

DOCUMENTO DE ANÁLISE

EMISSÕES DE GEE DO SETOR RESÍDUOS

COORDENAÇÃO TÉCNICA

ICLEI - GOVERNOS LOCAIS
PELA SUSTENTABILIDADE

REDAÇÃO E ORGANIZAÇÃO

Andrea Manetti
Fábio Ragone
Igor Reis de Albuquerque


SETEMBRO 2016

REVISÃO

Juliana Simões Esperanza



SUMÁRIO



1. INTRODUÇÃO	06
2. PERFIL E HISTÓRICO DAS EMISSÕES DE GEE NO SETOR DE RESÍDUOS NO SEEG 3.0	08
2.1. ANÁLISES DAS EMISSÕES POR ESTADOS	16
2.2. ANÁLISE E LIMITAÇÕES DOS DADOS	29
3. TRAJETÓRIA, METAS E COMPROMISSOS	32
3.1. DISPOSIÇÃO E INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	34
3.2. EFLUENTES DOMÉSTICOS	39
3.3. EFLUENTES INDUSTRIAIS	41
3.4. PRETENDIDA CONTRIBUIÇÃO NACIONALMENTE DETERMINADA (INDC)	42
4. RECOMENDAÇÕES	44
4.1. APERFEIÇOAMENTO E TRANSPARÊNCIA DAS INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS	45
4.2. TRATAMENTO E DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	46
4.3. SANEAMENTO	47
4.4. INTEGRAÇÃO ENTRE POLÍTICAS PÚBLICAS	47
4.5. RECOMENDAÇÕES PARA O PLANO NACIONAL SOBRE MUDANÇAS DO CLIMA	48

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta uma análise das estimativas de emissões de gases do efeito estufa do setor de Resíduos, do período de 1970 a 2014, produzidas pelo Observatório do Clima (OC) e lançadas em novembro de 2015. Apresenta também um conjunto de análises e recomendações para as políticas públicas relacionadas às emissões do setor, especialmente as Políticas Nacionais de Resíduos Sólidos, Saneamento Básico e Mudanças Climáticas.

Pretende-se com este documento proporcionar uma leitura crítica dos dados de emissões produzidos pelo OC e contribuir com reflexões e propostas para a criação e o fortalecimento de políticas públicas que proporcionem a diminuição das emissões do setor. Fornecendo acesso à informações mais robustas, espera-se que a sociedade civil possa participar no controle social de políticas públicas correlatas com o emissões de GEE do setor de resíduos, bem como o fortalecimento do arcabouço técnico para instrumentos regulatórios mais transparentes e factíveis.

O setor de resíduos inclui as emissões por tratamento e disposição de resíduos, em particular os gases CH_4 , N_2O e CO_2 abrangendo a disposição e a incineração de resíduos sólidos, o tratamento de efluentes domésticos e o tratamento de efluentes industriais. Segue abaixo uma breve descrição da dinâmica das emissões de cada subsetor:

Disposição e Incineração de Resíduos Sólidos – Os resíduos sólidos podem ser dispostos em aterros controlados, aterros sanitários, lixões, reciclados ou incinerados. Quando depositada em lixões ou aterros e, na presença de ambiente anaeróbico, a matéria orgânica contida nos resíduos propicia a ação de bactérias metanogênicas que a decompõe gerando metano (CH_4). As emissões perduram por vários anos. Já a fração do resíduo que é incinerada gera emissões de dióxido de carbono (CO_2) e de óxido nitroso (N_2O) e ocorre uma

vez no momento da queima. No Brasil não há incineração dos resíduos sólidos urbanos. Os incineradores existentes destinam-se a resíduos industriais, perigosos e de saúde.

Tratamento de Efluentes Domésticos – O esgoto doméstico tem alto teor de matéria orgânica que quando decomposto pode gerar significativa emissão de metano (CH_4). Estas emissões são maiores nas estações de tratamento com processo anaeróbico. Os efluentes também emitem óxido nitroso (N_2O).

Tratamento de Efluentes Industriais – Os efluentes industriais apresentam diferentes cargas de material orgânico dependendo do setor e do processo industrial (ex. cerveja, leite cru, papel etc.). Este material quando decomposto pode gerar quantidades expressivas de metano (CH_4).

2. PERFIL E HISTÓRICO DAS EMISSÕES DE GEE NO SETOR DE RESÍDUOS NO SEEG 3.0¹

As emissões totais do setor de resíduos no ano 2014 foram de 68.350.264 toneladas de CO₂e – GWP e o valor total de todas as emissões do Brasil, em 2014, foi de 1.845.932.401 toneladas de CO₂e – GWP. Isto é, a contribuição do setor de resíduos sobre o total das emissões foi de 3,7%. Analisando os dados desde 1970, nota-se como o setor de resíduos sempre teve um peso inferior aos 6%. Desde 1970 até 1990, o setor de tratamento de resíduos representava mediamente 5% das emissões totais, depois de 1990 com a possibilidade de estimar as emissões devidas a mudanças de uso da terra, a porcentagem das emissões do setor de tratamento de resíduos caiu para valores pouco acima de 1%.

No período 1970 – 2014, as emissões acumuladas do setor de resíduos foram de 1.450.769.630 toneladas de CO₂e – GWP que representam 2,24% do valor de 64.830.808.304 das emissões acumuladas do Brasil no período 1970 – 2014.

Conforme citado anteriormente, o dado das emissões no ano 2014 para o setor de tratamento de resíduos foi de 68.350.264 toneladas de CO₂e – GWP, número que representa o valor absoluto mais alto desde 1970.

O crescimento das emissões entre 1970 e 2014 foi quase exponencial. Além disso, em alguns anos em que foram registradas situações socioeconômicas específicas, como por exemplo a elevada produção industrial em 2010 ou a crise econômica no final dos anos 70 e começo dos anos 80, foram percebidas influências nos níveis de emissões.

O crescimento médio no período (1970 – 2014) foi de 5,8% ao ano. Podemos observar, na tabela abaixo, a presença de picos nas emissões em determinados períodos:

TABELA 1

Picos de emissões entre 1970 e 2014

Período	Aumento nas Emissões
1989-1990	8,2%
1999-2000	5,9%
2009-2010-2011	6%
2012-2013	8%

1. O SEEG 3.0 (2015/2016) é a terceira edição do projeto SEEG, e apresenta dados mais refinados do que os apresentados nas versões 1.0 (2013) e 2.0 (2014).

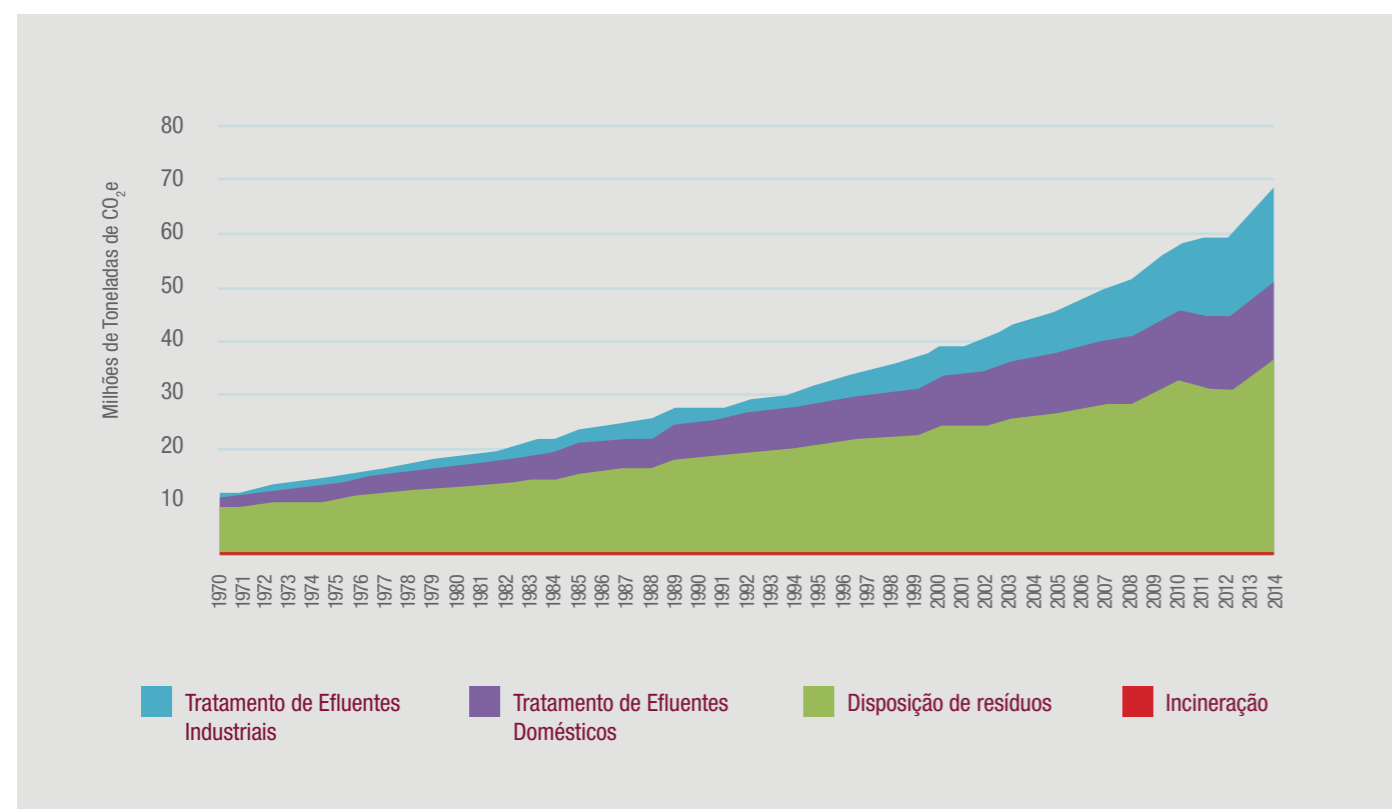
Houve anos em que o crescimento das emissões foi limitado a valores inferiores a 3% (primeiros anos 80, 1990/1991, 2000-2001) e valores nos quais as emissões totais de gases do efeito estufa foram diminuindo, caso dos períodos entre 2010 e 2011 (-0,50%).

É importante ressaltar que a quantidade de resíduos gerada no Brasil aumentou significativamente nos últimos anos, tanto em termos absolutos quanto na produção per capita. Segundo o Instituto ETHOS (2013), apesar do aumento no número de Aterros Sanitários na primeira década dos anos 2000 e 2010, 40% dos resíduos gerados no país ainda são destinados para lixões e aterros controlados. Atendendo

as especificações da Política Nacional de Resíduos Sólidos, apenas 27% dos resíduos são encaminhados para aterros sanitários, que na maioria dos casos estão situados fora dos limites dos grandes municípios, exigindo o transporte dos resíduos por rodovias. Um outro ponto a ser destacado, deve-se ao fato de que o reaproveitamento de resíduos apresenta valores extremamente baixos (Ministério das Cidades, 2012:25, Waldman, 2012). Logo, esse conjunto de fatores podem estar associados ao impacto crescente que as emissões de GEE no setor de resíduos.

Analisando especificamente cada setor que compõe as emissões totais, vemos o seguinte:

GRÁFICO 1
Emissões totais por subsetor



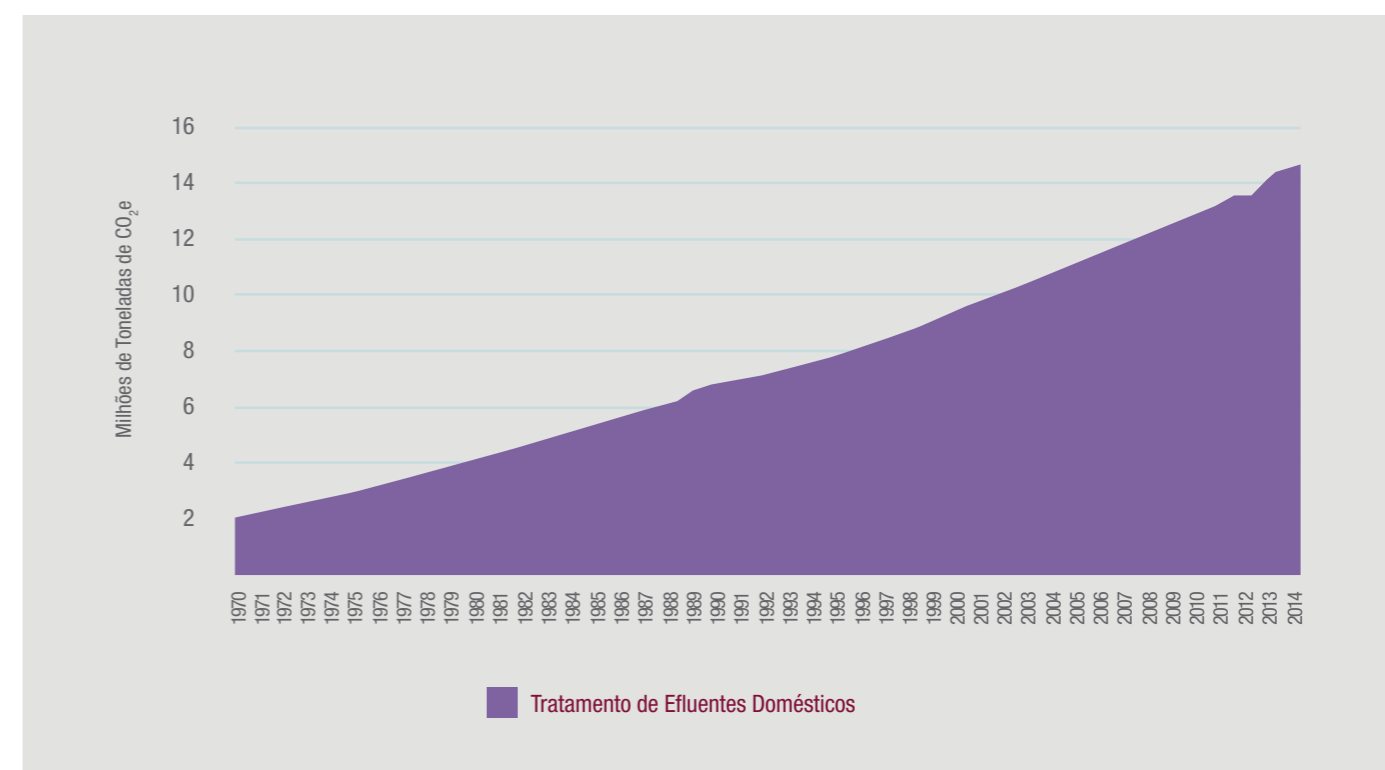
Nos primeiros anos da década de 2010, observou-se uma queda significativa nas emissões de resíduos, parte dessa queda está relacionada às ações da Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010) e Lei Federal de Saneamento Básico (2007), dados mais confiáveis para adequação às novas metodologias como o subsector de cerveja e correções sobre dados populacionais.

Os três principais subsectores (tratamento de efluentes industriais, domésticos e disposição de resíduos) tiveram um comportamento de crescimento parecido no período 1970 – 2014, com valores respectivamente de 13,79% para o tratamento de efluentes domésticos, 6,74% para a disposição de resíduos e 63,0% para o subsector de tratamento de efluentes industriais.

