

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LEONARDO MAZIERO

A INFLUÊNCIA DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA  
REDUÇÃO DA EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Mudanças Climáticas, Projetos Sustentáveis e Mercado de Carbono da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof<sup>ª</sup> M.Sc. Greyce C. B. Maas

CURITIBA

2013

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Revisão Bibliográfica .....</b>	<b>5</b>
2.1. Cenário Brasileiro de Geração e Gerenciamento de Resíduos Sólidos .....	5
2.3. Cenário Brasileiro de Emissões de Gases do Efeito Estufa.....	7
2.4. Emissões de GEE e Potencial Energético na Destinação de Resíduos Sólidos.....	8
2.5. Política Nacional sobre Mudanças do Clima.....	9
<b>3. Material e Métodos .....</b>	<b>10</b>
<b>4. Resultados e Discussão.....</b>	<b>10</b>
4.1.Determinações da Política Nacional de Resíduos Sólidos que podem influenciar na redução da emissão de GEE. ....	10
4.2. Relação entre Plano Nacional sobre a Mudança do Clima e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. ....	15
<b>5. Conclusões .....</b>	<b>17</b>
<b>6. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>18</b>

# A INFLUÊNCIA DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA REDUÇÃO DA EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Leonardo Maziero<sup>1</sup>

1. Bacharel em Gestão Ambiental, Universidade de São Paulo – USP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, lmaziero@gmail.com.

## RESUMO

No Brasil, grande parte dos resíduos sólidos urbanos é disposta em locais que não apresentam as medidas necessárias para a efetiva proteção do meio ambiente. A disposição inadequada, além de contribuir com diversos tipos de poluição, emite os chamados Gases do Efeito Estufa (GEE), aos quais é atribuída a responsabilidade pelo aquecimento global. Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho foi identificar as determinações constantes na Política Nacional de Resíduos Sólidos que poderão influenciar direta ou indiretamente na redução das emissões de GEE's, e que auxiliarão a atingir as metas de redução estabelecidas pela Política Nacional sobre Mudança do Clima. A metodologia aplicada foi à pesquisa descritiva documental, de abordagem qualitativa das leis nº 12.187/2009 (Política Nacional de Mudanças Climáticas) e 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) e dos decretos nº 7.390/2010 (regulamenta a Lei que institui a PNMC) e 7.404/2010 (regulamenta a Lei que institui a PNRS). Foi então realizada análise do Plano Nacional sobre Mudança do Clima e do Plano Nacional de Resíduos Sólidos na busca de pontos de cooperação que resultassem no alcance dos objetivos de redução das emissões no setor de resíduos. Foram identificadas diversas disposições que poderão influenciar na redução das emissões, tais como: eliminação dos lixões, redução do consumo, aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos, incentivo a reciclagem, recuperação energética e compostagem. Apesar do Plano Nacional de Mudanças Climáticas ter sido criado antes da nova Política Nacional de Resíduos Sólidos, conclui-se que o mesmo considera de forma incisiva a importância do setor de resíduos para a redução das emissões no Brasil, com ênfase para a valorização energética sustentável de resíduos.

Palavras-chave: Rejeito, Lixo, Mudanças Climáticas.

## ABSTRACT

### IMPACTS OF NATIONAL SOLID WASTE POLICY IN REDUCING EMISSIONS OF GREENHOUSE GASES

In Brazil, most of the municipal solid waste is disposed in locations that do not have the necessary measures for the effective environment protection. The improper disposal, besides contributing with various types of pollution, emits so-called Greenhouse Gases (GHG), which is assigned the responsibility for global warming. In this context, the aim of this study was to identify the provisions contained in the National Solid Waste Policy, which may influence directly or indirectly the reduction of GHG emissions, and that will help to achieve the reduction targets established by the National Policy on Climate Change. The methodology was applied to the descriptive documentary, qualitative approach to law n 12.187/2009 (National Policy on Climate Change) and 12.305/2010 (National Solid Waste Policy) and decrees n 7.390/2010 (regulates law establishing the NPCC) and 7.404/2010 (regulates law establishing the NWSP). Was then performed analysis of the National Plan on Climate Change and the National Plan Solid Waste, in search of cooperation points that would result in the goal achievement of reducing emissions in the waste sector. Were identified several provisions that may influence the reduction of emissions, such as elimination of landfills, reducing consumption, energy utilization of gases generated in units of final disposal of waste, encouraging recycling, energy recovery and composting. Although the National Plan on Climate Change have been created before

the new National Solid Waste Policy, concludes that it considers starkly the importance of the waste sector to reduce emissions in Brazil, with emphasis on sustainable energy recovery residue.

