

### **III-113 - GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA A SEGREGAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA NA ORIGEM COM FINS DE MAXIMIZAR A PRODUÇÃO DE BIOGÁS**

**Renato Augusto da Silva Alexandre<sup>(1)</sup>**

Bacharel em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

**Geraldo Tadeu Rezende Silveira<sup>(2)</sup>**

Professor Adjunto da PUC Minas nos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Energia e de Ciências Biológicas. Engenheiro Civil, mestre em engenharia ambiental pela EPFL (Suíça), mestre em saneamento pela Unicamp, Doutor em recursos hídricos pela UFMG e Pós Doutor em resíduos sólidos pela North Carolina State University. Consultor em avaliação educacional do INEP/MEC

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Artur Rodrigues de Paula, 283 – Santa Quitéria – Esmeraldas – MG – CEP:35740-000 – Brasil- Tel: (31) 99533-2310 - e-mail: renato.alexandre11@hotmail.com

#### **RESUMO**

A disposição de resíduos urbanos representa um dos maiores problemas da humanidade e os processos de estabilização da matéria por processos controlados aparecem como opções ambientalmente adequadas de tratamento. Dentre esses processos, existe a possibilidade de geração de biogás por processos naturais, sua coleta e transformação em outras fontes energéticas. O biogás, um gás incolor e inflamável, é considerado uma fonte de energia renovável originada através da decomposição anaeróbia de compostos orgânicos. Os resíduos provenientes das atividades urbanas como os serviços públicos de podas de árvores e das atividades comerciais como sacolões, supermercados e feiras livres podem conter quantidade considerável de material biodegradável. O biogás pode, então, ser obtido a partir da decomposição destes resíduos e a geração de energia a partir desta fonte pode se tornar mais eficiente se houver a segregação da parcela orgânica destes resíduos na origem, evitando-se, desta forma, sua contaminação por outros componentes presentes. Assim, essa pesquisa se propõe, através de levantamento de referencial teórico e de estudos de casos, a apresentar um modelo de gerenciamento destes resíduos urbanos para a segregação da matéria orgânica na origem pelo gerador e sua posterior coleta seletiva para encaminhamento para processos otimizados de decomposição da matéria não contaminada com vistas ao aproveitamento como fonte energética, contribuindo também com a diminuição do gargalo energético no país. O modelo proposto está adequado à legislação e à minimização dos impactos meio ambiente. Para tanto, considera a participação de todos os envolvidos no gerenciamento deste resíduo com o objetivo de maximizar a produção de biogás, propondo uma entidade sem fins lucrativos denominada Pro-Biogás, responsável pelo gerenciamento do sistema. Reforça-se, entretanto, que é necessária a viabilização desta fonte como suprimento da matriz energética no país.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos, Biogás, Coleta Seletiva.

#### **INTRODUÇÃO**

Uma preocupação atual das nações é a necessidade de produção de energia a partir de fontes alternativas para a promoção do desenvolvimento sustentável. De acordo com Oliveira (2009), a geração de energia é uma das atividades mais poluentes, pois origina diversos impactos ao meio ambiente quando se considera as diferentes possibilidades de geração. A exemplo têm-se a produção energética por usinas termoeletricas que originam resíduos como óxidos de enxofre e nitrogênio, metano e monóxido de carbono, e por usinas hidroelétricas, com grandes impactos em sua fase implantação. Assim, é necessário investir em fontes alternativas para geração de energia, como o biogás.

Há de se considerar que a disposição de resíduos é um dos maiores problemas da humanidade e, conforme Baratta Junior (2007), as possibilidades para disposição como os aterros sanitários e a incineração não são consideradas as mais ideais do ponto de vista ambiental e sustentável para resíduos orgânicos e o tratamento de maior adequabilidade para este material é a estabilização por processos biológicos controlados, como a

compostagem. Assim, é possível considerar destinações para o material orgânico proveniente de serviços como podas públicas, sacolões e supermercados que não envolvam sua disposição em aterros sanitários e que possibilitem seu aproveitamento para fins de geração de biogás por outros processos.

