



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

INVENTÁRIOS URBANOS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL: UMA ANÁLISE PRELIMINAR

GILSÂMARA ALVES

Universidade Federal da Bahia
gil.smra@gmail.com

MARCIA MARA DE OLIVEIRA MARINHO

Universidade Federal da Bahia
marma@ufba.br

INVENTÁRIOS URBANOS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL: UMA ANÁLISE PRELIMINAR

Resumo: O inventário municipal de emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEE) é uma ferramenta chave para o enfrentamento das mudanças climáticas, pois permite conhecer as fontes locais de emissão e fazer o acompanhamento de ações de mitigação nos centros urbanos, local de concentração de pessoas e, portanto, de atividades que emitem GEE. Este artigo se propõe a realizar uma análise da situação do Brasil no que diz respeito à prática da elaboração de inventários municipais de emissões antrópicas de gases de efeito estufa, a forma como são implementados, metodologias adotadas, emissões e forma de reporte. As principais metrópoles brasileiras já elaboraram ao menos um inventário de GEE. Destas, Rio de Janeiro e São Paulo se destacam não só em avanços na quantificação, como também quanto aos seus valores de emissão, que são elevados em relação às demais cidades. São encontrados diversos perfis de iniciativa, de modo que não há um padrão brasileiro de elaboração de inventários municipais. O artigo conclui que alguns aspectos necessitam ser aprimorados na prática da elaboração de inventários locais para que ele possa se estabelecer enquanto instrumento de enfrentamento às alterações do clima.

Palavras-chave: inventários municipais, gases de efeito estufa

Abstract: The urban inventory of anthropic greenhouse gas emissions (GEE) is a key tool for dealing up with the climate change, because it makes possible to know the local sources of emissions and track the results of any mitigation actions taken in cities, the places where people are concentrated and so the activities that emit GHG in the atmosphere. This article intends to analyze the practice of making urban inventories in Brazil, according to the way the tools are undertaken by the cities, the methodology being used, emissions and report. The major Brazilian cities have at least one inventory of GHG emissions. Rio de Janeiro and São Paulo stand out not only for advances in quantifying emissions, but also because their emission values are bigger when compared to the other cities. Several initiative profiles were found, so that there is not a Brazilian standard of making urban inventories. The conclusions point out the need of improving the practice of local inventories so that they can be established as an instrument of coping climate change.

Key-words: urban inventories, greenhouse gas emissions

1. Introdução

O atual modelo de desenvolvimento humano se baseia em uma economia sustentada por um sistema de produção que se abastece de cada vez mais recursos da natureza, a qual, em troca, recebe poluição, sem significativa compensação. A diminuição da resiliência do planeta, ou seja, da sua capacidade de reestabelecer suas funções apesar deste impacto, resulta nas alterações climáticas já confirmadas pelos relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. O último relatório, *Climate Change 2014*, evidencia pela primeira vez na história, a relação entre as atividades humanas e o aumento da temperatura global da Terra, o aumento do nível dos oceanos, o derretimento das camadas de gelo e outras alterações nos sistemas naturais (IPCC, 2014). Modificar o ecossistema significa alterar as condições básicas que sustentam as funções indispensáveis à vida humana, provocando impactos sociais como os advindos das crises hídricas, do abastecimento de alimentos, dos refugiados do clima, dentre outros. No Brasil, estudo semelhante ao do IPCC foi feito para o contexto nacional pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC). Este estudo, publicado 2015, aponta impactos em todos os biomas e regiões brasileiras. Dentre as consequências para o meio urbano, são citadas intensificação de inundações e tempestades, redução da produtividade agrícola, secas, aumento da incidência de doenças infecciosas, de asma, alergias e redução da

qualidade do ar (PBMC, 2014). A vulnerabilidade é ainda maior nas cidades litorâneas, em função da previsão de aumento do nível do mar.

A conclusão da comunidade científica global reafirma as necessidades de se frear o aquecimento provocado pela emissão desenfreada de gases de efeito estufa (GEE), estimulada pelas facilidades proporcionadas principalmente a partir da Revolução Industrial, de mitigar o impacto humano no clima e de se adaptar aos efeitos das mudanças que já se encontram em curso.

Para agir de modo a enfrentar este problema é necessário 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 Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) para guiar a elaboração de inventários nacionais dos países desenvolvidos signatários da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), acordo criado em 1992 na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro; conhecida, por isto, como Rio 92 (IPCC, 2006). 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, como os inventários locais.

De modo geral, os inventários podem ser de três tipos: nacional, corporativo e local. Nos inventários locais são calculadas as emissões de divisões sub-nacionais, como as cidades e estados. Eles permitem atingir conhecimento mais detalhado não apenas sobre as emissões estaduais e municipais em si, mas também sobre as nacionais, onde convergem. Os centros urbanos, especialmente, são o local de concentração de pessoas as quais demandam o desenvolvimento de atividades que satisfaçam suas necessidades e desejos. Uma boa parte destas atividades emite gases que, quando na atmosfera, se acumulam, intensificando o efeito estufa e aumentando a temperatura média global. Além de apresentarem importante contribuição na emissão destes gases, a cidade é também uma divisão regional de alcance internacional, permitindo comparabilidade. Não por acaso, os inventários urbanos tem se destacado como ferramenta importante na avaliação das emissões globais de gases de efeito estufa.