Keywords: Reject, Waste, Climate Change.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção e o consumo de bens e serviços no Brasil e no mundo foram intensificadas pelo crescimento populacional, urbanização e desenvolvimento econômico. Como decorrência desses processos houve o aumento da quantidade e diversidade de resíduos sólidos urbanos produzidos, principalmente nos aglomerados urbanos.

Os dados do Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil (ABRELPE, 2012) apontam que 90% dos resíduos são coletados no Brasil. Desse total, 17,8% são destinados a lixões, 24,2% vão para aterros controlados e 58,0% para aterros sanitários. Isso significa que 42% ainda tem destinação inadequada, sendo encaminhados para lixões ou aterros controlados, os quais não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para a proteção do meio ambiente.

A disposição inadequada desses resíduos compromete a qualidade do solo, da água (subterrânea e superficial) e do ar. O solo e a água podem ser contaminados pelo líquido gerado na decomposição da matéria orgânica presente no lixo (chorume). Além desses impactos, com a decomposição dos resíduos há também a produção e emissão dos chamados Gases de Efeito Estufa (GEE's), aos quais é atribuída a responsabilidade pela ocorrência do fenômeno do aquecimento global.

Segundo o relatório de Estimativas Anuais de Emissões de Gases do Efeito Estufa, realizado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2013), em 2010 o setor de disposição de resíduos sólidos e o tratamento de efluentes foi responsável por cerca de 4% das emissões nacionais de GEE's. Sendo que, as variações percentuais acumuladas no período de 2005 a 2010 mostram que as emissões desse setor cresceram a uma taxa superior a 16%, representando um importante setor em termos de potencial de redução de emissão.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima, instituída pela Lei nº 12.187 de 2009 e regulamentada pelo Decreto nº 7.390 de 2010, oficializa o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima, de reduzir as emissões de GEE's entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas para o ano de 2020.

De acordo com o Decreto nº 7.390/2010 as emissões nacionais de gases do efeito estufa para o ano de 2020 foram estimadas em 3.236 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq. Assim, a redução das emissões ficou estabelecida entre 1.168 milhões toneladas de CO<sub>2</sub>eq (36,1%) e 1.259 milhões

toneladas de CO<sub>2</sub>eq (38,9%). Para o setor de Processos Industriais e Tratamento de Resíduos foi estimado a emissão de 234 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq, 7% das emissões totais.

Um ano após entrar em vigor a Política Nacional sobre Mudança do Clima, surge a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada pela Lei 12.305 de 2010 e regulamentada pelo Decreto 7.404 de 2010. A referida lei estabelece princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para o gerenciamento e a gestão integrada dos resíduos sólidos, e surge como uma ferramenta para diminuir a emissão dos GEE's e alcançar a meta estabelecida pela Política Nacional sobre Mudança do Clima.

Dentro desse contexto, o objetivo do artigo é identificar as determinações constantes na Política Nacional de Resíduos Sólidos que poderão influenciar direta ou indiretamente na redução das emissões de gases de efeito estufa, e que por consequência auxiliarão a atingir as metas estabelecidas pela Política Nacional sobre Mudança do Clima. Também é objetivo deste trabalho identificar a relação entre o Plano Nacional sobre Mudança do Clima e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, para verificar se as deliberações estabelecidas em ambos estão em sintonia e interligadas aos objetivos das políticas citadas.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Cenário Brasileiro de Geração e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**

Devido a diversos fatores, tais como insuficiência do sistema público de coleta, disposição irregular e coleta informal, não necessariamente todo o resíduo sólido gerado é coletado. Os dados do Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil (ABRELPE, 2012) apontam que em 2012 foi produzido no Brasil 62.730.096 toneladas de RSU e coletados 56.561.865 toneladas, isso significa que 90,17% dos RSU são coletados e por consequência cerca de 6,2 milhões de toneladas (9,83%) tiveram destinação imprópria, já que não foram coletados. É importante citar que, o Panorama 2012 elaborado pela ABRELPE, assim como todos os anteriores, o universo pesquisado é de 401 municípios.

Além disso, a geração de RSU no Brasil cresceu 1,3% de 2011 para 2012, índice superior a taxa de crescimento populacional urbano (0,9%).

Em contrapartida, houve um pequeno aumento (1,9%) na quantidade de RSU coletados de 2012 para 2011. A comparação deste índice com o crescimento da geração de RSU mostra uma discreta evolução na cobertura dos serviços de coleta de resíduos.

Do total de resíduos sólidos coletados no ano de 2012, 58% são destinados a aterros sanitários, 24,2% para aterros controlados e 17,8% para lixões (ABRELPE, 2012). Isso significa que 42% dos resíduos coletados ainda tem destinação inadequada sendo encaminhados para lixões ou aterros

controlados, os quais não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para a proteção do meio ambiente.