Segundo Comastri Filho (1981) o biogás, um gás incolor e inflamável originado pela decomposição anaeróbia de compostos orgânicos, é uma fonte de energia renovável formada por metano ( $\text{CH}_4$ ), que representa de 60 a 70% da mistura e gás carbônico, com 30 a 40% restantes.

O biogás é obtido por fermentação anaeróbia que é influenciada por parâmetros como pH, temperatura, umidade, acidez e qualidade do material orgânico. Este pode ser de origem natural, quando é produzido pela ação de micro-organismos sobre material orgânico, ou artificial, quando é utilizado um reator químico-biológico. (ROYA et al, 2011).

O biogás pode ser originado da decomposição de dejetos sólidos oriundos de serviços públicos e de agentes comerciais devido à composição destes materiais. Conforme Baratta Junior (2007), resíduos de poda geram um volume considerável de material vegetal que pode ser aproveitado como carvão, madeira para móveis e para compostagem. De modo semelhante, é possível afirmar que os resíduos de sacolões, supermercados e feiras apresentam potencial para aproveitamento devido à quantidade de matéria orgânica existente.

Assim este estudo tem o objetivo de propor um modelo de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos para a segregação da matéria orgânica na origem pelo gerador e sua posterior coleta seletiva para encaminhamento à produção de biogás. O primeiro foco da pesquisa é o direcionamento dos resíduos orgânicos gerados em supermercados, sacolões, feiras livres, Ceasas e nas podas públicas para processos otimizados de decomposição da matéria orgânica não contaminada. A ideia é observar se a geração de energia desta parcela orgânica segregada na origem pode ser mais eficiente do que o biogás gerado nos aterros sanitários que recebem os resíduos comuns com a componente orgânica misturada aos demais componentes dos resíduos domiciliares. A coleta específica destes resíduos segregados dos demais resíduos domésticos pode contribuir com a geração de biogás de forma significativa, diminuindo o gargalo energético.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo trata-se de uma pesquisa exploratória e se desenvolve por meio de levantamento de referencial teórico e através estudos de casos. Segundo Gil (2010), este tipo de estudo tem o objetivo de proporcionar conhecimento amplo em um assunto, de modo a permitir a formulação de hipóteses. Assim, a princípio, a metodologia inclui uma revisão bibliográfica do tema com a análise de dados disponíveis em artigos de periódicos, livros, anais de eventos e outros materiais encontrados em meios acadêmicos sobre o assunto. A seguir propõe-se um plano de gerenciamento dos resíduos citados adequado à legislação existente, à minimização dos impactos meio ambiente e que considere ações de todos os envolvidos na coleta do resíduo e sua transformação, com o objetivo de maximizar a produção de biogás e a sua transformação.

## O BIOGÁS

O biogás é um gás incolor e altamente inflamável, produto final da decomposição por fermentação anaeróbia de compostos carbônicos como dejetos animais e vegetais, resíduos residenciais e industriais, capaz de produzir uma chama azul clara e que queima com um mínimo de poluição. Trata-se, portanto, de uma fonte de energia renovável, semelhante ao gás natural, constituída basicamente por dois gases: o metano ( $\text{CH}_4$ ), que representa de 60 a 70% da mistura e o gás carbônico, com 30 a 40% restantes. Outros gases estão presentes em menores proporções, como nitrogênio, hidrogênio e gás sulfídrico. (COMASTRI FILHO, 1981).

Este produto pode ser obtido a partir de certos critérios de fermentação, temperatura, umidade, acidez e como já relatado anteriormente, com a ausência de oxigênio. Sua qualidade é definida pela percentagem de metano na mistura, e o quanto maior for esta característica, melhor será o biogás. Em sua forma natural, é produzido pela ação de micro-organismos sobre material orgânico (biomassa). Artificialmente é conseguido com o uso de um reator químico-biológico chamado de biodigestor anaeróbico. (ROYA et al, 2011).

