

ARTUR MERGULHÃO BARRETO LINS

POLÍTICA DE INCENTIVO PARA O APROVEITAMENTO DO BIOGÁS GERADO
EM ATERROS SANITÁRIOS

CURITIBA

2014

ARTUR MERGULHÃO BARRETO LINS

POLÍTICA DE INCENTIVO PARA O APROVEITAMENTO DO BIOGÁS GERADO
EM ATERROS SANITÁRIOS

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de especialista em Economia e Meio Ambiente no curso de Pós-Graduação em Economia e Meio Ambiente do dep. De Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universal Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Dimas Agostinho Silva

Co-orientadora: MsC Cymara Regina Oshiro

CURITIBA

2014

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVOS	5
2.1. OBJETIVO GERAL	5
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3. METODOLOGIA	6
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
4.1 MATRIZ ENERGÉTICA.....	7
4.2 RESÍDUO SÓLIDO URBANO	11
4.3 BIOGÁS.....	15
4.3.1 EXTERNALIDADES DO BIOGÁS	18
4.3.2 PRODUÇÃO DE METANO NO BIOGÁS	19
4.3.3 SISTEMA DE COLETA DE BIOGÁS.....	21
4.3.2 PRODUÇÃO DE METANO DO BIOGÁS NO BRASIL	24
4.4 APLICAÇÕES DO USO DE BIOGÁS.....	25
5. POLÍTICAS PÚBLICAS.....	27
5.1. INSTRUMENTOS BASEADOS NA INFORMAÇÃO (NODALIDADE)	28
5.2. USO DE PODERES LEGAIS (AUTORIDADE)	29
5.3. USO DE DINHEIRO (TESOURO)	31
5.4. USO DAS ORGANIZAÇÕES (ORGANIZAÇÃO).....	33
6. POLÍTICA PÚBLICA PARA O BIOGÁS	35
6.1 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	36
6.2 PROGRAMA DE INCENTIVO ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA ELÉTRICA (PROINFA);	37
6.3 CIER-BIOGÁS.....	38
6.4 ABIOGÁS	39
6.5 PROJETO DE LEI DO SENADO Nº 494/2009	39
6.6 POLÍTICA DO RIO DE JANEIRO SOBRE GÁS NATURAL RENOVÁVEL	40
6.7 REDUÇÃO NAS TARIFAS DE USO DOS SISTEMAS DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO (TUST);.....	40
6.8 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE BIOGÁS.....	41
7. CONCLUSÃO	42

1. INTRODUÇÃO

A evolução do homem ao longo do tempo possui uma estreita relação com a capacidade deste em utilizar a energia do meio ambiente a seu favor. Nessa relação, as fontes, as aplicações e a intensidade de energia utilizada pelo homem mudaram de forma contínua.

Se nos primórdios da humanidade o uso da energia foi uma necessidade para sobrevivência da espécie humana, hoje se pode afirmar que o uso da energia atende a necessidades suplementares a sua sobrevivência. Estas necessidades variam de acordo com os hábitos e cultura das sociedades e estão sendo alvo de crescentes críticas e questionamentos.

De fato, estes questionamentos e críticas estão, sobretudo, relacionados ao impacto ambiental causado pelo uso de determinadas fontes de energia. A título de exemplo, a utilização de fontes de energia, como o carvão e o petróleo, resulta na emissão de gases como: dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, metano e compostos de mercúrio, que são nocivos aos seres vivos da Terra (EPA, 2013).

Além dos gases supracitados, essas fontes de energia emitem dióxido de carbono (CO_2), elevando a concentração deste gás na atmosfera e, de acordo com pesquisas científicas, ocasionando o aquecimento global (IPCC, 2007). Vale destacar, que a emissão antropogênica de gases causadores do efeito estufa não ocorre apenas a partir do uso de combustíveis fósseis, a degradação de resíduos sólidos urbanos e o desmatamento de florestas existentes, são outros exemplos.

Embora existam relatos de debates sobre os impactos ambientais causados devido ao uso de energia pelos homens, desde a época da revolução industrial (1780), estes têm se intensificado nas últimas décadas, especialmente devido a evidências e projeções de mudança climática em praticamente todas as regiões do globo.

Ainda de acordo com estudos científicos, as consequências das mudanças climáticas podem ser desastrosas para os seres vivos da Terra, incluindo o próprio ser humano. Como exemplo destas consequências, pode-se citar: derretimento de geleiras dos polos, aumento do nível de água dos oceanos, variações das precipitações de chuvas (IPCC, 2007).

Dentre os caminhos propostos para evitar o agravamento do aquecimento global, pode-se destacar a substituição dos combustíveis fósseis, o aumento da eficiência na utilização das fontes energéticas e mudança de hábitos da sociedade.

Os combustíveis fósseis foram assimilados por nossas sociedades há séculos, tendo sido desenvolvidas diversas tecnologias para uso dos mesmos. O desenvolvimento contínuo destas tecnologias trouxe como benefício a redução dos seus custos e elevação da eficiência em suas aplicações, além de uma variedade de possibilidades de uso.

Cerca de 52% da matriz energética brasileira possui como origem combustíveis fósseis (EPE, 2013), que além de serem responsáveis pela emissão de gases causadores do efeito estufa, tornam o país altamente dependente de uma fonte não renovável. Embora as reservas mundiais destes combustíveis possa suportar o consumo mundial por mais de 50 anos, como é o caso do petróleo, é natural que o custo dos mesmos se eleve ao longo do tempo (ANP, 2012).

Neste contexto o biogás gerado em aterros sanitários apresenta-se como uma alternativa aos combustíveis fósseis. O mesmo consiste da decomposição de matéria orgânica de resíduos sólidos urbanos, pela ação de bactérias anaeróbicas, sendo, portanto, um combustível renovável.

Embora o termo biogás possa ser empregado ao gás gerado a partir de matéria orgânica por meio de outras tecnologias (pirólise da biomassa, oxidação parcial da biomassa e biodigestores), neste trabalho, este termo será empregado como sinônimo do gás gerado nos aterros sanitários, salvo quando for expressamente identificada a condição e tecnologia que o biogás for gerado.

O biogás possui como seu principal componente o metano, entre 55 e 70%, (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2008, p. 50), sendo o principal componente energético. O não aproveitamento do biogás implica na emissão do mesmo para atmosfera, contribuindo para a elevação do efeito estufa.

Como o metano possui um potencial de aquecimento global de cerca de vinte e cinco vezes superior ao dióxido de carbono, para um período de cem anos, o impacto ambiental causado pelo biogás pode ser reduzido em vinte e cinco vezes se este for queimado, produzindo água e dióxido de carbono ($H_2O + CO_2$) (IPCC, 2007).

A principal aplicação do biogás consiste em sua queima em motores de combustão de ciclo Otto para geração de energia elétrica, contudo o biogás pode ser utilizado em outras aplicações como, por exemplo, em fornos e caldeiras.

O biogás pode também ser tratado, atingindo as especificações do gás natural. Neste caso as distribuidoras estaduais de gás encanado podem distribuí-lo em gasodutos, abastecendo consumidores com residência, comércio, veículos e indústrias.

A oferta do biogás é diretamente relacionada com a quantidade de resíduos sólidos urbanos que são descartados nos aterros sanitários. Portanto, considerando que os hábitos de consumo da população não se alterem ao longo do tempo, basta apenas a população aumentar para que sua oferta também aumente.

Deve-se destacar que com a sanção da lei nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), em agosto de 2010, todos os municípios deverão realizar a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos a partir de 2014 (BRASIL, 2010).

Atualmente apenas 28% do resíduo sólido urbano possuem disposição final ambientalmente adequada, ou seja, possuem como destino os aterros sanitários segundo o IBGE (2008). Considerando que até 2014 todos os municípios brasileiros deverão se adequar às exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos, pode-se deduzir que a oferta de biogás de aterro deverá ser amplamente elevada nos próximos anos.

Embora o aproveitamento do biogás já seja uma realidade com vários casos de sucesso no Brasil e no mundo, a disseminação de sua aplicação esbarra especialmente em barreiras econômicas.

Estas barreiras podem ser reduzidas à medida que ocorra um maior aprimoramento das tecnologias utilizadas para o aproveitamento do biogás e um ganho de escala na produção das tecnologias empregadas, contudo o governo pode intervir de modo a acelerar este processo.

A intervenção do governo justifica-se devido à externalidade causada pelo uso dos combustíveis fósseis, assim como pela emissão do metano proveniente da degradação da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos.

Neste trabalho serão avaliadas alternativas de intervenção governamental para se construir uma política de incentivo ao aproveitamento da energia contida nos resíduos sólidos urbanos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é avaliar as políticas públicas existentes no Brasil que visam incentivar o uso do biogás gerado nos aterros sanitários.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Verificar o cenário energético brasileiro e como o biogás se insere no mesmo;
- Verificar os processos de obtenção e de utilização do biogás;
- Pesquisar os instrumentos de Política Pública e outras ações governamentais relacionados ao biogás de aterro sanitário.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada através de extensa revisão bibliográfica e exploração de dados secundários acerca de políticas de incentivo para o uso do biogás.

Considerando que as políticas públicas devem ser traçadas para promover o interesse público de sua sociedade e que o biogás possui um potencial energético, buscou-se, inicialmente, verificar qual a importância do biogás em termos energéticos.

Em seguida foi necessário um aprofundamento sobre o biogás, a fim de compreender como o mesmo é obtido, como pode ser utilizado e como este se insere no meio ambiente.

Para identificar as políticas públicas dirigidas para o biogás, buscou-se conceituar política pública, bem como apresentar os instrumentos de política pública disponíveis, levantando as ações governamentais que estimulem o uso do gás natural.

Desse modo, por tratar-se de um trabalho de revisão bibliográfica, as discussões serão colocadas ao longo do texto.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 MATRIZ ENERGÉTICA

As fontes de energia podem ser agrupadas em renováveis e não renováveis. As fontes renováveis são aquelas obtidas a partir do fluxo natural e contínuo do próprio meio ambiente (TWIDELL; WEIR, 2006).

Já as fontes não renováveis são aquelas obtidas a partir de reservas estáticas de energia que permanecem no subsolo até que sejam liberadas pela ação humana (TWIDELL; WEIR, 2006).

De acordo com IEA (2012), em 2010 apenas de 13,2% da oferta mundial de energia teve origem em fontes renováveis, sendo a energia hidráulica a mais importante, seguida da biomassa.

Dentre as fontes de energia não renováveis, o petróleo continua a ser o energético mais importante, tendo uma participação de aproximadamente 32%. Os combustíveis fósseis, formados pelo petróleo, gás natural e carvão alcançam o percentual de 81% da matriz energética. O gráfico abaixo apresenta a estrutura da oferta mundial de energia em 2011 (IEA, 2012).