## **2.2. Política Nacional de Resíduos Sólidos**

No Brasil, a Constituição Federal, promulgada em 1988, garante, em seu artigo 225, o direito de todos os brasileiros “ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. O artigo 23 define que são competências comuns da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios “proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas”.

Em consonância com a Constituição Federal a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada pela Lei 12.305 de 2010 e regulamentada pelo Decreto 7.404 de 2010 estabelece princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para o gerenciamento e a gestão integrada dos resíduos sólidos.

Entre as diversas diretrizes estabelecidas pela lei, destaca-se a ordem de prioridade para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, sendo: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Capítulo 1, Art. 9º).

Em seu Artigo 7º são determinados os objetivos da PNRS, dentre eles estão: adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; e incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético.

A PNRS estabelece ainda a diferença entre resíduos sólidos e rejeitos, na qual os resíduos sólidos devem ser reaproveitados ou reciclados e somente depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, se tornam rejeitos e devem ter a disposição final ambientalmente adequada.

A lei exige, no prazo de dois anos a partir da sua regulamentação, a elaboração dos planos de resíduos sólidos nacional, estadual e municipal que erradiquem os lixões, apresentem metas gradativas de redução, reutilização e reciclagem, com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição no solo. Sendo que, o acesso aos recursos financeiros da União direcionados à gestão dos resíduos sólidos dependerá da apresentação dos planos de resíduos sólidos.

Dentre os conteúdos mínimos dos planos de resíduos sólidos destacam-se:

- a) diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos;
- b) metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

c) metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;

d) metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

e) normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos.

No artigo 30 é instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

Os objetivos da responsabilidade compartilhada são: promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas; reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais; e incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade.

Outro fator importante da PNRS, apresentado no artigo 47, foi a proibição de lançamento de resíduos in natura a céu aberto (excetuados os resíduos de mineração) e a queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade.

### 2.3. Cenário Brasileiro de Emissões de Gases do Efeito Estufa

O relatório de Estimativas Anuais de Emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), realizado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2013), apresentou os quantitativos das emissões brasileiras de GEE's no período entre 2005 e 2010, divididas por setor, conforme descrito a seguir.

- **Energia:** Emissões devido à queima de combustíveis e emissões fugitivas da indústria de petróleo, gás e carvão mineral.
- **Processos Industriais:** Emissões resultantes dos processos produtivos nas indústrias e que não são resultado da queima de combustíveis.
- **Agropecuária:** Emissões devido à fermentação entérica do gado, manejo de dejetos animais, solos agrícolas, cultivo de arroz e queima de resíduos agrícolas.
- **Mudança de Uso da Terra e Florestas:** Emissões e remoções resultantes das variações da quantidade de carbono, seja da biomassa aérea, seja do solo, considerando-se todas as transições possíveis entre diversos usos, além das emissões de CO<sub>2</sub> por aplicação de calcário em solos agrícolas e das emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O pela queima de biomassa nos solos. O crescimento da vegetação em áreas consideradas manejadas gera remoções de CO<sub>2</sub>.
- **Tratamento de Resíduos:** Emissões pela disposição de resíduos sólidos e pelo tratamento de esgotos, tanto doméstico/comercial quanto industrial, além das emissões por incineração de resíduos e pelo consumo humano de proteínas.

Do total de 1.246.476 Gg CO<sub>2</sub>eq das emissões brasileiras de gases de efeito estufa, o setor de agropecuária foi responsável por 35% das emissões, energia por 32%, Mudança de Uso da Terra e Florestas por 22%, Processos Industriais por 7% e Tratamento de Resíduos por 4%, conforme detalhado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Emissões brasileiras de gases de efeito estufa no período entre 2005 e 2010.

SETOR	2005		2010		VARIÇÃO 2005-2010
	Gg CO <sub>2</sub> eq	%	Gg CO <sub>2</sub> eq	%	
Energia	328.808	16,2	399.302	32,0	21,4
Processos industriais	77.943	3,8	82.048	6,6	5,3
Agropecuária	415.713	20,5	437.226	35,1	5,2
Mudança de Uso da Terra e Florestas	1.167.917	57,5	279.163	22,4	-76,1
Tratamento de Resíduos	41.880	2,0	48.737	3,9	16,4
<b>TOTAL</b>	<b>2.032.261</b>	<b>100</b>	<b>1.246.476</b>	<b>100</b>	<b>-38,7</b>

**Fonte:** Adaptado de MCTI 2013.

Portanto, apesar do setor de disposição de resíduos sólidos e o tratamento de efluentes ser responsável por apenas 4% das emissões nacionais de GEE's em 2010, a variação percentual acumulada no período de 2005 a 2010 mostra que as emissões desse setor cresceram a uma taxa superior a 16%, representando um importante setor em termos de potencial de redução de emissões.

