



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

ANÁLISE DE METODOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE INVENTÁRIOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE CIDADES

Camila Garcia Neves

Yasmini Bianor Canali Dopico

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientadores:

Emilio Lèbre La Rovere

Flávia Beatriz Beserra Azevedo Carloni

Rio de Janeiro

Agosto de 2013

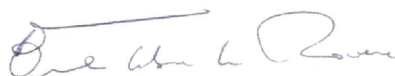
ANÁLISE DE METODOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE INVENTÁRIOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE CIDADES

Camila Garcia Neves

Yasmini Bianor Canali Dopico

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO AMBIENTAL.


Aprovado por:



Prof. Emilio Lèbre La Rovere, D.Sc.



Flávia Beatriz Beserra Azevedo Carloni, D.Sc.



Prof. Amaro Olímpio Pereira Júnior, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ- BRASIL

AGOSTO de 2013

Neves, Camila Garcia e Dopico, Yasmini Bianor Canali

Análise de Metodologias de Produção de Inventários de Gases de Efeito Estufa de Cidades/ Camila Garcia Neves e Yasmini Bianor Canali Dopico- Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

xiv,118 p.: il.; 29,7 cm

Orientadores: Emilio Lèbre La Rovere

Flávia Beatriz Beserra Azevedo Carloni

Projeto de Graduação – UFRJ/ POLI / Curso de Engenharia Ambiental, 2013.

Referências Bibliográficas: p.112-118.

1. Inventários de Gases de Efeito Estufa; 2. Cidades; 3. Comparabilidade; 4. Metodologia; 5. Escopos; 6. *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC)*.

I. La Rovere, Emilio Lèbre *et al.*; II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Ambiental; III. Análise de Metodologias de Produção de Inventários de Gases de Efeito Estufa de Cidades

“Há 500 anos, os homens descobriram as verdadeiras dimensões da terra que habitavam. Hoje, somos conscientes de seus limites.”

Felipe Gonzalez, então Primeiro Ministro da Espanha, na Rio 92.

AGRADECIMENTOS – Camila Garcia Neves

Meus sinceros agradecimentos,

Ao Professor Emilio La Rovere, por toda experiência e conhecimento passados e por dedicar parte do seu valioso tempo a nós. Foi uma grande honra ser sua aluna e trabalhar com o senhor.

À Flávia Carloni, por nos ajudar em todos os momentos e estar sempre à disposição. Obrigada por toda contribuição.

Aos meus pais Ana e Gonçalo, pelo amor e apoio incondicionais durante toda minha vida. Dedico mais essa conquista a vocês.

Aos meus avós, Dalva, Alcei, Gonçalo e Risa (em memória) e a toda minha família, por me apoiarem a cada dia e compreenderem a minha ausência em muitos momentos durante essa fase.

Às minhas irmãs do coração, Anna e Carol, pelos mais de 10 anos de amizade. E às amigas, Natascha e Renata, pelos ótimos momentos juntas e por entenderem o meu sumiço.

Ao Celso e à Sônia, pelo carinho e por me tratarem como filha durante este último ano. E à nossa saudosa Angelina, pelas horas de companhia no computador.

À Rose por me acolher tantas vezes e ao Tode pelas muitas recepções calorosas.

Aos meus queridos ambientais, pelos melhores 5 anos da minha vida: Bia, Luíza, Fê, Nanda, Isa, Friba, Paulo, Rodrigo Peixoto, Zero, Diego, Rodrigo Niterói e Juan. E em especial a Ágatha, Bel e Nina, minhas parceiras, cumadres, companheiras de todas as horas. Obrigada por vocês existirem na minha vida.

Ao melhor namorado do mundo, Rafael, meu amigo, colega de curso e grande amor da minha vida. Minha melhor surpresa e a melhor coisa que a UFRJ poderia me dar.

À nossa Universidade Federal do Rio de Janeiro, por me mostrar que temos q batalhar a cada dia para alcançar o sucesso.

À Yasmini, minha querida roomie, parceira de projeto, de perrengues, de viagens, momentos bons e de desespero. Obrigada por me acalmar a cada dia e dizer: "Camila, relaxou!" Nesse pouco mais de um ano nossa vida virou uma só, e não poderia ter dado mais certo essa parceria e amizade que surgiram.

A Deus, por permitir que eu completasse mais essa etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS – Yasmini Bianor Canali Dopico

Meus sinceros agradecimentos,

Ao Professor Emilio, pela valiosa orientação e pelos ensinamentos que são incontáveis. Foi uma honra ser orientada pelo senhor.

À Flávia Carloni, que aceitou nos orientar de braços abertos e que foi fundamental para o desenvolvimento desse projeto. Muito obrigada pelos seus conselhos valiosos e pela sua atenção nesse mais de meio ano.

À minha mãe, Rosemary, que é meu maior exemplo de força e coragem e que, mesmo nesses momentos difíceis, me apoiou e torceu pelo sucesso desse projeto. Mãe, obrigada por tudo.

À minha avó, Delma, que sempre esteve presente e pacientemente esperou o fim desse projeto para que com ele acabasse a minha ausência nesses últimos meses.

Ao Juan, meu maior companheiro, pela força, pela calma e, principalmente, pelo carinho que não estiveram presentes somente nesses últimos meses, mas ao longo desses cinco anos de engenharia e seis de vida.

Ao Tode, pelo amor e alegria incondicionais.

À toda minha família, pelo amor. Especialmente ao Giovanni, pelas gargalhadas e pelas brigas (por que não?), à tia Ana, à Mariana e à Maila, que nem sabem o quanto foram importantes nesse momento.

Às amigas eternas: Natalia, Olívia, Maria e Susanne. Por tudo o que vocês representam na minha vida, independentemente da distância.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro, à qual eu devo minha formação e crescimento pessoal depois de todos esses anos de Fundão. Em especial, à nossa Engenharia Ambiental, número 1 do país.

Aos amigos dessa vida de Engenharia Ambiental, que já viraram da vida mesmo: Luíza, Bia, Bel, Nina, Ágatha, Paulo, Friburgo, Kella, Rodrigo Peixoto, Zero, Fê Petrópolis, Isa, Juan, Rodrigo Niterói, Nanda e Diego.

Finalmente, à Camila. Por tudo, mas tudo mesmo. Por me aguentar, o que sabemos que não é fácil, por ser a melhor dupla possível e por toda a paciência com a minha falta de tempo. Obrigada por ter feito parte da minha vida. Agradeço também aos seus pais, Ana Lúcia e Gonçalo, pela receptividade e pelos cajás.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

ANÁLISE DE METODOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE INVENTÁRIOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE CIDADES

Camila Garcia Neves

Yasmini Bianor Canali Dopico

Agosto de 2013

Orientadores: Emilio Lèbre La Rovere / Flávia Beatriz Beserra Azevedo Carloni

Curso: Engenharia Ambiental

A qualidade e a comparabilidade entre inventários de gases de efeito estufa representam fatores relevantes para o auxílio na elaboração de políticas públicas e ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa em cidades, além de permitir que sejam geradas pressões internacionais, ao atribuir responsabilidades diferenciadas às cidades. Não há, no entanto, um consenso entre a comunidade científica e os governos em relação à metodologia de elaboração e reporte dos inventários locais. Foram, portanto, analisadas as metodologias de elaboração e reporte dos inventários das cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto, Durban e Londres, identificando itens que comprometem a qualidade e, ainda, comprovando a falta de compatibilidade entre estes inventários. Além disso, foi feito um levantamento das diretrizes existentes, incluindo a iniciativa mais recente de elaboração de padrão para cidades, o *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions* (GPC), para avaliar a aderência das cidades a este protocolo e identificar seus pontos fracos. A partir dessas análises, foi possível perceber a falta de comparabilidade entre inventários, identificar os desafios para elaboração de inventários locais e detectar a necessidade dos protocolos fornecerem, não só diretrizes de reporte, mas também orientações metodológicas. A proposta desenvolvida através dessa análise objetivou introduzir a abordagem de consumo nas metodologias de produção, melhorar a qualidade dos inventários de GEE de cidades e aproximá-los de uma padronização metodológica e de reporte para que estes atinjam seu objetivo principal: informar.

Palavras-chave: Inventário de Gases de Efeito Estufa Locais; Mudanças Climáticas; Metodologia; Escopos; Comparabilidade; Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC).

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

ANALYSIS OF PRODUCTION METHODOLOGIES OF CITIES' GREENHOUSE GAS INVENTORIES

Camila Garcia Neves

Yasmini Bianor Canali Dopico

Agosto de 2013

Advisors: Emilio Lèbre La Rovere / Flávia Beatriz Beserra Azevedo Carloni

Course: Environmental Engineering

The quality and comparability of greenhouse gas inventories represent relevant factors in order to support the development of public policies and actions to mitigate greenhouse gas emissions in cities, and also allow the generation of international pressures by assigning different responsibilities to each city. There is not, however, consensus among the scientific community and governments related to the elaboration and the report of local inventories. Elaboration methods and report of inventories were, therefore, analyzed in the case of the cities of New York, Rio de Janeiro, Toronto, London and Durban, identifying items that compromise the quality and also demonstrating the lack of compatibility between these inventories.. In addition, existing guidelines gathering was made, including the most recent initiative of developing a city-level standard, the Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC) to evaluate the adherence of cities this protocol and identify its weaknesses. From these analyzes, it was possible to notice the lack of comparability between inventories, identify challenges to the development of local inventories and detect the need for protocols to provide, not only directives for reporting, but also methodological guidelines. The proposal developed through this analysis aimed to insert the consumption approach in production methodologies, improve the quality of GHG inventories for cities, seeking better standardization of the inventories, so that they could achieve the main objective: to inform.

Keywords: Local Greenhouse Gas Inventory; Climate Change; Methodology; Scopes; Comparability; Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos.....	4
1.2. Metodologia.....	5
2. A IMPORTÂNCIA DOS INVENTÁRIOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA	6
2.1. Inventários de Cidades	8
2.2. O Teor dos Inventários de Gases de Efeito Estufa	14
2.3. Desafios Metodológicos na Produção de Inventários de Gases de Efeito Estufa de Cidades.....	20
3. A COMPARABILIDADE ENTRE INVENTÁRIOS DE CIDADES.....	25
3.1. Protocolos e Ferramentas para Inventários Locais	30
3.2. O <i>U.S. Community Protocol for Accounting and Reporting of GHG Emissions (USCP)</i>	38
3.3. O <i>Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC)</i>	43
4. ESTUDO DE CASO: OS INVENTÁRIOS DE GEE DAS CIDADES DE NOVA YORK, RIO DE JANEIRO, TORONTO, DURBAN E LONDRES	47
4.1. Inventários Seleccionados: Uma Visão Geral	47
4.1.1. O Inventário da Cidade de Nova York.....	48
4.1.2. O Inventário da Cidade do Rio de Janeiro	50
4.1.3. O Inventário da Cidade de Toronto.....	52
4.1.4. O Inventário da Cidade de Durban	54
4.1.5. O Inventário de Londres	55
4.2. Análise Comparativa dos Inventários Apresentados	56
4.2.1. O Reporte das Emissões.....	57
4.2.2. A Metodologia dos Inventários Estudados	64
4.2.3. Resultados da Análise dos Inventários Seleccionados	81
4.2.4. Comparação dos Inventários Seleccionados com o <i>Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC)</i>	86
5. DISCUSSÃO E PERSPECTIVAS	93
5.1. Recomendações.....	102

6. CONCLUSÕES.....	108
7. REFERÊNCIAS	112

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Emissões de GEE por escopo, inventariadas para a Grande Toronto no ano base de 2005 para cada protocolo citado.</i>	<i>27</i>
<i>Figura 2: Percentual das 73 cidades que responderam ao CDP em 2012, que utilizam cada uma das metodologias de cálculo de emissões locais para cidades, utilizadas para calcular emissões locais.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 3. Percentual de Redução das emissões de GEE de Nova York por medidas de mitigação.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 4. Esquema gráfico para a alocação das fontes de emissão segundo a organização proposta para escopos de inventários de GEE de cidades.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 5. Subdivisão proposta ao Escopo 3 para elaboração de inventários locais</i>	<i>104</i>
<i>Figura 6. Subdivisão proposta ao Escopo 4 para elaboração de inventários de GEE locais.</i>	<i>104</i>
<i>Figura 7. Classificação qualitativa proposta para elaboração de inventários de GEE locais</i>	<i>105</i>
<i>Figura 8. Formulário recomendado para o reporte de inventários de GEE municipais... </i>	<i>107</i>

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1: Vantagens e desvantagens em elaborar inventário de GEE para cidades</i>	10
<i>Quadro 2. Divisão por setores e subsetores propostas para inventários de GEE de comunidade segundo o IPCC e o ICLEI</i>	20
<i>Quadro 3: Emissões per capita para a Grande Toronto, Canadá, para cada protocolo no ano base de 2005.</i>	28
<i>Quadro 4: Ferramentas e Guias para inventários locais.</i>	32
<i>Quadro 5. Os efeitos da adoção de diferentes diretrizes (IEAP, Baseline Emissions Inventory Guidelines, International Standard for Determining Greenhouse Gas Emissions for Cities e o GRIP) em 40 inventários selecionados no valor total de emissões de GEE.</i> 33	
<i>Quadro 6. Visão Geral do Processo de Elaboração do Inventário de Emissões Obrigatório e estruturas de relatório recomendadas para o U.S. Community Protocol for Accounting and Reporting of GHG Emissions.</i>	41
<i>Quadro 7. Fontes dos dados de atividade para o Inventário de Toronto</i>	59
<i>Quadro 8: Descrição das emissões para o setor de Resíduos da cidade de Durban</i>	60
<i>Quadro 9: Itens abordados pelos inventários das cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto e Durban.</i>	61
<i>Quadro 10. Critérios metodológicos utilizados na elaboração dos inventários de GEE pelas cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto e Durban.</i>	65
<i>Quadro 11. Divisão das emissões das cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto e Durban, por escopos.</i>	71
<i>Quadro 12. Informações requeridas pelo GPC para o reporte de emissões e o atendimento às exigências pelas cidades analisadas</i>	88
<i>Quadro 13. Adequação das cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto e Durban à versão piloto do GPC 2012.</i>	89

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1: Valores de potencial de aquecimento global atualizados pelo IPCC ao longo dos seus quatro relatórios de avaliação já divulgados.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 2. Exigências para relatórios de inventários de emissões de GEE segundo diferentes diretrizes e metodologias.</i>	<i>35</i>

LISTA DE ABREVIATURAS

AFOLU	Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
CQNUMC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
DEFRA	Departamento para questões de meio ambiente, de alimentos e rurais da Inglaterra (<i>Department for Environment, Food and Rural Affairs</i> em inglês)
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (<i>United States Environmental Protection Agency</i> em inglês)
FE	Fator de emissão
GEE	Gases de Efeito Estufa
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GPC	<i>Global Protocol for Community-Scale GHG Emissions</i>
GRIP	<i>Greenhouse Gas Regional Inventory Protocol</i>
ICLEI	<i>International Council for Local Environmental Initiatives</i>
IEAP	<i>International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol</i>
LGOP	<i>Local Government Operations Protocol</i>
IPPU	Processos Industriais e Uso de Produtos
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> em inglês)
LEGGI	<i>London Energy and Greenhouse Gas Inventory</i>
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
NAMA	Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas
ONU-HABITAT	Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos
PIB	Produto Interno Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
VKT	Quilômetros Percorridos por Veículo (<i>Vehicle Kilometers Travelled</i> em inglês)
WBCSD	Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (<i>World Business Council for Sustainable Development</i> em inglês)
WRI	<i>World Resources Institute</i>

1. INTRODUÇÃO

As alterações climáticas representam, atualmente, um difícil desafio intergeracional, uma vez que as decisões políticas e os investimentos que estão sendo feitos hoje irão moldar o ambiente para as gerações futuras (CORFEE-MORLOT, 2009b). Desta forma, a maneira como lidamos atualmente com nossa forma de produção, hábitos de consumo, uso dos meios de transporte e geração de resíduos, influenciarão diretamente o desenvolvimento humano e o clima a que as gerações futuras estarão expostas. Para PNUD (2007) os 40% mais pobres da população mundial, cerca de 2,6 bilhões de pessoas, estarão suscetíveis a um futuro de recursos restritos caso as iniciativas de mitigação adotadas fracassem. Diante disto, nasceu em 1992, no Rio de Janeiro, sob a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima – CQNUMC, que estabelece:

“O objetivo final desta Convenção e de quaisquer instrumentos jurídicos com ela relacionados que adote a Conferência das Partes é o de alcançar, em conformidade com as disposições pertinentes desta Convenção, a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Esse nível deverá ser alcançado num prazo suficiente que permita aos ecossistemas adaptarem-se naturalmente à mudança do clima, que assegure que a produção de alimentos não seja ameaçada e que permita ao desenvolvimento econômico prosseguir de maneira sustentável”.

Desta forma, o monitoramento das alterações climáticas provocadas pelas ações antrópicas se tornou, juntamente com a determinação dos níveis de emissões de gases de efeito estufa lançados na atmosfera todos os anos, extremamente relevante. Isso se dá uma vez que determinam quanto estas emissões irão influenciar a vulnerabilidade às mudanças climáticas para as próximas décadas.

Sob a CQNUMC, tanto países desenvolvidos quanto emergentes têm assumido a responsabilidade de desenvolver e atualizar os inventários nacionais de emissões e remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal. Ainda segundo a Convenção, as partes¹ têm o direito ao

¹ Países membros da Convenção

desenvolvimento sustentável e devem promovê-lo. Portanto, as políticas e medidas para proteger o sistema climático contra mudanças induzidas pelo homem devem ser adequadas às condições específicas de cada Parte. Essas políticas e medidas devem ser integradas aos programas nacionais de desenvolvimento, tendo em vista que o desenvolvimento econômico é essencial à adoção de medidas para enfrentar a mudança do clima. Sendo assim, a Convenção reconhece a grande responsabilidade dos países industrializados (países listados no Anexo I²) pelas emissões históricas de gases de efeito estufa e, portanto, estabelece que estes devam tomar a iniciativa no compromisso de reduzir suas emissões (CQNUMC; MCT/MRE 2000). Desta maneira, tanto países desenvolvidos quanto emergentes têm assumido a responsabilidade de desenvolver e atualizar os inventários nacionais de emissões e remoções antrópicas de GEE não controlados pelo Protocolo de Montreal.

Neste sentido, criou-se o Protocolo de Quioto em 1997, à luz da Convenção, com objetivo de estabelecer as metas de redução de emissões para países industrializados. Criou-se, também, um mecanismo no qual países do Anexo B do Protocolo (que coincidem quase na totalidade com os países do Anexo I da Convenção) podem adquirir reduções de emissões obtidas pela implementação de projetos por parte de países não Anexo B, o chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Nesse mesmo ano houve o crescimento do movimento de esferas subnacionais de governos e comunidades locais para colocar o tema de mudanças climáticas na agenda local, cujos esforços foram apoiados pela criação de três alianças internacionais: Aliança do Clima (*Climate Alliance* em inglês), *Cities for Climate Protection* (CCP) e *Energie-Cities*. Desde então, as redes entre cidades para as mudanças climáticas vêm aumentando em número e participantes (BETSILL e BULKELEY, 2007).

Atualmente, as cidades concentram a grande maioria das atividades econômicas e as maiores concentrações populacionais, gerando assim, grande parte das emissões de gases de efeito estufa lançadas na atmosfera. Segundo a ONU-Habitat (2010), mais de 50% da população mundial vive em cidades, sendo que em 2050 esse percentual chegará a 70%. Neste contexto, a relação entre mudanças climáticas e cidades será de vital importância para o futuro bem-estar da população, já que, segundo SEPE *et al.*(2012), 75% do consumo de energia está diretamente relacionado às atividades urbanas, entre as quais as que envolvem os setores de transporte, resíduos e construção civil. Nesse sentido, cabe dizer que grande parte das atividades antrópicas

² Anexo I é a relação dos 40 países e a Comunidade Europeia, listados na Convenção do Clima, que assumiram compromissos de reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE)

que contribuem para o aquecimento global é de processos locais (WILBANKS e KATES, 1999).

Segundo CORFEE-MORLOT *et al.* (2009a), existe uma necessidade especial de concentrar esforços nas cidades, pois o desenvolvimento destas vai determinar a habilidade humana de estabelecer um futuro de baixo carbono e resiliente às mudanças do clima. E, por isto, ainda segundo HALLEGATTE *et al.* (2008) o desenvolvimento das cidades é parte do problema climático, mas pode representar também uma solução, uma vez que políticas climáticas corretas podem estimular o desenvolvimento de infraestrutura resiliente às alterações do clima, e simultaneamente, reduzir a demanda por energia e as emissões de GEE. Assim, onde houver preocupação com as mudanças climáticas, o assunto estará em pauta, associado às incertezas socioeconômicas, tendências urbanas e à necessidade de elaborar estratégias de gerenciamento de risco a serem integradas nas tomadas de decisão. Uma vez definidas políticas e ações locais de mitigação, essas poderão servir como estímulo para as políticas nacionais do clima que poderão se basear em experimentos locais, uma vez que as autoridades locais estão em uma posição estratégica para engajar a comunidade como um todo, ressaltando a importância do engajamento de todos os níveis governamentais (CORFEE-MORLOT *et al.*, 2009a). Isto posto, as políticas públicas locais e o planejamento das cidades servirão como ferramenta para estabelecer estratégias de mitigação local, e os governos em conjunto com a sociedade serão essenciais para desenhar e promover políticas efetivas de atenuação dos efeitos no clima. Por isso, segundo SEPE *et al.* (2012), assume-se que as cidades têm grande potencial para assumir um papel de maior protagonismo na questão das mudanças climáticas e, para CASH e MOSER (2000), a habilidade de tomada de decisões também tem aumentado, principalmente nos níveis sub-regionais e locais. Entende-se assim, que o maior desafio a ser enfrentado nas próximas décadas pelas cidades é a adequação das políticas públicas urbanas aos pressupostos da mitigação e adequação às mudanças climáticas. Para CARLONI (2012), um exemplo de adequação da infraestrutura urbana, visando promover a redução das emissões, poderia ser a substituição do transporte individual por um transporte de massa, mais eficiente, estimulando as pessoas a mudarem seus hábitos de uso do automóvel.

Diante desta responsabilidade das cidades, surgiu a necessidade de medir o quanto cada uma emite em termos de gases de efeito estufa. Esse fator, aliado a compreensão da importância de incluir as questões de mudanças climáticas em suas preocupações com a resolução de problemas locais, tem levado muitas cidades a

elaborar seus inventários de GEE (CARLONI, 2012). Isso se deve ao fato dos inventários e cenários de emissões representarem instrumentos relevantes na identificação das áreas e atividades onde as ações de planejamento possuem um maior potencial de redução.

E ainda, outro aspecto que torna as cidades atores importantes na mitigação das mudanças climáticas, é que, ao contrário de governos nacionais que lidam com maiores dificuldades nas relações geopolíticas, as cidades frequentemente têm maior possibilidade de cooperação entre elas (HOORNWEG *et al.*, 2011). Diante disto, os inventários de gases de efeito estufa podem servir não apenas para o planejamento local, mas como base para comparação das responsabilidades diferenciadas de cidades em termos de emissão, e de estímulo mútuo e troca de experiências entre elas, para o aperfeiçoamento constante de suas ações em favor do clima. É nesse sentido que as cidades têm papel de destaque nos processos de implantação de políticas e ações de mitigação das mudanças climáticas, como visto em iniciativas recentes como a Rio+20³ e o C40⁴, dado o reconhecimento de sua grande responsabilidade nas emissões de GEE.

Apesar da importância evidente do papel da contabilização de GEE em esferas locais, é possível dizer que existe uma proliferação de materiais sobre implementação de políticas de mitigação e adaptação nesse âmbito, porém pouca informação sobre como alcançar as informações necessárias (BADER e BLEISCHWITZ, 2009). Dessa forma não há um consenso entre a comunidade científica e os governos de qual método deve ser empregado para a obtenção de dados sobre a contabilização de emissões de cidades. O alcance da qualidade dos inventários e da comparabilidade destes entre cidades diferentes se apresenta como um desafio, uma vez que há a dificuldade de se estabelecerem resultados confiáveis e representativos no âmbito global por falta de uma metodologia unificada. Segundo CARLONI (2012), além do objetivo principal de subsidiar o planejamento das ações de redução de emissões, comparar inventários entre cidades ou estados pode ser uma alternativa altamente relevante para uma validação internacional dos resultados. Por esta razão, uma unificação e padronização metodológica para elaboração de inventários pode representar um estímulo para as cidades desenvolverem suas ações de mitigação.

1.1. Objetivos

³ O relatório do Alto Comissariado das Nações Unidas para Refugiados (ACNUR) "Mudanças Climáticas, Vulnerabilidade e Mobilidade Humana" lançado na Conferência sobre Desenvolvimento Sustentável, Rio+20, destacou que as mudanças climáticas e os desastres naturais aumentam a vulnerabilidade de solicitantes de refúgio, refugiados, apátridas e deslocados internos. (<http://www.onu.org.br/rio20/tema/mudancas-climaticas/>)

⁴ Grupo formado pelos prefeitos das maiores cidades do mundo, que tem por objetivo debater as questões climáticas.

O objetivo principal deste trabalho é propor recomendações visando uma melhoria na qualidade, uma maior uniformização e padronização dos inventários de cidade⁵ e a introdução da abordagem de consumo nos mesmos, para que estes atinjam seu objetivo principal: informar. Para isso, serão analisadas as metodologias de elaboração e reporte de inventários das cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto, Durban e Londres, a fim de identificar itens que comprometam a qualidade e a comparabilidade destes entre si, demonstrando a importância de se estabelecer um padrão mundial de produção de inventários de cidade.

Portanto, como objetivos específicos deste trabalho, figuram:

- Analisar a importância da comparabilidade entre inventários no planejamento das cidades
- Levantar os protocolos e guias internacionais existentes
- Analisar as metodologias de produção de inventários de cidades selecionadas
- Avaliar a qualidade e a forma de reporte dos inventários de emissões
- Comparar os resultados com a mais recente iniciativa em termos de unificação metodológica
- Propor recomendações a fim de aprimorar a qualidade e comparabilidade dos inventários
- Sugerir a criação de um novo escopo exclusivo para contabilização da cadeia produtiva dos bens e insumos consumidos nas cidades

1.2. Metodologia

Primeiramente, foi feito um levantamento bibliográfico para analisar a importância dos inventários, os desafios relacionados à sua elaboração e o status da comparabilidade destes entre cidades. Em seguida, foi feito um levantamento dos protocolos e guias internacionais existentes para produção de inventários de cidade. Posteriormente, selecionaram-se algumas cidades cuja metodologia de elaboração e reporte foram analisados, a partir de critérios chave identificados nos inventários. Além disso, foi feita uma análise de aderência de cada uma das cidades selecionadas com os critérios do

⁵ Esse estudo analisará inventários de gases de efeito estufa de municípios predominantemente urbanos, aqui chamados também de cidades, por se entender que são as áreas urbanas as mantenedoras dos maiores desafios metodológicos para a elaboração dos mesmos.

GPC e foram, também, identificadas as lacunas existentes neste protocolo. Estas análises serviram para comprovar a falta de comparabilidade entre inventários com bases metodológicas diferentes e para nortear a discussão sobre a necessidade de um padrão de elaboração. Em seguida, iniciou-se uma discussão sobre os caminhos metodológicos a serem seguidos pelos inventários locais, visando propor itens de melhoria dos inventários. Por fim, foi possível sugerir uma nova subdivisão de escopos para incluir a cadeia produtiva de bens e insumos consumidos pela cidade.

2. A IMPORTÂNCIA DOS INVENTÁRIOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Inventários de gases de efeito estufa são um tipo de ferramenta política e estratégica desenvolvida por diversas razões. Cientistas usam inventários de emissões como base de dados no desenvolvimento de modelos atmosféricos, já os tomadores de decisão os usam para desenvolver estratégias e políticas para a redução de emissões e para monitorar o progresso dessas políticas. Enquanto isso, agências reguladoras e empresas dependem de inventários para estabelecer registros de conformidade com taxas de emissão permitidas. Finalmente, as empresas podem utilizar os inventários como uma ferramenta de marketing, já que os mesmos são uns dos melhores e mais aceitos indicadores de responsabilidade ambiental atualmente.

Os inventários são o passo inicial de maior importância para se diagnosticar como os setores da sociedade contribuem para as emissões de GEE com suas atividades (CARLONI, 2012). Desse modo, a elaboração do inventário é fundamental para que se conheçam os níveis de emissão de gases de efeito estufa (GEE) e suas principais fontes. Neste sentido, ele se torna um documento indispensável para a análise das questões relacionadas à intensificação do efeito estufa causado pelas atividades antrópicas, disponibilizando informações para a proposição de políticas e planos de ação que contemplem medidas objetivas a serem adotadas para a mitigação das emissões dos GEE (ROVERE *et al.*, 2008).

Existem diversos tipos de inventários de GEE. Os inventários podem ser governamentais, representando as emissões de uma região administrativa, ou empresariais. Nesse sentido, é importante destacar que foi a Convenção Quadro das Nações Unidas que tornou obrigatório para os países signatários a elaboração de inventários nacionais de gases de efeito estufa. A partir de então foram criados os inventários com abrangência cada vez mais específica, como os corporativos e os de esferas menores de governo (estados e municípios, por exemplo), muitas vezes por iniciativa voluntária. Hoje, porém, já existem legislações que demandam a elaboração

de inventários, tanto por parte de empresas, como de estados e municípios, uma vez que a preocupação com a questão climática está cada vez mais evidente para os governos.

Analisando a questão dos inventários de empresas, tem-se que surgiu essa preocupação e a necessidade de adaptação e adequação dos processos a esta nova visão de redução das emissões, assim como o desenvolvimento de melhorias contínuas na qualidade dos processos. Por isso, segundo o GHG Protocol Corporate Standard (2004), as empresas tiveram que compreender e gerenciar seus riscos de emissões de GEE, a fim de garantir o sucesso em longo prazo em um ambiente de negócios competitivo, estando preparadas para as políticas nacionais e regionais do clima. Neste sentido, os objetivos para inventariar os gases seriam:

- Gerenciamento de riscos de emissão de GEE e identificação de oportunidades de redução das emissões
- Elaboração de relatórios públicos e participação em programas voluntários de redução de emissões
- Participação em mercados de carbono

No caso de inventários das esferas governamentais, sejam eles locais ou não, estes podem fornecer uma importante medida do progresso em direção às metas de mitigação das alterações climáticas de toda a região analisada. A finalidade principal de um inventário de GEE para o governo é ajudá-lo a compreender seu impacto sobre as mudanças climáticas, indicando as principais fontes de poluição e/ou como a comunidade contribui para isso.

É importante perceber que inventários e cenários de emissões de GEE se constituem em instrumentos de planejamento que permitem a identificação de oportunidades como participação em projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo e no mercado de Créditos de Carbono. Sendo assim, os custos de mitigação de emissões de GEE ficam atenuados pelos benefícios advindos do controle de poluentes locais (DUBEUX, 2007). Além disso, as Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAS, sigla em inglês) que, no contexto do desenvolvimento sustentável, objetivam reduzir as emissões a um nível abaixo do cenário tendencial, podem proporcionar apoio tecnológico, financeiro e capacitação por parte dos países desenvolvidos aos países em desenvolvimento (CENTROCLIMA, 2011). Nesse sentido, os inventários permitem, também, que sejam identificados os setores com maiores potenciais de

redução de emissões, permitindo a obtenção de financiamentos através de projetos de mitigação relacionados às NAMAS.

Não obstante, é importante perceber a relevância que os mesmos desenvolvem no âmbito local, já que muitos dos gases de efeito estufa diretos têm fontes comuns a outros gases de efeito estufa indiretos (principais poluentes regionais e locais), e que a presença destes na atmosfera pode representar a diminuição da qualidade do ar. Então, o controle das emissões de GEE é uma possibilidade real para que as prefeituras possam aumentar indiretamente o controle sobre os níveis de poluição local (DUBEUX, 2007). O inventário oferece, então, uma base de dados que pode ser utilizada como ferramenta para o planejamento local, regional, estadual, nacional e de organizações em geral, inclusive possibilitando que se estabeleçam metas de redução de consumo de bens materiais (CORFEE-MORLOT *et al.*, 2009a). E finalmente, a comparação entre as cidades, servindo à análise e à validação internacional dos resultados, que se apresentam como principal propósito deste estudo. Para tanto é necessário que o inventário seja elaborado de forma consistente, pois, ainda que muitas cidades tenham desenvolvido seus inventários, não existe um guia global para esta elaboração, o que implica em diferentes metodologias e inventários incompatíveis.

2.1. Inventários de Cidades

As cidades emergiram como centro de grande parte do discurso econômico, social e ambiental do século 21, sendo responsáveis por maior parte das emissões de gases de efeito estufa do mundo (IBRAHIM *et al.*, 2012). Por isso, a compreensão cada vez maior da importância de incluir estas questões no planejamento tem levado as cidades, principalmente em países desenvolvidos, a reconhecer o valor e a importância de elaborar inventários de GEE e estabelecer metas de redução das emissões, como parte de seu compromisso com as questões climáticas (SIPPEL, 2011; CARLONI, 2012). Ainda segundo ICLEI- *City of Copenhagen* (2010), mais de duas mil cidades ao redor do mundo já adotaram suas metas de redução.

Mesmo não existindo um quadro internacional que determine que as cidades devam contabilizar suas emissões, os próprios governos tomaram iniciativas voluntárias para elaborar seus relatórios de emissão. A campanha *Cities for Climate Protection*, coordenada pelo ICLEI, identifica a elaboração de inventários de emissão como o primeiro passo para a redução das emissões de gases de efeito estufa, e isso, sem dúvida, incentivou algumas autoridades locais a também iniciarem medições. Esses

relatórios foram utilizados como um meio para determinar a pegada de carbono das cidades, comprovando a necessidade de se tomarem medidas efetivas para atenuação das mudanças no clima. A metodologia do IPCC foi amplamente utilizada em um primeiro momento, mas logo surgiram os problemas de definição de fronteiras e setores a serem incluídos, já que o IPCC foi desenvolvido como metodologia para países (DODMAN, 2009).

Os inventários locais proporcionam uma visão geral das fontes de emissão mais relevantes, e isto ajudaria as autoridades locais a envolverem moradores, empresas e outros parceiros na identificação dos maiores potenciais de redução, elaborando assim, planos de ação e metas de redução das emissões para a comunidade, bem como programas de monitoramento do desempenho delas nestas estratégias de mitigação de emissões. E ainda, a elaboração regular do relatório das emissões mostra sua evolução, dando os subsídios necessários para a implantação de políticas locais de mitigação (SIPPEL, 2011; FLEMING e WEBBER, 2004; *US Community Protocol*, 2012), Neste sentido, algumas cidades desenvolveram também seus programas de monitoramento, com o objetivo de avaliar seu desempenho nas políticas e ações de mitigação implantadas.