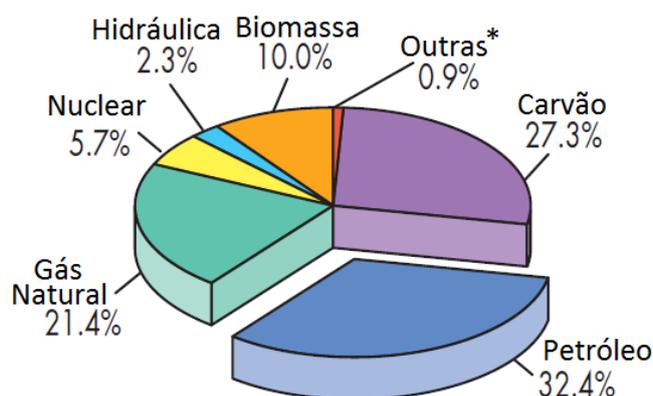


Gráfico 1 - Oferta Interna de Energia - Estrutura de Participação das Fontes – Mundo

* Outras: geotérmica, solar, heólica, calor, etc.

Fonte: IEA, 2012

De acordo com a IEA (2010) este cenário deverá ser gradativamente alterado ao longo do tempo e em 2035 projeta-se que as fontes renováveis praticamente dobrem sua oferta em relação a 2008, enquanto as fontes de energia não renováveis devam crescer na ordem de 36%.

A despeito da redução da participação das fontes de energia não renováveis, sua participação continuará a ser vital para garantia da oferta de energia mundial. Por outro lado este cenário aponta uma transição de uma matriz não renovável para uma matriz renovável.

Dentre os motivos que deverão direcionar os países nesta transição, deve-se destacar a busca por maior garantia no abastecimento energético e o combate às mudanças climáticas (IEA, 2010).

Embora a relação reserva/produção dos combustíveis fósseis tenha se mantido estável nos últimos anos, devido especialmente ao avanço tecnológico, suas reservas fatalmente se tornarão mais escassas ao longo do tempo, o que deverá elevar o preço dos mesmos.

Vale ressaltar ainda que as reservas dos combustíveis fósseis estão concentradas em poucos países e que vários destes possuem um cenário político instável. Em momento de crises desses países, as nações importadoras de combustíveis fósseis podem enfrentar sérios problemas de abastecimento de combustíveis, comprometendo as suas economia e o bem estar da sociedade.

O combate às mudanças climáticas atua justamente na redução do consumo de combustíveis fósseis, já que estes são as principais fontes de emissão de dióxido de carbono, o qual tem contribuído para elevação da temperatura na Terra. De acordo com o IPCC (2006a) a queima dos combustíveis fósseis é responsável por 75% dos gases causadores do efeito estufa.

As mudanças climáticas, causadas pela elevação da temperatura, representam uma grande ameaça ao equilíbrio dos ecossistemas, já que alteram as condições naturais em que os seres vivos sobrevivem, sem que haja tempo suficiente para que as espécies se adaptem a essas mudanças.

Embora a participação das fontes renováveis deva crescer ao longo dos próximos anos, este crescimento deverá ocorrer à custa do esforço dos governos por meio de políticas de incentivo às fontes renováveis e de restrição ou controle às não renováveis. De fato várias fontes de energia renováveis ainda não são competitivas e a adoção das mesmas depende de políticas governamentais que incentivem o uso das mesmas. (IEA, 2010, p. 277).

Os esforços mundiais para o desenvolvimento das fontes renováveis, certamente contribuirão para tornar estas fontes mais competitivas em todo o

mundo, seja pelo desenvolvimento tecnológico ou pelo ganho de escala e experiência na produção de sistemas e equipamentos que utilizam estas fontes.

Diferentemente da matriz energética mundial, o Brasil possui uma participação das fontes renováveis equilibrada em relação às fontes não renováveis, 46% e 54%, respectivamente (EPE, 2013, p. 37). A grande participação das fontes renováveis no Brasil deve-se especialmente a energia hidráulica, lenha e os produtos da cana, conforme pode ser visualizado no gráfico abaixo.

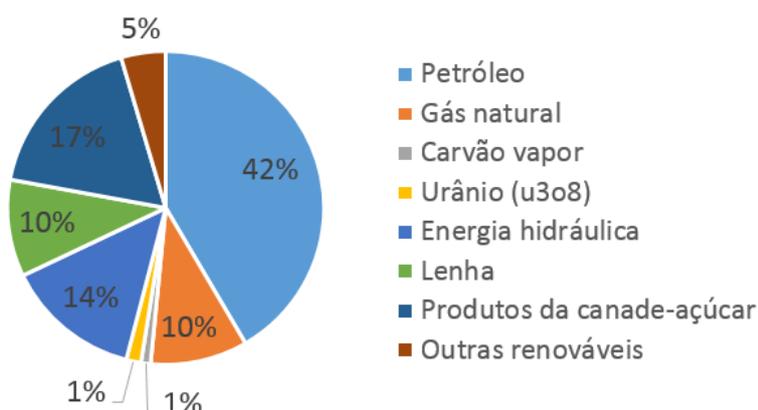


Gráfico 2 - Oferta Interna de Energia - Estrutura de Participação das Fontes – Brasil

* Outras: geotérmica, solar, heólica, calor, etc.

Fonte: IEA, 2012

Excluindo-se as três principais fontes de energia renováveis, as outras fontes renováveis correspondem a apenas 4,5% da matriz energética brasileira (EPE, 2013). O MME (2007) prevê que as fontes renováveis mantenham sua participação até 2030, contudo a participação das outras fontes renováveis deverá dobrar até 2030, alcançando cerca de 9%.

Considerando as particularidades da matriz energética brasileira, os objetivos que norteiam o planejamento energético brasileiro são similares aos mundiais, conforme já mencionado. Deve-se ainda crescer, a importância do Brasil diversificar sua matriz energética, reduzindo a dependências da energia hidráulica e, conseqüentemente, reduzir o risco de desequilíbrio da oferta e demanda de energia devido a fatores climáticos, haja vista o racionamento de energia elétrica ocorrido em 2001 e os apagões ocorridos em 2012 em função da seca, o que teve como consequência a redução do volume de água das barragens.

Ademais, assim como ocorre em outros países, o Brasil também deverá fazer uso de políticas de incentivo ao uso das fontes renováveis como forma de superar os obstáculos econômicos e tecnológicos.

O Plano Nacional de Expansão de Energia 2030 ainda recomenda a adoção de mecanismos de fomento às fontes alternativas renováveis de forma a aumentar a participação da mesma na matriz energética brasileira (MME, 2007, p. 35).

Como fruto dos esforços do presente, especialistas afirmam que no futuro os desafios a serem superados pelas fontes renováveis não deverão mais ser tecnológicos ou econômicos. Estes afirmam que o uso das energias renováveis será sobretudo uma escolha (REN21, 2013, p. 23).

Neste contexto, o biogás se insere como uma alternativa energética que se enquadra dentro objetivos do Plano Nacional de Expansão de Energia, pois, este pode contribuir para:

- Redução das emissões de dióxido de carbono;
- Diversificação da matriz elétrica brasileira;
- Elevar a participação das fontes alternativas;
- Reduzir a dependência externa de combustíveis;

Considerando a geração de resíduo sólido no Brasil em 2011, o potencial de geração de biogás alcança cerca de 11,5 milhões de m³ de metano por dia. Considerando que o poder calorífico do metano seja similar ao do gás natural, este valor corresponde a cerca de 80% do volume de gás natural importado pelo Brasil em 2013 na forma liquefeita.

4.2 RESÍDUO SÓLIDO URBANO

A atividade humana gera uma série de resíduos que, quando não possuem utilidade, devem ser descartados ou eliminados. Em sua maioria, estes resíduos são sólidos e compostos de materiais como papel, metal, matéria orgânica, vidro e plástico (KREITH; TCHOBANOGLOUS, 2002).

De acordo com a política nacional de resíduos sólidos 2010, o resíduo sólido é:

“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, 2010)

Quando os resíduos sólidos restringem-se aos resíduos domiciliares e de limpeza urbana (varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana), estes correspondem aos resíduos sólidos urbanos (RSU) MMA (2012).

De acordo com o Ministério de Meio Ambiente do Brasil – MMA (2012) a composição média gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Brasil em 2008 pode ser representada pelo gráfico 3, abaixo.

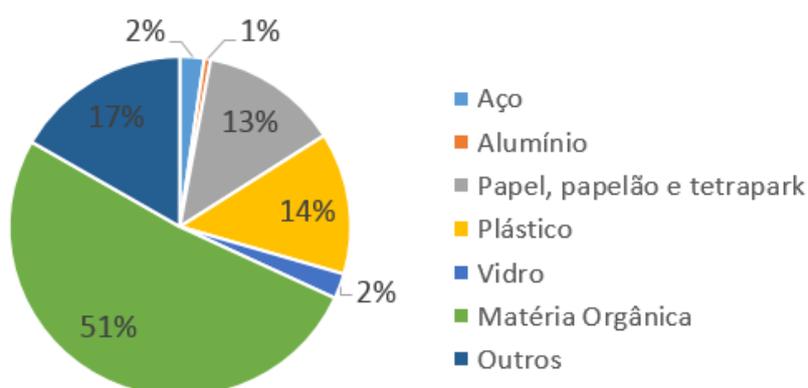


Gráfico 3 – Composição do Resíduo Sólido Urbano do Brasil
Fonte: MMA, 2012

A política nacional de resíduos sólidos prevê que: “na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de

prioridade: não geração destes, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010).

Embora a disposição final dos resíduos seja a última opção prevista na política supracitada, em 2008 esta foi a forma utilizada para cerca de 97% do resíduo sólido urbano produzido no Brasil (IPEA, 2012). A disposição final dos resíduos sólidos pode ocorrer basicamente por três formas: aterro sanitário, aterro controlado e vazadouro aberto.

Vazadouro a céu aberto consiste de uma área na qual o resíduo sólido é descartado de forma bruta sobre o terreno, sem qualquer cuidado ou técnica especial, não possuindo medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (IPEA, 2012).

De acordo com a definição da ABNT (1985), o aterro controlado é uma técnica de engenharia na qual os RSU são cobertos com material inerte após cada jornada de trabalho. Esta técnica, em seu princípio, não ocasiona danos ou riscos à saúde pública e minimiza os impactos ambientais.

A ABNT (1992) define os aterros sanitários de modo semelhante ao aterro controlado, acrescentando que os aterros sanitários utilizam princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, além de prever que a cobertura do resíduo sólido seja realizada com terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, quando necessário.

Vale destacar que a técnica de aterro sanitário utiliza procedimentos que reduzem o impacto ambiental que os aterros controlados não possuem, como por exemplo: sistema de drenagem e remoção de percolato e sistema de drenagem de gás.

De acordo com o IBGE (2010), 51% dos resíduos sólidos urbanos tinham como destino final os vazadouros a céu aberto, conforme gráfico abaixo. Contudo este cenário deverá estar completamente diferente nos próximos anos, já que a disposição dos resíduos sólidos deverá ser realizada de forma ambientalmente adequada a partir de 2014. Naturalmente, o percentual dos aterros sanitários como destino final deverá ser drasticamente ampliado.