Analisando os quatro subsectores, notamos que o subsector com a maior incidência é o de disposição de resíduos que, mediamente, no período 1970 – 2014, contribuiu com 66,1% no total das emissões, com valores mínimos e máximos de 77,0 % em 1970 e 52,23% em 2012.

Os outros subsectores contribuem da seguinte forma: **Tratamento de efluentes domésticos:** média de 23,54% (min 17,47% em 1970; máx.25,06% em 2002). **Tratamento de efluentes industriais:** média de 12,42% (min 5,33% em 1970; máx.25,52% em 2013). **Incineração de resíduos:** os dados disponíveis para avaliar o peso desta tipologia de gestão dos resíduos estão disponíveis só após 1990. Apesar de não ter uma alta confiabilidade sobre estes números², a máxima porcentagem que este subsector tem sobre o total é de 0,44% com média de 0,21%.

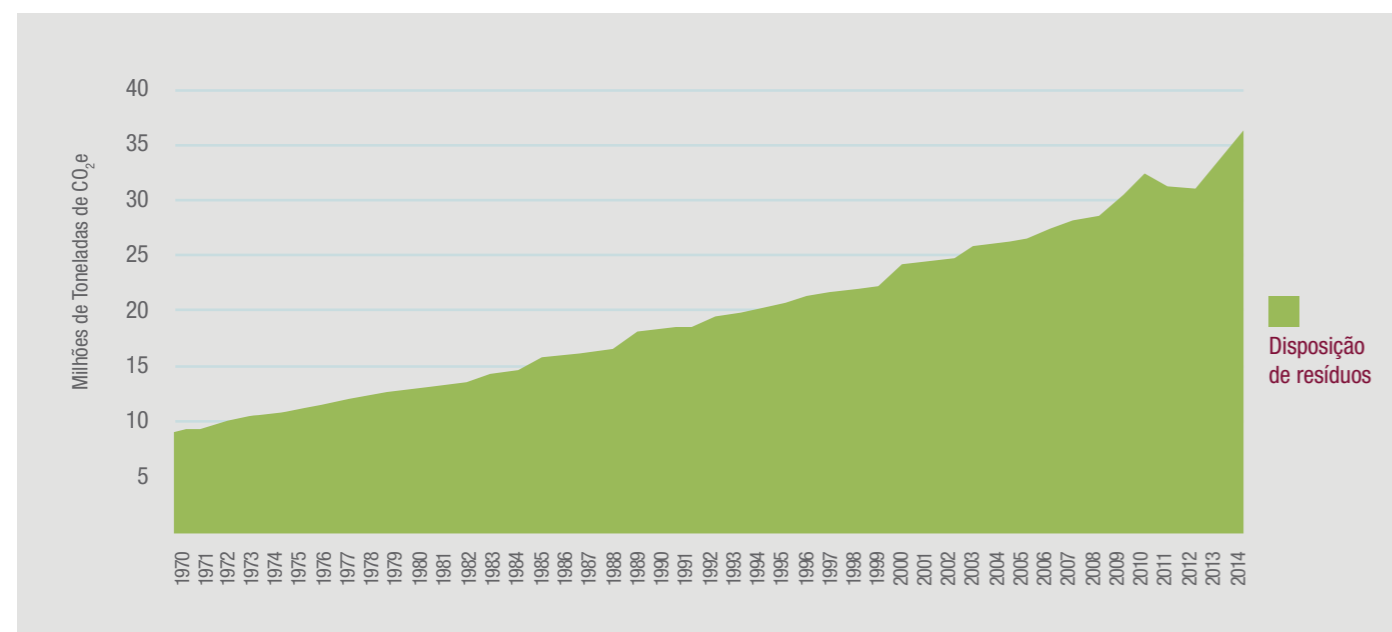
GRÁFICO 2
Emissões provenientes do tratamento de Efluentes Domésticos



2. Os dados coletados não abrangem todo o período de tempo abordado no estudo. Além disso, apesar de serem obtidos dados oficiais quanto a incineração de resíduos de saúde, dados referentes a incineração de outros tipos de resíduos não estão disponíveis.

GRÁFICO 3

Emissões provenientes da disposição de Resíduos

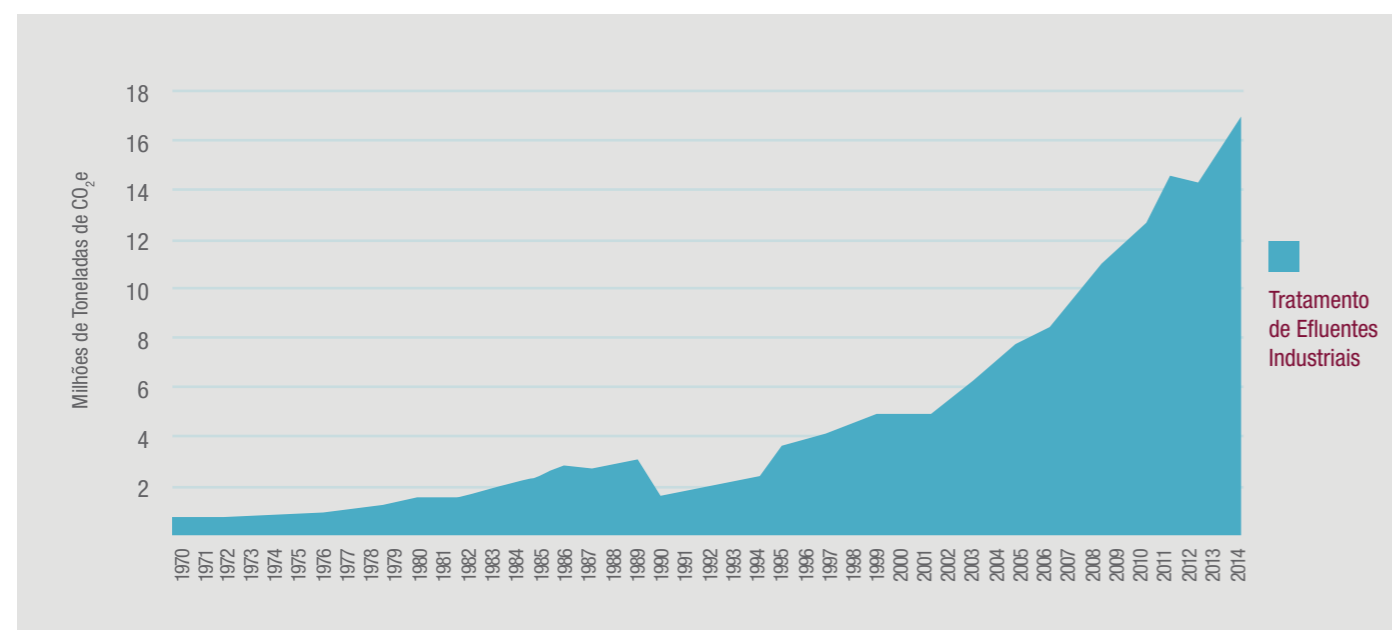


Os gráficos anteriores mostram como ambos subsetores de tratamento de efluentes domésticos e de disposição de resíduos tiveram um crescimento quase constante, possivelmente devido a uma alta correlação entre as emissões do setor e a população total. A adoção dessas hipóteses pode também estar associada ao crescimento do Produto Interno

Bruto (PIB) observados ao longo dos anos 2000 e 2010. A literatura especializada sobre a gestão de resíduos sólidos estabelece uma relação bem clara e direta entre crescimento econômico e inserção no mercado de consumo com o aumento de taxas de geração de lixo, porém não há evidências empíricas que no caso do Brasil seja esse o maior indicador.

GRÁFICO 4

Emissões provenientes do tratamento de Efluentes Industriais



Notam-se dois períodos distintos:

Até o ano de 1990: crescimento quase linear das emissões, com queda nos primeiros anos 90.

Depois de 1996: rápido crescimento das emissões com tendência quase exponencial.

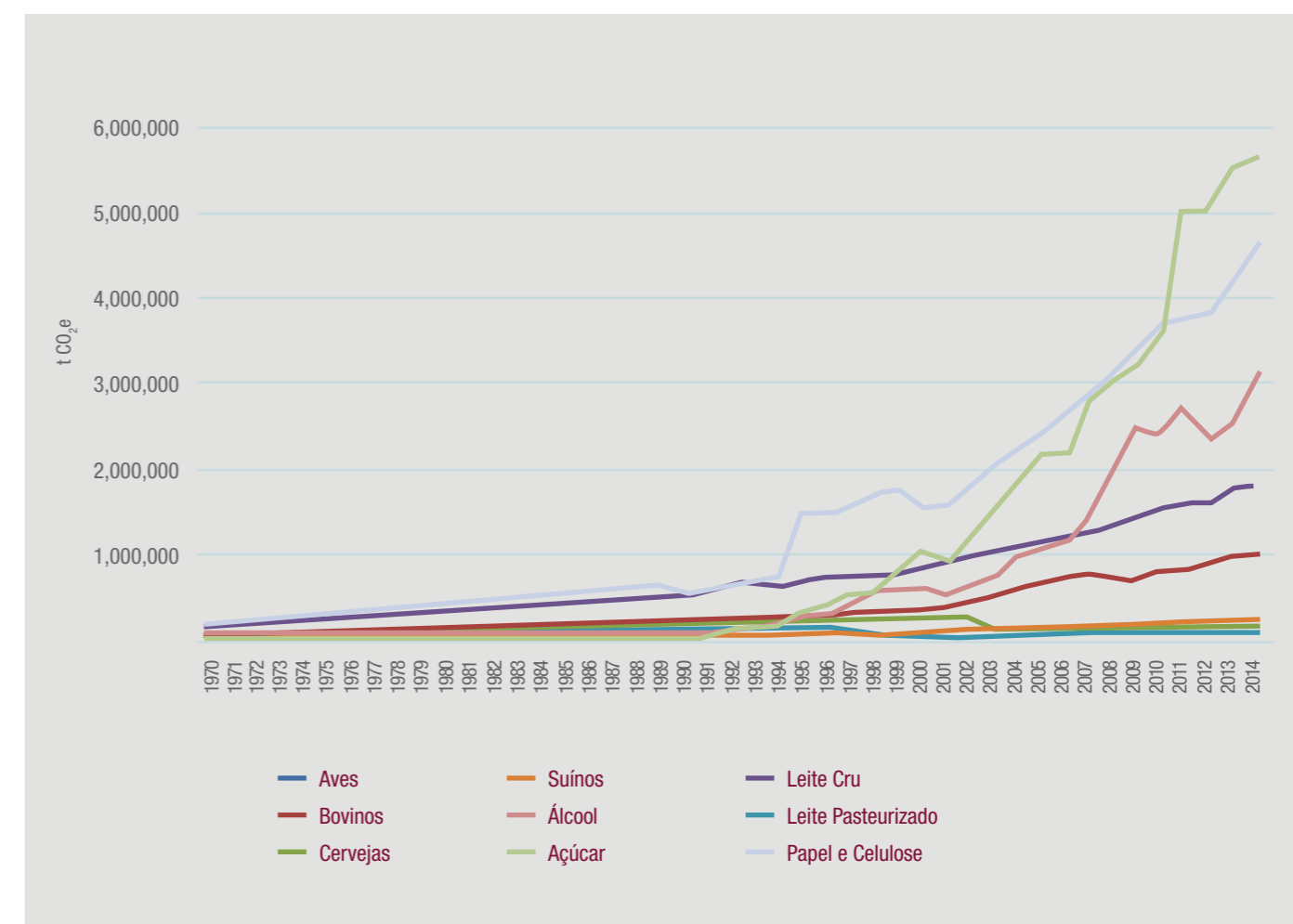
O subsetor de tratamento de efluentes industriais teve um andamento diferente dos anteriores, pois

as emissões são correlacionadas com a produção industrial e porque os dados totais do subsetor são o resultado da somatória das emissões devidas às seguintes atividades industriais de produção de: **Cerveja, Leite Cru, Leite Pasteurizado, Açúcar, Alcool, Papel, Suínos, Aves e Bovinos.**

O gráfico abaixo mostra como as diferentes atividades industriais influenciam no total das emissões devidas ao tratamento de efluentes industriais.

GRÁFICO 5

Efluentes Líquidos Industriais



É importante ressaltar que nos períodos 1994-1998 e 2007-2010 verificou-se um crescimento das emissões muito rápido e repentino. De acordo com os dados observados no IBGE, durante o compreendido entre 1994 e 1998 houve um crescimento econômico com o início do Plano Real

e um maior acesso a bens de consumo, resultando em um aumento do descarte de resíduos e efluentes. As taxas de urbanização também se intensificaram nesse período, quando comparadas às décadas anteriores. O padrão de crescimento para o período seguinte, entre 2007 e 2010, também pode

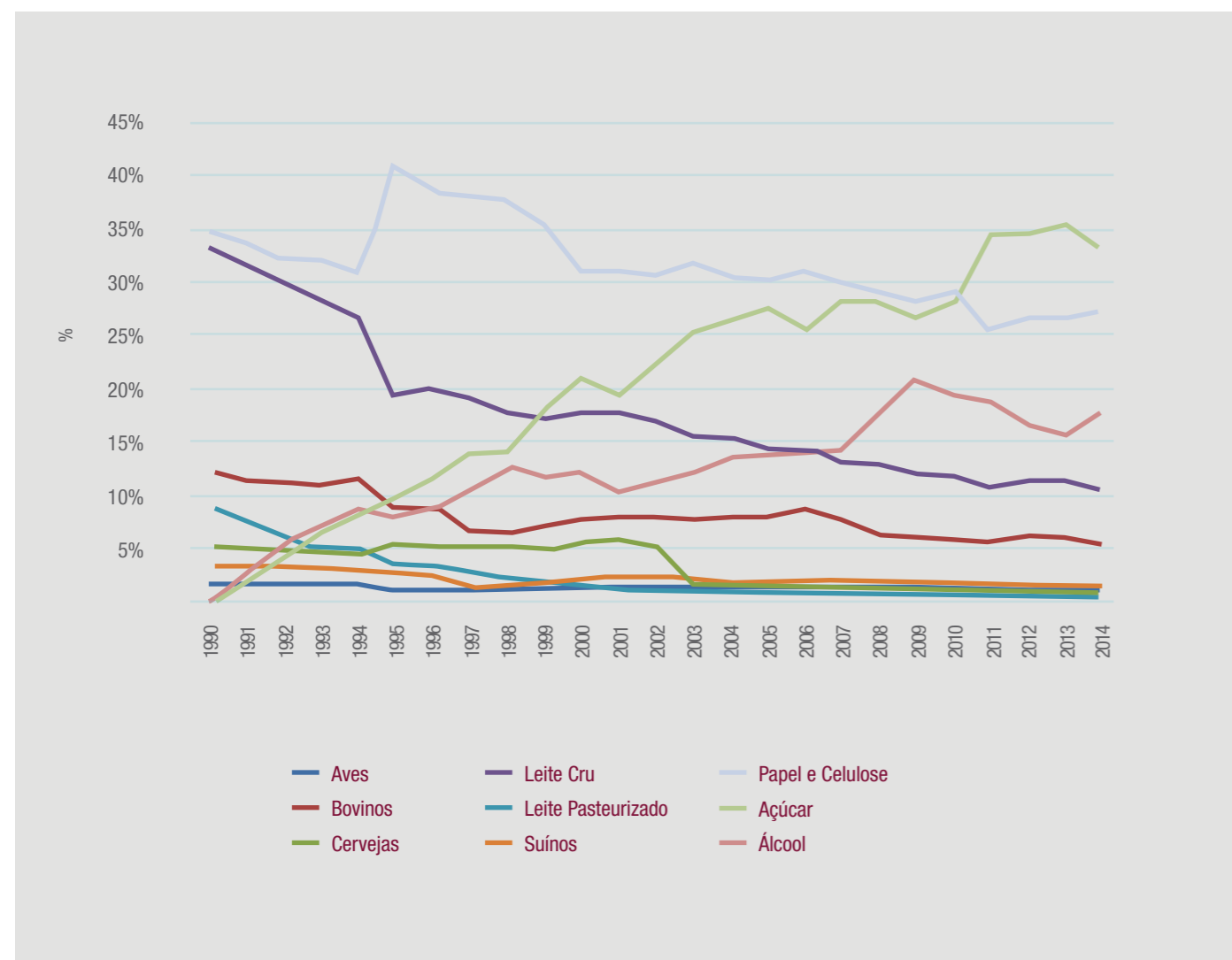
estar associado ao crescimento econômico observado por meio de investimentos em infraestruturas, programas de inclusão social, a Política Nacional de Saneamento Básico (2007) e ao início do processo de conversão de lixões e aterros controlados em aterros sanitários

como parte do Programa de Aceleração ao Crescimento (PAC).