Ainda, segundo IBRAHIM *et al.*(2012), os inventários devem ser compatíveis com as práticas nacionais e internacionais, bem como localmente pragmáticos, globalmente consistentes e verificáveis. Desta forma, eles cumprem seu papel de promover um planejamento das cidades e de representar o quadro evolutivo resultante das ações de mitigação.

Inventários locais de GEE têm como principal vantagem permitir uma visão geral das emissões produzidas pelas diferentes atividades realizadas na cidade (CARNEVALE, GABUSI *et al.*, 2006; JAIN e KHARE, 2008; KIMMEL e KAASIK, 2003; WANG, MAUZERALL *et al.*, 2005 *apud* CARLONI, 2012). O inventário deve ser ligado à sua finalidade, ou seja, ajudar a formar políticas de mitigação e redução de emissões de Gases de Efeito Estufa. O Quadro 1 apresenta algumas vantagens e desvantagens de uma cidade contabilizar suas emissões através da produção de inventários de GEE.

Idealmente, o inventário deve incluir os setores que possam gerar as maiores ações de redução de emissões de GEE locais e que tenham os mais baixos custos de redução. Por isso, muitos governos começaram a tomar medidas de redução das emissões de GEE por meio de políticas nacionais que incluem a introdução de programas de comércio de emissões, programas e metas voluntárias, impostos sobre

o uso de carbono e energia, regulamentações e normas para eficiência energética e controle de emissões (*GHG Protocol*, 2004).

Como visto anteriormente, reportar as emissões de cidades e áreas urbanas com confiabilidade e consistência permite aos tomadores de decisões estabelecerem e cumprirem suas metas de mitigação, sendo fundamental para uma boa gestão municipal (IBRAHIM *et al.*, 2012). E para apoiar ainda mais esse processo, as metodologias dos inventários devem atender as exigências dos governos locais, facilitando o diálogo político e possíveis financiamentos-alvo. A qualidade do inventário, neste sentido, permite a transparência, verificação e replicação ao longo do tempo.

Quadro 1: Vantagens e desvantagens em elaborar inventário de GEE para cidades

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Demonstra responsabilidade e liderança frente às questões do clima • Abrangência na contabilização das emissões da cidade. • Identifica oportunidades de redução de emissões • Permite às cidades acompanharem a evolução de suas emissões ao longo do tempo • Motiva ações da comunidade • Indica o progresso da cidade no atendimento às metas de redução estabelecidas • Permite validação internacional dos resultados • Permite negociações em mercados de carbono • Demonstra conformidade com as regulamentações vigentes 	<ul style="list-style-type: none"> • As mudanças ocorridas nas emissões podem ser resultado de uma variedade de causas, incluindo ações tomadas pela prefeitura, bem como fatores externos (crescimento populacional, crescimento econômico, clima, etc). • Os resultados vão depender da qualidade dos dados • É necessário treinar uma equipe de compilação dos resultados • A obtenção dos dados pode demandar tempo e altos custos

Fonte: Autores, *US Community Protocol* (2012) e WRI (2011)

Ainda, segundo SIPPEL (2011), o uso de metas de redução e o reporte das emissões como ferramenta para suas ações de mitigação trazem pelo menos dois benefícios para a cidade, que são o aumento da credibilidade aliado às melhores políticas de redução. E este se apresenta como ponto chave em locais com interações significativas, seja com as partes interessadas locais ou em outros níveis políticos.

O desenvolvimento destas políticas climáticas seria uma das principais razões para elaborar inventários de GEE. Mas, segundo SIPPEL e JENSSEN (2010), outro fator importante seriam as pressões internas e externas, e conseqüentemente, a reputação das cidades. E ainda, o uso de inventários com abordagens direcionadas ao mercado de carbono tem surgido em várias partes do mundo, onde estes assumem a forma de programas de comércio de emissões, cuja adesão pode ser voluntária ou compulsória WRI (2011). Esta possibilidade de participação no comércio internacional de emissões também pode estimular economicamente as cidades a iniciarem a contabilização de suas emissões, e, portanto, pode se tornar uma razão importante para elaborar inventários de GEE. Um exemplo de como as metas de redução são influenciadas por pressões externas e pela possibilidade de atrair financiamentos, foi observado na mais popular iniciativa de promoção de metas de redução de emissão compartilhada entre cidades, promovida pela Climate Alliance⁶, que representa uma aliança internacional entre cidades européias para proteção do clima. Foi estabelecido que as cidades deveriam reduzir suas emissões em 50% até 2030, comparadas aos níveis de 1990 (Climate Alliance, 2006) e as cidades participantes da rede aderiram quase que de imediato. Aproximadamente 25% das cidades igualaram suas metas à meta alemã de reduzir as emissões em 40% até 2020, se comparadas aos níveis de 1990. Foi sugerido pelo WUPPERTAL INSTITUTE (2009) que a razão para este comprometimento seria devido aos recentes financiamentos que governo federal disponibilizou para cidades com programas de proteção para o clima, que tinham como condicionante a obrigação destas adotarem a meta de redução de emissões alemã. Esse estímulo externo e a preocupação com a visibilidade de suas ações, tanto internamente, como internacionalmente, induz as cidades a se tornarem mais participativas em programas de proteção do clima e isto, ainda poderia ser amplamente disseminado, a fim de aumentar a adesão de cidades que reportam emissões de GEE.

Como exemplo de cidade participativa, o WRI (2011), identifica algumas das melhores práticas atuais de cidades, que estabeleceram não só suas metas de redução e ações

⁶ <http://www.klimabuendnis.org/>

de mitigação, mas que vem avaliando seu desempenho contínuo através da implantação de seus Sistemas de Monitoramento, e cujos objetivos específicos variam caso a caso:

- Chicago - elaborou metas individuais de redução detalhadas (*bottom-up*) para cada ação de mitigação, e as metas estão alinhadas para reduzir as emissões em cada um dos setores específicos. O acompanhamento dos efeitos dos GEE em cada ação individual de mitigação é crucial para a cidade de Chicago atingir seus objetivos.
- São Francisco possui metas de redução de emissão baseadas em hipóteses mais simples (*top-down*), dependendo basicamente dos inventários de emissão para monitorar o progresso de suas ações, e o monitoramento individual das ações não se faz necessário.
- Nova York possui metas de redução absolutas, mas também monitora as ações individuais para apresentar seu progresso em relatórios anuais e para avaliar a eficácia das políticas municipais de redução.
- A Cidade do México possui dois objetivos que são monitorar seu desempenho no atendimento as metas de redução estabelecidas, e ainda gerar créditos de carbono através de projetos de MDL. Para isto, ela desenvolve também um monitoramento individual das ações e utiliza metodologias diferentes para cada um de seus objetivos.
- A cidade de Amman, ao contrário das anteriores, não possui metas de redução de emissão. Ao invés disso, ela utiliza uma metodologia para obter financiamento para o Programa de Atividades (POA) no âmbito do MDL, portanto, uma abordagem baseada em projetos de monitoramento de GEE.
- A cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, identificou diversas ações de mitigação possíveis a serem implantadas na cidade, nas áreas de transporte, energia, AFOLU, manejo dos resíduos, e efluentes industriais. Além disso, a cidade desenvolveu os cenários de mitigação para avaliar os efeitos coletivos das ações de mitigação. Entretanto, o Rio de Janeiro ainda não implantou seu sistema de monitoramento de GEE para avaliar o desempenho nas ações de mitigação. CARLONI (2012), em sua tese de doutorado, apresenta uma proposta inédita de programa de monitoramento de emissões de GEE, que foi desenvolvido para a cidade do Rio de Janeiro.

Os inventários de cidade podem englobar dois tipos de abordagem: (a) uma relativa às emissões da comunidade como um todo e (b) outra relativa apenas às operações do governo local. O *International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol (IEAP)* especificou as duas abordagens da seguinte maneira:

a) Todas as emissões que acontecem dentro do território, isto é, dentro das fronteiras geográficas da cidade, incluindo as emissões do setor privado e residencial; e/ou

b) Somente as emissões diretamente ligadas às atividades da autoridade pública. Estas emissões dizem respeito às operações, plantas e fontes de propriedade da administração pública local ou operações controladas pela cidade, onde a cidade pode intervir com políticas de segurança, saúde ou ambientais.

Assim, por definição, o inventário de emissões das operações do governo é, na verdade, uma parte do inventário de emissões da comunidade. Ele é, também, menos complexo que o de comunidade, uma vez que possui menos problemas metodológicos relativos à definição de fronteiras e escopos, e, ainda, uma maior confiabilidade e controle dos dados de suas operações. O presente estudo não abordará esse tipo de inventário, o que significa que toda a análise será focada nos inventários de comunidade como um todo (e, a partir deste momento, a denominação “inventário de cidade” refere-se a inventário de comunidade, salvo dito o contrário).

Comparando os relatórios de emissões de GEE desenvolvidos para organizações em geral, com inventários de emissões de GEE para comunidade, é possível perceber que o inventário de cidades transmite informações sobre as emissões associadas a toda fronteira geopolítica das comunidades. Segundo o *US Community Protocol* (2012) estes não representam exclusivamente as emissões reportadas separadamente pelas organizações, nem simplesmente a soma das emissões relatadas por indivíduos ou famílias. Em vez disso, os inventários de cidade possuem um significado mais amplo, proporcionando uma nova visão para entender o retrato coletivo de todas as emissões associadas a uma comunidade.

Diante dessa grande influência das cidades nas emissões de GEE, é imperativo para comunidade global trabalhar unida para reduzir coletivamente o impacto nas mudanças climáticas. E, segundo o *PlaNYC* (2010), isto é especialmente importante nas cidades que, apesar de serem normalmente menos carbono intensivas, em termos de emissões per capita, se comparadas a áreas suburbanas e rurais de países

desenvolvidos, são responsáveis por aproximadamente 80% das emissões de GEE do mundo.

Neste sentido, uma metodologia de elaboração e reporte de inventários para cidades, reconhecidos internacionalmente, poderia ajudá-las a estabelecer metas, medir o progresso, e alavancar financiamento nacional e internacional (IBRAHIM *et al.*, 2012). Neste cenário, onde as mudanças no clima tem afetado gravemente a dinâmica do planeta e conseqüentemente dos países e da população mundial, o inventário pode ser usado para atribuir responsabilidades individuais frente ao compromisso de redução estabelecido pelos países no protocolo de Quioto. Ele serviria como ferramenta para identificar os principais emissores, podendo gerar uma pressão internacional para redução das emissões em cidades altamente poluidoras. Por isso, será tratada, posteriormente, a importância da comparabilidade entre inventários de cidades, como subsídio para um estímulo global de redução das emissões de GEE.

2.2. O Teor dos Inventários de Gases de Efeito Estufa

Devido à necessidade dos países de reportarem suas emissões de GEE, atendendo ao compromisso assumido no âmbito da CQNUMC, o Guia do IPCC surge como uma metodologia orientadora que visa padronizar as informações, evitando, entre outros fatores, a dupla contagem e a omissão de dados, permitindo uma comparação adequada entre os inventários de diferentes países.

Por isso, segundo o IPCC (2006), algumas diretrizes são necessárias para garantir a qualidade dos inventários. Neste sentido, foram desenvolvidos princípios que norteiam a contabilização e o relatório das emissões de GEE:

- **Transparência:** A documentação deverá ser clara e suficiente para que indivíduos ou grupos, que não os compiladores do inventario, possam entender como o inventário foi produzido e sejam capazes de encontrar as exigências para a “boa prática” em produção de inventários.
- **Integralidade:** As estimativas são reportadas para todas as categorias relevantes de fontes, sumidouros e gases. Áreas geográficas dentro do escopo do inventário nacional são recomendadas nestas diretrizes.
- **Consistência:** As estimativas para diferentes anos, gases e categorias são feitas de maneira que possíveis diferenças nos resultados entre os anos e categorias, possam refletir a real diferença entre as emissões. De preferência,

o mesmo método de cálculo e base de dados deve ser mantido em todas as publicações.

- Comparabilidade⁷: O inventário nacional é reportado de forma que permita comparação como os inventários nacionais de outros países. Esta comparabilidade deve refletir-se em uma escolha apropriada das principais categorias.
- Exatidão: O inventário nacional não deverá conter superestimativa nem subestimativa à medida que poderá ser julgado. Isto significa um esforço para remover vieses das estimativas.

O *GHG Protocol* adota ainda mais duas diretrizes. São elas:

- Relevância: A quantificação e elaboração de relatórios de reduções de gases de efeito estufa devem incluir apenas as informações que o público-alvo necessita para a sua tomada de decisão. Os dados, métodos, critérios e premissas que não estão em conformidade não são relevantes e não devem ser incluídos.
- Conservatividade: Reduções de GEE não devem ser superestimadas. Onde dados e premissas estiverem associados a altas incertezas e o custo para a adoção de medidas para reduzir as mesmas não for razoável, então valores e premissas conservativos devem ser usados.

A elaboração de um inventário, originalmente, é subdividida em diversas etapas de decisão, que os elaboradores devem avaliar para que a compilação seja consistente e alcance os objetivos específicos propostos para cada entidade relatora. A seguir, estão apresentados e explicados os aspectos metodológicos intrínsecos aos inventários:

a) Fronteiras

O primeiro passo na realização de um inventário de GEE é definir suas fronteiras. Estas vão determinar quais as fontes de emissões serão incluídas no inventário e que devem ter sua responsabilidade atribuída à entidade realizadora do inventário. Geralmente, essas fronteiras tendem a coincidir com os limites geográficos da nação, no caso dos países. Também no caso local, essa deveria ser a abordagem, mas

⁷ Essa diretriz não é adotada pelo GHG Protocol.

devido a problemas intrínsecos a definição de fronteiras se torna problemática, o que será abordado posteriormente no Capítulo 2.3.

É importante destacar que, como visto anteriormente, um inventário municipal pode ser de dois tipos: O da autoridade pública e o relativo às emissões da própria comunidade, e não de sua administração. Esse estudo pretende abordar apenas o segundo caso, porém deve-se reconhecer que a outra modalidade também é amplamente utilizada por cidades no mundo inteiro, e suas fronteiras devem ser equiparadas às de uma corporação.

b) Abordagens

O IPCC sugere dois tipos de abordagens metodológicas para o cálculo de inventários nacionais. No caso da abordagem *top-down*, ou setorial, os métodos e hipóteses são simplificados e não exigem níveis de informação detalhados. No caso do setor de energia, o *top-down* consiste de um consumo aparente de combustíveis primários e secundários e da variação interna dos estoques desses combustíveis. Entretanto, essa abordagem tem a limitação de ser restrita à quantificação das emissões de CO₂, independente do tipo de equipamento (DUBEUX, 2007). No caso da *bottom-up*, ou de referência, as informações devem ser mais elaboradas, exigindo um banco de dados mais consistente, o que possibilita a quantificação e identificação dos gases não-CO₂ de forma desagregada. Neste caso, são desenvolvidos fatores de emissão específicos para fontes móveis e fontes fixas (DUBEUX, Op. Cit). Com isso, os relatores têm a opção de utilizar diferentes métodos e níveis de detalhe, dependendo das suas próprias necessidades, disponibilidade de dados e capacidade técnica.

c) *Tiers*

Os níveis de complexidade metodológica são representados pelos *tiers*, que são influenciados pela disponibilidade de dados. O *tier 1* representa o nível mais simplificado, que admite uma maior superficialidade dos dados, sendo projetado para utilizar estatísticas nacionais e internacionais disponíveis combinadas a fatores de emissão *default*. Enquanto isso, os *tiers 2* e *3* são mais exigentes em termos de requisitos de complexidade e de qualidade dos dados, onde o uso de dados específicos de cada atividade é requisitado. Portanto, estes métodos são considerados como os níveis superiores e de maior acurácia de dados, recomendando-se, assim, a utilização do *tier* mais elevado para a contabilização das principais categorias, sempre que possível.

Para o setor de energia, por exemplo, tem-se, segundo o Guia IPCC 2006:

- *Tier 1* – metodologia mais simplificada baseada no consumo de combustíveis, por tipo de combustível e por setor. Pode ser utilizada para fontes fixas e móveis e serve para calcular outros gases que não CO₂, como CH₄ e N₂O, embora o nível de acurácia não seja o ideal para esses outros dois gases, já que seus fatores de emissão (para CH₄ e N₂O) dependem da tecnologia, tipo de combustível e características de operação dos equipamentos. Devido a esta incerteza, é recomendado pelo IPCC, que sempre que possível, se utilizem os *tiers* 2 e 3 para cálculo de CH₄ e N₂O, por apresentarem maior confiabilidade de resultados.
- *Tier 2* – metodologia semelhante ao *tier* 1 para o cálculo de fontes fixas, mas neste caso, o fator de emissão do combustível é específico do país. Para fontes móveis, existe uma diferença no uso desta metodologia, pois, tratando-se das emissões de CH₄ e N₂O, existe a necessidade de um maior nível de informação, como tipo de veículo e tipo de tecnologia utilizada para o controle das emissões.
- *Tier 3* – metodologia onde tanto os modelos de emissão detalhada ou medida, quanto os dados no nível individual da planta são utilizados, como fatores de emissão específicos da tecnologia, juntamente com as estatísticas dos combustíveis e dados sobre sua tecnologia de queima.

d) Método de quantificação

Usualmente, a maneira utilizada para quantificar as emissões de GEE (E) é através da utilização do Fator de Emissão (FE). Isto significa combinar dados das atividades (A) com coeficientes que quantificam as emissões ou remoções por unidade da atividade. A equação básica é, portanto:

e) Gases

Definem-se gases de efeito estufa como “os constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antrópicos, que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro da radiação infravermelha térmica emitida pela superfície da Terra, a própria atmosfera e pelas nuvens. Esta propriedade causa o efeito estufa” (IPCC, 2007).

Um inventário de GEE deve cobrir o máximo de emissões e fontes de GEE possíveis. Segundo o Protocolo de Quioto, os seguintes gases devem ser reportados:

- Dióxido de Carbono (CO_2) – proveniente da queima de combustíveis fósseis e matéria orgânica;
- Óxido Nitroso (N_2O) - proveniente de insumos agrícolas como fertilizantes e de atividades de conversão do uso da terra;
- Metano (CH_4) - gerado por atividades como a pecuária, o cultivo de arroz inundado, a queima de combustíveis fósseis e de biomassa, insumos agrícolas e matéria orgânica em decomposição;
- Hexafluoreto de enxofre (SF_6) - gás sintético utilizado na geração de eletricidade, na fundição de magnésio e em semicondutores;
- Hidrofluorcarbonos (HFCs) - gás sintético que passou a ser adotado com mais intensidade pelo setor industrial em substituição aos clorofluorcarbonetos (CFCs); e
- Perfluorcarbonos (PFCs) - usado na produção de equipamentos eletrônicos ou emitido como subproduto da produção do alumínio primário.

Portanto, o inventário deve focar nos gases de origem antropogênica, excluindo-se, portanto, o vapor d'água, que apesar de ser o gás com maior potencial de aquecimento na atmosfera não é influenciado pelas atividades humanas (BADER e BLEISCHWITZ, 2009). O potencial de aquecimento global (*Global Warming Potential – GWP*) representa o quanto certa massa de gás contribui para o aquecimento global, comparado com a mesma massa equivalente de CO_2 , durante certo período de tempo. Com esse potencial é possível calcular os resultados dos inventários em termos de CO_2e , ou seja, a quantidade de gases de efeito estufa equivalente à quantidade de dióxido de carbono. Dessa forma, é importante que as fontes e valores com base nos quais estes equivalentes foram calculados estejam claros no relatório. O IPCC revisa o potencial de aquecimento global toda vez que novos resultados científicos permitem cálculos mais precisos, publicando-os em seus relatórios de avaliação. A Tabela 1 apresenta a atualização dos valores de GWP que o IPCC realizou entre 1990 e 2007, considerando os quatro relatórios de avaliação já divulgados.

Tabela 1: Valores de potencial de aquecimento global atualizados pelo IPCC ao longo dos seus quatro relatórios de avaliação já divulgados.

Gases	Tempo de vida (anos)			GWP por 20 anos			GWP por 100 anos			GWP por 500 anos	
	4º Rel	3º Rel	2º Rel	4º Rel	3º Rel	2º Rel	4º Rel	3º Rel	2º Rel	4º Rel	3º Rel
CO ₂	Não é dado			1	1	1	1	1	1	1	1
CH ₄	12	12	12	72	62	56	25	23	21	7,6	7
N ₂ O	114	114	120	289	275	280	298	296	310	153	156
SF ₆	3.200	3.200	3.200	16.300	15.100	16.300	22.800	22.200	23.900	32.600	32.400
HFC-23	270	260	264	12.000	9.400	9.100	14.800	12.000	11.700	12.200	10.000

Fonte: BADER e BLEISCHWITZ (2009)

f) Escopos

Após a definição de quais gases reportar, deve ser feita a definição das categorias de emissão. Conhecidas como escopos, essas categorias servem para delinear as fontes de emissão e tornar os cálculos mais transparentes. O *Greenhouse Gas Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard* (GHG Protocol), desenvolvido pelo *World Resource Institute* (WRI) e o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) foi o primeiro a introduzir esse conceito de escopo em relação a inventários corporativos e organizacionais, que não aparecem nas orientações do IPCC. Posteriormente, o ICLEI baseou seu IEAP no *GHG Protocol* e adaptou a definição destes três escopos para o caso das cidades (KENNEDY *et al.*, 2009 *apud* CARLONI, 2012). São eles:

- Escopo 1: Emissões diretas, ou seja, todos os gases de efeito estufa que são emitidos diretamente no território, tais como combustão estacionária, combustão móvel, processos e emissões fugitivas.
- Escopo 2: emissões indiretas que resultam como consequência das atividades do território, tais como emissões devido à geração de eletricidade, aquecimento urbano, de vapor e resfriamento.
- Escopo 3: Todas as outras emissões indiretas e incorporadas que ocorrem como resultado de atividades realizadas dentro do limite geopolítico, como as emissões de aterros sanitários ou compostagem.

g) Setores e Categorias

A contabilização das emissões pode ser baseada em cinco setores principais, como é visto no GUIA IPCC 2006, para o caso dos inventários nacionais. Entretanto, em contextos locais, a representação por subsetores pode ser preferível, por melhor

orientar governos locais na contabilização e reporte de emissões. O Quadro 2 exemplifica a subdivisão proposta pelo *International Local Government Greenhouse Gas Emissions Analysis Protocol (IEAP)*, que melhor se adequa a categorização de setores urbanos, na produção de inventários (WRI, 2011).

Quadro 2. Divisão por setores e subsetores propostas para inventários de GEE de comunidade segundo o IPCC e o ICLEI

Setores e subsetores de Emissão IPCC		Subsetores recomendados ICLEI
Energia	Energia estacionária	Residencial; Comercial; e Industrial
	Transporte	Transporte
	Emissões Fugitivas	Outros
IPPU (Processos Industriais e Uso de Produtos)		Outros
Agricultura		Agricultura/Outros
Uso do solo, Mudança no uso do solo e Florestas		Outros
Resíduos	Disposição de resíduos sólidos	Resíduos
	Tratamento biológico de resíduos sólidos	
	Incineração de resíduos	
	Descarga e tratamento de efluentes	

Fonte: Adaptado de IEAP (2009)

2.3. Desafios Metodológicos na Produção de Inventários de Gases de Efeito Estufa de Cidades

Muito se fala sobre a importância das cidades no aquecimento global e sobre a necessidade de que elas elaborem seus inventários de forma a expor e estudar suas melhores estratégias de ação no âmbito do seu planejamento local. Porém ainda não existe uma metodologia unificada e reconhecida internacionalmente como guia para esses inventários. Esta problemática advém da dificuldade encontrada em elaborar uma metodologia completa e consistente para o nível local, uma vez que os inventários de cidades envolvem questões de fronteira muito mais complexas que os inventários nacionais ou corporativos.

Como visto anteriormente, os países têm a liberdade de escolher qual nível de detalhamento adotar, considerando que a disponibilidade de dados e capacitação técnica, por exemplo, são fatores chave para sua escolha. Entretanto, o uso destas metodologias, com as devidas adaptações e considerações relativas aos fatores de

emissão e características locais, também pode ser adaptada ao contexto local. Porém, segundo DUBEUX (2007) alguns problemas metodológicos surgem quando se busca adaptar a metodologia de inventários nacionais para municípios, pois se utiliza em contextos municipais uma metodologia originalmente concebida para países. Faz-se necessário, portanto, avaliar os ajustes a serem feitos e se esses são viáveis para a elaboração do inventário, dado que existem complexidades intrínsecas ao se definir fatores de emissão e fronteiras no contexto local, por exemplo.

Para DHAKAL (2004, *apud* DODMAN, 2009), uma análise das emissões na escala da cidade gera uma série de problemas logísticos como: grandes lacunas de informação (particularmente em países de baixa e média renda) e diferentes informações disponíveis em diferentes escalas. Ainda, segundo ICLEI-IEAP (2010), os desafios decorrentes da contabilização dos GEE locais se devem ao fato dos governos locais serem responsáveis pela gestão de sub-regiões nacionais, ainda que não disponham das mesmas fontes de informação utilizadas pelos governos nacionais. Os registros de fluxos de energia e materiais são mais precisos no nível nacional, já que os governos possuem controle sobre as importações e exportações. Por outro lado, no caso de municípios ou cidades, a precisão dos dados fica prejudicada, considerando que estas não possuem a mesma capacidade de rastreamento dos fluxos através das suas fronteiras jurisdicionais. Por isso, muitas vezes, para estabelecer uma análise das emissões de GEE em um nível de comunidade local, faz-se necessária uma combinação de informações nacionais e locais a fim de moldar as emissões.

Segundo BADER e BLEISCHWITZ (2009), cidades que planejam desenvolver um inventário de emissões devem decidir sobre as questões fundamentais que norteiam sua elaboração: a abrangência geográfica das medições e o conteúdo e métodos de quantificação.

a) A abrangência espacial

Para DODMAN (2009), a medição das emissões de gases de efeito estufa em escala urbana ou local é repleta de dificuldades. Em particular, quanto menor a escala, maiores os desafios colocados na definição das emissões a serem incluídas como responsabilidade de um determinado território.

Segundo BADER e BLEISCHWITZ (2009), como não existem exigências legais que determinem uma definição das fronteiras, é preciso pesar os prós e contras de limites de medição diferentes e então decidir em favor da solução mais adequada. No entanto, muitas vezes a solução pode não ser tão acessível na prática, dado que a

obtenção de dados influencia diretamente a escolha da fronteira mais adequada. Dessa forma, a definição destas está diretamente relacionada às adaptações e considerações que a cidade deverá fazer para contabilizar suas emissões.

No caso de países, as fronteiras são bem definidas, reduzindo os questionamentos sobre quem detêm a responsabilidade pelas emissões, o que não ocorre no caso das cidades, principalmente no caso de regiões metropolitanas. O uso das fronteiras geopolíticas, neste caso, não reflete adequadamente as interações socioeconômicas que são desempenhadas intensamente entre as cidades que compõem essas regiões (DUBEUX, 2007). Isto pode ser observado pelos fluxos de pessoas e materiais entre as fronteiras, que devem ser devidamente analisados para que as emissões sejam relacionadas aos seus reais responsáveis, como por exemplo, no caso dos transportes, que ultrapassam fronteiras diariamente emitindo em diversos territórios seus poluentes.

Muitas vezes, a escolha das fronteiras vai determinar a facilidade com que é feita a contabilização das emissões, como, por exemplo, o fato do governo ter mais acesso aos dados referentes às suas operações e um controle quase direto das emissões, tornaria essa opção mais viável que incluir todas as emissões dentro do território geográfico. Por outro lado, para dar garantia da integralidade do inventário, as emissões do governo deveriam fazer parte da contabilização global do território da cidade.

Em geral, os inventários locais são baseados no “princípio territorial”. Isto significa que as emissões de GEE são alocadas para o território onde foram produzidas, devendo estar incluídas no inventário da cidade. Em alguns casos, no entanto, as emissões produzidas fora do território, podem ser incluídas, considerando que a atividade geradora encontra-se no município BADER e BLEISCHWITZ (2009). Este se denomina “princípio da atividade”, que pode ser exemplificado no setor de transporte, onde o cálculo das emissões pode ser calculado com base na venda do combustível, sem considerar o local onde estas foram efetivamente lançadas.

Entretanto, uma aplicação completa deste “princípio da atividade” seria, por exemplo, exigir que as emissões causadas pela produção de todos os bens que são comprados no território estejam incluídas no inventário. Neste caso, a análise se torna mais complexa, ao passo que analisa a pegada de carbono dos hábitos de consumo de uma determinada localidade, que vai muito além do controle jurisdicional do município. A utilização dos inventários pode servir como ferramenta de análise e fonte de informação para políticas que estabeleçam metas de consumo para limitar as

emissões, tomando-se as devidas precauções de reportá-las separadamente para não comprometer a transparência do inventário CORFEE-MORLOT *et al.* (2009a).

b) Conteúdo e Métodos de Quantificação

A cidade que está realizando a contabilização de suas emissões deve priorizar a coleta de dados das atividades que geram as emissões mais significativas de GEE, e ainda que ofereçam as melhores oportunidades de redução. Por isso, é vital que estes dados tenham qualidade suficiente para refletir as emissões da cidade. Para isto, uso de indicadores de qualidade dos dados, mesmo antes da coleta, garantiria uma maior confiabilidade dos resultados. Portanto, mesmo sendo inevitável o uso de dados com pouca precisão em determinadas situações, busca-se aprimorá-la ao longo do tempo (CARLONI, 2012).

A disponibilidade de dados é um dos fatores mais críticos na precisão do inventário, e por isso, a tendência é de que as cidades busquem uma base de dados confiável. Isso pressupõe que todas as agências nacionais e regionais obtenham dados para todas as fontes emissoras de GEE (resíduos, geração de energia, agricultura, etc.) para níveis locais. Porém, nem todas as cidades possuem acesso a dados com abrangência adequada, principalmente, aquelas de pequeno e médio porte, que têm sua estrutura governamental mais limitada.

Além disso, um inventário de GEE deve idealmente cobrir o máximo de emissões e fontes de GEE possíveis. Com objetivo de permitir a comparação entre os impactos dos diferentes gases na atmosfera, os resultados devem ser reportados em CO₂e. Por isso, é de crucial importância que as fontes e os valores em que o cálculo destes equivalentes foi baseado sejam transparentes no inventário. Para quantificar esses gases, utiliza-se, na maioria dos casos, o método do fator de emissão, que considera o fato de cada atividade possuir fatores específicos que dependem das condições de operação das mesmas (BADER e BLEISCHWITZ, 2009).

Considera-se como boa prática usar os fatores de emissão que sejam os mais desagregados possíveis, ou seja, que reflitam as condições da tecnologia disponível no local. Se uma autoridade local tem acesso aos fatores de emissão nacionais e regionais, então, os fatores de emissão regionais devem ser preferíveis (IPCC, 2006). Portanto, considerando que estes fatores variam de acordo com as condições de operação de cada local, e se o objetivo é elaborar um inventário com maior acurácia nas medições, o uso de fatores de emissão padrão ou do país não é suficiente, e a

cidade deve preferir o cálculo de seus próprios fatores de emissão, o que em muitos casos não ocorre por limitações econômicas, técnicas ou políticas.

Outro grande problema da contabilização das emissões local é a definição das categorias ou escopos, devido ao risco de contabilizar a mesma emissão em dois territórios diferentes, denominado de dupla contagem. A contabilização do setor energético, neste sentido, é um dos mais relevantes, pois, a maior parte da energia consumida pelas cidades é gerada fora de suas fronteiras geopolíticas CORFEE-MORLOT *et al.*(2009a). Com isso, para a cidade produtora, as emissões da unidade de produção poderiam ser consideradas como diretas (escopo 1), mas para o território que recebe e consome a energia, os GEE causados pela produção da energia elétrica comprada seriam contabilizados como emissões indiretas (escopo 2) em seu inventário (BADER e BLEISCHWITZ, 2009).

Sendo assim, quem seria mais responsável pelas emissões: o local de geração, mas que consome pouco e exporta grande parte desta energia; ou quem importa e consome a energia gerada em outro local, já que o consumo de energia elétrica não causa emissões, e sim sua geração? Da mesma forma, as cidades que têm uma grande produção de derivados de petróleo e gás natural, mas que exportam grande parte desta energia, devem ser penalizadas e assumir a responsabilidade pelas emissões geradas pelas atividades econômicas de outros consumidores? O conflito entre estas duas perspectivas representa a diferença entre uma atribuição baseada na produção ou no consumo, isto é, quando as emissões são “responsabilidade” dos que a produzem diretamente ou daqueles cujo consumo leva a sua produção (HOORNWEG *et al.*, 2011). Por isso, a definição do escopo da medição é crucial para elaborar inventários, uma vez que pode induzir a erros graves de consistência e veracidade no relatório.

Ainda, segundo BADER e BLEISCHWITZ (2009), a definição de setores é muito relevante tendo em vista as estratégias de redução das emissões de GEE. Um inventário que dá apenas um valor absoluto de todas as emissões de um território, sem distingui-las em áreas de atuação, é de pouca ajuda para o desenvolvimento de metas e planos de redução orientados. Sendo assim, qualquer estratégia que tenha como objetivo reduzir as emissões de GEE deverá aliar baixo custo e alto potencial de redução. Baseada nisso, a compilação do resultado deve priorizar aquelas áreas que sejam mais relevantes localmente, observando, entretanto, que alguns setores como transporte e residencial, provavelmente serão relevantes para todos os territórios.

Para elaborar os inventários locais, muitas vezes as categorias definidas pelo IPCC podem ser pouco úteis. Os governos locais são mais propensos a considerar subsetores dos setores de emissão do IPCC, como: residencial, comercial/institucional, industrial, transporte e agricultura. Esta classificação é consistente com os setores urbanos típicos utilizados no planejamento e na administração da cidade. Isso ajuda a representar melhor as fontes de emissão e principais áreas de interesse dos governos locais do que os cinco setores propostos pelo IPCC para inventários nacionais. Segundo CARLONI (2012), separar as emissões por setores e subsetores não só permite um maior detalhamento dos resultados, como também permite transformar estes resultados em indicadores, que podem auxiliar na avaliação da evolução das emissões ao longo do tempo.

