

**O gerenciamento das emissões de gases de efeito estufa e a participação do setor da  
Construção Civil no Programa Brasileiro GHG Protocol**

**The management of greenhouse gas emissions and the participation of the Civil  
Construction sector in the Brazilian GHG Protocol Program**

**La gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero y la participación del sector  
de la Construcción Civil en el Programa Brasileño GHG Protocol**

Recebido: 17/11/2020 | Revisado: 24/11/2020 | Aceito: 07/12/2020 | Publicado: 10/12/2020

**Michele Joyce Pereira dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1181-5005>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: [michele.pereira@ufpe.br](mailto:michele.pereira@ufpe.br)

**Maria do Carmo Martins Sobral**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8945-1606>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: [mariadocarmo.sobral@gmail.com](mailto:mariadocarmo.sobral@gmail.com)

**Resumo**

A preocupação com as mudanças climáticas e seus impactos têm sido objetivo de tratativas à nível mundial. Tanto as empresas quanto as entidades governamentais vêm empregado esforços contínuos para redução dos gases de efeito estufa, limitação do aumento da temperatura global e promoção da resiliência à mudança do clima. Assim, procurou-se analisar neste estudo o histórico de emissões no Brasil e o modo como o país tem se adequado às exigências internacionais. A partir de uma revisão sistemática no modelo PRISMA (Principais itens para relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises), 21 artigos científicos foram analisados e se desenvolveu um estudo quantitativo dos inventários de emissões de gases de efeito estufa publicados pelo Programa Brasileiro GHG Protocol, por parte das organizações do setor da Construção Civil. Para o setor, foram contabilizadas nove organizações membro, sendo que quatro possuem o selo ouro. Os resultados mostraram que as publicações dos inventários se concentram em organizações localizadas na região Sudeste do país e que no geral não há uma periodicidade nas publicações. Também foi percebido que 93,8% das emissões registradas em 2019 estão inseridas no Escopo 3, ou seja, originadas de

fontes indiretas, como na produção do cimento e do aço utilizados nas obras. Por fim, foi observado que as organizações da Construção Civil perfazem um percentual de 6% das empresas membro do Programa, evidenciando a necessidade do setor em ampliar o gerenciamento das suas emissões, de modo a contribuir com medidas de combate à mudança climática.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas; Inventário de emissões; Fontes emissoras.

### **Abstract**

The concern about climate change and its impacts has been the objective of negotiations worldwide. Both companies and government entities have made continuous efforts to reduce greenhouse gases, limit the increase in global temperature and promote resilience to climate change. Thus, we sought to analyze in this study the history of emissions in Brazil and the way in which the country has adapted to international requirements. Based on a systematic review of the PRISMA model (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis), 21 scientific articles were analyzed, and then a quantitative study of the greenhouse gas emissions inventories, published by the Brazilian GHG Protocol Program, per part of organizations in the Civil Construction sector, was developed. For the sector, nine member organizations were counted, four of which have the gold seal. The results showed that the publications of the inventories are concentrated in organizations located in the Southeast region of the country and that, in general, there is no periodicity in the publications. It was also noticed that 93.8% of the emissions registered in 2019 are included in Scope 3, that is, originated from indirect sources, such as in the production of cement and steel used in the works. Finally, it was observed that Civil Construction organizations make up a percentage of 6% of the companies that are members of the Program, highlighting the need of the sector to expand the management of their emissions, in order to contribute with measures to combat climate change.

**Keywords:** Climate change; Emissions inventory; Emission sources.

### **Resumen**

La preocupación por el cambio climático y sus impactos ha sido el objetivo de las negociaciones en todo el mundo. Tanto las empresas como las entidades gubernamentales han realizado esfuerzos continuos para reducir los gases de efecto invernadero, limitar el aumento de la temperatura global y promover la resiliencia al cambio climático. Por lo tanto, buscamos analizar en este estudio el historial de las emisiones en Brasil y cómo el país se ha

adaptado a los requisitos internacionales. Sobre la base de una revisión sistemática del modelo PRISMA (Elementos principales para informar Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis), se analizaron 21 artículos científicos y se elaboró un estudio de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero publicados a nivel del Programa Brasileño GHG Protocol, por parte de las organizaciones del sector de la construcción civil. Para el sector, se contaron nueve organizaciones miembros, cuatro de las cuales tienen el sello de oro. Los resultados mostraron que las publicaciones de inventarios se concentran en organizaciones ubicadas en la región sureste del país y que en general no hay periodicidad en las publicaciones. También se percibió que el 93,8% de las emisiones registradas en 2019 se insertan en el ámbito 3, es decir, se originaron a partir de fuentes indirectas, como en la producción de cemento y acero utilizados en las obras.

**Palabras clave:** Cambio climático; Inventario de emisiones; Fuentes emisoras.

## 1. Introdução

Nos últimos 40 anos, esforços têm sido empregados para a redução das emissões dos gases que produzem o efeito estufa, principais causadores do aquecimento global (De Freitas & Da Silva, 2020). A temática sobre mudanças climáticas é tratada a nível mundial devido aos impactos prejudiciais à saúde física, à saúde mental e às relações sociais decorrentes da exposição à eventos climáticos extremos associados a essas mudanças (Clayton, 2020).