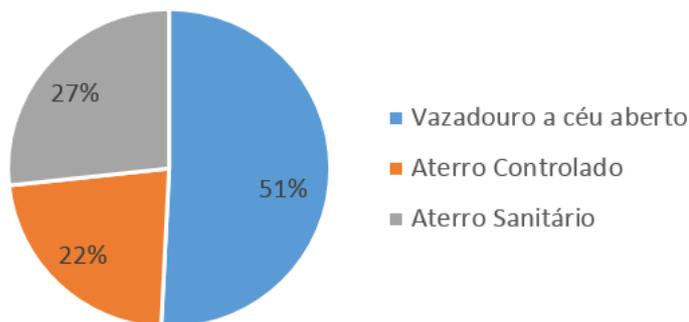


Gráfico 4 – Destino final dos resíduos sólidos em 2008, por unidades de destino dos resíduos
Fonte: IBGE, 2010

A quantidade de RSU gerado em uma determinada região varia de acordo com o tamanho da população residente na região, assim como devido os hábitos e costumes desta população. No Brasil em média um habitante gera na ordem de 0,3816kg por dia de RSU (ABELPE, 2011).

Em 2008 foram destinados aos aterros 61.936.368 toneladas por dia de resíduos sólidos urbanos no Brasil (ABELPE, 2011). Mesmo que a taxa de geração de resíduos não se altere ao longo do tempo, apenas o crescimento da população brasileira deverá elevar a geração de resíduos sólidos urbanos. Considerando a população brasileira projetada para 2030 de 216,4 milhões de habitantes e a taxa de geração RSU registrada em 2008, o Brasil deverá gerar em 2030 aproximadamente 215 mil toneladas por dia de RSU.

A geração de resíduo sólido pode ser ainda maior nos próximos anos caso os brasileiros aumentem sua taxa de geração de RSU. Os países desenvolvidos normalmente possuem taxas maiores. Estados Unidos, Japão e Alemanha, por exemplo, possuem respectivamente taxas de 1,14 t/ano/hab, 0,47t/ano/hab e 0,61 t/ano/hab, contra menos que 0,18 t/ano/hab no Brasil IPCC (2006b).

Esta diferença na geração de RSU entre os países pode refletir, entre outros fatores, o acesso da população a bens de consumo. Deste modo, à medida que uma maior parte da população brasileira tenha acesso a estes bens, mais resíduo deverá ser gerado.

Os Impactos ambientais causados pela disposição dos RSU variam de acordo com a forma que o mesmo foi descartado. Naturalmente, quando os resíduos sólidos são descartados em vazadouros a céu aberto os impactos ambientais são

maiores e quando a forma utilizada são os aterros sanitários os impactos ambientais são menores.

Um vazadouro a céu aberto pode causar impactos ambientais no solo, na atmosfera, na água e na biota. Embora os aterros eliminem ou mitiguem grande parte dos impactos ambientais causados pelos lixões, estes não garantem a redução do impacto ambiental causado pela emissão dos gases gerados a partir da degradação da matéria orgânica contida nos RSU, o biogás.

Como será visto no item subsequente, o biogás possui componentes que estão entre os gases causadores do efeito estufa, como o metano (CH_4). De acordo com o IPCC (2006b, p.3.6) o metano produzido pela disposição de resíduos sólidos é responsável por 3 a 4% da emissão antropogênica de gases causadores do efeito estufa.

4.3 BIOGÁS

De uma forma mais ampla, biogás pode ser definido como uma mistura gasosa composta principalmente de metano (CH_4) e Dióxido de Carbono (CO_2), tendo sido originado a partir da matéria orgânica e possuindo poder calorífico útil.

O biogás pode ser gerado a partir de reações físico-químicas ou bioquímicas. As tecnologias mais empregadas para geração de biogás a partir de reações físico-químicas são a oxidação parcial e a pirólise. Já o biogás gerado nos aterros é produzido a partir de reações bioquímicas.

O biogás gerado nos aterros sanitários é formado a partir da decomposição de matéria orgânica contida nos resíduos sólidos, na ausência de oxigênio (condições anaeróbicas) e na presença de uma série de microrganismos (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2008). O processo de formação do biogás pode ser dividido em cinco fases, conforme figura 1.

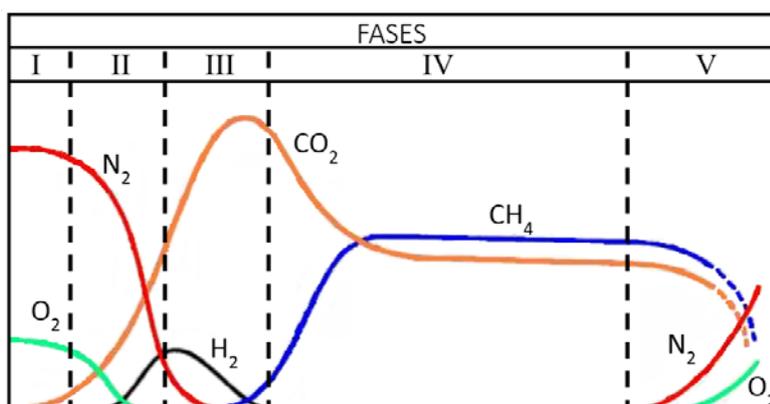


Figura 1 – Fases da formação do biogás
Fonte: JOHANNESSEN, 1999

O quadro abaixo resume os processos ocorridos em cada uma das cinco

fases:

FASE	DESCRIÇÃO
Fase I: Ajuste inicial	A fração biodegradável dos resíduos depositados no aterro sofre decomposição biológica em condições aeróbias. A fonte principal de microorganismos aeróbios e anaeróbios, responsáveis pela decomposição dos resíduos, é o solo empregado na cobertura diária e final. Ou o lodo de estações de tratamento, depositado em alguns aterros, e a recirculação do chorume. Esta fase, em que a decomposição é aeróbia, se estende por um período de poucos dias após a execução da camada de cobertura, diminuindo a presença de oxigênio.
Fase II: Transição	Nesta fase os níveis de oxigênio decrescem e começa a fase anaeróbia. Enquanto o aterro é convertido em anaeróbio, o nitrato e o sulfato, que podem servir como receptores de elétrons em reações de conversão biológica, frequentemente são reduzidos a gás nitrogênio e sulfuro de hidrogênio. Com a queda do potencial de oxidação-redução os microorganismos responsáveis pela conversão da matéria orgânica em metano e dióxido de carbono iniciam a conversão do material orgânico complexo em ácidos orgânicos e outros produtos intermediários. Nesta fase o pH do chorume começa a cair devido à presença de ácidos orgânicos e pelo efeito das elevadas concentrações de CO ₂ dentro do aterro.
Fase III: Ácida	Esta é a fase que antecede a formação de metano, em que as reações iniciadas na fase de transição são aceleradas com a produção de quantidades significativas de ácidos orgânicos e pequenas quantidades de gás hidrogênio. A acidogênese envolve a conversão microbiológica dos compostos resultantes da primeira etapa em compostos intermediários com baixa massa molecular, como o ácido acético (CH ₃ COOH) e pequenas concentrações de outros ácidos mais complexos. O dióxido de carbono é o principal gás gerado durante esta fase. Também serão produzidas quantidades menores de hidrogênio. Os microorganismos envolvidos nesta conversão, descritos como não metanogênicos, são constituídos por bactérias anaeróbias e facultativas. As demandas bioquímica (DBO) e química de oxigênio (DQO) e a condutividade do chorume aumentam significativamente durante esta fase devido à dissolução de ácidos orgânicos no chorume. O pH do chorume, se este é formado, é muito baixo (4 – 5), devido à presença de ácidos orgânicos e pelas elevadas concentrações de CO ₂ dentro do aterro. Também devido ao baixo pH, constituintes inorgânicos como os metais pesados serão solubilizados.
Fase IV: Metanogênica:	Nesta fase de fermentação do metano predominam microrganismos estritamente anaeróbios, denominados metanogênicos, que convertem ácido acético e gás hidrogênio em CH ₄ e CO ₂ . A formação do metano e dos ácidos prossegue simultaneamente, embora a taxa de formação dos ácidos seja reduzida consideravelmente. O pH do chorume nesta fase ascenderá a valores na faixa de 6,8 a 8,0. A seguir o pH continuará subindo e serão reduzidas as concentrações de DBO ₅ , DQO e o valor da condutividade do chorume. Com valores mais elevados de pH, menos constituintes inorgânicos permanecerão dissolvidos, tendo como consequência a redução da concentração de metais pesados no chorume.
Fase IV: Maturação	Esta fase ocorre após grande quantidade do material ter sido biodegradado e convertido em CH ₄ e CO ₂ durante a fase metanogênica. Como a umidade continua migrando pela massa de lixo, porções de material biodegradável até então não disponíveis acabam reagindo. A taxa de geração do gás diminui consideravelmente, pois a maioria dos nutrientes disponíveis foi consumida nas fases anteriores e os substratos que restam no aterro são de degradação lenta. Dependendo das medidas no fechamento do aterro, pequenas quantidades de nitrogênio e oxigênio podem ser encontradas no gás do aterro.

Quadro 1 – Fases da formação do biogás

Fonte: TCHOBANOGLOUS et al. (2006 apud BORBA, 2006)

A duração de cada uma das fases durante o processo de formação de biogás depende de uma série de fatores tais como: distribuição da matéria orgânica no aterro, da disponibilidade de nutrientes, umidade do resíduo sólido, da umidade

trazida com o resíduo e do nível de compactação do solo. (KREITH; TCHOBANOGLOUS, 2002)

O volume e a taxa de produção de biogás possuem relação direta com a composição do resíduo sólido descartado no aterro sanitário. Quanto maior o percentual da matéria orgânica contida no RSU, maior será a produção de biogás, já que este é o substrato básico do biogás. Outros fatores ambientais também influenciam o volume e a taxa de produção de biogás, tais como temperatura e umidade.

Embora as reações anaeróbicas possam ocorrer em uma ampla faixa de temperatura, entre 5°C e 65°C (KUMAR; BHARTI, 2011, p.17), estas podem ser aceleradas a maiores temperaturas, na ordem de 50°C a 60°C (CETESB, 2006).

Assim como a temperatura, uma maior umidade no aterro pode acelerar o processo de degradação da matéria orgânica e conseqüente formação de biogás. A umidade ótima no resíduo sólida fica na ordem de 50 a 70% (KUMAR; BHARTI, 2011, p. 17, 25). Uma excessiva compactação do solo pode ocasionar uma redução da disponibilidade de água contida no resíduo sólido, reduzindo a taxa de geração de biogás. (KREITH; TCHOBANOGLOUS, 2002, p 14.13)

A composição do biogás produzido varia de forma considerável, contudo os principais componentes são o metano e o gás carbônico. O quadro abaixo apresenta as faixas típicas da composição do biogás.

