

# POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS – O IMPACTO DA NOVA LEI CONTRA O AQUECIMENTO GLOBAL

*Guilherme de Castilho Queiroz  
Eloísa Elena Corrêa Garcia*

A implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) do Brasil impactará na redução da emissão dos gases de efeito estufa devido às várias frentes nela previstas como Educação e Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos (GIRS) que deverão impulsionar a não geração, reciclagem e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

A biodegradação dos resíduos sólidos orgânicos em condições anaeróbicas é a principal causa do efeito estufa na disposição final dos rejeitos. Vale lembrar que na “biodegradação em aterros há a produção de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o metano (CH<sub>4</sub>), este último, um dos maiores problemas na gestão de aterros ao longo de sua vida útil e após seu fechamento e revitalização das áreas ocupadas (com riscos de explosões e incêndios)” (Centro de Tecnologia de Embalagem, 2007). As emissões de metano também têm um grande potencial de aquecimento global pois 1 g CH<sub>4</sub> equivale a 25 g CO<sub>2eq</sub> (dióxido de carbono equivalente), segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC (FOSTER, 2008).

Este artigo trata do tema biodegradação de resíduos sólidos orgânicos e seu conseqüente impacto nas mudanças climáticas devido ao efeito estufa (aquecimento global), propondo alguns cenários/hipóteses de redução deste impacto ambiental resultantes da implementação da PNRS, em função da diminuição de perdas/resíduos pelo consumo sustentável com menor geração de volume/quantidade de resíduos biodegradáveis (como os restos de alimentos), destinação dos materiais biodegradáveis para a reciclagem (como os celulósicos papel e cartão) e eliminação dos lixões e aterros controlados pela construção de aterros sanitários com infra-instrutura adequada de captação do metano para conversão em energia.

O Resíduo Sólido Orgânico Biodegradável (RSOB) é classificado segundo a norma ABNT NBR 10004 como Classe IIA – não inerte e, por esta característica de biodegradabilidade, é um resíduo de tratamento difícil que requer uma gestão adequada para reduzir os impactos ambientais na disposição final. Ao contrário, resíduos Classe IIB - inertes, como os materiais não biodegradáveis, oferecem melhores opções de revalorização (ABNT, 2004).

No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), foram coletadas 183.488 toneladas de Resíduo Sólido Domiciliar e/ou Público por dia em 2008, que totalizam aproximadamente 67 milhões de toneladas no ano (sem contar os resíduos que foram coletados pelas cooperativas de reciclagem, os resíduos de construção civil etc.).

Resíduos Sólidos Domiciliares são aqueles de natureza convencional, gerados nas residências e em estabelecimentos comerciais e/ou de prestação de serviços e congêneres, com frequência regular e previamente estabelecida para cada parcela da zona urbana, enquanto os Resíduos de Limpeza Pública são provenientes do conjunto de serviços destinados a promover a limpeza de vias e logradouros públicos, pavimentados ou não, tais como: varrição manual ou mecânica; capina e/ou roçada; raspagem de terra e outros resíduos carregados para as vias e/ou logradouros por causas naturais, como chuvas, ventos, enchentes etc.; limpeza de bueiros; limpeza de praias marítimas, fluviais ou lacustres; poda da arborização pública; lavagem de ruas; ou outras atividades complementares, como, por exemplo, pintura de meios-fios,

limpeza de monumentos, e retirada de faixas e cartazes colocados em locais públicos de forma irregular (IBGE, 2010).

A Tabela 1 apresenta os percentuais de composição do resíduo sólido e o seu teor de Carbono Orgânico Degradável (DOC), segundo o IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change* (RIPATTI et al., 2006a).

**TABELA 1.** Composição percentual do Resíduo Sólido e o seu teor de Carbono Orgânico Degradável (DOC), segundo o IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*.

Resíduos Sólidos	Composição (%) <i>default</i> IPCC do resíduo para a América do Sul	Carbono Orgânico Degradável – DOC (%) nos resíduos sólidos (base úmida)
restos de alimentos	44,9%	15%
papel/cartão	17,1%	40%
madeira	4,7%	43%
têxteis	2,6%	24%
borracha/couro	0,7%	
plásticos	10,8%	
metais	2,9%	
vidro	3,3%	
outros	13,0%	

Fonte: RIPATTI et al., 2006a

Considerando a geração de resíduos de 2008 no Brasil e ponderando o total de Resíduos Sólidos Domiciliares e/ou Públicos em função dos percentuais apresentados na Tabela 1 tem-se um total de 10.863 Gg de DOC no RSOB, ou seja, estima-se que anualmente são descartados aproximadamente 11 milhões de toneladas de carbono com potencial de geração de CO<sub>2</sub> e de CH<sub>4</sub> por efeito da biodegradação.