É importante ressaltar que o Brasil foi o primeiro país a assinar da Convenção-Quadro da ONU, criada para promover a estabilização das emissões de GEE na atmosfera de modo a reduzir os danos associado à interferência humana no clima. Para promover a implementação dos objetivos acordados na convenção, um dos instrumentos é a Conferência das Partes (COP), encontro anual dos países signatários para acompanhar e revisar o acordo (ONU,1992). A próxima reunião, COP 21, será realizada em dezembro de 2015, em Paris.

Em 2004 e 2010, o Brasil 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 (Brasil, 2004; Brasil, 2010). 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). Há, portanto, um caminho contínuo sendo trilhado com o objetivo de contribuir para a mitigação e adaptação às modificações do clima. A atitude do país se propaga para dentro do seu território, onde as localidades também passam a se inserir neste contexto internacional através da elaboração de inventários, políticas e planos para lidar com as perspectivas climáticas.

Assim, em 2003 e 2007, na cidade e estado do Rio de Janeiro, respectivamente, são publicados os primeiros inventários locais brasileiros (Rio de Janeiro, 2003; Rio de Janeiro, 2007). Mas quase dez anos depois ainda há poucas cidades inventariando gases de efeito estufa. Às vésperas de um novo acordo climático internacional na COP 21, espera-se que as cidades brasileiras comecem a investir na contabilização de suas emissões de GEE, visto que este é o ponto de partida para a tomada de ações de enfrentamento aos desafios ambientais em curso.

Neste artigo de caráter documental são reunidas informações técnicas sobre os inventários municipais brasileiros publicados até o período de setembro de 2015, traçando um perfil das práticas atuais de elaboração de inventários de emissões de GEE urbanas no país em relação a aspectos como: forma de implementação, metodologia, emissões, relatoria e acessibilidade.

2. Relevância e diversidade nos Inventários Urbanos de Emissões Antrópicas de GEE

Diversos autores destacam a importância da dimensão urbana no enfrentamento das mudanças climáticas. Hoornweg, Sugar e Gomez (2011), por exemplo, a trazem como principal foco e justificam pela sua maior facilidade em dialogar umas com as outras quando comparadas a níveis superiores de governo:

Por natureza, enquanto governos nacionais lidam com questões geopolíticas mais insociáveis, as cidades muitas vezes se mostram mais capazes de cooperar umas com as outras do que seus países-nação. As cidades frequentemente expressam as aspirações dos seus cidadãos de forma mais sucinta e rápida do que os níveis governamentais mais altos e, quando estas vozes em ascensão são bem articuladas, seu impacto global é considerável. (Hoornweg, Sugar e Gomez, 2011, p. 11, tradução nossa).

Outra abordagem interessante é a de D'Avignon *et al.* (2009) que trazem a concepção do inventário enquanto instrumento de política pública, a partir da observação de que as consequências das mudanças climáticas convergem nas localidades e, portanto, ações de mitigação das emissões de GEE podem e devem ser aplicadas de modo a contribuir para a redução de outros problemas locais, como o da redução da poluição atmosférica, que traz impactos na saúde. Este tipo de abordagem é ainda mais interessante do ponto de vista dos países em desenvolvimento, cujas questões referentes ao aquecimento global ainda tem pouco destaque na agenda política, podendo ser um caminho para a aceitação social e popularização de ações de mitigação das emissões de GEE nos países onde elas são vistas como barreiras para o crescimento econômico.

Inventariar emissões requer considerações metodológicas diferentes a depender do contexto de aplicação. Para inventariar cidades, por exemplo, é necessária uma estrutura de contabilização de emissões diferente daquela utilizada na elaboração do inventário de um país, em função das suas formas de organização territorial peculiares de cada um.

O IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* é um marco na elaboração dos inventários de GEE. A metodologia foi desenvolvida para possibilitar o cumprimento dos objetivos estabelecidos na Conferência-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC) pelos os países signatários. Dentre eles está a elaboração e atualização periódica dos inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e sumidouros dos gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal (IPCC, 1996). Embora tenha sido pensado para emissões nacionais, o método pode ser adaptado para quantificar emissões locais. Após a publicação do guia IPCC, diversas outras metodologias foram desenvolvidas com o intuito de adequar a outras estruturas organizacionais, como de empresas, estados e cidades. O *GHG Protocol*, por exemplo, é uma ferramenta desenvolvida pelo WRI – *World Resources Institute* em parceria com o WBCSD – *World Business Council on Sustainable Development* com foco

em emissões corporativas e bastante utilizada por empresas e até alguns inventários locais. Já o método GPC *Protocol for Cities*, lançado em 2014, é uma ferramenta voltada especificamente para a elaboração de inventários urbanos. Foi gerado através do esforço colaborativo de três organizações: ICLEI – *Local Governments for Sustainability*, C40 *Cities – Climate Leadership Group* e o WRI.

Ainda não surgiu um padrão globalmente aceito para a elaboração de inventários locais, como é o Guia IPCC para inventários nacionais. A falta de padrões para a elaboração dos inventários urbanos faz com que as cidades desenvolvam seus próprios métodos (Croci *et al.* 2011). Várias organizações também têm proposto metodologias para inventariar cidades e as diferenças entre elas tem sido objeto de diversos estudos.