O biogás pode ser obtido a partir da decomposição de resíduos sólidos oriundos das atividades da sociedade. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal nº 12.305 de 2010, define resíduos sólidos como sendo:

(...) material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2012, p. 11).

Segundo a ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2013), os resíduos sólidos urbanos (RSU) são originários de atividades domésticas em residências urbanas e da limpeza urbana, como varrição e outros serviços de limpeza pública.

Diversas são as vantagens do biogás sobre outras fontes energéticas atualmente utilizadas pelo homem. Royá e outros (2011) citam as seguintes vantagens:

Do ponto de vista ambiental, o biogás tem seu uso defendido por toda parte do mundo pelo fato deste poluir muito menos a atmosfera, ajudando assim a desacelerar o aquecimento global. Sendo utilizado o biogás em vez da lenha há uma enorme contribuição no combate ao desmatamento.

Do ponto de vista agrícola, a substituição dos derivados combustíveis a base de petróleo pode economizar com a ausência de gastos no transporte de bujões de gás. E existem ainda os resíduos sólidos usados como adubos orgânicos, chamados de biofertilizantes. Continuando no meio rural, o biogás pode e deve contribuir para uma melhoria considerável na qualidade de vida nessas regiões. Nas áreas rurais é comum até hoje a utilização de fogões à lenha e tratores movidos a diesel; com a chegada do biogás, os fogões não emitirão fumaça e nem os tratores poluirão tanto o ambiente.

Do ponto de vista sanitário, o uso de biodigestores para coleta de dejetos humanos e animais poderiam ajudar ou até mesmo sanar os problemas de saúde pública oriundos desses dejetos carregados de micro-organismos parasitas. (ROYA et al, 2011, p.144).

## O PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA EM BIOGÁS

Segundo Comastri Filho (1981) dentre as bactérias formadoras de metano, tem-se os bastonetes, cocos e micrococos, que são de desenvolvimento lento e obrigatoriamente anaeróbias. Para se desenvolverem, estes organismos precisam de sais nutritivos, gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), um agente redutor, um substrato oxidável (como a matéria orgânica) e uma fonte de nitrogênio (N).

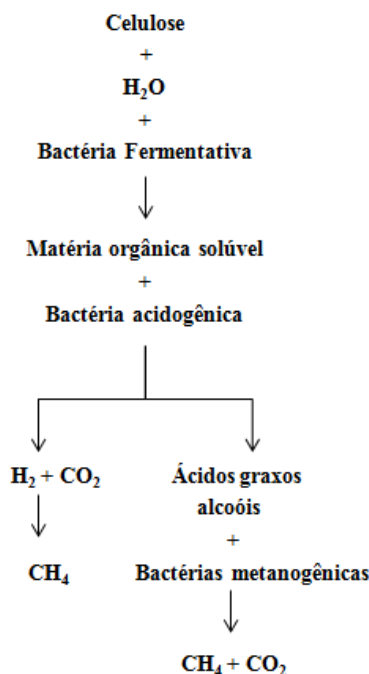
Essas bactérias são chamadas de metanogênicas e são extremamente sensíveis às variações bruscas de temperatura (uma queda provoca uma redução progressiva na produção de gás). São distinguidas três famílias de bactérias, de acordo com a temperatura necessária para seu desenvolvimento, conforme Comastri Filho (1981):

- Psicofílicas: temperaturas menores que  $20^\circ\text{C}$ ;
- Mesofílicas: temperatura de 20 a  $45^\circ\text{C}$ ,
- Termofílicas: temperaturas acima de  $45^\circ\text{C}$ ,

As bactérias metanogênicas são os organismos finais na cadeia alimentar microbiana. Comastri Filho (1981) define assim os processos que ocorrem na cadeia:

Na primeira fase, o complexo orgânico biodegradável, em estado insolúvel, é convertido em matéria orgânica solúvel. (...). O segundo grupo (..) de microorganismos, atua sobre a matéria orgânica solúvel, transformando-a em ácidos graxos, álcoois,  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2$ . O terceiro grupo (..) de bactérias, aqui chamado de bactérias metanogênicas, atua sobre o  $\text{CO}_2$  e o  $\text{H}_2$ , transformando-os em metano. (COMASTRI FILHO, 1981, p.11)

A figura 1 ilustra a cadeia de transformação de matéria orgânica celulose em biogás, conforme parágrafo anterior:



**Figura 1: Transformação da matéria orgânica em biogás**  
**Fonte: Adaptado de Comastri Filho (1981)**

Conforme o Ministério do Meio Ambiente (2015), a decomposição da matéria orgânica em aterros pode ocorrer por dois processos: aeróbio e anaeróbio. O primeiro inicia-se no momento da disposição do resíduo. Após certo período, com a redução de oxigênio, iniciam-se os processos do tipo anaeróbios. Dentre os gases gerados nos processos de decomposição da matéria orgânica nos aterros, têm-se em maior quantidade o metano e o dióxido de carbono e em menor quantidade gases como amônia, hidrogênio, gás sulfídrico, nitrogênio e oxigênio.

Para Alves (2000), a composição dos resíduos, o ambiente, a acidez e a temperatura influenciam na produção de biogás da seguinte maneira:

- Composição: quanto maior a quantidade de matéria orgânica, maior a produção do biogás;
- Ambiente: deve ser um ambiente com ausência de oxigênio, e para que isso ocorra podem ser utilizados artifícios para criar condições anaeróbias nos aterros, como cobrir o lixo com terra ou com o próprio resíduo;
- Umidade: é essencial para as bactérias decompositoras. Esta relacionada à umidade inicial do resíduo, à infiltração da água superficial e do solo e à água produzida pela decomposição;
- Acidez e temperatura: bactérias metanogênicas (produtoras de metano) tem melhor produtividade quando o pH está entre 6.8 e 7.2 e com temperaturas entre 50 e 60°.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2015), estima-se que as emissões globais de metano por aterros oscilem entre 20 e 70 Tg/ano. Isso significa que estes podem produzir de 6 a 20% do total de metano originado de fontes antropogênicas (o equivalente a 360 Tg/ano), contribuindo de forma considerável com as emissões globais de metano.

## BIODIGESTORES

Além da produção em aterros, o biogás pode ser gerado a partir de biodigestores. Segundo Roya e outros (2011), biodigestores são:

(...) tanques isolados do ar atmosférico, designados à produção de biogás e biofertilizantes a partir de efluentes orgânicos. A matéria depositada no biodigestor é biometanizada por bactérias que se desenvolvem fora da presença de oxigênio. Por isso esses tanques também são chamados de biodigestores anaeróbicos (ROYA et al, 2011, p.146).

O processo de produção de biogás pelos microorganismos é chamado de biometanização, cujos subprodutos podem ser, segundo Roya e outros (2011):

- Estado gasoso: o biogás;
- Estado sólido: o biofertilizante decantado no fundo dos biodigestores juntamente do lodo e sólidos grosseiros, areia e espuma (espuma);
- Estado líquido: efluente mineralizado (subproduto).