Para as outras atividades produtivas, o andamento da porcentagem no total das emissões do setor variou consideravelmente ao longo dos anos.

GRÁFICO 6

Tratamento de Efluentes Industriais % sobre o total, por atividade



Fonte: Elaboração a partir de Relatórios da indústria de Cerveja, Leite Cru, Etanol e dados do IBGE.

Em relação ao andamento das atividades de produção de cerveja, de leite cru, em base aos dados encontrados, nota-se uma grande oscilação entre os valores de 1970 e 2014. A atividade de produção de cerveja teve um crescimento quase

constante entre 1970 e 1994, com um aumento de cerca 23% até 50%. Em 1995 esta porcentagem subiu para 68% e finalmente estabilizou-se nos anos atuais no valor de 60%.

Podemos analisar a composição das emissões nas seguintes tabelas, para os seguintes anos:

TABELA 2

Emissões no tratamento de efluentes de atividades industriais

SETOR	1970	1990	2000	2014
Aves	1%	2%	2%	1%
Bovinos	12%	12%	7%	6%
Cervejas	4%	5%	5%	1%
Leite Cru	39%	34%	18%	11%
Leite Pasteurizado	9%	9%	2%	1%
Suínos	2%	3%	2%	1%
Papel e Celulose	33%	35%	31%	27%
Alcool*	-	-	12%	18%
Açúcar*	-	-	21%	34%

*Dados não contabilizados nos dois primeiros inventários

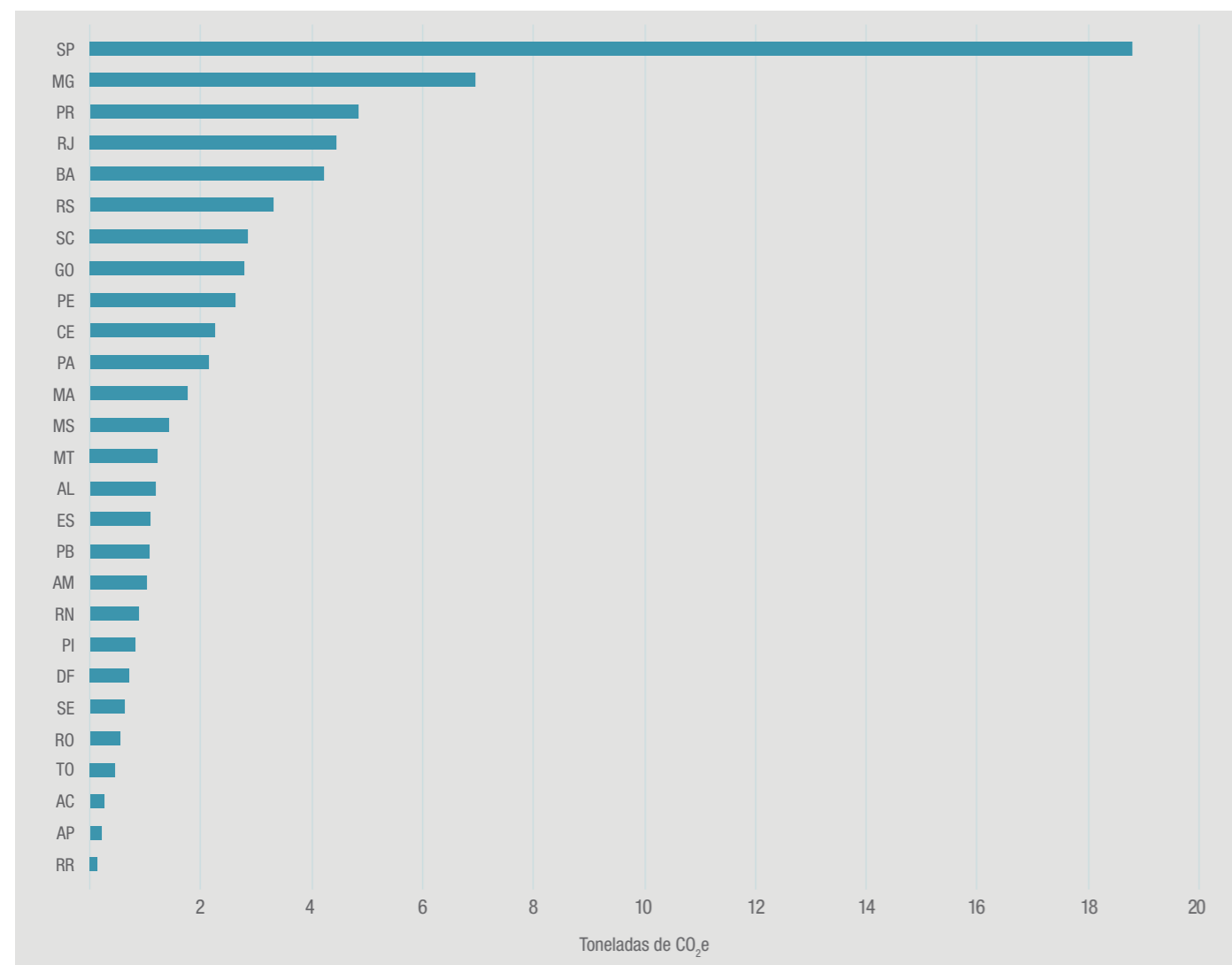
SALIENTA-SE COMO AS VÁRIAS ATIVIDADES PRODUTIVAS MUDARAM A PRÓPRIA PARTICIPAÇÃO NO TOTAL DAS EMISSÕES DO SETOR.

Abate de aves, suínos e bovinos, produção de cerveja e papel e celulose tiveram um peso no total das emissões quase constante ao longo dos anos. Alcool e açúcar aumentaram notavelmente a sua contribuição ao total das emissões, enquanto setores como o do leite diminuíram ao longo dos anos a sua influência no total das emissões. A mudança na metodologia de cálculo adotada contribuiu para a consolidação da tendência observada por conta da inclusão dos setores.

2.1 ANÁLISES DAS EMISSÕES POR ESTADO

A partir de uma análise das emissões por estado, conforme demonstram os gráficos a seguir, é possível notar um rápido crescimento em todos os estados.

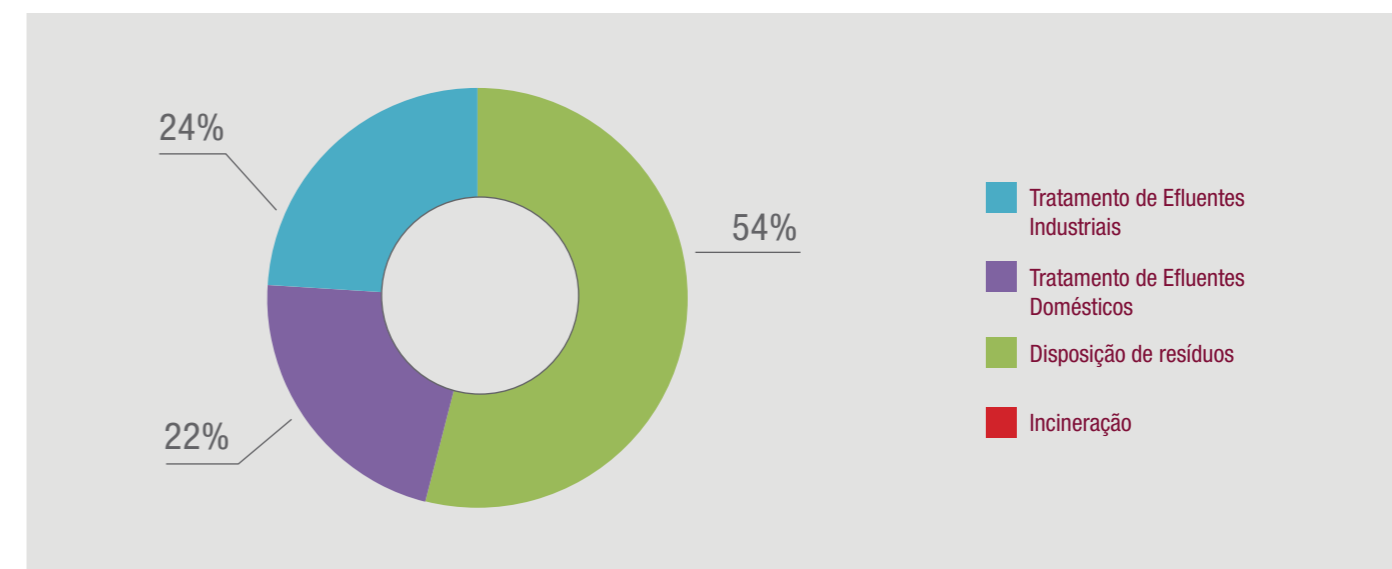
GRÁFICO 7
Emissões por estado em 2014



Em 2014, as emissões foram de 68.350.264 toneladas de CO₂e – GWP, sendo que os maiores emissores em valores absolutos foram São Paulo (28%) e Minas Gerais (10%).

Os dois estados mais representativos têm esta distribuição das emissões:

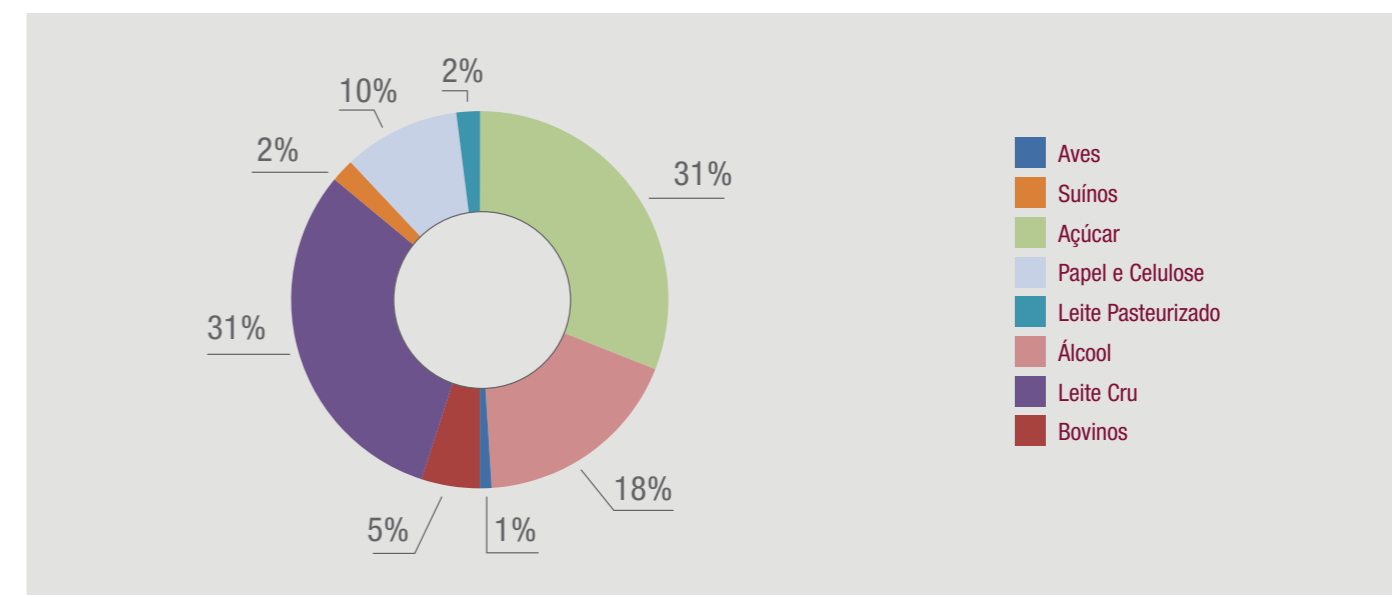
GRÁFICO 8
Distribuição das emissões no Estado de Minas Gerais, ano 2014



A maioria das emissões é devida à disposição de resíduos sólidos. O peso percentual do sub-setor de tratamento de efluentes industriais depende das quantidades e tipologias de indústrias presentes no estado. Conforme gráfico abaixo, é

possível salientar como o estado de Minas Gerais deve as emissões de gases efeito estufa do setor tratamento de efluentes industriais principalmente às tipologias de empresas de tratamento de leite, e cana-de-açúcar (Açúcar e Álcool).

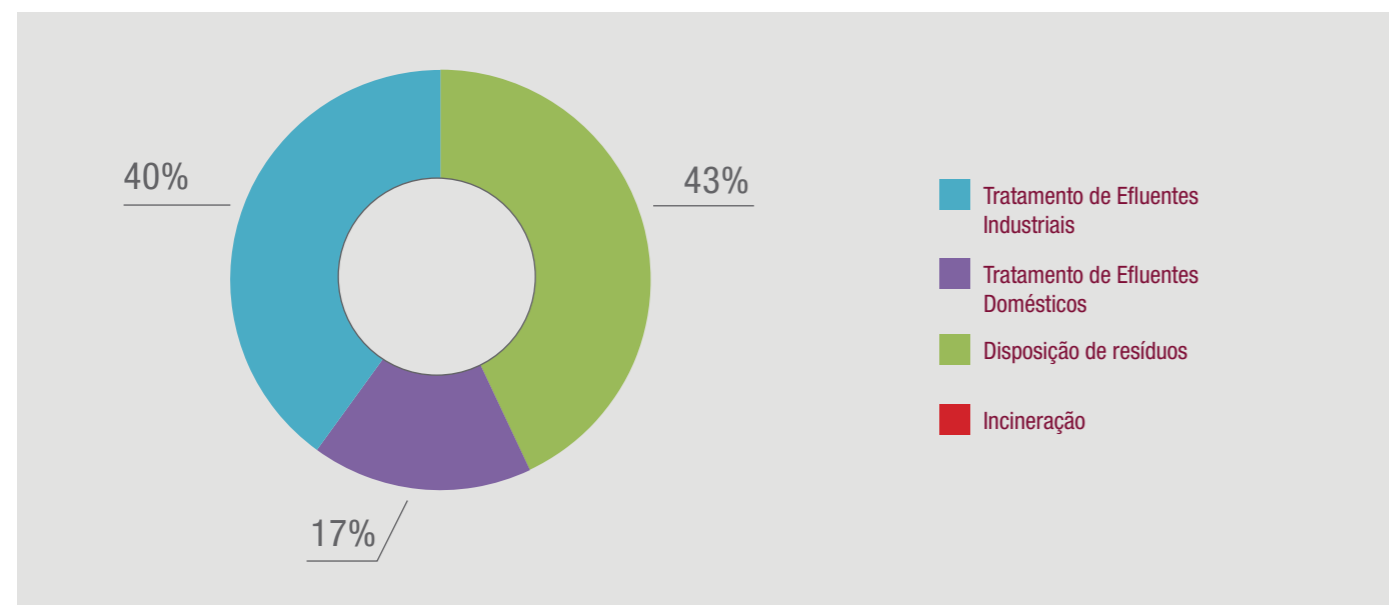
GRÁFICO 9
Distribuição das emissões por sub setor de tratamento de efluentes líquidos: Estado de Minas Gerais, ano 2014



Fonte: Elaboração a partir de Relatórios das Indústria de Cerveja, Leite Cru, Etanol e dados do IBGE.