Componente	Teores limites (%)	Teores médios (%)
Metano (CH ₄)	54-77	67
Gás carbônico (CO ₂)	14-34	30
Nitrogênio N ₂)	0-9	3
Hidrogênio (H ₂)	0-11	3
Oxigênio (O ₂)	0-2	0,4
Gás sulfídrico (H ₂ S)	0,004-0,9	0,001

Quadro 2 - Composição química do biogás
Fonte: Calheiros, 2004, p.88

De acordo com o IPCC (2006b, p.3.6) o metano produzido pela disposição de resíduos sólidos é responsável por 3 a 4% da emissão antropogênica de gases causadores do efeito estufa.

4.3.1 EXTERNALIDADES DO BIOGÁS

Conforme já mencionado, a externalidade consiste nos efeitos colaterais gerados a partir do consumo ou produção de determinados bens. Estes efeitos podem ser positivos ou negativos. A externalidade ocorre porque os efeitos colaterais atingem bens de domínio universal, como o meio ambiente, que estão externos ao sistema de mercado (COMMON; STAGL, 2005, p. 328).

A externalidade pode ser positiva, quando um benefício externo é gerado, ou negativa, quando um custo externo é imposto a terceiros. Quando uma determinada externalidade negativa atinge o meio ambiente, trata-se da ocorrência de impacto ambiental. (BALZON, 2012, p. 28).

O impacto ambiental consiste de qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam (BRASIL, 1984):

- A saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- As atividades sociais e econômicas;
- A biota;
- As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- A qualidade dos recursos ambientais.

Devido à composição do biogás, o lançamento do mesmo na atmosfera terá como consequência um impacto ambiental. O metano e o dióxido de carbono, principais componentes do biogás são gases causadores do efeito estufa. Vale destacar que o metano possui um Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential – GWP) vinte e cinco vezes superior ao dióxido de carbono, para um período de análise de 100 anos (IPCC, 2007).

De acordo com o IPCC (2006b, p.3.6) o metano produzido pela disposição de resíduos sólidos é responsável por 3 a 4% da emissão antropogênica de gases causadores do efeito estufa.

Outra potencial externalidade causada pelo biogás é a geração de mau cheiro, o qual pode afetar regiões a quilômetros de distância. O odor do biogás é causado pela presença de traços de compostos como: hidrocarbonetos aromáticos, hidrocarboneto clorado, hidrocarbonetos alifáticos, hidrocarbonetos poli aromatizados e hidrocarbonetos Aromáticos (YOUNG, 2010, p. 66).

4.3.2 PRODUÇÃO DE METANO NO BIOGÁS

A seguir será apresentada a metodologia utilizada pelo IPCC (2006) para calcular a quantidade de metano gerado a partir da degradação da matéria orgânica contida no resíduo sólido.

O primeiro passo para se utilizar esta metodologia é conhecer a quantidade de resíduo sólido descartado no aterro e a sua composição. Com essa informação é possível se calcular a quantidade de carbono orgânico degradável (degradable organic carbon - DOC). A quantidade de DOC varia de acordo com o tipo do resíduo sólido. O quadro abaixo apresenta a quantidade de DOC em percentual de massa contida em vários tipos de RSU.

Tipo do Resíduo	Conteúdo de DOC (%) no resíduo em base úmida
Papel/Papelão	40
Tecido	24
Alimento (resto)	15
Madeira	43
Podas de árvores e jardins	20
Fraudas	24
Borracha e couro*	39
Plástico	-
Metal	-
Vidro	-
Outros resíduos inertes	-

Quadro 3 – Conteúdo padrão de DOC (%) em base úmida

Fonte: IPCC 2006b, p.2.14

*Borracha natural normalmente não se degrada em condições anaeróbicas.

Da quantidade de DOC contida no RSU apenas uma parcela é degradável em condições anaeróbicas e desta parcela uma parte ainda entrará em decomposição em condições aeróbicas, ou seja, antes do resíduo sólido atingir as condições anaeróbicas. A quantidade de resíduo sólido que será decomposta sob condições anaeróbicas pode ser calculada pela equação abaixo:

$$DDOC_m = W \cdot DOC \cdot DOC_f \cdot MCF \quad (1)$$

A componente $DDOC_m$ (mass of decomposable DOC deposited) representa a quantidade em massa (Gg) do resíduo sólido que será decomposto em condições anaeróbicas. A componente W representa a massa de resíduo sólido descartado.

A componente DOC_f representa a fração (%) que de fato é degradável em condições anaeróbicas, já que parte do DOC não se degrada em condições anaeróbicas ou se degrada muito lentamente. Esta componente depende de uma série de fatores como temperatura, pH, umidade e o próprio tipo do RSU, o que dificulta a sua mensuração. O IPCC recomenda o valor de 50% como valor padrão, quando não for possível se obter informações mais precisas.

A componente MCF (methane correction factor) corresponde à fração do DOC que poderia se degradar em condições anaeróbicas, mas que se degradou em condições aeróbicas, antes que o RSU atingisse as condições anaeróbicas. O valor desta componente pode variar de 0,4 em vazadouro a céu aberto a 1,0 em aterros sanitários. Essa variação é resultado do manejo do resíduo sólido. Nos vazadouros a céu aberto normalmente há uma maior decomposição em condições aeróbicas na camada mais superficial, a qual não possui cobertura de terra.

Fazendo o uso dos dados acima apresentados, é possível calcular a quantidade gerada de metano pela degradação matéria orgânica. O cálculo da produção de metanos (L_0) é dado pela equação 2.

$$L_0 = DDOC_m \cdot F \cdot 16 / 12 \quad (2)$$

A componente F representa a fração de metano existente no biogás gerado pela degradação dos resíduos sólidos. O IPCC (2006b) sugere um valor padrão de 50% para a componente F . Vale salientar que o percentual de metano no biogás gerado difere-se do percentual de metano no biogás emitido para atmosfera, já que parte do dióxido de carbono contido no biogás é absorvido pela água e transformado em bicarbonato. Já a fração $16/12$ representa a relação do peso molecular do metano (16) e do carbono (12).

Para se conhecer a quantidade de metano gerada em um determinado ano o IPCC (2006b) apresenta uma metodologia chamada de First Order Decay (FOD), a qual assume que a matéria orgânica degradável (DOC) do resíduo sólido é reduzida gradativamente ao longo dos anos. Em condições estáveis, a taxa de geração de metano depende apenas da quantidade de carbono restantes no

resíduo, portanto a produção de metano é maior nos primeiros anos após o descarte dos resíduos sólidos e é reduzida gradativamente ao longo do tempo.

A equação 2 apresenta como a componente DDOC (mass of decomposable DOC deposited), dada em Gg, varia de um ano para outro. Já a equação 3 apresenta a quantidade de DDOC que foi decomposta no ano 1.

$$DDOCma_T = DDOCmd_{T-1} - (DDOCma_{T-1} \cdot e^{-k}) \quad (3)$$

$$DDOC_{m\ decom_T} = DDOCma_{T-1} \cdot (1 - e^{-k}) \quad (4)$$

Onde:

T = ano que se deseja conhecer a quantidade de matéria orgânica degradada anaerobicamente;

DDOCma_T = DDOCm acumulado no aterro sanitário no final do ano T (Gg);

DDOCma_{T-1} = DDOCm acumulado no aterro sanitário no final do ano T-1 (Gg);

DDOCmd_T = DDOCm depositado no aterro sanitário no ano T (Gg);

DDOCm_{decomp_T} = DDOCm decomposed in the SWDS in year T, Gg;

K: Constante de reação, $k = \ln(2)/t_{1/2} \cdot (y-1)$;

$t_{1/2}$ = meia vida (y);

Naturalmente caso se deseje conhecer a quantidade de metano gerado em um determinado ano, deve-se utilizar a equação 4 com o valor obtido na equação 3.

4.3.3 SISTEMA DE COLETA DE BIOGÁS

O biogás gerado nos aterros sanitários tende a se movimentar devido a combinação de dois fenômenos: difusão e convecção (KREITH; TCHOBANOGLOUS, 2002, p. 14.19). A convecção ocorre devido à diferença de pressão existente entre a atmosfera e a região interna do aterro. Já a difusão ocorre devido a movimentação das moléculas do biogás.

A liberação do biogás para a atmosfera terá como resultado a geração de mau cheiro, emissão de gases causadores do efeito estufa e o desperdício do poder energético do biogás. Portanto é necessário coletar o biogás a fim de evitar que o mesmo escoe para a atmosfera.

O sistema de coleta de biogás pode ser classificado em ativo ou passivo. O sistema ativo induz o fluxo de biogás a partir da geração de pressão negativa por um soprador. Já no sistema passivo, a pressão do gás na região interna do aterro é utilizada como o direcionador do fluxo de biogás.

Os sistemas de coleta utilizados para a extração de biogás podem possuir arranjos verticais, horizontais e a combinação de verticais e horizontais. Os sistemas de coletas utilizam poços e valas os quais escoam o biogás. A quantidade e a localização dos poços e valas são dimensionados para que os raios de ação dos mesmos cubram toda a região do aterro sanitário.

Um típico poço de extração vertical possui entre 45 e 90cm de diâmetro. Pelo interior do poço passa uma tubulação de PVC (Policloreto de vinila) ou PE (polieteno) com diâmetro de 10 a 15 cm. A referida tubulação possui uma série de perfurações em sua parte mais profunda, podendo representar de um terço a um meio da extensão total da tubulação. O espaço entre a tubulação e a parede do poço é preenchido com brita, sendo o topo do poço impermeabilizado com argila. (KREITH; TCHOBANOGLOUS, 2002, p. 14.23).

Os poços utilizados para coleta do biogás normalmente possuem uma profundidade mínima suficiente para penetrar cerca de 80% da espessura de camada dos resíduos sólidos descartados no aterro sanitário (KREITH; TCHOBANOGLOUS, 2002, p. 14.23).

O sistema de coleta horizontal requer o uso de retro-escavadeiras as quais são utilizadas para construir valas, as quais são preenchidas e impermeabilizadas em seu topo. No centro das valas é instalada uma tubulação perfurada pela qual o biogás será escoado.

As figuras 3, 4 e 5 representam respectivamente um sistema de coleta vertical, horizontal e um combinado.