Dentre os eventos climáticos futuros, podem ser citados o aumento das temperaturas máximas, redução das temperaturas mínimas, redução da pluviosidade média anual, e ainda tendências à secas mais intensas e prolongadas, particularmente em áreas áridas e semiáridas, conforme observado por Assis, Sobral & Souza (2012) e Lacerda et al. (2017).

Na linha temporal de eventos para tratativas de mudanças climáticas, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Eco-92 ou Rio-92, foi um marco histórico e resultou na criação da Convenção da ONU sobre Mudança do Clima, com 193 países signatários (MMA, 2020). O principal documento validado pelo encontro foi a Agenda 21, um documento que estabeleceu uma série de políticas e ações que tinham como eixo o compromisso com a responsabilidade ambiental (IPEA, 2009).

Em seguida, o Protocolo de Quioto foi outro marco importante. O tratado internacional definiu compromissos mais rígidos e obrigatórios para a redução de gases de efeito estufa (GEE), de modo que os países desenvolvidos deveriam reduzir 5% de suas emissões (MMA, 2020). O protocolo alcançou resultado positivo, apresentando sucesso em reduzir 7% das

emissões nos países ratificantes, se comparados a um cenário “não Quioto” (Maamoun, 2019).

Nesse contexto, surge o Acordo de Paris – um tratado mundial que tem como objetivo a redução das emissões de GEE e que visa manter o aumento da temperatura do planeta abaixo dos 2°C, comparada à temperatura média da era pré-industrial (Euler, 2016). No acordo é proposto que os países desenvolvidos deem suporte financeiro e tecnológico aos países subdesenvolvidos, e ainda que estabeleçam referências numéricas para alcançar a diminuição das emissões (Rei, Gonçalves & Souza, 2017).

Para garantir a transparência no cumprimento das obrigações do Acordo de Paris, aos países “Partes” é demandado o relatório periódico dos inventários de emissões de GEE (Peixer, 2019). Os inventários devem conter as emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa, preparado com base em metodologias para boas práticas aceitas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) e acordadas pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes do Acordo (Brasil, 2017).

O Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) é uma das ferramentas utilizadas mundialmente para contabilização das emissões de GEE geradas por um local ou ator específico, visto como o primeiro passo para elaboração de inventários de emissões (Olausson, 2020). Diante destas possibilidades de análise, este trabalho teve como objetivo avaliar a adequação do Brasil aos compromissos internacionais a partir da análise de suas emissões de GEE no setor da Construção Civil, devido sua relevante participação na economia nacional.

### ***1.1 GHG Protocol e sua adaptação para o Brasil***

Em 1998, o World Resources Institute (WRI) – uma organização não governamental ambientalista e conservacionista, sediada em Washington, nos Estados Unidos - desenvolveu uma ferramenta de gerenciamento para as emissões de GEE, denominada Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol), em associação com o World Business Council on Sustainable Development (WBCSD) (Green, 2010)

Por meio da Iniciativa de Ação Climática, a WRI estabeleceu parcerias para alcançar políticas nacionais eficazes e implementar o Acordo de Paris sobre mudanças climáticas. Nesse sentido, o GHG Protocol ajuda empresas, cidades e países a medir, gerenciar e relatar suas emissões de GEE (WRI, 2020).

O GHG Protocol representa a linguagem e a prática comum de medição de GHG e

ainda fornece a base para todos os tipos de políticas e programas climáticos. Permite que empresas individuais deem os primeiros passos para lidar com a questão das mudanças climáticas (Hickmann, 2017).

A ferramenta além de possuir uma característica modular e flexível, é baseada em um amplo processo de consulta pública, ressaltando-se a compatibilidade com a norma ISO 14.064 e com os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) (FGVces, 2017).

A norma ISO 14.064 é um protocolo independente para contabilização voluntária de GEE e que integra a série ISO 14.000. A referida série normativa estabelece as diretrizes para as boas práticas de gestão ambiental e habilita as organizações a quantificar, monitorar, verificar e validar a emissão desses gases.

Já os métodos de quantificação do IPCC são aqueles utilizados para medir, estimar e relatar as emissões e remoções antrópicas de GEE resultantes do “land use, land-use change and forestry” (LULUCF) - uso da terra, mudanças no uso terra e atividades florestais - abrangidas pelo Protocolo de Quioto (IPCC, 2014).

Hickmann (2017) e Patchell (2018) destacaram que o interessante a respeito do GHG Protocol é que as suas diretrizes se tornaram o padrão global para relatórios, não sendo utilizadas apenas por empresas de países industrializados, mas também por países em desenvolvimento, como o Brasil.

A adaptação do GHG Protocol ao contexto brasileiro ocorreu em 2008, pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGVces) e pelo WRI em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, com o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), com o World Business Council for Sustainable Development (WBSCD) e 27 empresas - chamadas de membros fundadores (FGVces, 2017).

Em 2010, O Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP) lançou o primeiro Registro Público de Emissões, uma iniciativa considerada pioneira em todo o mundo. Já em 2011, o programa lançou a área pública para consulta dos inventários das empresas e de estatísticas por setor (FGVces, 2017).