Se, por um lado, os esforços na tentativa de se obter metodologias cada vez mais adequadas às particularidades do espaço urbano ampliam o nosso conhecimento e a qualidade das informações, por outro, dificultam a sua comparabilidade. Este tem sido um dos grandes desafios da elaboração de inventários. Bader e Bleischwitz, em artigo publicado em 2009, discorrem sobre o desafio da comparabilidade na medição das emissões urbanas, e constataam que as metodologias são desenvolvidas como iniciativas isoladas, sem conhecimento das outras, e a maior parte delas são recentes. Muitas são baseadas no método IPCC, mas não se alinham completamente, diferindo quanto aos tipos de gases inventariados, o escopo, às categorias e os fatores de emissão considerados (Bader e Bleischwitz, 2009). O estudo traz uma análise geral dos desafios para se comparar inventários urbanos, explicitando as diferenças entre as metodologias existentes, as variáveis utilizadas e questionando a compatibilidade entre eles. Os autores afirmam que se os inventários não são igualmente completos e consistentes ou possuem informações com níveis de confiabilidade diferentes eles não são comparáveis.

Enquanto alguns autores (Dodman, 2009; Hoornweg *et al.*, 2011) encontram dados que mostram que a maior parte das emissões não ocorre na cidade, outros, como Kennedy *et al.* (2012) consideram que a maioria das emissões antrópicas de gases de efeito estufa podem ser atribuídas às atividades de produção e consumo urbanas. Se alojando no primeiro grupo, Marcotullio *et al.* (2013) analisam as emissões de GEE em cidades de 40 países europeus com relação a fatores socioeconômicos, perfil urbano e fatores biofísicos. Seus resultados mostram que o fator de maior influência nas emissões é o tamanho populacional da região e que 44,8% das emissões europeias são provenientes das áreas urbanas.

O mesmo artigo de Marcotullio *et al.* cita que a maior parte das emissões de GEE nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro ocorre no setor de energia, principalmente na queima de combustíveis fósseis, colocando o setor de transportes no topo das atenções. Mas Dodman (2009) pontua que, de modo geral, as maiores emissões no Brasil estão relacionadas às atividades agropecuárias, que incluem desmatamento. Isso mostra o quanto é importante a comparabilidade dos inventários para incentivar e possibilitar compreensão dos perfis territoriais de emissão. O autor conclui que urbanização não deve necessariamente implicar em altos níveis de emissão de gases de efeito estufa, desde que tenhamos cidades bem planejadas e administradas.

A abordagem local abre um leque de caminhos para inventariar as emissões de GEE e, conseqüentemente, de caminhos para agir, em função das especificidades das atividades desenvolvidas em cada contexto urbano, que nem sempre serão contempladas nas medidas tomadas em âmbito nacional ou regional. Embora governos sub-nacionais desempenhem papel importante no direcionamento do consumo urbano, de transporte, energia, uso da terra, construção, Marcotullio *et al.* (2013) lembram que alguns setores são dependentes de decisões na esfera nacional ou estadual, como é o caso das decisões relacionadas ao consumo e geração

de energia e ressaltam a importância de se conhecer melhor as emissões para melhor embasar as ações a serem tomadas, também em escalas regional e global.

Mesmo com as dificuldades encontradas para inventariar GEE nas cidades e analisar as emissões contabilizadas Kennedy *et al.* (2012) apontam reduções de emissão como consequência das medidas mitigatórias que já vem sendo tomadas. Isso não reduz a importância dos inventários, ao contrário, a sua otimização eleva o potencial de redução das emissões, visto que ações com resultados precisos requerem conhecimento preciso. Assim, conceber políticas de enfrentamento às mudanças climáticas significa, também, e antes de tudo, investir na elaboração de inventários de emissões antrópicas de GEE.

3. Panorama geral dos inventários locais brasileiros

No Brasil, aproximadamente 84% (IBGE, 2010) da população é urbana. No entanto, das 27 unidades federativas e 5570 municípios brasileiros, apenas 7 estados e 8 cidades já elaboraram inventários locais abrangentes de emissões antrópicas de GEE, conforme Figura 1 abaixo.

Figura 1: Estados e cidades brasileiras que possuem inventário local de emissões antrópicas de GEE, até setembro de 2015.



Fonte: Elaboração própria a partir das publicações dos inventários locais (Belo Horizonte, 2009; Curitiba, 2011; Fortaleza, 2014; Recife, 2014; Rio de Janeiro, 2003; Rio de Janeiro, 2007; São Paulo, 2005; São Paulo, 2011; Sorocaba, 2013; Acre, 2010; Bahia, 2010; Minas Gerais, 2008; Paraná, 2014; Rio Grande do Sul, 2010).

As cidades acima pertencem ao grupo das 10 mais populosas do país, isto indica que a preocupação com as mudanças climáticas chegou às principais metrópoles brasileiras, as quais são responsáveis por uma parte das emissões de gases efeito estufa, e algumas delas estão dando o primeiro passo para poder diminuir este impacto, por meio da contabilização das suas emissões.