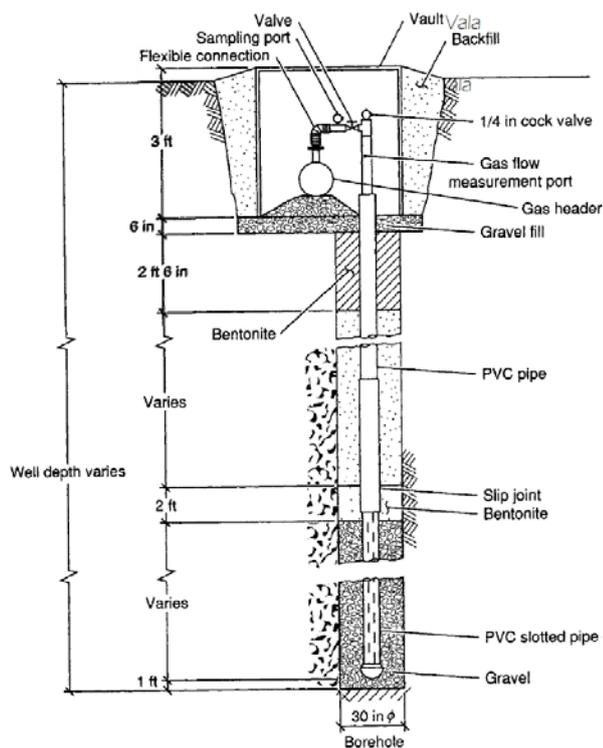


Figura 3 – Detalhe típico de poço de aterro sanitário
Fonte: KREITH; TCHOBANOGLIOUS, 2002

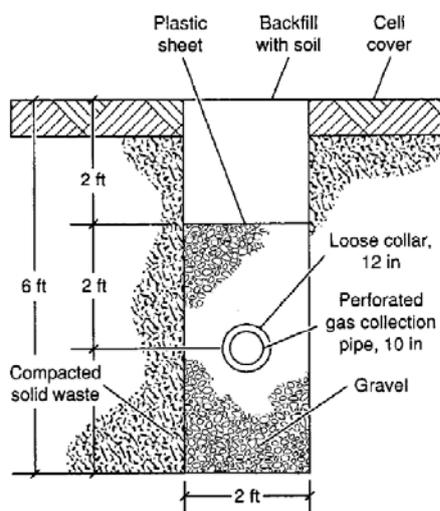


Figura 4 – Detalhe típico de uma vala de aterro sanitário
Fonte: KREITH; TCHOBANOGLIOUS, 2002

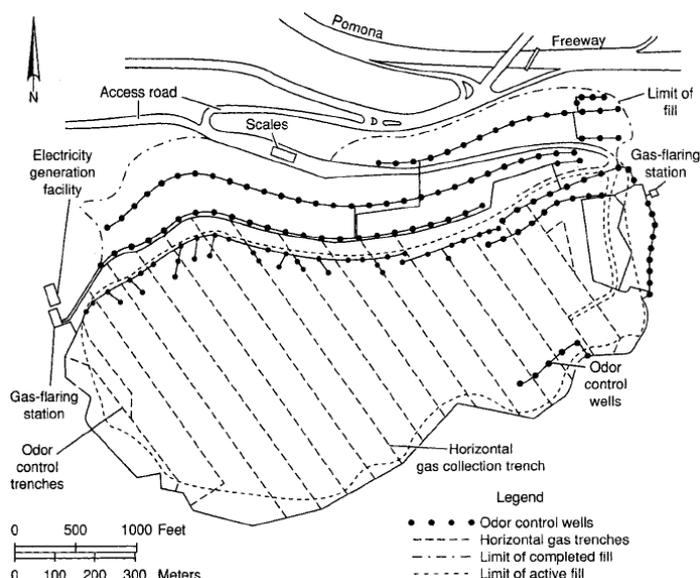


Figura 5 – Planta baixa de um sistema de coleta (combinado horizontal e vertical)
 Fonte: KREITH; TCHOBANOGLIOUS, 2002

As tubulações provenientes dos drenos são interligadas a pontos de regularização de fluxo e estes são interligados a uma linha principal, que conduz o biogás para os sistemas de queima em flare e/ ou reaproveitamento energético (ICLEI, 2009). A linha principal deve possuir uma declividade suficiente para escoar o condensado que se forma ao longo de seu trajeto, mínimo de 3%.

O condensado é gerado devido ao fato que o biogás ao ser extraído do aterro está 100% saturado e a uma temperatura superior a do ambiente (entre 40°C e 50°C). Ao longo do trajeto da tubulação o biogás é resfriado para a temperatura ambiente (25°C por exemplo) ocasionando a geração de condensado (ICLEI, 2009).

4.3.2 PRODUÇÃO DE METANO DO BIOGÁS NO BRASIL

A quantidade de metano gerado a partir da decomposição da matéria orgânica dos resíduos sólidos no Brasil pode ser estimada a partir das equações 1 e 2, apresentadas no subitem anterior e das informações contidas no gráfico 3 deste trabalho.

Considerando a produção de resíduo sólido gerado em cada uma das regiões do Brasil em 2011 (ABRELPE, 2011), calcula-se a quantidade de carbono orgânico degradável (DOC), utilizando os dados do gráfico 3.

Aplicando a equação 1 ($DDOCm = W \cdot DOC \cdot DOCf \cdot MCF$) e arbitrando os valores de 50% para a componente $DOCf$ e 1 para MCF , pode-se determinar a quantidade em massa (Gg) do resíduo sólido que será decomposto em condições anaeróbicas ($DDOCm$).

A geração de metano pode então ser determinada pela aplicação da equação 2 ($L0 = DDOCm \cdot F \cdot 16 / 12$). Considerando o valor de F igual a 50%, obtém-se a quantidade gerada de metano pela degradação matéria orgânica em cada uma das regiões do Brasil, conforme quadro abaixo.

2011						
Região	RSU Coletado (t/dia)	RSU Coletado (t/ano)	W.DOC (t/ano)	DDOCm (t/ano)	L0 (Mg CH4)	L0 (m ³ /dia CH4)
Norte	11.360	4.146.400	532.812	266.406	177.604	737.870
Nordeste	39.092	14.268.580	1.833.513	916.756	611.171	2.539.155
Centro-Oeste	14.449	5.273.885	677.694	338.847	225.898	938.511
Sudeste	93.911	34.277.515	4.404.661	2.202.330	1.468.220	6.099.832
Sul	19.183	7.001.795	899.731	449.865	299.910	1.246.000
Brasil	177.995	64.968.175	8.348.410	4.174.205	2.782.803	11.561.367

Quadro 4 – Geração de Metano no Brasil

Nota: Densidade do metano=0,717kg/m³; RSU: Resíduo Sólido Urbano

Deve-se destacar que a quantidade de metano gerado representa uma condição hipotética na qual foi considerado que todo o Resíduo Sólido Urbano gerado tem como destino os aterros sanitários ($MCF=1$).

Também não se deve concluir que todo metano gerado pode ser aproveitado, visto que o aproveitamento do mesmo depende da viabilidade econômica e técnica. Contudo, a quantidade de metano gerado, calculada no quadro acima, é sem dúvida uma referência para avaliação do potencial de geração de metano a partir dos resíduos sólidos no Brasil.

4.4 APLICAÇÕES DO USO DE BIOGÁS

Devido a alta concentração de metano no biogás este possui um poder energético que permite o seu uso para diversas aplicações. O biogás pode ser utilizado como fonte de calor a partir de sua combustão (queima direta) ou pode ser convertido em energia elétrica por meio dos seguintes sistemas: moto gerador de

ciclo Otto, turbina a gás e turbina a vapor (ciclo Rankine), por exemplo. Além destas possibilidades, o biogás também pode ser injetado na rede de distribuição de gás natural (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2008, p. 335).

A despeito das possibilidades de uso do biogás, o potencial energético do mesmo é frequentemente não utilizado. Neste caso pode-se utilizar flares (um dispositivo para a ignição e queima do biogás) para realizarem a combustão do metano e conseqüentemente reduzir o seu impacto ambiental, já que este contribui vinte e cinco vezes mais com o efeito estufa do que o dióxido de carbono (IPCC, 2007). A queima do biogás ainda contribui para redução em cerca de 98% dos componentes do biogás que causam mal odor (CHEREMISINOFF, 2003).

A queima do biogás em flares pode ser realizada por dois métodos: flares abertos (ou velas) e flares enclausurados. Os flares abertos possuem menor complexidade, consistindo de um tubo no qual o biogás escoar, uma chama piloto e um Sistema de regulação do fluxo de gás. Já os flares enclausurados consistem de queimadores enclausurados por paredes anti-chamas. Estes, diferentemente dos abertos, permitem um controle de forma mais confiável do fluxo de biogás e ar (CHEREMISINOFF, 2003).

A utilização do biogás invariavelmente exige algum tipo de tratamento do mesmo, seja para remover condensado, água, particulados, dióxido de carbono ou outros componentes orgânicos, exceto metano (CHEREMISINOFF, 2003).

5. POLÍTICAS PÚBLICAS

De acordo com Neto (2011, p. 50), o Estado possui como objetivo o bem comum de seu povo, de modo a proporcioná-lo uma vida melhor. Para tanto, possui uma série de incumbências que podem ter maior ou menor abrangência em uma determinada sociedade.

Enquanto algumas teorias sobre o Estado preconizam que as competências do mesmo devem possuir uma maior abrangência, outras afirmam que o Estado deve reduzir ao mínimo suas responsabilidades, delegando aos particulares o máximo de atribuições. Independente da abrangência, a competência do Estado caracteriza as suas atribuições instituídas para a realização do bem público, de modo a assegurar a ordem, assim como para promover o progresso e prosperidade de seu povo (FARIAS, 2011, p. 50-51).

A corrente positivista, que defende uma menor atuação do Estado, baseia-se na aplicação dos princípios da ciência econômica, em especial da economia do bem-estar. Os princípios da economia do bem-estar foram desenvolvidos inicialmente pelo economista Pigou, durante a primeira guerra mundial. Esses princípios consideram que o mercado é o mecanismo mais eficiente para alocar os recursos da sociedade, mas também admitem que existam falhas nesse mecanismo (HOWLETT, 2011, p. 26).

Para corrigir estas falhas, conhecidas como falhas de mercado, estudiosos sugerem que o governo deva agir de modo a corrigi-las. Dentre estas falhas, vale destacar as externalidades, as quais consistem nos efeitos colaterais gerados a partir do consumo ou produção de determinados bens. As externalidades não são a priori valoradas o que torna o sistema de preço incapaz de orientar a sociedade na alocação de recursos, pois os benefícios e os custos privados passam a diferir dos benefícios e custos sociais (VASCONCELOS, 2010).

A gestão do Estado é realizada pelo governo constituído, o qual busca alcançar seus objetivos por meio de políticas públicas (FARIAS, 2011, p. 51, 339). De acordo com Howlett (2011, p. 8), políticas públicas correspondem a um conjunto de decisões inter-relacionadas, tomadas por um ator ou grupo de atores políticos e que dizem respeito à seleção de objetivos e dos meios necessários para alcança-

los. Essas decisões inter-relacionadas são, muitas vezes, tomadas por diferentes indivíduos ou órgãos no interior do governo, como ministérios e secretarias.

Dentre os enfoques que as políticas públicas devem dar, vale destacar a necessidade do Estado em prover infraestrutura sócio econômica, de bem-estar e produção, para a sua sociedade. Neste enfoque inclui-se, por, exemplo, as políticas energéticas. (FARIAS , 2011, p.339).

De acordo com Hoods e Margetts (2007), os instrumentos disponíveis para aplicação de política pública podem ser agrupados, conforme o modelo NATO, em quatro categorias: instrumentos baseados na informação (nodalidade), uso de poderes legais (autoridade), uso de dinheiro (tesouro) e uso das organizações (organização).