## CONVERSÃO DO BIOGÁS

Segundo Silva (2015), o biogás obtido em processos de decomposição da matéria orgânica pode ser convertido para outras fontes energéticas através da turbina a gás e do motor de combustão interna (ciclos Otto e Diesel). Para geração de energia a capacidades pequenas e médias os motores a combustão interna são mais adequados, pois tem menor custo e maior eficiência nessa faixa de produção. A turbina a gás é recomendável para gerar grandes volumes energéticos (operam ao menor custo possível). A tabela a seguir apresenta as vantagens e desvantagens de cada tecnologia:

**Tabela 1: Tecnologias para conversão do biogás**

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens
<b>Motor de combustão interna</b>	Baixo custo de manutenção	Limitação de potência
	Pequeno tamanho de instalação	
	Rápida instalação	
	Modularidade do sistema	
	Diversidade de fornecedores de equipamentos	
	Eficiência em carga total e parcial	
<b>Turbina a gás</b>	Sem formação de condensados	Investimento inicial elevado
	Maior confiabilidade mecânica	Maior sensibilidade a partículas e impurezas
	Combustão mais completa	

**Fonte: Adaptado de Silva (2015)**

## PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

Conforme o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, em 2013 houve um crescimento de 4,1% na quantidade de resíduos sólidos gerados no país em relação ao ano anterior, totalizando 76.387.200 toneladas. Foram coletados 90,4% destes resíduos, isto é, um total de 69.064.935 toneladas. (ABRELPE, 2013).

No país 58,3% dos resíduos foram destinados a medidas de disposição finais ambientalmente adequadas, isto é, encaminhados para um aterro sanitário. Isso representa, por outro lado, um total de 28,8 milhões de toneladas encaminhadas para lixões ou aterros controlados, medidas de descarte sem proteção do meio ambiente e da saúde pública. (ABRELPE, 2013).

A tabela a seguir, extraída do Plano Nacional dos Resíduos Sólidos, descreve a composição dos resíduos sólidos gerados no país no ano de 2008:

**Tabela 2: Composição dos resíduos sólidos urbanos no Brasil em 2008**

Resíduos	Participação (%)	Quantidade (t/dia)
Material reciclável (metais, aço, alumínio, vidro, etc.)	31,90	58.527,40
Matéria orgânica	51,40	94.335,10
Outros	16,70	30.618,90
Total	100,00	183.481,50

**Fonte: Adaptado de Ministério do Meio Ambiente (2011)**

Segundo a USEPA, citada por Silva (2015), algumas destinações adequadas para os resíduos sólidos urbanos são:

- Reciclagem: consiste no aproveitamento dos restos de materiais como papéis, vidros e metais descontaminados como insumo na fabricação de novos materiais;
- Compostagem: consiste em aproveitar restos orgânicos (alimentos, papel, madeira, poda de jardins, etc.) para produzir adubo natural;
- Recuperação energética: consiste em utilizar os resíduos para gerar alguma fonte energética, como o biogás;
- Aterro sanitário: destino final para resíduos imprestáveis, quando não há outra destinação viável.

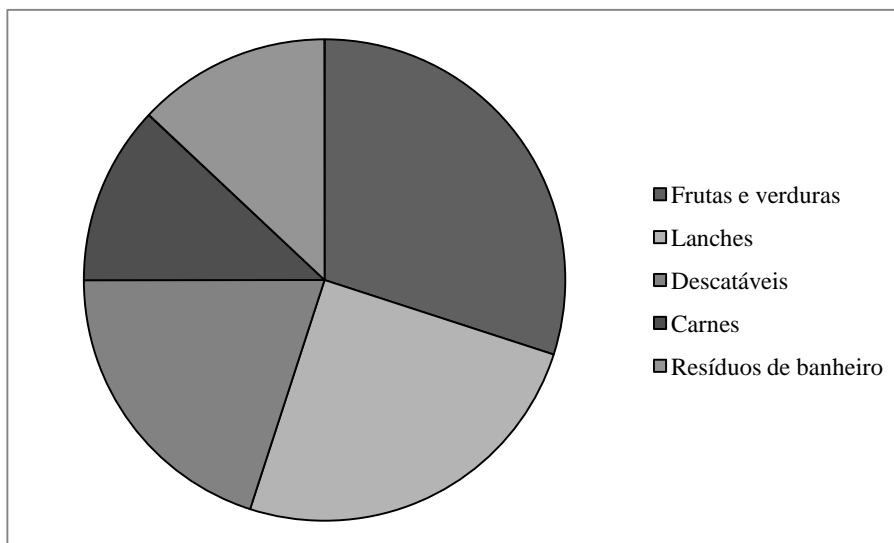
## **RESÍDUOS GERADOS EM SUPERMERCADOS, SACOLÕES, FEIRAS LIVRES, CEASAS E NAS PODAS PÚBLICAS**