Na Figura 1, é possível observar que o estado de São Paulo ainda é o único a apresentar dois inventários municipais, das cidades de São Paulo e de Sorocaba. Já Fortaleza e Recife se destacam por pertencerem a estados que ainda não possuem inventários, enquanto o Acre e o Rio Grande do Sul possuem inventários estaduais, mas não municipais. Por sua vez, Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná têm seus inventários estaduais e apenas um inventário municipal cada, correspondente às capitais. Não há, portanto, um ordenamento na forma como surgem os inventários locais no Brasil. Se analisarmos as datas de publicação, esta aleatoriedade fica ainda mais evidente:

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

| Estado | Publicação 1º Inventário de GEE | Cidade | Publicação 1º Inventário de GEE |
|-------------------|--|----------------|--|
| Acre | 2012 | - | - |
| Bahia | 2010 | Salvador | - |
| Ceará | - | Fortaleza | 2014 |
| Minas Gerais | 2008 | Belo Horizonte | 2009 |
| Paraná | 2014 | Curitiba | 2011 |
| Pernambuco | - | Recife | 2014 |
| Rio de Janeiro | 2007 | Rio de Janeiro | 2003 |
| Rio Grande do Sul | 2010 | - | - |
| São Paulo | 2011 | São Paulo | 2005 |
| | | Sorocaba | 2013 |

Fonte: Elaboração própria a partir das publicações dos inventários locais (Belo Horizonte, 2009; Curitiba, 2011; Fortaleza, 2014; Recife, 2014; Rio de Janeiro, 2003; Rio de Janeiro, 2007; São Paulo, 2005; São Paulo, 2011; Sorocaba, 2013; Acre, 2010; Bahia, 2010; Minas Gerais, 2008; Paraná, 2014; Rio Grande do Sul, 2010).

No Rio de Janeiro, estado e capital, foram publicados os primeiros inventários locais brasileiros, sendo o estadual quatro anos após o municipal. Minas Gerais é o segundo estado a inventariar GEE, um ano antes da capital Belo Horizonte, processo inverso ao ocorrido no RJ. Entre 2012 e 2010 surgem os inventários do Acre, Bahia e Rio Grande do Sul, os únicos estados da tabela que ainda não apresentam inventários urbanos. Embora a prefeitura da cidade de Salvador tenha divulgado em imprensa local, no segundo semestre de 2015, a elaboração do seu primeiro inventário de emissões e dado como concluído, não houve ainda publicação oficial. Em São Paulo se observa o maior intervalo entre as publicações municipal e estadual, seis anos se passaram entre a primeira e a última. O último estado a tomar a iniciativa em inventariar é o Paraná, em 2014, sucedendo a capital Curitiba em três anos.

Portanto, conforme as referências citadas acima, inventário local no Brasil surge com o inventário urbano do Rio de Janeiro, uma das cinco cidades a inventariar suas emissões antes dos seus estados-nação. O que não é regra, visto que há também 4 estados que tomaram a iniciativa antes das suas cidades (MG, AC, BA, RS), de modo que não há como estabelecer uma relação de influência direta entre as iniciativas estaduais e municipais, dada, dentre outros fatores, a organização política federativa, que fornece às cidades e estados autonomia político-administrativa. No entanto, as iniciativas servem, se não de estímulo, como exemplo de experiência a ser seguida.

4. Histórico dos inventários municipais no Brasil

O inventário da cidade do Rio de Janeiro foi o primeiro inventário local do país. Publicado em 2003, surge como parte da adesão da prefeitura, em 1998, à *Cities for Climate Protection* (CCP), campanha do ICLEI – *International Council for Local Environmental Initiatives*. A elaboração foi feita por equipe da COPPE/UFRJ e relata os gases emitidos entre 1990 e 1998, com algumas estimativas para o ano de 1999 (Rio de Janeiro, 2003). Desde então, o Rio já publicou mais dois inventários: o segundo em 2011 com as emissões do ano de 2005, e o terceiro em 2013 com as emissões de 2012 (Rio de Janeiro, 2011; Rio de Janeiro, 2013). Há, portanto, uma lacuna de informações entre o período de 2006 a 2011, e entre 2004 e 1999. Ainda assim, é a cidade com maior período inventariado no Brasil.

No ano de 2005 é publicado o primeiro inventário da cidade de São Paulo, a segunda a utilizar a ferramenta. Também elaborado pelo Centro Clima da COPPE/UFRJ, o relatório contém as emissões de GEE do ano de 2003 e fez parte de um contrato firmado com a Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo (SVMA) que incluiu, além do inventário de gases de efeito estufa, outros estudos voltados para a criação da Política Municipal de Mudanças Climáticas (São Paulo, 2005). O segundo inventário urbano paulista surge em 2014 em Sorocaba, com dados do período de 2002 a 2012 e elaborado por empresa contratada pela prefeitura através de licitação (Sorocaba, 2014).

Em Belo Horizonte o primeiro inventário é colocado como o passo mais importante na elaboração de políticas públicas relacionadas ao meio ambiente, tendo como um dos propósitos direcionar as ações do Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência, criado em 2006. Realizado por empresa contratada por meio de licitação, e publicado em 2009 – com dados de 2000 a 2007, o documento surge como resultado da inclusão da cidade no Programa Cidades pela Proteção do Clima, do ICLEI – *Local Governments for Sustainability* (Belo Horizonte, 2009).

O inventário de Curitiba é o único da região sul do país. Produzido em 2011 por uma empresa de consultoria em parceria com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, contabiliza apenas as emissões do ano de 2008 e não fornece mais informações sobre a iniciativa (Curitiba, 2011).