Como visto anteriormente, diversas dificuldades devem ser transpostas ao longo da compilação do relatório. Começando pelo desafio da escolha da fronteira, passando pela definição dos setores e escopos, e a coleta dos dados, a busca pela melhoria da qualidade é um processo iterativo, demorado, custoso, que requer qualificação técnica dos profissionais e órgãos envolvidos, e empenho dos governos locais para proporcionar um entendimento entre os fatores abordados.

Portanto, ratifica-se a necessidade de estabelecer padrões e metodologias de elaboração mais aprimoradas e amplamente aceitas e reconhecidas. Essa busca por melhoria contínua vai lapidar o inventário, repercutindo nas ações e políticas implantadas para lidar com as mudanças do clima. Neste sentido, serão abordados posteriormente, os protocolos que surgiram com o objetivo de orientar e minimizar as dificuldades e desafios de elaboração dos inventários locais, estabelecendo algumas diretrizes de reporte e, em alguns casos, metodologias que as cidades podem seguir.

3. A COMPARABILIDADE ENTRE INVENTÁRIOS DE CIDADES

A comparabilidade entre os inventários locais cria um contexto de estímulo para que as cidades atinjam suas metas, uma vez que são criadas pressões de redução mutuas entre elas. Segundo CORFEE-MORLOT *et al.*(2009a), também é possível que a efetividade de ações nos diferentes setores seja comparada, além de possibilitar que as cidades se lancem no mercado de crédito de carbono, o que poderia alavancar novas oportunidades de investimentos nas medidas de mitigação. E, tendo em vista que não existe ainda um guia internacionalmente reconhecido para elaboração de inventários locais, os mesmos são inconsistentes entre si. Assim, não podem ser facilmente comparados entre diferentes cidades do mundo. E ainda, segundo o GPC,

tampouco inventários de cidades de um mesmo país conseguem facilmente dialogar entre as esferas estaduais, regionais e nacionais que os englobam, o que, segundo CORFEE-MORLOT *et al.*(2009a), se fosse possível, permitiria auxílio na elaboração dos inventários nacionais. Dessa forma, fica prejudicada a efetividade destes no âmbito da implantação de ações de proteção do clima e do estabelecimento de metas de redução de emissões, uma vez que, sendo os inventários compatíveis, as autoridades poderiam direcionar os investimentos para as áreas com comprovadamente maiores potenciais de redução de emissões. Segundo CARLONI (2012), além do objetivo principal de subsidiar o planejamento das ações de redução de emissões, comparar inventários entre cidades ou estados pode ser uma alternativa altamente relevante para uma validação internacional dos resultados. Portanto, dados reportados sob uma mesma base metodológica poderiam evidenciar as responsabilidades individuais de cada cidade ou região para o agravamento do aquecimento global, gerando, com isso, maior pressão internacional para o estabelecimento e alcance das metas de redução pré-estabelecidas.

A crescente preocupação com as mudanças no clima vem trazendo uma maior preocupação por parte das cidades, fazendo com que estas busquem se tornar cada vez mais bem informadas, eficientes e rápidas na tomada de decisões relacionadas à integração das questões climáticas no planejamento urbano. Por isso, segundo BADER e BLEISCHWITZ (2009) , a comparabilidade e a interoperabilidade entre ferramentas dariam subsídio para um processo de tomada de decisões mais eficiente.

A unificação traria, também, a possibilidade de comparação entre cidades com características econômicas, sociais ou climático-geográficas similares, proporcionando uma análise de comportamento, indicando tendências de emissões ao longo do tempo e, além disso, provendo um sistema de auxílio mútuo e troca de informações e experiências entre elas CORFEE-MORLOT *et al.* (2009a).

Já foram desenvolvidos alguns protocolos e ferramentas, para orientar a elaboração de inventários de GEE em cidades, ao qual parte das cidades aderiu enquanto outras desenvolveram métodos próprios. Pode-se dizer que, na maioria dos casos, as cidades têm trabalhado de maneira independente (CARLONI, 2012). E, segundo BADER e BLEISCHWITZ (2009), o uso de diferentes diretrizes e/ou bases metodológicas, pode aumentar a dificuldade ou impossibilitar a comparação dos resultados obtidos entre estas cidades. E ainda, considerando que o objetivo da comparação é avaliar um mesmo tipo de processo em entidades diferentes, o uso de métodos distintos leva a diferentes graus de precisão, comprometendo a integridade

do estudo (WRI, 2002). Este fato pode, por exemplo, ser evidenciado através da comparação da quantidade de emissões da Região da Grande Toronto⁸, no Canadá, segundo o cálculo realizado por quatro diferentes protocolos abordados no estudo de IBRAHIM *et al.*(2012), representada na Figura 1.

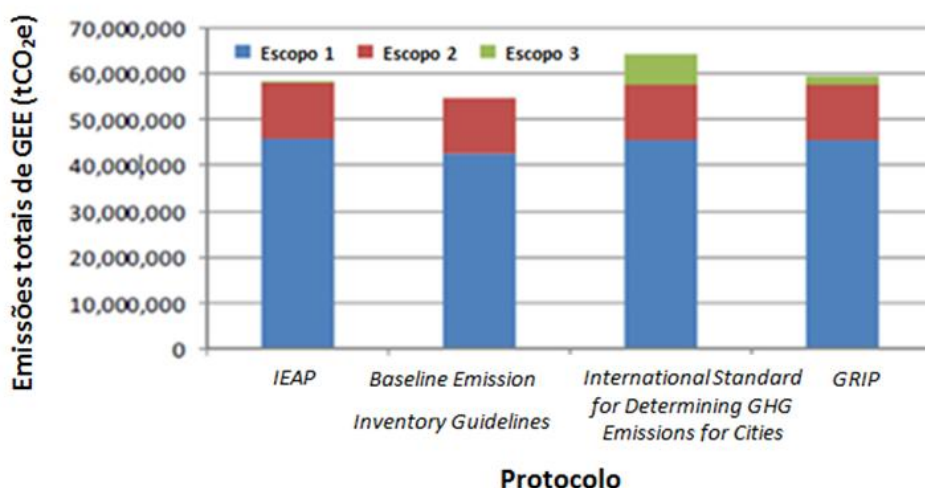


Figura 1: Emissões de GEE por escopo, inventariadas para a Grande Toronto no ano base de 2005 para cada protocolo citado.

Fonte: Adaptado de IBRAHIM (2012)

Pela análise dos dados do estudo, essas diferenças se devem basicamente a questões intrínsecas as diretrizes dos protocolos. O *Baseline Emission Inventory Guidelines*, por exemplo, não contabiliza as emissões do setor AFOLU, de processos industriais e de emissões fugitivas no escopo 1, bem como também não contabiliza as emissões de escopo 3. Ainda em relação ao escopo 3, que apresenta as maiores disparidades no gráfico, tem-se que o IEAP só contabiliza emissões do setor de resíduos e o *International Standard for Determining GHG Emissions for Cities* e o GRIP contabilizam perdas no setor elétrico, resíduos e aviação doméstica. Com isso, segundo cada protocolo as emissões per capita encontradas estão demonstradas no Quadro 3.

⁸ Dados apresentados por Chris Kennedy a partir do inventário de 2005 da região da Grande Toronto, encontrados em Kennedy., C.A. et al (2009) *Greenhouse Gas Emissions from Global Cities, Environmental Science and Technology*, 43, 7297–7302 apud IBRAHIM (2012).

Quadro 3: Emissões per capita para a Grande Toronto, Canadá, para cada protocolo no ano base de 2005.

Protocolos	<i>IEAP</i>	<i>Baseline Emission Inventory Guidelines</i>	<i>International Standard for Determining GHG Emissions for Cities</i>	<i>GRIP</i>
Emissões per capita (tCO ₂ e)	10.5	9.9	11.5	10.7

Fonte: Adaptado de IBRAHIM (2012)

Sendo assim, as emissões per capita encontradas, para uma mesma cidade, possuem valores diferenciados dependendo do protocolo utilizado. E, portanto, pode-se concluir que, a comparação entre as emissões per capita de cidades diferentes não representará resultados consistentes caso estas utilizem diretrizes ou bases metodológicas distintas.

Analisando os fatores que diferenciam as cidades em termos de emissões, segundo CORFEE-MORLOT *et al.* (2009a, 2009b) num estudo sobre alguns inventários selecionados, alguns pontos técnicos chave foram identificados. Dentre eles, têm-se:

- Definições diferenciadas de áreas urbanas (e.g. a delimitação pode ser feita para a região metropolitana ou para o limite geopolítico da cidade);
- Diferenças nos anos base dos inventários selecionados, uma vez que anos diferentes podem estar inseridos em diferentes conjunturas;
- Escopo e fronteiras; e
- Procedimentos de cálculo.

É possível perceber que, os maiores desafios na harmonização entre os inventários estão relacionados às atividades desenvolvidas dentro da cidade, como por exemplo: o tipo de matriz energética; uso de sistemas de aquecimento em cidades com invernos rigorosos; estrutura industrial urbana; ou a própria estrutura da cidade, dependendo da densidade populacional, das distâncias a serem percorridas diariamente e os tipos de transportes mais usuais. Segundo BADER e BLEISCHWITZ (2009), é necessária uma adaptação, por exemplo, ao se comparar emissões de uma cidade cuja atividade econômica principal se baseia na indústria pesada e outra cujo foco é o setor de serviços, já que a magnitude das emissões é diferente. Esses fatores devem ser levados em consideração ao avaliar e comparar as emissões provenientes de diferentes cidades.

Podem-se destacar alguns critérios que diferenciam as diretrizes e metodologias de elaboração dos inventários e que devem ser avaliados a fim de estabelecer uma comparabilidade entre estes. São eles:

a) Gases medidos

Alguns inventários levam em conta apenas CO₂; outros abrangem metano, CO₂ e óxido nitroso; enquanto outros inventários cobrem todos os seis gases do Protocolo de Quioto e outros mais.

b) Fontes de emissão

As atividades geradoras de emissões a serem incluídas no inventário podem diferir de acordo com o contexto local. Por exemplo, alguns inventários contabilizam emissões de transporte internacional aéreo e marítimo, enquanto outros não.

c) Definições do setor

Os setores são definidos como a agregação de fontes específicas de emissão. As emissões do setor de transportes, por exemplo, poderiam ser definidas como: emissões da aviação + emissões de carros + caminhões + emissões de ônibus + emissões de ferrovias, etc. Sendo assim, as emissões específicas de um determinado setor só se tornam comparáveis quando estes setores estão definidos para cobrir as mesmas fontes geradoras. Caso contrário, os dados se tornam inconsistentes.

d) Os escopos da medição

Nem sempre fica claro no relatório quais os escopos cobertos pelo inventário. A maioria das ferramentas leva em conta apenas emissões diretas e indiretas. No entanto, fontes de emissão que se enquadram nessas categorias podem diferir entre si de acordo com as ferramentas utilizadas.

e) Os valores de potencial de aquecimento global

Os valores utilizados para o cálculo do potencial de aquecimento global dos gases podem ser diferentes. Alguns inventários já utilizam diferentes versões do *IPCC Assessment Report*, e os equivalentes em CO₂ são calculados a partir destas considerações, o que pode gerar grandes inconsistências no momento da comparação entre os valores de CO₂e.

f) *Tier* utilizado

Entende-se que, idealmente, os inventários locais devem procurar utilizar fatores de emissão específicos e dados de maior acurácia disponíveis, sempre visando a utilização do *tier 3*. Porém, muitas vezes são utilizados fatores *default* e dados sem precisão, já que estes nem sempre estão disponíveis, o que dificulta a comparação entre diferentes resultados inventariados.

Além disso, segundo BADER e BLEISCHWITZ (2009) outra questão que pode provocar dificuldades técnicas na elaboração dos inventários é a aplicabilidade das ferramentas que cada metodologia utiliza. Uma boa documentação guia sobre o uso destas, que explique a metodologia, o uso de fatores de emissão e como é feita a compilação dos dados, se faz necessária para um bom desenvolvimento da contabilização e um bom entendimento da memória de cálculo dos inventários. Alguns fatores podem interferir na interface e na aplicabilidade de tais ferramentas, como: preço, acessibilidade, orientação, linguagem, cenários e transparência. Em alguns casos, é necessário inclusive, que os usuários façam cursos de treinamento antes de utilizar estas ferramentas para contabilizar as emissões a serem inventariadas.

Portanto, na teoria, existem diversas possibilidades de abordagem, mas, uma vez que os municípios não seguem uma mesma linha metodológica, eles deixam de ser comparáveis entre si. Algumas questões que se podem levantar aqui são: Como medir a magnitude do impacto de uma cidade no aquecimento global sem comparar suas emissões com as de outras cidades do mundo? Como apontar os maiores responsáveis? Como determinar medidas para amenizar o problema?

Os dados de emissões da cidade servem para identificar setores mais emissores e, neste sentido, os inventários podem auxiliar no direcionamento de medidas efetivas dos governos locais de redução das emissões. Porém, esses mesmos dados, por enquanto significam o relatório de emissões da cidade X, e não refletem o desempenho desta em relação a outras cidades, tampouco a responsabilidade desta cidade no âmbito nacional. Neste sentido, pode-se dizer que se faz necessário um entendimento entre os pontos abordados neste capítulo, buscando uma adequação das metodologias utilizadas pelas cidades a uma metodologia comum, reconhecida e utilizada por todos, a fim de garantir os resultados comparáveis esperados.

3.1. Protocolos e Ferramentas para Inventários Locais

Ainda que muitas cidades já tenham desenvolvido seus inventários de GEE, metas de redução, programas de monitoramento e planos de ação, não existe atualmente um padrão global para a elaboração de inventários locais. O *CDP Cities 2012 Global*

Report apresenta a Figura 2, que mostra a variedade de protocolos e guias metodológicos utilizados pelas cidades relatoras atualmente, denunciando a necessidade iminente da elaboração de um guia padronizado.

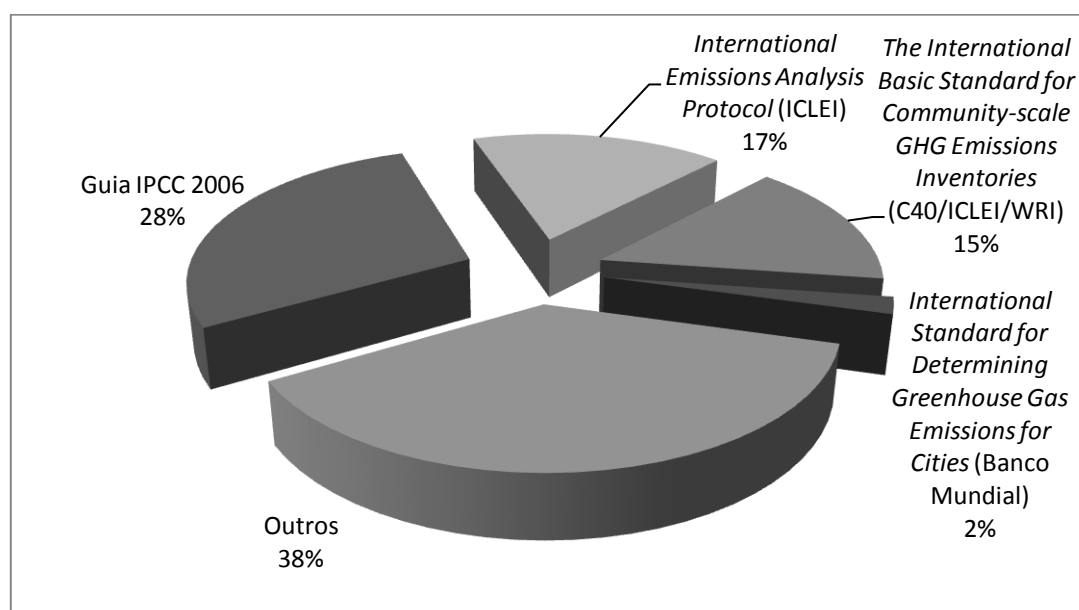


Figura 2: Percentual das 73 cidades que responderam ao CDP em 2012, que utilizam cada uma das metodologias de cálculo de emissões locais para cidades, utilizadas para calcular emissões locais.

Fonte: Adaptado de CDP, 2012.

Além da falta de um padrão aceito internacionalmente, existe ainda o desenvolvimento de diversos guias específicos para países e regiões, o que torna ainda mais difícil a comparação entre inventários globalmente. Por outro lado, esses protocolos e ferramentas específicas são importantes ao passo que, se alinhados com alguma referência internacional, poderiam representar um esforço maior na direção da comparabilidade entre inventários. Isso porque, mesmo na existência de um guia internacional, algumas especificidades não seriam atendidas por ele. Esta lacuna poderia ser sanada por um protocolo nacional ou regional, que fornecesse não só diretrizes de reporte, mas também orientação metodológica, permitindo que a comparação entre cidades de um mesmo país, ou região, fosse amplamente aplicável. Isso facilitaria, por conseguinte, a tomada de decisão em relação a planos de ação e investimentos. No Capítulo 3.2 será abordado o caso do Protocolo de Comunidade dos Estados Unidos, uma iniciativa do ICLEI.

Dentre os protocolos e ferramentas internacionais, nacionais e regionais desenvolvidos até a presente data pode-se destacar, em caráter exemplificativo, o Protocolo de Comunidade dos Estados Unidos, o *Baseline Emissions Inventory Guideline*, o HEAT, o CACPS, o CO₂ Grobbilanz, o Eco₂ Region, o GRIP, o *Bilan*

Carbone e o CO₂ calculator, cujas áreas de aplicação e desenvolvedores estão no Quadro 4.

Quadro 4: Ferramentas e Guias para inventários locais.

Guia ou ferramenta	Desenvolvedor	Área de aplicação
<i>The Community-Scale Greenhouse Gas Emissions Accounting and Reporting Protocol for the U.S.</i>	ICLEI (Estados Unidos)	Estados Unidos
<i>Baseline Emissions Inventory Guideline</i>	Pacto de Autarcas	Europa
<i>Harmonized Emissions Analysis Tool (HEAT)</i>	ICLEI	Internacional
<i>Clean Air and Climate Protection Software</i>	ICLEI	Estados Unidos
<i>CO2 Grobbilanz</i>	Agência de Energia de Regiões Austríacas	Austria
<i>Eco2Region</i>	Ecospeed	Alemanha, Suíça e Itália
<i>Greenhouse Gas Regional Inventory Tool (GRIP)</i>	Universidade de Manchester	Europa
<i>Bilan Carbone</i>	Agência Francesa de Meio Ambiente	França
<i>CO₂ Calculator</i>	Instituto Nacional de Pesquisa Ambiental Dinamarquês, COWI	Dinamarca

Fonte: Adaptado de WRI, 2011.

Para destacar as divergências encontradas entre os diversos tipos de guias e ferramentas, pode-se observar a comparação apresentada no Quadro 5 feita por IBRAHIM *et al.* (2012) entre quatro guias apontados pelo autor do estudo como líderes, aplicados para 40 inventários distintos e seus respectivos impactos sobre a contabilização de emissões.

É possível perceber, então, pela análise dos dados apresentados, que o uso de diferentes diretrizes provoca impactos nos resultados de emissões. Esses impactos estão representados pelo aumento das emissões totais caso inserções ou retiradas de aspectos contabilizados sejam feitos. Por isso, é visível a necessidade de harmonizar os padrões de reporte e metodologia.

Neste sentido, segundo CARLONI (2012), os esforços mais recentes de harmonizar os variados guias e ferramentas para inventários de cidades foram iniciados pelo ICLEI e

pelo Banco Mundial. O ICLEI lançou o *International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol* (IEAP) em 2009 e o Banco Mundial, o PNUMA e a ONU-HABITAT publicaram o *International Standard for Determining Greenhouse Gas Emissions for Cities* em 2010. Essa variedade de abordagens representa a principal dificuldade de obter dados mais precisos e comparáveis entre inventários de cidades. Por este motivo, em 2011 o WRI, o ICLEI e o C40 lançaram uma iniciativa conjunta para desenvolver um protocolo global para contabilização e divulgação de emissões de GEE de cidades: O *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions* (GPC). Esse protocolo já foi publicado em forma de draft para uma fase experimental que começou em março e irá até setembro de este ano, sendo lançado oficialmente em 2014. O GPC, por se tratar de uma iniciativa de várias instituições respeitadas e com um viés de unificação de boas práticas, representa a iniciativa que mais pode se aproximar de uma situação favorável a comparabilidade, dado que as chances de aceitação por parte das cidades é alta. Este protocolo será abordado em maiores detalhes ao longo do capítulo.

Quadro 5. Os efeitos da adoção de diferentes diretrizes (IEAP, *Baseline Emissions Inventory Guidelines*, *International Standard for Determining Greenhouse Gas Emissions for Cities* e o GRIP) em 40 inventários selecionados no valor total de emissões de GEE.

Adaptações metodológicas	Impacto no valor total de emissões de GEE (%)	
	Varição média	Varição máxima
-Inclusão de emissões do ciclo de vida	28%	35%
-Inclusão de emissões de aviação e marítima	17%	40%
-Inclusão de emissões de processos industriais	4%	11%
-Inclusão de emissões de AFOLU	5%	12%
-Inclusão de emissões de escopo 3 de resíduos	5%	6%
-Inclusão de emissões de escopo 3 de transmissão de eletricidade e perdas na distribuição	3%	6%
-Escolha de metodologia para emissões de resíduos (Decaimento de Primeira Ordem ou Produção Resultante de Gás)	Varia – A mudança é mínima para cidades com níveis consistentes de geração de resíduos, porém se a geração estiver mudando rapidamente entre os anos a diferença aumenta.	
-Escolha de precisão dos dados	Varia – O impacto não é significativo, porém com algumas exceções.	

Fonte: Adaptado de IBRAHIM (2012)

A Tabela 2 a seguir pretende demonstrar as particularidades de cada protocolo ou guia metodológico de forma resumida, evidenciando as diferenças entre algumas iniciativas para comunidade e padrões para inventários nacionais ou empresariais.

Tabela 2. Exigências para relatórios de inventários de emissões de GEE segundo diferentes diretrizes e metodologias.

Elementos	Exigências				
	GPC	<i>International Standard for Determining GHG Emissions for Cities</i>	IEAP	Guia IPCC 2006	GHG Protocol
Informação de base					
Descrição da organização que está sendo inventariada	NE	Sim	NE	NE	NE
Descrição das fronteiras do inventário	Sim	NE	Sim	Sim	Sim
Descrição dos escopos de emissão cobertos	Sim	NE	NE	Não	Sim
Descrição do período inventariado	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Informações sobre as emissões					
Escopo 1	Sim	Sim	Sim	Sim (mas não usa essa terminologia)	Sim
Escopo 2	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Escopo 3	Opcional (para o nível mais básico, são incluídos resíduos sólidos e emissões de tratamento de efluentes fora da comunidade)	Sim (transporte aéreo, marítimo, resíduos, efluentes e emissões da geração de energia, abastecimento de água, materiais utilizados nos edifícios e fabricações de alimentos)	Sim (apenas para resíduos sólidos e efluentes)	Não	Opcional
Emissões de CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs, SF ₆	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Emissões por setor	Sim	Sim	NE	Sim	NE

Elementos	Exigências				
	GPC	<i>International Standard for Determining GHG Emissions for Cities</i>	IEAP	Guia IPCC 2006	GHG Protocol
Emissões no ano-base e perfil de emissões ao longo do tempo	NE	NE	NE	Sim	Sim
Recálculo das emissões do ano-base	NE	NE	NE	Opcional	Sim
Emissões diretas de CO2 do carbono sequestrado biologicamente	NE	NE	Memo Item	Sim	Memo Item
Metodologias de cálculo	Opcional	NE	Opcional	NE	Sim
Indicação dos tiers	Sim (mas com outra terminologia)	Sim	Sim	Sim	NE
Descrição das exclusões	Sim	NE	NE	NE	Sim
Emissões da geração própria de eletricidade, calor ou vapor vendido a outras entidades externas	NE	NE	NE	Sim	Opcional
GEE não cobertos pelo Protocolo de Quioto	NE	Opcional	NE	Sim	Opcional
Tabelas padronizadas	Sim	Sim	NE	Sim	Não
Indicadores de desempenho (emissões relativas)	NE	NE	Opcional	NE	Opcional

Elementos	Exigências				
	GPC	<i>International Standard for Determining GHG Emissions for Cities</i>	IEAP	Guia IPCC 2006	GHG Protocol
Outras informações					
Análise de incerteza	NE	Opcional	NE	Sim	Opcional
Verificação externa	NE	Sim	Opcional	NE	Opcional
Estratégias ou programas de redução/gestão de GEE	NE	NE	NE	NE	Opcional
Acompanhamento de desempenho em relação a metas/benchmarks	NE	NE	NE	NE	Opcional

NE - Não específica

Fonte: Autores e WRI (2011).

3.2. O U.S. Community Protocol for Accounting and Reporting of GHG Emissions (USCP)

Sendo a primeira norma nacional já elaborada, o Protocolo de Comunidade dos Estados Unidos foi elaborado pelo ICLEI e divulgado em outubro de 2012 baseado no *International Government GHG Emissions Analysis Protocol* (IEAP) e no *International Standard for Determining GHG Emissions for Cities*, elaborados pelo ICLEI e por um grupo formado por PNUMA, ONU-HABITAT e Banco Mundial respectivamente. Além disso, está baseado, também, no GHG Protocol Standards⁹, no *Baseline Emissions Inventory/Monitoring Emissions Inventory Methodology*¹⁰ e o *Local Government Operations Protocol*¹¹.

Este protocolo no nível de comunidade representa um novo padrão nacional de orientação metodológica e de reporte para ajudar os governos locais dos EUA a desenvolverem inventários municipais de emissões de GEE eficazes. Estabelece os requisitos de relato para todos os inventários de emissões de GEE, fornece orientação detalhada para quantificar as emissões de GEE associadas com uma variedade de fontes de emissão e atividades, e oferece uma série de estruturas de relatórios opcionais para ajudar os governos locais a personalizar seus relatórios de emissões de GEE com base em seus objetivos e capacidades locais.

Os objetivos do Protocolo de Comunidade dos EUA são:

- a) Contabilização de emissões
 - i. Permitir que os governos locais estimem e relatem as emissões de GEE associadas com as suas comunidades, a fim de medir o progresso em direção às metas de redução de emissões de GEE.
 - ii. Usar os melhores métodos, se alinhando, sempre que possível, com reconhecidos princípios de contabilização e divulgação de GEE.

- b) Política e Ações
 - i. Fornecer aos governos locais uma avaliação de emissões de GEE associadas com as suas comunidades para que eles - e outros - possam tomar decisões mais informadas sobre onde e como buscar oportunidades de redução de emissões de GEE.

⁹World Resources Institute (WRI) e Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD)

¹⁰Pacto de Autarcas

¹¹ICLEI-USA

- ii. Ajudar os governos locais a se envolver com os moradores, empresas e outras partes interessadas sobre as oportunidades em suas comunidades para reduzir as emissões de GEE.
- c) Consistência / Comparabilidade
 - i. Gerar quantificação consistente, comparável e relevante de emissões de GEE e comunicação de emissões de GEE adequada, transparente e relevante para políticas, permitindo que comunidades comparem as suas emissões de linha de base.

Como principais novidades trazidas pelo protocolo podem-se destacar:

- Distinções estabelecidas entre as fontes de emissão de GEE que podem estar localizados em uma comunidade e atividades da comunidade que resultam em emissões de GEE;
- Cinco atividades geradoras básicas de emissões necessárias para todas as comunidades;
- Múltiplas estruturas de relatórios para ajudar a informar sobre as emissões de gases de efeito estufa da comunidade, de uma maneira adequada aos seus públicos;
- Foco em um processo necessário, que ajuda as comunidades a atingirem seus objetivos de gerenciamento de emissões em uma variedade de contextos;
- Orientação detalhada para ajudar na coleta de dados e nos cálculos de emissões;
- Requisitos de relato que incluem dados da atividade, fatores de emissão, métodos de contabilidade, dados de contexto e divulgação das fontes de emissão e atividades incluídas e excluídas;
- Ênfase na conformidade do relato dos dados de número de emissões, com orientação sobre a totalização quando necessário, e ainda, formas de evitar a dupla contagem;
- Preferência dada a origem-destino (usando um modelo de alocação de demanda) de viagens de veículos por membros da comunidade, em oposição às emissões dos veículos em circulação dentro do limite da comunidade;

- Inclusão de métodos de ciclo de vida para a determinação de emissões a montante de: uso de eletricidade, uso de combustível em fontes estacionárias, combustíveis de transporte e materiais e serviços utilizados na comunidade;
- Inclusão de um quadro de contabilidade separado para emissões por consumo.

O *U.S. Community Protocol for Accounting and Reporting of GHG Emissions* estabelece requisitos e práticas recomendadas para o desenvolvimento de inventários de emissões de GEE da comunidade. Os governos locais que procuram desenvolver relatórios de inventários compatíveis com o Protocolo são obrigados a proceder através de três etapas para sua elaboração, e encorajados a enquadrar os seus relatórios de inventário em uma ou mais estruturas de relatórios recomendados, conforme descrito no Quadro 6.

Este protocolo requer que os inventários de emissões de GEE relatem dados de emissões de GEE brutas. Por essa razão, o mesmo não fornece orientação sobre a quantificação ou relato sobre os benefícios de GEE associadas a:

- Ações que foram ou poderiam ser tomadas para reduzir as emissões
- Projetos de compensação de carbono
- Estoques de carbono ou sumidouros (por exemplo, florestas)
- Projetos de sequestro de carbono
- Créditos de carbono comprados (ou créditos de energia renováveis)

No caso, os governos locais têm a opção de incluir informações sobre os benefícios de GEE associados a essas atividades no seu relatório, desde que esta informação seja apresentada separadamente dos dados de emissões de GEE brutas calculadas, usando os métodos fornecidos pelo presente Protocolo.

Quadro 6. Visão Geral do Processo de Elaboração do Inventário de Emissões Obrigatório e estruturas de relatório recomendadas para o U.S. Community Protocol for Accounting and Reporting of GHG Emissions.

<u>Processo requerido para Inventário de Emissões</u>	<u>Enquadramentos de informação recomendados</u>
<p>Primeiro Passo: conduzir o processo de Definição do Escopo</p> <p>Para decidir quais emissões serão incluídas no inventário é necessário definir quais histórias deseja-se transmitir sobre as emissões em sua comunidade e que enquadramento vai ajudar a contá-las. Logo, é preciso identificar as fontes de emissão e atividades a serem incluídas. No mínimo, as cinco Atividades Geradoras Básicas de Emissões que devem ser incluídas no inventário são:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de energia elétrica • Uso de combustível em equipamentos de combustão comerciais e residenciais estacionários • Viagens de passageiro e frete <i>on-road</i> • Uso de energia em tratamento e distribuição de água potável e tratamento de águas residuais • Geração de resíduos sólidos <p>Segundo Passo: Cálculos de emissões</p> <p>Coletar dados e calcular as emissões de fontes e atividades selecionadas. Além disso, os métodos do protocolo devem ser utilizados, exceto onde o usuário identifica outro mais adequado.</p> <p>Terceiro Passo: Completar o Relatório</p> <p>Desenvolver um relatório que efetivamente transmita informações sobre as emissões de associadas com a comunidade em questão.</p>	<p>Fortemente encorajado: Foco em Histórias chave</p> <p>Completar o relatório de inventário de emissões usando uma ou mais das seguintes estruturas de relatório (em ordem de prioridade de recomendação).</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Influência significativa. As atividades e fontes de GEE sobre as quais o governo local tem influência significativa. b) Atividades da Comunidade. O amplo conjunto de atividades de interesse da comunidade, independentemente da influência do seu governo local. c) Consumo das Famílias, independentemente da influência do seu governo local. <p>Também Incentivado: sistemas de informações adicionais</p> <p>Expandir o relatório de inventário de emissões de GEE por meio de qualquer, ou de todas, estruturas de relatórios seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fontes dentro da fronteira • Consumo do governo • Inventário baseado em consumo completo • Emissões do ciclo de vida dos de negócios municipais • Setores individuais da indústria • Criar a história local

Adaptado de: ICLEI – USA (2012).

Diferentemente da abordagem mais usual, esse Protocolo não utiliza a abordagem por escopos. O enquadramento por fontes e atividades alivia a necessidade de utilizar o

conceito de "escopos" comum em outros tipos de inventários focados em organizações, tais como os desenvolvidos com base no *Local Government Operations Protocol*¹². Ele não usa escopos como uma estrutura para categorizar as emissões em inventários da comunidade porque, segundo o Protocolo, as definições de escopo não traduzem a escala de comunidade de uma forma clara e consistente, que seja aplicável a um enquadramento contábilístico. Por esta razão ele se baseia nas seguintes atividades geradoras:

- a) Uso de Energia Elétrica pela Comunidade - emissões associadas às plantas de geração de energia utilizada dentro do limite jurisdicional da comunidade, independentemente da localização da planta.
- b) Uso de Combustível em equipamentos de combustão residenciais e comerciais estacionários - Emissões associadas à combustão de combustíveis utilizados no setor residencial e comercial (gás natural, por exemplo, utilizado em caldeiras e fornos) dentro do limite jurisdicional da comunidade, excluindo combustíveis utilizados para produção de eletricidade.

Justificativa: Os governos locais muitas vezes podem influenciar o uso de eletricidade e combustíveis em fontes estacionárias por combustão (por exemplo, fornos) em edifícios locais, através de códigos de construção locais, incentivos financeiros, mínimos requisitos regulamentares, assistência técnica, e outros programas.

- c) Viagens de passageiro e frete rodoviários - As emissões associadas aos combustíveis de transporte utilizados por veículos rodoviários de passageiros e de carga. Os governos locais podem atender a esse requisito, relatando as emissões associadas a:
 - i. Viagens associadas com origem e destino na comunidade através de uma alocação de viagens com base na demanda (preferencial, se disponível); ou
 - ii. Viagem ocorrendo dentro do limite jurisdicional da comunidade.

Justificativa: Os governos locais podem influenciar as emissões de transporte por meio do uso da terra e dos regulamentos de planejamento urbano e através de investimentos em infraestrutura de transporte.

¹² Por exemplo, *Local Government Operations Protocol*, ICLEI USA, *California Air Resources Board*, *California Climate Action Registry*, and *The Climate Registry*.

- d) Uso de energia em tratamento e distribuição de água potável e tratamento de águas residuais - Emissões associadas à energia utilizada no tratamento e fornecimento de água potável e no recolhimento e tratamento de águas residuais utilizados na comunidade, independentemente da localização da infraestrutura.

Justificativa: Os governos locais podem influenciar o uso de água da comunidade por meio de códigos de construção locais, promover e / ou criação de incentivos para fomentar a conservação e eficiência, e outros programas e serviços.