#### **2.4. Emissões de GEE e Potencial Energético na Destinação de Resíduos Sólidos**

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2013) realizou uma estimativa da geração de gases de efeito estufa e do potencial energético oriundos da destinação de resíduos sólidos no Brasil. O Atlas foi um projeto selecionado pela Agência de Proteção Ambiental Americana para ser financiado com recursos do programa de estímulo à captação e aproveitamento do gás metano. O horizonte de tempo utilizado para a modelação foi de 2009 a 2039, e para realizar a estimativa de geração de biogás nos diferentes locais de destinação de resíduos foi utilizado o método do IPCC (Método do Decaimento de Primeira Ordem) publicado no Guia de Boas Práticas IPCC 2000.

Durante o período de 30 anos analisado pela ABRELPE, estimou-se que a destinação de resíduos possa gerar cerca de 892 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, o que representa uma média anual de 29,7 milhões de toneladas. A região Sudeste geraria cerca de 60% das emissões do país, seguida pela região Nordeste, com 18%. As regiões Centro-Oeste e Sul teriam geração de 8% cada uma, e a região Norte, 6%. De acordo com os dados apresentados no documento, 69% das

emissões em aterros sanitários ocorreriam na região Sudeste e a maior participação de emissões em lixões é proveniente da Região Nordeste.

Para chegar ao potencial energético foram utilizados os resultados da modelação e aplicadas algumas hipóteses conservadoras para a geração de energia a partir do biogás de aterros. Foi considerado, por exemplo, que apenas 40% do biogás gerado em cada região e em cada estado poderia ser utilizado para geração de eletricidade. Concluiu-se então que o Brasil, além dos projetos de MDL já registrados, possui um potencial energético adicional de aproximadamente 282 MW, sendo o maior potencial localizado na Região Sudeste, com possibilidades de atingir uma capacidade instalada de até 170MW. A Região Nordeste conta com um potencial de 49MW e as Regiões Sul, Centro-Oeste e Norte capacidades similares de 23MW, 22MW e 18MW, respectivamente.

## 2.5. Política Nacional sobre Mudanças do Clima

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187 de 2009 e regulamentada pelo Decreto nº 7.390 de 2010, em seu Artigo 12, oficializa o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima, de reduzir as emissões de GEE's entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas para o ano de 2020.

Segundo o Decreto nº 7.390 de 2010 as emissões nacionais de gases do efeito estufa para o ano de 2020 foram estimadas em 3.236 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq, sendo divididas em 1.404 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq para o setor de Mudança de Uso da Terra, 868 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq para Energia, 730 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq para Agropecuária e 234 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq para Processos Industriais e Tratamento de Resíduos, conforme detalhado na Tabela. Assim, a redução das emissões para o ano de 2020 ficou estabelecida entre 1.168 milhões toneladas de CO<sub>2</sub>eq (36,1%) e 1.259 milhões toneladas de CO<sub>2</sub>eq (38,9%) do total das emissões estimadas.

**Tabela 2:** Projeções das emissões brasileiras de gases de efeito estufa para o ano de 2020.

SETOR	2020 (milhões de ton CO <sub>2</sub> eq)	%
Energia	868	26,8
Processos Industriais e Tratamento de Resíduos	234	7,2
Agropecuária	730	22,6
Mudança de Uso da Terra e Florestas	1.404	43,4
<b>TOTAL</b>	<b>3.236</b>	<b>100</b>

**Fonte:** Adaptado do Decreto nº 7.390 de 2010.

A PNMC, em seu artigo 4º estabeleceu como um de seus objetivos a redução das emissões de GEE's oriundas das atividades humanas, em suas diferentes fontes, inclusive naquelas referentes aos resíduos sólidos urbanos.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia aplicada na realização deste trabalho foi à pesquisa descritiva documental, de abordagem qualitativa. A pesquisa foi baseada na análise das leis nº 12.187/2009 (Política Nacional de Mudanças Climáticas) e 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), decretos nº 7.390/2010 (regulamenta a Lei que institui a PNMC) e 7.404/2010 (regulamenta a Lei que institui a PNRS).

O tema que norteou a pesquisa foi: “Disposições da Política Nacional de Resíduos Sólidos que podem influenciar na redução da emissão de GEE”. Para auxiliar na análise foi realizada pesquisa bibliográfica não sistemática, objetivando embasar com dados técnico-científicos os argumentos que justifiquem a possível redução de emissões.