Por último, em 2014, além da já citada Sorocaba, Recife e Fortaleza publicam seus inventários, ambos com as emissões referentes ao ano de 2012. As duas cidades foram selecionadas, em 2013, como cidades-modelo do Projeto Urban-LEDS – *Urban Low Emissions Development Strategy*, do ICLEI (Fortaleza, 2014; Recife, 2014). A iniciativa é financiada pela União Européia e implementada em conjunto com a UN-Habitat e o ICLEI, tendo sido iniciada em março de 2012. O programa tem previsão de duração de 42 meses. O objetivo é promover iniciativas para a economia de baixo carbono em países emergentes, isto inclui Brasil, Índia, Indonésia e África do Sul. No Brasil, além das duas cidades-modelo, mais seis cidades, chamadas cidade-satélite, fazem parte do Urban-LEDS: Belo Horizonte, Betim, Curitiba, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Sorocaba. Isto indica que Betim e Porto Alegre, as duas cidades do grupo que ainda não possuem inventários, deverão tê-lo dentro do período de duração do programa.

Observa-se a existência de diversos os caminhos que levaram ao desenvolvimento dos inventários urbanos brasileiros: alguns resultaram de parceria entre prefeituras e centros de pesquisa, outros foram executados por empresa contratada ou realizados através de consultoria em parceria com membros dos governos municipais, uns com financiamento local outros com apoio estrangeiro. A Tabela 2 reúne algumas informações sobre os inventários municipais:

Tabela 2: Perfil básico dos inventários urbanos brasileiros

| Cidade | Edição do Inventário | Ano de publicação | Período inventariado | Disponibilidade para consulta | Elaboração |
|----------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|---|
| Fortaleza | 1ª | 2014 | 2002-2012 | Sim | ICLEI/prefeitura |
| Recife | 1ª | 2014 | 2012 | Sim | ICLEI/prefeitura |
| Salvador | 1ª | - | - | Não | Pangea Capital |
| Belo Horizonte | 1ª | 2009 | 2000-2007 | Sim | Mundus Carbo |
| Rio de Janeiro | 1ª | 2003 | 1990-1999 | Sim | COPPE |
| | 2ª | 2011 | 2005 | Sim | COPPE |
| | 3ª | 2013 | 2012 | Sim | COPPE |
| São Paulo | 1ª | 2005 | 2003 | Sim | COPPE |
| | 2ª | 2013 | 2003-2009 | Sim | Instituto EKOS e GEOKLOCK Consultoria Ambiental |
| Sorocaba | 1ª | 2014 | 2002-2012 | Sim | In Natura Soluções Ambientais |
| Curitiba | 1ª | 2011 | 2008 | Sim | EcoWood Assessoria Ambiental |

Fonte: Elaboração própria a partir das publicações dos inventários locais (Belo Horizonte, 2009; Curitiba, 2011; Fortaleza, 2014; Recife, 2014; Rio de Janeiro, 2003; São Paulo, 2005; Sorocaba, 2013).

A quinta coluna da Tabela 2 indica a acessibilidade do inventário. Embora todos os inventários tenham sido encontrados nesta pesquisa, 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. Os documentos de Fortaleza e Belo Horizonte não são encontrados pela ferramenta de busca interna aos sites da Prefeitura e nem há um link de fácil visualização. O mesmo acontece com o primeiro inventário de São Paulo, mas o segundo se encontra disponibilizado na página de publicações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. O de Sorocaba também tem pouca visibilidade, mas pode ser encontrado no site da administração municipal. No Rio de Janeiro, apenas o segundo e terceiro inventários estão disponibilizados no site da prefeitura, o primeiro inventário está disponível no site do Centro Clima (COPPE).

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 Tabela 3 compila a localização virtual das publicações.

Tabela 3: Localização virtual dos inventários municipais brasileiros

| Cidade | Local | Endereço eletrônico |
|----------------|--------------------------------------|---|
| Fortaleza | Site da Prefeitura de Fortaleza | http://www.fortaleza.ce.gov.br/sites/default/files/inventario_da_emissao_dos_gases_do_efeito_estufa.pdf |
| Recife | Site do Carbonn Climate Registry | http://carbonn.org/uploads/tx_carbonndata/anexo%201%20Invent%C3%A1rioRecife_DS_20mar14_Luiz.pdf |
| Belo Horizonte | Site da Prefeitura de Belo Horizonte | http://www.pbh.gov.br/smpl/PUB_P015/Relat%C3%B3rio+Final+Gases+Estufa.pdf |