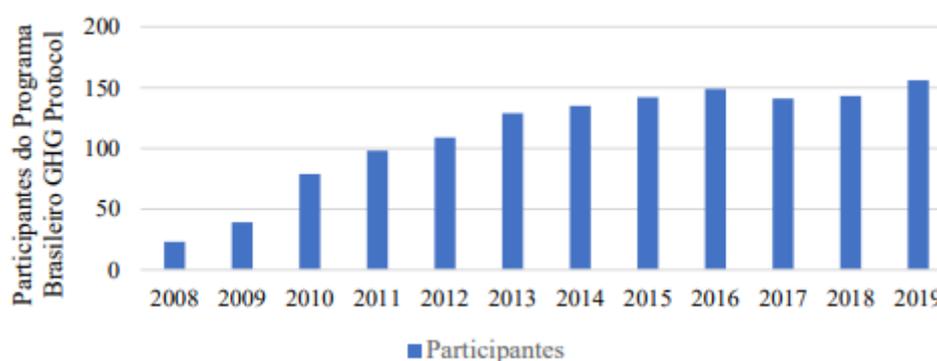
A plataforma de Registro Público de Emissões, além de ampliar a transparência na divulgação dos dados de emissões de GEE das empresas membro do Programa Brasileiro, também estabelece benchmarks setoriais e sensibiliza o público para a questão das mudanças climáticas (FGVces, 2017).

No primeiro ano de inserção do GHG Protocol no Brasil, apesar das 27 empresas membro, somente 23 inventários de GEE foram publicados. Já em 2019 foram registrados

156 participantes, como demonstrado na Figura 1, e um total de 345 inventários.

Em 2017, houve um decréscimo de aproximadamente 5% no total de participantes no PBGHGP em relação ao ano de 2016. No entanto, 18% dos participantes realizaram o relato desagregado – um relato introduzido no Programa a partir de 2011, no qual a organização pode detalhar as informações de seu inventário para cada uma de seus controles e unidades (FGVces, 2018). Assim, o número de inventários registrados foi superior ao de participantes (Tabela 1).

**Figura 1** – Participantes do Programa Brasileiro de GHG Protocol (2008-2019).



Fonte: FGV (2020).

**Tabela 1** – Formas de relato das organizações participantes do Programa Brasileiro de GHG Protocol (2008-2018)

Ano	Relato Consolidado	Relato Desagregado	Total
2008	23	-	23
2009	39	-	39
2010	79	-	79
2011	94	4	98
2012	91	18	109
2013	104	25	129
2014	108	27	135
2015	111	29	140
2016	117	31	148
2017	115	27	142
2018	117	24	141

Fonte: FGV (2020).

Em relação à qualificação dos inventários, o Programa Brasileiro possui 3 categorias, estas que são atribuídas anualmente de acordo com a qualidade e abrangência da informação relatada. Para a FGVces (2018), a categorização dos inventários é uma evolução no

monitoramento das emissões por parte das organizações, perceptível no aumento da representatividade dos inventários completos e verificados.

Os inventários são classificados nas categorias: ouro – inventários completos e verificados por terceira parte acreditada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO); prata – inventários completos; e bronze – inventários parciais. Melo & Sinfrônio (2018) ressaltaram que a participação no Programa Brasileiro GHG Protocol é de caráter voluntário para qualquer organização e, da mesma forma, nenhuma delas é obrigada a ter seu inventário de GEE verificado por uma terceira parte.

Ainda, para facilitar a análise e a tomada de decisão a partir das informações do inventário, o método GHG Protocol define três escopos para a contabilização das emissões nos inventários (FGVces, 2018), sendo:

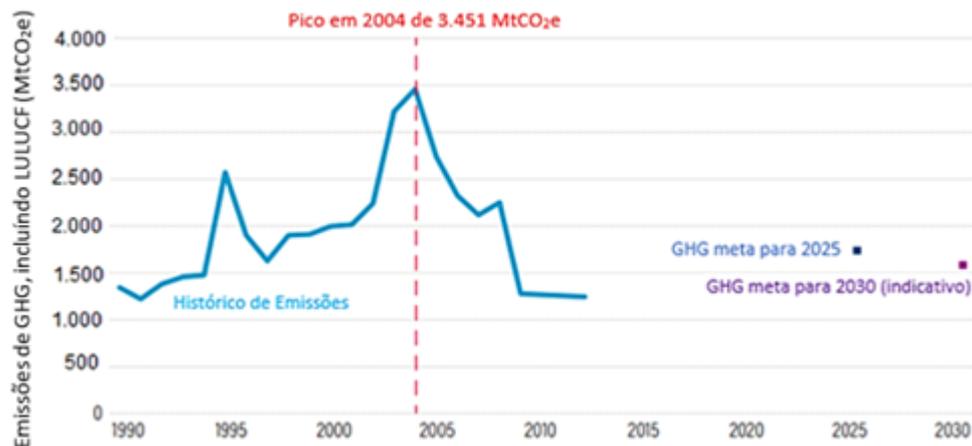
- Escopo 1 – são aquelas provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização e são de responsabilidade direta e exclusiva da organização inventariante;
- Escopo 2 – emissões indiretas de GEE provenientes da aquisição de energia elétrica e térmica que é consumida pela organização, bem como as perdas;
- Escopo 3 – as emissões indiretas de GEE são aquelas que englobam as atividades ao longo da cadeia de valor da organização, ou seja, acontecem por consequência de suas atividades.