Em seguida, foi realizada análise do Plano Nacional sobre Mudança do Clima de dezembro de 2008 e do Plano Nacional de Resíduos Sólidos de 2012 na busca de pontos de interação que resultassem no alcance dos objetivos de redução das emissões no setor de resíduos.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.1.Determinações da Política Nacional de Resíduos Sólidos que podem influenciar na redução da emissão de GEE.**

O artigo 6º, da Lei nº 12.305/2010, estabelece os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos, sendo que dentre estes se destacam: o desenvolvimento sustentável; e a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta. Os dois princípios estão relacionados ao desenvolvimento sustentável e a redução do consumo, uma vez que pregam a preservação do meio ambiente para as presentes e futuras gerações.

O artigo 7º apresenta os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, dentre estes os que podem influenciar diretamente na redução dos GEE são: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada

dos rejeitos; adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; e incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético.

Em seu artigo 9º é estabelecida a seguinte ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A seguir serão apresentadas individualmente as disposições citadas na PNRS que poderão influenciar na minimização da emissão de gases de efeito estufa, acompanhadas de uma justificativa para a redução.

### **Reciclagem**

Conforme já citado, a PNRS incentiva a indústria da reciclagem. Dentro dos planos nacional, estaduais e municipais de gestão dos resíduos sólidos, deve estar previsto metas de reciclagem, além de programas de educação ambiental para a população. Dentro do conceito de responsabilidade compartilhada, os fabricantes, têm responsabilidade de produzir embalagens com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem. Segundo o artigo 42, o poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de indústrias e entidades dedicadas à reutilização, ao tratamento e à reciclagem de resíduos sólidos produzidos no território nacional.

A reciclagem de materiais evita que muita energia seja gasta para fabricação de novos produtos. Apesar de a matriz energética brasileira ser essencialmente hidroelétrica, o uso esporádico de termoelétricas e outras fontes de energia não renovável também implicam na emissão de GEE's, sendo que em 2012, o total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira foi de 429 milhões de tCO<sub>2</sub>eq, conforme dados disponíveis pela Empresa de Pesquisa Energética (2013).

Tomando como exemplo o Polietileno Tereftalato, mais comumente conhecido como PET, um estudo do ciclo de vida do produto realizado por Santos (2011) demonstrou que o processo de fabricação de preforma é responsável pela maior quantidade de CO<sub>2</sub> emitido (75,43%), seguido do processo de reciclagem (22,31%) e pela fabricação de refrigerante (2,26%). É importante considerar que, além do consumo energético, a fabricação de novos materiais, com ênfase, por exemplo, para materiais plásticos incorre na necessidade de uso de combustíveis fósseis.

A separação mais adequada de materiais promovida pela reciclagem pode inclusive aumentar a eficiência da recuperação energética desses materiais. Segundo Brown (1992), citado por Forlin e Faria (2002) em geral, as misturas de plásticos encontradas no lixo urbano possuem um poder combustível de cerca 9.000 BTUs/kg, enquanto que nas suas frações específicas (separados de outros materiais e/ou por naturezas de plásticos) podem apresentar um saldo energético positivo de até

42.000 BTUs/kg de resíduo. Para comparação, as madeiras secas apresentam um valor energético de 12.000 a 16.000 BTUs/kg, o carvão cerca de 24.000 BTUs/kg e o óleo bruto do refino do petróleo possui um valor energético aproximado de 12.000 BTUs/kg.

De acordo com o Sindicato da Indústria de Material Plástico do Estado de São Paulo (2011), o alto grau de informalidade do setor de reciclagem e a baixa escolaridade dos catadores de lixo é um fator de risco de contaminação das resinas plásticas, o que pode inviabilizar a reciclagem ou gerar uma quantidade excessiva de resíduos de processo. Sendo assim, o incentivo às indústrias da reciclagem e a educação ambiental da população pode melhorar os níveis nacionais desse setor, influenciando, por conseguinte na redução das emissões de GEE's.

### **Recuperação energética**

A PNRS, em seu artigo 7º, incentiva o reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluindo a utilização de tecnologias visando à recuperação energética. Conforme informado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2012), um dos principais objetivos da instalação de uma Usina de Recuperação Energética de RSU é o tratamento térmico dos resíduos, podendo reduzir seu volume em cerca de 90% e seu peso em cerca de 75%, proporcionando a redução de áreas para disposição de resíduos, além de ser fonte de energia térmica e/ou elétrica.

Estudo publicado pela MWH B.V. and Utrecht University (2012), conclui que para minimizar as emissão de gases de efeito estufa no Brasil é necessário combinar uma reciclagem de alta qualidade e processos de recuperação energética de alta eficiência, indicando que, a implementação dessas soluções combinadas, seria possível reduzir as emissões em cerca de 57 milhões de tCO<sub>2</sub>eq/ano.

Grande parte dos resíduos que não são considerados recicláveis poderia ser utilizada para recuperação energética, diminuindo a área de disposição em lixões. E ao gerar energia a partir do lixo, fontes não renováveis e mais emissoras de GEE's seriam poupadas.