Continua

| Continuação | | |
|-----------------------|--|---|
| Cidade | Local | Endereço eletrônico |
| Rio de Janeiro (2003) | Site do Centro Clima /COPPE | http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/new2/ccpdf/inventario_rj.1.pdf |
| Rio de Janeiro (2011) | Site da prefeitura do Rio de Janeiro | http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1712030/DLFE-222982.pdf/NelsonSINVENTARIOFINALMAC_Resumo_Geral_Inv_e_Cenario_v05abr_E.pdf |
| Rio de Janeiro (2013) | Site da prefeitura do Rio de Janeiro | http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1712030/4114528/CRJ_InventarioGEE2012_resumo_tecnicoPORTUGUESFINAL.pdf |
| São Paulo (2005) | Site da Prefeitura de São Paulo | http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/sintasedoinventario_1250796710.pdf |
| São Paulo (2013) | Plataforma ISSU: direcionado a partir do Site da Prefeitura de São Paulo | http://issuu.com/svmasp/docs/caderno_tecnico_inventario_rj_gee |
| Sorocaba | Site da Prefeitura de Sorocaba | http://meioambientesorocaba.com.br/sema/Userfiles/file/Licenciamento%202014/RELAT%20C3%93RIO%20FINAL%20INVENT%20C3%81RIO%20DE%20EMISS%20C3%95ES%20DE%20GEE%20SOROCABA%20revisado.pdf |
| Curitiba | Site da Prefeitura de Curitiba | http://multimedia.curitiba.pr.gov.br/2012/00118446.pdf |

Fonte: Elaboração própria a partir das publicações dos inventários locais (Belo Horizonte, 2009; Curitiba, 2011; Fortaleza, 2014; Recife, 2014; Rio de Janeiro, 2003; São Paulo, 2005; Sorocaba, 2013).

5. Metodologias, Emissões e Reporte

Nos inventários urbanos brasileiros publicados até então, se destaca, além do Guia IPCC, o método GPC - *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories* desenvolvido especificamente para inventários locais. É uma ferramenta recente, cuja versão final foi divulgada em dezembro de 2014 (GPC, 2014).

As análises que se seguem são baseadas nas fontes referenciadas na Tabela 3 acima.

É comum que as cidades façam adaptações às metodologias adotadas para que melhor se adequem às suas peculiaridades, podendo, inclusive, utilizá-las de forma combinada, como ocorre em Recife e no Rio de Janeiro. No entanto, se inventários com metodologias diferentes são comparados com dificuldade, a utilização de mais de um método por inventário torna a comparabilidade ainda mais distante.

Alguns dos inventários apontaram como dificuldades encontradas para sua elaboração a delimitação do limite geográfico ao qual pertencem as emissões e a dificuldade de se obter alguns dados. A dificuldade em delimitar escopo induz a adaptações na metodologia, tornando-as mais específicas e impactando na comparabilidade. Quanto aos dados, alguns conseguem ser estimados, outros acabam por ser omitidos, reduzindo a quantidade de setores quantificados e, conseqüentemente, a qualidade dos inventários.

Embora um outro critério de qualidade seja a transparência (IPCC, 2006; GPC, 2014), alguns dos inventários municipais brasileiros não fornecem dados suficientes para que o leitor possa replicar o cálculo das emissões. O relatório de Fortaleza, por exemplo, utiliza a metodologia GPC e expõe apenas os resultados finais, não fornecendo informações que possibilitem a compreensão do cálculo realizado para obter os valores mostrados. O inventário de Recife também exhibe poucas informações sobre o cálculo e as metodologias utilizadas (IEAP e GPC) são descritas de forma genérica. Além de IEAP e GPC, o inventário utiliza o método do IPCC apenas para o cálculo das emissões do setor resíduos. Em função da indisponibilidade de

informações, as emissões dos setores Uso do Solo e Processos Industriais não são contabilizadas, sendo indicadas para o próximo inventário da cidade.

Belo Horizonte utiliza a metodologia do IPCC em conjunto com o GHG Protocol e detalha a metodologia de cálculo, além de trazer análise de incerteza das emissões. Durante a elaboração do inventário, houve a preocupação em buscar um diálogo entre o inventário de BH e o estadual de Minas Gerais, ajustando-se os dados de entrada para permitir a comparabilidade entre eles. As emissões de Curitiba também foram contabilizadas conforme metodologia IPCC e seu relatório se dedica a descrever de forma detalhada o cálculo das emissões, não incluindo nenhum tipo de informação, como comparação, cenários etc. Sorocaba utiliza o método IPCC em conjunto com o GPC e, além de descrever o cálculo, faz uma análise de incerteza dos valores encontrados e um estudo de cenários de emissão futuros.

Em São Paulo, a metodologia IPCC é aplicada no seu primeiro inventário, o qual se apresenta como um reporte bastante didático na explicação das fontes de emissão locais, trazendo informações científicas e técnicas sobre o aquecimento global. Compara suas emissões com as nacionais e do RJ, único municipal concluído na época. O segundo inventário de SP, além de detalhar o cálculo das emissões e compará-las inclusive com as de cidades internacionais, apresenta análise de incerteza, cenários de emissão futuros, e um ensaio de medições das emissões dos corpos hídricos do município.

O primeiro inventário carioca utiliza a metodologia IPCC com adaptações e hipóteses que são apontadas ao longo da descrição da metodologia. Por ser pioneiro, aponta a dificuldade de desagregar as emissões de modo que elas representassem apenas as emissões provenientes das atividades do município. Compara as emissões do Rio de Janeiro com emissões nacionais, estaduais e de outras cidades participantes do programa *Cities for Climate Protection* do ICLEI. O segundo inventário do RJ já trata da incerteza das estimativas e propõe cenários de emissões para cidade. No terceiro e último inventário, publicado em 2011, além da quantificação das emissões e da avaliação de incertezas, é proposta uma atualização do plano de ação para redução de emissões na cidade.