- e) Geração de Resíduos Sólidos da Comunidade – emissões projetadas de metano associados à disposição de resíduos produzidos por membros da comunidade durante o ano de análise, independentemente do local de disposição ou método.

Justificativa: Os governos locais podem influenciar a quantidade de resíduos sólidos gerados e enviados para vários métodos de disposição através dos serviços de administração de resíduos sólidos urbanos, reciclagem e compostagem.

Um protocolo de comunidade nacional como o dos EUA preenche um vazio importante para os governos locais, estabelecendo um padrão para assegurar a consistência e qualidade nos estoques de emissões de GEE. Ele pode permitir um acompanhamento preciso do progresso em relação às metas de emissões e fornecer orientações-padrão, facilitando a certificação do inventário, e, conseqüentemente, a comparação entre inventários distintos de um mesmo país. Esse padrão nacional é importante, na medida em que vai permitir a orientação de recursos do país para as cidades com conjunturas de emissões mais preocupantes.

3.3.O *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC)*

Lançado em maio de 2012, o *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC)* ainda está apresentado em versão piloto para que os governos locais e outros *stakeholders* façam considerações antes que a sua versão final fique pronta. Esse protocolo foi preparado pelo C40 *Cities Climate Leadership Group* e pelo ICLEI, com a colaboração do *World Resource Institute (WRI)*, do Banco Mundial, da PNUMA e da ONU-HABITAT.

O GPC substituirá o *International Government GHG Emissions Analysis Protocol (IEAP)* e o *International Standard for Determining GHG Emissions for Cities*,

elaborados pelo ICLEI e por um grupo formado por PNUMA, ONU-HABITAT e Banco Mundial respectivamente. Além disso, está baseado no *GHG Protocol Standards*, no *Baseline Emissions Inventory/Monitoring Emissions Inventory Methodology* e no *Local Government Operations Protocol*.

Os propósitos fundamentais desse protocolo são:

- Ajudar as cidades a preparar um inventário de GEE compreensível e de alta credibilidade;
- Ajudar as cidades a desenvolver estratégias efetivas para o manejo e mitigação de suas emissões de GEE através do entendimento dos impactos dos gases de efeito estufa provenientes de suas atividades antrópicas;
- Dar suporte a uma publicação consistente e transparente;
- Harmonizar protocolos e guias internacionais já existentes para o contexto local;
- Apoiar a habilidade das cidades em demonstrar o impacto global de ações locais coletivas e a medir o progresso coletivo através do tempo;
- Dar suporte a contabilização, ao reporte e ao comércio de emissões, nos níveis locais, subnacionais e nacionais; e
- Facilitar o acesso dos governos locais às oportunidades de financiamento relacionadas às mudanças climáticas.

Os princípios de contabilização e divulgação de emissões de GEE segundo o GPC são: relevância, integralidade, consistência, transparência, precisão e mensurabilidade.

- **Relevância:** As emissões de GEE reportadas devem refletir as emissões que ocorrem como resultado de atividades e do consumo de dentro da fronteira geopolítica da cidade. O inventário deve atender a necessidade de tomada de decisão da autoridade local.
- **Integralidade:** Todas as fontes de emissões dentro do limite do inventário devem ser contabilizadas. Qualquer exclusão de fontes de emissão será justificada e claramente explicada.

- **Consistência:** os cálculos de emissões devem ser consistentes com a abordagem, limites e metodologia. Metodologias consistentes para o cálculo de emissões de GEE vão permitir a análise da tendência mostrada pela documentação ao longo do tempo, de reduções, e as comparações entre as cidades. Qualquer desvio das metodologias preferenciais deve ser justificado e divulgado.
- **Transparência:** Os dados da atividade, as fontes de emissão, fatores de emissão e metodologias de contabilidade devem ser adequadamente documentados e divulgados para permitir a verificação. Todas as exclusões devem ser claramente identificadas e justificadas.
- **Precisão:** As autoridades locais devem reduzir as incertezas no processo de quantificação, na medida em que for possível e prático.
- **Mensurabilidade:** Os dados necessários para apoiar a conclusão de um inventário devem estar disponíveis com prazo razoável e / ou custo. Qualquer exclusão de fontes de emissão deve ser justificada e divulgada.

a) Fronteira

Segundo o GPC, a fronteira do inventário deve coincidir com o território geopolítico onde a autoridade local tem total jurisdição. Um dos desafios dessa definição é a contabilização de emissões ocorridas fora do território da cidade. Assim sendo, existem dois tipos de emissão: emissões diretas (ocorrem dentro da cidade) e emissões indiretas (são consequências das atividades da cidade, mas ocorrem fora de seu território). Em alinhamento ao *GHG Protocol* e ao IEAP, o GPC adota as seguintes definições de escopo:

- **Escopo 1:** Emissões diretas provenientes de fontes dentro das fronteiras da cidade.
- **Escopo 2:** Emissões indiretas relacionadas ao consumo de eletricidade de rede e ao aquecimento e/ou arrefecimento.
- **Escopo 3:** Todas as outras emissões indiretas.

b) Divulgação de resultados

Para possibilitar a comparabilidade entre as cidades, o GPC determina que seja utilizado o quadro em anexo. O mesmo considera seis categorias: Fontes

Estacionárias, Fontes Móveis (categorias que estão representadas por “Energia” no guia do IPCC), Resíduos, IPPU, AFOLU e Outras Emissões Indiretas. De forma a facilitar o processo de divulgação, são usadas abreviações:

- IE – Incluído em outra categoria
- NE- Não estimado: A emissão ocorre, mas não foi estimada ou divulgada. A justificativa deve constar no documento
- NA- Não aplicável: A atividade existe, mas não emite GEE. A justificativa deve constar no documento
- NO- Não Ocorre: A atividade é inexistente.

O protocolo ainda apresenta duas formas de agregação e divulgação de resultados: por Fontes e por Escopo. São três níveis de complexidade para a divulgação por fontes: BASIC, BASIC+ e EXPANDED. Em casos em que exista a necessidade de cumprimento de regulamentos ou práticas específicas, pode ser considerado o uso de um subconjunto de fontes do BASIC ou uma combinação entre BASIC e BASIC+.

- BASIC: Cobre todas as emissões de escopos 1 e 2 de Unidades Estacionárias, Unidades Móveis, Resíduos e IPPU, além de emissões de escopo 3 de Resíduos. Nesse caso não se incluem as emissões por geração de energia do escopo 1 impedindo a dupla contagem.
- BASIC +: Cobre o que foi contabilizado no BASIC, além de AFOLU e emissões por Fontes Móveis de escopo 3.
- EXPANDED: Cobre emissões de todos os escopos, incluindo emissões transfronteiriças causadas por troca/uso/consumo de bens e serviços.

Para que o inventário esteja de acordo com o preconizado pelo GPC, é necessário que o mesmo contabilize e divulgue seus dados pelo menos nas categorias BASIC e escopo 1 e 2. Além disso, o total de emissões de GEE deve ser apresentado em tCO₂e. No caso da divulgação por escopo, cada escopo deve ter seu total de emissões apresentado. Os gases que deverão ser quantificados em toneladas e em tCO₂e são: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs e SF₆.

Outra informação necessária é a qualidade do dado fornecido, podendo ser Alta (H), Média (M) e Baixa (L). Alta qualidade é aquela que representa fatores de emissão locais e dados de atividade detalhados, enquanto que Média é para fatores de

emissões nacionais ou dados de atividade genéricos e Baixa é para fatores internacionais/nacionais com dados de atividade genéricos.

Ao nível BASIC de cálculo, já existem diversas metodologias aceitas internacionalmente. Porém, para os níveis BASIC+ e EXPANDED, existem poucas experiências e as metodologias ainda não foram desenvolvidas ou sedimentadas.

Neste sentido, destacam-se as limitações do GPC: falta de consenso internacional para o cálculo de emissões de transporte transfronteiriço, AFOLU e emissões de escopo 3, além de possibilidade de dupla contagem entre emissões de usinas elétricas dentro da fronteira e emissões por eletricidade de rede. Assim sendo, a versão final do seu documento vai possibilitar a contagem e divulgação de inventários locais em BASIC e BASIC+ com escopos 1 e 2, além de tentar resolver as dificuldades anteriormente destacadas.

Em suma, espera-se que este protocolo tenha grande alcance quando for oficialmente lançado. Neste sentido, inclusive, o Protocolo de Comunidade dos Estados Unidos (*ICLEI US Community Protocol*), que foi apresentado na seção anterior, já incorpora em seu texto referências ao GPC, provendo, ainda, um apêndice especial para ajudar os governos locais que usem sua metodologia a relatar suas emissões segundo as recomendações do GPC. Ainda que o GPC não se mostre no futuro como a solução para a falta de um guia metodológico comum para inventários locais, é importante destacar que o esforço para a unificação de várias entidades em prol de um documento-guia é um passo na direção da comparabilidade mundial entre os inventários.

4. ESTUDO DE CASO: OS INVENTÁRIOS DE GEE DAS CIDADES DE NOVA YORK, RIO DE JANEIRO, TORONTO, DURBAN E LONDRES

Esse trabalho visa, entre outros objetivos, identificar critérios que possam comprometer a qualidade e a comparabilidade entre os diferentes inventários de comunidade disponíveis, a partir da análise de alguns inventários.

4.1. Inventários Selecionados: Uma Visão Geral

As cidades que terão seus inventários analisados a seguir serão Nova York, Rio de Janeiro, Durban, Londres e Toronto. Originalmente a ideia era contemplar inventários disponibilizados em inglês que tivessem sua qualidade e integralidade amplamente reconhecidas e que fossem dispersos geograficamente, evitando a escolha de duas

cidades do mesmo país. O inventário da Cidade do Rio de Janeiro foi escolhido por se tratar de um inventário realizado no meio acadêmico, portanto preocupado com informações técnicas, além de estar facilmente disponibilizado para as autoras. Para basear a escolha das outras cidades foram utilizadas como primeira amostra as cinco cidades escolhidas pelo WRI (2011): Chicago, Nova York, Cidade do México, São Francisco e Amman, com adição de Hong Kong e Sydney por seus sistemas de controle de qualidade. Dentre essas cidades, inicialmente as escolhidas foram: Nova York, a Cidade do México, Amman, Hong Kong e Sydney. Porém, como não foram encontrados disponíveis publicamente os inventários das quatro últimas cidades, estas foram descartadas. Inclusive, entrou-se em contato com a administração de Hong Kong e Sydney através de correio eletrônico, porém, no caso de Hong Kong, o material disponibilizado não abrangia as questões metodológicas necessárias, apenas apresentava os resultados do inventário, enquanto que, no caso de Sydney, o inventário de comunidade ainda não tinha sido publicado até o fechamento do estudo. O desafio maior para a escolha das cidades a serem analisadas passou a ser encontrar inventários cuja metodologia de cálculo fosse pública, uma vez que em pesquisas, normalmente, só se encontravam inventários de cidades dos Estados Unidos. Durban, Londres e Toronto, além de Nova York, foram as cidades que disponibilizaram informações suficientes para a análise em questão, e, portanto, foram incluídas no estudo.

A seguir, cada inventário será apresentado, para uma posterior análise conjunta dos aspectos metodológicos abordados, visando uma avaliação da qualidade de produção e do reporte dos mesmos.

4.1.1. O Inventário da Cidade de Nova York

Nova York é a cidade mais populosa dos Estados Unidos, tendo 8.175.133 habitantes distribuídos em uma área de 784 km², localizada no centro da Região Metropolitana de Nova York, uma das áreas mais populosas do mundo, e terceira do continente americano, chegando a ter 18,9 milhões de pessoas distribuídas em cerca de 17.400 km².

O inventário de Nova York analisado (plANYC, 2012) foi publicado em dezembro de 2012, tendo como referência o ano fiscal de 2011, sendo, ainda, a sexta publicação da cidade. Nova York faz seu inventário de emissões para duas situações distintas:

- Todas as emissões diretas e indiretas que ocorrem como consequência das atividades desenvolvidas dentro da cidade, contabilizadas como emissões da comunidade.
- As emissões atribuídas diretamente às operações do governo, que consistem nas emissões de operação das instalações ou fontes de propriedade do governo. A maior parte destas emissões está relacionada à operação dos prédios municipais, plantas de tratamento de esgoto e da frota de veículos municipal.

Neste estudo, iremos analisar apenas o inventário de emissões da comunidade, uma vez que é o seu objeto.

O inventário de Nova York em suas publicações anuais atualiza não só os dados do ano base, mas também revisa dados de inventários anteriores e os atualiza de acordo com os novos protocolos e metodologias utilizados, com o objetivo de melhorar a qualidade dos dados, possibilitando que eles sejam sempre comparáveis com anos anteriores. Este relatório representa, também, a quinta atualização de dados de inventários anteriores.

Os resultados das emissões de GEEs são apresentados de acordo com os três escopos abaixo:

- Escopo 1 - emissões diretas provenientes da combustão de combustíveis fósseis ou emissões fugitivas que ocorrem dentro da fronteira da cidade;
- Escopo 2 - emissões indiretas da geração de energia elétrica, que é gerada em uma localidade e utilizada em outra.
- Escopo 3 - emissões indiretas que ocorrem fora da fronteira da cidade, mas são decorrentes de atividades realizadas dentro da fronteira, como por exemplo, as emissões dos resíduos sólidos exportados que devem estar incluídos no total de emissões da cidade.

A cidade de Nova York incluiu, também, em seu inventário uma análise inovadora: a interferência dos fatores do clima nas emissões de CO₂ provenientes do uso da energia nos edifícios. Foram feitas análises regressivas para cada fonte de energia, utilizando dados de uso mensal de energia, dias de aquecimento e dias de resfriamento, para relacionar o uso da energia com as condições climáticas. Com isso, foi possível estimar a demanda energética esperada para cada período do ano, em

termos de eletricidade, vapor, gás natural e óleo diesel. Esta análise auxilia a atualização e revisão dos coeficientes de emissão de eletricidade e vapor, de acordo com as variações do carbono requerido para cada fonte.

O inventário prevê, também, para publicações futuras a inclusão do princípio da Análise de Ciclo de Vida dos combustíveis fósseis, para comparar o impacto de diferentes combustíveis como gás natural e carvão vapor, por exemplo, uma vez que estudos já realizados mostraram a redução significativa das emissões pelo uso do gás no lugar de carvão. Essas questões são de importância significativa para as ações de mitigação da cidade, e por esta razão, a cidade optou por introduzir esta abordagem diferenciada.

Por fim, o inventário apresenta as medidas de mitigação implantadas em algumas áreas, que fazem parte das iniciativas da cidade de Nova York para atingir suas metas de redução estabelecidas até 2030. Esta análise mostra uma evolução importante na redução das emissões, comparadas com os inventários anteriores, demonstrando a preocupação da cidade em reportar seus dados de maneira consistente.

No momento em que o inventário do ano-base de 2011 de Nova York foi publicado, vários esforços estavam sendo feitos para desenvolver o *Global Protocol For Community-Scale Greenhouse Gas Emissions* (GPC), além do *U.S. Community Protocol for Accounting and Reporting of Greenhouse Gas Emissions* (USCP) e o *New York State Regional Greenhouse Gas Protocol* (Protocolo referente ao Estado de Nova York). Por esta razão, o inventário de Nova York foi desenvolvido para ser consistente com cada um desses documentos, quando aplicável. E ainda, a cidade irá atualizar sua metodologia e os resultados para os inventários futuros, à medida que essas publicações estejam concluídas, começando a partir de setembro de 2013.

4.1.2. O Inventário da Cidade do Rio de Janeiro

Sendo a primeira cidade da América Latina a atualizar seu inventário de emissões de gases de efeito estufa, o Rio de Janeiro apresentou em março de 2011 o “Inventário e Cenário de Emissões dos Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro” para o ano-base de 2005 elaborado pela parceria criada entre a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro e a COPPE/UFRJ.

A cidade do Rio de Janeiro é a capital do estado homônimo com 1200 km², mas sua influência se estende para toda a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) que

tem ao todo 5.292km², sendo formada por 19 municípios. Tendo sua economia baseada no terceiro setor, em 2005 a cidade tinha 5.894.349 de habitantes.

A metodologia utilizada para o cálculo das emissões no inventário foi baseada no Guia IPCC 2006 (IPCC, 2006), com algumas adaptações para adequar melhor o cálculo à realidade do município.

Ainda que o IPCC (2006) determine para os inventários nacionais como emissões aquelas que ocorrem dentro do território ou em áreas sob jurisdição do país, a cidade do Rio de Janeiro optou por contabilizar as emissões causadas pelo transporte municipal que seriam induzidas por atividades socioeconômicas na mesma. Outra adaptação foi a contabilização das emissões ocorridas em outro município devido à disposição final dos resíduos sólidos da Cidade do Rio de Janeiro. Isso porque, os resíduos cariocas eram levados para o aterro localizado em Gramacho, em Duque de Caxias, quando da época da realização desse inventário. Atualmente, esse aterro foi desativado e os resíduos do Rio de Janeiro são transportados para o Centro de Tratamento de Resíduos de Seropédica, também localizado fora dos limites da cidade. Além disso, o álcool combustível utilizado no transporte poderia ter sua emissão considerada neutra, já que é proveniente de fonte biogênica, porém o ciclo de produção de álcool anidro e hidratado emite gases, e, portanto essas emissões foram consideradas no inventário. A partir dessas adaptações o relatório foi intitulado “Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Rio de Janeiro” (e não no Rio de Janeiro) indicando que foram levadas em conta emissões induzidas ou compensadas em outras cidades (CARLONI, 2012).

Uma importante questão metodológica definida foi a não consideração das emissões de GEE do complexo siderúrgico¹³ localizado na zona oeste da cidade nos cenários propostos pelo Inventário. O inventário do ano base de 2012, porém, incluirá as emissões dessa siderúrgica, destacando-as como definido por lei, para que se crie um plano de metas de redução específico para a mesma. A Lei 5.248 de 27 de Janeiro de 2011, que instituiu a Política Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável, estabelece como uma de suas diretrizes que “as emissões de GEE provenientes das empresas integrantes do Complexo Siderúrgico da Zona Oeste serão contabilizadas em separado das demais emissões de GEE do Município e observarão metas diferenciadas de redução, conforme a Lei nº 5.133, de 22 de dezembro de 2009”. Dessa forma, a Cidade do Rio de Janeiro incluirá em seu inventário uma parcela muito grande de suas emissões, já que a TKCSA afirma, em

¹³ Complexo Siderúrgico ThyssenKrupp CSA Siderúrgica do Atlântico que foi inaugurado em junho de 2010.

inventário não verificado por terceira parte e não englobando nenhuma fonte de escopo 3, que, entre junho de 2011 e maio de 2012, foi responsável pela emissão de 7.905.190,4 tCO₂e (ThyssenKrupp CSA, 2012). Assim, a empresa, sozinha, seria responsável pela introdução de mais 69% do total das emissões registradas pelo município do Rio de Janeiro na atmosfera, isso corresponderia à responsabilidade de 40,9% do total das emissões. Segundo o site da siderúrgica, quando a mesma atingir capacidade de produção plena, estará produzindo cinco milhões de toneladas de aço, o que, segundo suas expectativas de alcançar a eficiência de carbono de 1,7 tCO₂e/ t aço bruto, significará a emissão de 8,5 milhões de t CO₂e por ano. Espera-se, portanto, que haja uma mudança considerável no perfil das emissões da cidade nos próximos inventários.

Finalmente, o Inventário apresentou uma comparação de emissões per capita com outros inventários. Essa comparação não pode ser feita facilmente, uma vez que foram comparados inventários com anos-base distintos, além de diferentes gases incluídos, e, como o presente estudo afirma, a comparação só poderia ser feita se os inventários analisados optassem por abordagens semelhantes. Outro item incluído no inventário foram os cenários de emissões de GEE, que têm como propósito auxiliar o planejamento, fazendo projeções dos impactos que algumas ações teriam se fossem implantadas pelos tomadores de decisão.

4.1.3. O Inventário da Cidade de Toronto

Toronto se localiza na província de Ontário no Canadá, sendo a maior cidade de seu país com 629,91 km² e um dos centros financeiros mais importantes do mundo. Em 2007, Toronto publicou seu inventário denominado Gases de Efeito Estufa e Poluentes Atmosféricos na Cidade de Toronto¹⁴ para o ano de 2004.

O inventário da cidade de Toronto representa o primeiro esforço desta em criar um estudo integrado, tanto para as emissões de gases de efeito estufa quanto para as emissões de contaminantes atmosféricos. Isto representa uma estratégia de mitigação, uma vez que existe uma sobreposição de soluções, em alguns casos, por exemplo, uma redução no consumo de combustíveis diminui ao mesmo tempo as emissões de GEE e de NO_x, um dos principais poluentes atmosféricos.

A cidade utilizou metodologia própria para contabilizar suas emissões. Esta é proveniente de uma aproximação para quantificação de gases de efeito estufa em

¹⁴ Tradução livre de " *Greenhouse Gases and Air Pollutants in the City of Toronto*"

municipalidades, desenvolvida pelo *Cities for Climate Protection Campaign*¹⁵ (ICLEI), pioneiro em Toronto e outras cidades membro do *CO₂ Reduction Project* do ICLEI.

O foco principal deste inventário foi analisar o papel dos combustíveis como fonte comum para os GEE e poluentes atmosféricos, porém o cálculo do impacto gerado pelas emissões de poluentes é mais complexo, já que requer um conjunto de dados mais preciso e mais abrangente, como, por exemplo, a interveniência das condições climáticas na formação e dispersão desses contaminantes. Como esta análise foge ao objeto deste estudo, não serão abordadas essas emissões, ainda que seja importante destacar que o esforço da cidade representa uma ação que pode proporcionar às cidades uma melhor compreensão dos efeitos de suas atividades em termos de qualidade do ar e bem estar da população.

São cobertas emissões da comunidade e as emissões das operações do governo, que são reportadas separadamente. Como dito anteriormente, as emissões de operação não serão analisadas neste caso. No inventário analisado, a fronteira é definida pela área delimitada pelos limites da cidade, salvo algumas exceções, onde são contabilizadas também as emissões decorrentes das atividades da cidade que ocorrem fora de sua fronteira. A cidade indica, ainda, que a abrangência do relatório é restrita às emissões do manejo de resíduos sólidos e ao uso de eletricidade e queima de combustíveis.

O inventário incluiu uma série de recomendações para melhorar a qualidade do relatório no futuro, como melhorias na coleta de dados para o setor de transporte, amostragens dos resíduos sólidos urbanos ao longo dos anos para estimar o impacto desses resíduos nos locais de disposição final, além de sugerir a melhoria da qualidade dos dados mais significantes, incluindo um detalhamento maior de subsetores e estimativas para outros setores. Além disso, o relatório incluiu um estudo sobre as implicações estratégicas para a cidade, decorrentes dos resultados apresentados pelo inventário.

O inventário apresentou, como anexo uma avaliação do impacto nas emissões de GEE provenientes das diferentes alternativas de gerenciamento dos resíduos sólidos, identificando assim os pontos com maior necessidade de atenção das políticas públicas e aqueles com influência pouco significativa. E, ainda, realizou uma análise da qualidade do ar, através da incorporação da análise das emissões da comunidade

¹⁵ ICLEI (1993). *Cities for Climate Protection. An International Campaign to Reduce Urban Emissions of Greenhouse Gases*. Toronto: ICLEI.

como um todo no Modelo de Qualidade do Ar de Toronto, com objetivo de aprimorar os dados utilizados no Modelo.

4.1.4. O Inventário da Cidade de Durban

Durban (ou eThekweni) é uma cidade de 2.297km² da África do Sul, na província de KwaZulu-Natal, na costa do Oceano Índico. Sendo a maior cidade da província e a terceira maior cidade do país em número de habitantes, possui mais de 3.468.088 habitantes (7% da população total da África do Sul). Ela é conhecida por seu porto e pelo desempenho como cidade turística, e seu PIB em 2011 foi de 203,5 Bilhões de Rand (22,11 Bilhões de dólares).

O esforço da cidade de Durban, ao fazer seu inventário de GEEs, foi estimulado pela recente assinatura do Pacto da Cidade do México¹⁶ e pela necessidade de desenvolver planos de mitigação dos efeitos do aquecimento global em seu território. O inventário analisado (*eThekweni Greenhouse Gas Emissions Inventory, 2011*) corresponde ao ano de 2011 e engloba as emissões comunitárias e da administração separadamente, mas só serão analisados aqui os aspectos relativos às emissões comunitárias. A fronteira de análise para as emissões de comunidade, no caso de Durban, é a área na qual a administração da cidade tem jurisdição.

Durban utilizou como guias dois protocolos do ICLEI: *International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol Version 1.02* e *Local Government Operations Protocol for the Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions Inventories Version 1.13* para ambas as contabilizações. As emissões da comunidade foram categorizadas por escopos e incluíram os setores da indústria, do comércio, residencial, de transportes, de resíduos e de agricultura que estivessem localizados dentro dos limites do município.

Os escopos foram divididos assim:

- Escopo 1- Emissões diretas por fontes localizadas dentro da fronteira geopolítica da cidade
- Escopo 2- Emissões indiretas causadas por atividades que ocorrem dentro da fronteira geopolítica da cidade

¹⁶ O Pacto das Cidades sobre o Clima (Pacto da Cidade do México) é uma iniciativa global de abrangência mundial, que destaca o importante papel das autoridades locais no combate às alterações climáticas, que teve origem em novembro de 2010, quando da Cúpula Mundial de Prefeitos sobre o Clima (*World Mayors Summit on Climate*), que decorreu na Cidade do México, a qual culminou com a assinatura, pelos 140 presidentes de Câmara presentes de todo o mundo, da Carta das Cidades sobre o Clima - Pacto da Cidade do México.

- Escopo 3 – Emissões indiretas induzidas por atividades que ocorrem dentro da fronteira geopolítica da cidade

O inventário apresentou índices de emissões relativas, que foram calculados com base na quantidade de moradias e no PIB da cidade. Dessa forma, Durban emitiu 3.76 tCO₂e / casa no setor residencial, por exemplo.

Finalmente, o inventário apresenta conclusões e sugestões de aperfeiçoamentos para as próximas edições. E destaca a importância da obtenção dos dados relativos ao uso de carvão, coque e gás de refinaria, que não foram utilizados por falta de informação, para aumentar a integralidade do inventário.

É importante destacar que, apesar de não ter muita precisão nos dados, a cidade de Durban apresenta um reporte de emissões bastante completo no sentido de disponibilizar três documentos oficiais: o sumário executivo, o guia técnico e uma planilha com as informações em tabelas e gráficos separadas por escopos, por setores e, ainda, sob o formato determinado pelos protocolos utilizados.

4.1.5. O Inventário de Londres

Londres apresenta dois documentos relativos às emissões de gases de efeito estufa: o relatório de pegada de carbono da cidade de Londres (*City of London Carbon Footprint*) e o inventário de Energia e GEE da Grande Londres (*London Energy and Greenhouse Gas Inventory 2008*), que daqui para frente será chamado apenas de LEGGI 2008.

O primeiro documento refere-se apenas à cidade de Londres, que tem 2,6 km² e 7.800 habitantes, apesar de contar com 340.000 trabalhadores. Já o segundo contabiliza o consumo de energia e suas emissões de GEE associadas da área da Grande Londres, que inclui a Cidade de Londres e mais 32 *boroughs*¹⁷, totalizando uma área de 1.604km². Apesar de nenhum dos dois documentos ser o inventário de gases de efeito estufa de Londres, pode-se retirar algumas referências de boas práticas para o desenvolvimento de uma metodologia internacionalmente aceita para a produção de inventários locais.

O documento que apresenta a pegada de carbono da Cidade de Londres foca apenas no reporte de emissões de CO₂ para o consumo de energia em edifícios (incluindo a

¹⁷ *Borough* é uma unidade administrativa que pode ser fracamente traduzida como distrito ou freguesia. As autoras deste trabalho optaram por manter o nome original por se tratar de uma referência comum para a Região Administrativa da Grande Londres.

energia utilizada para o tratamento de água), não sendo, portanto, um inventário de gases de efeito estufa. Esse documento foi divulgado em 2009, porém não especifica seu ano base, ainda que fique subentendido que se trate do ano de 2008, uma vez que as fontes de algumas tabelas apontam para esse ano.

Já o LEGGI 2008 é um conjunto de documentos sobre a ferramenta desenvolvida para a Grande Londres que permite a identificação espacial do consumo de energia e das emissões de GEE relacionadas através do ArcGIS¹⁸. Apesar de não ser o inventário de todas as fontes de emissão da cidade, uma vez que está apenas relacionado com o uso de energia, o LEGGI 2008 constitui uma poderosa ferramenta que poderia ser expandida para englobar um inventário de emissões londrino completo. As fontes consideradas neste caso foram: residencial; comercial e industrial, transportes rodoviário, ferroviário, marítimo e aviação doméstica. O estudo corresponde ao ano base de 2008, porém contém informações de projeções futuras para 2011 e 2015, além de emissões ocorridas nos anos de 2004 e 2006. Sua fronteira espacial é a delimitação da Grande Londres, que inclui a cidade de Londres e os 32 *boroughs* vizinhos.

O LEGGI 2008 especifica todas as premissas e abordagens metodológicas utilizadas, sendo baseado principalmente em uma abordagem “*bottom-up*”, utilizando dados de atividade e fatores de emissão específicos e georreferenciados de Londres para o cálculo. Apenas para os casos em que os dados locais não estavam disponíveis foram utilizados dados nacionais. A importância da apresentação dessa ferramenta se dá pelo fato da mesma poder ser expandida para incluir fontes de emissão de GEE que não estão relacionadas ao uso de energia. Isso seria uma revolução nas metodologias atuais de contabilização de gases de efeito estufa, uma vez que permitiria o georreferenciamento das fontes. Sabe-se, no entanto, que a complexidade de elaboração de uma ferramenta tão completa está, normalmente, muito aquém do orçamento e da capacidade técnica da maioria das cidades em desenvolvimento do mundo.

4.2. Análise Comparativa dos Inventários Apresentados

A análise a seguir terá dois objetivos principais: analisar o tipo de reporte feito pelas cidades, no que se refere à apresentação e organização de seus dados e analisar a metodologia empregada, que consiste nas abordagens e premissas adotadas e, também, na maneira como as emissões foram calculadas. Ademais, averiguar a

¹⁸ ArcGIS é o nome de um grupo de programas computacionais e que constitui um Sistema de informação geográfica ou georreferenciada.

adequação dos inventários em relação à iniciativa mais recente de padronização da produção desses no nível local, o *Global Protocol For Community-Scale Greenhouse Gas Emissions* - GPC. Neste momento, não será avaliado no estudo se o GPC efetivamente se concretizará como uma alternativa completa para garantir a comparabilidade e unificação global de inventários de comunidade, o que será avaliado posteriormente no Capítulo 5.

4.2.1. O Reporte das Emissões

A qualidade do reporte possui uma importância estratégica para a transparência dos inventários, uma vez que os resultados das cidades podem não ser compatíveis e, portanto, não comparáveis. É, afinal, através dele que a cidade tem a oportunidade de divulgar seus métodos, escolhas, exclusões e considerações específicas para seu contexto local. Dessa forma, o entendimento do mesmo não se restringe exclusivamente à equipe de produção do inventário.

Nesta seção, o foco será avaliar os inventários em relação aos seus modos de apresentação, a maneira como os dados estão organizados, a indicação dos protocolos e guias utilizados e a apresentação de explicações de todas as considerações feitas, ainda que não seja relevante, neste momento, a qualidade e coerência destas.

a) Divulgação pública

Como já foi dito anteriormente, as cidades analisadas foram escolhidas justamente por permitirem acesso público a seus inventários. Nova York possui um *website*¹⁹ onde os documentos referentes ao planejamento da cidade, incluindo todos os seus inventários já publicados, estão disponibilizados. O Rio de Janeiro²⁰ e a cidade de Toronto²¹ também disponibilizam seus respectivos inventários em *sites*, porém apenas a versão mais recente. Já Durban publica, não só seu relatório de emissões, como um sumário executivo e sua base de dados em planilhas de cálculo, em seu *site*²². Londres não publica um inventário de GEE completo da cidade. Como foi dito anteriormente, essa cidade publica dois tipos diferentes de documentos: o inventário de GEE advindos do consumo de energia para a região da Grande Londres e a pegada de carbono da

¹⁹ <http://www.nyc.gov/html/planyc2030/html/publications/publications.shtml>

²⁰ <http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/exibeConteudo?article-id=2208901>

²¹ <http://www.toronto.ca/teo/greenhouse-emissions.htm>

²² http://www.durban.gov.za/Resource_Centre/Current%20Projects%20and%20Programmes/energyoffice/Pages/GHG-Inventory.aspx

cidade. Apesar disso, seus documentos disponibilizados²³ foram estudados, uma vez que foram considerados como tendo alta qualidade de dados, o que pode se comprovar pela existência de uma base de dados georreferenciados com livre acesso ao público para o caso do inventário do setor de energia.

b) Frequência

A regularidade com que as cidades elaboram seus inventários possibilita um acompanhamento da evolução das emissões ao longo do tempo. Neste sentido, Nova York reporta seus resultados desde 2007 anualmente. O Rio de Janeiro não possuía uma frequência de elaboração, tendo feito apenas o inventário de 1996 e 1998 e de 2005, mas a cidade está elaborando o inventário do ano base 2012, pretendendo, assim, manter uma regularidade quadrienal. Durban disponibiliza em seu site o inventário do ano base e do ano anterior, além de citar em sua publicação o inventário realizado em 2005. Toronto, por sua vez, não faz referência a publicações anteriores, não sendo possível identificar indícios de que a cidade pretenda publicar regularmente seu inventário.

c) Organização dos dados

Dentre as cidades analisadas, pôde-se perceber uma grande variação na forma do relatório. A cidade de Nova York não organizou de maneira clara os itens metodológicos considerados, estando esses mesclados com o texto de uma maneira geral, deixando algumas lacunas de informação referentes a protocolos e diretrizes gerais utilizadas. Isso gera uma maior dificuldade na identificação de critérios relevantes e questões metodológicas-chave intrínsecas ao reporte. Por outro lado, a cidade faz uma compilação gráfica de suas emissões, de maneira bastante concisa, e, ainda, apresenta uma tabela resumitiva em anexo que inclui a comparação com anos anteriores dos valores de consumo e emissões em CO₂e por setores e fontes. Isto pode ser destacado como um dos pontos fortes do relatório.

Toronto possui uma estrutura semelhante à de Nova York, apresentando as informações ao longo do texto, porém se apresenta melhor organizada na medida em que detalha por fontes as considerações utilizadas, como pode ser visto no Quadro 7.

