

Resumo

Os inventários de emissões de gases de efeito estufa – GEE têm se mostrado uma importante ferramenta para apoiar a compreensão de padrões de emissão e o desenvolvimento de estratégias de gestão e mitigação. No Brasil, o Programa Brasileiro do GHG Protocol foi lançado em 2008 a fim de possibilitar a gestão voluntária das emissões de GEE pelas entidades, promovendo uma plataforma para a divulgação dos inventários. Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar quantitativamente e qualitativamente os inventários publicados em 2014 por meio de um Índice de Divulgação Voluntária (VDi), que varia de 0 a 3, calculado para os estados brasileiros, de forma a verificar a adesão a tal ferramenta de gestão das emissões de GEE. O estudo baseou-se em dados secundários publicados no registro público brasileiro de emissões de GEE e na metodologia estipulada pelo Programa Brasileiro GHG Protocol. O índice foi representado geograficamente em todo o território nacional. O desenvolvimento do VDi permitiu avaliar os inventários publicados em 2014, indicando que os Estados da região sudeste, com maiores recursos, destacaram-se com valores superiores de VDi, com média igual a 2,36 para os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Estabelecer a metodologia, pode exercer maior pressão para a adesão por parte das organizações locais às divulgações de GEE. Assim, o VDi apresenta-se como uma ferramenta com potencial para contribuir no aprimoramento da gestão e no planejamento de ações necessárias de mitigação.

Palavras-chave: Gases de Efeito Estufa, GEE, GHG Protocol, Índice de Divulgação Voluntária.

Abstract:

The greenhouse gas emissions inventories - GHG have been showingn to be an important tool to support the understanding of emission standards and the development of management and mitigation strategies. In Brazil, the Brazilian GHG Protocol Program was launched in 2008 in order to enable the voluntary management of GHG emissions by entities in promoting a platform for the disclosure of inventories. In this way, the present study aims to evaluate quantitatively and qualitatively the inventories published in 2014 by a Voluntary Disclosure Index (VDi), which varies from 0 to 3. The VDi were calculated for the Brazilian states entities in order to verify adherence to the GHG emissions management tool. The study was based on secondary data published in the Brazilian public registry of GHG emissions and on the methodology stipulated by the Brazilian GHG Protocol Program. The index was represented geographically throughout the national territory. The development of the VDi allowed to evaluate the inventories published in 2014, which indicates that the states entities of in the Brazilian southeast region, with greater resources, stood out with higher values of VDi, with an average of 2.36 for Minas Gerais, Rio de Janeiro and São Paulo. Establishing of this methodology may put more pressure on local organizations to join GHG disclosures. Thus, VDi presents itself as a tool with the potential to contribute to the improvement of management and planning of the necessary mitigation actions.

Key-Words: Greenhouse Gas Emissions, GGE, GHG Protocol, Voluntary Disclosure Index.

pedrofialhoc@gmail.com
samuel.castro@ufjf.edu.br
mamaria@fiemg.com.br

Introdução

As emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEE) têm contribuído para a mudança climática global, obrigando governos e organizações a procurarem medidas de mitigação de emissões de GEE e adaptação às mudanças climáticas. Os inventários de emissões de GEE têm sido adotados na compreensão de padrões de emissão e no desenvolvimento de estratégias de gestão (KENNEDY et al 2009).

GEE são produtos residuais lançados na atmosfera que refletem bem a ampla gama de atividades, complexidade dos sistemas e suas respectivas dinâmicas encontradas nas cidades. O nível das atividades socioeconômicas, assim como seus sistemas e estruturas, determinam a quantidade de GEE produzidos. Dessa forma, as municipalidades podem determinar para onde melhor direcionar os esforços de mitigação com a identificação dos setores responsáveis pelas maiores emissões.

Emissões de GEE estão relacionadas ao tamanho da população, densidade demográfica, taxas de crescimento populacional e renda per capita. Além disso, existem diferenças significativas nos padrões de emissão observados entre países desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento. Os setores de energia, transportes e residencial têm maior participação nas emissões em países desenvolvidos, e o setor agrícola e de resíduos urbanos tem maior porcentagem de emissões nos países em desenvolvimento (MARCOTULIO et al 2013).

