético dos resíduos, na forma de eletricidade ou calor.

Cada uma destas metodologias apresentadas possui suas particularidades, uma vez que o coerente seria a não geração de resíduo em todas as suas concepções e a reciclagem de modo eficiente.

Porém, desde os primórdios da humanidade até os nossos dias, vem sendo utilizada com o intuito principal de diminuir o volume do lixo gerado, evitando assim que ocorressem problemas e enfermidades transmitidas por macrovetores à queima do lixo. Maneira esta que explanaremos nos capítulos a seguir com o intuito de resolver a problemática existente devido à geração do lixo urbano possibilitando a transformação deste em insumo energético.

4 ENERGIA E MEIO AMBIENTE

Nesse capítulo iremos abordar inicialmente o conceito de energia e como a sua transformação acarreta no desenvolvimento para a sociedade. Partiremos desse princípio para tentar explicar o que ocorre na atual sociedade que atingida por um pensamento baseado no capital e no consumismo desenfreado degrada o ambiente esquecendo o amanhã.

Três vetores estão inteiramente ligados, a energia, o meio ambiente e a economia. *A priori* quanto maior a necessidade e a produção de energia, maior é o aumento significativo da economia e quase sempre ocorrem perdas ao meio ambiente.

A Física Clássica define tradicionalmente a energia como sendo a grandeza que expressa à capacidade que os corpos e sistemas possuem para realizarem trabalho. A energia está em toda parte, até mesmo quando uma maçã cai, a energia potencial gravitacional transforma-se em energia cinética.

Segundo a Primeira Lei da Termodinâmica, conhecida também como Lei da Conservação da Energia, a energia não pode ser criada, nem destruída, apenas transformada.

Segundo Goldemberg e Villanueva (2003), o desenvolvimento só é possível através do uso de energia, sem ela as indústrias não teriam nenhuma produtividade e o desenvolvimento tecnológico não seria possível.

Segundo o MME (2008), o uso de recursos naturais como fonte de energia destinada ao ser humano sempre resultou em impactos ao meio ambiente. Ao mesmo tempo, no cenário atual da nossa civilização, é indispensável manter o fornecimento de energia ao Homem. Sendo fundamental aliar o uso de recursos naturais como fonte de energia ao desenvolvimento sustentável da sociedade.

Para continuarmos o desenvolvimento deste trabalho, faz-se necessário definir e classificar as fontes energéticas.

Segundo Goldemberg e outros (2008), a energia primária é submetida a transformação gerando a energia secundária, que será efetivamente consumida e irá satisfazer as necessidades do homem.

Como bem sabemos todo o processo energético possui perdas e, conseqüentemente, gera impactos ao ambiente, sendo necessários critérios objetivos para caracterizar o que seja uma fonte renovável e o que não seja.

As fontes não renováveis são aquelas que a natureza não tem condições de repor em um horizonte de tempo compatível com o seu consumo pelos seres humanos. A saber, o urânio, o carvão mineral, o gás natural, o petróleo e outros combustíveis de origem fóssil como a turfa.

Insumos energéticos como estes são utilizados por indústrias no mundo todo. Eles apresentam elevadas taxas de crescimento da demanda, aliado à instabilidade política nas regiões produtoras principalmente de petróleo e de gás natural.

Há dois séculos o petróleo praticamente substituiu o carvão e, agora, deverá ser substituído, o que obrigará uma readaptação de todas as cadeias produtivas influenciada por este combustível.

Assim muitos governos, centros de pesquisas e entidades privadas se articulam rapidamente para identificar qual novo combustível que assumira esta posição estratégica na matriz energética mundial. (SOLA, 2004).

Este novo combustível deverá ser compatível com as novas imposições sociais de proteção ambiental, influenciando nos custos de produção, praticidade de geração e manuseio e, muito importante, ser renovável (MARCIEL, 2006).

Uma fonte de energia primária pode ser considerada renovável quando as condições naturais permitem sua reposição em um curto horizonte de tempo.

Algumas destas alternativas destacamos a seguir:

- Energia Eólica: provém da ação dos ventos, gerada por diferença de pressão;
- Energia Geotérmica: também chamada de termal, originada no interior da Terra;
- Energia Maremotriz: variações das marés devido à energia gravitacional do sistema Lua-Terra-Sol e das correntes marinhas;
- Energia potencial Hidráulica: obtida através das quedas d'água ou pela força dos rios;
- Energia Solar: energia da radiação emitida pelo sol;

- Bioenergia: energia obtida através de material orgânico.

A união destas fontes energéticas possibilita para o nosso país um desafio e uma oportunidade quanto ao acesso a recursos energéticos de baixo custo e de baixo impacto ambiental. Uma vez que o desenvolvimento econômico e social está sendo proposto nos últimos anos demanda uma expressiva sustentabilidade energética.

Segundo a CNI (2007), a participação de energias renováveis na matriz energética Brasileira é de 45%, tendendo ao crescimento através das hidroeletricidades e se for consolidada a indústria de bioenergia no país.

Veremos a seguir um modelo de bioenergia que pode ser utilizado, na chamada "Waste-to-Energy".