²³Para o inventário do setor de energia: <http://www.london.gov.uk/priorities/environment/tackling-climate-change/london-energy-and-greenhouse-gas-inventory>.
Para a pegada de carbono da cidade: http://www.conurbant.eu/file/1141-London_SUS_CarbonFootprintreport.pdf

Quadro 7. Fontes dos dados de atividade para o Inventário de Toronto

Fonte de emissão	Fonte do dado	Dado fornecido	Área	Categoria dos dados
Gás Natural	Enbridge Gas Distribution Inc. (Toronto)	Total de m ³ faturado no ano	Pelos três primeiros dígitos do código postal	- Residencial
				- Apartamentos
				- Comercial
				- Industrial
Eletricidade	Toronto Hydro	Total de kWh faturado no ano	Pelos três primeiros dígitos do código postal	- Residencial
				- Serviço geral <5MW
				- Grandes consumidores >5MW
Deslocamento de veículos	Dados de tráfego da Divisão de Serviços de Transporte Ontário (MTO)	a) Volume médio de tráfego e quilometragem percorrida por veículos coletados entre 1987 e 2004	a) Por segmentos de rua	Para cada rua em Toronto classificada como Autoestradas municipais, Vias arteriais maiores, Vias arteriais menores, Coletora e vias locais.
		b) Proporção de caminhões em dados de volume de veículos (2004)	b) Em 776 interseções representativas	
		c) Volume médio de tráfego	c) Para autoestradas provinciais em Toronto	

Fonte: Adaptado de *Greenhouse Gases and Air Pollutants in the City of Toronto* (2007)

Já Durban, foi a que apresentou uma melhor estruturação, apresentando tópicos para definir cada parâmetro essencial para a elaboração de um inventário, como fronteiras, escopos e diretrizes utilizadas, de maneira separada e clara. A organização que a cidade adotou permite uma rápida localização dos itens de interesse, como métodos, fontes de dados, emissões por setores e fontes, e um maior detalhamento de sua base de dados, explicitando para cada setor e fonte de emissão os dados e todas as informações relevantes relacionadas, proporcionando uma maior facilidade no entendimento do relatório. O Quadro 8 representa um dos quadros apresentados no inventário para o setor de Resíduos e exemplifica a apresentação gráfica adotada.

Quadro 8: Descrição das emissões para o setor de Resíduos da cidade de Durban

Escopo	Fonte de Emissão	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	TOTAL
		tCO ₂ e			
Escopo 1	Emissões Fugitivas		180.461		180.461

- Fonte de Emissão: Emissões fugitivas geradas por dois aterros particulares
- Descrição do Dado: Dados históricos e do ano base da disposição dos resíduos, fornecidos pelo operador dos aterros. Para anos anteriores onde não existiam dados disponíveis, foram utilizados os dados publicados no Plano de Resíduos Sólidos do município.
- Questões relativas aos dados: Valores atualizados para 2011, entretanto dados antigos sobre disposição dos resíduos não estavam disponíveis.
- Fonte dos dados: Empresas Privadas que operam os aterros.

Fonte: Adaptado de *eThekwini Greenhouse Gas Emissions Inventory 2011*, Durban.

O Rio de Janeiro, por sua vez, também apresentou estrutura bem definida por setores de emissão, mas não apresenta os parâmetros básicos de elaboração (fronteiras, setores e aspectos metodológicos) em tópicos separados, assim como Durban, ainda que os explicita ao longo do capítulo introdutório. Em compensação, este é mais consistente na medida em que apresenta uma consolidação dos resultados para cada setor, por gases e fontes, além de demonstrar maior clareza nas explicações e considerações adotadas em cada um deles.

d) Conteúdo abordado nos inventários

No Quadro 9 abaixo, estão relacionados os critérios específicos utilizados para avaliar a qualidade do reporte feito por cada cidade em seu inventário de GEE. Lembrando que a tabela não considera se os itens avaliados foram reportados de maneira correta, apenas destaca se estes foram ou não abordados pelas cidades.

Em relação às informações contextuais, apenas Durban atendeu a todos os critérios analisados. Nova York não descreveu claramente sua fronteira, nem seus gases cobertos, ainda que tenha sido possível supor quais teriam sido abordados através de um dos anexos do relatório. Por sua vez, o Rio não utilizou a definição de escopos e Toronto descreveu apenas a descrição do ano base. Apenas Durban forneceu dados sobre a cidade, como indicadores econômicos, sociais e geográficos.

No caso das informações sobre as emissões, Rio e Toronto deixaram de informar as emissões por escopo, já que não utilizaram essa abordagem. Nova York e Toronto não apresentaram suas emissões desagregadas por gases, uma vez que não especificaram quais teriam sido abordados, reportando-as em CO₂e.

Quadro 9: Itens abordados pelos inventários das cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto e Durban.

Critérios	Cidades			
	Nova York	Rio de Janeiro	Toronto	Durban
Informações contextuais				
Dados sobre a cidade				✓
Descrição das fronteiras do inventário		✓		✓
Descrição dos escopos abrangidos	✓			✓
Descrição do ano base	✓	✓	✓	✓
Descrição dos gases inventariados		✓		✓
Informações sobre as emissões				
Emissões por escopo	✓			✓
Emissões por gases		✓		✓
Emissões por setores	✓	✓	✓	✓
Emissões por fontes	✓	✓	✓	✓
Emissões em CO ₂ e	✓	✓	✓	✓
Fatores de emissão	✓	✓	✓	✓
Potencial de Aquecimento Global				✓
Perfil de emissões no tempo	✓	✓		✓
Recálculo de anos passados	✓	✓		
Emissões biogênicas	✓	✓		
Metodologia	✓	✓	✓	✓
Indicação de tiers		✓		
Descrição de exclusões		✓	✓	
GEEs não cobertos por Quioto				
Intensidade de emissões	✓	✓	✓	✓
Outras informações				
Cálculo de incertezas		✓		
Verificação externa				
Estratégias de redução ou manejo de GEE	✓	✓	✓	
Metas de Redução	✓	✓		
Cenários de Emissões		✓		
Emissões Georreferenciadas				

Fonte: Autores²⁴

O perfil de emissões no tempo foi feito por Nova York, Rio de Janeiro e Durban, com objetivo de comparar as emissões, sendo que as duas primeiras também fizeram

²⁴ A escolha dos critérios analisados foi adaptada de WRI (2011).

recálculo de inventários anteriores para que seus resultados estivessem compatíveis, possibilitando uma comparação adequada. Isto demonstra que essas cidades possuem a preocupação de avaliar a evolução de suas emissões ao longo dos anos. Apesar de não realizar o recálculo, Durban, para efeito de comparação, apresenta as emissões de 2010 e 2011 em um quadro e justifica as diferenças entre os valores encontrados, e, além disso, reconhece que o aumento nas emissões comparadas com o inventário anterior pode ser consequência do aperfeiçoamento da metodologia com o tempo, destacando o fato de não ter feito o recálculo como um ponto fraco do inventário.

A cidade de Nova York apresenta, não só o perfil de emissões, mas também demonstra através de gráficos os fatores que ocasionaram o decréscimo das emissões, como pode ser visto na Figura 3.

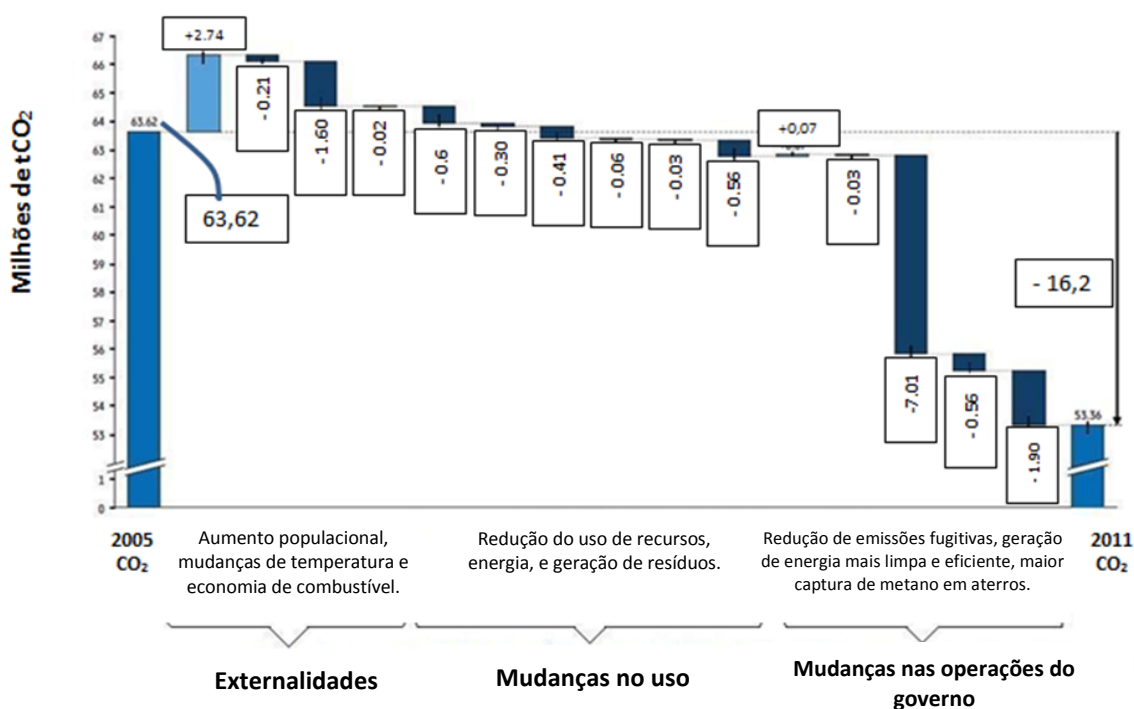


Figura 3. Percentual de Redução das emissões de GEE de Nova York por medidas de mitigação.

Fonte: Adaptado de plaNYC (2012)

Apenas Nova York e Rio de Janeiro apresentaram como item de memorando suas emissões biogênicas, ou seja, no caso, aquelas provenientes da queima de biocombustíveis. Em relação aos *tiers*, que avaliam a precisão dos dados utilizados, apenas o Rio de Janeiro os definiu, por ser um conceito abordado especificamente pela metodologia do IPCC. Na elaboração de seu inventário, a Cidade do Rio de

Janeiro utilizou o *tier 1* para todos os setores, exceto no uso de etanol e eletricidade, para os quais foi utilizado o *tier 2*. Além disso, é importante a indicação das exclusões para permitir a comparabilidade entre inventários de cidades, uma vez que se apresentadas, podem permitir um recálculo visando uma comparação adequada e compatível. Nesse caso, apenas Rio e Toronto especificaram algumas exclusões feitas. E ainda, Durban foi a única cidade a indicar os GWPs utilizados, que demonstram o potencial de aquecimento adotado para cada gás de efeito estufa em termos de CO₂e. Estes devem estar definidos no inventário, uma vez que podem ser utilizados dados de diferentes *IPCC Assessment Reports*, interferindo em uma boa comparação das emissões totais.

Com relação ao reporte de índices de intensidade de emissões, pôde-se verificar que todas as cidades apresentaram suas emissões per capita. Nesse sentido, destaca-se que Nova York apresenta uma comparação de sua intensidade por habitante com as outras cidades participantes do C40, Toronto, por sua vez, demonstra as intensidades da cidade em comparação com a região de Ontário e com o Canadá. O Rio apresenta uma tabela com valores de emissão per capita de algumas cidades, a título comparativo, enquanto que Durban relata sua magnitude com base na quantidade de moradias para o setor residencial e no PIB da cidade para o setor comercial. O documento de Londres sobre sua pegada de carbono apresenta, ainda, um ótimo índice para as suas emissões do setor comercial: tCO₂ por m² de área construída e tCO₂ por trabalhador. Esse índice se mostra bastante eficaz para o caso, no sentido de que uma análise por habitante induziria a um índice superestimado, dado que a cidade de Londres é basicamente um centro comercial. Dessa forma, percebe-se que a intensidade de carbono deve estar de acordo com as atividades desenvolvidas dentro do território.

Todo inventário traz um grau de incerteza associado, uma vez que se trata de estimativas e não de medições (ROVERE *et al.*, 2000). Apesar disso, apenas o inventário do Rio de Janeiro apresentou esta avaliação, ainda que de forma qualitativa, atribuindo graus alto, médio e baixo para cada item analisado, o que demonstra para cada fonte se as estimativas estariam confiáveis ou não. Outro critério importante no relato é a preocupação com a verificação externa dos resultados obtidos, porém nenhum dos inventários analisados atendeu a esse item.

Nova York, Rio e Toronto apresentaram estratégias de mitigação e redução de gases de efeito estufa, que se apresenta como uma importante ferramenta para o planejamento de ações locais. Apenas Nova York e Rio apresentaram, além disso,

suas metas de redução a serem alcançadas, como determinado em suas políticas climáticas. O Rio de Janeiro apresentou também, o cenário de emissões dos gases da cidade até 2025, demonstrando a preocupação com a situação climática futura, baseado em seu crescimento populacional, e permitindo o estabelecimento de ações e medidas de mitigação para esses cenários futuros. Segundo DUBEUX (2007), a construção de cenários é uma etapa complementar aos inventários que permite uma projeção da linha de base caso se mantivessem as práticas atuais e uma avaliação de resultados das diferentes estratégias em favor do clima, tais como planos de ação, projetos, etc., objetivando uma redução de emissões. Com relação às informações georreferenciadas, identificou-se que nenhuma das cidades atendeu a este critério, e, neste sentido, é importante destacar o LEGGI 2008 da Grande Londres. Esta ferramenta foi utilizada para apresentar as emissões georreferenciadas por fontes na região de estudo, se mostrando como uma alternativa para o aumento da acurácia dos dados. Apesar da complexidade de elaboração, como foi dito anteriormente, essa análise permite um rastreamento e uma identificação da origem das emissões, o que levaria a um planejamento das ações específicas para os locais com situação mais crítica em termos de emissão, e seria de grande auxílio para outras cidades.

4.2.2. A Metodologia dos Inventários Estudados

Como dito anteriormente, não basta que os inventários sejam comparáveis sem que haja nestes, qualidade suficiente para garantir sua integralidade e acurácia. Considerando que o objetivo deste estudo é, também, verificar se o que as cidades têm feito de fato traduz sua real responsabilidade com relação às emissões de GEE, nesta seção, serão, então, analisadas as metodologias utilizadas por cada uma das cidades selecionadas. E, finalmente, avaliar a qualidade e coerência destas.

O Quadro 10 resume a análise dos critérios metodológicos identificados nos inventários de GEE das cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto e Durban.

Com relação à equipe envolvida no desenvolvimento dos documentos, destaca-se a atuação de Nova York, cuja equipe é composta por poucos profissionais que se dedicam apenas à compilação dos resultados da cidade. Todos os outros inventários analisados contaram com a participação de equipes externas contratadas. Com a internalização do desenvolvimento do inventário, as cidades poderiam reduzir custos, uma vez que não precisariam do auxílio de consultorias ou equipes técnicas, podendo empregar esse capital em medidas de redução e monitoramento das emissões inventariadas.

Quadro 10. Critérios metodológicos utilizados na elaboração dos inventários de GEE pelas cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto e Durban.

Critérios				Cidades				
				Nova York	Rio de Janeiro	Toronto	Durban	
Informações Gerais								
Ano base				2011	2005	2004	2011	
Equipe envolvida				Interna	Externa	Externa	Externa	
Metodologia e diretrizes				Metodologia própria	Metodologia própria com base no IPCC 2006	Metodologia própria	Metodologia própria com diretrizes do IEAP e LGOP	
Fronteira				Não informa	Emissões provenientes das atividades da cidade	Emissões provenientes das atividades da cidade	Fronteira geopolítica sob jurisdição do município	
Gases cobertos				CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs e SF ₆	CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O	Não informa	CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O	
Potencial de Aquecimento Global (GWP)				Não informa	2nd Assessment Report do IPCC ²⁵	Não informa	2011, <i>Defra GHG Conversion Factors (2nd Assessment Report do IPCC)</i>	
Escopos				1, 2 e 3 ²⁶	Não define, porém contabiliza emissões diretas e indiretas	Não define, porém contabiliza emissões diretas e indiretas	1, 2 e 3 ²⁷	
Setores				Edifícios; Transporte; Emissões fugitivas; Iluminação pública.	IPCC (Energia, IPPU, AFOLU e Resíduos)	Residencial; Comercial e pequenas indústrias; Indústria e grande comércio; Transporte; Transporte de resíduos para Michigan; Iluminação pública; e Resíduos	Residencial; Industrial; Transporte; Agricultura; e Resíduos Sólidos	
Fontes Excluídas				Não informa	Emissões relativas à indústria de cerâmica, carbonatos e a utilização de barrilhas e anestésicos; e queima de vegetação	Não informa	Consumo de coque, carvão e gás de refinaria para o setor industrial	
Dados utilizados								
Setores	Energia	Transporte	Transporte Público			Volume médio de tráfego e quilometragem percorrida; e proporção de caminhões em dados de volume de veículos		
				Consumo de combustível	Consumo de combustível	NC		

²⁵ Não foi reportado, porém pôde-se presumir a partir de cálculos.

²⁶ O escopo 3 de NY inclui transporte aéreo e resíduos dispostos fora da fronteira da cidade.

²⁷ O escopo 3 de Durban inclui transporte marítimo e aéreo.

Critérios		Cidades					
		Nova York	Rio de Janeiro	Toronto	Durban		
Setores	Energia	Transporte	Transporte Particular	Estimado por milhas viajadas	Compra de combustível nos postos de abastecimento dentro da cidade	Volume médio de tráfego e quilometragem percorrida; e proporção de caminhões em dados de volume de veículos	Compra de combustível nos postos de abastecimento dentro da cidade
			Transporte de Resíduos	Quantidade de resíduos; tipo de transporte; e distância percorrida até a disposição final	Consumo de combustível	Quantidade de resíduo	NC
			Aviação	Consumo de combustível	Consumo de combustível	NC	Consumo de combustível
			Transporte Marítimo	NC	Consumo de combustível	NC	Consumo de combustível
		Eletricidade e Vapor		Consumo de eletricidade e vapor	Não informa	Consumo de eletricidade	Consumo de eletricidade
		Combustão Estacionária		Para óleo combustível: licenças de uso de óleo combustível e estimativas de uso por m ² de área construída Para gás natural: consumo do combustível	Não informa	Dados de consumo de combustível	Quantidade de combustível comprada dentro da cidade
		Emissões Fugitivas	Distribuição de gás natural	Não informa	Quantidade de gás comercializado	NC	NC
	SF6 da distribuição de eletricidade		Não informa	NC	NC	NC	
	Resíduos	Resíduos Sólidos		Para aterros municipais: dados de coleta de gás no aterro. Para resíduos exportados: Dados de geração de resíduos	Produção per capita de resíduos; taxa de coleta seletiva; e gravimetria do lixo	Para emissões acumuladas de anos anteriores: Tipo e quantidade de resíduos dispostos nos anos anteriores. Para emissões futuras: Tipo e quantidade de resíduos dispostos no ano base	Resíduos recebidos pelos aterros particulares

Critérios			Cidades					
			Nova York	Rio de Janeiro	Toronto	Durban		
Setores	Resíduos	Tratamento de Esgoto	Para CH ₄ : Gás produzido no digestor Para N ₂ O: Descarga de nitrogênio					
	IPPU	Processos Industriais		NC	Produção total	NC	NC	
		Uso de Produtos	Outros	NC	Produção total			
			HFCs de sistemas de refrigeração	Número de veículos em operação na frota municipal e o tipo de gás refrigerante em cada sistema	NC			NC
	AFOLU	Atividades Agrícolas		NC	Área queimada; área agrícola; área colhida; e quantidade de fertilizante aplicada	NC	Área com cultivo de cana-de-açúcar	
		Atividades de Pecuária			Não informa		Número e tipos de animais	
		Cobertura Florestal e Uso do Solo			Variação média anual das superfícies dos principais usos do solo		NC	NC
	Fonte dos fatores de emissão e parâmetros utilizados							
	Setores	Energia	Transporte	Transporte Público	LGOP – Fator Nacional	Não informa	Fator Nacional	NC
				Transporte Particular	LGOP – Fator Nacional	Não informa	Fator Nacional	DEFRA
Transporte de Resíduos				LGOP – Fator Nacional	Não informa	Coeficiente próprio	NC	
Aviação				LGOP – Fator Nacional	Não informa	NC	DEFRA	
Transporte Marítimo				NC	Não informa	NC	DEFRA	
Eletricidade e Vapor			Coeficiente Próprio	Coeficiente Próprio	Coeficiente Próprio	Fator Nacional		
Combustão Estacionária			LGOP – Fator Nacional	Não informa	Fator Nacional	DEFRA		
Emissões Fugitivas			Distribuição de gás natural	LGOP	IPCC	NC	NC	

Critérios				Cidades			
				Nova York	Rio de Janeiro	Toronto	Durban
Setores	Energia	Emissões Fugitivas	SF ₆ da distribuição de eletricidade	NA	NC	NC	NC
	Resíduos	Resíduos Sólidos		Para aterros municipais: LGOP Para Resíduos exportados: <i>US Community Protocol</i> baseado no <i>EPA's Waste Reduction Model</i>	Não informa	Para emissões acumuladas de anos anteriores: <i>Canadian Greenhouse Gas Software for Cities</i> , salvo em aterros com emissões certificadas de CH ₄ . Para emissões futuras: Não informa	Não Informa
		Tratamento de Esgoto		LGOP	Não informa	NC	NC
	IPPU	Processos Industriais		NC	IPCC		
		Uso de Produtos	Outros	NC	IPCC		
			HFCs de sistemas de refrigeração	IPCC	NC		
	AFOLU	Atividades Agrícolas		NC	IPCC	NC	IPCC
		Atividades de Pecuária			Não informa		IPCC
		Cobertura Florestal e Uso do Solo			Não informa		NC

NA- Não se aplica fator de emissão

NC – Não foi contabilizado

Não informa- Omissões de parâmetros utilizados

Fonte: Autores

Já em relação às diretrizes utilizadas, as cidades de Toronto e de Nova York contabilizaram suas emissões a partir de metodologias próprias, enquanto que o Rio de Janeiro e a cidade de Durban se apoiaram em guias internacionais para realizar seus cálculos. O Rio adaptou a metodologia do IPCC, que é para inventários nacionais, para o caso da cidade. Durban utilizou o LGOP (*Local Government Operations Protocol*) e o IEAP (*International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol*) como diretrizes, porém, como será visto adiante, contabilizou suas emissões de comunidade a partir de um modelo de inventário corporativo, não analisando as emissões provenientes das atividades da cidade com um todo.

Sobre a definição de fronteira, Nova York não a fez em seu documento, o que prejudica o entendimento do mesmo. Apesar disso, pôde-se inferir que sua abordagem de fronteira tenha sido a mesma utilizada pelas cidades do Rio de Janeiro e Toronto: contabilizar emissões provenientes das atividades da cidade, não importando onde estas foram liberadas. Durban, por sua vez, definiu com fronteira o limite geopolítico que engloba a área sob jurisdição da autoridade municipal. Dessa forma, Durban deixou de considerar algumas emissões provenientes das atividades da comunidade, por não serem emitidas dentro da fronteira. Além disso, o relatório de comunidade da mesma, não inclui nenhuma fonte de emissão que seja controlada pela administração local, contabilizando apenas aquelas vinculadas ao setor privado. Como foi dito anteriormente, as emissões do governo representam um subsetor da comunidade, devendo ser incluídas nas emissões totais da mesma, ainda que a autoridade pública possa reportá-las de maneira destacada, elaborando um inventário operacional do governo. A abordagem escolhida por Durban neste caso foi elaborar um inventário contemplando tanto as emissões da comunidade como as do governo separadamente, somando-as ao final do inventário, o que, teoricamente, não se traduziria em dupla contagem, porém em termos de qualidade não é o que se recomenda nos guias estudados. Inclusive, o protocolo que se aplica às emissões da comunidade utilizado por Durban (IEAP) define que as emissões provenientes das atividades da cidade, ainda que ocorram fora da fronteira, devem ser contabilizadas em sua totalidade.

A respeito dos gases inventariados, apenas Toronto não explicitou os abordados em seu relatório, chamando-os apenas de GEE. Rio de Janeiro e Durban contabilizaram os três mais usuais: CO₂, CH₄ e N₂O. Já Nova York foi a cidade que incluiu a maior abrangência de gases de efeito estufa, contabilizando, inclusive, HFCs do sistema de refrigeração da frota de veículos municipal e SF₆ utilizado como isolante no sistema de distribuição de energia. Pode-se destacar a importância da contabilização desses gases, ainda que sejam utilizados em pequenas quantidades, já que possuem

potencial de aquecimento global milhares de vezes maior que o CO₂. Cabe destacar, ainda, que Londres em seu inventário do setor de Energia incluiu a princípio todos os gases previstos no IPCC: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC e SF₆. O relatório justificou em sua metodologia, que a exclusão dos 3 últimos foi feita baseada no fato destes gases estarem relacionados a atividades industriais específicas localizadas fora da região da Grande Londres, não representando assim, emissões significativas dentro da cidade.

Os potenciais de aquecimento global foram informados apenas por Durban. O Rio de Janeiro, apesar de não indicar os GWPs utilizados, apresenta suas emissões por gases, o que possibilitou o cálculo regressivo dos potenciais utilizados, concluindo-se que foram utilizados os do 2nd *IPCC Assessment Report*, assim como Durban. Segundo o IEAP, a prática internacional é utilizar os valores dessa publicação, como determinado pela CQNUMC. Ainda segundo esse protocolo, isso poderá ser modificado no futuro, possibilitando que sejam adotados os valores mais recentes encontrados pelos novos relatórios do IPCC.

Com relação aos escopos, Rio de Janeiro e Toronto não utilizam esta definição para contabilizar suas emissões. A cidade do Rio de Janeiro não apresenta essa definição, uma vez que adaptou a metodologia utilizada pelo IPCC, que não contém esse conceito e exige somente a contabilização das emissões diretas. Ambas as cidades, porém, apresentam em seus inventários fontes de emissão que poderiam ser categorizadas nos três escopos. O arranjo das fontes de todas as cidades selecionadas por escopo, inclusive a possível subdivisão para o Rio de Janeiro e Durban, pode ser visto no Quadro 11.

A divisão por escopo apresentada, para as cidades de Nova York e Durban, foi retirada de seus respectivos inventários, enquanto que a divisão para Toronto foi enquadrada de acordo com o que se pôde presumir através da análise do que foi contabilizado neste inventário. A cidade do Rio de Janeiro, por sua vez, não utilizou esta subdivisão no inventário analisado, porém, em exercício posterior, as emissões do ano de 2005 foram divididas por escopos de acordo com as diretrizes do IEAP. É importante destacar que neste rearranjo não foram recalculadas as emissões, sendo este, apenas uma rearrumação dos dados já apresentados, o que, inclusive, foi verificado pelo WRI, como foi tratado por CARLONI (2012). A vantagem de contabilizar por escopos é permitir maior clareza na interpretação dos resultados, no caso de serem necessárias verificações externas e, além disso, garantir a transparência e comparabilidade entre inventários, internacionalmente. O reporte das emissões indiretas (escopo 3) permite avaliar emissões que sejam de responsabilidade da

cidade, independentemente de onde sejam lançadas, ainda que essas sejam mais difíceis de medir com acurácia adequada.

Quadro 11. Divisão das emissões das cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto e Durban, por escopos.

Escopo	Cidades			
	<i>Nova York*</i>	<i>Rio de Janeiro***</i>	<i>Toronto**</i>	<i>Durban*</i>
Escopo 1	<i>Queima de combustíveis fósseis; Tratamento de esgoto e disposição de resíduos dentro da fronteira da cidade</i>	<i>Queima de combustíveis fósseis; Disposição de Resíduos e Tratamento de esgoto; Atividades industriais; Mudanças no uso do solo e agricultura</i>	<i>Queima de combustíveis fósseis;</i>	<i>Queima de combustíveis fósseis; Resíduos dispostos dentro da cidade; Fermentação entérica; Queima para preparo da colheita de cana-de-açúcar</i>
Escopo 2	<i>Compra de energia elétrica e vapor do grid</i>	<i>Compra de energia elétrica do grid</i>	<i>Compra de energia elétrica do grid</i>	<i>Compra de energia elétrica do grid</i>
Escopo 3	<i>Transporte aéreo; Resíduos dispostos fora da fronteira da cidade</i>	<i>Transporte aéreo internacional; Resíduos dispostos fora da fronteira da cidade; Consumo de combustíveis fósseis em transportes fora da fronteira; Cadeia produtiva do etanol</i>	<i>Resíduos dispostos fora da fronteira da cidade</i>	<i>Transporte marítimo e aéreo</i>

*A cidade separou suas fontes por escopos

***A cidade dividiu suas emissões por escopos posteriormente

Fonte: Autores

Os setores de emissão de uma cidade podem variar em ampla escala dependendo das atividades desenvolvidas dentro da mesma. Cada cidade definiu seus setores da seguinte maneira:

- **Rio de Janeiro:**
 - Energia
 - Transporte
 - Residencial e Comercial
 - Público e outros
 - Industrial
 - Bunker, Refino de Petróleo e Emissões Fugitivas de Gás Natural
 - IPPU
 - AFOLU
- **Nova York:**
 - Edifícios
 - Residenciais
 - Comerciais
 - Institucionais
 - Industriais
 - Transporte
 - Emissões fugitivas
 - Tratamento de esgoto
 - Resíduos
 - Distribuição de eletricidade e

- Resíduos
 - Resíduos Sólidos
 - Efluentes Líquidos
- gás natural
 - Sistemas de refrigeração da frota de veículos municipal
- Iluminação pública
- **Toronto:**
 - Residencial
 - Comercial e pequenas indústrias
 - Indústria e grande comércio
 - Transporte
 - Transporte de resíduos para Michigan
 - Iluminação pública
 - Resíduos
- **Durban:**
 - Residencial
 - Industrial
 - Transporte
 - Agricultura
 - Resíduos Sólidos

Pôde-se observar que dentre todos os inventários analisados é unânime contabilizar as emissões de transporte e energia. Apenas Rio de Janeiro e Durban incluíram o setor AFOLU, sendo que Durban contabilizou apenas as emissões referentes à queimada da cana-de-açúcar e a fermentação entérica, enquanto que o Rio de Janeiro, além dessas emissões, incluiu a mudança no uso do solo e outras emissões por atividades agrícolas. Esta cidade analisou também, ao contrário de todas as outras, as emissões do setor de processos industriais e uso dos produtos (IPPU), o que representa um ganho relacionado à integralidade do inventário da cidade. Em relação aos resíduos, apenas Nova York e Rio de Janeiro calcularam as emissões do tratamento de esgoto. Para um bom entendimento do inventário, é importante que os setores estejam bem definidos, e que sejam suficientemente representativos de todas as atividades que geram emissões realizadas pela cidade. Sendo assim, seria importante e mais adequada à esfera local a alocação em setores que incluíssem: todas as emissões de resíduos; as emissões de transporte separadas das de outros usos de energia; as emissões de fontes estacionárias para subsetores industrial, comercial, residencial e institucional; as emissões relacionadas ao uso do solo e agricultura; as emissões relacionadas a processos industriais; e as emissões fugitivas relativas ao isolamento e ao escape de gases em tubulações.

Uma vez decididos os setores e as fontes a serem inventariadas, a comunidade deve deixar claro as exclusões e premissas que foram feitas e adotadas em seu inventário, respeitando, assim, o princípio de transparência. Nesse sentido, Durban não pôde contabilizar as emissões do setor industrial advindas do consumo de coque, gás de refinaria e carvão por falta de dados. Por sua vez, o Rio evidenciou a exclusão das

emissões relativas à indústria de cerâmica, carbonatos e a utilização de barrilhas e anestésicos e as emissões de queima de vegetação, também, por falta de dados. Isso não significa que o Rio tenha evidenciado todas as suas omissões e, tampouco, indica que as outras cidades de fato tiveram alguma exclusão a ser reportada. Por exemplo, foi identificada a falta do setor de processos industriais no inventário de NY, e é possível que realmente não existam indústrias no território municipal, ainda assim, deveria existir alguma indicação de que essas emissões não são aplicáveis no contexto local, se este fosse o caso.

As metodologias adotadas, os fatores de emissão e os dados de atividades escolhidos podem ser analisados por cada fonte considerada, podendo ser divididos da seguinte maneira:

a) Transporte

Para o setor de transporte, foi identificada uma grande diferenciação entre as metodologias utilizadas pelas cidades, uma vez que essas emissões permitem abordagens de fronteiras diferentes.

Para o caso de transporte público, todas as cidades utilizam dados de consumo de combustível pela frota. Esses dados são relativamente fáceis de obter, uma vez que o governo ou a concessionária possuem os dados sobre suas operações. Com relação ao transporte de veículos particulares, pode-se dizer que Rio de Janeiro e Durban são as únicas cidades a estimar suas emissões do transporte, mesmo que fora de suas fronteiras. Para o Rio de Janeiro, enquanto centro de uma região metropolitana, isso significa que a cidade considerou como suas as emissões advindas dos transportes através da contabilização do consumo de combustível em postos de abastecimento dentro da cidade, independentemente de onde foram lançadas.

A abordagem que considera a responsabilidade das emissões não importando onde elas sejam lançadas é bastante interessante para o caso dessa cidade, uma vez que são as atividades socioeconômicas dela que estimulam o tráfego de veículos em vários municípios vizinhos. Apesar disso, a estimativa pelo consumo de combustível dentro da fronteira não fornece a acurácia adequada, já que pode existir consumo de combustível fora da fronteira municipal que seja decorrente de atividades da cidade. O Rio estimou, ainda, as emissões advindas do consumo do biocombustível utilizado em sua frota: o etanol. Ainda que a queima do etanol gere emissões biogênicas, e que, portanto, não devem ser contabilizadas, a não ser a título de item de memorando, existem emissões associadas a sua produção que devem ter sua responsabilidade atribuída ao consumidor. No caso de Durban, é importante destacar que a cidade teve

duas dificuldades em sua contabilização das emissões do transporte: a falta de informação para várias localidades e a não diferenciação entre tipos de combustível, o que prejudicou ainda mais a contabilização das emissões desse setor. Em contrapartida, Nova York e Toronto estimaram suas emissões através de dados de distância percorrida. Esse dado de atividade é muito mais difícil de ser obtido que os dados de consumo de combustíveis, porém é muito mais preciso. Apesar disso, Nova York não deixa claro se essa estimativa é aplicada somente para o transporte dentro da fronteira.