Os países em desenvolvimento têm enfrentado desafios consideráveis na adaptação de seus sistemas de produção a alterações de longo prazo e condições climáticas extremas (FIGUEIREDO et al, 2010, OGLE et al, 2013). Por outro lado, os países desenvolvidos tem demonstrado comportamento favorável em apoiar os menos favorecidos nessa transição. Esta ação foi ratificada pelos participantes da Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (UNFCCC), ocorrida em Copenhague (2009) e reforçada pelo novo acordo climático de Paris, em 2015. Tais esforços incluem a destinação de fundos públicos e privados à adaptação e mitigação da mudança climática para adoção de novas práticas e tecnologias (WESTPHAL et al. 2015).

A primeira Conferência da Organização das Nações Unidas sobre o Clima após a assinatura do Acordo de Paris, a COP 22, ocorrida em Marrakech em 2016, colocou o Brasil em papel de destaque ao ressaltar a importância da adaptação dos países às mudanças climáticas, da agricultura e segurança alimentar e das florestas, sinalizando a importância do financiamento internacional para atingir as metas propostas de redução de emissões. A Contribuição Nacionalmente Determinada é a meta de redução assumida pelo País no referido evento: reduzir 37% das emissões de carbono até 2025, com indicativo de chegar ao corte de 43% em 2030 (BRASIL, 2016).

De acordo com Ogle et al (2013), um inventário nacional robusto cria uma forte relação entre os dados de emissão de GEE e o planejamento e implementação de políticas correlatas. Por sua vez, tal fato provê a oportunidade do desenvolvimento de um banco de dados de emissão confiável a partir do monitoramento de tendências com a divulgação dos resultados de mitigação.

O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), tem elaborado inventários nacionais prevendo Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Brasil. Esse documento é previsto na Política Nacional sobre Mudança do Clima e tem por objetivo acompanhar o cumprimento do compromisso nacional voluntário para a redução das emissões de gases de efeito estufa até o ano de 2020, decorrente das iniciativas assumidas voluntariamente pelo Brasil. Em sua 3ª edição, observa-se um aprimoramento da metodologia de cálculo da projeção de emissões ao longo do tempo com a apresentação de detalhamentos em termos dos setores e subsetores, além das unidades federativas (SIRENE, 2016).

O Programa Brasileiro do GHG Protocol foi lançado em 2008 a fim de possibilitar a gestão voluntária das emissões de GEE pelas entidades. Dentre as características dessa ferramenta destacam-se o fato dela oferecer uma estrutura para contabilização de GEE, seu caráter modular e flexível, a neutralidade em termos de políticas ou programas e ainda o fato de ser baseada em um amplo processo de consulta pública. Uma das iniciativas de destaque do Programa Brasileiro e considerada pioneira em todo o mundo foi a criação do Registro Público de Emissões e da área pública para consulta dos inventários das empresas e de estatísticas por setor. O Programa Brasileiro é destaque entre os Programas GHG no mundo, servindo como suporte na definição de estratégias e metas de redução (GHG, 2011).

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar quantitativamente e qualitativamente os inventários publicados em 2014 por meio de um Índice de Divulgação Voluntária (VDi), calculado para os estados brasileiros, de forma a verificar a adesão a tal ferramenta de gestão das emissões de GEE e apresentando, de forma pioneira, uma avaliação das divulgações.

Materiais e Métodos

Coleta de dados e análises

Inventário de GEE

Esse estudo baseou-se em dados secundários publicados no registro público brasileiro de emissões de GEE, disponíveis até janeiro de 2016 no site <http://www.registropublicodeemissoes.com.br/> (RPE, 2016). Os inventários são elaborados conforme metodologia estipulada no Programa Brasileiro GHG Protocol, baseada em um processo colaborativo de construção envolvendo coordenadores do Programa e 27 companhias. As especificações do Programa Brasileiro consistem de uma adaptação do GHG Protocol Corporate Standard, em acordo com o International GHG Protocol, série ISO 14.064 e metodologias do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (RPE, 2016).

A metodologia original é amplamente utilizada para a elaboração de inventários corporativos de emissões de GEE e foi desenvolvida pelo World Institute of Resources em parceria com o World Business Council for Sustainable Development. Inventários baseados na produção estimam as emissões de GEE que ocorrem dentro de uma área geográfica definida, tendo três abordagens distintas. De acordo com o GHG Protocol, o Escopo 1 refere-se às emissões diretas, principalmente oriundas de processos de combustão. O Escopo 2 refere-se às emissões indiretas como, por exemplo, plantas energéticas que fornecem eletricidade. Aquelas emissões que vão além dos limites de interesse estipulados pela organização são classificadas em Escopo 3, sendo a única de divulgação facultativa (WRI, 2004).