## ***1.2 Emissões de GHG e o cenário brasileiro***

Em busca de uma resposta à ameaça das mudanças climáticas, espera-se limitar o aumento da temperatura global em 1,5°C até 2100 (Bizawu & Rodrigues, 2017). Para tanto, os países devem atingir o seu pico de emissão de GEE o mais rápido possível e cumprir o compromisso de reduzir as emissões após o pico.

Países como o Canadá, Austrália, Costa Rica e Estados Unidos, atingiram o pico de emissão antes de 2010. O Brasil, foi o primeiro grande país em desenvolvimento emissor com emissões que chegaram ao pico no ano de 2004 (Figura 2). Segundo Levin & Rich (2017), o pico do país e a redução de emissões subsequente são principalmente resultado de ações para reduzir o desmatamento na região amazônica.

**Figura 2** – Histórico de emissões brasileiras e estimativa futura de emissão de GHG.



Fonte: Adaptado de Levin e Rich (2017).

Cabe destacar que em 2004 foi implementado o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e que em 2012 foi registrada a menor taxa de desmatamento, 4.571 km<sup>2</sup>, uma redução de 83% em relação aos índices de 2004, ano de implantação do PPCDAm (MMA, 2020).

Castro et al. (2020) analisaram qualitativamente os inventários brasileiros publicados em 2014 e verificaram que o somatório dos GEE divulgados em tCO<sub>2</sub>eq, ultrapassaram os 410 milhões. E ainda que as Indústrias de transformação contemplaram 16% desse total, porém as indústrias extrativas, de localização exclusiva nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, apresentaram a maior participação, responsáveis por 70% da emissão de GEE.

Em 2009, o Brasil anunciou a meta voluntária de reduzir entre 36,1% e 38,9% de suas emissões projetadas até 2020. Para 2025, o país assumiu o compromisso de reduzir em 37% as emissões com base nos dados de 2005, sendo estes (em GgCO<sub>2</sub>eq): energia - 328.377, processos industriais - 77.943, agropecuária - 415.724, florestas - 1.179.067, e resíduos - 41.887 (MMA, 2020).

De acordo com GIZ (2019), os setores mais relevantes em termos de emissões foram responsáveis por mais de 50% das exportações brasileiras de 2013 a 2017. Esse fato representa um risco para a economia nacional pois eventuais restrições comerciais aos produtos brasileiros no contexto dos negócios internacionais têm grande potencial de afetar as receitas obtidas com as exportações.

Na indústria de transformação estão incluídos os produtores de cimento, alumínio, ferro e aço, cal e vidro, matérias-primas consumidas pelo grande setor da Construção Civil -

responsável por 5,3% da economia brasileira nos últimos anos. A cadeia produtiva da Construção Civil além de emitir gases poluentes como o CO<sub>2</sub>, principal causa do efeito estufa, também gera resíduos sólidos e poeira (Sun & Xu, 2016; Sorin et al., 2017).

## 2. Metodologia

Para se atender ao objetivo proposto, o presente estudo pode ser classificado como uma pesquisa descritiva na qual são delineadas características e resultados reais, conforme mencionado por Zanella (2013). Quanto à abordagem, o estudo possui caráter quantitativo, ou seja, é aquela que se caracteriza pelo emprego de instrumentos estatísticos, tanto na coleta como no tratamento dos dados, e que tem como finalidade medir relações entre as variáveis (Vieira, 1996). Portanto, realizou-se uma revisão sistêmica, seguindo o modelo PRISMA – “Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis” (Moher et al., 2009).

Do ponto de vista dos procedimentos, a pesquisa foi desenvolvida com uso exclusivo de bases de dados eletrônicas. Consultou-se o portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e também os sites, publicações e relatórios oficiais de divulgação dos inventários de gases de efeito estufa, como: Ministério do Meio Ambiente (MMA), Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (GVces) e World Resources Institute (WRI); bem como a plataforma de Registro Público de Emissões.

As buscas foram realizadas com a combinação das palavras-chave “Programa Brasileiro GHG Protocol”, “Inventário”, “Construção civil” e “Gases de Efeito Estufa”, onde se encontrou 82 publicações. A seleção das publicações foi de acordo com os critérios: (1) artigos publicados entre 2016 e 2020, (2) artigos em idioma português e inglês. Em seguida, as etapas eliminatórias seguiram a ordem: (1) leitura dos títulos, (2) leitura dos resumos, (3) leitura completa do artigo. As publicações selecionadas tiveram suas referências consultadas para captura de outras fontes pertinentes ao tema de estudo. A seleção resultou em uma lista final com 21 artigos.

Os dados da análise quantitativa foram retirados dos inventários de GEE, entre 2010 a 2019, publicados por empresas do segmento da Construção Civil que participam do Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP). Ressalta-se que para o referido seguimento não há publicação de inventários para anos anteriores ao intervalo selecionado.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Empresas do setor da Construção membro do Programa Brasileiro GHG Protocol

No Brasil, a publicação de inventários de Gases de Efeito Estufa (GEE) iniciou em 2008. No entanto, o setor da Construção Civil registrou suas primeiras publicações em 2010 e, atualmente, o segmento conta com nove organizações membro do Programa Brasileiro *GHG Protocol*, conforme Tabela 2.