A Tabela 4 lista as metodologias aplicadas para cada inventário e os valores de emissão obtidos.

Tabela 4: Metodologias e emissões dos inventários urbanos brasileiros

| Cidade | Metodologia | Emissão total (ton CO₂e)** | Emissão per capita (ton CO₂e/hab) |
|---------------------|----------------------|--|---|
| Fortaleza | GPC | 3.827.521 | 1,50* |
| Recife | GPC e IEAP | 3.120.426 | 2,03 |
| Salvador | GPC | - | - |
| Belo Horizonte | IPCCe GHG | 3.176.966 | 1,32 |
| Rio de Janeiro (1°) | IPCC adaptada | 12.798.000 | 2,3 |
| Rio de Janeiro (2°) | IPCC adaptada | 11.351.900 | 1,9 |
| Rio de Janeiro (3°) | IPCC e GPC adaptadas | 22.269.240 | 3,58 |
| São Paulo (1°) | IPCC | 12.034.061 | 1,12 |
| São Paulo (2°) | GPC | 15.115.000 | 1,37 |
| Sorocaba | GPC | 1.108.205 | 1,89* |
| Curitiba | IPCC | 3.515.890 | 1,92 |

Fonte: Elaboração própria a partir das publicações dos inventários locais (Belo Horizonte, 2009; Curitiba, 2011; Fortaleza, 2014; Recife, 2014; Rio de Janeiro, 2003; São Paulo, 2005; Sorocaba, 2013).

*Informação obtida por cálculo realizado a partir dos dados da fonte.

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

São Paulo e Rio de Janeiro, as grandes metrópoles brasileiras, têm valores de emissão total bastante elevados em relação às demais cidades. O impacto diminui quando analisadas as emissões per capita, ou seja, proporcionalmente à população as emissões se aproximam mais, com exceção das emissões cariocas em 2013, 3,58 toneladas de CO₂ equivalente é aproximadamente o dobro da média total das cidades. Os inventários urbanos atualizados, ainda de SP e RJ, permitem observar a tendência de aumento das emissões com o passar dos anos.

Embora, as emissões 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. A maior parte deles também desagrega as emissões entre emissões da comunidade e emissões do governo municipal, permitindo a adoção de políticas específicas para a redução das emissões na administração pública.

6. Conclusão

Há um crescimento, ao longo do tempo, da participação do Brasil nas ações relacionadas às questões climáticas. O engajamento do governo federal brasileiro nas conferências internacionais abre caminhos para que os governos sub-locais também possam ser inseridos neste contexto.

Em se tratando de inventariar emissões de gases de efeito estufa, ainda há mais espaço a ocupar. Oito cidades dentre 5570 municípios brasileiros com inventários municipais representam muito pouco. Por outro lado, a iniciativa já surgiu nos maiores centros urbanos do país, o que significa que os maiores emissores já estão começando a se preocupar com os impactos das mudanças climáticas e a articular iniciativas que reduzam o seu impacto. 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.

A análise geral dos inventários municipais brasileiros mostra certa aleatoriedade na forma como os inventários são implementados, nas possibilidades de financiamento, nas metodologias utilizadas, na forma como calculadas e reportadas as emissões. Se por um lado isto pode significar mais oportunidades para a realização de um inventário, por outro, deixa transparecer certa falta de diálogo entre as cidades.

Há, portanto, a necessidade de progressos na elaboração dos inventários municipais brasileiros, tanto em quantidade quanto em qualidade. Uma evolução que passa pela aplicação metodológica mais consistente, pela construção de instrumentos comunicáveis entre si, pela geração e disponibilização de dados, pela verificação da confiabilidade das informações obtidas, e que estas sejam capazes de representar satisfatoriamente as emissões locais. É necessário um inventário urbano de emissões antrópicas de GEE consistente para que ele possa cumprir a sua função enquanto instrumento primordial do enfrentamento às mudanças climáticas. É possível observar uma evolução nos inventários do RJ e SP ao longo das atualizações, que passaram a incluir, além dos cálculos de emissão transparentes, outras informações como comparações com outros inventários, estudos de cenários de emissões futuras e até plano de ação de mitigação.

Quanto às emissões, se destacam as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo com taxas de emissão muito acima das demais cidades inventariadas, e Sorocaba com a menor contribuição. Quando avaliadas as emissões per capita, o Rio de Janeiro apresenta os dois valores de emissão mais altos: 2,3 e 3,58, este último bastante superior à média. Juntamente com São Paulo, a cidade exibe também emissões maiores a cada atualização do inventário.

Comparar inventários urbanos é um dos grandes desafios apontados pela literatura e, portanto, um assunto bastante extenso para ser abordado de forma devida neste artigo. Entretanto, experiências nacionais mais avançadas como as do Rio e SP mostram que inventariar não é suficiente para reduzir emissões. É necessário que se faça bom uso de um bom inventário enquanto ferramenta primordial de combate às mudanças climáticas. Em período intensificação das pressões internacionais em torno de um novo acordo climático, na COP 21, é imprescindível que o país invista no monitoramento de suas emissões.