Um Índice de Divulgação Voluntária (VDi), com escala variando de 0 a 3, foi elaborado para a avaliação qualitativa e quantitativa do nível de divulgação de inventários em 2014. As organizações foram avaliadas considerando a soma de inventários emitidos em cada um dos três escopos e os índices calculados para os entes estaduais. O índice VDi é expresso como:

$$VD_i = \log \left(\frac{\sum N_i \cdot C_i}{3 N_i} \cdot f \right) + 1 \quad \text{Eq. (1)}$$

Sendo:

$$f = \frac{N_i}{N_{max}} \cdot 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

C_i : refere-se às categoria de divulgação no estado i (sendo: ouro = 3; prata = 2; e bronze = 1);
 NC_i : é a quantidade divulgada no estado i em 2014, em número de inventários, em cada uma das categorias;

f : fator de ajuste;

N_i : quantidade total de inventários divulgados no estado i em 2014; e

N_{max} : divulgação máxima nacional, em número de inventários, apresentada em 2014 por determinado estado.

O Programa Brasileiro classifica, qualitativamente, os inventários em três categorias, conforme mencionado acima: ouro – quando um inventário completo é apresentado e verificado por terceiros; prata – quando um inventário completo é apresentado, porém, sem verificação; e bronze – quando um inventário parcial é apresentado (RPE, 2016).

Acredita-se que um diagnóstico bem elaborado, pautado em metodologias de referência, pode elucidar tendências e a efetividade de sistemas de controle ambiental adotados na mitigação, embasando, assim, a gestão cada vez mais adequada das emissões de GEE.

Espacialização dos dados

Utilizou-se um Sistema de Informação Geográfica – SIG no processamento dos dados e geração das saídas gráficas (mapas). Os dados tabulares referentes ao VDI foram associados à base cartográfica do mapeamento sistemático de 2015, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, por meio da ferramenta Join do ArcGIS 10.3.

Resultados e Discussão

Primeiramente, realizou-se uma avaliação da série histórica de divulgação dos inventários de emissão de GEE no Brasil segundo o registro público. O resultado pode ser verificado por meio da Figura 1. Com base em tal levantamento, identificou-se uma tendência crescente na elaboração dos inventários e divulgação dos mesmos na plataforma, segundo o Programa Brasileiro GHG Protocol, ao longo dos anos, apesar dessa adesão por parte das organizações ainda ser incipiente, há campo e potencial de ampliação.

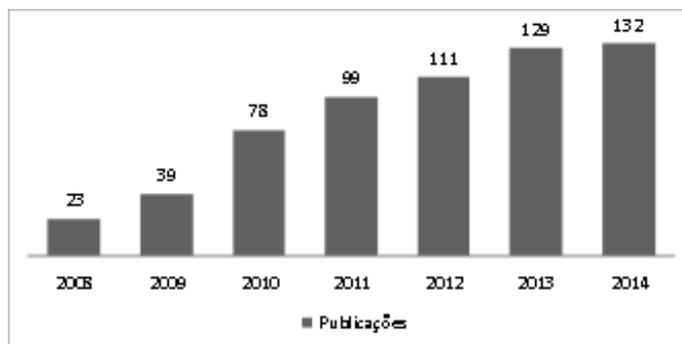


Figura 1: Série histórica de divulgação de inventários de emissão de GEE no Brasil de 2008 a 2014

Verificou-se 611 divulgações de 2008 a 2014, um total de inventários oriundos de, apenas, 182 organizações distintas. Desse montante, cerca de 21% foram divulgados nesse último ano, computando 132 inventários de organizações que atuam nos diferentes setores da economia. O somatório dos GEE divulgados em 2014, em toneladas de CO₂ eq, ultrapassaram os 410 milhões. Indústrias de transformação foram as que divulgaram em maior número de estados, contendo 16% desse total, porém, as industriais extrativas, de localização exclusiva nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, apresentaram a maior participação, sendo responsáveis por 70% da emissão de GEE.

Segundo Figueiredo et al (2010), os sistemas de colheita estão entre as práticas que tem recebido maior destaque e atenção em âmbito nacional, principalmente a agricultura da cana de açúcar, que em muitas regiões ainda adotam a queima sem controle dos resíduos. Por outro lado, a colheita verde, sem queima, mantém grandes quantidades de resíduos na superfície do solo, sem a correta destinação. A Tabela 1 indica os valores de VDi calculados para os estados que apresentaram ao menos uma divulgação voluntária de GEE em 2014.