Conforme os dados, constata-se que 90% das organizações do setor da Construção Civil - membro do Programa Brasileiro GHG Protocol - estão localizadas ou possuem sede na região Sudeste do país, tendo apenas uma organização situada na região Centro-Oeste. Esse resultado corrobora com Castro et al. (2020), os quais verificaram que a concentração das maiores adesões são por parte das organizações nas regiões Sudeste e Sul, regiões com índices de industrialização superiores às demais.

**Tabela 2** – Membros do Programa Brasileiro *GHG Protocol* – Setor da construção.

Organização	Estado	Ano de Publicação									
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Andrade Gutierrez Engenharia	RJ	x	x	x	x	x	x				
Consórcio Construtor CR Almeida - Santa Bárbara	MT			x	x						
MRV	MG			x	x	x	x	x	x	x	x
Grupo Aterpa	MG			x	x	x	x	x			
BKO	SP		x	x	x	x	x				
Companhia de Restauro	SP			x	x						
Construtora Camargo Correa	SP			x	x	x	x				
Construtora Norberto Odebrecht	SP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CTE - Centro de Tecnologia de Edificações	SP				x	x					

Fonte: Autores.

Castro et al. (2020) também enfatizaram que estados com maiores recursos técnicos, humanos e financeiros podem ser capazes de implementar técnicas mais eficientes de controle ambiental, como o Rio de Janeiro e São Paulo. Estes estados estabelecem a obrigatoriedade da realização do inventário de emissões de GEE para alguns setores, no âmbito do licenciamento ambiental em 2012.

Em relação à periodicidade dos inventários, observa-se que somente uma organização vem publicando anualmente desde 2010. Essa periodicidade está associada à consistência dos inventários. De acordo com o Manual do IPCC (2014) “um inventário é consistente se as mesmas metodologias forem usadas para o ano base e todos os anos subsequentes, e se um consistente conjunto de dados forem usados para estimar emissões ou remoções de fontes”.

A identificação do perfil das emissões por parte das organizações é o primeiro passo para traçar ações contínuas e efetivas para a gestão e redução dos GEE, em parceria com governos locais (Lara, 2017; Pinto, 1999). Lara (2017) ressaltou que a realização do inventário de GEE também permite que as municipalidades atraiam novos investimentos, ou ainda, possam planejar processos que garantam eficiência econômica, energética ou operacional.

Na definição temporal dos inventários para as organizações do setor da Construção Civil é importante diferenciar o inventário apurado ao longo de uma obra, sendo objeto de um fechamento ao final da mesma, e no inventário da Empresa, de acordo com o Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de São Paulo (SindusCon-SP, 2014). Para o Sindicato, as empresas tendem a perenizar-se, desse modo o inventário deverá ser apurado permanentemente com periodicidade anual, ou mais frequente se assim a empresa desejar.

Nesse sentido, cabe destacar que a organização Consórcio Construtor CR Almeida - Santa Bárbara, formada pelas construtoras CR Almeida e Santa Bárbara, tinha o objetivo/fim de construir o empreendimento VLT Cuiabá, com atividades previstas para iniciarem em agosto de 2012 e previsão de entrega para o final do ano de 2014. Assim, verifica-se que os inventários publicados em 2012 e 2013 eram referentes à obra em questão. No entanto a organização não publicou o inventário consolidado final, contabilizando de forma concentrada as emissões de GEE.

Do ponto de vista da qualificação dos inventários, quatro das organizações do setor da Construção, membro do Programa Brasileiro *GHG Protocol*, possuem o selo ouro, ou seja, inventários completos e verificados por terceira parte acreditada. O Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGVces) publicou o resultado do ciclo 2020 (referentes às emissões de 2019) e verificou que dos 345 inventários publicados, 52% receberam classificação ouro (FGVces, 2020).

Do ciclo 2020, somente as organizações Construtora Norberto Odebrecht e MRV Engenharia publicaram inventários de GEE na categoria Construção Civil e ambas receberam o selo ouro. A MRV Engenharia foi a primeira empresa do setor a conquistar essa classificação de inventário no Programa Brasileiro *GHG Protocol*, fato ocorrido em 2016

### 3.2. Inventários do ciclo 2020

Apenas duas organizações-membro do Programa Brasileiro *GHG Protocol* publicaram inventário de GEE no ciclo 2020, conforme dados supracitados. Nesse sentido, as organizações tiveram seus resultados analisados nas Tabelas 3 a 5. As emissões foram agrupadas de acordo com o Escopo e as organizações foram nomeadas em A e B.

Para melhor compreensão das categorias constantes no Escopo 1, entende-se por combustão móvel as emissões relacionadas com o transporte de pessoas, materiais e resíduos. Combustão estacionária é produzida pelas emissões liberadas por equipamentos estacionários, como os geradores. Já as emissões fugitivas, geralmente não intencionais, podem ocorrer por vazamento em equipamentos. As mudanças no uso do solo estão associadas às emissões durante o preparo do solo (FGVces, 2018).

**Tabela 3** – Emissões GEE de Escopo 1: Ciclo 2020 – setor da Construção Civil.

Escopo 1	Organização (A)			Organização (B)		
	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões de CO <sub>2</sub> biogênico (t)	Remoções de CO <sub>2</sub> biogênico (t)	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões de CO <sub>2</sub> biogênico (t)	Remoções de CO <sub>2</sub> biogênico (t)
Combustão móvel	2.045,17	405,479	0,000	9.796,56	1.063,19	0,000
Combustão estacionária	3.748,10	388,341	0,000	791,482	61,466	0,000
Fugitivas	220,489	0,000	0,000	310,636	0,000	0,000
Mudanças no uso do solo	1.933,13	0,000	89.347,75	259,023	0,000	0,000
Total	7.946,88	793,82	89.347,75	11.157,70	1.124,65	0,00

Fonte: Autores.