Dessa forma, para o bom entendimento do inventário seria necessário que houvesse o detalhamento metodológico, assim como Toronto o fez. Para quantificar as emissões que ocorreram dentro da fronteira, Toronto assumiu que os dados de venda de combustíveis não refletiriam adequadamente as emissões, uma vez que não há garantia de onde este combustível seria queimado. Portanto, a metodologia escolhida para solucionar este gargalo foi fazer uma estimativa da distância percorrida por tipo de veículo e o tipo de combustível utilizado (gasolina e diesel) no ano base, através de dados de registro dos veículos, de volume de tráfego na cidade e comprimento das rodovias. A cidade precisou assumir os valores médios de eficiência do combustível e dividir as distâncias percorridas por cada tipo de veículo, e, assim, combinar aos fatores de emissão, que também foram apresentados por tipo de veículo. Nova York e Toronto apenas contabilizam as emissões de escopo 1, sendo aquelas que ocorreram dentro das suas fronteiras. Portanto, é possível dizer que Rio de Janeiro e Durban foram as únicas a contabilizar as emissões de escopo 1 (realizadas dentro da fronteira) e 3 (demandadas por atividades da cidade) com relação ao transporte particular, ainda que nenhum dos escopos esteja sendo contabilizado integralmente. Isto porque a alocação por compra de combustíveis dentro da cidade, pode excluir as viagens realizadas dentro da fronteira com combustíveis comprados em outros municípios.

Para o transporte de resíduos, o Rio de Janeiro utilizou a mesma abordagem citada acima, uma vez que o transporte é feito pela companhia municipal de coleta de resíduos, tendo, então, os dados de consumo de combustível. Nova York e Toronto fizeram aproximações utilizando dados de quantidade de resíduos transportados. NY também considerou o tipo de transporte e a distância percorrida até a disposição final, calculando as emissões a partir da estimativa do número de caminhões e trens necessários para o transporte dos resíduos, e seus respectivos consumos de combustível para a distância média ponderada até os aterros receptores. Durban, por sua vez, não explicita como, e se, foram contabilizadas as emissões desse transporte,

porém, é possível que essas emissões estejam alocadas no transporte rodoviário da cidade, se ele for realizado por uma entidade privada, uma vez que Durban não contabiliza em suas emissões de comunidade aquelas provenientes de fontes operadas pelo governo.

Para os transportes públicos, particulares e de resíduos (sendo ele público ou privado), Nova York e Toronto utilizaram fatores de emissão nacionais, exceto no caso de resíduos, onde o coeficiente utilizado por Toronto foi próprio. Para o transporte particular, Durban utilizou o fator de emissão do DEFRA²⁸, enquanto que a cidade do Rio não informou os fatores utilizados.

No caso de Londres, tem-se que o LEGGI 2008 é tão específico e complexo para a espacialização das emissões, que foram consideradas as emissões em unidades de um km². E, dessa forma, a metodologia utilizada para os cálculos de emissão foi extremamente eficaz e complexa no caso dos veículos rodoviários, já que foram feitos pela estimativa de tráfego por hora para cada rua englobada no estudo.

Já em relação ao transporte aéreo, a cidade de NY considerou como item informativo em suas emissões os vôos internacionais e nacionais, utilizando dados de consumo de óleo e gasolina de aviação nos aeroportos LaGuardia e John F. Kennedy estimados pela quantidade de passageiros embarcados nos terminais durante o ano. A cidade do Rio de Janeiro contabiliza também suas emissões de vôos internacionais e nacionais, porém os internacionais não são contabilizados no total geral do município, sendo alocados como bunker. Durban utiliza dados de combustível consumido, enquanto Toronto não faz essa contabilização e nem a justifica, apesar de ter dentro de seu território dois aeroportos. Sobre os fatores de emissão, novamente, Nova York utilizou fatores nacionais e Durban os do DEFRA, enquanto o Rio não informou. Londres contabiliza as emissões provenientes de aeronaves para o seu maior aeroporto (London Heathrow) tanto em pouso, quanto em decolagem, até a altura de 1000m acima do solo, dessa forma, não aborda apenas o combustível comprado na cidade, mas também as emissões que estariam ocorrendo ainda na bacia aérea. Além disso, incluiu também as emissões dos aeroportos menores.

Por outro lado, o transporte hidroviário foi apenas contabilizado por Durban e Rio de Janeiro, apesar de as cidades de Toronto e Nova York também contarem com esse tipo de transporte. Durban não especificou o tipo de transporte marítimo considerado, enquanto que o Rio não incluiu transporte marítimo internacional. Todos os dados de atividade foram relacionados ao consumo de combustível marítimo. O Rio de Janeiro

²⁸ Departamento para questões de meio ambiente, de alimentos e rurais da Inglaterra (*Department for Environment, Food and Rural Affairs*).

não informou os fatores utilizados e Durban utilizou os do DEFRA. É importante destacar que Durban, por falta de dados para o ano base, utilizou a quantidade comprada de combustível de aviação e marítimo dentro do município do ano de 2010.

b) Energia elétrica e térmica

As emissões de geração de energia elétrica e vapor de aquecimento que são emitidas fora da fronteira da cidade devem ser alocadas no escopo 2, enquanto que as que ocorrem dentro da fronteira devem ser alocadas no escopo 1. Durban não possui geração de energia elétrica dentro de sua fronteira, e, portanto, alocou suas emissões no escopo 2, utilizando dados de consumo de energia elétrica nos setores industrial, comercial e residencial, utilizando o fator de emissão cedido pela companhia de distribuição nacional. A determinação do coeficiente de emissão do setor elétrico é um dos casos em que Nova York, com o objetivo de melhorar a qualidade da contabilização das emissões, desenvolveu metodologia própria, ao invés de utilizar o coeficiente eGRID da EPA²⁹, pelos seguintes motivos:

- O coeficiente eGRID possui base regional e não considerava a energia gerada apenas na cidade de Nova York.
- O coeficiente eGRID não inclui a eletricidade importada para Nova York, que representa uma quantidade significativa do abastecimento de energia elétrica.
- O coeficiente é baseado em dados antigos - o mais recente é baseado em dados de geração de 2009- o que não permitia à cidade medir o impacto das mudanças no fornecimento de energia que ocorreram durante o ano em análise.

O cálculo do coeficiente foi feito com base na eficiência de cada planta energética e no combustível utilizado, considerando, ainda, as perdas de transmissão. Nova York também calculou seu próprio coeficiente para geração de vapor. Este foi desenvolvido para ser usado em macro escala e aloca maior parte do combustível utilizado na geração combinada de vapor e eletricidade, uma vez que o recomendado pela EPA não refletia resultados consistentes por alocar a maioria das emissões da cogeração no setor de eletricidade. Tanto a eletricidade, quanto o vapor, que foram importados para a cidade de NY, foram alocados no escopo 2. A cidade, porém, não deixou claro se as emissões diretas da geração de energia dentro da cidade estão sendo contabilizadas no escopo 1 ou 2 do inventário. Toronto também adotou um coeficiente

²⁹ U.S. Environmental Protection Agency, *Documentation for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors Used in the Waste Reduction Model (WARM)*. Disponível em <http://www.epa.gov/climatechange/waste/SWMGHGreport.html>

próprio para a eletricidade. O fator de emissão foi adaptado a partir da média de emissões por kWh de toda eletricidade consumida na província de Ontário, ainda que gerada fora da fronteira, e, considerando as perdas de transmissão e distribuição. Como Toronto não define as emissões por escopo, não é possível distinguir o que seriam as emissões relativas à geração de energia dentro da fronteira daquelas que seriam importadas. Para a contabilização das emissões provenientes do aquecimento e do uso de energia elétrica, a obtenção dos dados de consumo foi feita com elevada acurácia, pois estes são retirados das faturas dos próprios usuários. As emissões foram dadas preferencialmente em termos de gás natural e eletricidade, apesar da cidade reconhecer que o óleo combustível também é utilizado para aquecimento, porém, devido a menor escala de uso, e pela falta de informações suficientes a respeito do consumo residencial, esse combustível não foi considerado no inventário. O Rio de Janeiro também calculou seu próprio coeficiente a partir de uma média ponderada dos dados de emissão do grid nacional e das emissões de uma termoelétrica localizada em seu território. Este método foi adotado, pois considerou-se que as emissões da usina eram relevantes para o fator de emissão local e que, ao utilizar o fator do grid somente, haveria uma diminuição da responsabilidade da cidade nessa emissão.

c) Queima estacionária de combustíveis fósseis

Nova York avaliou o consumo de diferentes tipos de óleo combustível utilizados em edifícios institucionais, residenciais, comerciais e industriais. Os dados de atividade foram a estimativa do uso por m² e as informações sobre as licenças dos equipamentos que fazem uso de óleo combustível. Além disso, foi contabilizado o consumo de gás natural em edifícios, utilizando dados de consumo da concessionária distribuidora deste combustível. Os fatores de emissão utilizados foram nacionais, retirados do LGOP.

A cidade do Rio de Janeiro não apresenta a fonte dos dados de atividade nem os fatores de emissão utilizados para o cálculo das emissões relativas à queima de combustíveis fósseis. Apesar disso, elabora uma tabela com as emissões por tipo de combustível para os setores comercial, residencial, industrial e público e outros, não fica claro, porém, o que seriam “outros”. Uma das fontes de emissão estacionária da cidade é a refinaria de petróleo presente no município, porém essa não foi incluída no total da cidade, uma vez que não foi possível obter os dados de emissão diretamente do refino, utilizando-se um fator de emissão por produção de outras refinarias. O reporte dessas emissões no total da cidade acarretaria uma maior incerteza nos cálculos, porém a sua exclusão diminui a integralidade do mesmo.

Os fatores de emissão utilizados por Toronto foram retirados do inventário nacional do Canadá, abrangendo as emissões relativas ao uso de gás natural, óleo combustível e propano, nos setores residencial, industrial e comercial. As emissões foram calculadas através dos dados de consumo nas faturas pagas pelos usuários.

Durban, por sua vez, contabilizou as emissões de fontes estacionárias dos setores industrial e residencial, os dados de atividade foram baseados no consumo de combustíveis e os fatores de emissão em ambos os casos foram retirados do DEFRA. O departamento de energia, fornecedor dos dados de consumo, não é capaz de categorizar os dados dentro de cada setor, e, portanto, foi estimado que 10% do GLP e 50% da parafina de iluminação estão no setor residencial. Já para o setor industrial, o problema encontrado foi a falta de dados para o consumo de coque, carvão e gás de refinaria para o ano inventariado, e, dessa forma, foram utilizados os dados do inventário de 2006.

Como um exemplo de obtenção de dados mais precisos e de informações diversas, pode-se citar o que a cidade de Londres fez em sua pegada de carbono. Além dos dados de atividade obtidos através de agências locais e nacionais, para complementar a obtenção das informações necessárias para o setor comercial, foram enviados 1.400 questionários para representantes do setor. Apesar do esforço, somente 6% dos questionários foram respondidos, mas havendo uma campanha de devolução é possível que essa iniciativa possa agregar maior conhecimento sobre uso de energia e medidas de eficiência tomadas nesse setor.

d) Emissões fugitivas

Neste item, serão abordadas as emissões fugitivas provenientes da distribuição do gás natural e do SF₆ utilizado como isolante na distribuição de eletricidade, uma vez que foram as únicas emissões fugitivas do setor de energia identificadas pelas cidades. Toronto e Durban não incluíram essas emissões em seu inventário, já Nova York informa em sua tabela de emissões, as emissões de CH₄ da distribuição de gás e SF₆ da distribuição de eletricidade, porém não explica na metodologia quais dados foram utilizados para esse cálculo. A cidade do Rio de Janeiro contabiliza apenas, as emissões fugitivas de gás natural. Para isso utiliza dados de volume total de gás comercializado no município, através da distribuidora de gás natural, e fatores de emissão de CH₄ e CO₂ do IPCC, para países em desenvolvimento. A contabilização das emissões fugitivas de SF₆ é importante dado seu alto potencial de aquecimento, como já foi visto anteriormente. Além disso, incluir a fuga de gases nas tubulações de abastecimento também é importante, sendo que, neste caso, apenas o Rio de Janeiro

apresentou ambas as emissões de CH₄ e CO₂, utilizando, porém, fatores de emissão default, o que diminui a acurácia da estimativa.

e) Resíduos

A cidade de NY contabiliza as emissões da sua geração de resíduos, independente do local da disposição. Neste caso, para os resíduos dispostos dentro da fronteira, foram utilizados dados de medição de gás liberado e fatores de emissão nacionais. Já para os aterros fora da cidade, a estimativa foi feita pela quantidade de resíduos residenciais, comerciais e de construção e demolição exportados, e os coeficientes de emissão para estes resíduos foram atualizados pela cidade com base no *EPA's Waste Reduction Model* e já constarão no *U.S. Community Protocol*.

O Rio de Janeiro também contabiliza suas emissões de geração, independente do local da disposição. Para calcular a quantidade de gases liberados, foi utilizada a metodologia do IPCC que determina que as emissões do ano inventariado sejam resultado do somatório das curvas de emissão de metano dos 50 anos anteriores. Porém, como não havia uma série histórica com tempo superior a 30 anos, este foi o período considerado para o Método de Decaimento de Primeira Ordem. Os dados utilizados foram a geração per capita, a composição gravimétrica e a estimativa dos resíduos industriais. Os dados de geração per capita e composição gravimétrica que não estavam disponíveis foram estimados através de uma relação desses fatores com o PIB per capita para os outros anos.

Para a estimativa de Durban, foi utilizada também a metodologia do IPCC. Como não havia dados de anos anteriores, as emissões inventariadas em 2005/2006 foram extrapoladas para preencher essa lacuna. Além disso, um dos aterros, que recebe resíduos industriais, foi excluído por não apresentar informação alguma sobre seus resíduos. Essa cidade não contabiliza o escopo 3 dos resíduos, uma vez que só considera os que são dispostos dentro da fronteira e, por conseguinte, a consideração feita para estimar essas emissões no inventário da comunidade aborda apenas os aterros particulares, já que os aterros municipais estão enquadrados no inventário do governo. Neste caso, a cidade desconsidera a responsabilidade pela geração dos resíduos da comunidade, ou seja, poderiam ocorrer omissões caso parte dos resíduos estivessem sendo enviados para fora da cidade.

Toronto considera em sua contabilização as emissões de metano provenientes dos resíduos dispostos no passado, pelo método "*waste-in-place*", que estima a quantidade e tipos de resíduos já alocados no aterro, e também as emissões futuras, pelo método "*Methane Commitment*", que considera a quantidade e tipos de resíduos

dispostos até o ano base. Para esta estimativa futura, o inventário assumiu qual seria a composição do lixo futuro, porém sem explicar como chegou aos valores mencionados. No método *waste-in-place* as emissões são estimadas através do *Canadian Greenhouse Gas Software for Cities*³⁰, que utiliza um valor padrão de 170 m³ de geração de metano por tonelada de resíduo disposto. É importante destacar que a cidade não reporta as emissões relacionadas à disposição de resíduos depositados em aterros privados, por falta de informação disponível, porém, pretende incluí-las em inventários futuros.

No caso das emissões do tratamento de esgoto, apenas Rio de Janeiro e Nova York reportaram as emissões de CH₄ e N₂O associadas. O Rio de Janeiro considera os esgotos domésticos e comerciais (divididos de acordo com sua destinação: estação de tratamento, fossa e outros) e os efluentes líquidos industriais. Em relação aos dados, metodologia e fatores de emissão utilizados, a cidade não os informa no inventário, o que não permite uma análise mais profunda. Já NY, utilizou dados de destruição de material volátil em digestores anaeróbicos, para estimar emissões de CH₄, e a carga diária de nitrogênio lançada por cada unidade de tratamento, para as emissões de N₂O, de acordo com a fórmula apresentada no LGOP.

f) IPPU

No âmbito de processos e uso de produtos, apenas as cidades de Nova York e Rio de Janeiro incluíram em seus inventários as emissões advindas desse setor. Nova York só incluiu os HFCs dos sistemas de refrigeração e ar condicionado da frota de veículos municipais, não esclarecendo por que não estendeu a análise a todos os veículos dentro de sua fronteira. Nesse caso, a cidade utilizou como dados o número de veículos (normais e frigoríficos) na frota e o tipo de gás refrigerante utilizado por cada um deles, aplicando-se o fator de emissão *default* do IPCC. Já a cidade do Rio de Janeiro, apesar das poucas indústrias potenciais emissoras desse setor, incluiu a análise das emissões de processos, além das de produto, porém apenas para CO₂, CH₄ e N₂O. Para esse cálculo, utilizaram-se fatores de emissão *default* e a metodologia do IPCC e os dados de produção total dos processos analisados. Nesse sentido, a cidade explicitou que algumas indústrias não tiveram suas emissões calculadas, uma vez que não dispunham de dados desagregados, ainda que utilizando um nível simples de cálculo. Sendo assim, apenas foram estimadas as emissões das produções de vidro, metanol, aço, alumínio e do uso de lubrificantes e parafinas. Para o próximo inventário, a cidade conseguirá incluir as emissões de N₂O medicinal, além das emissões de um complexo siderúrgico, que promete mudar radicalmente o perfil

³⁰ Software desenvolvido por *Torrie Smith Associates Inc.*

de emissões da cidade, uma vez que responde sozinho à boa parte das emissões cariocas atuais. Segundo CARLONI (2012), o inventário da cidade do Rio de Janeiro não contabiliza as possíveis emissões de PFC da sua indústria de alumínio, o que não está de acordo com os padrões internacionais. Segundo a mesma autora, essas emissões, ainda que em pouca quantidade, podem ter um peso significativo nas emissões da cidade devido ao seu alto GWP, já que CF_4 e C_2F_6 equivalem, respectivamente, a 6.500 e 9.200 vezes as emissões de CO_2 .

g) AFOLU

O setor de agricultura, floresta e outros usos do solo só foi abordado por duas das cidades estudadas: Rio de Janeiro e Durban. Para o caso do Rio de Janeiro, foram analisadas duas formas de fluxo: as mudanças líquidas nos estoques de carbono e a transferência direta como taxas de fluxo de gás. Foi necessária a estimativa de dados sobre a cobertura vegetal e uso do solo a partir de dados de anos anteriores ao inventariado, uma vez que não estavam disponíveis informações mais recentes. É importante ressaltar que foi feita a estimativa do sequestro de carbono juntamente com a das emissões, sendo o valor total a diferença entre as duas. No setor de agropecuária foram incluídas as emissões por queima de biomassa (cana de açúcar), uso de fertilizantes nitrogenados (direta e indiretamente), calcário e uréia, fermentação entérica e manejo de dejetos. A cidade não explicitou os fatores e métodos utilizados, porém, é provável que tenham sido adotados os do IPCC 2006, uma vez que foi o guia utilizado pelo inventário como um todo. Durban apenas contabilizou as emissões de atividades agropecuárias, sendo elas a queima de biomassa para a plantação de cana de açúcar e a fermentação entérica. Para isso, utilizaram-se dados de quantidade de animais e área com cultivo de cana-de-açúcar, aplicando fatores de emissão *default* do IPCC.

Esse setor pode permitir a cidade demonstrar a neutralização de suas emissões, no caso de haver um movimento em favor da manutenção e do aumento das áreas verdes na cidade, pois permite uma estimativa do respectivo sequestro de carbono. Sendo assim, a contabilização das emissões e neutralizações representa um passo importante para o planejamento urbano, estimulando a introdução de mecanismos de proteção aos parques, reservas e florestas no território da cidade.

4.2.3. Resultados da Análise dos Inventários Selecionados

Como visto acima, as cidades possuem diferentes formas de metodologia e reporte, porém é possível destacar dentre estas algumas adaptações que podem ser

consideradas como bons exemplos, que possam ser seguidos e, conseqüentemente, levar a inventários mais consistentes.

A abordagem gráfica do reporte de NY é bastante ilustrativa e funcional, uma vez que permite uma melhor visualização dos resultados das emissões em diferentes aspectos. Entretanto, em termos de apresentação, apesar de mostrar as metodologias e fatores de emissão utilizados, a explicação das adaptações e considerações feitas para analisar cada setor foi resumida, dando um foco maior para a apresentação dos resultados. Este fato pode comprometer a transparência e o entendimento do inventário, uma vez que o detalhamento metodológico é um ponto crucial para uma comparação deste inventário com outras cidades. Por outro lado, Rio e Durban mantêm seus dados e aspectos metodológicos mais organizados, permitindo uma fácil identificação destes, sendo que Durban ainda padroniza todas as informações por fontes de emissão. Foram analisadas as informações contextuais dos inventários (dados sobre a cidade, descrição das fronteiras, escopos, ano base, gases inventariados), e, de maneira geral, Durban foi a única que atendeu a todos os critérios. Dessa forma, seria necessário que as outras cidades também incluíssem os outros critérios, considerando que apenas a descrição do ano base foi englobada por todas elas.

Em relação às informações sobre as emissões, o Rio de Janeiro foi a cidade que atendeu ao maior número de quesitos, apenas não atendendo a contabilização por escopos, a descrição dos GWPs e a inclusão de GEEs não cobertos por Quioto, sendo que este último não foi atendido por nenhuma das cidades e os GWPs apenas foram apresentados por Durban. O Rio de Janeiro foi o único a indicar a qualidade dos dados utilizados através da definição dos *tiers*. Esta avaliação pode ser considerada um indicador de acurácia, e deveria ser adotado por todas as cidades, não necessariamente com a obrigatoriedade de serem utilizados esses termos. Os únicos aspectos unânimes a serem reportados foram emissões por setor, fonte, tCO₂e, fator de emissão, intensidade de emissões e metodologia. Em relação às intensidades de emissão, Durban apresentou índices diferentes e bastante representativos, utilizando uma relação com a quantidade de moradias para o setor residencial e em relação ao PIB para o setor comercial.

Com relação às outras informações (cálculo das incertezas, verificação externa, estratégias de redução ou manejo de GEEs, metas de redução e cenários de emissões), o Rio de Janeiro atendeu a maior parte dos critérios, excluindo-se a verificação externa, que não foi atendida, inclusive, pelas outras cidades. Destaca-se, além disso, que Durban não atendeu a nenhum dos critérios, sendo assim, seu

inventário caracteriza-se como um reporte exclusivo das emissões da cidade, sem nenhuma outra análise complementar. Como dito anteriormente, as estratégias de mitigação e cenários de emissões são importantes para o planejamento das políticas de ação das cidades e representam poderosas ferramentas para os governos locais, e, por esta razão, as cidades devem tentar incluí-las sempre que possível para conferir maior robustez ao planejamento.

Em relação à metodologia, percebeu-se que cada uma das cidades utilizou um método diferente de contabilização de suas emissões. No caso de Nova York e Toronto, foi desenvolvida uma metodologia específica para o contexto local delas, o que permite que a contabilização seja mais precisa, uma vez que é mais adaptada às necessidades e atividades da cidade. Por outro lado, isso dificulta a comparação entre diferentes inventários, já que são feitas abordagens e definições diversas, sem que haja um balizamento comum, permitindo que cada cidade adote as premissas que lhes forem mais interessantes. O Rio de Janeiro também desenvolveu uma metodologia própria, porém com base no guia IPCC, que é um guia para inventários nacionais de GEE. Com isso, a cidade teve de fazer adaptações para adequar as diretrizes ao caso local, o que traz a mesma problemática das metodologias próprias, uma vez que essas adaptações também criam uma ampla gama de possibilidades de considerações e vertentes. Além disso, Durban também desenvolveu metodologia própria, porém seguiu diretrizes do LGOP, um protocolo local.

Outro viés que pode influenciar a comparabilidade e a qualidade dos inventários é a escolha dos gases a serem contabilizados. Isso pode dar margem à subestimação das emissões totais em termos de CO₂e, não refletindo a situação verídica das mesmas, dificultando, ainda, a comparação entre resultados de diferentes cidades. Nova York foi a cidade que incluiu o maior número de GEEs, contabilizando CO₂, CH₄, N₂O, HFCs e SF₆, demonstrando uma maior integralidade, nesse sentido, em relação às outras cidades selecionadas.

A fronteira deve ser definida e explicitada no relatório, para que seja facilmente identificável a abrangência do inventário. Segundo DODMAN (2009), a contabilização apenas pela fronteira onde ocorrem as emissões é falha por não identificar adequadamente as áreas que requerem maiores intervenções para redução das emissões, por focar em apenas uma parte da cadeia produtiva, não considerando a grande influência do estilo de consumo de uma determinada localidade. Nesse sentido, é possível dizer que Nova York, Rio de Janeiro e Toronto escolheram uma abordagem de responsabilidade pelas emissões da cidade, independentemente de onde elas tenham ocorrido, enquanto que Durban apenas contabilizou as emissões

que ocorreram em seu território. E ainda, é possível destacar que a cidade do Rio de Janeiro também teve a preocupação de manter suas responsabilidades quando contabilizou as emissões provenientes do ciclo de vida do etanol, ainda que as emissões de sua queima sejam biogênicas, as emissões relativas ao seu processo produtivo devem estar alocadas como responsabilidade dos consumidores. A cidade de Nova York também manifestou seu interesse em incluir a análise do ciclo de vida para alguns combustíveis em seus inventários futuros.

Em relação aos setores, percebeu-se uma tendência das cidades a contabilizarem as emissões do setor de resíduos e do setor de energia (fontes estacionárias e transportes), através de uma análise *bottom-up* ganhando maior especificidade e determinando de forma mais desagregada as emissões englobadas por esse setor. Apenas Rio de Janeiro e Durban incluíram o setor AFOLU, e, apenas o Rio incluiu IPPU em sua totalidade, considerando emissões por processo e uso de produto, ainda que Nova York tenha contabilizado as emissões fugitivas do uso de gases refrigerantes para a frota de veículos municipais. A exclusão de setores de emissão, que tenham influência nas emissões, por parte das cidades, sugere que a integralidade dos inventários pode estar comprometida, uma vez que algumas atividades realizadas dentro da cidade ou de responsabilidade desta não estão sendo englobadas nas emissões totais. Esse fator compromete, também, a comparação adequada dos resultados. Contudo, é importante que as cidades deixem claro as exclusões feitas, justificando e esclarecendo a não inclusão para garantir a transparência dos inventários.

Outra ação importante é a separação das emissões por escopo, que apenas NY e Durban o fazem, o que garante uma alocação dos gases pela responsabilidade das atividades da cidade ou pelas emissões diretas na fronteira, permitindo um planejamento das ações do governo mais efetivo. Ademais, pôde-se perceber que Rio e Toronto também contabilizaram os três escopos, porém sem utilizar essa denominação, o que garante que todos os inventários estão de fato incluindo algumas emissões tanto diretas quanto indiretas.

De uma maneira geral, pode-se dizer que, com relação à qualidade dos dados e fatores de emissão, Nova York e Toronto foram as cidades que utilizaram fatores mais específicos, utilizando valores nacionais, enquanto Durban e Rio de Janeiro utilizaram fatores *default* do DEFRA e do IPCC, respectivamente. Com relação ao uso de eletricidade e vapor, todas as cidades particularizaram melhor seus fatores de emissão, tendo Nova York, Rio de Janeiro e Toronto utilizado fatores propriamente calculados para suas estimativas. A cidade do Rio de Janeiro encontrou várias

dificuldades para obter dados precisos, e, por conseguinte, fez estimativas e aproximações em diversos setores, o que fez com que os dados de atividade não tivessem tanta qualidade quanto os utilizados por Nova York. Todavia, a cidade reconhece esta lacuna e já está realizando treinamentos junto às agências, concessionárias, ONGs e órgãos da prefeitura para que a obtenção de dados se torne menos problemática em seus próximos inventários.

É importante, finalmente, destacar as diferentes formas de contabilização utilizadas pelas cidades para algumas fontes em comum. As fontes de emissão mais críticas identificadas seriam o transporte rodoviário e a disposição de resíduos.

O transporte rodoviário atravessa as fronteiras da cidade sem que haja um controle, como é o caso do ferroviário, o que, portanto, dificulta a estimativa das emissões geradas dentro das fronteiras da cidade. Isto posto, é importante considerar que as cidades inseridas em regiões metropolitanas devem ser responsabilizadas pelo transporte de pessoas e bens causados por suas atividades, ainda que fora de sua fronteira, como é o caso do transporte pendular. Para assumir essas emissões, a cidade do Rio de Janeiro optou por utilizar dados de compra de combustível dentro de suas fronteiras, não importando onde esse combustível seria consumido, porém essa abordagem não inclui as emissões de veículos que foram abastecidos fora da cidade e circularam dentro de suas fronteiras. Uma abordagem como a de Toronto e Nova York, que estimam os quilômetros percorridos por veículo dentro da fronteira, se faz mais completa no cálculo das emissões de escopo 1, ainda que se reconheça a maior dificuldade na obtenção desse tipo de dado. Para englobar as emissões no território (escopo 1) e emissões causadas por atividades (escopo 3), seria interessante, então, uma junção de ambas as metodologias em prol da contabilização dos dois escopos.

Com relação aos resíduos, deve-se salientar que três das quatro cidades assumem suas responsabilidades por resíduos sólidos gerados dentro da fronteira e exportados. A contabilização tanto do escopo 1 quanto do 3 nesse setor possibilita a produção de um inventário mais robusto, além de servir ao planejamento público. Já, em relação ao tratamento de efluentes, apenas Rio de Janeiro e Nova York contabilizaram as emissões decorrentes desse processo. Seria importante que as cidades assumissem sempre as emissões geradas por seus resíduos, tanto líquidos quanto sólidos.

Outro fato a se destacar é que foi possível identificar que algumas cidades, apesar de contarem com transporte hidroviário em seu território, não contabilizaram essas emissões. Essas cidades foram Toronto e Nova York, que não explicitaram o motivo da exclusão, ainda que isto devesse ter sido feito. Além disso, o transporte marítimo e

aéreo internacional também são pontos críticos de discussão entre as diferentes metodologias existentes, considerando que os governos locais não possuem quase nenhuma ingerência sobre essas atividades. No entanto, seria mais apropriado que as cidades reportassem essas emissões, ainda que como item informativo, como Rio de Janeiro e Nova York fizeram para o caso de seus aeroportos.

A partir do estudo realizado, foi possível corroborar a hipótese de que a qualidade dos inventários não é uniforme dentre variadas cidades, principalmente por haver a dificuldade de obtenção de dados específicos, o que normalmente dá margens a que elas recorram a estimativas menos precisas, reduzindo a acurácia e a confiabilidade do inventário. E, finalmente, também, pôde-se concluir que a falta de um guia padrão de elaboração permite a adoção de premissas muito distintas entre os inventários locais, acarretando resultados que não devem ser comparados, dado que a comparação entre critérios que tenham origens diferentes não é consistente. Portanto, a comparação que tem sido utilizada amplamente nesse ramo não possui base metodológica em que possa ser apoiada, resultando em comparações indevidas e equivocadas.

4.2.4. Comparação dos Inventários Seleccionados com o *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC)*

Considerando que o GPC foi elaborado com o objetivo de fornecer as exigências e diretrizes para as cidades na preparação e publicação de seus inventários de GEE, esse documento provê orientações no sentido de garantir que a elaboração e o reporte das emissões sejam feitos de maneira consistente e transparente, permitindo que os inventários sejam completos e de credibilidade. Desta forma, será feita uma análise de aderência dos inventários seleccionados a esse protocolo, permitindo avaliar quais cidades estariam mais próximas de atender às exigências da mais recente proposta de padronização de inventários locais.

Metodologicamente, o GPC determina apenas alguns pontos, sendo eles: a definição de fronteiras, escopos, setores e gases que devem ser reportados. A fronteira que deverá ser utilizada pela cidade é definida como a correspondente ao território geopolítico onde a autoridade local tiver plena jurisdição. Para resolver o problema das emissões ocorridas fora da cidade, mas que foram causadas por atividades da mesma, as emissões devem ser separadas em diretas ou indiretas. Nesse sentido, o GPC adota a definição de escopos anteriormente explicitada.

Sua preocupação principal, no entanto, é com o reporte das emissões. Nesse sentido, o protocolo exige a apresentação das seguintes informações:

- Emissões por fontes. Nesse caso são considerados três níveis diferentes de reporte: BASIC, BASIC + e EXPANDED³¹;
- Emissões por escopos;
- Emissões por gases. Devem ser incluídas as emissões de CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs e SF₆ em toneladas de cada gás e em tCO₂e;
- Qualidade dos dados. Os dados de atividade e fatores de emissão para cada fonte devem ser classificados como tendo Alta, Média ou Baixa qualidade³²;
- Ano base; e
- Método de quantificação.

O Quadro 12 mostra o atendimento das cidades analisadas em relação aos critérios de reporte mínimos exigidos pelo GPC. Nesse sentido, é possível perceber que a cidade do Rio de Janeiro foi a que atendeu a maior parte dos critérios exigidos, principalmente com relação ao reporte em separado por gases. Apesar disso, é também importante destacar que a cidade de Durban não atendeu ao critério de reporte por gases em toneladas métricas, mas separou as emissões por gases em tCO₂e.

Para que o inventário esteja de acordo com o preconizado pelo GPC, é necessário que o mesmo contabilize e divulgue seus dados pelo menos na categoria BASIC, que cobre todas as emissões de escopos 1 e 2 de fontes estacionárias, fontes móveis, resíduos e IPPU, além de emissões de escopo 3 de resíduos, e, também, na classificação por escopos, devendo ser incluídos os escopos 1 e 2.

³¹ BASIC: Cobre todas as emissões de escopos 1 e 2 de fontes estacionárias, fontes móveis, resíduos e IPPU, além de emissões de escopo 3 de resíduos. Nesse caso não se incluem as emissões por geração de energia do escopo 1 evitando dupla contagem. BASIC +: Cobre o que foi contabilizado no BASIC, além de AFOLU e emissões de fontes móveis do escopo 3. EXPANDED: Cobre emissões de todos os escopos, incluindo emissões transfronteiriças causadas por troca/uso/consumo de bens e serviços.

³² Alta qualidade é aquela que representa fatores de emissão locais e dados de atividade detalhados, enquanto que Média é para fatores de emissões nacionais ou dados de atividade genéricos e Baixa é para fatores internacionais/nacionais com dados de atividade genéricos.

Quadro 12. Informações requeridas pelo GPC para o reporte de emissões e o atendimento às exigências pelas cidades analisadas

Critérios	Cidades			
	Nova York	Rio de Janeiro	Toronto	Durban
Informações requeridas				
Emissões por fontes	✓	✓	✓	✓
Emissões por escopo	✓			✓
Reporte de emissões por gases				
CO ₂		✓		
CH ₄		✓		
N ₂ O		✓		
HFCs				
PFCs				
SF ₆				
CO ₂ e	✓	✓	✓	✓
Qualidade dos dados		✓		
Ano base	✓	✓	✓	✓
Método de Quantificação	✓	✓	✓	✓

Fonte: Autores.