5.1. INSTRUMENTOS BASEADOS NA INFORMAÇÃO (NODALIDADE)

A nodalidade demonstra a capacidade do governo operar como um nóculo (um ponto focal) em uma rede de informação (MEDEIROS; OLLAIK, 2001). Os instrumentos baseados na informação podem ser sintetizados em quatro possibilidades (HOWLETT, 2011), conforme segue abaixo:

- Campanhas públicas de informação;
- Exortação;
- Benchmarking e indicadores de desempenho;
- Comissões e inquéritos.

As Campanhas públicas de informação possuem o objetivo de tornar a sociedade mais esclarecida sobre determinados assuntos, permitindo que esta possa tirar suas próprias conclusões e tomem decisões com maior propriedade e segurança. É comum os governos fazerem uso de campanhas públicas de informação com a expectativa de a sociedade mudar seu comportamento sobre determinado assunto (HOWLETT, 2011).

A exortação ou “persuasão”, como também é chamada, possui o objetivo de alterar as preferências e ações da sociedade, além de apenas disseminar informações. Anúncios públicos que exortam o uso racional da energia e da água, são exemplos deste instrumento (HOWLETT, 2011).

O benchmarking e indicadores de desempenho consistem em uma técnica de coleta de informações orientada para processos, que permite

comparações estruturadas e análise de desempenho de órgãos públicos (HOWLETT, 2011).

As comissões e inquéritos são órgãos formados temporariamente para apresentar definições e soluções para problemas enfrentados pela sociedade. Estes órgãos são formados: pelo meio acadêmico e pela sociedade, que devem debater os eventuais problemas em um fórum (HOWLETT, 2011).

5.2. USO DE PODERES LEGAIS (AUTORIDADE)

Os instrumentos baseados na autoridade correspondem à habilidade de comandar e proibir, recomendar e permitir, a partir do estabelecimento de procedimentos e da identificação de símbolos do Estado. Estes símbolos são aqueles utilizados pelo governo para conceder um caráter oficial a um determinado ato.

Um símbolo de identificação do governo pode ser utilizado, por exemplo, por um documento com carimbo de um órgão da administração pública. Na prática esse documento poderia representar um ato do governo como uma licença, uma autorização ou uma permissão.

O uso do Poder Legal pode ser utilizado tanto para exigir o envio de informações de qualquer grupo ou integrante da sociedade como para estabelecer uma determinada conduta pelos mesmos (HOODS; MARGETTS, 2007, p. 53).

Os instrumentos baseados na autoridade podem ser sintetizados em três possibilidades (HOWLETT, 2011, p. 133; HOODS; MARGETTS, 2007, p. 53).

- Regulação de Comando e Controle;
- Regulação delegada ou Autorregulação;
- Comitês consultivos.

5.2.1. Regulação de comando e controle

A regulação de comando e controle é uma prescrição governamental de que deve ser cumprida pelos alvos previstos, os quais podem recair sobre questões econômicas e sociais. (ARAGÃO2013, p. 41):

A regulação estatal da economia corresponde a um conjunto de medidas legislativas, administrativas, convencionais, materiais ou econômicas, abstratas ou

concretas, pelas quais o estado, de maneira restritiva da autonomia empresarial ou meramente indutiva, determina, controla ou influencia o comportamento dos agentes econômicos, evitando que lesem os interesses sociais definidos no marco da Constituição e orientando-os em direções socialmente desejadas.

As regulações assumem várias formas e incluem regras, padrões, licenças, proibições, leis e ordens executivas.

5.2.2. Regulação Delegada ou Autorregulação

Na autorregulação os governos permitem que atores não governamentais regulem a si mesmo. Aragão (2013, p. 32) subdivide Regulação Delegada ou Autorregulação em Regulação Pública Não Estatal e em Autorregulação Privada.

Na Regulação Pública Não Estatal, entidades sociais, normalmente concernentes a determinada coletividade profissional assumem, no seu âmbito, a função de regulação sem que, contudo, sejam transformadas em órgãos do Estado, que, todavia, lhes empresta a sua autoridade por via legislativa (ARAGÃO, 2013, p. 41). Neste caso, incluem-se os conselhos profissionais e entidades desportivas.

A Autorregulação Privada corresponde a adoção voluntária por agentes do mercado à determinado conjunto de parâmetros, padrão ou norma. Neste caso, incluem-se selos de qualidade, criados por associação de produtores, (ARAGÃO, 2013, p. 41).

5.2.3. Comitês consultivos

Os comitês consultivos são um tipo de instrumento procedimental, no qual há uma delegação de direitos especiais no processo político aos seus membros. Este comitês podem ser criados para, por exemplo, assessorar tecnicamente os governos em áreas específicas e de interesse contínuo. De modo geral, estes comitês estão mais próximos da sociedade do que do próprio governo formal, ao qual se reportam.

Estes comitês podem organizar audiências e consultas com as partes interessadas no tema a ser abordado, a fim de coletar dados e informações, e promover consenso entre estas partes (HOWLETT, 2011, p. 136).

5.3. USO DE DINHEIRO (TESOURO)

Este instrumento refere-se a todas as formas de transferência financeira a indivíduos, para as as empresas e organizações por parte dos governos ou de outros indivíduos, empresas ou organizações sob o comando governamental (HOWLETT, 2011, p. 137). Essas transferências (Tesouro) podem ser utilizadas tanto para exigir o envio de informações de qualquer grupo ou integrante da sociedade como para estabelecer uma determinada conduta pelos mesmos (HOODS; MARGETTS, 2007, p. 78).

Os instrumentos políticos baseados no tesouro podem ser subdivididos em três grupos, a saber (HOWLETT, 2011, p. 137):

- Subsídios;
- Desincentivos financeiros;
- Financiamento de advocacia, grupos de interesse e think tanks.

5.3.1. Subsídios

Os subsídios podem ser classificados em três grupos: verbas, incentivos fiscais e empréstimos.

As verbas consistem em gastos com a finalidade de apoiar alguma atividade e visam, de alguma forma, promover o bem público e representa uma forma de recompensa, estímulo ou reconhecimento. Estes gastos são não reembolsáveis e são conhecidos também como subvenção (CARDOSO, 2013).

Os incentivos fiscais estão diretamente relacionados a redução da tributação ou outras formas de receitas governamentais, como royalties, incidente sobre produtos ou serviços. Os tributos incluem impostos, taxas, empréstimos compulsórios e contribuições sociais. Os incentivos fiscais trata, então, de uma renúncia de receita do governo que a faz com um determinado objetivo.

Os subsídios concedidos na forma de empréstimos consistem na concessão de crédito a um determinado agente com taxas inferiores àquela praticada pelo mercado. Estes empréstimos são também uma forma de subvenção, quando a análise considera o valor presente líquido (VPL) do fluxo de caixa advindo do pagamento das parcelas do empréstimo em comparação ao VPL que seria obtido aplicando as taxas de juros utilizada pelo mercado financeiro (HAWAWINI; VIALLET, 2009).

5.3.2. Desincentivos financeiros

A o contrário dos subsídios o foco deste grupo são os objetos indesejados pelo estado. De fato os desincentivos financeiros visam desestimular determinadas condutas, comportamentos ou ações por meio da tributação a produtos ou serviços, seja por meio de impostos ou seja por meio de taxas de uso.

De acordo com o Código Tributário Nacional (CTN), os impostos são um tipo de tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade estatal específica, relativa ao contribuinte. Portanto a aplicação dos impostos não está condicionada a nenhuma atividade estatal específica prestada em contrapartida. Pode-se concluir então que o estado pode instituir ou aumentar os impostos incidentes sobre determinados serviços ou produtos apenas com o objetivo de promover o desincentivo dos mesmos.

De acordo com o Código Tributário Nacional (CTN), as taxas possuem como fato gerador o exercício regular do poder de polícia, ou a utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição. De acordo com Howlett (2011, p. 139), as taxas de uso são comumente utilizadas para controlar externalidades negativas, como por exemplo as taxas de uso sobre poluição, conhecidas como taxa de emissão.

5.3.3. Financiamento de advocacia, grupos de interesse e think tanks.

O financiamento de advocacia corresponde uma ferramenta procedimental que incentiva a criação de grupos que representem determinados interesses da sociedade e que pressionem o governo na busca de soluções que atendam aos seus interesses. O governo pode facilitar a criação destes grupos por meio de tratamento fiscal diferenciado (favorável), apoio financeiro, concessão de direitos especiais, dentre outras formas (HOWLETT, 2011, p. 141)

Nestes grupos, enquadra-se fundações e o conceito de think tank, que faz referência a uma instituição dedicada a produzir e difundir conhecimentos e estratégias sobre assuntos vitais – sejam eles políticos, econômicos ou científicos, como por exemplo o Instituto Teotônio Vilela (IMIL, 2009).

5.4. USO DAS ORGANIZAÇÕES (ORGANIZAÇÃO)

Este instrumento refere-se a soma de propriedades territoriais, edificações, equipamentos e ao conjunto de indivíduos disponíveis pelo governo e que possuem uma série de habilidades, conhecimento e relacionamentos. Vários autores consideram o uso da organização como um instrumento derivado dos últimos três, contudo, seguindo a metodologia NATO, esta ferramenta está sendo abordada separadamente (HOODS; MARGETTS, 2007, p. 102). O uso da organização pode ser agrupado em sete perspectivas, a saber:

- Provisão direta;
- Empresas Estatais;
- Quangos;
- Parcerias;
- Família, comunidade e organização voluntárias;
- Organizações Governamentais;
- Criação de Mercado.

A provisão direta consiste na produção ou prestação de serviços, realizados diretamente pelo estado. Exemplos claros deste instrumento são o policiamento, o serviço de bombeiros, a educação e os serviços de saúde (HOWLETT, 2011, p. 142).

Segundo Pietro (2005, p. 436), as empresas estatais correspondem a todas as entidades, civís ou comerciais), que o estado possui o controle acionário e que exerça atividade econômica. Contudo, no contexto da aplicação do instrumento organização, incluem-se as entidades que não necessariamente o estado possua o controle acionário, desde que o mesmo possua certo grau de controle sobre a empresa.

Os quangos são uma sigla que abrevia o termo “quasi-autonomous non-governmental organisation”, ou em português: organizações não-governamentais quase autônomas. Os quangos guardam bastante semelhanças com as empresas estatais, contudo, se caracterizam por uma maior independência do governo (HOWLETT, 2011, p. 144).

As parcerias correspondem a ações conjuntas do estado e da iniciativa privada, na qual o estado remunera a iniciativa privada em função de uma prestação de serviço ou produção de um determinado bem de interesse público. As PPP

(Parceria Público-Privado) instituída pela n° 11.079/2004 são definidas como aquelas parcerias firmadas por contrato administrativo de concessão, na modalidade patrocinada ou administrativa.