As organizações emitem dióxido de carbono oriundo da energia fóssil e da queima de biomassa (CO<sub>2</sub> biogênico). Contudo, as emissões de CO<sub>2</sub> biogênico são consideradas neutras por esse gás ser oriundo do ciclo biológico do carbono, em geral proveniente do etanol contido na gasolina utilizada pelo automóveis (Nunnenkamp & Dalla Corte, 2017).

Nunnenkamp & Dalla Corte (2017) mencionaram que as emissões oriundas de CO<sub>2</sub> biogênico são pequenas quando comparadas às demais, corroborando com os totais de emissão apresentados na Tabela 3. Tanto para a Organização A quanto para a B, a emissão de

CO<sub>2</sub> biogênico corresponde a 10% em relação às emissões de CO<sub>2</sub> de origem fóssil, aproximadamente.

Na Organização A, o total de CO<sub>2</sub> biogênico removido é 100 vezes superior ao emitido. A exemplo, a FGVces (2016) cita que essas remoções podem ocorrer através da a plantação de vegetação, aumento do estoque de carbono no solo, culturas sazonais (grãos, cana-de-açúcar), e mudanças no uso do solo que aumentem o estoque de carbono, entre outros.

**Tabela 4** – Emissões GEE de Escopo 2: Ciclo 2020 – setor da Construção Civil.

Escopo 2	Organização (A)			Organização (B)		
	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões de CO <sub>2</sub> biogênico (t)	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões de CO <sub>2</sub> biogênico (t)	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)
Aquisição de energia elétrica	1.699,13	0,000	0,000	229,838	0,000	0,000
Total	1.699,13	0,000	0,000	229,838	0,000	0,000

Fonte: Autores.

A abordagem da aquisição de energia elétrica está baseada na localização – *Location Based* -, no qual o fator de emissão é a média para geração da eletricidade em um determinado sistema elétrico considerando seu limite geográfico e um dado período de tempo, conforme FGVces (2018). No Escopo 2, observa-se que a Organização B é a que gerou menores emissões.

**Tabela 5** – Emissões GEE de Escopo 3: Ciclo 2020 – setor da Construção Civil.

Escopo 3	Organização (A)			Organização (B)		
	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões de CO <sub>2</sub> biogênico (t)	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões de CO <sub>2</sub> biogênico (t)	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)
Bens e Serviços comprados	282.638,48	0,000	0,000	32.028,70	0,000	0,000
Resíduos gerados nas operações	389,221	0,000	89.346,75	1.048,47	0,000	0,000
Viagens a negócios	1.270,69	0,000	0,000	155,165	0,000	0,000
Transporte e distribuição (upstream)	0,000	0,000	0,000	417,49	43,498	0,000
Total	284.298,388	0,000	89.346,750	33.649,828	116,657	0,000

Fonte: Autores.

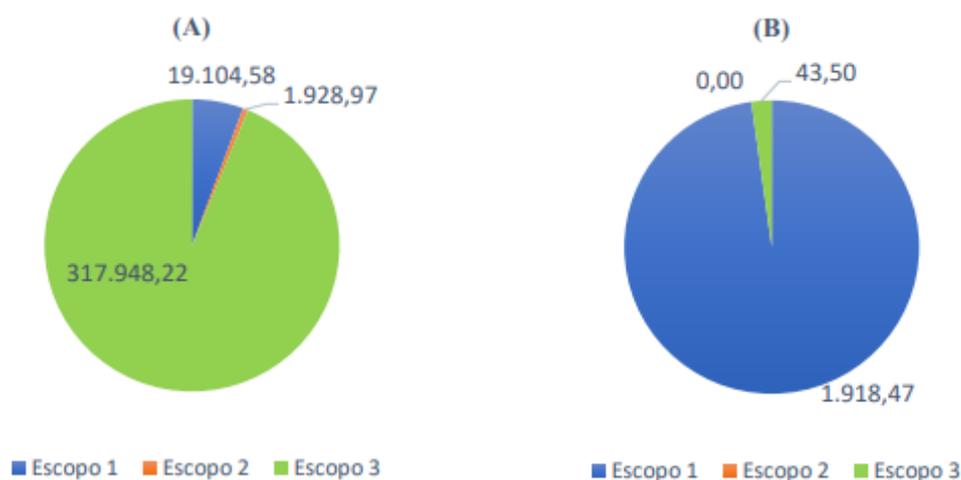
No Escopo 3 estão registrados as maiores emissões por parte das organizações do setor da Construção Civil. Essas emissões de GEE são indiretas, ou seja, não são de propriedade ou controladas pelas organizações (FGVces, 2018). Para o SindusCon-SP (2014) o perfil típico dessas emissões indica que os maiores grupos de fontes de emissão estão localizadas especialmente na produção do cimento e do aço utilizados nas obras.

