

INVENTÁRIOS SUBNACIONAIS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL: UMA ANÁLISE PRELIMINAR DA PRÁTICA**Gilsâmara Catarina Alves Conceição⁽¹⁾**

Mestranda em Meio Ambiente, Águas e Saneamento (MAASA/UFBA)

E-mail: gil.smra@gmail.com**Marcia Mara de Oliveira Marinho**

Docente no Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento (MAASA/UFBA)

E-mail: marma@ufba.br**RESUMO**

O inventário subnacional de emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEE) é uma ferramenta chave para o enfrentamento das mudanças climáticas, pois permite conhecer as fontes estaduais e municipais de emissão e fazer o acompanhamento de ações de mitigação de GEE. Este artigo se propõe a analisar a prática da elaboração de inventários subnacionais de emissões antrópicas de gases de efeito estufa no Brasil, quanto à forma de implementação, acessibilidade, reporte, metodologia e emissões. Algumas poucas cidades e estado brasileiros possuem inventário de GEE. Destes, Rio de Janeiro e São Paulo se destacam com mais publicações de inventários e quanto aos seus valores de emissão, que são mais elevados em relação às demais cidades. Se observa que não há um padrão brasileiro da prática de elaboração de inventários subnacionais, de modo que os instrumentos são desenvolvidos de forma isolada, e que diversos aspectos precisam ser aprimorados para que os inventários estaduais e municipais se estabeleçam enquanto instrumentos de suporte à formulação de políticas públicas para mitigar emissões de GEE.

PALAVRAS-CHAVE: inventário de GEE, gases de efeito estufa**INTRODUÇÃO**

As confirmações do último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC – a respeito da influência antrópica na intensificação do efeito estufa e suas consequências climáticas, bem como as pesquisas posteriores que mostram recordes contínuos de aumento da temperatura global do planeta, colocam a humanidade diante de um desafio urgente e de interesse comum: a necessidade de estabilizar e controlar os níveis emissões de gases de efeito estufa na atmosfera. O alcance deste objetivo requer a execução de ações para a descarbonização das atividades de produção e monitoramento das emissões de GEE.

Enfrentar este problema significa, antes de tudo, mensurá-lo. O Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa é o instrumento que tem como objetivo relatar as emissões de GEE provenientes das atividades humanas. O primeiro método para este cálculo foi desenvolvido pelo IPCC para guiar a elaboração dos inventários nacionais dos países desenvolvidos signatários da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), acordo criado na Rio 92. A metodologia intitulada *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* – publicada pela primeira vez em 1994 e atualizada em 1996 e 2006 – ainda é a principal referência para a elaboração de inventários. Entretanto, outros métodos para o cálculo surgem para aprimorá-la ou melhor adequá-la a outros contextos de menor dimensão. De modo geral, os inventários podem ser classificados em três tipos: nacional, corporativo e subnacional. Nos inventários subnacionais são calculadas as emissões de subdivisões nacionais, como as cidades (também chamados inventários urbanos ou municipais ou locais) e estados (inventários estaduais ou regionais). Eles permitem atingir conhecimento mais detalhado não apenas sobre as emissões estaduais e municipais em si, mas também sobre as nacionais, onde convergem. As cidades, especialmente, por serem locais de concentração de pessoas e de demanda por atividades emissoras de GEE, e cujos impactos vão além dos limites legislativos, tem se destacado como centro importantes para o enfrentamento às mudanças climáticas.

Convém ressaltar que, embora o termo “inventário local” seja muitas vezes empregado para se referir tanto a inventários municipais quanto estaduais, ele não corresponde a definição de localidade já utilizada pela geografia. O IBGE, por exemplo, considera “localidade” como sendo todo lugar do território nacional onde há um aglomerado permanente de habitantes. Este conceito contempla cidades, povoados, aglomerados rurais, dentre outros, mas não inclui os estados. É interessante que os inventários de apropriem dos conceitos já existentes, de modo a facilitar a sua compreensão.

O Brasil foi o primeiro país signatário da Convenção-Quadro da ONU, criada para promover a estabilização das emissões de GEE na atmosfera de modo a reduzir os danos associados à interferência humana no clima. Em 2004 e 2010, o país publicou a contabilização de suas emissões de GEE, através da 1ª e 2ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Neste intervalo de tempo apresentou, em 2008, seu Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima – revisado e submetido à consulta pública em 2015 – e instituiu a Política Nacional Sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187, de 2009). Em 2015, um relatório local semelhante ao do IPCC foi publicado pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC). Os estudos apontam impactos em todos os biomas e regiões brasileiras. Já em 2015, na COP21, realizada em Paris, país assumiu o compromisso de reduzir suas emissões de GEE em 37% até 2025, com relação ao ano de 2005. Há, portanto, um caminho contínuo a ser trilhado pelo Brasil com o objetivo de contribuir para a mitigação de GEE. A atitude do país aos poucos se propaga para dentro do seu território, onde os estados e cidades também passam a se inserir neste contexto internacional através da elaboração de inventários, políticas e planos para lidar com as perspectivas climáticas.