6 OBJETIVO

O objetivo desse projeto consiste em demonstrar a todos que o lixo é uma fonte de energia valiosa e que deve ser olhada com bons olhos por todos para que se possa acabar com esse tipo de problema, pois muitas regiões, a exemplo o estado de Sergipe, não têm tantas áreas para disposição final de lixo e muitas vezes a disposição acaba ocorrendo de forma inadequada, a exemplo dos lixões.

7 METODOLOGIA APLICADA

A técnica utilizada para realizar a proposta de transformar o resíduo sólido, ou seja o lixo, em energia é conhecida no mundo todo como Waste-to-Energy. Esse projeto consiste na utilização do lixo urbano local para produção de carvão utilizando a técnica da carbonização junto com a briquetagem.

A técnica consiste em coleta todos os resíduos sólidos da cidade, através da coleta porta a porta como acontece na maioria das cidades, e colocá-los dentro de um forno para carbonizar os resíduos. Após este procedimento, todo o lixo passa por uma esteira onde é levado para o Forno. O tipo de forno utilizado é o forno de Clinquer, uma espécie de forno rotativo muito utilizado na indústria de cimento. Esta, ao invés de incinerar o lixo, apenas carboniza-o, transformando em carvão. Toda a matéria reciclável como latinhas, vidros entre outros ainda podem ser reciclados após sair do forno. Após passar por esse processo de carbonização todo material carbonizado é retirado para passar por outro processo chamado de briquetagem. A briquetagem consiste em comprimir o carvão tirando sua umidade para que ele fique mais rígido e mais fácil para queimar.

Nesse processo apenas a matéria orgânica é transformada em carvão. Após feito isso o carvão vegetal poderia ser encaminhado para uma termoelétrica ou adicionado ao forno de carbonização para ajudar na queima.

8 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Enquanto uma atividade não for rentável terá grande dificuldade em ser sustentável. Com o lixo não é diferente. No Brasil, em especial nas capitais, a população aceita pagar uma tarifa maior para a coleta domiciliar dos RSU. No entanto, em relação à disposição final, com raras exceções, as tarifas pagas pela população não permitem o tratamento adequado.

Na Europa e Japão as Prefeituras pagam às empresas que recebem os RSU cerca de R\$ 250,00 ou mais por tonelada de lixo, dando destinação final adequada. No Brasil, devido à baixa renda da população, não é possível pagar valores desta magnitude, sendo comuns taxas de R\$ 6,00 a tonelada, o que só viabiliza lixões ou aterros remediados.

A alternativa que tem se mostrado mais acertada no mundo, permitindo a disposição final adequada com pequeno impacto ambiental, é o tratamento térmico do lixo. Temperaturas elevadas associadas a um sofisticado sistema de limpeza dos gases da combustão satisfazem as normas ambientais mais exigentes, existindo atualmente cerca de 650 destas usinas em operação nos países desenvolvidos. Como alternativa seria o aterro sanitário, que comprovadamente polui mais, a energia gerada nas usinas térmicas tem impacto ambiental positivo. Todas as outras formas de geração de energia elétrica têm impacto global negativo no meio ambiente.

O processo, denominado a transformação do resíduo em energia, provém do termo em inglês "Waste-to-energy". Onde ocorre a transformação de resíduo sólido em energia, seja para produzir o vapor que irá gerar energia elétrica ou será usado diretamente em processos industriais.

Ao lado dos evidentes benefícios ambientais, sanitários e sociais que proporciona o aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos. Uma vez que, a formação de aglomerações urbanas, o aumento populacional, as mudanças nos hábitos de consumo, o desenvolvimento industrial e uma série de outros fatores, fizeram com que fossem potencializados os problemas ambientais, sanitários e sociais causados pela geração dos resíduos sólidos urbanos.

A adoção deste tipo de usina para a realização deste processo provavelmente acabaria com lixões e aterros sanitários existentes no Brasil. Além de acabar com o grande problema dos resíduos sólidos urbanos e transformando-o em solução energética.

A forma de transformar o lixo em energia vem principalmente de um forno de carbonização. A carbonização é um processo conhecido há pelo menos 10.000 anos, porém este processo evoluiu muito pouco durante todo este tempo. A carbonização pode ser definida como o processo cujo objetivo é aumentar o teor de carbono fixo na madeira por meio de tratamento térmico. Para que isso aconteça, é necessária a ocorrência de vários processos, tanto físicos como químicos.

Durante o processo de carbonização, o carvão é apenas uma fração dos produtos que podem ser obtidos. Caso sejam utilizados sistemas apropriados para a coleta, na denominada destilação seca também podem ser aproveitados determinados líquidos e gases não-condensáveis.

Para esse processo usaremos uma espécie de forno rotativo, denominado forno de Clinquer bastante utilizado na indústria de cimento. O forno funcionará basicamente através de um sistema de aquecimento inferior utilizado para o aquecimento do material inserido até o ponto em que uma ou mais reações químicas possam ocorrer. Em uma câmara cilíndrica em rotação sobre o próprio eixo, ligeiramente inclinada atuará como um reator químico, no qual o processo de segregação da mistura que será inserida ocorrerá.