Dentre o conjunto de fontes emissoras do Escopo 3, também podem ser citadas: queima de combustível - durante fretes diversos, viagens aéreas ou emissões de consumos de combustíveis em equipamentos de terceiros contratados para execução de serviços, e na destinação de efluentes - emissões do transporte, tratamento ou destinação dada por terceiros.

Nas Figuras 3A e 3B constam, respectivamente o resumo das emissões totais de CO<sub>2</sub>e (t) e totais de CO<sub>2</sub> biogênico (t) do setor da Construção Civil, publicados no ciclo 2020 do Programa Brasileiro *GHG Protocol*. Os totais foram divididos por Escopo.

Correspondendo a 93,8% das emissões de CO<sub>2</sub>e (t) das empresas, o Escopo 3 atingiu o destaque de emissões, conforme demonstrado na Figura 3A. As emissões diretas do Escopo 1 corresponderam a aproximadamente 5,6% do total das emissões. A aquisição de energia elétrica teve a menor representatividade, com menos de 0,6% do total de emissões. Nunnenkamp e Dalla Corte (2017) obtiveram resultados similares ao analisar uma *e-commerce*, no qual o Escopo 3 perfazia um total de 99,3% das emissões.

**Figura 3** – Emissão total de tCO<sub>2</sub>e por Escopo (A) e de tCO<sub>2</sub> biogênico por Escopo (B): Ciclo 2020 – setor da construção



Fonte: Autores.

Sabendo que as emissões do Escopo 3 têm como fonte principal os materiais de construção, fica sob responsabilidades das organizações a aquisição de materiais certificados. Maciel (2016) concluiu que para a determinação de ações que resultem na redução das emissões é essencial a adoção de energias renováveis e a seleção de materiais com menores níveis de emissões. Para Sanguetta et al. (2013) a quantidade de materiais utilizados é o fator a ser analisado no Escopo 3, contudo os inventários não apresentaram informações sobre o tamanho das obras.

Já na Figura 3B, é possível observar que o Escopo 1 apresentou maior representatividade, correspondendo a 98% das emissões de CO<sub>2</sub> biogênico e o Escopo 3 com os outros 2% restantes. Esse resultado está associado às porcentagens de biocombustíveis contidas nos combustíveis utilizados pelos automóveis das empresas, bem como pelos equipamentos estacionários.

#### **4. Considerações Finais**

Na análise quantitativa de membros do setor da Construção Civil no Programa Brasileiro de *GHG Protocol* é percebida uma pequena representatividade, com cerca de 6%. Esse fato chama a atenção para a necessidade do setor em se adequar aos esforços internacionais em prol do combate às mudanças climáticas. Foi observado que as emissões de GEE na Construção Civil estão associadas, principalmente, aos materiais empregados como matéria-prima e à queima de combustível pelos equipamentos contratados para execução de serviços, perfazendo um total de a 93,8% das emissões registradas nos inventários de 2019. Assim, essas emissões são indiretas, não sendo de propriedade e nem controladas pelas organizações. A não periodicidade dos inventários, por parte da maioria dos membros do setor, também merece atenção pois essa característica está diretamente ligada à consistência dos dados e interferem na determinação de ações que resultem na redução das emissões. Como sugestão para trabalhos futuros, devem ser realizados estudos que identifiquem o tipo e contabilizem a quantidade de material utilizado em obras inventariadas, além da origem destes, para melhor detalhamento das emissões indiretas de GEE.

## Referências

- Assis, J. M. O., Sobral, M. D. C. M., & Souza, W. M. (2012). Análise de detecção de variabilidades climáticas com base na precipitação nas bacias hidrográficas do Sertão de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 3, 630-645.
- Brasil (2017). *Decreto Nº 9.073, de 5 de junho de 2017*. Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016.
- Bizawu, S. K., & Rodrigues, M. V. (2017). A crise da globalização: um estudo sobre os efeitos do Brexit e da política do governo Trump e os desafios para as metas do acordo de Paris. *Cadernos de Direito Actual*, (7), 241-256.
- Castro, M. C. C. S., Castro, S. R., Cordeiro, P. F., Maria, M. A., Castro, F. M. R., & Dias, E. H. O. (2020). GHG emissions inventory: a statistical analysis of the voluntary disclosure in Brazil. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 23(1), 68-82.
- Clayton, S. (2020). Climate anxiety: Psychological responses to climate change. *Journal of Anxiety Disorders*, 74, 102263.
- Euler, A. M. C (2016). O acordo de Paris e o futuro do REDD+ no Brasil. In: Vicente, M. C. P. *Mudanças climáticas: desafio do século*. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer.
- de Freitas, C. V. M., & da Silva, M. L. P. (2020). Mudanças do Clima: Análise das Conferências que trataram do Mercado de Carbono e seus principais resultados. *Brazilian Journal of Development*, 6(10), 75332-75342.
- FGV (2020). Fundação Getúlio Vargas. *Registros Públicos de Emissões: Membros do Programa Brasileiro GHG Protocol*. Retrieved from <http://www.registropublicodeemissoes.com.br/estatisticas/membros-do-programa>.

FGVces (2017). Centro de Estudos em Sustentabilidade. *O Programa Brasileiro GHG Protocol*. Retrieved from <https://www.ghgprotocolbrasil.com.br/o-programa-brasileiro-ghg-protocol?locale=pt-br>.