A abordagem subnacional fornece mais possibilidades de ação para mitigar GEE em função das especificidades regionais, as quais não são contempladas nos inventários nacionais. Entretanto, apesar de estes governos desempenharem importante papel no direcionamento das atividades de consumo, alguns setores são dependentes de ações em esfera nacional, com as decisões relacionadas à matriz energética. Porém, o foco em uma única escala geográfica limita a compreensão de causa e efeito que está relacionada aos processos que ocorrem na outra escala, em função das complexas relações entre os processos ambientais, sociais e econômicos (Wilbanks e Kates, 1999). É o encontro das informações das diferentes escalas que possibilita o preenchimento de lacunas de conhecimento. Portanto, a elaboração de inventários municipais e estaduais não tem como objetivo isolar mas sim possibilitar a compreensão destas emissões no contexto global.

OBJETIVO

Este artigo se propõe uma breve análise comparativa dos inventários subnacionais – estaduais e municipais – de GEE no Brasil de modo a traçar um perfil da prática da elaboração destes instrumentos.

METODOLOGIA

O trabalho compreende a uma revisão preliminar dos inventários estaduais e municipais de GEE brasileiros elaborados até maio de 2016, com base nos relatórios encontrados na internet, publicados pelos órgãos governamentais. São destacados os seguintes critérios de análise para traçar um perfil da prática da elaboração dos inventários: forma de implementação, acessibilidade, reporte, metodologia e emissões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, país com 27 unidades federativas e 5570 municípios, apenas 7 estados e 8 cidades possuem inventários de emissões antrópicas de GEE. Embora o percentual seja pouco expressivo, os grandes centros urbanos estão incluídos nesta lista. A Tabela 1 abaixo mostra os inventários brasileiros locais publicados até março de 2016 e seus respectivos anos de publicação.

Tabela 1: Elaboração e anos de publicação dos inventários estaduais e municipais de GEE no Brasil

| Estado | Ano | Elaboração | Cidade | Ano | Elaboração |
|-------------------|------|-----------------------|----------------|------|-------------------------------|
| Acre | 2012 | SEMA/Embrapa | - | - | - |
| Bahia | 2010 | FBMC/SEMA | Salvador | - | Pangea Capital |
| Ceará | - | - | Fortaleza | 2014 | ICLEI/prefeitura |
| Minas Gerais | 2008 | Centro Clima | Belo Horizonte | 2009 | Mundus Carbo |
| Paraná | 2014 | SEMA | Curitiba | 2011 | EcoWood Assessoria Ambiental |
| Pernambuco | - | - | Recife | 2014 | ICLEI/prefeitura |
| Rio de Janeiro | 2007 | Centro Clima | Rio de Janeiro | 2013 | Centro Clima |
| | 2013 | Centro Clima | | 2011 | Centro Clima |
| | | | | 2003 | Centro Clima |
| Rio Grande do Sul | 2010 | diversos consultores* | - | - | - |
| São Paulo | 2011 | Cetesb | São Paulo | 2005 | COPPE |
| | | | São Paulo | 2013 | Instituto Ekos e Geoklock |
| | | | Sorocaba | 2013 | In Natura Soluções Ambientais |

Fonte: Elaboração própria a partir das publicações dos inventários estaduais e municipais citados.

* Enviroconsult, Voltalia, Asconit Consultants e Engebio.

O primeiro inventário local do Brasil surge na cidade do Rio de Janeiro, em 2003, elaborado pela COPPE/UFRJ, em parceria com a prefeitura municipal, publicado um ano antes do primeiro inventário brasileiro. O RJ é hoje a única cidade com mais de duas publicações de inventário. Já o primeiro inventário regional surge no estado do Rio de Janeiro em 2007, elaborado pelo Centro Clima (COPPE). São Paulo é a segunda cidade a inventariar GEE e Minas Gerais o segundo estado. Na tabela, se destacam ainda as cidades de Fortaleza e Recife, únicas pertencentes a estados sem inventários. As duas cidades foram selecionadas, em 2013, como cidades-modelo do Projeto *Urban-LEDS – Urban Low Emissions Development Strategy*, uma iniciativa financiada pela União Europeia e implementada em conjunto com a UN-Habitat e o ICLEI com o objetivo de promover iniciativas para a economia de baixo carbono em países emergentes, e inclui Brasil, Índia, Indonésia e África do Sul.