Resíduos gerados em supermercados, sacolões, feiras livres, ceasas e nas podas públicas têm grande possibilidade de aproveitamento como material para geração de biogás, pois apresentam grande quantidade de material orgânico. Baratta Junior (2007) descreve, por exemplo, que os resíduos de poda geram um volume considerável de material vegetal que pode ser aproveitado como carvão, madeira para móveis, etc.

Segundo Araujo e outros (2010), os supermercados (varejo), são o principal “elo” entre a indústria e o consumidor final, gerando grandes volumes de resíduos, dentre os quais têm-se as embalagens plásticas, papel, papelão, etc. Em uma pesquisa realizada por esses autores, constata-se que supermercados geram basicamente os seguintes resíduos: plásticos (contidos em embalagens como fardos de refrigerantes); papelão (caixas dos produtos); caixas de madeira para transporte e acondicionamento, material orgânico, restos de frios e produtos com o prazo de validade vencido. Portanto, apresentam grande potencial para aproveitamento de material nos processos de biodigestão.

Em outro estudo realizado por Barbosa (2012), observa-se que conforme apresenta a figura a seguir, a maioria dos resíduos gerados em um mercado público é de composição orgânica, isto é, de materiais como frutas, verduras, legumes, restos de alimentos, frutas, verduras, retraço de carnes, vísceras de peixe e podas das árvores, conforme pode ser visto na figura 2.





**Figura 2: Resíduos de mercados públicos**  
**Fonte: Adaptado de Barbosa (2012)**

Conforme a Prefeitura Municipal de Florianópolis, os resíduos oriundos do serviço de poda do município são um problema ambiental, pois são depositados em lixões e aterros sanitários, gerando produtos como o gás metano e o lixiviado, podendo prejudicar a ar, água e solo. Assim, essa destinação se mostra não sustentável, “pois impossibilita a utilização do poder calorífico e do teor de matéria orgânica” (COMCAP, 2015, p.3) que pode ser aproveitada, por exemplo, para geração de biogás. O município tem problemas graves com disposição final de seus resíduos de podas porque as áreas de aterro são escassas, sendo necessárias novas soluções para a disposição destes produtos. Resíduos de poda geralmente originam-se através dos órgãos de limpeza pública dos municípios, além de companhias energéticas, que podam as árvores que atingem sua rede. Outros geradores são a população em geral, empresas de limpeza de terreno e de jardinagem, dentre outros, conforme exemplo da cidade de Florianópolis, na qual estes resíduos representam cerca de 500 m<sup>3</sup>/mês.

Como observa-se, os resíduos provenientes dos estabelecimentos citados apresentam grande possibilidade de aproveitamento nos processos de geração de biogás, por conterem quantidades significativas de resíduos orgânicos.

## PROPOSTA DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Propõe-se um plano de segregação, coleta, transporte e tratamento dos resíduos orgânicos gerados pelos agentes públicos e comerciais para produção de biogás. Para tal, será proposta a criação de uma entidade sem fins lucrativos – a PRO Biogás - financiada com recursos provenientes da venda do biogás e de créditos de carbono, e formada por representantes dos comerciantes, governo e sociedade. Inicialmente, o processo será financiado por recursos públicos, podendo o governo federal criar linhas de crédito especial uma vez que esta solução ajudará na implementação das ações estabelecidas na Política Nacional de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, como o fechamento dos lixões, assim como nos objetivos de diversificação da matriz energética do país. Cada estado da união será responsável por criar a Pro Biogás regional.