FGVces (2020). Centro de Estudos em Sustentabilidade. *Evento anual de 2020: Programa Brasileiro GHG Protocol*. FGVces.

FGVces (2019). Centro de Estudos em Sustentabilidade. *Evento anual de 2019: Programa Brasileiro GHG Protocol*. FGVces.

FGVces (2018). Centro de Estudos em Sustentabilidade. *Nota técnica: Definição das categorias emissões de gases de efeito estufa (GEE)*. Retrieved from <http://ghgprotocolbrasil.com.br/especificacoes-e-notas-tecnicas-do-programa-brasileiro-ghg-protocol/?locale=pt-br>

GIZ (2019). Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit. *Produto 2 – Estruturação da análise do impacto regulatório do Programa Nacional de Relato de Gases Efeito Estufa- PNR-GEE*. Eschborn: Giz.

Green, J. F. (2010). Private standards in the climate regime: the greenhouse gas protocol. *Business and Politics*, 12(3), 1-37.

Hickmann, T. (2017). Voluntary global business initiatives and the international climate negotiations: A case study of the Greenhouse Gas Protocol. *Journal of Cleaner Production*, 169, 94-104.

IPEA (2009). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. História-RIO-92. *Desafios do Desenvolvimento*, 56.

IPCC (2014). Intergovernmental Panel on Climate Change. *Chapter 1: Introduction*. In: Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds.) (2014). Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. Switzerland: IPCC.

Lacerda, F. F., Nobre, P., Sobral, M. D. C. M., Lopes, G. M. B., & Assad, E. D. (2016). Tendência do clima do semiárido frente as perspectivas das mudanças climáticas globais; o caso de Araripina, Pernambuco. *Revista do Departamento de Geografia*, 31, 132-141.

Lara, L. G. (2017). *Plano de ação para a redução de emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE) do município de Betim/MG, a partir da análise do seu inventário*. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais.

Levin, K., & Rich, D. (2017). Turning points: trends in countries' reaching peak greenhouse gas emissions over time. *World Resources Institute*.

Maamoun, N. (2019). The Kyoto protocol: Empirical evidence of a hidden success. *Journal of Environmental Economics and Management*, 95, 227-256.

Maciel, M.A.D (2016). *Levantamento de inventário de emissões de gases de efeito estufa em obra da indústria da construção civil em Maringá-PR*. Dissertação (Mestrado). Centro Universitário de Maringá.

Melo, V. S., & Sinfrônio, F. S. M. (2018). A importância dos inventários do programa GHG Protocol para a gestão das emissões ambientais: estudo de caso do Maranhão. *Natural Resources*, 8(2), 38-51.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group. (2009). Reprint—preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Physical therapy*, 89(9), 873-880.

MMA (2020). Ministério do Meio Ambiente. *Mudanças climáticas: linha do tempo*. Retrieved from [https:// www.gov.br/mma/pt](https://www.gov.br/mma/pt).

Nunes, J. M., Longo, O. C., Alcoforado, L. F., & Pinto, G. O. (2020). O setor da Construção Civil no Brasil e a atual crise econômica. *Research, Society and Development*, 9(9), e393997274-e393997274.

Nunnenkamp, C. H., & Dalla Corte, A. P. (2017). Emissão de gases de efeito estufa e proposta de projeto para compensação: um estudo de caso e-commerce. *Biofix Scientific Journal*, 2(1), 69-77.

Olausson, H. (2020). A tool for calculating CO<sub>2</sub> emissions in the manufacturing industry: Use of GHG protocol. *Halmstad*, 15.

Patchell, J. (2018). Can the implications of the GHG Protocol's scope 3 standard be realized?. *Journal of Cleaner Production*, 185, 941-958.

Peixer, J. F. B. (2019). *A contribuição nacionalmente determinada do Brasil para cumprimento do Acordo de Paris: metas e perspectivas futuras*. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Carina.

PINTO, C. D. S. (1999). *Inventário de Emissões de Dióxido de Carbono devido ao Uso de Energia: a Região de Campinas e seu Setor Sucro-Alcooleiro*. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas.

Rei, F. C. F., Gonçalves, A. F., & de Souza, L. P. (2017). Acordo de Paris: Reflexões e desafios para o regime internacional de mudanças climáticas. *Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável*, 14(29), 81-99.

SINDUSCON-SP (2014). Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo. *Guia Metodológico para Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Construção Civil*. São Paulo: SINDUSCON.

Sorin, S., Călămar, A., Pupăzan, D., Kovacs, M., & Lorand, T. (2017). Study on concentrations of pollutants in flue gases generated by the production of ceramic building materials. *Quality-Access to Success*, 18.

Sun, W., & Xu, Y. (2016). Using a back propagation neural network based on improved particle swarm optimization to study the influential factors of carbon dioxide emissions in Hebei Province, China. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1282-1291.

Vieira, M. M. F (1996). *A Comparative study on quality management in the Brazilian and the Scottish prison service*. Tese (Doutorado). University of Edinburg, Escócia

WRI (2020). World Resources Institute (2020). *Climate*. Retrieved from <https://www.wri.org/our-work/topics/climate>.

Zanella, L. C. H (2013). *Técnicas de pesquisa*. - 3.ª impri. Florianópolis: Departamento de Ciências Contábeis, UFSC.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Michele Joyce Pereira dos Santos – 50%

Maria do Carmo Martins Sobral – 50%