A única instituição acadêmica envolvida na elaboração dos inventários é a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), através do Centro Clima, seu instituto de pesquisa criado através de parceria entre o Ministério do Meio ambiente e o instituto de pós-graduação COPPE (UFRJ). O Centro Clima tem um histórico de envolvimento com as questões climáticas, não apenas na elaboração de inventários no Brasil, mas também com um número expressivo de pesquisadores colaboradores do IPCC. De acordo com artigo publicado pela Nature em 2015, intitulado *Patterns of authorship in the IPCC Working Group III*, a COPPE ocupa a 16ª posição dentre as 30 instituições mais representadas no relatório do IPCC.

A Tabela 1 mostra que não há relação entre as iniciativas estaduais ou municipais para a elaboração dos inventários subnacionais brasileiros. Cinco das oito cidades quantificaram emissões de GEE antes mesmo dos seus estados, como: RJ, SP, Curitiba, Recife, Fortaleza. Entretanto, com exceção de Fortaleza e Recife, todas as demais cidades pertencem a estados que já possuem inventários. Os inventários estaduais são realizados através dos órgãos de meio ambiente regionais, com exceção do inventário do Rio Grande do Sul, que foi elaborado através de consultoria. Quanto aos urbanos, alguns resultaram de parceria entre prefeituras e a COPPE, outros foram executados por empresas contratadas e alguns foram realizados através de parceria do ICLEI com os governos municipais. Alguns inventários são realizados com financiamento local outros com apoio estrangeiro, este último, principalmente nas cidades.

O primeiro fator observado na pesquisa sobre inventários estaduais e municipais é a sua acessibilidade. Embora todos os inventários desta pesquisa tenham sido obtidos através da internet, com exceção do inventário de Salvador, não se pode considerar que há uma organização das informações que torne os documentos acessíveis à população. Alguns são difíceis de serem encontrados sem a utilização de uma ferramenta de busca como o Google. Uma parte deles não se encontra nos sites da administração governamental ou, quando se encontram, é com pouca facilidade. É imprescindível que haja a preocupação com o acesso à informação para que a ferramenta, que é de interesse público, esteja facilmente disponível à população, às empresas e órgãos interessados. Quanto maior o alcance das suas informações, mais útil o inventário será e melhor a popularidade das ações decorrentes das informações que o instrumento traz.

A falta de transparência é também uma característica do conteúdo dos inventários. Embora ela seja um dos critérios de qualidade do inventário definidos pelo *2006 IPCC Guidelines*, muitos dos inventários subnacionais brasileiros não fornecem dados suficientes para que o leitor possa replicar o cálculo das emissões, se restringindo apenas a apresentar os resultados finais do cálculo, não possibilitando a compreensão da procedência dos valores mostrados. Além da transparência, os demais critérios de qualidade do IPCC são: completude, consistência, comparabilidade e precisão.

É comum que sejam feitas adaptações às metodologias adotadas para elaboração do inventário para que melhor se adequem às peculiaridades de cada local, podendo inclusive utilizá-las de forma combinada, como mostra a Tabela 2 a seguir, para Recife, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. Muitos dos inventários utilizam a metodologia do IPCC a qual foi formulada para inventários nacionais e cuja utilização em inventários regionais e locais requer adaptações. Se inventários com metodologias ou adaptações metodológicas diferentes são comparados com dificuldade, a utilização de mais de um método por inventário torna a comparabilidade ainda mais complexa.

Tabela 2: Período inventariado, metodologias e emissões dos inventários estaduais e municipais de GEE no Brasil