7. Referências

ACRE (2012). **Inventário de Emissões Antrópicas e Sumidouros de Gases de Efeito Estufa do Estado do Acre**. Disponível em: < http://www.acrebioclima.net/cd_inventario_120612.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

BAHIA (2010). **Primeiro Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa do Estado da Bahia**. Disponível em: < http://www.semarh.ba.gov.br/pdf/20100915_inventario_emissoes.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

BADER, N., BLEISCHWITZ, R. **Measuring Urban Greenhouse Gas Emissions: The Challenge of Comparability**. Sapiens, v. 2, n. 3, dez. 2009.

BELO HORIZONTE (2009). **Inventário Municipal de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Relatório Final. Disponível em: < http://www.pbh.gov.br/smpl/PUB_P015/Relat%C3%B3rio+Final+Gases+Estufa.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

BRASIL (2004). **Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima**. Disponível em: < http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5586.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

_____(2010). **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima**. Disponível em: < http://www.mct.gov.br/upd_blob/0215/215070.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

CROCI, E., MELANDRI, S., MOLTENI, T. **Determinants of cities' GHG emissions: a comparison of seven global cities**. International Journal of Climate Change Strategies and Management, v.3, n.3, p. 275-301, abr. 2011.

CURITIBA (2011). **Inventário e Balanço de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Município de Curitiba**. Relatório Síntese. Disponível em: < <http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2012/00118446.pdf> >. Acesso em: setembro de 2015.

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. 2009.

DODMAN, D. **Blaming for climate change? An analysis of urban greenhouse gas inventories**. Environment&Urbanization, v. 21, n. 1, abr. 2009.

FORTALEZA (2014). **Inventário de Emissões de GEE do Município de Fortaleza**. Disponível em: < http://www.fortaleza.ce.gov.br/sites/default/files/inventario_da_emissao_dos_gases_do_efeito_estufa.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

GPC (2014). **Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories**. World Resources Institute. Disponível em: < http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP_GPC.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

HOORNWEG, D., SUGAR, L. GOMEZ, C.L.T. **Cities and greenhouse gas emissions: moving forward**. Environment&Urbanization, v. xx n. x, abr. 2011.

IBGE (2010). **Resultados do Universo do Censo demográfico 2010**. Tabela 1.1.1. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm> >. Acessado em: setembro de 2010.

IPCC (2006). **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Disponível em: < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/> >. Acesso em: setembro de 2015.

_____(2014). **Chapter Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers**. Disponível em: < http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

KENNEDY, C., DEMOULLIN, S., MOHAREB, E. **Cities reducing their greenhouse gas emissions**. Energy Policy, n. 49, p. 774-777, 2012.

MINAS GERAIS (2008). **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufado Estado de Minas Gerais**. Disponível em: < http://www.feam.br/images/stories/inventario/inventario_de_emissoes_de_gases_-_feam_versao_para_internet.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

ONU (1992). **United Nations Framework Convention on Climate Change**. Disponível em: < <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> >. Acesso em: setembro de 2015.

PARANÁ (2014). **Inventário de Emissões de GEE do Paraná**. Disponível em: < http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/ResumoExecutivo_PR.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

PBMC (2014). **Base científica das mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. Disponível em: < http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/RAN1_completo_vol1.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

RECIFE (2014). **1º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa para a Cidade do Recife**. Disponível em: http://carbonn.org/uploads/tx_carbonndata/anexo%201%20Invent%C3%A1rioRecife_DS_20mar14_Luiz.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

RIO DE JANEIRO (2003). **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro**. Disponível em: < http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/new2/ccpdf/inventario_rj.1.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

_____ (2007). **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado do Rio de Janeiro**. Disponível em: < <http://inventariogeesp.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/30/2014/04/3-inventario-gee-RJ.pdf> >. Acesso em setembro de 2015.

_____ (2011). **Inventário e Cenários de Emissões dos Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro**. Disponível em: < http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1712030/DLFE-222982.pdf/NelsonSINVENTARIOFINALMAC_Resumo_Geral_Inv_e_Cenario_v05abr_E.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

_____ (2013). **Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro em 2012 e Atualização do Plano de Ação Municipal para Redução das Emissões**. Disponível em: < http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1712030/4114528/CRJ_InventarioGEE2012_resumo_tecnicoPORTUGUESFINAL.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

RIO GRANDE DO SUL (2010). **Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa do Rio Grande do Sul**. Disponível em: < http://www.fepam.rs.gov.br/Documentos_e_PDFs/Inventario_GEE_RS_2005_PACE_RS_2010.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

SÃO PAULO (2005). **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município de São Paulo**. Disponível em: < http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/sinteseinventario_1250796710.pdf >. Acesso em: setembro de 2015.

_____ (2011). **1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo**. Disponível em: < >. Acesso em: setembro de 2015.

_____ (2013). **Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa do Município de São Paulo de 2003 a 2009**, com atualização para 2010 e 2011 nos setores Energia e Resíduos. Disponível em: < http://issuu.com/svmasp/docs/caderno_t_cnico_invent_rio_gee >. Acesso em: setembro de 2015.

SOROCABA (2014). **Inventário de Gases do Efeito Estufa do Município de Sorocaba**. Relatório Final. Disponível em: < <http://meioambientesorocaba.com.br/sema/Userfiles/file/Licenciamento%202014/RELAT%C3%93RIO%20FINAL%20INVENT%C3%81RIO%20DE%20EMISS%C3%95ES%20DE%20GEE%20SOROCABA%20revisado.pdf> >. Acesso em: setembro de 2015.