Os resíduos são introduzidos no forno e são submetidos à oxidação térmica em rotação dentro do forno. As isolações e o sistema mecânico permitirão temperaturas de funcionamento comparáveis ao forno estático, sendo resistente a corrosão e a temperatura constante de cerca de 800°C.

Após esse processo todo material é levado a uma esteira onde ocorre a separação do material e o material carbonizado vai para a máquina, no qual será feito o briquete.

Utilizaremos então outra técnica conhecida como briquetagem, a qual vamos compactar o material carbonizado e transformar em carvão. Briquetagem é um processo no qual, pequenas partículas de material sólido são prensadas para formar blocos de forma definida e de maior tamanho. Por meio deste processo, subprodutos de beneficiamento agroflorestal convertem-se em um material de maior valor comercial (ANTUNES, 1982).

Podem ser reaproveitados na fabricação de briquetes os resíduos de origem vegetal, juntamente com papéis, alguns polímeros que por serem derivados de petróleo possibilitam a obtenção de briquetes com maior poder calórico.

Durante as etapas da usina serão gerados efluentes atmosféricos decorrentes da decomposição natural dos resíduos orgânicos gerando, na maioria das vezes, odores. Ou como descrito anteriormente oriundos da combustão do carvão produzido ou da lenha, denominado de vapor seco e o vapor úmido gerado pela carbonização dos resíduos sólidos urbanos.

Deverão ser instalados destiladores na base da saída destes vapores, com o objetivo de tratar tais efluentes atmosférico realizando um processo de liquefação. Os vapores e gases serão purificados resultando em subprodutos para uma posterior comercialização, devido ao seu valor de mercado ou serão utilizados no próprio empreendimento.

9 CONCLUSÃO

A proposta feita é tentar implementar isso em bairro de Aracaju. Iria funcionar da seguinte maneira: cada bairro teria sua própria coleta no mesmo sistema atual; levaria até a fábrica de processamento onde estaria localizado o forno. Para ajudar ainda mais, a população poderia criar um sistema de coleta seletiva onde o lixo seria separado nas próprias casas.

Precisaríamos de uma área grande onde construiríamos uma usina para armazenar e transformar o lixo em carvão. Na cidade de Aracaju também poderia ser implantado uma termoelétrica, onde todo o carvão formado poderia ser enviado para alimentar a termoelétrica.

São usinas que utilizam como fonte de combustível o calor gerado por algum tipo de combustível. Normalmente utilizam combustíveis que emitem grandes quantidades de poluentes para a atmosfera, podendo utilizar carvão mineral, óleo combustível, gás natural e até mesmo energia nuclear.

Uma vez que a geração de 1 MW a partir da queima do carvão, será possível devido ao aumento brusco da temperatura em um cilindro contendo água. A pressão e a vazão de vapor produzidos terão a capacidade de mover uma turbina a 1.800 rpm, com força de torção de 1.300 cv, onde acionarão grupos turbo geradores utilizando uma pressão de 250 bar.

Após o vapor concluir o giro da turbina, o mesmo é conduzido para um condensador, onde será transformado para a forma líquida novamente, voltando assim para o cilindro acima citado, uma vez que este processo será realizado totalmente em circuito fechado.

O investimento por parte do governo seria um pouco levado, porém julgando que mais cedo ou mais tarde precisaria da construção de um aterro sanitário cujo custo também é bastante elevado e sairia melhor além de ser mais moderno.

REFERÊNCIAS

PELÁEZ-SAMANIEGO, M. R.; *et al.* Improvements of brazilian carbonization industry as part of the creation of a global biomass economy. **Science Direct**, Oct. 2006.

SANTOS *et al.* **Incineradores de resíduos sólidos, processos de coincineração e implicações para a saúde humana**: princípio da precaução. Revista de direito ambiental v. 16, n. 62, abr./jun. 2011.

ANTUNES, R.C., **Briquetagem de carvão vegetal**. Belo Horizonte; CETEC, 1982. v.1.

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - USINAS "WASTE-TO-ENERGY" (WTE), Sergio Guerreiro Ribeiro WTERT – Brasil.

LIXO URBANO, um velho problema atual, XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de Novembro de 2006.

MATRIZ ENERGÉTICA: **Cenários, Oportunidades e Desafios**. Brasília: 2007.

LÚCIO, Á.V.; *et al.* **FORNO DE CARBONIZAÇÃO CONTÍNUA EM MÓDULOS HORIZONTAIS. MELHORIA CONTÍNUA DA CARBONIZAÇÃO DA MADEIRA**. Minas Gerais: 2000.

GOLDEMBERG, José; VILLANUEVA, Luz Dondero. **ENERGIA, MEIO AMBIENTE & DESENVOLVIMENTO**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2003.

Data do recebimento: 16/07/2012

Data da avaliação: 16/07/2012

Data de aceite: 21/07/2012

1 Graduandos de Engenharia Ambiental - Universidade Tiradentes. Email: thiagoobrito1@hotmail.com