O Quadro 13 demonstra a subdivisão e a abordagem sugerida pelo GPC para a elaboração de um inventário de comunidade, atendendo ao mínimo exigido para a categoria BASIC. Baseado então, nas análises de metodologia das cidades feitas anteriormente, procurou-se julgar o atendimento destas às abordagens mínimas do Protocolo, verificando, assim, quais estariam mais próximas de se adequar ao mesmo. Para isso, estabeleceu-se um critério de atendimento às abordagens indicadas:

- OK - A cidade contabilizou a fonte e atendeu à abordagem sugerida;
- NOK - A cidade contabilizou a fonte, porém utilizou outra abordagem;
- NE - A cidade contabilizou a fonte, mas não foi possível identificar a abordagem utilizada; e
- NA - A cidade não contabilizou a fonte.

Quadro 13. Adequação das cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto e Durban à versão piloto do GPC 2012.

Nº GPC	Escopo	Fontes de Emissões de GEE	Abordagem	NY	RJ	Toronto	Durban
I.		Fontes Estacionárias					
I.1		Edifícios Residenciais *					
I.1.1	1	Emissões diretas (Escopo 1)	Combustão dentro da fronteira	Ok	Ok	Ok	Ok
I.1.2	2	Emissões Indiretas por Energia (Escopo 2)*****	Consumo de Energia dentro da Fronteira	Ok	Ok	Ok	Ok
I.2		Instalações comerciais/institucionais * e ** **					
I.2.1	1	Emissões diretas (Escopo 1)	Combustão dentro da fronteira	Ok	Ok	Ok	Ok
I.2.2	2	Emissões Indiretas por Energia (Escopo 2)*****	Consumo de Energia dentro da Fronteira	Ok	Ok	Ok	Ok
I.3		Geração de energia					
I.3.1	1	Emissões diretas (Escopo 1)	Combustão dentro da fronteira	NOK	NOK	NOK	NOK
I.3.2	2	Emissões Indiretas por Energia (Escopo 2)*****	Consumo de Energia dentro da Fronteira	NOK	NOK	NOK	NOK
I.4		Uso Industrial de energia					
I.4.1	1	Emissões diretas (Escopo 1)	Não foi especificada a abordagem	-	-	-	-
I.4.2	2	Emissões Indiretas por Energia (Escopo 2)*****	Consumo de Energia dentro da Fronteira	Ok	Ok	Ok**	Ok
I.5		Emissões Fugitivas					
I.5.1	1	Emissões diretas (Escopo 1)		Ok	Ok	NA	NA
II		Fontes Móveis					
II.1		Transporte rodoviário					
II.1.1	1	Emissões diretas (Escopo 1)	Combustão dentro da fronteira	Ok	NOK	Ok	NOK
II.1.2	2	Emissões Indiretas por Energia (Escopo 2)*****	Consumo de Energia dentro da Fronteira	NA	NA	NA	NA

Nº GPC	Escopo	Fontes de Emissões de GEE	Abordagem	NY	RJ	Toronto	Durban
II.2		Transporte Ferroviário					
II.2.1	1	Emissões diretas (Escopo 1)	Combustão dentro da fronteira	NE	Ok	NA	NA
II.2.2	2	Emissões Indiretas por Energia (Escopo 2)*****	Consumo de Energia dentro da Fronteira	NE	Ok	NA	NA
II.3		Transporte Aquático					
II.3.1	1	Emissões diretas (Escopo 1)	Combustão dentro da fronteira	NA	NE	NA	NOK
II.3.2	2	Emissões Indiretas por Energia (Escopo 2)*****	Consumo de Energia dentro da Fronteira	NA	NA	NA	NA
II.4		Transporte Aéreo					
II.4.1	1	Emissões diretas (Escopo 1)	Combustão dentro da fronteira	NOK	NOK	NA	NOK
II.4.1	2	Emissões Indiretas por Energia (Escopo 2)*****	Consumo de Energia dentro da Fronteira	NA	NA	NA	NA
II.5		Transporte Off-road					
II.5.1	1	Emissões diretas (Escopo 1)	Combustão dentro da fronteira	NA	NA	NA	NOK
III		Resíduos					
III.1		Disposição de Resíduos Sólidos					

III.1.1	1+3	Opção-1: Método do Decaimento de Primeira Ordem - Emissões Diretas (Escopo 1-ano corrente) e indiretas (Escopo 3-Anos Anteriores) de aterros sanitários localizados dentro do limite da Comunidade (excluindo emissões de outras comunidades)	Resíduos gerados dentro da fronteira e Parcela proporcional de Resíduos Tratados	NOK	NA	Ok	NOK
III.1.2	1+3	Opção-2: Método <i>Methane Commitment</i> - Emissões Diretas (Escopo 1-ano corrente) e indiretas (Escopo 3-Anos Anteriores) de aterros sanitários localizados dentro do limite da Comunidade (excluindo emissões de outras comunidades)	Resíduos gerados dentro da fronteira e Parcela proporcional de Resíduos Tratados	NOK	NA	Ok	NA
III.1.3	3	Emissões Indiretas (Escopo 3) de resíduos dispostos fora da fronteira da cidade	Parcela proporcional de Resíduos Tratados	Ok	Ok	Ok	NA

Nº GPC	Escopo	Fontes de Emissões de GEE	Abordagem	NY	RJ	Toronto	Durban
III.3		Tratamento Biológico					
III.3.1	1	Emissões diretas (Escopo 1) de resíduos tratados biologicamente dentro do limite da Comunidade (excluindo emissões de outras comunidades)	Resíduos gerados dentro da fronteira e Parcela proporcional de Resíduos Tratados	NA	NA	NA	NA
III.3.2	3	Emissões indiretas (Escopo 3) de resíduos tratados biologicamente fora do limite da Comunidade	Parcela proporcional de Resíduos Tratados	NA	NA	NA	NA
III.4		Incineração e queima					
III.4.1	1	Emissões diretas (Escopo 1) de resíduos incinerados ou queimados a céu aberto dentro do limite da Comunidade (excluindo emissões de outras comunidades)	Resíduos gerados dentro da fronteira e Parcela proporcional de Resíduos Tratados	NA	NA	NA	NA
III.4.2	3	Emissões indiretas (Escopo 3) de resíduos incinerados ou queimados a céu aberto fora do limite da Comunidade	Parcela proporcional de Resíduos Tratados	NA	NA	NA	NA
III.5		Tratamento e descarga de efluentes					
III.5.1	1	Emissões diretas (Escopo 1) de tratamento e descarga de efluentes dentro do limite da Comunidade (excluindo emissões de outras comunidades)	Resíduos gerados dentro da fronteira e Parcela proporcional de Resíduos Tratados	Ok	Ok	NA	NA
III.5.2	3	Emissões indiretas (Escopo 3) de tratamento e descarga de efluentes fora do limite da Comunidade	Parcela proporcional de Resíduos Tratados	NA	NA	NA	NA
IV		IPPU					
IV.1	1	Emissões diretas por Processos Industriais	Produção dentro da fronteira	NA	Ok	NA	NA
IV.2	1	Emissões diretas por Uso de Produtos	Uso de produto dentro da fronteira	Ok****	Ok	NA	NA
TOTAL DE ADERÊNCIA DAS CIDADES (Ok)				10	12	9	5
PERCENTUAL DE ATENDIMENTO (%)				34%	41%	31%	17%

*Não subdividui os setores da mesma forma

**Não incluiu as instalações institucionais

***Utiliza outra metodologia de cálculo

****Contabilizou apenas HFCs de sistema de refrigeração da frota municipal

***** Eletricidade de rede, aquecimento e arrefecimento

Fonte: Autores adaptado de GPC (2012)

É importante destacar que nem todas as cidades subdividiram suas fontes de acordo com as subdivisões propostas pelo GPC. Por isso, houve a necessidade de adaptar a organização das fontes e setores aos critérios estabelecidos pelo GPC, para que a análise pudesse ser feita. Nesse sentido, para que as cidades respeitassem as categorizações, algumas alterações deveriam ser feitas:

- Toronto teria de separar os setores comercial e industrial em sua contabilização das fontes estacionárias e, ainda, incluir as fontes estacionárias relativas aos edifícios institucionais;
- Rio de Janeiro teria de separar os setores residencial e comercial;
- Durban teria de incluir as fontes estacionárias relativas aos edifícios institucionais;
- Todas as cidades deveriam incluir a contabilização da geração de energia, para ambos os escopos 1 e 2;
- Todas as cidades, exceto NY e Rio de Janeiro, devem contabilizar as emissões fugitivas relativas às fontes estacionárias;
- Toronto deveria desagregar e incluir em seu setor de transportes as fontes rodoviária, hidroviária, ferroviária, aérea e *off-road*.
- NY e Rio de Janeiro deveriam incluir o transporte *off-road* em suas categorias;
- NY deveria incluir o transporte aquaviário;
- Todas as cidades devem incluir, caso existam, o tratamento biológico e a incineração de resíduos a céu-aberto;
- NY deveria substituir metodologia de contabilização das emissões de resíduos, atendendo aos métodos indicados pelo GPC;
- Durban deveria considerar todo o resíduo gerado pela cidade na contabilização de suas emissões, independente da administração dos locais de destinação final ser pública ou privada.
- Todas as cidades deveriam, ainda, considerar apenas proporção de resíduos gerados pela cidade na contabilização das emissões dos aterros dentro e fora da fronteira;

- Durban e Toronto deveriam incluir o tratamento de seus efluentes nas fontes consideradas; e
- No setor de IPPU, todas as cidades, exceto Rio de Janeiro, devem incluir todas as emissões relativas a processos industriais e uso de produtos em seu território.

Finalmente, em relação ao atendimento às abordagens, pôde-se concluir que a cidade do Rio de Janeiro foi a que obteve um resultado mais satisfatório. Dentre as cidades consideradas, o Rio está de acordo com 12 dos critérios apresentados na tabela, o que representa 41% de aderência à versão piloto do GPC, enquanto isso, a cidade que teve o pior desempenho foi Durban, com apenas 17% de aderência. Ressalta-se ainda, que apesar disso, o Rio de Janeiro faz uma adaptação para o setor de transportes, considerando a compra do combustível dentro da fronteira, não importando onde essas emissões estão sendo lançadas. Para o GPC, isto incluiria o “Escopo 3- Emissões Indiretas por viagens intermunicipais ou internacionais causadas pela cidade”, o que significa que a cidade está contabilizando as emissões de escopo 1 e 3 em conjunto. Logo, seria necessária uma desagregação desses dados para permitir que apenas as emissões diretas dentro da fronteira estivessem englobadas no escopo 1, e as emissões indiretas no escopo 3, caso fossem contabilizadas. Destaca-se ainda, que a cidade do Rio de Janeiro poderia ser enquadrada, inclusive, na categoria BASIC+ do GPC, uma vez que apresenta as emissões do setor de AFOLU e, também, assume as emissões do transporte ainda que sejam causadas fora da sua fronteira como dito anteriormente.

Conforme visto no Quadro 13 as cidades ainda estão longe de se adequarem aos critérios desenvolvidos por essa iniciativa recente de unificação de reporte e metodologia de elaboração de inventários de comunidade. Dessa forma, faz-se necessário um ajuste dos inventários existentes, para que esse protocolo possa ter o alcance esperado.

5. DISCUSSÃO E PERSPECTIVAS

A partir da análise dos inventários das cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto, Durban e Londres, pôde-se confirmar a prática atual de elaboração de inventários de comunidade sem um padrão metodológico, uma vez que cada cidade escolheu de forma arbitrária suas metodologias e adaptações. Isso permite que as cidades assumam premissas que mais se adequem ao seu contexto, fazendo com que os

inventários não possam ser comparados adequadamente, o que diminui o alcance dos objetivos dos mesmos. Dentre os objetivos dos inventários, figuram a sua utilização como ferramenta para evidenciar as responsabilidades individuais de cada cidade ou região no aquecimento global, além de subsidiar a elaboração de inventários nacionais mais completos e propiciar a tomada de decisão sobre alocação de investimentos na busca por ações e estratégias de mitigação de emissões de GEE.

Apesar de reconhecer a importância da comparabilidade entre inventários municipais, outra questão que ainda persiste é: O fato dos inventários de cidades serem comparáveis entre si garante que os inventários demonstram efetivamente suas responsabilidades no cenário mundial do aquecimento global? Da análise feita, percebe-se que a maneira com que estes são elaborados é muito variável, uma vez que oscilam entre inventários com maior acurácia e aqueles cuja metodologia de cálculo possui lacunas ou premissas que ainda precisam estar mais bem definidas e fundamentadas para que os dados sejam um reflexo da realidade. Dessa forma, conclui-se que além de uma padronização em relação à metodologia e o reporte dos resultados, faz-se imprescindível uma busca por dados de atividade e fatores de emissão mais refinados e específicos, evitando-se, sempre que possível, o uso de aproximações com elevado grau de incerteza.

DUBEUX (2007) propõe que os inventários municipais contabilizem apenas as fontes de emissão e os respectivos gases com capacidade de intervenção local, ou seja, que sofrem influência de decisões municipais. Dessa forma, ainda segundo a mesma autora, os gases emitidos por processos industriais (HFCs e PFCs) e equipamentos elétricos (SF₆) poderiam ser excluídos da apuração, uma vez que a decisão sobre redução dessas emissões decorreria unicamente de decisões privadas, relacionadas às mudanças no padrão tecnológico e sem interseção com administrações municipais. No entanto, como foi visto anteriormente, os inventários não possuem apenas a função de promover políticas públicas locais, e, visando garantir a qualidade dos inventários, é imprescindível que sejam contabilizados todos os gases emitidos, independentemente de quem seja o controle sobre a fonte. Além disso, seria importante que as cidades conseguissem ao menos reportar as emissões que possam ser controladas pelo governo com dados e fatores de emissão de *tier 2*. Essas informações são de responsabilidade do governo e, portanto, espera-se que sejam mais facilmente obtidas. Dessa forma, recorrer a valores default, deveria ocorrer apenas em casos de atividades não controladas pelo poder público ou com pouca disponibilidade de dados.

Destaca-se, ainda, que a abordagem utilizada atualmente pelas cidades em geral é baseada na produção, que contabiliza as emissões produzidas dentro da fronteira. Segundo DODMAN (2009), isto exclui a responsabilidade pelas emissões derivadas do consumo de bens que são produzidos fora da cidade, especialmente os carbono-intensivos. E ainda segundo o mesmo autor, isso desvia a atenção e o compromisso do alto padrão de consumo, focando a atenção em uma limitada parte da complexa cadeia de produção e consumo de bens, o que significa que cidades com a economia voltada para o setor de serviços mascararão suas emissões por não haver produção de bens dentro de suas fronteiras. Essa abordagem isenta as cidades dos países desenvolvidos, por exemplo, de sua responsabilidade nas emissões causadas pela produção de produtos em cidades em desenvolvimento, que costumam concentrar a maior parte das indústrias de empresas globais devido aos diversos incentivos financeiros. Já a alocação por consumo permite que haja uma conscientização das cidades consumidoras. Esses mecanismos relacionados à alocação por consumo têm maiores índices de incerteza intrínsecos, porém fornecem informações valiosas para a criação de políticas e estratégias de mitigação (DODMAN, Op. Cit). O caso do consumo também se torna muito crítico uma vez que, no cenário globalizado atual, os produtos percorrem distâncias cada vez maiores até o local de consumo. Neste caso, DUDUTA e BISHINS (2010) sugerem que uma maneira de reduzir essas emissões seria promover políticas de incentivo ao consumo de bens e produtos produzidos localmente, dado que as emissões seriam reduzidas caso o transporte fosse feito apenas dentro das cidades, ao invés do produto circular pelo mundo até chegar ao seu destino final.

Logo, seria uma estratégia de atribuição a contabilização das emissões considerando-se, inclusive, o ciclo de vida dos produtos e insumos, principalmente dos produtos energointensivos, cuja escala de produção pode aumentar significativamente as emissões associadas ao consumo. Assim, o consumidor poderia, não só ser responsabilizado pelas emissões de sua demanda, como também poderia ponderar de maneira mais esclarecida sobre suas preferências. À luz dessa abordagem, é feita, por exemplo, a contabilização das emissões e sequestros associados ao cultivo de cana de açúcar e à produção de etanol no inventário do Rio de Janeiro, o que possibilita que sejam consideradas não apenas as emissões biogênicas da queima desse combustível. No entanto, para que essa abordagem seja consistente, outros combustíveis também poderiam ter seu ciclo avaliado, como o carvão, o coque, o gás natural, além de outros derivados de petróleo e minério, que por sua natureza possuem muito mais emissões associadas a sua produção do que os biocombustíveis.

Seria necessário avaliar, portanto, a qual escopo pertenceriam às emissões do ciclo de vida dos insumos consumidos pela cidade. A questão chave a ser analisada neste momento é onde as emissões das cadeias produtivas de insumos deveriam ser alocadas, uma vez que é possível definir dois grupos básicos de insumos: Combustíveis e Bens de Consumo não-energéticos. O primeiro grupo, por representar importação de energia para o uso da cidade, por definição, poderia ser alocado no escopo 2, que se refere a importação de energia para a cidade. No entanto, na prática, sabe-se que este escopo foi consolidado como englobando apenas importação de energia elétrica e térmica e, portanto, incluir outras fontes de emissão neste escopo poderia trazer consequências negativas. O aumento da abrangência do escopo 2, com a inclusão da cadeia produtiva dos combustíveis e biocombustíveis, por exemplo, faria com que esse escopo se tornasse muito complexo, o que dificultaria o atendimento completo por parte das cidades a este escopo. Uma alternativa seria a alocação das emissões de ambos os grupos no escopo 3, que representa as emissões indiretas por responsabilidade da cidade, onde as cidades que contabilizam emissões de insumos, em geral, alocam este tipo de emissão. Porém, como foi visto anteriormente, a integralidade do escopo 3 já é, por si só, um grande desafio para as cidades, principalmente por não ter uma delimitação definida e a inclusão dos ciclos de vida neste escopo faria com que essa contabilização fosse ainda mais dificultada. Por isso, se faz necessária a criação de um novo escopo para alocar as emissões das cadeias de produtos.

Diante das dificuldades apresentadas, se faz conveniente a criação do escopo 4, que sanaria a questão sobre onde seriam alocadas as emissões causadas pela produção de insumos importados pela cidade, sendo eles combustíveis ou não. Portanto, o escopo 4, que não deixa de ser um desdobramento do 3, por também representar emissões indiretas, em termos práticos, ficaria separado para garantir também que as cidades contabilizassem o escopo 3 mínimo integralmente. Dessa forma, o escopo 3 passaria a ter sua abrangência limitada às emissões que a cidade indiretamente gera com suas atividades, e não com o seu consumo, como as emissões dos resíduos e efluentes e transporte pendular. A definição mínima sugerida seria a contabilização das emissões advindas da disposição e tratamento de resíduos sólidos e efluentes fora da cidade. A Figura 4 esquematiza graficamente a organização das fontes em escopos proposta.

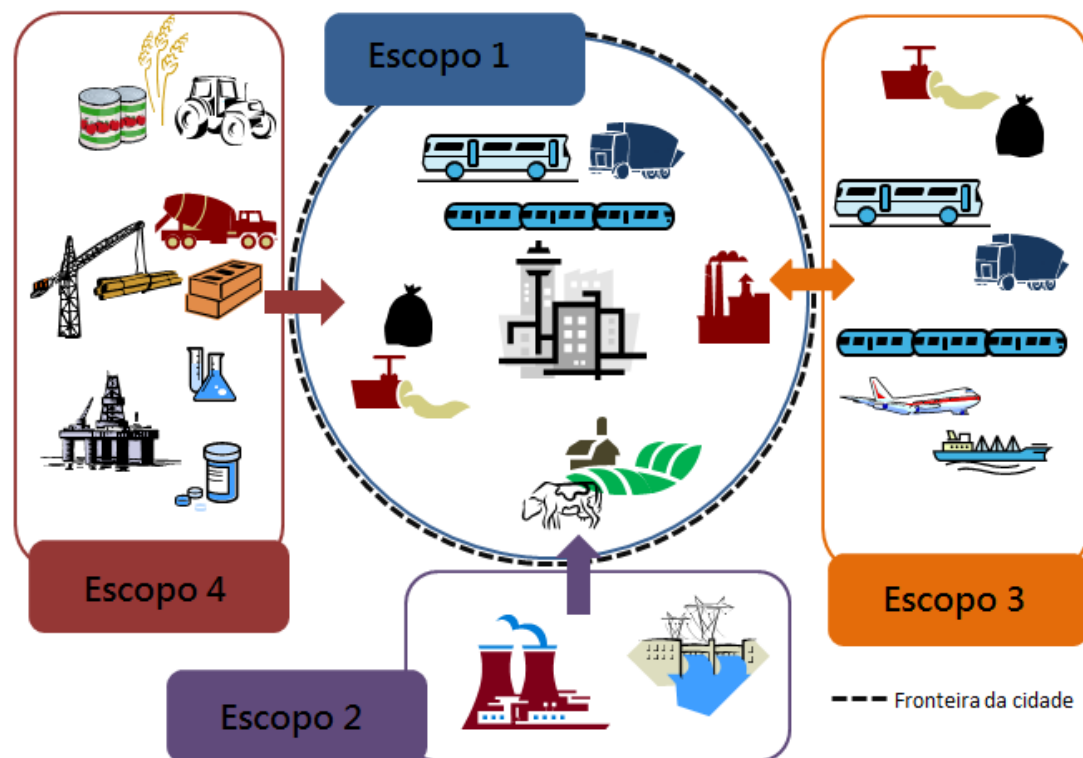


Figura 4. Esquema gráfico para a alocação das fontes de emissão segundo a organização proposta para escopos de inventários de GEE de cidades.

Fonte: Autores.

A existência do escopo 3 é, também, associada à responsabilidade das cidades, uma vez que vem sanar a necessidade destas incluírem em seus inventários as emissões induzidas por suas atividades, ainda que estas emissões sejam geradas fora da fronteira. Isso é importante, principalmente no caso de regiões metropolitanas, onde o transporte intermunicipal não é facilmente distinguível, ou seja, existe uma dificuldade intrínseca em se determinar a qual cidade pertencem as emissões geradas. Ainda assim, mesmo com essa dificuldade, deve se fazer um esforço para que todas as emissões sejam relacionadas às suas respectivas fontes e contabilizadas independentemente de sua localização, tomando-se o cuidado para que estas sejam alocadas como diretas em apenas um dos territórios, evitando-se a dupla contagem.

Sobre a combustão móvel, pode-se dizer que há muita discordância em relação aos métodos de contabilização de gases de efeito estufa. Enquanto algumas cidades reportam apenas as emissões causadas dentro de suas fronteiras, outras tentam estimar também aquelas que são decorrentes de suas atividades. Analisando as maneiras com que as cidades elaboram seus inventários, em estimativas por quilômetro viajado ou compra de combustível, percebe-se que o ideal seria mesclar essas duas abordagens. Dessa forma, seriam consideradas, por exemplo, as

emissões de escopo 1 e 3, englobando as emissões relativas à distância percorrida pelos veículos até a chegada à cidade e dentro de suas fronteiras. Ainda que essa contabilização, na prática, seja complexa, existem algumas maneiras de estimá-la.

Saber onde o veículo foi abastecido não garante o local em que o combustível foi utilizado, ou seja, não permite que sejam estimadas com acurácia as emissões de transporte de uma cidade. No entanto, para uma escala maior ou em cidades que usualmente não participam de rotas de transporte pendular, a abordagem da contabilização a partir de dados de combustível seria menos arriscada, uma vez que há pouca possibilidade de que o combustível seja utilizado fora da fronteira. Por outro lado, na escala local, a estimativa por quilômetros viajados dentro da fronteira e em trajetos pendulares de responsabilidade das atividades da cidade pode fornecer maior segurança no cálculo das emissões. Apesar disso, na prática essa estimativa se torna muito mais complexa, principalmente em grandes cidades, mas ainda assim poderia ser a melhor maneira de apurar emissões em grandes centros comerciais urbanos. Nesse sentido, poderia haver um esforço para estimar as distâncias percorridas por tipo de veículo dentro da fronteira e alocar suas respectivas emissões no escopo 1 da cidade, não importando de onde esses veículos vieram. Já para o caso dos veículos que ultrapassam as fronteiras, o cálculo das emissões é, ainda, um desafio, uma vez que a estimativa da quantidade de pessoas de municípios vizinhos que trabalham na cidade é de difícil obtenção.

A respeito do transporte aéreo e hidroviário, deve-se destacar que ainda há a resistência de algumas cidades em incluir essas emissões. Fica claro, que o transporte hidroviário intramunicipal deve ser totalmente contabilizado, porém recai-se na problemática das responsabilidades quando se trata de transporte intermunicipal tanto aéreo quanto hidroviário e em mais um problema: o *bunker*. O *bunker*, por consenso, não pode ser contabilizado como sendo de responsabilidade de uma cidade, porém seria interessante que as cidades reportassem as emissões ocorridas em seu território, ainda que em separado das emissões totais do inventário. Para o caso específico da aviação, Londres contabiliza as emissões ocorridas até 1000 metros de altitude, o que poderia ser adotado como uma boa prática para as cidades que contam com aeroportos em suas fronteiras.

No caso dos resíduos, foi visto que, assim como no caso dos transportes, ainda há muita divergência sobre o método de contabilização das emissões. A cidade deve contabilizar as emissões advindas da disposição e tratamento de seus resíduos independentemente da localização das plantas, retomando o conceito de que a

responsabilidade deve ser atribuída à comunidade geradora. Para os resíduos exportados, o cálculo das emissões deve ser feito de maneira a considerar apenas os resíduos que saem da cidade inventariada, descontando-se a contribuição de outras cidades que partilhem os mesmos aterros e usinas de tratamento. Com relação aos resíduos depositados em aterros, entende-se que a metodologia *methane commitment*, que estima as emissões futuras e as contabiliza no ano da geração, pode representar uma importante ferramenta para o planejamento de ações. Essas ações poderiam ser baseadas tanto na redução do consumo e geração, quanto na implantação de alternativas tecnológicas para reaproveitamento energético de biogás, ou de outras formas de tratamento. Ainda que essa contabilização de emissões futuras permita uma maior visualização das consequências da geração atual, a metodologia que considera as emissões dos resíduos acumulados nos aterros em anos anteriores é aquela que contabiliza a real emissão ocorrida no ano base do inventário. Dessa forma, pode-se dizer que uma alternativa seria uma fusão de ambas as metodologias, incluindo no resultado total do inventário as emissões advindas de aterramentos anteriores, mas mostrando também, a título de informação, as emissões futuras, para auxiliar na tomada de iniciativas e ações de mitigação.

Para o caso das emissões associadas com a utilização de energia elétrica, é importante que não sejam contabilizadas apenas as emissões da geração, mas também da distribuição e transmissão, como foi feito pela cidade de Toronto. Além disso, as emissões da geração de energia elétrica, vapor e calor que ocorrem dentro das fronteiras da cidade devem ser contabilizadas no escopo 1, logo, separadamente das emissões que ocorrem na geração da energia importada, que devem ser alocadas no escopo 2, para que haja uma maior clareza nos inventários. Dessa forma, seria possível, por exemplo, que as emissões de uma usina com matriz fóssil ficassem ressaltadas e que as autoridades criassem uma estratégia para o controle eficaz das emissões dessa planta, ou usassem artifícios fiscais para priorizar a instalação de fontes mais limpas em seu território.

Finalmente, de forma a assegurar a integralidade dos inventários, as cidades devem recalcular as emissões de anos anteriores segundo as novas práticas e premissas adotadas no ano base, garantindo que haja uma análise consistente e confiável das emissões ao longo do tempo de uma mesma cidade. Além disso, as cidades devem estimar as incertezas associadas aos cálculos, para que seja explicitado o grau de acurácia do inventário reportado de forma quantitativa ou qualitativa, como foi feito no caso do Rio de Janeiro. Não obstante, é bastante importante o relato das emissões de forma não só absoluta, mas também específica, ou seja, utilizando indicadores. O uso

de indicadores permite a análise mais profunda dos resultados dos inventários, uma vez que não é cabível, por exemplo, a comparação entre números absolutos de emissões de cidades com tamanhos de população e atividades econômicas completamente diferentes. Indicadores identificados como de suma importância para os inventários seriam:

- Emissão per capita;
- Emissão por moradias para o caso das emissões do setor residencial;
- Emissão por PIB para o caso das emissões dos setores industrial e comercial;
- e
- Emissão por área construída ou número de trabalhadores, especialmente importante em cidades que não contam com grande número de moradores, mas que centralizam trabalhadores pendulares, como grandes centros comerciais e financeiros, a exemplo de Londres.

Uma ferramenta, identificada no inventário de Londres, que proporcionaria o mapeamento e rastreamento das emissões de maneira inovadora seria o georreferenciamento. Esta contabilização espacial das emissões poderia auxiliar as cidades no planejamento por regiões de interesse específicas, porém essa ferramenta exige um esforço organizacional e técnico para garantir o recolhimento dos dados necessários. Dessa forma, a utilização do georreferenciamento depende, principalmente, do contexto da cidade, uma vez que depende altos investimentos.

Outra consideração que pode ser feita é a possibilidade de as cidades optarem por informar as emissões das operações do governo de forma separada. Esse reporte em destaque pode se transformar em uma ferramenta da autoridade pública para demonstrar à população seus esforços e seu desempenho em relação às questões climáticas, assegurando, inclusive, a transparência. Apesar disso, não se pode permitir que as cidades isolem as emissões do governo daquelas emitidas pela comunidade, uma vez que as do governo estão englobadas nas municipais, ou seja, o reporte em separado seria apenas um destaque e não uma exclusão do inventário municipal. Esse destaque pôde ser visto nos inventários nova-iorquinos e torontonianos, por exemplo.

De uma maneira geral, independente das diretrizes metodológicas tratadas neste estudo, a obtenção dos dados constitui-se da etapa inicial e fundamental para elaboração de qualquer inventário. Neste sentido, o Rio de Janeiro estabelece de

maneira muito satisfatória, para a elaboração de seu novo inventário, um contato próximo com seus parceiros e atores fundamentais para a coleta de dados relativos a cada setor de emissões, o que poderia ser replicado por todas as cidades. A equipe técnica responsável pela compilação dos dados realizou treinamentos para apresentar a metodologia de contabilização do inventário e expor as questões primordiais sobre obtenção de dados a seus diversos parceiros, demonstrando a importância do envolvimento desses atores. Desta maneira, foi possível mobilizar empresas privadas e públicas que possuem forte atuação na cidade, para que fornecessem seus dados para os setores de Energia, Resíduos, IPPU e AFOLU, possibilitando a redução de contabilizações feitas por estimativas, dando preferência a dados mais acurados. Além disso, a equipe técnica promove encontros periódicos com os parceiros para expor suas principais dificuldades na contabilização, objetivando resolver através de colaboração e ações conjuntas as lacunas que possam inviabilizar a produção do inventário. A maneira de solicitar os dados para o setor de IPPU, que também pode ser destacada, foi enviar questionários para indústrias, havendo, ainda, a preocupação com o *feedback* dessas a respeito dos moldes dos questionários e se os mesmos estavam atendendo as expectativas dos atores, mostrando também a disposição da equipe técnica em aceitar sugestões para que a contabilização fosse aprimorada. Esta movimentação e o estabelecimento de parcerias tornam-se fundamentais uma vez que se procura uma melhoria constante em cada inventário publicado.

De forma a sanar a divergência existente entre os inventários e afirmar a necessidade de acordo entre as cidades, como foi explicado anteriormente, o *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions* (GPC) foi desenvolvido. Esse protocolo está atualmente em fase piloto, na qual algumas cidades já se candidataram a elaborar seus inventários nos seus moldes, para chegar a conclusões e ajustes a respeito do mesmo. Esse protocolo pretende unificar a forma de reporte das cidades, porém não aborda exhaustivamente os métodos que devem ser empregados pelos inventários, apenas focando na apresentação dos resultados obtidos. É importante destacar que o GPC está organizando seminários e reuniões onde as cidades tem a oportunidade de discutir sobre os melhores caminhos metodológicos a serem seguidos, estando aberto a discussões para se chegar a um senso comum sobre as melhores maneiras, que sejam realmente tangíveis, de contabilizar as emissões de GEE.

Como o GPC ainda está em fase de teste, sua eficácia em relação à contabilização das emissões ainda não pôde ser comprovada, mas, ao longo do tempo, poderá ser feita uma avaliação para verificar se essa metodologia será factível ou não e quais os

pontos que deverão ser melhorados. Identificou-se que este protocolo possui diretrizes muito interessantes com relação ao quadro de resultados, exigindo a apuração das emissões por gases (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PCFs e SF₆), a identificação de exclusões e falta de dados, além de exigir a classificação dos dados obtidos em relação à qualidade. No entanto, o GPC não apresenta diretrizes metodológicas explícitas, deixando brechas para que as cidades façam seus cálculos com dados arbitrários, o que, por definição, continuaria inviabilizando a comparação entre os inventários. Portanto, o protocolo ainda carece de um aperfeiçoamento no estabelecimento de critérios mais rígidos.

Por fim, não há fundamento em aprimorar a elaboração dos inventários, tornando-os comparáveis e completos se os mesmos não estiverem disponibilizados publicamente. Dessa forma, faz-se necessário o reporte dos inventários, ou de pelo menos seu resumo técnico, de maneira pública e acessível para que os mesmos possam cumprir suas funções estratégicas no cenário de mudanças climáticas. Assim, as cidades poderiam ter acesso aos relatórios de outras cidades sempre que necessário, visando uma integração contínua e o compartilhamento de experiências e dificuldades na contabilização das emissões, além de gerar pressões mundiais para mitigação das emissões.

5.1. Recomendações

A partir do estudo realizado, já foram identificadas algumas recomendações que poderiam ser utilizadas não só pelo GPC, mas como diretrizes gerais para se aprimorar os métodos de contabilização. Para que houvesse um mínimo de homogeneidade dos inventários seria imprescindível que todos eles atendessem a critérios básicos, como:

- Utilização dos mesmos e mais recentes valores de potencial de aquecimento global, explicitando, inclusive de qual *Assessment Report* do IPCC esses foram extraídos para que não haja dúvidas quanto aos valores utilizados. Nesse sentido, atualmente o consenso é de utilizar o *Second Assessment*, mesmo já existindo outros relatórios.
- Apuração do máximo viável de gases de efeito estufa emitidos em seu território, incluindo minimamente CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, HFCs e PFCs. Essa situação é mais crítica em relação aos gases com alto GWP, uma vez que a sua exclusão pode representar uma subestimativa das emissões geradas.

Além disso, para garantir a transparência e um maior entendimento, seria uma boa prática a apresentação das emissões por gases e em CO₂e.