Tabela 1: VDi calculados por estado brasileiro

Estado	VDi
MT	0,9547
MS	0,9547
AM	1,1308
PB	1,1308
BA	1,2557
ES	1,2557
GO	1,2557
PI	1,4318
DF	1,6536
SC	1,7328
RS	1,7998
PR	1,8578
MG	1,9089
RJ	2,2664
SP	2,8992

Apenas 55% dos entes públicos brasileiros divulgaram inventários de emissão no ano de 2014. Com a análise dos resultados obtidos, verificou-se que São Paulo obteve o maior índice, seguido por Rio de Janeiro e Minas Gerais, consolidando a região sudeste do Brasil como aquela com maior adesão ao Programa Brasileiro GHG Protocol para o monitoramento e diagnóstico de suas emissões.

Destaca-se que, apesar do Rio de Janeiro ser o ente público com a maior divulgação quantitativa de GEE no ano do estudo, com cerca de 270 milhões de toneladas de CO₂ eq, a ponderação adotada no cálculo do VDi em termos da qualidade de divulgação classifica o estado de São Paulo com índice superior, igual a, aproximadamente, 2,9. A representação gráfica de tais resultados pode ser verificada na Figura 2, apresentada a seguir.

De um modo geral, verificou-se a concentração das maiores adesões por parte das organizações nas regiões sudeste e sul, sendo importante destacar que, quantitativamente, tais regiões apresentam índices de industrialização superiores às demais. Ainda assim, iniciativas pontuais podem ser observadas, como no estado do Amazonas, com VDi em torno de 1,1; estado de Piauí, com VDi em torno de 1,4; e Mato Grosso, com índice inferior, igual 0,9547, juntamente com Mato Grosso do Sul.

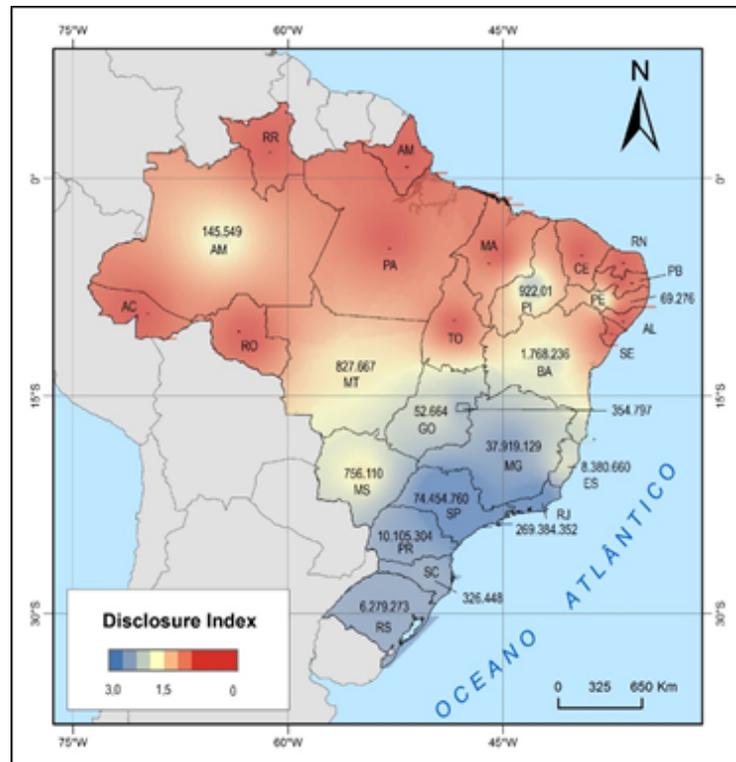


Figura 2: Representação gráfica dos entes públicos com base nos VDi calculados e contribuição total em toneladas de CO2 eq divulgados em inventários de 2014

Diante do observado, pode-se inferir que estados mais populosos podem exercer maior pressão para a adesão por parte das organizações locais às divulgações de GEE, bem como, relatórios mais transparentes e sistemas eficientes de monitoramento. Há de se considerar, ainda, que estados com maiores recursos - técnicos, humanos e financeiros - podem ser capazes de implementar técnicas mais eficientes de controle ambiental. Nesse sentido, cita-se a Resolução 64 para o estado do Rio de Janeiro e a Decisão 254 para o estado de São Paulo, ambas de 2012, que estabelecem a obrigatoriedade da realização do inventário de emissões de GEE para alguns setores, no âmbito do licenciamento ambiental.