A porcentagem de produção de metano é função da disponibilidade de oxigênio, o que depende da forma de disposição final. Assim, a Tabela 2 apresenta o fator de correção de metano por forma de disposição final dos resíduos sólidos no Brasil.

**TABELA 2.** Fator de Correção de Metano por forma de disposição final dos resíduos sólidos no Brasil.

Formas de Disposição Final de Resíduos Sólidos	Fator de Correção de Metano (MCF) - IPCC	Destinação percentual no Brasil segundo a ABRELPE
Gerenciamento anaeróbio	1,0	56,8% (aterro sanitário)
Gerenciamento semi-aeróbio	0,5	
Local não gerenciado com profundidade ≥ 5 metros	0,8	23,9% (aterro controlado)
Local não gerenciado com profundidade < 5 metros	0,4	
Depósito de resíduos não classificado	0,6	19,3% (lixão)

Fontes: RIPATTI et al., 2006b; Ministério da Ciência e Tecnologia (2010); ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos (2009)

Portanto, a parcela de DOC do RSOB destinada em 2008 a aterros sanitários seria biodegradada anaerobicamente gerando 8.206 Gg de CH<sub>4</sub> (sendo que 1 g C = 1,33 g CH<sub>4</sub>) e os RSOB destinados inadequadamente (aterros controlados e lixões) se biodegradariam gerando 4.436 Gg CH<sub>4</sub>, totalizando uma emissão potencial de 12.642 Gg CH<sub>4</sub>.

Segundo o IPCC (RIPATTI et al., 2006b), 50% do carbono não chega a biodegradar, ficando por longo tempo estocado no resíduo na disposição final (percentual *default* do IPCC). Assim a emissão potencial no curto prazo seria de 6.321 Gg CH<sub>4</sub> para a situação analisada no Brasil em 2008, o que corresponderia a 158 Tg de CO<sub>2</sub> equivalente (neste caso, 1 g CH<sub>4</sub> = 25 g CO<sub>2eq</sub>), ou seja, 158 milhões de toneladas de CO<sub>2eq</sub>.

Vale ressaltar que esta é uma forma simplificada de cálculo assumindo alguns valores *default* do IPCC (RIPATTI et al., 2006b), como 0% de fator de oxidação e de recuperação de metano nos aterros sanitários; e que os percentuais de destinação de resíduos da ABRELPE (2009) diferem dos do IBGE (2010) devido a este último ser “por unidade de destino” e não por quantidade.

De qualquer forma, a idéia deste artigo é tratar da relação entre a biodegradação do RSOB e o Efeito Estufa, sendo, portanto, possível demonstrar a redução da emissão dos aproximadamente 158 Tg CO<sub>2eq</sub> com a implantação da PNRS. Para montar os cenários de redução das emissões de CO<sub>2eq</sub> construiu-se três alternativas (A1, A2 e A3) baseadas nas seguintes hipóteses de GIRS:

**A1:** Destinação ambientalmente adequada de todo o RSU coletado em aterros sanitários com tecnologia para captar 50% de todo o metano emitido e queima do metano com recuperação energética.

**A2:** Revalorização de 80% volume de papel/cartão pós-consumo (ABNT, 2010) atualmente enviado para disposição final, através da reciclagem mecânica (e/ou revalorização energética, lembrando que o papel/cartão tem um poder calorífico próximo ao do bagaço da cana-de-açúcar, hoje tão utilizado para geração de energia renovável no Brasil).

**A3:** Educação e campanhas para redução em 50% da perda/restos de alimentos atualmente na disposição final, através de uma melhor produção e consumo sustentável (Ministério do Meio Ambiente, 2010), lembrando ainda que o desperdício de alimentos tem um impacto social enorme, uma vez que esta comida está faltando nas mesas de tantos brasileiros...