GRÁFICO 10

Distribuição das emissões no Estado de São Paulo, ano 2014



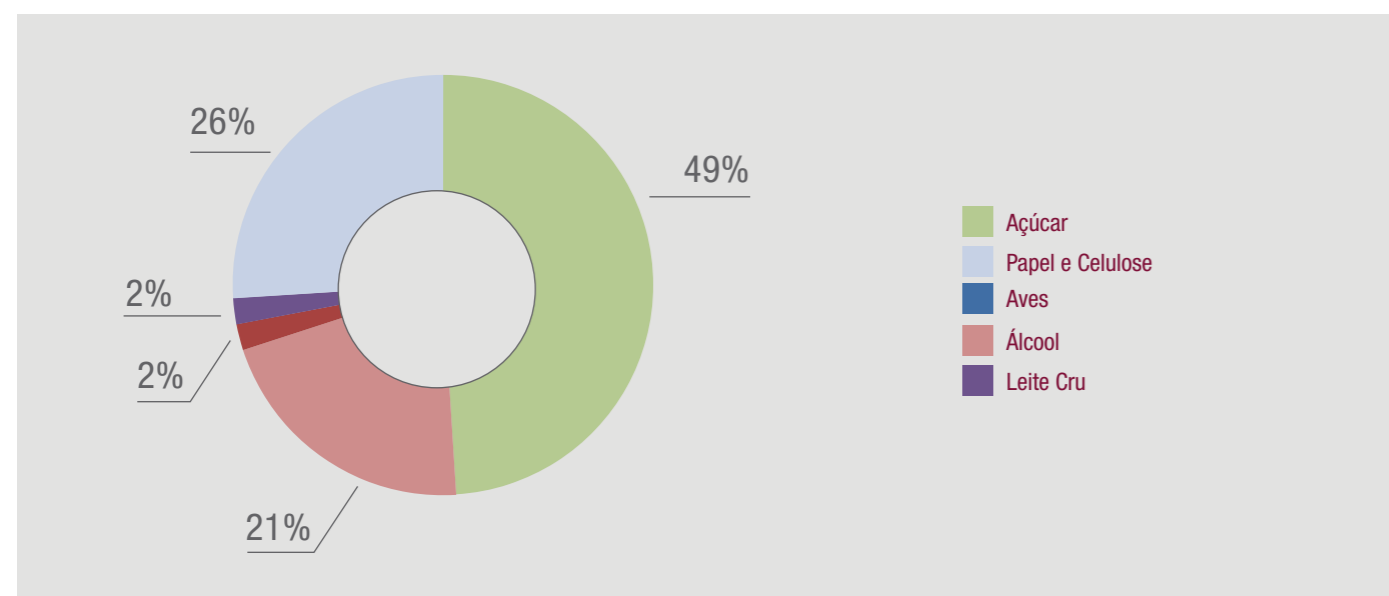
Analisando os resultados do estado de São Paulo, principal emissor, é possível salientar como é mínima a diferença entre os subsectores de disposição de resíduos e tratamento de efluentes industriais. Isto é, o subsector de disposição de resíduos continua sendo a principal fonte emissora do setor, mas, no estado de São Paulo, a forte presença de atividades

industriais impacta notavelmente nas emissões totais do estado.

Conforme mostrado no gráfico abaixo, as principais atividades econômicas que contribuem para as emissões de gases efeito estufa do estado de São Paulo são o de Papel e o de Tratamento de cana-de-açúcar (Açúcar e Álcool).

GRÁFICO 11

Distribuição das emissões por sub setor de tratamento de efluentes líquidos: Estado de São Paulo, ano 2014



Fonte: Elaboração a partir de Relatórios das Indústria de Cerveja, Leite Cru, Etanol e dados do IBGE.

ANÁLISE DAS EMISSÕES AO LONGO DO TEMPO

Em 1970, as emissões totais do Brasil no setor de resíduos foram de 11.865.631 toneladas de CO₂e – GWP, e os estados que mais contribuíram para o total das emissões foram os de São Paulo com 2.231.580, Rio de Janeiro com 1.131.867, e Minas Gerais com 1.481.419 toneladas de CO₂e – GWP.

Já em 1990, as emissões cresceram em valor absoluto e o valor foi de 28.951.842 toneladas de CO₂e – GWP. Por serem mais populosos, os estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Paraná, apresentaram o maior valor absoluto de emissões de GEE.

Em 2000 e 2014, as emissões de GEE foram de 38.814.418 (2000) e de 68.350.264 toneladas de CO₂e – GWP.

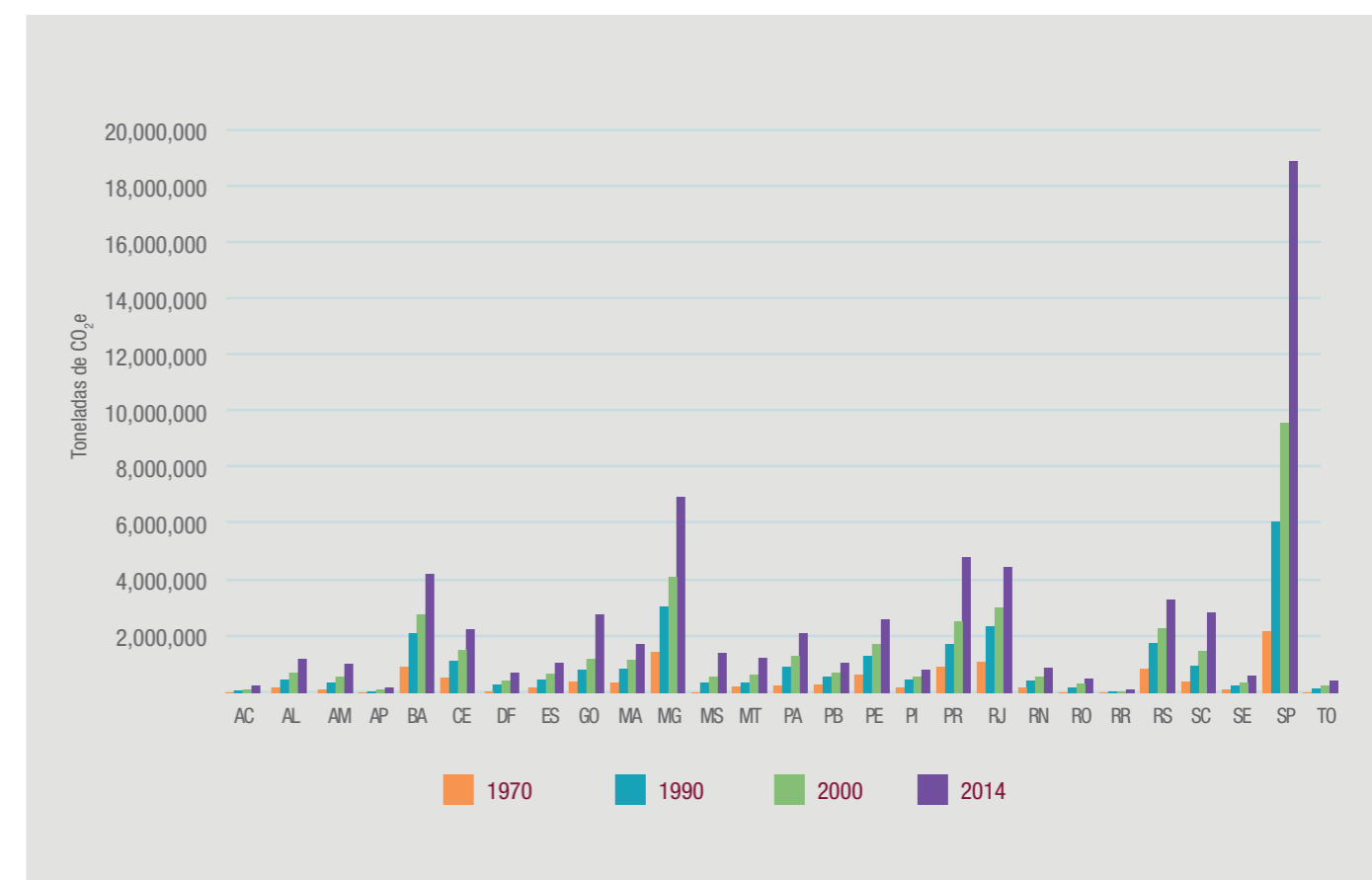
São Paulo foi o maior emissor, com mais de 9.000.000 de toneladas de CO₂e – GWP no ano 2000, emissões que em 14 anos aumentaram rapidamente, até chegar no valor de 18.815.000 toneladas de CO₂e – GWP.

Os gráficos seguintes representam a distribuição das emissões de GEE por cada estado.

Os dados dos valores absolutos de emissões claramente sugerem que os estados mais populosos foram os principais responsáveis para a emissão de GEE do setor.

GRÁFICO 12

Emissões no setor de resíduos por estado em anos selecionados (1970, 1990, 2000 e 2014)



ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS NOS ESTADOS

Analisando os dados do IBGE, da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2010, tomando como referência as capitais dos estados mais populosos (São Paulo, Rio de Janeiro entre os principais), salienta-se como os aterros sanitários são um dos destinos principais dos resíduos.

Do outro lado, existem ainda muitas realidades nas quais o destino final dos resíduos sólidos não é adequado (aterro controlado ou lixão).

É importante ressaltar que a forma de disposição dos resíduos tem influência direta sobre o volume de GEE produzido. Aterros sanitários se mostram opções mais corretas para evitar contaminações de solo e de águas subterrâneas, porém propiciam ambientes com condições mais adequadas para fermentação de matéria orgânica e produção de CH₄. Por outro lado, aterros

sanitários, sendo obras planejadas, podem conter sistemas de captação de metano para aproveitamento energético ou para conversão do mesmo em dióxido de carbono por meio de flare, podendo assim reduzir o impacto na atmosfera. Aterros controlados e lixões, por sua vez, apesar de fornecerem condições que dificultam os processos anaeróbios que produzem metano, não apresentam sistemas de aproveitamento de gases, além de representarem problemas graves para a saúde pública e contaminação do ambiente.

É comum a presença de Aterros sanitários fora dos limites das cidades, principalmente em capitais e outras cidades muito urbanizadas, já que, na maioria dos casos, não há espaço passível de obras para a criação de um aterro. Nesses casos, as cidades devem enviar seus resíduos por meio de transportes rodoviários, o que também pode contribuir para emissões de GEE (no caso, alocadas no setor de Transportes).

A seguir, a realidade das capitais brasileiras quanto a disposição de resíduos:

TABELA 3

Volume de resíduos coletados e destino (IBGE, 2010)

Cidade	Dados IBGE 2008 (Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2010)	
	Volume de resíduos coletados (t/dia)	Destino
Aracaju	10,1 a 120,0	Dois ou mais destinos
Belém	Acima de 500,1	Aterro Sanitário
Belo Horizonte	120,1 a 500,0	Dois ou mais destinos
Boa Vista	Acima de 500,1	Não Informado
Brasília	Acima de 500,1	Dois ou mais destinos
Campo Grande	Acima de 500,1	Aterro Controlado
Cuiabá	120,1 a 500,0	Aterro Sanitário
Curitiba	Acima de 500,1	Dois ou mais destinos
Florianópolis	Acima de 500,1	Aterro Sanitário
Fortaleza	120,1 a 500,0	Aterro Sanitário
Goiânia	Acima de 500,1	Dois ou mais destinos
João Pessoa	120,1 a 500,0	Dois ou mais destinos
Macapá	120,1 a 500,0	Aterro Controlado
Maceió	120,1 a 500,0	Dois ou mais destinos
Manaus	Acima de 500,1	Dois ou mais destinos
Natal	120,1 a 500,0	Dois ou mais destinos
Palmas	120,1 a 500,0	Aterro Sanitário
Porto Alegre	Acima de 500,1	Dois ou mais destinos
Porto Velho	10,1 a 120,0	Dois ou mais destinos
Recife	120,1 a 500,0	Dois ou mais destinos
Rio Branco	120,1 a 500,0	Vazadouro a céu aberto (lixão)
Rio de Janeiro	Acima de 500,1	Dois ou mais destinos
Salvador	120,1 a 500,0	Dois ou mais destinos
São Luis	Acima de 500,1	Dois ou mais destinos
São Paulo	Acima de 500,1	Dois ou mais destinos
Teresina	120,1 a 500,0	Aterro Controlado
Vitória	120,1 a 500,0	Aterro Sanitário

PRINCIPAIS INICIATIVAS DO SETOR DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS

As informações reportadas no Registro Climático Carbon7 (www.carbon7.org) mostram como as principais iniciativas, com a finalidade de melhorar

a gestão dos resíduos, se localizam em maior quantidade na região Sudeste, se mostrando como pontuais nas outras regiões do país.