Hoornweg et al (2011) identificaram algumas importantes tendências na análise de inventários de emissões de GEE: a) países de renda média e baixa tendem a ter menores emissões per capita do que aqueles países de alta renda; b) cidades mais densas tendem a ter menores emissões per capita, principalmente aquelas com sistemas de transporte modernos e eficientes; c) cidades localizadas em zonas de clima frio tendem a ter maiores emissões.

De acordo com esses autores, a principal observação é que não existe um fator único que explique as variações nas emissões per capita entre as cidades, pois tratam-se de aglomerações heterogêneas, com uma grande variedade de fatores físicos, econômicos e sociais específicos e únicos. Os detalhes de cada inventário e a possibilidade de serem revistos, no entanto, são fundamentais para o desenvolvimento e monitoramento de uma estratégia eficaz de mitigação.

Pizer et al (2015) destacam a importância da adoção de estratégias de mitigação e a possibilidade de comparação da efetividade das mesmas por meio de métricas padrão, que são de fundamental importância para a participação da sociedade civil, demonstrando transparência e facilitando as análises.

Conclusão

O desenvolvimento do VDi permitiu avaliar quantitativamente e qualitativamente os inventários publicados em 2014, indicando a adesão à ferramenta de gestão de GEE. O uso destas ferramentas contribui para o aprimoramento da gestão, permitindo priorizar e, assim, planejar as ações necessárias de mitigação. A aplicação do VDi no contexto geográfico aumenta a compreensão de como os recursos técnicos, humanos e financeiros influem diretamente na adesão das organizações às divulgações de GEE, possibilitando implementar técnicas mais eficientes de controle ambiental em áreas mais críticas.

Referências Bibliográficas

- Buntaine, M., Pizer, A., W. Encouraging clean energy investment in developing countries: what role for aid? *Climate Policy*. 2014.
- FGV, WRI Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa, Segunda Edição p.76.
- Figueiredo, B., E., Panosso, R., A., Romão, R., Scala Jr., L., N. Greenhouse gas emission associated with sugar production in southern Brazil. *Carbon Balance and Management*. 2010.
- Hoorweg, D., Sugar, L., Gomez, C. L. T. Cities and greenhouse gas emissions: moving forward. *Environment & Urbanization*. 2011.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>. Acesso em 11/2016.
- Kennedy, C., S., Julia, G., Barrie, H., Yvone, H., Timothy, H., Miroslav, P., Diane, P., Aumnad, R., Anu, M., V., Gara. Greenhouse Gas Emissions from Global Cities. *Environ. Sci. Technology*. 2009. 43, 7297-7302.
- Larsen, N. H., Hertwich, G., E. The case for consumption-based accounting of greenhouse gas emissions to promote local climate action. *Environmental Science & Policy*. 2009. 791-798.
- Lou, X., F., J., Nair. The impact of landfilling and composting on greenhouse gas emissions – A review. *Bioresource Technology*. 2009. 3792-3798.
- Marcotulio, P., J., S., Andrea, A., J. S., Niels, G., Jake. The geography of global urban greenhouse gas emissions: an exploratory analysis. *Climatic Change*. 2013. 621-634.
- Ogle, M., Sp., Olander, L., Wollenberg, L., Rosenstock, T., Tubiello, F., Paustian, K., Buendia, L., Nihart, A., Smith, Pete. Reducing Greenhouse Gas Emissions And Adapting Agricultural Management for Climate Change in Developing Countries: Providing the Basis for Action. 2013.
- Pizer, W., Aldy, J., Akimoto, K. Comparing emissions Mitigation Efforts across Countries. Center for Global Development. 2015.
- Registro Público de Emissões – RPE (2016) Programa Brasileiro GHG Protocol. Disponível em: <https://registropublicodeemissoes.com.br/> acesso em 02/2016.
- Smith P, Harberl H, Popp A et al. (2013) How much land-based greenhouse gas mitigation can be achieved without compromising food security and environmental goals? *Global Change Biology*, 19, 2285-2302.
- Wątroba, J. "Simply to Match the Straight or Linear Regression Analysis in Practice." *StatSoft Polska* (2011): 31-44.
- Westphal, I., M., Canfin, P., Ballesteros, A., Morgan, J. Getting to \$100 Billion: climate finance scenarios and projections to 2020. World Resources Institute. 2015.
- WRI The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard; World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development: Washington, DC, 2004.