| | | Edição | Período inventariado | Método | Emissão total (ton CO ₂ eq)* | Emissão per capita (ton CO ₂ eq/hab) |
|-----------|-------------------|----------------|----------------------|-------------|---|---|
| Estados | Acre | 1 ^a | 2010 | IPCC | VND | VND |
| | Bahia | 1 ^a | 1990/1998-2008 | IPCC | VND | VND |
| | Minas Gerais | 1 ^a | 2005 | IPCC | 122.950.000 | 6,4** |
| | Paraná | 1 ^a | 2005 a 2012 | IPCC | 61.619.000 | 4,99 |
| | Rio de Janeiro | 1 ^a | 2005 | IPCC | 69.580.180 | 4,5 |
| | | 2 ^a | 2010 | IPCC | 66.978.000 | 4,2 |
| | Rio Grande do Sul | 1 ^a | 2005 | IPCC | 58.727.006 | 5,60 |
| São Paulo | 1 ^a | 2005 | IPCC | 139.811.000 | ND | |
| Cidades | Fortaleza | 1 ^a | 2002-2012 | GPC | 3.827.521 | 1,50 |
| | Recife | 1 ^a | 2012 | GPC e IEAP | 3.120.426 | 2,03 |
| | Salvador | 1 ^a | 2013 | GPC | 3.698.964 | 1,27 |
| | Belo Horizonte | 1 ^a | 2000-2007 | IPCC e GHG | 3.176.966 | 1,32 |
| | Rio de Janeiro | 1 ^a | 1990-1999 | IPCC | 12.798.000 | 2,3 |
| | | 2 ^a | 2005 | IPCC | 11.351.900 | 1,9 |
| | | 3 ^a | 2012 | IPCC e GPC | 22.269.240 | 3,58 |
| | São Paulo | 1 ^a | 2003 | IPCC | 12.034.061 | 1,12 |
| | | 2 ^a | 2003-2009 | GPC | 15.115.000 | 1,37 |
| | Sorocaba | 1 ^a | 2001-2012 | GPC | 1.108.205 | 1,89 |
| Curitiba | 1 ^a | 2008 | IPCC | 3.515.890 | 1,92 | |

Fonte: Elaboração própria a partir das publicações dos inventários estaduais e municipais citados.

VND: valores não declarados no relatório.

*Emissões referentes ao ano mais recente inventariado em cada publicação.

**Emissões referentes ao ano de 2005.

Nos inventários subnacionais brasileiros publicados até então, se destacam duas metodologias como as mais utilizadas: o *2006 IPCC Guidelines*, presente em todos os inventários estaduais e alguns urbanos, e o método GPC – *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories* – desenvolvido para a construção de inventários regionais, especialmente de cidades. É uma ferramenta recente, cuja versão final foi divulgada em dezembro de 2014.

Alguns inventários apontaram como dificuldades encontradas para sua elaboração a delimitação do limite geográfico ao qual pertencem as emissões de cada estado ou cidade, e a dificuldade de se obter dados. A dificuldade em delimitar o escopo das emissões induz a adaptações na metodologia, tornando-as mais específicas e impactando na comparabilidade. O inventário de MG, por exemplo, enfatiza que o instrumento é denominado Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa “do Estado de Minas Gerais” e não, “no Estado de Minas Gerais”, se referindo às atividades emissoras sob responsabilidade do seu governo estadual, que não correspondem a todas as emissões que ocorrem dentro dos limites do estado. Quanto aos dados, alguns conseguem ser estimados, outros acabam por ser omitidos, reduzindo a quantidade de setores quantificados e, conseqüentemente, a qualidade dos inventários. Como exemplo da dificuldade de obtenção de dados, o inventário do Estado da Bahia contempla apenas as emissões dos setores de Energia e Processos Industriais, deixando de fora as emissões dos setores de resíduos, agricultura e mudança no uso da terra. São observadas também iniciativas com interesses específicos, como o caso da cidade de Porto Alegre que tem apenas um inventário específico das emissões de mobilidade urbana. Por outro lado, inventários mais avançados como os das cidades do RJ e São Paulo já tratam da incerteza das estimativas, propõem cenários de emissões e planos de ação para redução de emissões na cidade. Os fatores de emissão (para cada atividade emissora de GEE) utilizados se tornam um dado crítico para a qualidade dos inventários, uma vez que, geralmente, são provenientes de bases de dados que não correspondem a realidade de cada estado ou cidade brasileiros.

Quanto às emissões, o estado de São Paulo é o que mais emite gases de efeito estufa, seguido de Minas Gerais, ambos com valores bastante elevados, próximos ao dobro dos demais estados. Entretanto, São Paulo possui quase o dobro da população de MG. Por outro lado, o RJ que apresenta taxa populacional próxima a MG, emite metade das suas emissões. O estado do Acre não pôde ser comparado pois não apresenta suas emissões em CO₂ equivalente, deixando-as desagregadas por cada gás de efeito estufa. Já as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, grandes metrópoles