TABELA 4

Iniciativas no setor de Resíduos na Região Sul

Região	Cidade	Iniciativa	Comentário
Sul	Porto Alegre	Código Municipal de Limpeza Urbana	Sem mais informações

Fonte: Registro Climático Carbon7

TABELA 5

Iniciativas no setor de Resíduos na Região Sudeste

Região	Cidade	Iniciativa	Comentário
Sudeste	Diadema	Estação de Transbordo	Nova estação com 2.290m ² (contra 400m ² da antiga estação), com sistemas de filtragem biológica e eliminação de odores de chorume e outros lixiviados de matéria orgânica, que são direcionados para uma ETE.
	Cidade do Rio de Janeiro	Compostagem aeróbica	Aumentar a taxa de reciclagem do resíduo municipal do atual 1% aos 25%. Os elementos essenciais do projeto são planejamento, construção e operação de uma planta comercial de compostagem para a degradação aeróbica da parte orgânica do resíduo do município. Entrada: Resíduos de jardim e podas de árvores coletados separadamente. Quantidade: 30.000 toneladas ou mais por ano
		ETE - Barra da Tijuca	Ligada a 85% das propriedades beira-mar da região da Barra da Tijuca, 70% da região do Recreio, dando a destinação correta (emissário submarino)

Sudeste	Cidade do Rio de Janeiro	Captura e queima de biogás	Vai gerar cerca de 160 milhões de m ³ de biogás por ano – o que equivale a todo gás natural consumido na cidade do Rio de Janeiro no mesmo período. Com isso, deixarão de ser liberados anualmente na atmosfera algo em torno de 75 milhões de m ³ de metano. Além de produzir o biogás, o empreendimento terá uma estação de tratamento de chorume, que evitará o lançamento diário de cerca de 2.000 m ³ de líquido na Baía de Guanabara
		Coleta Seletiva	Meta para fim de 2013: aumentar de 1% para 5% a coleta de recicláveis na cidade. Meta para fim de 2016: aumentar para 25%. Meta para fim de 2020: aumentar para 30%. Para resíduos de arborização pública: até final de 2016, aproveitamento de 50%. Até final de 2020, 100%.
	Cidade de São Paulo	Captação de Biogás nos Aterros São João e Bandeirantes	Estimativas de prevenção de emissão de 7,400,000 tons de CO ₂ e entre 2004 e 2010
		Plano Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos	Criado para entrar em acordo com a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos
	Campinas	Plano Municipal de Saneamento Básico de Campinas (PMSB)	Tem por objetivo principal a universalização do acesso, por parte da população, aos serviços básicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana, além da drenagem de águas pluviais. Esse plano deve ser aplicado em todo o território municipal, incluindo as áreas rurais, com vigência de 20 anos, devendo ser revisado a cada quatro anos. Sem mais informações técnicas
	São Carlos	Compostagem para o Pomar da cidade	Ativo desde 2003, preveniu o aterro de aproximadamente 1,5 toneladas métricas de resíduos alimentares. Os resíduos passam por processos de compostagem aeróbica, e o composto é usado para o Pomar Orgânico da cidade

Sudeste	São Carlos	Programa de conversão de metano em Aterro Sanitário	Flare de Metano produzido no Aterro Sanitário que operou entre 1995 e 2011. Sem mais informações técnicas
	Betim	Plano Municipal de Resíduos Sólidos	Criado para entrar em acordo com a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos
		Instalação e Implantação da Usina de Reciclagem de Entulho	Criação de uma Usina de Reciclagem para resíduos volumosos e de construção civil. Início em 2013. Sem mais informações técnicas
		Usina de Triagem	Início em 2013. Sem mais infos. técnicas.
		Usina de Reciclagem de Detritos	Início em 2012. Sem mais infos. técnicas
		Reestruturação do Sistema de Coleta Seletiva	Início em 2012. Sem mais infos. técnicas
	Belo Horizonte	Programa de Compostagem	Compostagem de resíduos orgânicos domiciliares e comerciais, junto com resíduos de poda. Compostos utilizados em jardins e hortas em escolas. Em 2011 foram encaminhados para reciclagem, pelo programa de compostagem, cerca de 4.014 t de resíduos, sendo 2.727 t (67,9%) de resíduos orgânicos e 637 t (15,7%) de resíduos de podas de árvores. Ao longo do processo de compostagem, ainda foram gerados cerca de 650 t (16,2%) de rejeitos (pequenas quantidades de plásticos, papéis, pedaços de madeiras – de caixotes, galhos mais grossos, etc.). Ao final do ano o processo de compostagem obteve uma eficiência de 67,6%

Sudeste	Belo Horizonte	Reciclagem de resíduos da construção civil	Foram encaminhadas para reciclagem cerca de 65.811 t (77,3%) de uma total de 85.096 t recebidas ao longo do ano. Os RCD que aportam às estações de reciclagem são oriundos de obras diversas executadas em Belo Horizonte. Das 65.811 t enviadas para reciclagem, cerca de 71,1% (60.542 t) foram de fato recicladas e transformadas em insumos. O processo gerou cerca de 5.269 t (6,2%) de rejeitos diversos (papeis, plásticos, vergalhões, etc.), restando 19.285 t (22,7%) em estoque para reciclagem. A Eficiência obtida no processo de foi de 92%
		Coleta seletiva de materiais recicláveis	Foram recolhidos e encaminhados para reciclagem, cerca de 9.824 t, em 2011. Ao todo, estes programas reciclaram, ou enviaram para reciclagem, 115.602 t, que equivale a cerca 8,3% dos resíduos gerados em Belo Horizonte, no ano de 2011
		Captação dos Gases da Estação de Tratamento do Arrudas	Sem mais informações
		Recolhimento de pneus	Implantada em 2007, a unidade recebe pneus que não podem mais ser utilizados. A unidade armazena os materiais antes de destiná-los à reciclagem (processo que dura menos de uma semana). Desde sua criação, mais de 900 mil pneus foram enviados para reciclagem.
		Central de Aproveitamento Energético do Biogás do Aterro da CTRS da BR 040	Contribui para a redução das emissões responsáveis pelo efeito estufa, deixando de lançar na atmosfera cerca de 4.000.000 de toneladas equivalentes de CO ₂ , em 15 anos. O biogás também é utilizado como combustível para fazer funcionar três motores capazes de gerar energia elétrica de 1,426 MW cada, totalizando 4,278 de potência, o suficiente para abastecer até 20 mil casas de consumo inferior a 100 kWh/mês

Fonte: Registro Climático Carbon7

TABELA 6

Iniciativas no setor de Resíduos na Região Nordeste

Região	Cidade	Iniciativa	Comentário
Nordeste	Maceió	Ação conjunta com cooperativas de Catadores de resíduos recicláveis	Início em 2014. Sem mais infos técnicas
	Recife	Queima do Metano Proveniente da Decomposição de Resíduos	Início em 2013. Sem mais infos técnicas
	Fortaleza	Programa Reciclando Atitudes Coleta Seletiva	Início em 2013. Programa pautado em conscientização da população quanto ao consumo e geração de resíduos. Sem mais infos técnicas.
		Planejamento e Gestão do Destino Final dos Resíduos no Município de Fortaleza	Criado para entrar em acordo com a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos
		Plano Municipal de Saneamento Básico	Início em 2013. Sem mais infos técnicas

Fonte: Registro Climático Carbon7

PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2014

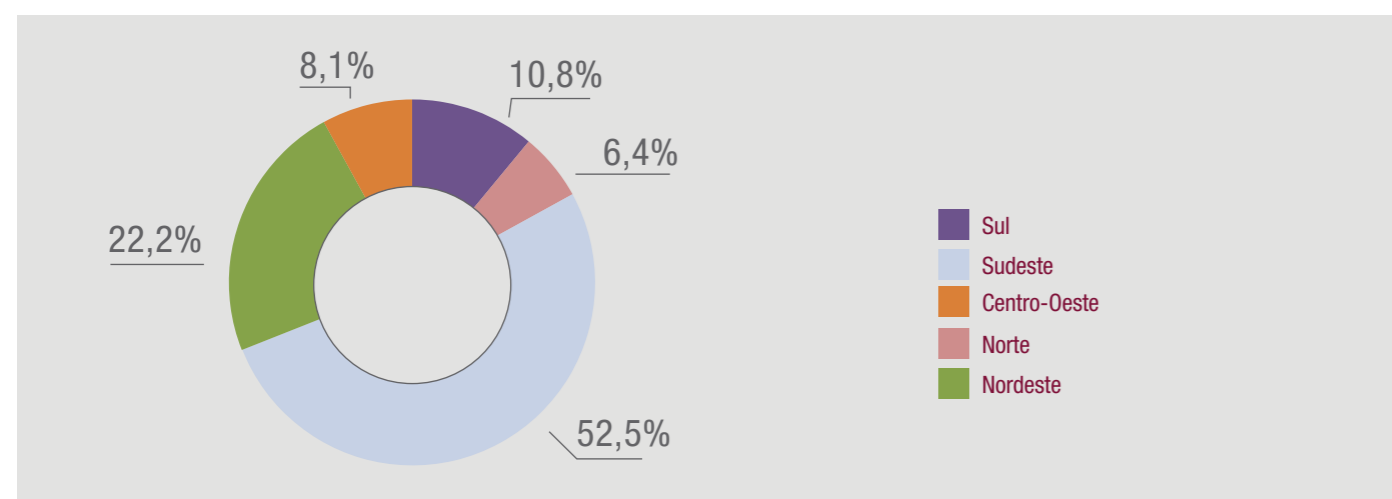
Segundo dados da Abrelpe, para o ano de 2014, 58,4% dos resíduos sólidos urbanos coletados tiveram destinação adequada (aterros sanitários). Os outros 41,6%, equivalentes a 81 mil toneladas

diárias, ainda são destinados para aterros controlados e lixões.

Um total de 3.334 municípios (59,8%) no Brasil ainda destinam seus resíduos sólidos urbanos para locais inadequados. Abaixo pode-se ver a representatividade de cada Região na coleta de resíduos sólidos urbanos no Brasil:

GRÁFICO 13

Coleta de Resíduos nas Regiões do Brasil



Fonte: ABRELPE

Ainda segundo a Abrelpe, em 2014, 3.608 municípios apresentavam sistema de coleta seletiva. É importante ressaltar, porém, que os sistemas implantados não abrangem todo o território de cada município.

Quanto aos resíduos sólidos de saúde, a Abrelpe apresenta os seguintes dados, referentes à sua coleta e destinação, respectivamente:

TABELA 7

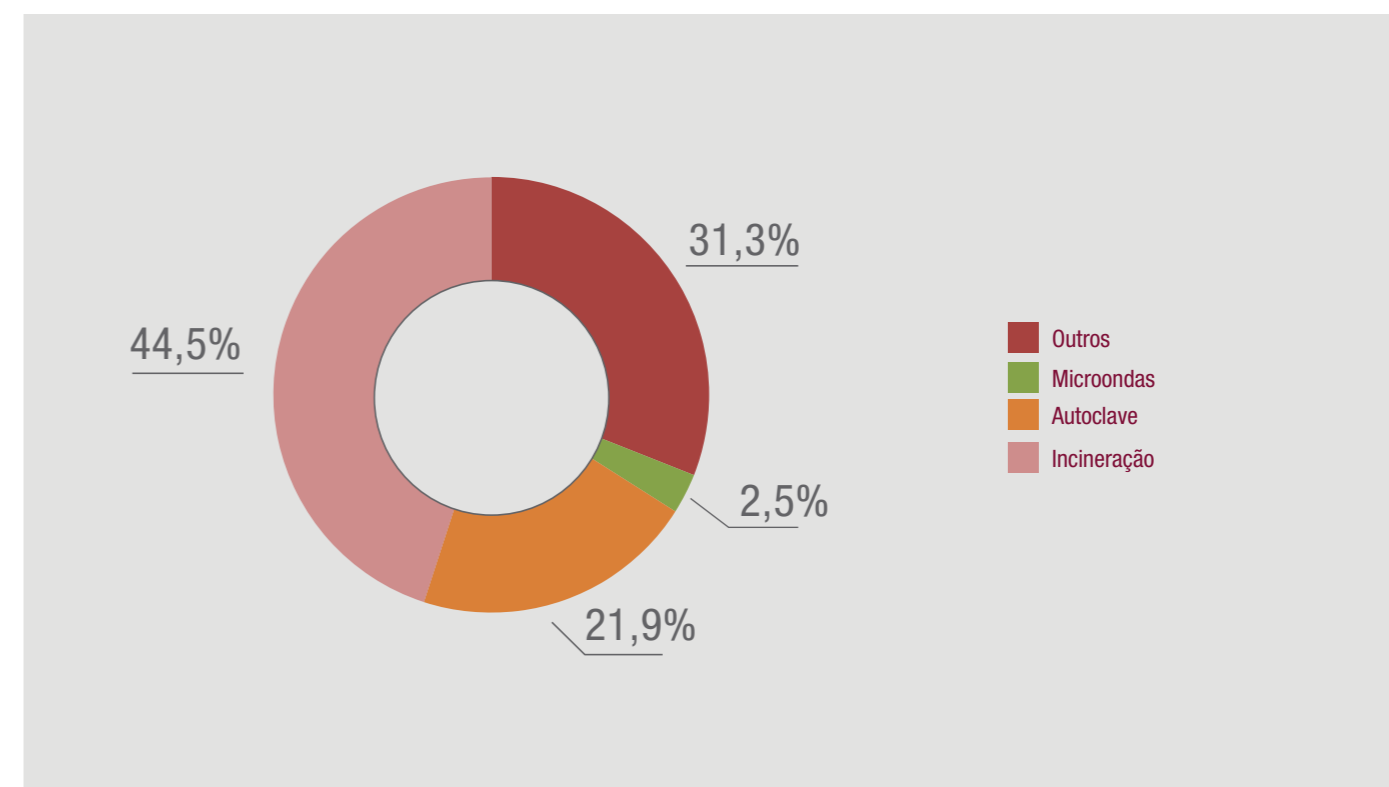
Coleta de Resíduos Sólidos de Saúde nas Regiões do Brasil

Região	2013	2014		
	RSS Coletado / Índice (Kg/hab/ano)	População Total	RSS Coletado (t/ano)	Índice (Kg/hab/ano)
Norte	9.174/0,593	17.261.983	9.635	0,558
Nordeste	36.458/0,653	56.186.190	35.519	0,686
Centro-Oeste	18.894/1,260	15.219.608	19.625	1,289
Sudeste	174.266/2,063	85.115.623	182.880	2,149
Sul	13.436/0,467	29.016.114	14.182	0,489
BRASIL	252.228/1,254	202.799.518	264.841	1,306

Fonte: ABRELPE

GRÁFICO 14

Principais destinações para Resíduos Sólidos de Saúde



Fonte: ABRELPE

ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS NOS ESTADOS

Conforme mostram os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento básico do IBGE do ano 2010, muitos municípios relatam um ótimo percentual de tratamento do esgoto coletado. Os problemas são relativos às informações da quantidade de esgoto produzido realmente no município e qual é o tratamento que o esgoto é submetido, o que dificulta uma análise da real abrangência dos sistemas de coleta de efluentes no país. Segundo o Instituto Trata Brasil, em parceria com o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, o país ocupa a 112ª posição, em uma lista de 200 países, no que se refere à qualidade e abrangência do sistema de saneamento básico em seu território,

ficando atrás de países do Norte da África, do Oriente Médio e também da América Latina, que possuem PIBs menores do que o brasileiro.

Obter informações mais precisas quanto à geração de efluentes seria muito importante para as estimativas das emissões, já que a produção de gases de efeito estufa pode variar de maneira muito significativa para cada metro cúbico de efluente produzido dependendo da coleta/não coleta e do tipo de tratamento (aeróbico/anaeróbico).