### **Eliminação dos lixões**

Outra medida importantíssima da PNRS é a meta de eliminação de lixões descrita no Artigo 47. De acordo com os dados disponíveis pela ABRELPE (2013) estima-se que os lixões brasileiros serão responsáveis pela emissão de aproximadamente 67 milhões de tCO<sub>2</sub>eq entre 2009 e 2039. Dessa forma, com a abolição e recuperação dos lixões, além de eliminar uma forma inadequada de disposição que oferece risco ao meio ambiente e à saúde pública, favorecerá a redução de emissões GEE's.

Os lixões poderão ser transformados em aterros sanitários com aproveitamento energético ou ao menos com a queima do biogás. A queima converte o metano a dióxido de carbono, sendo que esse último apresenta um potencial de aquecimento global 21 vezes inferior ao do metano (IPCC, 2007). O

potencial de aquecimento global, no inglês *Global Warming Potential* (GWP) é um índice que estima a contribuição relativa de um gás de efeito estufa para o aquecimento global.

Para facilitar a erradicação dos lixões, os governos federal e estadual deverão fornecer subsídios econômicos e financeiros aos municípios e empresas para a implantação de aterros sanitários ou usinas de recuperação energética, com todas as estruturas necessárias a garantir a proteção ao meio ambiente e saúde pública.

### **Aproveitamento energético do biogás gerado em aterros sanitários**

O aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos está previsto na PNRS, em seus artigos 7º, 15º e 17º, sendo que nos artigos 15 e 17 está definido que os planos nacionais e estaduais de resíduos sólidos devem estipular metas para o aproveitamento energético dos RSU.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (2013) as emissões dos GEE's associadas à matriz energética brasileira foi de 429 milhões de tCO<sub>2</sub>eq. Portanto, a geração de energia elétrica através do aproveitamento energético do biogás em aterros sanitários é uma alternativa de produzir energia limpa e renovável, evitando a emissão de GEE's e deixando a matriz energética brasileira mais heterogênea.

Além disso, a produção de energia proveniente do biogás pode trazer benefícios socioambientais e econômicos, já que reduz o uso de combustíveis fósseis, gera empregos na implantação e manutenção dos aterros sanitários e é uma fonte de renda com a possibilidade de comercialização da energia elétrica e dos créditos de carbono.

### **Compostagem**

No artigo 36 da PNRS, é destacado que cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido.

Segundo Amlinger *et al.* (2008), citado por Inácio *et al.* (2010), a compostagem por processo aeróbico gera baixas quantidades de metano por tonelada de resíduos orgânicos em comparação com formas de tratamento anaeróbico ou disposição em aterro. Desta forma, a compostagem de resíduos apresenta grande potencial como estratégia de mitigação das emissões de metano, mesmo no contexto de amplos sistemas de gestão de resíduos urbanos, agrícolas ou agroindustriais (INÁCIO *et al.*, 2010).

Portanto, os resíduos orgânicos biodegradáveis que comumente são dispostos inapropriadamente e são decompostos de forma anaeróbica (emissão de GEE's), seriam tratados em um sistema aeróbico (compostagem). Também é importante frisar que, o uso de composto orgânico

pode reduzir a dependência do uso de fertilizantes nitrogenados, que são responsáveis pela emissão de N<sub>2</sub>O, que possui GWP 310 vezes maior ao do CO<sub>2</sub> (IPCC, 2007).

### **Desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos**

O setor industrial também gera grande quantidade de resíduos, sendo que a melhoria no processo produtivo visando a não geração e aproveitamento de resíduos poderia resultar em economia energética e de matérias-primas.

### **Disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos**

A disposição final ambientalmente adequada é aquela que proporciona distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos, conforme definido na PNRS.

E conforme já apresentado, a PNRS estabelece ainda a diferença entre resíduos sólidos e rejeitos, na qual os resíduos sólidos devem ser reaproveitados ou reciclados e somente depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, se tornam rejeitos e devem ter a disposição final ambientalmente adequada.

Portanto, na própria definição de “disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” já se encontra subentendido o dever de se esgotar todas as possibilidades de utilização, reaproveitamento, reciclagem, recuperação e aproveitamento energético dos resíduos, além de ficar evidente a proibição de utilizar formas inadequadas de disposição que possam oferecer risco ao meio ambiente e à saúde pública.

Conforme detalhado acima, a consolidação no Brasil da reciclagem, recuperação energética, eliminação dos lixões, compostagem, aproveitamento energético e disposição final ambientalmente adequada irão impactar significativamente na redução das emissões dos GEE's, além de contribuir com a proteção do meio ambiente, já que todas essas ações deverão ser efetuadas de acordo com normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Além disso, essas atividades oferecerão benefícios sociais e econômicos, uma vez que poderão gerar empregos diretos e indiretos na implantação e operação, por exemplo, de novos aterros sanitários (com recuperação e/ou aproveitamento energético), indústrias de reciclagem e recuperação dos lixões.