brasileiras, têm os maiores valores de emissão total. Desperta a atenção o fato de que embora a cidade de SP tenha quase o dobro da população do RJ suas emissões totais apresentam valores próximos, de modo geral. É possível observar também que as demais capitais apresentam emissões bastante próximas, em torno de 3 toneladas/ano de CO₂ equivalente. As diferenças diminuem quando são analisadas as emissões per capita, com exceção das emissões da cidade do Rio de Janeiro em 2013, quando emitiu 3,58 toneladas de CO₂ equivalente, o que corresponde a aproximadamente o dobro da média das demais cidades. Se destaca também Minas Gerais, com valor de 6,4 ton./hab. para o ano de 2005, a maior emissão per capita dentre os estados. É possível especular que este valor tão discrepante possa estar relacionado ao maior nível de qualidade do inventário mais recente do Rio, visto que quanto mais completo o instrumento, maior o número de setores apurados e, portanto, maior o valor da emissão total. Observa-se ainda, nos inventários que foram atualizados, como os da cidade e estado do RJ e da cidade de SP, o aumento das emissões com o passar dos anos.

Embora as emissões de GEE por setor não estejam sendo apontadas neste artigo, em todos os municípios inventariados as maiores emissões são provenientes do setor de energia, com contribuição majoritária do setor de transportes, seguido pelo setor de resíduos. Quanto às emissões estaduais, as maiores emissões oscilam entre os setores de energia e agricultura/ florestas e uso da terra.

CONCLUSÃO

Em se tratando de inventariar emissões de gases de efeito estufa, ainda há mais espaço a ocupar. Apenas sete estados e oito cidades dentre 27 estados e 5570 municípios representam muito pouco. Por outro lado, a iniciativa já surgiu nos grandes centros urbanos do país, o que significa que os maiores emissores já estão começando a se preocupar com os impactos das mudanças climáticas e monitorar suas emissões de GEE. A elaboração do inventário é uma etapa importante deste processo pois permite a tomada de decisões e a priorização de ações a partir do conhecimento das principais fontes de emissão.

Esta breve revisão dos inventários subnacionais brasileiros mostra que esses instrumentos são desenvolvidos de forma isolada, sem diálogo entre os governos subnacionais. Há uma aleatoriedade na forma como eles são implementados, nas formas de financiamento, nas metodologias e adaptações metodológicas utilizadas e no conteúdo que cada relatório apresenta. O acesso ao relatório do inventário, de modo geral, também não é satisfatório. A comunicação, cooperação e troca de experiências entre os governos poderia possibilitar o aprimoramento dos instrumentos, o que é de interesse de todos. A cidade do Rio de Janeiro se destaca no Brasil pela expertise na elaboração de inventários em função da COPPE/UFRJ, o que se traduz não apenas na quantidade de inventários publicados mas na qualidade das publicações.

Pode-se especular que a maior qualidade da apuração das emissões – a qual está relacionada à aplicação da metodologia e qualidade dos dados utilizados – implique no aumento das emissões totais. Isto pode explicar o valor discrepante obtido para a cidade do RJ no seu último inventário. Um fator importante é que os períodos inventariados variam bastante em função da disponibilidade de dados, de modo que as emissões são comparados em relação a anos diferentes e, portanto, realidades diferentes para cada estado ou cidade.

De modo geral, são maiores as emissões totais dos estados de São Paulo e Minas Gerais e das cidades do Rio de Janeiro e São Paulo. Entretanto, são necessários estudos mais aprofundados para tentar compreender os fatores que justificam os valores destas emissões. Os inventários atualizados de SP e RJ exibem aumento das emissões com o passar dos anos.

A comparação dos inventários é um dos grandes desafios apontados pela literatura e, portanto, um assunto bastante extenso para ser devidamente abordado neste artigo. Contudo, as experiências nacionais mais avançadas como as do Rio de Janeiro e São Paulo mostram que inventariar não é suficiente para reduzir emissões. É necessário tornar o inventário útil enquanto instrumento de formulação de políticas públicas para mitigação GEE, e que estas políticas sejam implementadas. Com o compromisso de redução de emissões firmado pelo Brasil na COP 21, e a necessidade esforços de mitigação cada vez maiores, é importante também que o país volte as atenções para os potenciais das cidades e estados de contribuir para o enfrentamento das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

- WILBANKS, T. J.; KATES, R. W. Global Change in Local Places: How Scale Matters. *Climatic Change*, v. 43, pp.601-628, nov. 1999.
- D'AVIGNON, A., CARLONI, F.A., ROVERE, E. L., DUBEAUX, C.B.S. Emission inventory : An urban public policy instrument and benchmark. *Energy Policy*, n. 38, p. 4838-4847, nov.
- DUBEAUX, C.B.S et al. Local perspectives in the control of greenhouse gas emissions – The case of Rio de Janeiro. *Cities*, v. 24, n. 5, p. 353-364, mai. 2007.