TABELA 8

Condição de coleta e tratamento de efluentes nas capitais brasileiras

COLETADO	Volume Coletado (m ³ /dia)	Volume Tratado (m ³ /dia)	Percentual de Esgoto Tratado
Aracajú	42001 a 70000	23601 a 84950	Acima de 90,01
Belém	1521 a 8000	Até 23600	65,01 - 90,00
Belo Horizonte	200001 a 390000	208751 a 384560	45,01 - 65,00
Boa Vista	8001 a 16600	10230 a 25200	Acima de 90,01
Brasília	200001 a 390000	208751 a 384560	Acima de 90,01
Campo Grande	16601 a 42000	23601 a 84950	Acima de 90,01
Cuiabá	42001 a 70000	23601 a 84950	65,01 - 90,00
Curitiba	200001 a 390000	84951 a 208750	Acima de 90,01
Florianópolis	8001 a 16600	10230 a 25200	Acima de 90,01
Fortaleza	70001 a 200000	84951 a 208750	Acima de 90,01
Goiânia	70001 a 200000	84951 a 208750	65,01 - 90,00
João Pessoa	42001 a 70000	23601 a 84950	Acima de 90,01
Macapá	1521 a 8000	Até 3219	Acima de 90,01
Maceió	200001 a 390000	23601 a 84950	Não Tratado
Manaus	42001 a 70000	23601 a 84950	45,01 - 65,00
Natal	16601 a 42000	Até 23600	45,01 - 65,00
Palmas	8001 a 16600	3220 a 10229	Acima de 90,01
Porto Alegre	70001 a 200000	23601 a 84950	20,01 - 45,00
Porto Velho	Não Informado	Não Informado	Não Tratado
Recife	70001 a 200000	84951 a 208750	Acima de 90,01
Rio Branco	8001 a 16600	Até 3219	Não Tratado
Rio de Janeiro	200001 a 390000	384561 a 1088044	Acima de 90,01
Salvador	200001 a 390000	208751 a 384560	Acima de 90,01
São Luis	Não Informado	Sem Tratamento	Não Tratado
São Paulo	1383933	384561 a 1088044	65,01 - 90,00
Teresina	16601 a 42000	Até 23600	Acima de 90,01
Vitória	42001 a 70000	25201 a 85000	65,01 - 90,00

Fonte: Instituto Trata Brasil

2.2 ANÁLISE E LIMITAÇÕES DOS DADOS

DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS

A falta de dados oficiais, seja a nível estadual ou federal, gera uma dificuldade fundamental na estimativa das emissões do subsetor de disposição de resíduos sólidos.

A fim de superar tal dificuldade, empregou-se uma fórmula de cálculo, levando em consideração a correlação entre a população e a quantidade de resíduos produzida, em modo que as estimativas do SEEG 2014 se mostram como uma tentativa de representar o mais próximo da realidade dentro das limitações de dados encontradas.

Em relação ao sistema de disposição final, vale ressaltar a existência de diversos casos em que a gestão de resíduos é inadequada e contra a Lei federal³, o que também reflete na coleta de dados oficiais.

As emissões de GEE variam, dentre outros fatores, em função do local de disposição dos resíduos. A disposição em lixões, por exemplo, possui fator de emissão 1 e os aterros sanitários, 1,1 pois quanto melhor a condição de saneamento,

maior a quantidade de CH₄ emitido, uma vez que criam condições propícias para a fermentação anaeróbica dos resíduos, que inexistem ou são muito reduzidas quando os mesmos são despejados de forma esparsa no meio ambiente.

Sistemas de gestão inadequados são ainda uma realidade no cenário brasileiro. Se por um lado a produção de GEE é maior, por outro lado, a disposição em aterro sanitário gera condições higiênicas e sanitárias adequadas à população e ao meio ambiente.

Além disso, melhora as condições para coleta e aproveitamento energético dos GEE, o que implicaria em uma redução significativa das emissões em relação aos lixões.

TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS

De acordo com a fórmula de cálculo, as emissões desse subsetor variam, dentre outros fatores, em função da população e do tipo de tratamento aos quais os efluentes gerados são submetidos.

3. O Art. 12 da Lei Federal 2.312, de 3.9.54, que dispôs sobre normas gerais sobre a defesa e proteção da saúde diz, " a coleta, o transporte e o destino final do lixo deverão processar-se em condições que não tragam inconvenientes à saúde e ao bem estar público, nos termos da regulamentação a ser baixada". Esta lei foi regulamentada pelo decreto 49.974-A, de 21.1.61. Os Estados de São Paulo e do Rio Grande do Sul, respectivamente, pelos Decretos 52.497, de 21.7.70, e 23.430, de 24.10.74, em seus arts. 371 e 110, d, proibem o lançamento dos resíduos sólidos a céu aberto.

Em relação a esta última variável, cada sistema de tratamento ou a ausência do mesmo possui um fator de emissão específico. O tratamento em reator anaeróbio, por exemplo, possui fator 0,8 de emissão, já a lagoa anaeróbia, 0,2, e o lançamento em cursos d'água sem tratamento, 0,1.

Frente à inexistência de uma base de dados anual que permita conhecer com exatidão as frações dos efluentes domésticos que são submetidos a cada tipo de tratamento, os autores do III Inventário Nacional (MCTI, 2016) realizaram um conjunto de inferências e de integrações de dados de fontes e formatos diferentes.

Em relação ao cálculo do período de 1970 - 2014 pelo SEEG, não foi possível utilizar a fórmula completa, pois o método de cálculo das frações não está integralmente descrito no Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatórios de Referência. Além disso, as frações calculadas para cada Estado não estão disponibilizadas. Em função disso, as estimativas de emissões para o período foram calculadas por meio da análise da regressão linear, por Estado, da relação entre as emissões e a população no período de 1990 a 2014. As emissões nacionais foram calculadas por meio da soma das emissões dos Estados. Dessa forma, não foram consideradas as variações nas condições de saneamento.

TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

O cálculo abrange as atividades industriais que mais geram carga orgânica e que, portanto, possuem o maior potencial de geração de GEE. Nesse sentido, os setores contemplados são: Cerveja, Leite Cru, Leite Pasteurizado, Açúcar, Alcool, Papel, Suíno e Aves e Bovinos.

Para a classificação das indústrias que produzem grande volume de efluente com carga orgânica no Brasil, utilizou-se a classificação feita no Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatórios de Referência.

No Primeiro e no Segundo inventários, foram estimadas curvas ABC que identificam as principais indústrias geradoras de carga orgânica e potencialmente emissoras de GEE.

A cada inventário selecionam-se setores produtivos em maior número do que os três ou quatro indicados pelo método do IPCC (2000). Isto porque alguns dos potenciais setores emissores selecionados podem mudar de posição no "ranking" dos maiores emissores de carga orgânica. Seguindo o padrão dos inventários anteriores, foram selecionados inicialmente dez, e concluindo-se a estimativa com nove setores produtivos, o que significa mais de 97% da carga orgânica gerada no país.

No Terceiro Inventário Nacional, as emissões relativas ao consumo de algodão foram descartadas devido às incertezas quanto ao destino. O seu uso pode ser tanto na indústria alimentícia quanto na indústria têxtil. As diferenças nos processos produtivos e as dificuldades de definição desses destinos fazem com que esse levantamento se torne pouco confiável.

Sempre no Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatórios de Referência, foram incluídas as emissões devidas ao manuseio da cana de açúcar, isto é, foram incluídas as emissões devidas à produção de Açúcar e Alcool.

Vale destacar que de acordo com o método de cálculo, as emissões desse subsetor variam, dentre outros fatores, em função do volume/quantidade produzida e do tipo de tratamento

aos quais os efluentes dessa produção são submetidos, dado que cada sistema de tratamento possui um fator de emissão específico.

Para o cálculo foram utilizados os dados de produção, porém não foram encontrados dados específicos sobre o tipo de tratamento dos efluentes. O mesmo ocorre no cálculo realizado para o III Inventário, que utilizou valores *default* para esta variável. Também a falta de valores atualizados e oficiais da recuperação energética do metano nos vários sistemas de tratamento de efluentes impossibilitou uma estimativa acurada das emissões.

Dessa forma as estimativas variaram em função do aumento da produção dos diferentes setores avaliados, porém não captaram totalmente as mudanças no padrão de tratamento dos efluentes industriais. Tais mudanças possivelmente ocorreram, levando-se em consideração a intensificação das exigências ambientais para a aprovação e para o funcionamento das indústrias.

INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS

Nesse subsetor, destaca-se que as variáveis chaves para o cálculo das emissões de CO₂ e de N₂O são a quantidade e o tipo de resíduos (industrial e de saúde) incinerados, por ano.

Para o levantamento dessas informações, relativas ao período de 1970 a 2014, os autores do III Inventário consultaram diferentes fontes como: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (ABETRE), incineradoras e fabricantes de equipamentos para incineração.

Frente à impossibilidade de um levantamento mais assertivo da quantidade de resíduos incinerados de 1970 a 2014, as estimativas de emissões desse

período foram calculadas pelo SEEG baseando-se nos dados disponíveis após 1990.

Em função disso, os dados de emissões de 1970 a 2013 estimados pelo SEEG não consideraram a quantidade de resíduos incinerados no período 1970 – 1990, devido à inexistência de dados oficiais neste período.

Os dados encontrados para o período 1990 – 2014 também são parciais e não correspondem à totalidade de incineradores existentes e à quantidade de resíduos realmente incinerados.

A falta destes dados cria uma baixa confiabilidade nas estimativas sobre a incineração de resíduos no Brasil e em cada unidade federativa.

3. TRAJETÓRIA, METAS E COMPROMISSOS

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009, estabelece a meta voluntária nacional de redução do nível de emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% até 2020. O Plano Nacional de Mudanças do Clima ressalta a importância do estabelecimento de metas de redução de emissão para o setor de resíduos, destacando medidas de incentivo, como o programa de compra futura de manejo de resíduos sólidos que incentivaria investimentos em aterros sanitários e a implantação de sistemas de recuperação de metano, de compostagem e reciclagem (aumento de 20% até 2015), para apoio no cumprimento do objetivo. No entanto, o instrumento que detalha medidas e ações para implementação da Política, tem data anterior ao da PNMC e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e, portanto, encontra-se desatualizado e defasado em relação aos desafios atuais, que vão além de questões relacionadas à disposição final dos resíduos. Além disso, dá ênfase maior ao desenvolvimento de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que hoje infelizmente não vêm se demonstrando financeiramente viáveis em razão do baixo preço da RCE, Redução Certificada das Emissões, (tanto para novos projetos como para manutenção dos existentes).

O Decreto nº 7.390 de 9 de dezembro de 2010, que regulamenta a Política Nacional sobre Mudança do Clima, por sua vez, publicado quase um ano após a entrada em vigor da PNMC, define como as metas seriam alcançadas prevendo a elaboração de Planos Setoriais com a inclusão de ações, indicadores e metas específicas de redução de emissões e mecanismos para a verificação do seu cumprimento, além de estabelecer as revisões do Plano Nacional sobre Mudança do Clima. Não há, porém, obrigatoriedade de um plano setorial para resíduos, e não se sabe quais são as projeções exatas de emissões do setor, pois o decreto apresenta essas emissões juntamente com as emissões do setor industrial.

O Plano Setorial de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima para a consolidação de uma economia de baixo carbono na Indústria de Transformação

apresenta uma meta de redução de 308,16 MtCO₂eq até 2020. O plano abrange as indústrias de alumínio, cal, cimento, ferro-gusa e aço, papel e celulose, química e de vidro, sendo que apenas para o setor de papel e celulose foram calculadas as emissões provenientes do tratamento de efluentes.

No plano setorial de mitigação e adaptação da indústria de transformação, destaca-se o aumento da reciclagem e o aproveitamento de coprodutos, reforçando a necessidade de integração entre as Políticas Nacionais de Mudança do Clima e a de Resíduos Sólidos. Para tanto, é prevista a realização de um estudo/avaliação de barreiras regulatórias sobre o processamento de resíduos sólidos industriais e urbanos, com propostas de alteração do marco regulatório se necessário, tratamento tributário diferenciado para produtos reciclados, bem como bolsas de resíduos, ou seja, instrumentos regulatórios e econômicos fundamentais para o cumprimento do objetivo de aumento de reciclagem e aproveitamento de coprodutos. Tais atividades ainda não foram concretizadas.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei nº 12.305 de 02/08/2010) é norteada por 11 objetivos, entre os quais estão 3 objetivos fundamentais:

- I.** Não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final adequada;
- II.** Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- III.** Incentivo a indústria de reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados.

A PNRS trazia algumas metas temporais bastante ambiciosas e não totalmente alcançadas, como o encerramento dos lixões até 2014 e a elaboração dos planos de gestão estaduais e municipais até agosto de 2012.

Além de metas fundamentais, a gestão adequada dos resíduos contribui para a redução das emissões de GEE, sendo diretamente relacionada com o aproveitamento energético do biogás em aterros sanitários (meta dos planos estaduais) e com a redução, reutilização e reciclagem, dos resíduos atualmente encaminhados aos aterros que evitaria as emissões de GEE. É importante ressaltar, também, a importância de cooperativas de catadores de resíduos, que compõe as metas de inclusão social na cadeia de resíduos previstas pela PNRS.

A data inicialmente prevista para o encerramento de lixões no Brasil, de acordo com a Lei nº 12.305/10 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), era dois de agosto de 2014. A partir deste dia, os rejeitos deveriam ter uma disposição final ambientalmente adequada, mas em julho de 2015 o prazo foi prorrogado e as novas datas estabelecidas estão no período compreendido entre julho de 2018 e julho de 2021, de acordo com as dimensões e a população do município. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos conecta-se a outros Planos nacionais tais como Planos

Nacionais de Mudanças do Clima (PNMC), de Recursos Hídricos (PNRH), de Saneamento Básico (Plansab) e de Produção e Consumo Sustentável (PPCS), trazendo diretrizes e recomendações específicas necessárias à implementação da PNRS, que também contribuem para evitar ou reduzir emissões de GEE, tais como a indução da compostagem da parcela orgânica dos RSU e a geração de energia por meio do aproveitamento dos gases provenientes da biodigestão de compostos orgânicos e dos gases gerados em aterros sanitários (biogás); redução dos resíduos recicláveis em aterros; inclusão e fortalecimento dos catadores; e redução da geração de resíduos sólidos.

Como não há planos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, específicos para o setor, foram analisadas as políticas e planos setoriais de mudança do clima, resíduos sólidos e outros correlatos, a fim de verificar o status atual de integração entre as políticas e as medidas propostas, no que se referem às emissões de GEE, bem como metas e medidas que podem ter alguma influência sobre as emissões, para cada um dos setores analisados pelo SEEG.

3.1

DISPOSIÇÃO E INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Algumas estratégias, diretrizes e metas previstas no PNRS possuem repercussão nas emissões de GEE:

Diretriz: eliminação de lixões e aterros controlados até 2014.

Diretriz: redução progressiva de resíduos recicláveis secos dispostos em aterros sanitários, com base na caracterização de 2013.

Diretriz: introduzir a estabilização da parcela orgânica dos RSU através sistemas de bio-estabilização e compostagem

Geração de energia por meio do aproveitamento energético dos gases gerados em aterros sanitários e da biodigestão da fração orgânica.

Algumas metas do PNRS foram estabelecidas pela própria lei, como a eliminação de lixões e aterros controlados até 2014. Outras questões não relacionadas são as metas que se espera alcançar durante a implementação do plano, como pode se observar abaixo⁴:

TABELA 9

Metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos

META	2015	2019	2023	2027	2031
Eliminação total dos lixões até 2014	100%	100%	100%	100%	100%
Redução dos resíduos recicláveis secos dispostos em aterros sanitários (base2013)	22%	28%	34%	40%	45%
Redução dos resíduos úmidos dispostos em aterros sanitários (base2013)	19%	28%	38%	46%	53%
Recuperação de gases de aterro - Potencial de 300MWh	50MWh	100MWh	150MWh	200MWh	250MWh

Das metas quantitativas apresentadas, apenas a meta de eliminação dos lixões e aterros controlados é uma imposição legal. Não havendo instrumentos econômicos e de incentivo à recuperação energética, é muito mais provável que nesse primeiro momento os esforços fiquem mais concentrados para cumprir as metas

quantitativas estabelecidas por lei, qual seja a de eliminação dos lixões e aterros controlados.