O resíduo alvo desta pesquisa tem origem pública e comercial, mais especificamente se tratam dos resíduos gerados em supermercados, sacolões, feiras livres, Ceasas e nas podas públicas, que podem ser aproveitados para geração de biogás, uma destinação considerada ambientalmente correta.

No momento da geração destes resíduos, cada estabelecimento deverá segregar os materiais com constituintes orgânicos, evitando a contaminação destes com outros produtos, como restos de materiais metálicos, conforme segue:

- Supermercados: deverão segregar as caixas de papelão, os restos de alimentos vencidos e qualquer outro material com potencial de aproveitamento dos demais resíduos;
- Feiras livres/mercados públicos /sacolões/ceasas: deverão promover programas de coleta de frutas, verduras e legumes inutilizáveis;
- Podas públicas: a responsabilidade de coletar e segregar este resíduo será do serviço público.

Em resumo, pode-se dizer que no momento da geração dos resíduos, os sujeitos responsáveis deverão segregar os materiais orgânicos dos materiais secos. Logo em seguida, aqueles deverão ser dispostos em recipientes adequados, de modo a evitar contaminação. Esses recipientes devem ser fornecidos pela Pro Biogás e sua integridade deve ser verificada com frequência.

Os comerciantes/entidade de limpeza pública deverão solicitar à Pro Biogás, através da plataforma online do programa, agendamento por telefone ou outro meio mais adequado, a coleta destes resíduos junto ao estabelecimento para que estes sejam encaminhados à central de tratamento do biogás.

A coleta será realizada por caminhão e pessoal especializado no manejo dos resíduos. Os resíduos orgânicos segregados serão encaminhados para plantas de geração de biogás onde, inicialmente, passarão por triagem para separação de eventuais materiais não compostáveis. O material orgânico triado seguirá, então, para biodigestores onde o biogás será gerado pelo método mais economicamente e ambientalmente viável, coletado e transformado em outras fontes energéticas.

No decorrer do processo, a viabilidade deste programa deverá ser continuamente avaliada e estatísticas deverão ser geradas pela PRO-Biogás.

Para efetivo funcionamento deste plano, deverão ser desenvolvidas algumas ações, como segue:

- Estabelecimento de acordos setoriais com as entidades geradoras de resíduos orgânicos que fixem procedimentos para a coleta seletiva da matéria orgânica segregada na origem;
- Monitoramento dos resultados do programa pelos órgãos ambientais do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA;
- Elaboração de um plano de mobilização ambiental quanto à necessidade de segregação destes materiais para geração de energia e
- Inserção desta fonte de energia na matriz energética do país, com o envolvimento dos múltiplos atores deste setor.

## CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A geração de energia proveniente da matéria orgânica componente dos resíduos sólidos urbanos pode se tornar mais eficiente se houver a segregação desta parcela dos resíduos na origem, evitando-se, desta forma, sua contaminação pelos demais componentes presentes. A decomposição anaeróbia ocorrerá num ambiente menos propício à inibição dos agentes decompositores e, com isso, se poderá obter o biogás com maior rapidez e maior estabilidade, pois será possível planejar melhor a carga do sistema.

Para que todo o processo possa ocorrer, é necessária a mobilização da população e dos demais atores geradores de matéria orgânica sobre a importância de se segregar esta parcela na origem, no momento de sua geração, evitando sua contaminação com os demais componentes constituintes dos resíduos.