- Separação por setores ou fontes para que haja uma maior evidenciação dos focos para onde poderão ser direcionadas as ações e estratégias do governo. O reporte deve incluir os setores de energia (incluindo queima de combustíveis móvel e estacionária, além de geração e consumo de energia de qualquer tipo), resíduos (incluindo todos os tipos de tratamento e disposição de efluentes e resíduos sólidos), processos e uso de produtos e mudança no uso de solo, cobertura vegetal e agropecuária, quando pertinente. É importante, inclusive, que cada um dos setores esteja subdividido de forma a facilitar o reconhecimento das fontes emissoras, por exemplo, no caso do setor de energia, esse pode ser desagregado em transporte (rodoviário, aéreo, hidroviário e ferroviário), uso de combustíveis e energia estacionária (residencial, comercial, industrial e público) e geração de energia.
- Separação por escopos, uma vez que se torna imprescindível para a atribuição das emissões como diretas ou indiretas, realçando as responsabilidades reais das cidades. Neste sentido, deve-se incluir obrigatoriamente as emissões de escopos 1, 2 e 3 mínimo. No caso do escopo 3 a inclusão mínima seria de emissões advindas da disposição e tratamento de resíduos sólidos e efluentes fora da cidade. A contabilização de outras emissões de escopo 3 e do escopo 4 seria voluntária. Seria importante criar um ranqueamento de acordo com a abrangência dos inventários, ressaltando, assim, o inventário cuja contabilização for mais completa, como foi feito pelo GPC. Assim, poderia ser feita a classificação qualitativa das cidades e a real compatibilização entre diferentes resultados de emissão inventariados. As Figura 5 e Figura 6 definem os diferentes níveis dos escopos 3 e 4 e Figura 7 sugere como poderiam ser classificados os inventários.

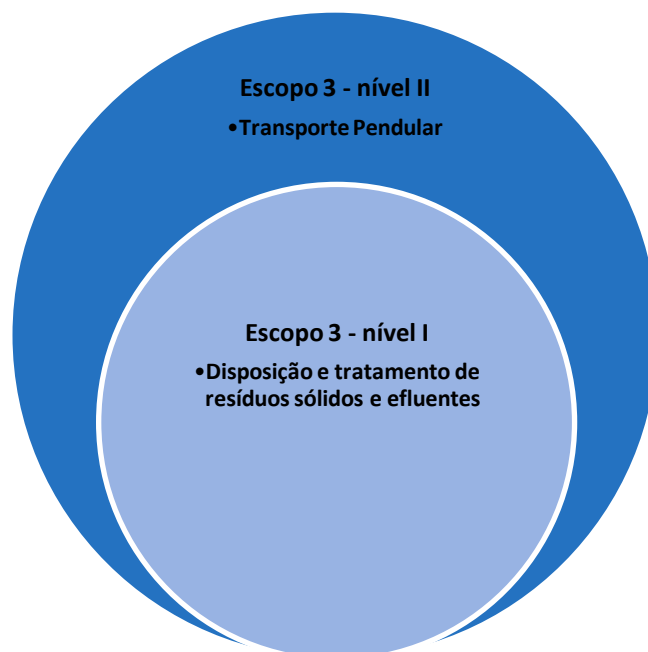
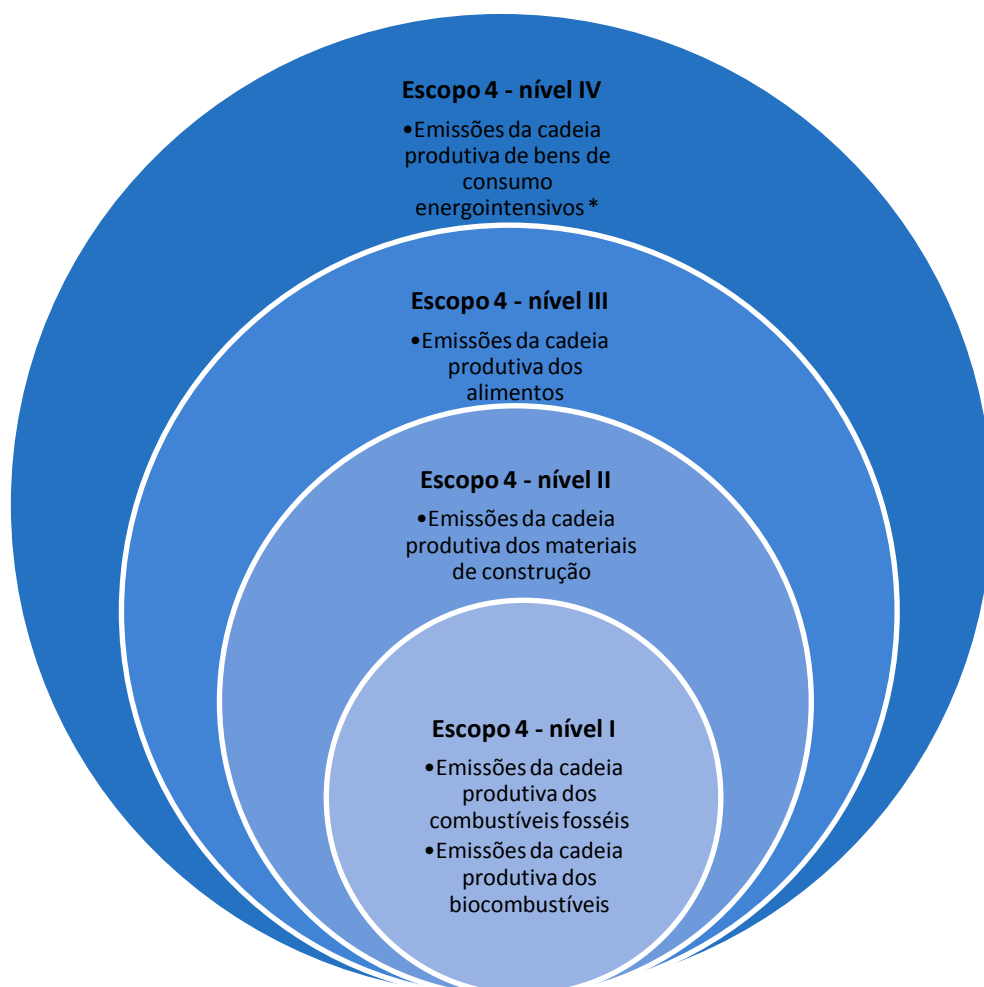


Figura 5. Subdivisão proposta ao Escopo 3 para elaboração de inventários locais

Fonte: Autores.



*Provenientes das indústrias siderúrgicas, químicas, de papel e celulose. A indústria de cimento já está contemplada no nível II.

Figura 6. Subdivisão proposta ao Escopo 4 para elaboração de inventários de GEE locais.

Fonte: Autores

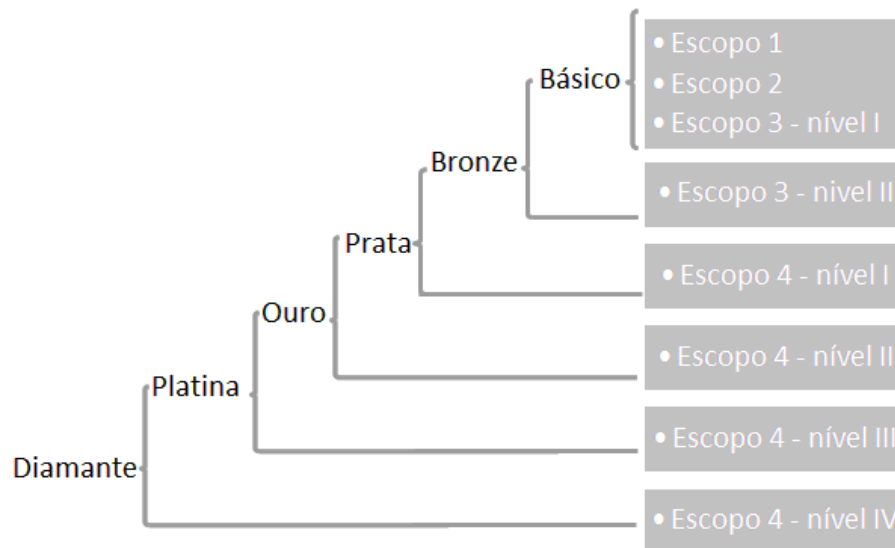


Figura 7. Classificação qualitativa proposta para elaboração de inventários de GEE locais

Fonte: Autores

Além do conteúdo básico de um inventário, é importante que as cidades incluam, sempre que possível, outras ferramentas relacionadas às mudanças climáticas. É nesse âmbito que se destaca a importância da elaboração de:

- Cenários de emissão como foram apresentado pela cidade do Rio de Janeiro;
- Análise da influência do clima nas emissões geradas, como foi apresentada pela cidade de Nova York;
- Medidas e metas de redução, como foram apresentadas por Nova York e Rio de Janeiro; e
- Programa de controle e gestão de qualidade do inventário, que não foi apresentado por nenhum dos inventários estudados, porém é uma prática bem desenvolvida na cidade de Hong Kong, segundo o WRI (2011), que conta com revisões internas e contratação de verificadores externos para a garantia da qualidade.

E ainda, mesmo que haja um consenso metodológico, é necessário, como foi visto anteriormente, fortalecer o reporte padronizado das emissões, inclusive no caso do GPC. Desta forma foi possível sugerir uma unificação do reporte que complementaria o quadro apresentado pelo GPC, como uma espécie de sumário executivo, que foi inspirado na organização gráfica do inventário da cidade de Durban, e que poderia estar presente em anexo em todos os inventários. É importante destacar que esse sumário representaria um resumo do inventário com um padrão que deveria ser

seguido por todas as cidades, apenas com os dados mais relevantes para o entendimento do mesmo, não substituindo, portanto, o texto do inventário, que continuaria tendo a liberdade de ser escrito da maneira que mais se adequasse ao contexto de cada cidade. A análise dos inventários neste estudo teve como principal obstáculo a identificação de informações metodológicas, uma vez que se encontravam mescladas ao longo do texto, e, com isso, um quadro resumo facilitaria a identificação de critérios como ano base, fatores de emissão, potenciais de aquecimento global, dados de atividade, etc. A Figura 8 representa essa recomendação para a padronização do reporte.

Finalmente, não existe e, provavelmente, nunca existirá um caminho único aplicável a todos os casos que seja capaz de transpor todos os desafios intrínsecos à contabilização de emissões de gases de efeito estufa em inventários citadinos, uma vez que as decisões e premissas estão diretamente atreladas ao contexto local e aos interesses políticos e governamentais. No entanto, o esforço no sentido de padronizar a elaboração dos inventários reduziria as disparidades provocadas pela adoção de premissas arbitrárias.

INFORMAÇÕES BÁSICAS DE REPORTE

<p>Cidade:</p> <p>Ano-base:</p> <p>Fronteira espacial:</p> <p>Gases contabilizados:</p> <p>Fonte dos potenciais de aquecimento global:</p>																														
<p>Emissões específicas</p> <p>Emissões totais per capita (tCO₂e):</p> <p>Emissões dos setores comercial e industrial por número de trabalhadores (tCO₂e):</p> <p>Emissões dos setores comercial e industrial por PIB (tCO₂e):</p>																														
<p>Dados utilizados por setor</p> <p>Setor _____</p> <table border="1"><tr><td>Fonte _____</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td><u>Escopo1</u></td><td><u>Escopo2</u></td><td><u>Escopo3</u></td><td><u>Escopo 4</u></td></tr><tr><td>Dados de atividade utilizados:</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Fontes dos dados de atividade:</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Fator de emissão:</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Fonte dos fatores de emissão:</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Fonte _____						<u>Escopo1</u>	<u>Escopo2</u>	<u>Escopo3</u>	<u>Escopo 4</u>	Dados de atividade utilizados:					Fontes dos dados de atividade:					Fator de emissão:					Fonte dos fatores de emissão:				
Fonte _____																														
	<u>Escopo1</u>	<u>Escopo2</u>	<u>Escopo3</u>	<u>Escopo 4</u>																										
Dados de atividade utilizados:																														
Fontes dos dados de atividade:																														
Fator de emissão:																														
Fonte dos fatores de emissão:																														

Figura 8. Formulário recomendado para o reporte de inventários de GEE municipais

Fonte: Autores

6. CONCLUSÕES

A comparabilidade e compatibilidade entre os inventários locais são importantes para que as cidades comparem a efetividade de ações nos diferentes setores, auxiliando as mesmas a atingirem e a fixarem metas mais competitivas de acordo com o panorama mundial. Além disso, inventários plenamente comparáveis são importantes, não só no aspecto global, mas também no cenário nacional. Isso se deve ao fato da compatibilidade de inventários entre as diferentes esferas facilitar a elaboração dos inventários nacionais e estaduais e aumentar sua acurácia, pela disponibilidade de informações mais detalhadas. Outro aspecto importante é que a consistência de inventários dentro de um mesmo país permite que sejam criadas, de forma mais eficaz, ações de mitigação e controle e, inclusive, que se racionalize a distribuição de investimentos, dado que o país pode incentivar cidades com menores emissões e focar esforços nas cidades mais emissoras.

O estudo sobre as metodologias de elaboração dos inventários das cidades de Nova York, Rio de Janeiro, Toronto e Durban, permitiu confirmar a hipótese de que a adoção de premissas diferentes leva a resultados que são incompatíveis, logo que não podem ser comparados. E, além disso, a forma como estes são feitos interfere diretamente na fidedignidade dos resultados, fator essencial para se estabelecer políticas locais de mitigação e atribuição de responsabilidades a nível mundial. É nesse sentido que se confirma a necessidade de criação de um guia internacionalmente aceito e credível que permita a fixação de parâmetros que garantam a qualidade e a comparabilidade dos inventários locais, assim como já existe o Guia IPCC 2006 para os inventários nacionais.

A questão aqui não é especificamente a criação de um protocolo, uma vez que, como foi visto, já existem diversas ferramentas e protocolos internacionais no âmbito local. A lacuna existente é no sentido da criação de um guia consistente e reconhecido, que reúna boas práticas e que assegure a comparabilidade e a qualidade dos inventários cobertos por ele. Assim, espera-se que o *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions* (GPC), que se encontra em fase piloto, possa preencher algumas lacunas em prol da unificação do reporte dos inventários locais. O GPC apresenta indícios de boa aceitabilidade no futuro, uma vez que consiste em uma iniciativa conjunta de várias instituições com reconhecida expertise em mudanças climáticas e inventários locais³³, além disso, ele está sendo criado com base em

³³ O GPC é uma iniciativa em conjunto do WRI (30 anos de experiência em sustentabilidade e 14 anos de experiência em desenvolvimento de metodologias de contabilização de GEEs), do C40 (representa mais de 60 cidades do mundo

observação empírica, possibilitando que as cidades-piloto atuem fortemente no *feedback* e na melhoria do protocolo. Apesar disso, já é possível dizer que o GPC aborda superficialmente aspectos metodológicos, apenas focando na apresentação dos resultados obtidos. Assim, sua eficácia como instrumento facilitador de comparação ficará comprometida, uma vez que são as premissas adotadas pelas cidades em questões metodológicas que basicamente fazem com que os seus inventários sejam incompatíveis.

Nesse sentido, foram identificados no trabalho alguns quesitos e questões metodológicas relevantes que poderiam ser padronizados. Dessa forma, sugeriu-se que todos os inventários locais deveriam minimamente:

- Definir a fronteira temporal e espacial averiguada;
- Contabilizar os seis gases do Protocolo de Quioto (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆);
- Utilizar e reportar os mesmos valores de potencial de aquecimento global;
- Abordar emissões dos setores de energia (separando em geração de energia dentro da fronteira, transportes (rodoviário, ferroviário, hidroviário e aéreo), queima de combustíveis fósseis e uso de eletricidade, vapor e calor (residencial, comercial, industrial e institucional)), resíduos, AFOLU e IPPU, destacando e justificando não inclusões;
- Reportar suas emissões por escopos, incluindo todas as emissões de escopo 1, 2 e uma parcela mínima do escopo 3 (tratamento de efluentes e resíduos exportados para fora da cidade);
- Contabilizar emissões que possam ser controladas pela autoridade local com *tier 2* e buscar aprimoramento das informações de dados de atividade e fatores de emissão sempre que possível;
- Elaborar perfil de emissões ao longo dos anos e recalcular e atualizar emissões anteriores segundo as novas premissas adotadas, para que haja compatibilidade entre os inventários da cidade; e
- Contabilizar as emissões operacionais da autoridade local no total da cidade.

Além disso, foram evidenciados os maiores pontos de discordância entre os inventários locais, inclusive entre aqueles estudados (Nova York, Rio de Janeiro, Toronto, Durban e Londres). Esses pontos metodológicos críticos são: consumo e geração de energia elétrica, resíduos e transporte. Para sanar essas questões, onde normalmente estão as maiores causas de desvios entre inventários locais, foi possível estabelecer algumas sugestões como:

- Separar as emissões da geração de energia dentro das fronteiras da cidade e alocá-las como de escopo 1;
- Contabilizar as emissões do consumo de energia elétrica e térmica como escopo 2, se essa energia for importada;
- Contabilizar as emissões da disposição e tratamento de resíduos dentro da fronteira como de escopo 1;
- Contabilizar as emissões da disposição e tratamento de resíduos fora da fronteira como de escopo 3, considerando apenas a parte dos resíduos gerados pela cidade, ou seja, excluindo-se, caso haja, resíduos provenientes de outras localidades; e,
- Considerar o transporte demandado pelas atividades da cidade, ainda que não ocorram dentro dos limites da mesma (incluindo todos os tipos de transporte), ou seja, considerando o escopo 1 obrigatoriamente e buscando, na medida do possível, considerar também o escopo 3. É importante destacar que a questão dos transportes ainda é o maior desafio a ser superado, uma vez que existem diversas nuances em se contabilizar as emissões transfronteiriças.

Como sugestões de complementação dos inventários, figuram também a verificação externa, a existência de um programa de controle de qualidade de dados, a elaboração de cenários, entre outros. Além disso, é importante que haja, no futuro, um esforço no sentido de incluir nas emissões da cidade aquelas relacionadas ao ciclo de vida dos produtos e insumos gerados e consumidos.

Com objetivo de tentar incluir o ciclo de vida dos produtos e insumos importados consumidos pela cidade, foi proposta a criação do escopo 4 para elaboração de inventários locais. Entende-se que a subdivisão dos escopos 3 e 4 e a classificação para os inventários, proposta como uma complementação daquela apresentada pelo GPC, poderiam servir como ferramenta de ranqueamento de cidades. Além disso, poderiam estas auxiliar na determinação das responsabilidades individuais. Isso

possibilitaria uma real comparação dos resultados de emissões, considerando que o escopo 3 representa um dos principais pontos de discordância nas abordagens metodológicas das cidades, passando a ter suas delimitações mais claras. Neste sentido, as cidades deveriam reportar sua classificação, podendo, assim, ser enquadradas nos cinco níveis sugeridos de abrangência: básico, bronze, prata, ouro, platina e diamante.

A partir desse estudo, é possível afirmar que não existe e, provavelmente, nunca existirá um caminho único aplicável a todos os casos. Não existe, portanto, um caminho capaz de transpor todos os desafios intrínsecos à contabilização de emissões em inventários locais, uma vez que as decisões e premissas estão diretamente atreladas ao contexto e aos interesses políticos locais. Ainda assim, para que o inventário cumpra seu papel de subsidiador de planos e estratégias relacionados ao clima, tem-se que, independentemente dos guias e metodologias utilizados, deve-se garantir o atendimento aos princípios básicos de relevância, integralidade, consistência, transparência, exatidão, mensurabilidade, comparabilidade e conservatividade.

7. REFERÊNCIAS

ACNUR, 2012, "Mudanças climáticas aumentam vulnerabilidade de deslocados, diz ACNUR na Rio+20", *Rio + 20- Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável*, Junho. Disponível em <<http://www.onu.org.br/rio20/mudancas-climaticas-aumentam-vulnerabilidade-de-deslocados-diz-acnur-na-rio20/>>. Acesso em: 10 Jun. 2013.

AUTHORITY- GREATER LONDON, 2010. *London Energy and Greenhouse Gas Inventory (LEGGI), Folders: Documentation, London*. Disponível em <<http://data.london.gov.uk/datastore/package/leggi-2008-database>>. Acesso em: 10 Mar. 2013.

BADER, N. e BLEISCHWITZ, R., 2009, "Study Report: Comparative Analysis of Local GHG Inventory Tools", *Institute Veolia Environment, College of Europe*, Jul. Disponível em <http://www.institut.veolia.org/fileadmin/medias/documents/491_Final-report-Comparative-Analysis-of.pdf>. Acesso em 15 Fev. 2013

BETSILL, M., BULKELEY, H., 2007. "Looking back and thinking ahead: a decade of cities and climate change research". *Local Environment, The International Journal of Justice and Sustainability*, v. 12, n. 5 (Dez), p. 447-456, London. Disponível em <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13549830701659683#.UczneDvOkxE>>. Acesso em: 15 de Jan. 2013.

BUZZATTI, M.G., 2011. *Elementos para uma Ação de Mitigação Nacionalmente Adequada (NAMA) a partir da produção de biodiesel de Óleo de Dendê pela Agricultura Familiar no Brasil*. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis.php>>. Acesso em: 20 Jun. 2013.

CASH, D. W. , MOSER, S.C., 2000, "Linking Global and Local Scales: Designing Dynamic Assessment and Management Processes", *Global Environmental Change*, Vol.10, n. 2, pp.109-120. Disponível em <http://www.susannemoser.com/documents/Cash-Moser_GEC2000.pdf>. Acesso em: 20 de Mai. 2013

CARBON DISCLOSURE PROJECT, 2012, *Measurement for Management- CDP Cities 2012 Global Report- Including Special Report on C40 Cities*. Disponível em <<https://www.cdproject.net/cdpresults/cdp-cities-2012-global-report.pdf>>. Acesso em 26 Mar. 2013.

CARLONI, F. B. B. A., 2012. *Gestão do Inventário e do Monitoramento de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Cidades: O Caso do Rio de Janeiro*. Tese de D. Sc, Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis.php>>. Acesso em: 20 Nov. 2012.

CENTROCLIMA, 2011, *Relatório sobre a XVI Conferência das Partes da CQNUMC – Cancun*. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Rio de Janeiro.

CQNUMC, 1992. *Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento*, Rio de Janeiro . Disponível em: < <http://www.onu.org.br>>. Acesso em: 06 de Abr. 2013

CQNUMC, 1996. *Decisão 10/CP.2 – Comunicação das Partes não incluídas no Anexo I*. Segunda Conferência das Partes. Genebra. Disponível < <http://www.onu.org.br>>. Acesso em: 06 de Abr. 2013

CQNUMC, 2003. *Decisão 19/CP.9- Uso do Solo, Mudança de Uso do Solo e Floresta: Definições e Modalidades para Incluir Atividades de Aflorestamento e Reflorestamento sob o Artigo 12 do Protocolo de Quioto*. Nona Conferência das Partes. Milão. Disponível em <http://vitaecivilis.org/vc2012/index.php/temas/clima/contribuicoes-do-vitae-civilis-ao-debate/vitae-civilis-na-cop-9-dez-2003>. Acesso em: 12 Mai. 2013

CQNUMC, 2005. *Decisão CMP.1. Further Guidance Relating to the Clean Development Mechanism*. Décima Primeira Conferência das Partes. Montreal. Disponível em <<http://www.onu.org.br>>. Acesso em: 10 Dez. 2012

CQNUMC, 2006. *Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Disponível em <<http://cdm.unfccc.int> >. Acesso em: 10 Dez. 2012.

CORFEE-MORLOT, J., KAMAL-CHAOU, L., DONOVAN, M.G., COCHRAN, I., ROBERT, A., TEASDALE, P.J., 2009a. “Cities, Climate Change and Multilevel Governance”. *OECD Environmental Working Papers*, n. 14, France. Disponível em < <http://www.oecd.org/governance/regional-policy/44232263.pdf> >. Acesso em: 27 Fev. 2013.

CORFEE-MORLOT, J., COCHRAN, I., TEASDALE, P., 2009b, “Cities and Climate Change: Harnessing the Potential for Local Action”. *Competitive Cities and Climate Change- OECD International Conference*, pp. 78-104, Milan, Italy, 9-10 Out. Disponível em <<http://www.oecd.org/gov/regional-policy/50594939.pdf>>. Acesso em: 5 Fev. 2013.

CITY OF LONDON CORPORATION, 2009. *City of London Carbon Footprint*. Londres. Disponível em <http://www.conurbant.eu/file/1141-London_SUS_CarbonFootprintreport.pdf>. Acesso em: 4 Abr. 2013.

C40 Cities, ICLEI, WRI, 2012, Global Protocol For Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC) -Pilot Version 1.0, May 2012. Disponível em <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/GPC_PilotVersion_1.0_May2012_20120514>. Acesso em: 10 Jan. 2013

DICKINSON, J., KHAN, J., PRICE, D, CAPUTO, S, Jr. , MAHNOVSKI, S., 2012. *PLAN NYC- City of New York, Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions*. Mayor's Office of Long-Term Planning and Sustainability, New York. Disponível em <http://nytelecom.vo.llnwd.net/o15/agencies/planyc2030/pdf/greenhousegas_2012.pdf>. Acesso em: 20 Dez. 2012

DUBEUX, C. B. S., 2007, *Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa por Municípios Brasileiros: Metodologias para Elaboração de Inventários Setoriais e Cenários de Emissões como Instrumentos de Planejamento*. Tese de D.Sc, Planejamento Energético, COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/dubeauxcbds.pdf>>. Acesso em: 29 Jan. 2013.

DUDUTA, N., BISHINS, A., 2010, "Citywide Transportation Greenhouse Gas Emissions Inventories: A Review of Selected Methodologies", *WRI Working Paper*. World Resources Institute, Washington, DC. Disponível em <<http://www.wri.org/publication/citywide-transportation-greenhouse-gas-emissions-inventories>>. Acesso em: 10 Mar. 2013

EEA, 2005, *EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2005*. European Environment Agency, Technical Report n° 30, Copenhagen, Denmark, Dec. Disponível em <<http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR4/en>>. Acesso em: 17 Jan. 2013.

ESCIENCE ASSOCIATES, 2013, *eThekwini Greenhouse Gas Emissions Inventory 2011*, Technical Report, Durban, Mar. Disponível em <http://www.durban.gov.za/Resource_Centre/Current%20Projects%20and%20Programmes/energyoffice/Documents/eThekwini%20GHG%20Inventory%202011%20Technical%20Report%20Final%2020%20March%202013.pdf> Acesso em: 16 Jun. 2013

FLEMING, P.D., WEBBER, P.H., 2004, "Local and Regional Greenhouse Gas Management". *Energy Policy* 32, Elsevier (Abr), pp.761-771. Disponível em <

<http://www.deepdyve.com/lp/elsevier/local-and-regional-greenhouse-gas-%20management-ZIPtx3jfeV> >. Acesso em: 13 Abr. 2013

HALLEGATTE, S., HENRIET, F. e CORFEE-MORLOT, J., 2008, "The Economics of Climate Change Impacts and Policy Benefits at City Scale: A Conceptual Framework", *OECD Environment Working Paper 4*, ENV/WKP(2008)3, Paris, OECD. Disponível em <<http://www.oecd.org/environment/cc/45305874.pdf>>. Acesso em 15 Mai. 2013.

HOORNWEG, D., SUGAR, L. e GOMEZ, C. L. T., 2011, "Cities and Greenhouse gas emissions: moving forward", *Environment & Urbanization*, v.23, n.1, pp.1-21. Disponível em <<http://eau.sagepub.com/content/early/2011/01/08/0956247810392270.abstract>>. Acesso em: 17 Mai. 2013.

ICF INTERNATIONAL, 2007, *Greenhouse Gases and Air Pollutants in the City of Toronto*. Toronto, ON. Disponível em <http://www.toronto.ca/taf/pdf/ghginventory_jun07.pdf>. Acesso em: 18 Mai. 2013.

ICLEI USA , 2012, *U.S. Community Protocol for Accounting and Reporting of Greenhouse Gas Emissions- Public Comment Draft* . Disponível em <<http://www.icleiusa.org/tools/ghg-protocol/community-protocol/us-community-protocol-for-accounting-and-reporting-of-greenhouse-gas-emissions>>. Acesso em: 15 Jan. 2013.

ICLEI, City of Copenhagen, 2010, "The City Climate Catalogue", *The Copenhagen World Catalogue of City Commitments to Combat Climate Change*. Disponível em <www.climate-catalogue.org>. Acesso em: 10 Abr. 2013

IEA/OECD, 2008, *World Energy Outlook 2008. Part 1*, Paris. Disponível em <<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2008-1994/WEO2008.pdf>>. Acesso em: 12 Abr. 2013

IPCC, 1996. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Disponível em <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>>. Acesso em: 21 Dez. de 2012.

IPCC, 2000, *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. Disponível em <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/Table_of_contents.pdf>. Acesso em: 20 Dez. 2012.

IPCC, 2006, *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, vol.1, vol.2, vol.3, vol.4 e vol.5. Disponível em < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/> >. Acesso em: 20 Dez. 2012.

IPCC, 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva. Disponível em < http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm >. Acesso em: 4 Nov. 2012.

KENNEDY, C., RAMASWAMI, A., CARNEY, S., et al., 2009, "Greenhouse gas emission baselines for global cities and metropolitan regions". In: 5th Urban Research Symposium Marseille, France, 28-30 Jun. Disponível em < <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1256566800920/6505269-1268260567624/KennedyComm.pdf> >. Acesso em: 15 Mai. 2013

Lei 12.187, de 29 de dezembro de 2009: Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.html>. Acesso em: 23 Jan. 2013.

Lei 5.248, de 27 de Janeiro de 2011: Política Municipal de Mudanças Climáticas do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/exibeConteudo?article-id=2209009>>. Acesso em: 17 Mar. 2013.

LOCAL GOVERNMENTS FOR SUSTAINABILITY USA- ICLEI, 2012. *U.S. Community Protocol for Accounting and Reporting of GHG Emissions*, version 1.0, October. Disponível em <<http://www.icleiusa.org/tools/ghg-protocol/community-protocol/us-community-protocol-for-accounting-and-reporting-of-greenhouse-gas-emissions>>. Acesso em 27 Dez. 2012.

MARTINS, R. D'A., FERREIRA, L. C., 2011, "Uma Revisão Crítica sobre Cidades e Mudança Climática: Vinho Velho em Garrafa Nova ou um Novo Paradigma de Ação para a Governança Local?" *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 45, n. 3 (Mai/Jun), p. 611-41. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/rap/v45n3/04.pdf> >. Acesso em: 20 Abr. 2013

MCT/MRE, 2000, *Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima*, editado e traduzido pelo MCT e MRE.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2012, *Convenção Sobre Mudança do Clima, O Brasil e a Convenção Quadro das Nações Unidas*. Disponível em <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/convencao_clima.pdf>. Acesso em: 17 Mar. 2013

ONU-HABITAT, 2010, *State of the World's Cities 2010/2011: Bridging the Urban Divide*, Earthscan, London, Sterling,VA. Disponível em <http://academia.edu/2055564/State_of_the_Worlds_Cities_2010_2011_-_Cities_for_All_Bridging_the_Urban_Divide>. Acesso em 10 Fev. 2013.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD, 2007. “Combater as alterações climáticas: Solidariedade humana num mundo dividido”. *Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008*, Nova York, USA. Disponível em <<http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2007-8/chapters/portuguese/>>. Acesso em: 15 Mar. 2013.

ROVERE, E. L. L., D'AVIGNON, A. L. de A., DUBEUX, C. B. S., et al., 2008, Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais. Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Fundação Estadual do Meio Ambiente e Centro Clima - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Belo Horizonte. Disponível em <http://www.feam.br/images/stories/inventario/inventario_de_emissoes_de_gases_-_feam_versao_para_internet.pdf>. Acesso em: 22 Mai. 2013

ROVERE, E. L. L., COSTA, C., et al., 2011, Inventário e Cenário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Meio Ambiente/COPPE-UFRJ. Rio de Janeiro.

SEPE, P.M., COSTA, C.V.B, RABETHGE, L., 2012. “Metrópoles e as Mudanças Climáticas – Uma Análise Comparativa de Políticas e Programas em Quatro Cidades do Mundo”. *VI Encontro Nacional da Anppas*, Belém, PA, Brasil, 18-21 Set. Disponível em <<http://www.anppas.org.br/encontro6/anais/ARQUIVOS/GT11-832-651-20120716032443.pdf>>. Acesso em: 27 Mar. 2013.

SIPPEL, M., JENSSEN, T., 2010, “What Explains Cities’ Climate Policy-Making? A Review of Drivers and Barriers”. *Journal of Environmental Management and Tourism*, vol. I, ed.1, pp. 39-56. Disponível em

<http://econpapers.repec.org/article/srsjemt12/5_3av_3a1_3ay_3a2010_3ai_3a1_3ap_3a39-56.htm>. Acesso em: 24 Mar. 2013

SIPPEL, M., 2011, "Urban GHG Inventories, Target Setting and Mitigation Achievements: How German Cities Fail to Outperform their Country", *Greenhouse Gas Measurement and Management*, 1:1 (Jun), pp. 55-63. Disponível em <<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3763/ghgmm.2010.0001>>. Acesso em: 10 Mar. 2013

THE CLIMATE REGISTRY, 2008. *Local Government Operations Protocol*. Version 1.0. Disponível em <<http://www.theclimateregistry.org/downloads/2010/05/2010-05-06-LGO-1.1.pdf>>. Acesso em: 20 Nov. 2012.

THYSSENKRUPP CSA SIDERÚRGICA DO ATLÂNTICO, 2012. Relatório de Emissões de Gases de Efeito Estufa da TKCSA: Segundo ano de operações. Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.thyssenkrupp-csa.com.br/fileadmin/documents/brochures/Invent%C3%A1rio-GEE-TKCSA.pdf>>. Acesso em: 10 Mar. 2013.

WRI, 2011. *Technical Assistance to the City of Rio de Janeiro on Citywide Greenhouse Gas Monitoring System*. World Resource Institute/World Bank. Washington.

WILBANKS, T.J.; KATES, R.W, 1999, "Global change in local places: how scales matters". *Climatic Change*, v. 43, p. 601-628. Disponível em <<http://rwkates.org/pdfs/a1999.01.pdf>>. Acesso em: 27 Jun. 2013

WUPPERTAL INSTITUTE, 2009. Auf dem Weg zu einem "CO2-freien Stuttgart 2050". Kurzstudie 07/2009. Wuppertal. Disponível em <<http://wupperinst.org/home/>>. Acesso em: 27 Jun. 2013