Se isto ocorrer sem o aproveitamento energético, e sem o aumento das taxas de coleta seletiva e reciclagem, a tendência é que haja uma elevação das emissões, já que

4. Fora a eliminação total dos lixões até 2014, constata-se da Política, estas metas fazem parte do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, na versão disponibilizada após as consultas públicas. Ressalte-se que o Plano não é oficial e ainda depende de aprovação pela Presidência da República e publicação em decreto.

estas são maiores quando os resíduos são encaminhados para aterros sanitários em relação aos lixões, considerando o fator de correção de metano referente ao gerenciamento de locais de disposição, determinado pelo IPCC. (IPCC 2006). Porém, dado que a produção de biogás em aterro acontece ao longo dos anos, a probabilidade de um aumento de GEEs devido a uma correta gestão de resíduos sólidos resulta muito pouco provável. Outras iniciativas trabalhadas pelo MMA por meio dos Acordos Setoriais para Logística Reversa⁵, previstas pela PNRS, e incentivos à redução de geração de resíduos na fonte, o reuso de materiais e a reciclagem podem contribuir positivamente para a redução das emissões, além de contribuir para que os Aterros implantados não saturem rapidamente, aumentando assim seu período útil para recepção de resíduos.

Para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, além da erradicação de lixões, é fundamental a coleta do biogás produzido no aterro, que pode ser queimado em tocha ou recuperado através de motores a combustão interna.

O cenário atual relativo à erradicação de lixões é muito complexo devido ao decaimento do prazo definido no PNRS e à não existência de claras decisões políticas.

A Confederação Nacional dos Municípios (CNM) tem atuado no Congresso pelo prazo maior, alegando que muitas prefeituras não conseguiram cumprir a lei. Segundo pesquisa da própria entidade, realizada em julho de 2014, dos municípios com até 300 mil habitantes, 32,5% (807) enviam os resíduos para lixões e 61,4% (1.525) para aterros sanitários. Dentre as 26 capitais brasileiras e o Distrito Federal, 16 não possuem aterros sanitários⁶.

Segundo as estatísticas setoriais dos últimos anos, aumentaram os níveis de cobertura no serviço de limpeza, bem como os percentuais de coleta de resíduos e destinação para aterros sanitários. Entretanto, há um longo caminho a percorrer, já que no Brasil ainda há uma quantidade significativa de resíduos que não são coletados, enquanto outra parte não é depositada em locais com condições adequadas, o que gera impacto ambiental negativo.

Para que haja um menor impacto sob o ponto de vista das emissões de GEE, é necessário criar condições para o desenvolvimento de projetos de mitigação.

Ainda que muito discretamente, o Brasil evoluiu na questão de destinação adequada de resíduos sólidos urbanos após a entrada em vigor da política nacional de resíduos sólidos. De acordo com dados da ABRELPE – Associação Brasileira de Limpeza e Resíduos Especiais, em 2007 apenas 38,6% dos resíduos sólidos urbanos possuíam destinação adequada e o restante era encaminhado a lixões e aterros controlados. Já em 2010, com a entrada em vigor da lei, 57,6% dos resíduos possuíam destinação adequada e em 2012, 57,98% o que demonstra que o Brasil está caminhando lentamente para cumprir essa meta.

Além disso, a Política Nacional de Resíduos Sólidos exige por meio do artigo a estruturação e implementação de um sistema de logística reversa para: **agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, produtos eletroeletrônicos e seus componentes.**

Assim, com a implementação da logística reversa, as emissões evitadas pelo reuso e reciclagem de matérias primas, seriam enormes.

Outro fator importante a ser considerado é a composição dos resíduos sólidos urbanos que no Brasil são compostos em sua maioria por fração orgânica (entre 50% e 60% sobre o total).

Os resíduos orgânicos, dependendo da tipologia de coleta, podem ser submetidos a duas tipologias distintas de estabilização a fim de reduzir as emissões de GEE:

1. Material coletado junto a outros resíduos urbanos: Processo de bio-estabilização da matriz orgânica com consequente produção de um material inerte a ser disposto, na maioria das vezes em aterro. Este material disposto em aterro sanitário, não produz emissões de GEE devido à sua completa maturação biológica.

2. Material orgânico coletado separadamente dos RSU: processo de compostagem e produção de adubo utilizado na agricultura.

Diante deste cenário, tanto a compostagem como a bio-estabilização dos resíduos orgânicos representam ótimas oportunidades para reduzir emissões visto que durante esse processo não são emitidos GEE e esses resíduos não são encaminhados para aterros sanitários.

Uma gestão eficiente da parte orgânica dos resíduos seria o instrumento mais rápido e eficiente para uma célere redução das emissões de GEE.

Os resíduos gerados no Brasil em sua maioria são teoricamente passíveis de reciclagem ou compostagem, os resíduos orgânicos representam 51,4% dos resíduos sólidos urbanos, plástico 13,5%, papel, papelão e tetrapak 13,1%, vidro 2,4%, metais 2,9% e outros 16,7%⁷.

Assim, em um cenário ideal, haveria uma redução de 83,3% na redução de resíduos sólidos urbanos encaminhados para aterros sanitários, sendo que mais da metade seria encaminhado para compostagem (ou para bio-estabilização).

Ainda que a PNRS apresente a meta de aproveitamento do potencial energético dos resíduos sólidos urbanos, o Plano Nacional de Energia PNE 2030 apresenta como uma das alternativas de expansão da oferta de energia até 2030, uma expansão anual de 85 MW a partir de resíduos sólidos urbanos entre 2015 e 2030 na matriz energética brasileira. Esse cenário prevê a utilização de metade do volume de resíduos gerado pelas 300 maiores cidades brasileiras, responsáveis por cerca de 40% do volume nacional, o que corresponde a uma potência de 1.300 MW.

De acordo com o PNRS existem poucos instrumentos financeiros aplicados à gestão de resíduos em escala regional ou estadual, e o uso desses instrumentos ainda está abaixo do necessário, pois 61,4% dos municípios brasileiros não fazem cobrança pelos serviços de gestão de resíduos. Mas o plano também apresenta algumas iniciativas como a obtenção de créditos de carbono por meio de projetos de MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, criação de depósito-retorno para óleos vegetais e matérias recicláveis, e projetos relacionados ao programa de coleta seletiva solidária. Com isso, o plano recomenda a implementação conjunta de instrumentos econômicos, dentre:

A. Incentivo à implementação de projetos de MDL em aterros sanitários;

B. Incentivos fiscais e/ou subsídios para compostagem.

Porém, não são apresentados maiores detalhes sobre como esses instrumentos poderão ser implementados.

5. <http://sinir.gov.br/web/guest/logistica-reversa>

6. Fonte: (<http://www.revistaforum.com.br/blogdascidades/2014/10/16/prazo-para-fim-dos-lixoes-sera-prorrogado>)

7. ABRELPE: Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2012.

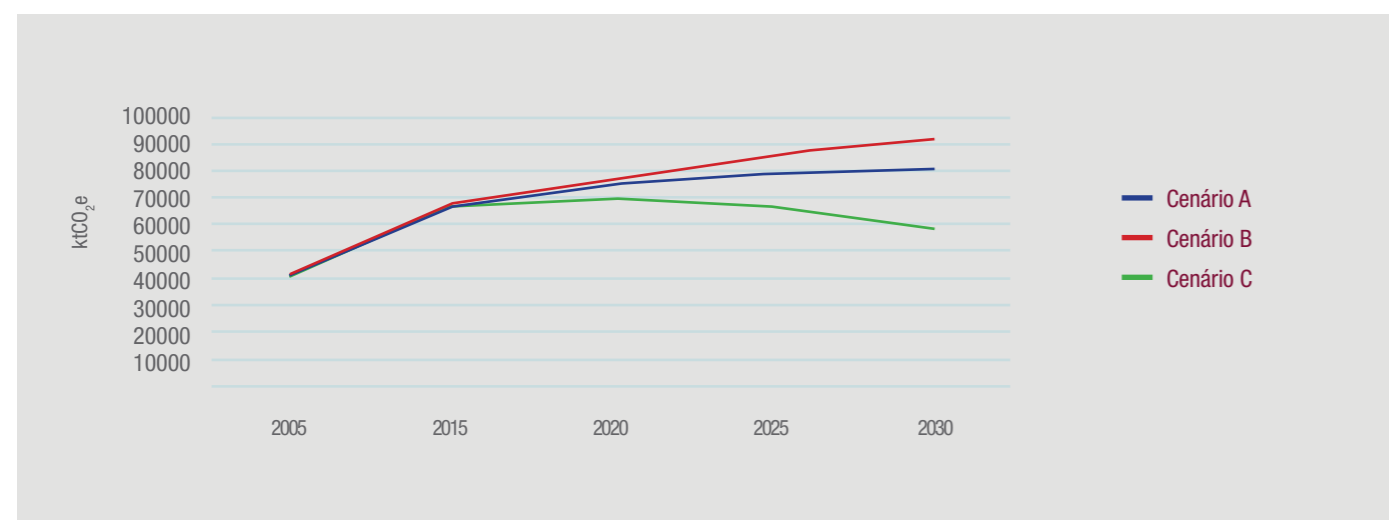
De acordo com as estimativas realizadas por Alves e Gouvello 2010⁸, as emissões de CH₄ aumentarão para mais de 74 MtCO₂e até 2030. Esse cenário, contudo, considera as mesmas práticas de manejo de resíduos em 2010 e em 2030, onde cidades com mais de 200.000 habitantes realizam a disposição dos resíduos em aterro sanitário e cidades com menos de 200.000 habitantes realizam a disposições dos resíduos sólidos em lixões com menos de 5 metros de profundidade.

Uma das possibilidades para reduzir as emissões de CH₄ dos aterros sanitários é a utilização de um sistema de captura e queima de biogás. Esse cenário é abordado por Gouvello, considerando a eficiência de 75% na coleta de biogás, o que resultaria em uma redução de emissões de aproximadamente de 74 MtCO₂e para pouco mais de 18 MtCO₂e.

No entanto, há barreiras importantes para o desenvolvimento de projetos de recuperação de metano, tais como o preço baixo da RCE, e como destacado por Alves e Gouvello, também faltam capacitação técnica e poucas áreas ambientalmente adequadas, bem como necessidade de altos investimentos, mecanismos facilitadores e legais de cobrança e tarifação.

GRÁFICO 15

Estimativas de emissões nacionais até 2030 no setor de Resíduos (adaptado do Centro do Clima, 2011)



8. João Wagner Silva Alves, Christophe de Gouvello et al; Estudo de baixo carbono para o Brasil, 2010.

Rovere et al.(ano) também realizou projeções sobre as emissões do setor de resíduos. Nesse caso foram elaborados 3 cenários para estimar as emissões da disposição de resíduos e do tratamento de efluentes.

Cenário A: obedece a continuação das tendências de tratamento de resíduos e sem nenhuma intervenção para minimizar as emissões;

Cenário B: considera que o serviço de coleta e disposição adequada de resíduos ocorreria de forma linear entre 2010 e 2030. Além de uma universalização da coleta e tratamento de efluentes domésticos entre 2020 a 2030, considera que 30% seriam tratados por reatores anaeróbios e 70% por lagoas facultativas.

Cenário C: considera a queima de biogás gerado no cenário B.

Conforme essas estimativas para 2030, com a destinação adequada e universalização dos serviços de saneamento haveria um aumento de quase 14% das emissões, 11.075 ktCO₂e, mas caso haja o aproveitamento do biogás, as emissões seriam 36% inferiores a 32.956 tCO₂e, em relação ao cenário B e em 27% em relação ao cenário A.

Analisando o ciclo de vida dos materiais, a reciclagem de outros materiais pode resultar em uma redução de emissões, mas que refletiria em outros setores como energia.

Nos Estados Unidos, a taxa de reciclagem aumentou de 29% em 2000 para 32,5% em 2006, evitando as emissões de GEE em quase 183 MMtCO₂e⁹. Isso considera que com a prática da reciclagem, não ocorrem emissões provenientes da extração.

Mesmo que não existam planos específicos no Brasil para reduzir as emissões provenientes do setor, há oportunidades de redução com a gestão integrada dos resíduos sólidos, por meio de aproveitamento de biogás, tratamento biológico e

reciclagem. A não geração e redução na geração de resíduos reduz a quantidade de resíduos encaminhados para aterro sanitário, emitindo menos GEEs, ainda que seja muito difícil de estimar a redução de emissões relacionadas.

O Brasil possui oportunidades de reduzir as emissões da disposição de resíduos sólidos, e o PNRS apresenta alguns cenários que teriam o impacto de redução das emissões. Infelizmente, o cenário brasileiro mostra que o caminho para cumprir as metas legais está muito lento visto as dificuldades dos cumprimentos legais. A implementação de alternativas de redução de emissões, sem instrumentos legais específicos e sem incentivos econômicos, tende a ser mínima.

3.2 EFLUENTES DOMÉSTICOS

A Lei Federal de Saneamento Básico, Lei nº 11.445/2007, aborda um conjunto de serviços essenciais e conectados ao potencial de redução de emissões, como: esgotamento sanitário (coleta, tratamento e disposição final adequada); limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (infraestrutura de drenagem, transporte, detenção ou retenção, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas), mas não faz citação às emissões de gases de efeito estufa, até em razão de ser anterior à Política Nacional sobre Mudança do Clima.

O Plano Nacional de Saneamento Básico não traz muita relação com as emissões de gases de efeito estufa, apenas citando como uma estratégia relativa ao desenvolvimento tecnológico e de ações de saneamento básico, o fomento de técnicas que reduzam emissões de gases de efeito estufa no processo de tratamento de esgoto e a disposição final de resíduos sólidos em aterros sanitários, mas não há menção de como isso será realizado.

O Plano Nacional de Saneamento Básico possui duas metas que possuem impacto sobre as emissões de CH₄ proveniente de efluente doméstico, quais sejam:

9. USEPA: Opportunities to Reduce Greenhouse Gas Emissions through Materials and Land Management Practices, 2009

TABELA 10
Metas do Plano Nacional de Saneamento Básico

META	2010	2018	2013	2033
Aumentar o percentual de domicílios urbanos e rurais servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários	67%	76%	81%	92%
Aumentar o tratamento de esgoto coletado	53%	69%	77%	93%

Essas metas são formas de melhorar a qualidade de vida das pessoas, mas dependendo das medidas que serão tomadas para atingir essas metas podem resultar no aumento ou na redução de emissões de GEEs.

O Brasil está caminhando para um aumento do percentual de domicílios com acesso a esgotamento sanitário, que passou de 33,5% dos domicílios em 2000 para 45,7% em 2008¹⁰.

A prática de coleta e tratamento de efluentes possui maior potencial de geração de metano do que se o efluente fosse lançado diretamente no corpo d'água, como apresentado no tópico anterior, porém caso haja a coleta e queima do biogás as emissões seriam inferiores do que se não tratado.

As emissões dos efluentes domésticos e comerciais e industriais poderiam ser nulas, caso houvesse a captura e queima de todo o biogás.