A Figura 1 ilustra as emissões, em Tg CO<sub>2eq</sub>, e o potencial de redução (%) de gases de efeito estufa por Cenário (hipóteses de alternativas de GIRS), ou seja:

Cenário 1 – A1 = Destinação ambientalmente correta de todo o RSU coletado em aterros sanitários com tecnologia para captação de 50% do metano para geração de energia ;

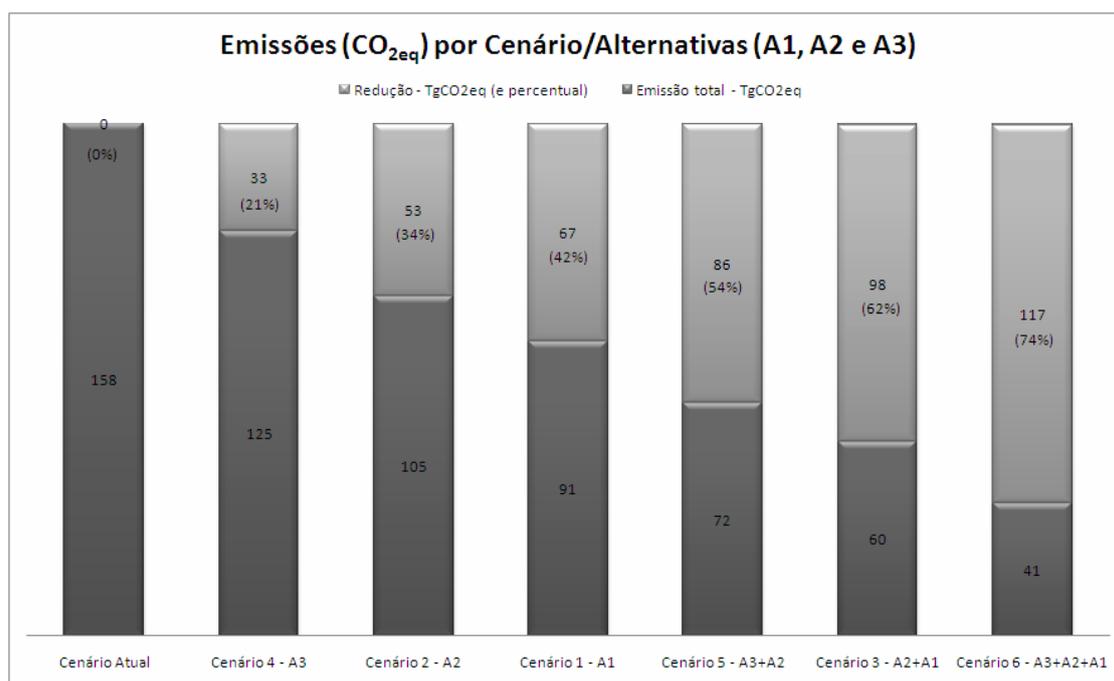
Cenário 2 – A2 = revalorização de 80% do papel/cartão pós-consumo atualmente na disposição final;

Cenário 3 – A2+A1 = revalorização de 80% do papel/cartão pós-consumo e aterros sanitários com tecnologia para captação de 50% do metano para geração de energia;

Cenário 4 – A3 = redução de 50% dos restos de alimentos atualmente na disposição final;

Cenário 5 – A3+A2 = redução de 50% dos restos de alimentos e revalorização de 80% do papel/cartão pós-consumo atualmente na disposição final; e

Cenário 6 – A3+A2+A1 = redução de 50% dos restos de alimentos, revalorização de 80% do papel/cartão pós-consumo e aterros sanitários com tecnologia para captação de 50% do metano para geração de energia.



**FIGURA 1.** Emissões e redução de gases de efeito estufa por Cenário/alternativas de GIRS.

Fica evidente o potencial de redução dos gases de efeito estufa (com reduções de, por exemplo, até 117 Tg CO<sub>2eq</sub> no cenário 6 da Figura 1) decorrente da implementação da PNRS com esforços conjuntos de educação e GIRS impulsionando a não geração, a reciclagem e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Estes Cenários demonstram a importância da educação, da não geração de resíduos, da reciclagem, da revalorização energética, da diminuição de desperdícios e da construção de aterros sanitários bem planejados (eliminação de lixões e aterros controlados). Fica claro também que muitos mitos devem ser combatidos, a exemplo da valorização de materiais biodegradáveis em detrimento dos inertes, como se fossem vantajosos para a gestão de resíduos sólidos urbanos. Apesar da PNRS ter levado quase duas décadas para ser assinada, a sociedade brasileira merece que ela seja rapidamente regulamentada e que as ações e investimentos por um melhor GIRS comecem a ser implementadas.