Os recursos gerados pela comercialização da energia do biogás e dos créditos de carbono associados aos mecanismos de redução das mudanças climáticas têm grande perspectiva de cobrir os custos diretos do processo. Além disso, é preciso levar em consideração os benefícios indiretos gerados pela diminuição de resíduos sólidos a serem encaminhados aos aterros sanitários, com consequente aumento da vida útil destas estruturas. Em paralelo, a diversificação da matriz energética do país, tornando-a menos dependente das fontes hidrelétricas, num contexto de intensificação das mudanças climáticas com aumento na variabilidade dos eventos hidrológicos – eventos climáticos extremos – alivia a dependência do setor energético do país em relação a este cenário de instabilidade na geração de energia proveniente de hidrelétricas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE. Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2013. Disponível em < <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>> Acesso em 22 ago. 2015
2. ARAUJO, Camila Brunassi de et al. Logística Reversa: Um estudo em supermercados de cidades no interior paulista. Fórum Ambiental da Alta Paulista. Volume VI. 2010. Pag. 363-379.
3. ALVES, João Wagner Silva. Diagnóstico técnico institucional da recuperação e uso energético do biogás gerado pela digestão anaeróbia de resíduos. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000. Disponível em < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-09032012-090952/pt-br.php>> Acesso em 20 maio 2015.
4. BARBOSA, Grazielle da Silva. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos produzidos no Mercado Público das Mangueiras. VII CONEPI – Congresso Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas, TO. 2012. Disponível em < <http://propi.ift.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/4751/2964> > Acesso em 14 nov. 2015
5. BARATTA JUNIOR, A. P. Utilização do composto de resíduos de poda da arborização urbana em substratos para produção de mudas. UFRRJ. Dissertação de mestrado. Seropédica. RJ. 2007. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/pgcaf/pdfdt/Dissertacao%20Alamir%20Baratta.pdf>> Acesso em 15 nov. 2015
6. BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2ª ed. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. 2012. Disponível em: < [http://fld.com.br/catadores/pdf/politica\\_residuos\\_solidos.pdf](http://fld.com.br/catadores/pdf/politica_residuos_solidos.pdf)> Acesso em 12 jun. 2015
7. COMASTRI FILHO, J. A. Independência Energética do Pantanal Mato-Grossense. EMBRAPA. Corumbá – Mato Grosso do Sul. 1981. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/787706/1/CT09.pdf>> Acesso em 13 set. 2015
8. COMCAP. Valorização dos Resíduos Sólidos Orgânicos no município de Florianópolis Através de Beneficiamento dos Resíduos de Podas. Disponível em: <[http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/15\\_09\\_2010\\_13.25.37.c375693526e50fa9ac50de9e0c178c53.pdf](http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/15_09_2010_13.25.37.c375693526e50fa9ac50de9e0c178c53.pdf)> Acesso em 13 jun. 2015
9. GIL, Antônio C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2010, 184p.
10. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional dos Resíduos Sólidos. Brasília. 2011. Disponível em: < [http://www.mma.gov.br/estruturas/253/\\_publicacao/253\\_publicacao02022012041757.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf) > Acesso em 14 out. 2015
11. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 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 15 maio 2015.
12. OLIVEIRA, Rafael Deléo e. Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouro e as possibilidades no mercado de carbono. Trabalho de Conclusão de Curso. EESC/USP. 2009. Disponível em : <[http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180500/tce-26042010-091847/publico/Oliveira\\_Rafael\\_Deleo\\_e.pdf](http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180500/tce-26042010-091847/publico/Oliveira_Rafael_Deleo_e.pdf) > Acesso em 14 out. 2015
13. ROYA, Bruno et al. Biogás – uma energia limpa. Revista Eletrônica Novo Enfoque. V.13, n.13, p.142-149. 2011. Disponível em: <[http://www.castelobranco.br/sistema/novo enfoque/files/13/artigos/12\\_BunoRoya\\_Biogas\\_Prof\\_Djalma\\_VF.pdf](http://www.castelobranco.br/sistema/novo enfoque/files/13/artigos/12_BunoRoya_Biogas_Prof_Djalma_VF.pdf) > Acesso em 02 out. 2015
14. SILVA, Fabiana Moraes da. Biogás de lixo no aterro sanitário de Gramacho. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de conclusão de curso. Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: < <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013773.pdf>> Acesso em 12 jan. 2016