## **4.2. Relação entre Plano Nacional sobre a Mudança do Clima e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos.**

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos, previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, começou a ser elaborado em 2011 e foi objeto de apreciação em cinco audiências públicas regionais, uma audiência pública nacional e consulta pública via internet (Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 2012), atualmente encontra-se disponível no site do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), aguardando aprovação por decreto.

Esse plano apresenta o diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos, metas de redução, reutilização e reciclagem, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final; além de metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos; metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; e normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e resíduos.

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima foi publicado em dezembro de 2008, com o intuito de reduzir as emissões nacionais de gases de efeito estufa. Atualmente, conforme Portaria nº 398 de 2013 encontra-se disponível para consulta pública a versão preliminar da atualização do Plano.

Os principais objetivos do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, relacionados aos resíduos sólidos foram: identificar, planejar e coordenar as ações para mitigar as emissões de gases de efeito estufa geradas no Brasil, bem como àquelas necessárias à adaptação da sociedade aos impactos que ocorram devido à mudança do clima; e buscar manter elevada a participação de energia renovável na matriz elétrica.

Algumas das metas apresentadas no Plano Nacional sobre Mudança do Clima são elencadas a seguir: aumento da reciclagem de resíduos sólidos urbanos em 20% até 2015; e aumento da oferta de energia elétrica de cogeração, principalmente a bagaço de cana-de-açúcar, para 11,4% da oferta total de eletricidade no país, em 2030.

Esse plano define também que para o setor de resíduos, as tecnologias e práticas mais relevantes são a recuperação do metano de aterros sanitários, a incineração com recuperação energética, e a reciclagem.

No documento é citado que o Governo Brasileiro tem trabalhado na elaboração de um programa que promova a valorização energética sustentável dos RSU, reunindo as ações dos vários atores governamentais envolvidos: Casa Civil, Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério das Cidades (MCidades), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT); Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC), Ministério do Trabalho e Emprego (TEM) e Ministério da Saúde (MS).

Outro aspecto interessante é o Programa de Compra Futura de Resultados no Manejo de Resíduos Sólidos, cujo objetivo é a busca de sustentabilidade no manejo de resíduos. O programa deverá incentivar investimentos em aterros sanitários e a utilização de técnicas que visam à redução da emissão de gases de efeito estufa, por meio de tratamento adequado do biogás produzido nos aterros sanitários. Nesse sentido haverá um esforço para ampliar significativamente nos próximos anos a destinação adequada dos resíduos, com a devida queima ou captura do biogás produzido para fins de aproveitamento energético.

No documento é evidenciada ainda a importância do estabelecimento de medidas de redução de emissão de gases de efeito estufa no setor de resíduos sólidos. Destaque foi dado para o desenvolvimento de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que haviam se mostrado bastante exitosos na época, tanto em relação ao número de projetos desenvolvidos quanto a sua contribuição para o desenvolvimento sustentável e ao potencial de reduzir emissões de gases de efeito estufa. Infelizmente, o MDL está passando por um momento de instabilidade, no qual o valor das reduções certificadas de emissão está muito baixo.

Um aspecto importante a ser analisado é que, considerando a Política Nacional de Mudanças Climáticas e o decreto 7.390/2010, o setor de resíduos é o único a não possuir meta individual, estando as projeções de emissão e as metas atreladas também ao setor de processos industriais.

Contudo, o primeiro Plano Nacional sobre a Mudança do Clima foi publicado em 2008, ou seja, antes mesmo da publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Porém, no plano consta uma meta de aumento da reciclagem em 20% até 2015, sendo que a meta não é citada no Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

Na apresentação do Plano Nacional de Resíduos Sólidos consta que o mesmo mantém estreita relação com o Plano Nacional de Mudanças do Clima, sendo que as principais diretrizes identificadas que implantadas irão impactar diretamente na redução dos GEE's foram:

- Eliminar os lixões e aterros controlados e promover a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;
- Recuperar os lixões e aterros controlados;
- Desenvolver tecnologias para reduzir a disposição final em aterros sanitários;
- Reduzir a atual geração per capita de resíduos sólidos urbanos;
- Induzir a compostagem, o aproveitamento energético do biogás gerado ou em biodigestores ou em aterros sanitários, e o desenvolvimento de outras tecnologias visando à geração de energia a partir da parcela úmida de RSU coletados.

Sendo que, as principais metas estabelecidas são:

- Eliminação total dos lixões até 2014;

- Áreas de lixões reabilitadas, sendo 90% da região norte, nordeste e centro-oeste e 100% sul e sudeste até 2031;
- Recuperação de gases de aterro sanitário, sendo estimado a produção 250 Mw em 2031;
- Inclusão e fortalecimento da organização de 600.000 catadores até 2031.