Família, comunidade e organização voluntária podem ser utilizadas como uma ferramenta de política pública, quando o estado os utiliza para expandir as suas atividades que são de interesse da sociedade. Estes podem ser representados por igrejas organizações não governamentais (ONG) e instituições de caridade, por exemplo.

As organizações governamentais incluem instituição e destituição de departamentos, secretarias, ministérios ou qualquer repartição, assim como alteração dos ocupantes de cargos públicos nessas mesmas instituições ou repartições. Estas alterações visam afetar os processos políticos, ou seja, o processo decisório (HOWLETT, 2011, p. 151).

A criação de mercado está condicionada a existência de escassez de um determinado bem ou serviço que possa ser precificado em seu mercado, de acordo com sua oferta e demanda. Então, para criar um mercado, o governo estabelece condições em que um bem ou serviço torna-se, artificialmente, escasso.

A criação de mercado pode ser exemplificada pela limitação de licenças para taxis, imposta pelo governo de um município. Caso não houvesse necessidade de licença para prestar o serviço de taxista, certamente, não haveria valor pela licença. Contudo, como de fato as licenças foram limitadas, o próprio mercado precifica o valor da licença com base na lei da oferta e da procura.

6. POLÍTICA PÚBLICA PARA O BIOGÁS

Ao se pensar em uma política pública para o biogás, deve-se avaliar, inicialmente, quais os interesses públicos nesta política. A sociedade será beneficiada com um possível estímulo ao seu aproveitamento?

Se por um lado o biogás representa uma ameaça à sociedade, por outro, este representa uma grande oportunidade para o Estado. A ameaça está presente no impacto ambiental negativo sobre o meio ambiente. Conforme exposto nos itens 6, o biogás contribui para intensificação do efeito estufa, além de ser responsável pelo mau cheiro existente nas vizinhanças dos locais onde os resíduos sólidos são dispostos.

Já a oportunidade do biogás está presente no seu valor energético. Como já exposto, o biogás tem como seu principal componente o metano que possui um valioso potencial energético. O biogás, então, pode ampliar a oferta nacional de energia contribuindo com a redução da dependência nacional da energia hidroelétrica e o aumento da garantia do abastecimento de energia, reduzindo importação de petróleo e seus derivados, conforme apresentado no item 4. Deve-se destacar, que na medida em que o biogás é aproveitado, o seu impacto negativo (ameaça) é eliminado.

Considerando que o aproveitamento do biogás é de interesse público, o governo deve alçar mão de instrumentos de política pública, que estimulem o uso do biogás. De fato, já existem diversas ações que visam estimular o aproveitamento do biogás, contudo ainda não se observa uma sistematização entre estas ações, que possam caracterizar uma política pública do biogás.

Dentre as ações existentes que visam estimular, direta ou indiretamente, o uso do biogás, tem-se:

- Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa);
- Centro Internacional de Energias Renováveis com Ênfase em Biogás (CIER-Biogás)
- Associação Brasileira do Biogás e Biometano – Abiogás
- Projeto de Lei do Senado Nº 494/2009 – utilização do potencial de geração de energia elétrica dos aterros sanitários
- Política do Rio de Janeiro sobre Gás Natural Renovável (Lei 6361/2012);

- Redução nas Tarifas de Uso dos Sistemas de Transmissão e Distribuição (Tust);

6.1 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos foi instituída pela lei federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Esta lei dispõe sobre os princípios, objetivos, instrumentos e sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Como observado, esta lei não possui como foco central uma abordagem sobre o biogás. Apesar desse fato, o biogás é tratado indiretamente, uma vez que a existência e aproveitamento deste depende do destino e tratamento dos resíduos sólido.

Como Política Nacional de Resíduos Sólidos determina que a disposição final de resíduos sólidos se dará de forma ambientalmente adequada, ou seja, por meio de aterros sanitários, pode-se concluir que já há uma obrigatoriedade de se fazer a coleta do biogás, conforme já apresentado no item 5.

Considerando que a coleta do biogás é uma obrigatoriedade dos aterros, a avaliação técnica e econômica do aproveitamento do biogás passa a se preocupar com uma etapa a menos, visto que este sistema de coleta deverá existir independentemente de haver aproveitamento do biogás.

O Art. 15º, inciso IV, da Política Nacional de Resíduos Sólidos – 2010 prevê que o Plano Nacional de Resíduos Sólidos deverá estabelecer metas para o aproveitamento energético do biogás gerado nas unidades de disposição final de resíduos sólidos.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos, elaborado pelo Ministério de Meio Ambiente, foi aprovado em agosto de 2012 e estimou o potencial de biogás a ser aproveitado em 300 MW. Com base no potencial de aproveitamento do biogás, o MMA estipulou as metas para o aproveitamento do biogás de acordo com o Quadro 5, abaixo.

Estratégia	2015	2019	2023	2027	2031
Recuperação de gases de aterro sanitário	50MW	100MW	150MW	200MW	250MW

Quadro 5 – Metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos para Recuperação de gases de aterro sanitário

Fonte: MMA, 2012, p. 86

Para consecução das metas traçadas, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos estabeleceu duas estratégias, as quais estão apresentadas no quadro 6,

Estratégia	Descrição das Estratégias
Estratégia-4	Disponibilizar recursos especificamente voltados para a realização de estudos de viabilidade técnica, ambiental e econômica de unidades de biodigestão e sistema de captação de gases em aterros sanitários existentes ou novos.
Estratégia-7	Realizar atividades de difusão tecnológica e de conhecimentos dos processos de biodigestão para a produção de biogás e composto.

Quadro 6 – Estratégias para promover o aproveitamento do biogás

Fonte: MMA, 2012, p. 72

6.2 PROGRAMA DE INCENTIVO ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA ELÉTRICA (PROINFA);

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) foi criado em 2004 no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME) pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, e revisado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003 e regulamentado em 2004 pelo decreto 5.025.

Esse programa possui como objetivo diversificar as fontes de geração de energia, por meio da energia eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH). Neste contexto, o biogás gerado nos aterros estava contemplado neste programa, visto que o biogás se enquadra como biomassa. Entretanto, é notório que não havia um enfoque centrado no aproveitamento do biogás.

O referido programa foi dividido em duas fases, tendo a primeira o objetivo de contratar até o fim de 2006 uma potência de 3.300MW, divididas igualmente entre cada uma das fontes. O sistema de contratação do Proinfa promoveu uma reserva de mercado para determinadas fontes de energia, além de pagar um preço *premium* pela energia, a fim de incentivar o uso dessas fontes.

A despeito dos incentivos concedidos, a primeira fase do Proinfa não alcançou os resultados esperados e o governo decidiu a segunda fase do Proinfa pelo Leilão de Fontes Alternativas (CASTRO et. al, 2008, p. 56).

A segunda etapa do PROINFA foi substituída pelo leilão de fontes alternativas (LFA) o qual foi realizado em 2007 e contratou 511,9MW de potencia ou 115MW médios para começarem a operar em 3 anos (CASTRO et. al, 2008, p. 57).

Embora os resultados do PROINFA e do LFA tenham sido importantes, estes ficaram bem aquém do potencial existente. De acordo com Castro et. al (2008, p. 58) os resultados são atribuídos em grande parte ao preço teto do MWh estipulado pelo governo.

6.3 CIER-BIOGÁS

O Centro Internacional de Energias Renováveis com Ênfase em Biogás (CIER-Biogás) é uma iniciativa liderada pela Itaipu e que reúne 22 instituições trabalhando em rede (ITAIPÚ, 2013). Dentre as instituições que compõe essa rede estão:

- Eletrobrás;
- Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA);
- Embrapa;
- Itamaraty;
- Centro de Tecnologia do Gás e Energias Renováveis CTGAS-ER;
- Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO).

Considerando que todas estas instituições possuem ações voltadas para o uso do biogás, o trabalho coordenado destas instituições deve contribuir com uma sinergia que proporcione mais benefícios do que se estas trabalhassem isoladamente.

O CIER-Biogás realiza análises laboratórias do biogás, com o intuito de demonstrar e comprovar a aplicabilidade do mesmo para fins energéticos, além de promover cursos de capacitação e atualização sobre o biogás (PTI, 2014).

6.4 ABIOGÁS

A Abiogás foi criada em 19 de dezembro de 2013 e possui como objetivo o desenvolvimento de políticas públicas que levem à institucionalização do processo de produção e uso do biogás e do biometano no país. A Abiogás ainda deseja se tornar um canal de interlocução entre a sociedade civil, governos federal e estaduais, e outras entidades, a fim de promover um Programa Nacional para o Biogás e o Biometano. (ECOLÓGICO, 2013)

Na oportunidade da criação da Abiogás, o seu então presidente, Cícero Bley Jr., declarou que a promoção do biogás poderá ocorrer por linhas de crédito compatíveis com os custos e escala dos equipamentos e por meio de uma redução da tributação incidente sobre o biogás, ao invés de subsídios (GASNET, 2013).

6.5 PROJETO DE LEI DO SENADO Nº 494/2009

O Projeto de Lei do Senado Nº 494/2009 dispõe sobre a utilização do potencial de geração de energia elétrica dos aterros sanitários pelos municípios com mais de 200 mil habitantes.

Este projeto visa incentivar o aproveitamento do biogás, privilegiando a contratação de empresas prestadoras de serviço público de limpeza urbana que possuam projeto de aproveitamento do biogás. Caso o projeto seja aprovado, a Lei nº 8.666/1993 (lei das licitações) será alterada, sendo acrescido o seguinte texto no seu art. 12º:

“Parágrafo único. Para os contratos de prestação de serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, os municípios com mais de 200 mil habitantes considerarão principalmente os projetos básicos e os projetos executivos que ofereçam a utilização do potencial de geração de energia elétrica dos aterros sanitários.” (BRASIL, 2009)

Após quatro anos, o projeto está pronto para ser colocado em votação na Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle (CMA). O resultado é incerto, visto que este projeto tem causado bastante polêmica e há pareceres contras e favoráveis (AGÊNCIA SENADO, 2014).

6.6 POLÍTICA DO RIO DE JANEIRO SOBRE GÁS NATURAL RENOVÁVEL

Política Estadual de Gás Natural Renovável do Rio de Janeiro, instituída pela lei estadual N°6361/2012, visa incentivar a produção e o consumo de Gás Natural Renovável - GNR, que corresponde ao gás gerado a partir da biodigestão anaeróbica de resíduos orgânicos, incluindo, conseqüentemente, o biogás gerado em aterros.

Esta lei busca estimular o uso do biogás por meio da criação de um mercado para o mesmo. A criação do mercado se dá pela obrigatoriedade das distribuidoras de gás canalizado no estado do Rio de Janeiro adquirir o biogás. A formação do preço máximo de aquisição do biogás passa a ser definido via decreto governamental. Abaixo segue transcrição do art. 3° desta lei.

“As concessionárias de distribuição de gás canalizado do Estado do Rio de Janeiro ficam obrigadas a adquirir, de forma compulsória, todo o Gás Natural Renovável - GNR, produzido no Estado até o limite de 10% (dez por cento) do volume de gás natural convencional distribuído por cada uma delas, não incluído o volume destinado ao mercado termelétrico.” (RIO DE JANEIRO, 2012).