Pela Lei 12.187 (BRASIL, 2009) que institui a política do Brasil sobre mudanças do clima a meta de reduções de gases de efeito estufa é de 36,1 a 38,9% do projetado para 2020 (projeção que está prevista para ser concluída em 2010 juntamente com o segundo inventário brasileiro de emissões de gases de efeito estufa). Segundo a AGÊNCIA BRASIL (2010) o Brasil emitiu 2.192 Tg CO<sub>2eq</sub> no ano de 2005, baseado no segundo inventário das estimativas de emissões de gases de efeito estufa que esteve em consulta pública nos últimos meses e que estimou uma emissão de metano pela disposição de resíduo sólido no Brasil de 1.104 Gg CH<sub>4</sub> (equivalentes a 28 Tg CO<sub>2eq</sub>) (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2008).

Tendo por base o cálculo utilizado neste artigo as emissões de metano na disposição de resíduos sólidos no Brasil representariam aproximadamente 7% do total inventariado e, portanto, a implantação da PNRS com foco nas alternativas de GIRS apresentadas no Cenário 6 (com 74% de redução nas emissões da disposição final) apresentaria uma redução de 5% nas emissões totais brasileiras.

Ainda segundo a AGÊNCIA BRASIL (2010) o Brasil aumentou em 60% as emissões de gases de efeito estufa de 1990 a 2005 e, num cenário de igual de crescimento seria possível estimar um aumento de aproximadamente 1.400 Tg de CO<sub>2eq</sub> até 2020. Se a meta brasileira for incidir sobre o aumento projetado das emissões de gases de efeito estufa para 2020, o Cenário 6 representaria uma redução de 20%.

**Agradecimentos:** Os autores agradecem a colaboração de André Vilhena - Diretor Executivo do CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem).

## Referências Bibliográficas

AGÊNCIA BRASIL. Emissões brasileiras de gases estufa aumentaram cerca de 60% entre 1990 e 2005. **Folha.com**, São Paulo, 26 out. 2010. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ambiente/820483-emissoes-brasileiras-de-gases-estufa-aumentaram-cerca-de-60-entre-1990-e-2005.shtml>>. Acesso em: 26 out. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2009**. São Paulo: ABRELPE, 2009. 210 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15792**: Embalagem — Índice de reciclagem — Definições e método de cálculo. Rio de Janeiro, 2010. 8 p.

BRASIL. Governo Federal. Comitê Interministerial sobre Mudanças do Clima. Decreto n 6.263, de 21 de novembro de 2007. Plano Nacional sobre Mudanças do Clima - PNMC. 135 p. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/169/\\_arquivos/169\\_29092008073244.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/169/_arquivos/169_29092008073244.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2010.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF., de 3 de ago. 2010. 22 p. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 19 ago. 2010.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei n 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudanças do Clima - PNMC e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm)>. Acesso em: 20 out. 2010.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE EMBALAGEM. **Políticas Públicas, Consumo Sustentável & Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Campinas: CETEA, 2007, 5 p. Disponível em: <[http://www.cetea.ital.sp.gov.br/figs/Parecer\\_CETEA-SMA.pdf](http://www.cetea.ital.sp.gov.br/figs/Parecer_CETEA-SMA.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2010.

FOSTER, P.; RAMASWAMY, V. (Coord.). Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: **IPCC fourth assessment report: climate change 2007**. Switzerland: IPCC, 2008. Chapter 2, p. 129-234. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 219 p.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo- CETESB. **Emissões de gases de efeito estufa no tratamento e disposição de resíduos**. Brasília: MCT, 2010. 100 p.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Consulta pública dos relatórios de referência para o segundo inventário brasileiro de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. Brasília: MCT, 2008. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/full/321034.html>>. Acesso em: 20 out. 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de ação para produção e consumo sustentáveis – PPCS (versão para consulta pública)**. Brasília: MMA, 2010. 95 p. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/243/\\_arquivos/plano\\_de\\_ao\\_para\\_pcs\\_\\_\\_documento\\_para\\_consulta\\_243.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/243/_arquivos/plano_de_ao_para_pcs___documento_para_consulta_243.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2010.

RIPATTI, R. et al. Waste generation, composition and management data. In: **2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories**. Japan: IGES/IPCC, 2006a. 23 p. v. 5, Chapter 2. Disponível em: <[http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5\\_Volume5/V5\\_2\\_Ch2\\_Waste\\_Data.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_2_Ch2_Waste_Data.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2010.

RIPATTI, R. et al. Solid waste disposal. In: 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Japan: IGES/IPCC, 2006b. 40 p. v. 5, Chapter 3. Disponível em: <[http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5\\_Volume5/V5\\_3\\_Ch3\\_SWDS.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_3_Ch3_SWDS.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2010.