Portanto, é possível identificar que diversas metas e diretrizes do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, estão relacionadas ao setor de resíduos sólidos urbanos, que se aplicadas impactarão diretamente na redução de emissões de GEE's.

Dessa forma, apesar do setor de disposição de resíduos sólidos ser responsável por pequena parcela das emissões nacionais de GEE's, a variação percentual acumulada no período de 2005 a 2010 mostra que as emissões desse setor cresceram a uma taxa superior a 16%, e a produção de resíduos vem aumentando anualmente, representando assim um importante setor em termos de potencial de redução de emissões.

## 5. CONCLUSÕES

As disposições identificadas na Política Nacional de Resíduos Sólidos que poderão influenciar na minimização da emissão de gases de efeito estufa e no alcance das metas da Política Nacional de Mudanças Climáticas foram: eliminação dos lixões, redução do consumo, aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos, reciclagem, recuperação energética de resíduos (incineração), compostagem e elaboração dos Planos de Resíduos Sólidos pela federação, estados, municípios e empresas.

Considerando a Política Nacional sobre Mudança do Clima e o decreto 7.390/2010, o setor de resíduos é o único a não possuir meta individual, estando às projeções de emissão e as metas atreladas também ao setor de processos industriais, o que poderia indicar que não seria dada a devida importância ao setor com relação ao potencial de redução de emissões.

Contudo, apesar do Plano Nacional sobre Mudança do Clima ter sido criado antes da nova Política Nacional de Resíduos Sólidos, concluiu-se que o mesmo considera de forma incisiva a importância do setor de resíduos para a redução das emissões de gases de efeito estufa no Brasil, com ênfase para a valorização energética sustentável de resíduos. O governo reconhece a necessidade de unir esforços dos diversos atores governamentais envolvidos na questão, para tornar possível a implantação das determinações constantes nos planos.

Para a consolidação das diretrizes e metas apresentadas na PNRS e Plano Nacional de Resíduos Sólidos, depende-se principalmente de vontade política, através de investimentos, incentivos e fiscalização de todos os instrumentos apresentados. Uma vez que, essas ações se efetivamente

implantadas, além de contribuir com a redução de diversos impactos socioambientais, irão auxiliar nas metas de redução de emissões de GEE's estabelecidas pela PNMC.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Atlas Brasileiro de Emissões de GEE e Potencial Energético na Destinação de Resíduos Sólidos, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2012.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 12 jul. 2013.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm)>. Acesso em: 15 jul. 2013.

BRASIL. Decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007. Institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima - CIM, orienta a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6263.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6263.htm)>. Acesso em: 17 jul. 2013.

BRASIL. Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os artigos 6, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm)>. Acesso em 20 jul. 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, Balanço Energético Nacional 2013 - Ano base 2012: Relatório Síntese. Rio de Janeiro, 2013.

FORLIN, Flávio J.; FARIA, José de Assis F. Considerações Sobre a Reciclagem de Embalagens Plásticas. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, Campinas, vol. 12, nº 1, p. 1-10, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v12n1/9876>>. Acesso em 21 set. 2013.

INÁCIO, Caio de Teves; BETTIO, Daniel Beltrão; MILLER, Paul Richard Momsen. O papel da compostagem de resíduos orgânicos urbanos na mitigação de emissão de metano. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <[http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/doc127\\_2010\\_compostagem\\_residuos.pdf](http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/doc127_2010_compostagem_residuos.pdf)>. Acesso em 05 nov. 2013.

INSTITUTO ETHOS. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Desafio e Oportunidade para as Empresas. São Paulo, 2012.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Direct Global Warming Potentials. Disponível em: <[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html#table-2-14](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html#table-2-14)>. Acesso em 10 nov. 2013.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Comunicação Inicial do Brasil a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília, 2004.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil. Brasília, 2013.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Primeiro Inventário Nacional de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa Não Controlados pelo Protocolo de Montreal. Brasília, 2006.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília. Brasília, 2010.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Segundo Inventário Nacional de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa Não Controlados pelo Protocolo de Montreal. Brasília, 2010.

SANTOS, Maria Cecília Loschiavo; DIAS, Sylmara Lopes Francelino Gonçalves. Resíduos sólidos urbanos e seus impactos socioambientais. São Paulo: IEE-USP, 2012.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE MATERIAL PLÁSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Guia ambiental da indústria de transformação e reciclagem de materiais plásticos. São Paulo, 2011.

UTRECHT UNIVERSITY AND MWH BV. The potential for Waste Management in Brazil to Minimize GHG Emissions and Maximize Re-use of Materials. Arnhem, 2012.