O parágrafo 2° do art. 3° desta lei ainda determina que o estado do Rio de Janeiro conceda capacitações técnicas e disponibilize linhas de financiamento para aquisição de tecnologias de produção, coleta e transporte de biogás.

6.7 REDUÇÃO NAS TARIFAS DE USO DOS SISTEMAS DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO (TUST);

A resolução normativa da ANEEL n° 77 estabelece que uma redução de 100% das tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição (Tust), aplicáveis à produção e ao consumo de energia elétrica gerada por empreendimento que utilizem como insumo energético, no mínimo, 100% (cem por cento) de biomassa composta de resíduos sólidos urbanos e/ou de biogás (ANEEL 2004).

A aprovação deste incentivo visa contribuir com a maior competitividade da energia elétrica gerada pelo biogás, já que reduz o seu custo de

transmissão. Vale destacar que a aprovação deste incentivo foi precedido por uma consulta pública, promovida pelo ente regulador (ANEEL) , tendo se estendido de fevereiro a março de 2007.

6.8 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE BIOGÁS

Como já mencionado no trabalho, já há exemplos de utilização do biogás no Brasil. O quadro abaixo resume exemplo de aplicações de biogás.

Aterro Sanitário	Cidade	Aplicação	Empresa Responsável
Aterro Metropolitano Centro de Salvador	São Cristovão/BA	O Biogás é utilizado para geração de energia elétrica em 19 motogeradores de 1.038 KW	Termoverde Salvador S.A
Aterro Metropolitano de Gramacho	Duque de Caxias/RJ	O Biogás é injetado na rede de distribuição de gás natural e transportado por 6km para a Refinaria Duque de Caxias. Capacidade para produzir 70 milhões de m ³ por ano.	Novo Gramacho Energia
Aterro Sanitário Bandeirantes	São Paulo/SP	O Biogásizado para geração de energia elétrica em 24 motogeradores de 925kW	Usina Termelétrica - Bandeirantes

Quadro 7 – Exemplos de aplicação de Biogás

7. CONCLUSÃO

É evidente que o aproveitamento do biogás é de interesse público, seja pela redução do impacto ambiental causado pelos gases causadores do efeito estufa, seja pelo seu potencial energético. Como a produção do biogás é inerente à geração de resíduos sólidos, que possuam matéria orgânica, este ainda pode ser classificado como uma fonte de energia renovável.

A despeito dos potenciais benefícios do biogás, este é muito pouco explorado, especialmente devido a sua baixa competitividade em relação a outros energéticos. Neste contexto o governo deve contribuir por meio de políticas públicas que busquem incentivar o uso deste energético.

Neste trabalho foram identificadas iniciativas do governo que de certa forma contribuem com uso do biogás, contudo estas ainda não foram suficientes para inverter a realidade na qual o aproveitamento do biogás é uma exceção e não a regra.

Existem diversos instrumentos para aplicação em uma política pública, que podem ser expressos pelo modelo NATO. Este trabalho apresentou estes instrumentos e identificou o uso de alguns destes no Brasil, como o PROINFA e a ABIOGÁS. Entretanto não foi identificada uma inter-relação entre as ações de forma integrada.

As ações que buscam incentivar o uso do biogás têm ocorrido de forma isolada, sem haver necessariamente uma conexão entre as mesmas que proporcione uma maior sinergia. Percebe-se também uma descontinuidade destas ações e uma falta de enfoque específico para o Biogás, como é o caso do PROINFA.

Diante dos benefícios incorridos do aproveitamento do biogás e, conseqüentemente, do interesse público é imperativo aos gestores públicos a formação e aperfeiçoamento de políticas públicas que incentivem o uso do biogás

REFERÊNCIAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**: 2011. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm>. Acesso em: 10 jun. 2014, 21h.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1992.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução normativa nº 77**, de 18 de agosto de 2004. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 de agosto de 2004.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**: 2012. Rio de Janeiro : ANP, 2012.

AGÊNCIA SENADO. **Projeto estimula geração de energia elétrica em aterros sanitários**. 2014. Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/noticias/materias/2014/02/28/projeto-estimula-geracao-de-energia-eletrica-em-aterros-sanitarios>>. Acesso em: 20 mar. 2014, 22h.

ARAGÃO, Alexandre Santos. **Agências reguladoras e a evolução do direito administrativo**. 2013.

AZEVEDO, Lizandra Prado de; Landim, Ana Luiza Pinto Ferreira. **O aproveitamento energético do biogás em aterros sanitários: Unindo o inútil ao sustentável**. Rio de Janeiro de 2008.

BALZON, Dalvo Ramires. Apostila MÓDULO ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE. Curitiba, 2012.

BORBA, Silvia Mary Pereira. Análise de modelos de geração de gases em aterros Sanitários: estudo de caso. Rio de Janeiro, RJ, Setembro de 2006.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 38 de agosto de 2010.

BRASIL. **Projeto de Lei do Senado Nº 494 de 2009**. Congresso Nacional. 2009.

CALHEIROS, Silvana Quintella Cavalcanti. **Gerenciamento integrado para transferência e destino final dos resíduos sólidos urbanos de Maceió**. Maceió, AL, abril, 2004.

CARDOSO, Eleonora Ribeiro. **Subsídio – um instrumento econômico de política Ambiental: usos e limitações**. Disponível em: <<http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/air-emissions.html>>. Acesso em: 09 mar. 2013, 20h.

CASTRO, José; et al. Bioeletricidade: a industria de álcool e açúcar e a bioeletricidade: possibilidades e limites. Rio de Janeiro: Synergia: Eletrobrás: GESEL, UFRJ, 2008

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Biogás: Pesquisas e Projetos no Brasil. São Paulo, SP, 2006

CHEREMISINOFF, Nicholas. **Handbook of solid waste management and waste minimization technologies**. USA, 2003.

DEUBLEIN, Dieter; STEINHAUSER, Angelika. **Biogas from Waste and Renewable Resources**. Federal Republic of Germany: Strauss GmbH, Mörlenbach, 2008.

EXOLÓGICO. Setor do biogás se organiza no Brasil para ampliar presença na matriz energética nacional. 2013. Disponível em: <<http://www.revistaecologico.com.br>>. Acesso em: 20 mar. 2014, 21h.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil) (EPE). **Balanço energético nacional 2013**: Ano base 2012. Rio de Janeiro, 2013.

EVIROMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. **Air Emissions**, 2013. Disponível em: <<http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/air-emissions.html>>. Acesso em: 27 ago. 2013, 20h.

FARIAS, Pedro Sabino de, Neto. **Ciência Política**: enfoque integral avançado. São Paulo: Atlas, 2011.

FEM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte, 2010.

GASNET. Abiogás: nova entidade quer plano nacional para o biogás e biometano. 2013. Disponível em: <<http://www.gasnet.com.br/conteudo/15984>>. Acesso em: 20 fev. 2014, 18h.

GRANZIEIRA, Maria Luiza Machado. **Direito Ambiental**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

HARPER, Stephen R.; ROSS Charles C.; SMITH, M i r h d S.; WAISH James L, Jr.; WLLKLN R , W. Allen. **Handbook on biogas utilization**. Alabama, USA, 1988.

HAWAWINI, Gabriel; VIALLET, Claude. **Finanças para executivo**: gestão para criação de valor. 3 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

HOODS, Christopher C.; MARGETTS, Helen Z. The tools of government in the digital era. 1 ed. New York, USA: Palgrave Macmillan, 2007.

ICLEI. **Manual para Aproveitamento de Biogás**. São Paulo, Brasil 2009.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Key world energy statistics: 2012**. Paris, France, 2012.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World energy outlook: 2010**. Paris, France, 2010.

IMIL - INSTITUTO MILLENIUM. **O que significa um think tank no Brasil de hoje**. 2009. Disponível em: <http://www.imil.org.br/artigos/o-que-significa-um-think-tank-no-brasil-de-hoje>. Acesso em: 11 mar. 2013, 22h.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA A E ESTATÍSTICA – IBGE. **Projeção da população do Brasil por sexo e por idade 1980-2050**. Rio de Janeiro, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA A E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico**. Rio de Janeiro, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos**

Sólidos Urbanos. Brasília, 2012.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Guidelines for national greenhouse gas inventories**. Vol. 2, Hayama, Japan, 2006a.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Guidelines for national greenhouse gas inventories**. Vol. 5, Hayama, Japan, 2006b.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007a: **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

ITAIPÚ BINACIONAL. Itaipu apresentará centro de biogás em fórum mundial de energia. 2013. Disponível em <http://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/itaipu-apresentara-centro-de-biogas-em-forum-mundial-de-energia>.

Acesso em: 10 mar. 2014, 20h.

JOHANNESSEN, Lars Mikkel. **Guidance Note on Recuperation of Landfill Gas from Municipal Solid Waste Landfills**. Washington, U.S.A: THE WORLD BANK, 1999.

KUMAR Sunil; BHARTI, Ajay. **Management of organic waste**. Rijeka, Croatia: InTech, 2011.

KREITH, Frank; TCHOBANOGLOUS. **Handbook of Solid Waste Management**. United States of America: McGraw-Hill Companies, 2002.

LANZA, V. C. V. **Caderno Técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2009.

MEDEIROS, Jenann Joslin; OLLAIK, Leila Giandoni. **Instrumentos governamentais**: para uma agenda de pesquisa sobre implmentação de políticas públicas no Brasil. **Revista** administração Pública, Piracicaba-SP, V. 8, Nº 17 – pp. 37-41, 2001.

MAY, Peter H. *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano nacional de Resíduos sólidos**. Brasília: 2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil) (MME). **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME : EPE, 2007.

PTI - PARQUE TECNOLÓGICO ITAIPÚ. **Centro de estudos do biogás**. Disponível em <http://www.pti.org.br/biogas>. Acesso em: 10 mar. 2014, 20h.

PIETRO, Maria Sylvia Zanella Di. *Direito Administrativo*. 2005.

REN21. **Renewables 2013 - global status report**. Paris, France, 2013.

RIO DE JANEIRO. Política estadual do gás natural renovável – GNR, Lei nº 6.361, 18 de dezembro de 2012. **Diário Oficial do Rio de Janeiro**, Poder Executivo, Rio

SCS ENGINEERS. **Implementation guide for landfill gas recovery projects in the northeast**. Virginia, USA, 1994.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H. & VINIL, S. **Integrated solid waste management. Engineering principles and management issues**. Irwin MacGraw-Hill. 1993. 978p. Apud BORBA, Silvia Mary Pereira. Análise de modelos de geração de gases em aterros Sanitários: estudo de caso. Rio de Janeiro, RJ, Setembro de 2006.

TEODORITA Al Seadi et Al. **Biogas handbook**. Denmark, 2008.

TWIDELL, John; WEIR, Tony. **Renewable energy** resources. United States of America: Taylor & Francis, 2006.