Como as estimativas das emissões de esgoto doméstico foram feitas de acordo com o aumento populacional, não é possível verificar a interação entre as tecnologias de tratamento e o aumento das emissões.

3.3 EFLUENTES INDUSTRIAIS

Não foi identificado nenhum plano específico para tratamento de efluentes industriais, os quais devem estar de acordo com a legislação específica seguindo os padrões de lançamento de efluentes, conforme a Resolução CONAMA 357/2005, que não possui nenhum padrão referente às emissões de GEE.

Não foi identificada nenhuma política ou plano para efluentes industriais que influencie diretamente nas emissões de GEE. O “Plano Mais Pecuária”, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no entanto, pode resultar em um aumento consequente das emissões havendo aumento da produção de leite e carne.

Dentro do plano, está estabelecido o “programa mais leite” que tem como objetivo aumentar a produção e produtividade da pecuária de leite brasileira em 40% nos próximos 10 anos.

De acordo com o Ministério da Agricultura, a produção atual de leite é capaz de fornecer anualmente 170 litros de leite por habitante, enquanto o recomendado pelos órgãos de saúde nacionais e internacionais é 210 litros/habitante/ano. Em 2012, a produtividade média do rebanho era de 1.417 kg/vaca/ano, e a quantidade de vacas ordenhadas continuam em torno de 23,5 milhões de cabeças.

Para atingir o aumento de 40% da produção de leite nos próximos anos será necessário aumentar em quase duas vezes o ritmo de ganho de produtividade observado nos últimos 10 anos. Isso irá refletir em uma produção de 47 bilhões de

litros ao final de 10 anos e uma produtividade de 2.000 kg/vaca/ano.

Esse aumento da produção de leite em níveis mais acelerados do que o atual resultará em um aumento de emissões de metano de forma proporcional. Isso apresenta a necessidade de implementar tecnologias de tratamento de efluentes que emitam menos metano.

Dentro do “Plano Mais Pecuária” está inserido o “Programa mais carne”, que visa aumentar em 40% a produção de carne e em 100% a produtividade nos próximos 10 anos. Isso resultará em 13,6 milhões de toneladas de carne.

Não foi encontrado nenhum plano que influencie as emissões provenientes da produção de cerveja, algodão, papel, carne suína e de aves, que não estão contemplados no Plano Setorial de Indústria.

Como as estimativas de emissões foram realizadas apenas considerando a produção e não o volume de efluente nem tecnologias de tratamento, a tendência das emissões seria a de aumentar de acordo com o aumento da produção. Como o “Plano Mais Pecuária” prevê um crescimento acelerado da produção de carne e leite, a tendência é que haja um maior percentual de emissões nos próximos anos.

Porém existem tecnologias que podem reduzir as emissões como o aproveitamento de biogás e práticas de produção mais limpa.

10. IBGE. Atlas de Saneamento 2011.

3.4

INDC BRASILEIRA

Em novembro de 2015, em resposta ao chamado feito pela COP 21 para apresentar uma proposta de contribuição para o Acordo do Clima de Paris, o Governo Federal publicou sua Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada, posteriormente ratificada com a assinatura do Acordo de Paris.

A INDC apresenta como meta a redução em 37% das emissões nacionais até 2025, usando como base o ano de 2005. Apresenta, ainda, uma redução de 43% para 2030, também usando como ano base o ano de 2005.

Dentro desse universo, o setor de resíduos teve, para o ano de 2005, emissões estimadas em 54 milhões de toneladas de CO₂e (GWP 100; IPCC AR5), representando 3% das emissões nacionais. Para o ano de 2025, a INDC coloca como meta a limitação das emissões do setor em 61 milhões de toneladas de CO₂e (GWP 100; IPCC AR5), o correspondente a 5% das emissões previstas para o período. Em 2030, o limite se encontra em 63 milhões de toneladas de CO₂e (GWP 100; IPCC AR5), mantendo-se em 5% das emissões previstas.

Os dados de partida em 2005 se baseiam no 2º Inventário de Emissões e Remoções de GEE publicado em 2010, porém o 3º Inventário finalizado em 2015 e publicado em 2016 tem alterações na metodologia que implicaram em alterações nas emissões de 2005 que passam a 59,5 MtCO₂e. Além disso, projeção das emissões utiliza um

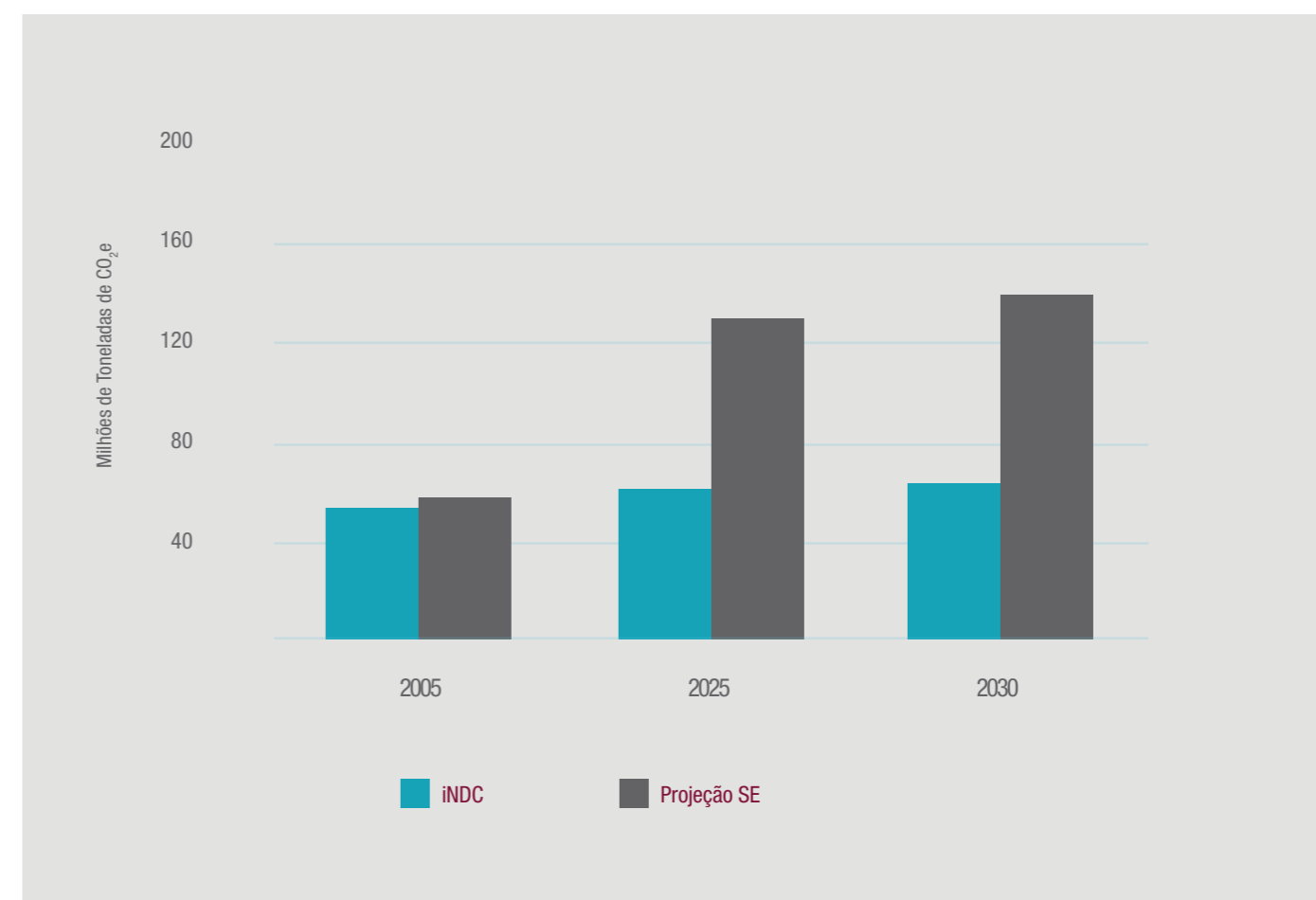
fator fixo de emissão por habitante com base nos dados históricos. Porém, a dinâmica do setor tem sido afetada principalmente pelo processo de implementação das políticas nacionais de resíduos sólidos e de saneamento básico. Conforme aumenta a cobertura de saneamento e tratamento de esgoto e de destinação de resíduos sólidos para aterros sanitários, a tendência é aumentar a intensidade de emissões de metano associadas até que a recuperação de metano seja implantada. Essa tendência já vem sendo observada na última década como mostram o Terceiro Inventário e os dados do SEEG.

Assim, foram ajustados os dados de emissão considerando o crescimento percentual médio das emissões de entre 2010 e 2014 até 2020, de 2021 a 2025 aplicou-se um desconto de 40% nesta taxa de crescimento e finalmente para o período de 2025 a 2030 aplicou-se um desconto de 60% da taxa de crescimento. Esses descontos refletem a expectativa de que a proporção de coleta e tratamento de esgoto, bem como a disposição de resíduos em aterros sanitários, alcancem patamares próximos do ótimo ao longo dos anos.

Com isso as emissões do setor de resíduos teriam emissões significativamente maiores em 2025 e 2030 do que aquelas previstas na INDC brasileira:

GRÁFICO 16

Valores da INDC brasileira e projeção do SEEG: Valores da INDC brasileira e projeção do SEEG



Apesar desta diferença significativa nas projeções as projeções do SEEG para o total das emissões de GEE do Brasil considerando as metas das INDC e os dados do 3º inventário concluem que o Brasil pode chegar a projeção de limites de emissões absolutos de GEE em 2030 conforme previsto na INDC e seus documentos complementares. O Relatório Síntese de análise das emissões brasileiras esta disponível em <http://seeg.eco.br>.

4. RECOMENDAÇÕES

4.1 APERFEIÇOAMENTO E TRANSPARÊNCIA DAS INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS

As principais bases de dados referentes ao saneamento básico no Brasil não possuem o conjunto de informações e a atualização necessária para que o cálculo das emissões do setor de Resíduos seja realizado com precisão.

Dessa forma, recomenda-se o aprimoramento dessas bases e a geração de informações integradas às variáveis das fórmulas de cálculo de emissões.

Além disso, recomenda-se que os próximos Inventários aumentem o grau de detalhamento dos cálculos efetuados para as diferentes variáveis e que disponibilizem todas as bases de dados utilizadas.

Quanto aos Resíduos Sólidos Urbanos, a melhor plataforma de dados é o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), hospedado no Ministério das Cidades e municiado por informações enviadas pelas prefeituras. No

entanto, seu envio não é mandatório e a última versão, de maio de 2014, contava com informações de 3.043 municípios. Sua transformação em mandatório melhoraria a abrangência e qualidade das informações. A plena implementação do SNIR (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos), previsto na PNRS, deveria estar coadunada com isso.

Há ainda pouca informação consolidada no Brasil sobre Análise de Ciclo de Vida. Mais informações a este respeito enriqueceriam a compreensão da rota criada pela reciclagem e dos abatimentos relacionados a ela.

4.2

TRATAMENTO E DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A implementação da PNRS, prevista por lei, obriga a elaboração dos Planos Municipais de Gerenciamento Integrado de Resíduos. Poucos municípios o fizeram, apesar do prazo previsto já haver vencido.

Dependendo das rotas tecnológicas adotadas, o potencial de abatimento de emissões de GEEs pode aumentar significativamente. Considerando este potencial, seria desejável:

A. Produção e disseminação de informações qualificadas para os gestores municipais quanto às alternativas tecnológicas para tratamento e deposição de RSU;

B. Incentivos técnicos e financeiros para a implantação pelos municípios de processos de tratamento da parcela orgânica, como a compostagem e biodigestão;

C. Criação de mecanismos sólidos de incentivos para implantação de sistemas de aproveitamento de biogás, tanto em pesquisas tecnológicas, quanto em incentivos financeiros e tarifários para que os projetos não sejam tão vulneráveis ao mercado de carbono;

D. Criação de instrumentos econômicos de incentivo à reciclagem e à redução do uso de materiais na cadeia produtiva;

E. Remoção de barreiras fiscais à cadeia da reciclagem;

F. Implantação plena dos acordos setoriais de logística reversa;

G. Fomento à utilização plena do potencial energético dos resíduos.

4.3

SANEAMENTO

O Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) prevê revisões a cada 4 anos. Buscar, na próxima revisão, a incorporação de interfaces com a PNMC, considerando o fator de emissão de cada rota tecnológica como um dos critérios para aprovação de novos projetos.

4.4

INTEGRAÇÃO ENTRE POLÍTICAS PÚBLICAS

Maior consideração de questões climáticas e integração das políticas e planos nacionais como os Planos Nacionais de Mudanças do Clima (PNMC), de Resíduos Sólidos, de Recursos Hídricos (PNRH), de Saneamento Básico (Plansab) e de Produção e Consumo Sustentável (PPCS).

4.5

RECOMENDAÇÕES PARA O PLANO NACIONAL SOBRE MUDANÇAS DO CLIMA

CRIAÇÃO DE UM PLANO SETORIAL DE RESÍDUOS

Caso as metas de redução previstas no Plano Nacional de Resíduos Sólidos até 2030 sejam cumpridas e se forem adotadas as melhores rotas tecnológicas disponíveis, de acordo com o fator proposto pela EPE, há um potencial de abatimento superior a 50 milhões de toneladas de CO₂e. A título de comparação, a meta do Plano Setorial de Transportes para 2030 é o abatimento de 6,7 milhões de toneladas de CO₂e.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2014, 2012, 2011, 2010, 2009, 2008, 2007.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Atlas Brasileiro de emissões de GEE e Potencial Energético na Destinação de Resíduos Sólidos – 2012.
- BANCO MUNDIAL. João Wagner Silva Alves, Christophe de Gouvello et al; Estudo de baixo carbono para o Brasil, 2010.
- BRASIL. MCTI. 2º Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Relatórios de Referência: Tratamento de Resíduos. Brasília, DF: MCTI, 2010.
- BRASIL. MMA. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: MMA, 2012.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Plano Nacional de Saneamento Básico. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano mais Pecuária. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2014.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Plano Setorial de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Indústria de Transformação. Brasília, DF: MDIC, 2013.
- BRASIL. MMA. Resolução CONAMA 357. Brasília, 2005
- BRASIL. MME. EPE. Plano Nacional de Energia 2030. Brasília, 2007.
- BRASIL.MMA. Plano Nacional sobre Mudança do Clima. Brasília, 2008.
- CENTRO CLIMA. Estudo Comparativo entre três cenários de Emissões de Gases de Efeito Estufa para o Brasil e uma Análise Custo Benefício. Julho, 2011.
- IBGE. Atlas de saneamento 2011. Rio de Janeiro, 2011.
- INSTITUTO ETHOS. Lixo Zero – Gestão de Resíduos Sólidos para uma Sociedade mais Próspera. ABRAMOVAY et. Al. São Paulo, SP - 2012
- INSTITUTO TRATA BRASIL. CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Benefícios Econômicos da Expansão do Saneamento Básico. 2014
- IPCC. 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5: Waste.
- USEPA: Opportunities to Reduce Greenhouse Gas Emissions through Materials and Land Management Practices, 2009
- Tellus Institute: Assessment of Materials Management Options for the Massachusetts Solid Waste Master Plan Review, 2008.

O SEEG e o OC contam com apoio de:

