

# GUIA PARA INVENTÁRIO DE EMISSÕES

## Gases de Efeito Estufa nas atividades logísticas



Assis, Tássia Faria, D'Agosto, Márcio de Almeida

GUIA PARA INVENTÁRIO DE EMISSÕES - Gases de Efeito Estufa nas atividades logísticas, 1ª ed - Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável – IBTS, 2020.

69 p. ; 29,7cm

ISBN 978-65-992111-0-2

1.Logística. 2.Emissões atmosféricas. 3.Inventário

**GUIA PARA INVENTÁRIO DE EMISSÕES  
Gases de Efeito Estufa nas atividades  
logísticas**

**Autores:**

Tássia Faria de Assis

Márcio de Almeida D'Agosto

**Colaboradores:**

Bruna Cristina Peixoto Gonçalves

Yasmin Rodrigues Franklin Costa

**Revisão do texto**

Pedro José Pires Carneiro

**Diagramação:**

CVDesign Projetos de Comunicação

Rio de Janeiro, agosto de 2020

1ª Edição

Coleção Programa de Logística Verde Brasil  
(PLVB)

**Editora:**

Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável  
(IBTS)

ISBN: 978-65-992111-0-2



9 786599 211102

---

Muito zelo e técnica foram empregados na edição desta obra. No entanto, podem ocorrer erros de digitação, impressão ou dúvida conceitual. Em qualquer das hipóteses, solicitamos a comunicação para que possamos esclarecer ou encaminhar a questão. Para todos os efeitos legais, a Editora, os autores, os organizadores ou colaboradores relacionados a esta obra não assumem responsabilidade por qualquer dano/ou prejuízo causado a pessoas ou propriedades envolvendo responsabilidade pelo produto, negligência ou outros, ou advindos de qualquer uso ou aplicação de quaisquer métodos, produtos, instruções ou ideias contidos no conteúdo aqui publicado.

A Editora

# APRESENTAÇÃO

---

Esta publicação busca preencher uma lacuna de conhecimento relacionada aos conceitos, definições, metodologias, procedimentos e ferramentas de apoio à elaboração de inventários de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Também é apresentada uma relação das instituições e iniciativas nacionais e internacionais devotadas ao tema, que tem apresentado interesse crescente por instituições públicas e privadas.

Escrito de uma forma simples, direta e didática, este documento é voltado para todos que precisam ou desejam conhecer sobre a relação entre uso de energia em logística e transporte de carga, bem como emissão de GEE nestas atividades e seus impactos no aquecimento global e na ocorrência de eventos extremos, fenômenos associados às mudanças climáticas.

Embora seu enfoque seja a elaboração de inventários de GEE, os métodos e procedimentos aqui apresentados também se aplicam à elaboração de inventários sobre uso de energia e emissão de poluentes atmosféricos de ação local oriundos das atividades de logística e transporte de carga.

O conhecimento e entendimento do seu conteúdo será de grande valor para aqueles que desejam elaborar os inventários de emissão das atividades de logística em suas empresas, bem como participar de iniciativas que buscam reconhecimento pela adoção de boas práticas para reduzir as emissões de GEE, como é o caso do Sistema de Reconhecimento para o Selo Verde em Transporte de Carga do Programa de Logística Verde Brasil (PLVB). Assim sendo, este documento compõe as publicações do Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável (IBTS) da Coleção Programa de Logística Verde Brasil (PLVB)

Este documento foi elaborado a partir da primeira fase do projeto de extensão realizado com alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/Nova Iguaçu) em parceria com o Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável (IBTS).

Boa leitura!

*Tássia Faria de Assis  
Márcio de Almeida D'Agosto*



# OS AUTORES

---

## TÁSSIA FARIA DE ASSIS



Possui graduação em Engenharia de Agronegócios (Produção/Agroindústria) pela Universidade Federal Fluminense (2010). Mestre em Engenharia de Transportes pelo Instituto Militar de Engenharia no período de 2013 a 2015, na área de concentração Planejamento e avaliação de sistemas de Transportes.

Doutoranda em Engenharia de Transporte na COPPE-UFRJ desde 2015. Desde 2016 é pesquisadora do Laboratório de Transporte de Cargas (LTC) e atua nas seguintes linhas de pesquisa: Transporte rodoviário de carga; transporte, energia e meio ambiente do modo aquaviário; estudos de viabilidade técnica,

econômica e ambiental; gestão sustentável de cadeias de suprimento e logística sustentável (tema da tese). É associada ao Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável (IBTS) desde 2018.

Atuou no projeto Eficiência Energética na Mobilidade Urbana (EEMU) em parceria com Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) entre 2017 – 2018. Possui experiência como coordenadora, professora de pós-graduação em Logística na Universidade Candido Mendes (2017 – atual) e professora temporária do curso de Engenharia de Produção no Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET) Nova Iguaçu de 2018 a 2019.

Desenvolveu projeto de extensão: Estudo de aplicabilidade de inventários de emissões de GEE no meio corporativo local com objetivos de reduzir ou otimizar o uso de energia e adotar fontes alternativas de energia no CEFET Nova Iguaçu em 2019.

Atuou como consultora do grupo Banco Mundial no ano de 2019 no Diagnóstico Preliminar dos Corredores Logísticos do Arco Norte.

Participa em 2020 no projeto de elaboração de um *roadmap*, abrangendo a cadeia de desenvolvimento e implantação da eletromobilidade no Brasil em parceria com Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

---

[Currículo Lattes](#)

# OS AUTORES

---

## MÁRCIO DE ALMEIDA D'AGOSTO



Graduado em Engenharia Mecânica e de Automóveis e mestre em Engenharia de Transportes pelo Instituto Militar de Engenharia (1989 e 1999). Doutor em Engenharia de Transportes pela COPPE/UFRJ (2004).

Possui experiência profissional em empresas como Companhia Brasileira de Petróleo Ipiranga, SHV/Minasgás S.A. Distribuidora de Gás Combustível e Coca-Cola. Ocupou cargo de Diretor de Planejamento de Transportes na Superintendência Municipal de Transportes Urbanos (SMTU) da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro.

Foi professor do Instituto Militar de Engenharia (IME) e do Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais (IBMEC). Desde 2006 é professor do Programa de Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ com experiência nas áreas Planejamento de Transporte de Carga, Logística e Transportes, Energia e Meio Ambiente, com ênfase em Gestão de Sistemas de Transporte.

Foi Diretor (2007 a 2012), Presidente (2013 a 2016) e Diretor Executivo (2017 e 2018) da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET).

É Pesquisador de Produtividade 1A e consultor do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC). Foi autor líder do Capítulo 8 (Transportes) do Relatório 5 do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) das Nações Unidas. Coordenou o Capítulo de Transportes do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) do Ministério do Meio Ambiente.

Considerando relações com instituições, tem desempenhado várias posições de pesquisador, consultor e coordenador de projetos junto de entidades públicas e privadas como: Ministério do Desenvolvimento Regional Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; Ministério da Economia; Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial; Fórum Brasileiro de Mudança do Clima; Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro; Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável; Instituto Militar de Engenharia; GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH); Fundação Getúlio Vargas; World Wide Fund for Nature; Greenpeace; Instituto Clima e Sociedade e Climate Works Foundation.

Em seus 20 anos de atuação acadêmica publicou 83 artigos científicos (30 em revistas indexadas) nas linhas de pesquisa de transporte, tecnologia e meio-ambiente e sustentabilidade em mobilidade e logística. É autor do único livro didático nacional sobre transporte, uso de energia e impactos ambientais, recentemente (2019) publicado em edição global em inglês. Possui consolidada experiência profissional em gestão da sustentabilidade em mobilidade e logística, transporte, uso de energia e impactos ambientais e projeções futuras para uso de energia e impactos ambientais nos transportes.

---

[Currículo Lattes](#)

Com o crescimento das cidades, agravaram-se os problemas urbanos, destacadamente os relativos à mobilidade, o que tem impulsionado o desenvolvimento de inovações, tanto referentes ao planejamento quanto à gestão e ao controle das atividades urbanas de um modo geral. Entretanto, tais problemas relacionados à mobilidade de pessoas e cargas nas cidades, principalmente aquelas com alta densidade demográfica e geografia complexa, afetam diretamente a qualidade de vida da população. A solução destes problemas tem como desafio o dinamismo característico dos grandes centros urbanos, o que diminui a vida útil de ações planejadas para tal, fazendo com que a necessidade de ferramentas que utilizam dados e informações em tempo real cresça em relevância.

Não apenas no âmbito das cidades, sistemas que propiciam padrões de mobilidade ineficientes, seja de pessoas ou cargas, agravam as desigualdades socioespaciais e pressionam de forma negativa as frágeis condições de equilíbrio ambiental no espaço urbano, o que demanda, por parte dos governantes, a adoção de políticas públicas alinhadas com o objetivo maior de se construir uma mobilidade sustentável do ponto de vista econômico, social e ambiental.

Nesse contexto, surge a necessidade de se estabelecerem centros de excelência em sustentabilidade, em suas diversas dimensões, e em transporte, por estar estreitamente relacionado aos padrões de mobilidade espacial e com o pressuposto de ser este eixo da sociedade que mais tem contribuído para o uso de fontes de energia não renováveis, como os combustíveis fósseis, e para o aumento da emissão dos gases de efeito estufa (GEE), além de ser onde os cidadãos dispendem grande parte de sua jornada diária.

O Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável (IBTS) visa preencher uma lacuna nesse sentido. Constituído para ser um centro de excelência no estudo dos aspectos econômicos, sociais, ambientais e tecnológicos do transporte sustentável, o Instituto potencializa a atuação em rede como um fator de competitividade.

A visão do IBTS é alcançar um futuro com sistemas de transporte socioambientalmente sustentáveis que possibilitem a prática da mobilidade e da logística por meio do desenvolvimento, avaliação, disseminação e emprego no mundo real de sistemas, técnicas e políticas inovadoras.

Com vistas à condução de pesquisas focadas em problemas do mundo real, o compromisso do IBTS é de desenvolver soluções para um futuro sustentável da mobilidade e da logística por meio da prática do transporte em suas diversas modalidades e variações. O Instituto também se propõe a atuar na transferência do conhecimento gerado a partir da realização dos projetos e das pesquisas, por meio de formas tradicionais ou inovadoras de educação, em seus vários níveis e de forma continuada e meio de ações de extensão junto a empresas públicas e privadas e a sociedade em geral, além de se comprometer com a divulgação do conhecimento gerado por meio de publicações em congressos e periódicos nacionais e internacionais. Confira em [www.ibts.eco.br](http://www.ibts.eco.br)

Criado com o intuito de promover a transformação da logística em busca da eficiência e da sustentabilidade por parte de empresas que atuam em diversos mercados no Brasil, o Programa de Logística Verde Brasil (PLVB) tem reforçado seu compromisso com a responsabilidade socioambiental corporativa capturando, integrando, consolidando e aplicando conhecimentos com o objetivo inicial de reduzir o consumo de energia, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e de poluentes atmosféricos, e, principalmente, aprimorar a eficiência da logística e do transporte de carga no Brasil.

Em 2019, o PLVB chegou ao seu terceiro ano de atividades, consolidando a sua atuação com crescimento acentuado e cumprindo as etapas estabelecidas desde a sua inauguração em junho de 2016, com a participação inicial de 6 Empresas Membro.

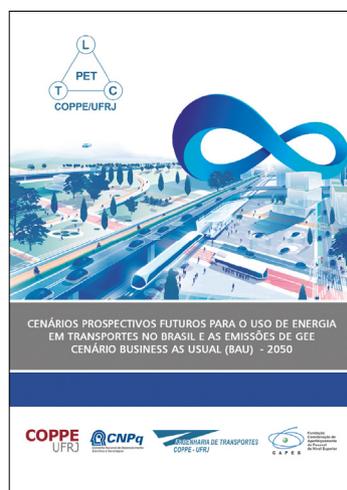
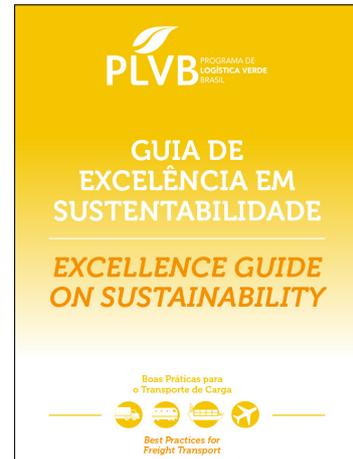
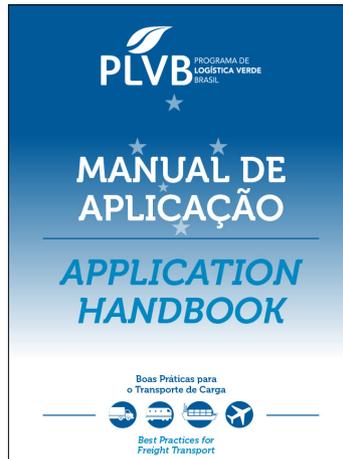
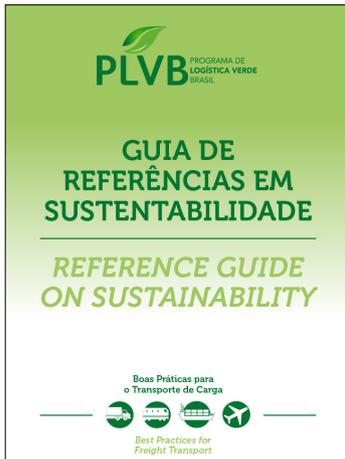
Influenciado por grande interesse do mercado quanto às questões de sustentabilidade nas atividades de mobilidade e logística, este número apresentou um crescimento de cinco vezes, chegando a 30 Empresas Membro no início de 2020, sendo 14 embarcadores, 14 transportadores e 2 operadores logísticos e envolvendo empresas de diferentes portes e áreas de atuação.

Além disso, o PLVB conta com o apoio de 12 instituições de atuação nacional e uma instituição de atuação internacional. Estas instituições representam federações, associações e entidades ligadas à mobilidade, logística e ao transporte que se destacam quanto à valorização das questões socioambientais, possuindo significativo alinhamento de valor com a missão do PLVB.

Em 2020, o PLVB está reforçando sua abrangência e linhas de atuação e consolidando as suas ações para uma atuação ainda mais incisiva a partir do lançamento do Sistema de Reconhecimento para o Selo Verde em Transporte de Carga.

Confira a atuação do PLVB no site: [www.plvb.org.br](http://www.plvb.org.br)

# TRABALHOS RECENTES RELACIONADOS AO TEMA



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1. O aquecimento global e a implantação de inventários de GEE na cadeia de suprimentos .....	12
1.2. Objetivo .....	13
<b>2. GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) – PRINCIPAIS CONCEITOS E DEFINIÇÕES.....</b>	<b>14</b>
2.1. Gases de Efeito Estufa (GEE).....	14
2.2. Relação entre fontes de emissão, sumidouros e reservatórios de GEE .....	15
2.3. Principais atividades geradoras de GEE .....	18
2.4. Tipos de fontes de geração de GEE.....	19
2.5. Classificação do nível de detalhamento da atividade - Escopos.....	21
2.6. Quantificação de Emissões .....	23
2.7. Categorias de medição.....	25
2.8. Equivalência entre os GEE.....	26
2.9. Medidas de mitigação para reduzir emissões de GEE .....	27
<b>3. INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE - PRINCIPAIS CONCEITOS E DEFINIÇÕES .....</b>	<b>28</b>
3.1. Inventário de emissões .....	28
3.2. Importância de um inventário de emissões de GEE.....	28
3.3. Classificação de inventários de emissões de GEE .....	29
3.4. Quando apresentar um inventário de emissões de GEE? .....	30
3.5. Programas de Relatório de Emissões Obrigatórias .....	30
<b>4. PRINCIPAIS PROGRAMAS E ORGANIZAÇÕES DE INVENTÁRIO .....</b>	<b>31</b>
<b>5. IMPORTÂNCIA DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE PARA A LOGÍSTICA E CADEIA DE SUPRIMENTOS .....</b>	<b>37</b>
5.1. Cadeia de Suprimentos .....	37
5.2. Logística .....	41
<b>6. GUIA PARA APLICAÇÃO DE INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE.....</b>	<b>49</b>
6.1. Preparação do inventário de emissões.....	49
6.2. Elaboração do inventário de emissões .....	50
6.2.1. Planejamento .....	51
6.2.2. Cálculo .....	53
6.2.3. Elaboração de Relatório .....	56
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>59</b>
<b>8. AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>59</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>65</b>
Anexo 1 .....	65
Anexo 2.....	66

## SIGLAS

<b>ABNT</b> – Associação Brasileira de Normas Técnicas	<b>GEE</b> – Gases de Efeito Estufa
<b>AFFA</b> – Auditor Fiscal Federal Agropecuário	<b>GHG</b> – Greenhouse Gases
<b>AFOLU</b> – Agriculture, Forestry and other Land Use	<b>GLEC</b> – Global Logistics Emissions Council
<b>AMN</b> – Asociación Mercosur de Normalización	<b>GNV</b> – Gás Natural Veicular
<b>AR 5</b> – Assessment Report 5	<b>GRI</b> – Global Reporting Initiative
<b>BNDES</b> – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social	<b>GTP</b> – Global Temperature Potential
<b>BURs</b> – Guideline for the Biennial Update Reports	<b>GVces</b> – Centro de Estudos em Sustentabilidade
<b>CB</b> – Comitês Brasileiros	<b>GWP</b> – Global Warming Potential
<b>CC</b> – Centro de Consolidação	<b>IBTS</b> – Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável
<b>CD</b> – Centro de Distribuição	<b>ICO<sub>2</sub></b> – Índice de Carbono Eficiente
<b>CDP</b> – Carbon Disclosure Program	<b>IEA</b> – International Energy Agency
<b>CDP</b> – Carbon Disclosure Project	<b>IEC</b> – International Electrotechnical Commission
<b>CEBDS</b> – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável	<b>IPCC</b> – Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>CEE</b> – Comissões de Estudos Especiais	<b>ISO</b> – International Organization for Standardization
<b>CEFET</b> – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca	<b>kWh</b> – Quilowatts/hora
<b>CLECAT</b> – European Association for Forwarding, Transport, Logistics and Customs Services	<b>MDL</b> – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
<b>Clia</b> – Centro Logístico Industrial e Aduaneiro	<b>MMA</b> – Ministério do Meio Ambiente
<b>CLRTAP</b> – Convention on Long Range Transboundary Air Pollution	<b>NBR</b> – Normas Brasileiras
<b>COP</b> – Conference of the parties	<b>NDC</b> – Nationally Determined Contribution
<b>COPANT</b> – Comisión Panamericana de Normas Técnicas	<b>NTMCalc</b> – Network for Transport Measures
<b>CORINAIR</b> – Core Inventory Air Emissions	<b>OECD</b> – Organization for Economic Cooperation and Development
<b>CSCMP</b> – Council of Supply Chain Management Professionals	<b>ONS</b> – Organismos de Normalização Setorial
<b>ECO 92</b> – United Nation Conference on Environment and Development	<b>SAP</b> – Systems, Applications, and Products
<b>EDI</b> – Electronic Data Interchange	<b>SFC</b> – Smart Freight Centre
<b>EEA</b> – European Economic Area	<b>TFI</b> – Task Force on National Greenhouse Gas Inventories
<b>EMEP</b> – European Monitoring and Evaluation Programme	<b>TJ</b> – Tera Joule
<b>EPA</b> – Environmental Protection Agency	<b>UNEP</b> – United Nation Environmental Programme
<b>EPE</b> – Empresa de Pesquisa Energética	<b>UNFCCC</b> – United Nations Framework Convention on Climate Change
<b>FAO</b> – Food and Agriculture Organization of the United Nations	<b>VTK</b> – Visualization Toolkit
	<b>WBCSD</b> – World Business Council for Sustainable Development
	<b>WMO</b> – World Meteorological Organization
	<b>WRI</b> – World Resources Institute

## QUADROS

Quadro 1. Emissões de GEE por tipo de gás e fontes emissoras .....	15
Quadro 2. Exemplos de Dados de Atividade para diversas fontes de emissão.....	24
Quadro 3. Fatores de equivalência para GTP e GWP .....	27
Quadro 4. Etapa para construção de inventário de emissões.....	50
Quadro 5. Exemplos de escopos direcionados para atividades logísticas.....	53
Quadro 6. Categorias Escopo 3.....	66

## FIGURAS

Figura 1. Participação energética por tipo de fonte de energia – Brasil (2017).....	16
Figura 2. Fontes e sumidouros de gases de efeito estufa associados ao ciclo de vida dos materiais.....	17
Figura 3. Armazenamento de gases de efeito estufa terrestre .....	18
Figura 4. Uso de energia por setores econômicos nacionais (2017) .....	18
Figura 5. Escopos 1, 2 e 3 baseados em diferentes limites organizacionais .....	21
Figura 6. Caracterização do Escopo 3 .....	23
Figura 7. Abordagem de Fator de Emissão.....	23
Figura 8. Estrutura de uma cadeia de suprimentos.....	38
Figura 9. Tipos diferentes de pegada de carbono .....	40
Figura 10. Cadeia de suprimento globalizada.....	40
Figura 11. Atividades de transporte que afetam o meio ambiente .....	42
Figura 12. Etapas da gestão de estoque.....	43
Figura 13. Etapas processamento de pedidos .....	44
Figura 14. Passos para contabilizar emissões de GEE.....	55
Figura 15. Estrutura do Relatório.....	57

# 1. INTRODUÇÃO

---

Este documento é um material didático de suporte para organizações e profissionais que queiram adquirir conhecimento sobre inventários de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

## 1.1. O aquecimento global e a implantação de inventários de GEE na cadeia de suprimentos

A peculiaridade da sociedade em causar significativos distúrbios ao meio ambiente é um fenômeno que tende a se expandir em todo o mundo, por ser fortemente influenciada pelo crescimento demográfico e pelo desenvolvimento tecnológico, que faz com que os fluxos de informação e vendas de produtos sejam facilitados pelo processo de globalização que aproxima países distantes de diferentes continentes. Com isso, torna-se crescente o desejo das empresas em monitorar e reduzir o consumo de energia, assim como estimar metas futuras para reduzir as emissões de GEE que contribuem para as mudanças climáticas (Loreti *et al.*, 2000).

Segundo McKinnon e Piecyk (2012), as empresas têm vários motivos para reduzir ou eliminar emissões de dióxido de carbono (principal gás de efeito estufa). O motivo mais atraente é o desejo de reduzir custos, seguido pela oportunidade de implementar gestão de *marketing* verde e promover ações de responsabilidade social.

Segundo o Singh *et al.*, (2014), os inventários de GEE classificados em nível nacional, corporativo ou para instalações podem se complementar e ajudar os tomadores de decisão a analisar e projetar tendências de aquecimento global e outros fenômenos nocivos ao meio ambiente e à sociedade e estabelecer ações de mitigação.

Neste sentido, a recomendação para a elaboração desses inventários foi aceita por vários países no âmbito da Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC), da qual o Brasil é um dos países membros (MMA, 2016).

Os países membros necessitam cumprir com as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC). As NDCs são incorporadas aos esforços de cada país em reduzir as emissões nacionais e adaptar-se aos impactos das mudanças climáticas, envolvendo consultas ao setor privado para a elaboração e desenvolvimento de estratégias de mitigação (GRI & CDP, 2019).

Como existe a necessidade de desenvolver estratégias de mitigação no setor privado, as empresas passaram a entender que a redução da pegada de carbono ao longo da cadeia de suprimentos pode não apenas contribuir substancialmente para as iniciativas de sustentabilidade da empresa, mas também promover efeitos quantificáveis nos negócios, como a redução dos custos operacionais. Para descobrir onde as emissões de carbono estão concentradas nas atividades logísticas, desenvolver e implementar planos de redução, as organizações precisam de métricas e garantia de qualidade. No entanto, medir a pegada de carbono completa em uma cadeia de suprimentos global é um desafio, pois é uma tarefa complexa que consome tempo e recursos (Arviem, 2017).

Embora um dos principais contribuintes para a pegada de carbono de uma cadeia de suprimentos seja a energia total consumida na fabricação e na logística, as externalidades ambientais associadas às operações de distribuição e outros serviços logísticos ainda são ignorados (To, 2015).

Com o passar dos anos, observa-se que os benefícios gerados pela implementação de práticas sustentáveis adotadas pelas empresas estão se tornando conhecidos. Esses benefícios podem ser descritos por meio de incentivos financeiros para conservação e eficiência de projetos sustentáveis; racionalização de cadeias de suprimentos; desmaterialização de embalagens e redesenho de produtos e serviços, produzindo mais valor e menos desperdício de processo e material (Climate Smart, 2012).

## 1.2. Objetivo

Este guia tem como objetivo orientar organizações públicas e privadas na elaboração de inventários de emissão de GEE de atividades logísticas de uma cadeia de suprimentos, seja ela nacional ou global.

---

**A fim de promover o conhecimento e facilitar a leitura do guia, serão apresentados nos capítulos 2, 3, 4 e 5 conceitos e informações necessários para acompanhar o guia de aplicação.**

---



## 2. GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) – PRINCIPAIS CONCEITOS E DEFINIÇÕES

---

Segundo UNFCCC (2018), as emissões de carbono nas cadeias de suprimentos são em média quatro vezes maiores que as geradas nas operações diretas da empresa. Por motivos como estes, como já exposto por EPA (2010) e Farsan *et al.*(2018), um número crescente de empresas vem engajando seus fornecedores no gerenciamento de emissões de GEE.

### 2.1. Gases de Efeito Estufa (GEE)

Os GEE são constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antropogênicos, que absorvem e emitem radiação em comprimentos de ondas específicos dentro do espectro da radiação infravermelha térmica emitida pela superfície da Terra, pela própria atmosfera e pelas nuvens, o que causa o efeito estufa (IPCC, 2019). Eles podem ser representados pelo vapor de água ( $H_2O$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), óxido de nitrogênio ( $N_2O$ ), gás metano ( $CH_4$ ), ozônio ( $O_3$ ) e hidrocarbonetos (HFCs) (Loreti *et al.*, 2000; IPCC, 2019).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2009):

- **Vapor d'água ( $H_2O$ ):** Encontra-se em suspensão, principalmente nas camadas baixas da atmosfera (Troposfera), cobrindo uma faixa vertical de cerca de 5 km.
- **Dióxido de carbono ou gás carbônico ( $CO_2$ ):** É emitido como resultado das inúmeras atividades humanas, como o uso de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural). A quantidade de  $CO_2$  na atmosfera tem aumentado desde o início da era industrial. O  $CO_2$  é utilizado como referência para classificar o poder de aquecimento global dos demais gases de efeito estufa.
- **Gás metano ( $CH_4$ ):** Produzido pela decomposição da matéria orgânica. É abundante em aterros sanitários, lixões e reservatórios de hidrelétricas, na criação de gado (a pecuária representa 16% das emissões mundiais de gases de efeito estufa) e no cultivo de arroz.
- **Óxido nitroso ( $N_2O$ ):** A emissão deste gás resulta, principalmente, do tratamento de dejetos animais, do uso de fertilizantes, da queima de combustíveis fósseis e de alguns processos industriais.
- **Gases fluorados:** São poderosos gases de efeito estufa sintéticos emitidos a partir de uma variedade de processos industriais:
  - » Hexafluoreto de enxofre ( $SF_6$ ) é utilizado principalmente como isolante térmico e condutor de calor;
  - » Hidrofluorcarbonos (HFCs) são utilizados como substitutos dos clorofluorcarbonos (CFCs) em aerossóis e refrigeradores;
  - » Perfluorcarbonos (PFCs) são utilizados como gases refrigerantes, solventes, propulsores, espuma e aerossóis.
  - » Gases fluorados são por vezes usados como substitutos para substâncias que destroem o ozônio estratosférico (por exemplo, os clorofluorcarbonetos, hidroclorofluorcarbonos e halons).

Esses gases são normalmente emitidos em quantidades menores, mas, por serem potentes gases de efeito estufa, são muitas vezes referidos como gases de alto potencial de aquecimento global.

## 2.2. Relação entre fontes de emissão, sumidouros e reservatórios de GEE

Segundo EPA (2019), os principais GEEs são CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O e outros gases gerados por produtos químicos sintéticos como o gás HFC.

Pode ser considerada como **fonte emissora** qualquer processo ou atividade, um aerossol ou um precursor que libere GEE na atmosfera (IPCC, 2019), como exposto no Quadro 1.

**Quadro 1. Emissões de GEE por tipo de gás e fontes emissoras**

GEE	PRINCIPAIS FONTES EMISSORAS	GERAÇÃO DE GEE POR TIPO DE GÁS
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Combustíveis de origem fóssil, processos industriais	65%
	Desmatamento e uso do solo	11%
Gás Metano (CH <sub>4</sub> )	Atividades agrícolas, gerenciamento de resíduos, uso de energia e queima de biomassa	16%
Óxido de Nitrogênio (N <sub>2</sub> O)	Atividades agrícolas, uso de fertilizantes, processo de combustão de combustíveis de origem fóssil	6%
Gases Fluorados (F – gases como HFCs, SF <sub>6</sub> e PFCs)	Processos industriais, processos de refrigeração	2%

Fonte: EPA (2019) adaptado pelos autores

---

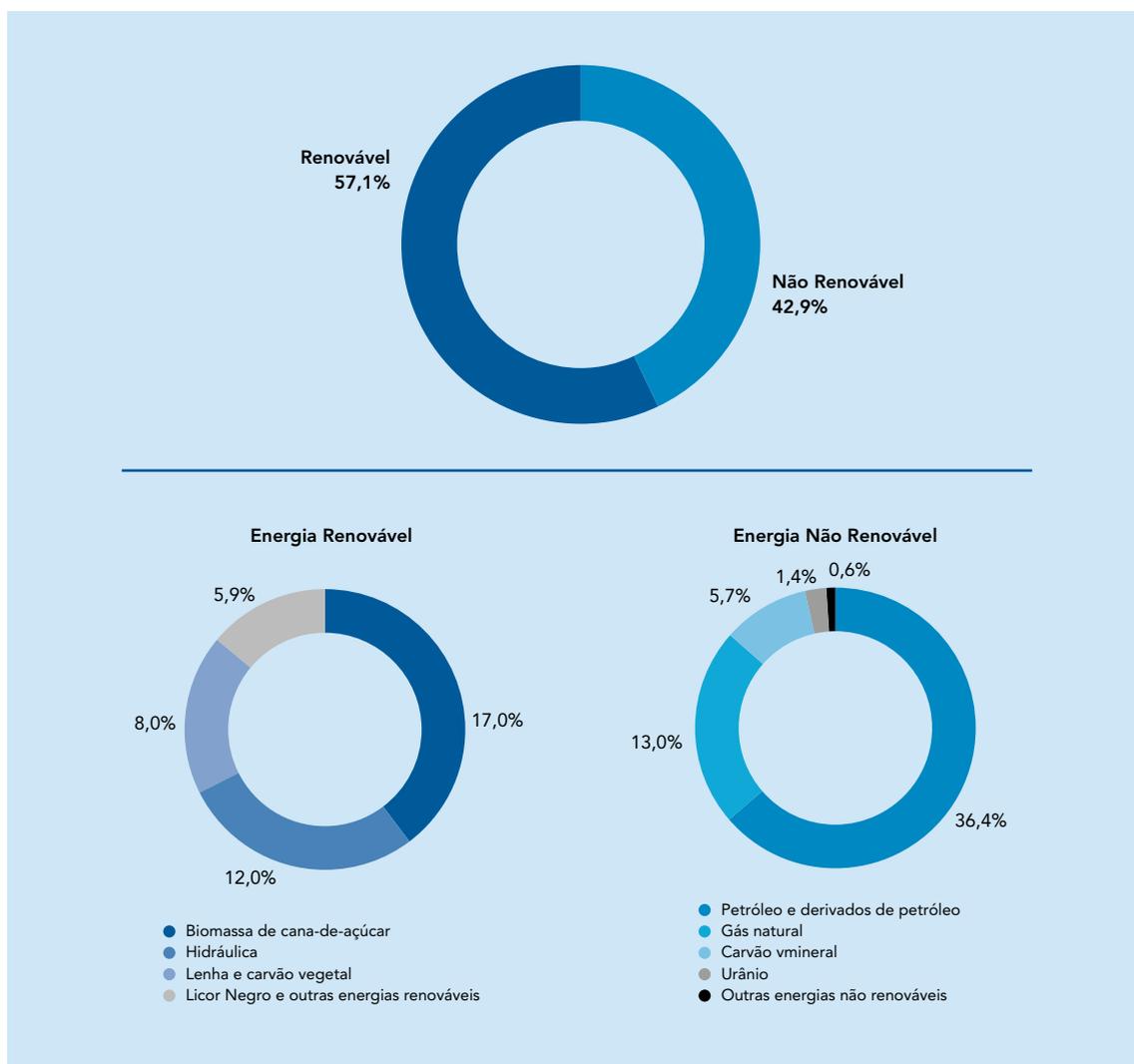
Além dos GEE citados no documento, pode-se considerar também o *black carbon* como um importante poluente climático e gerador de problemas de saúde, afetado predominantemente pelas emissões de transporte. *Black carbon* é o termo usado para partículas emitidas pela combustão parcial de combustíveis fósseis. O *black carbon* é um poluente climático de curta duração, com grande potencial de aquecimento global e gerador de efeito negativo na saúde humana (Smart Freight Centre, 2019).

---

As atividades humanas, como as relacionadas ao uso de energia, agricultura, uso do solo, gerenciamento e tratamento de resíduos, são as principais causas do aquecimento global dos últimos 50 anos e estão afetando vários aspectos do clima, incluindo aumento da temperatura da superfície da terra e dos oceanos, precipitação e aumento do nível do mar, assim como tem prejudicado a saúde humana, o desenvolvimento da agricultura, disponibilidade de recursos hídricos, preservação de florestas, vida selvagem e áreas costeiras (EPA, 2016).

O uso de energia no Brasil e no mundo se caracteriza pela maior utilização de fontes não renováveis, principalmente pelo uso de petróleo e seus derivados, de acordo com a Figura 1.

**Figura 1. Participação energética por tipo de fonte de energia – Brasil (2017)**



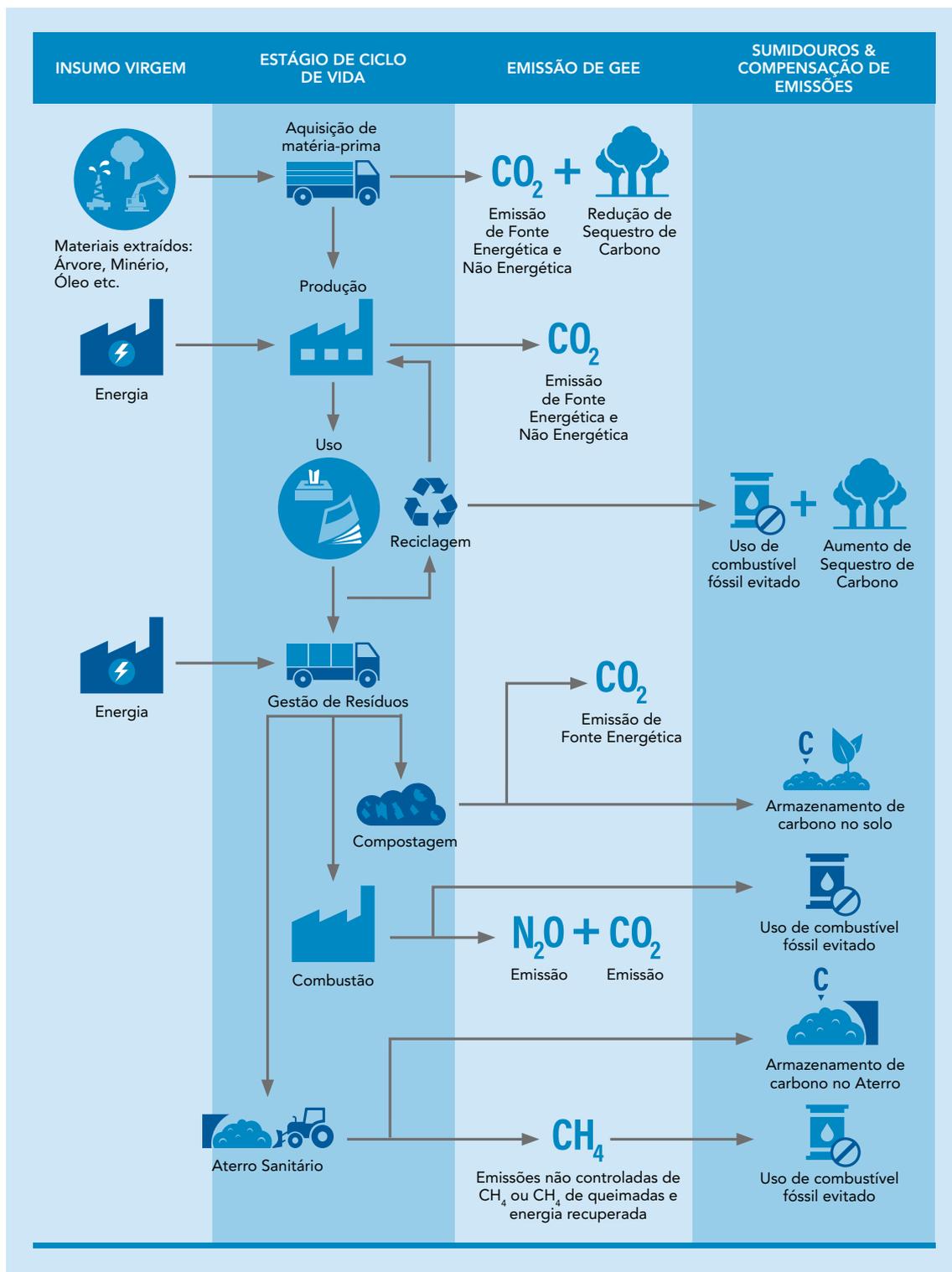
Fonte: Adaptado de EPE (2018).

Além das fontes geradoras de GEE, outros termos importantes relacionados a emissões são sumidouro e reservatório.

Entende-se como **sumidouro** qualquer processo, atividade ou mecanismo de remoção de um gás de efeito estufa, um aerossol ou um precursor de um gás de efeito estufa da atmosfera (IPCC, 2019).

Em um ciclo de vida de um produto que tem o potencial de emitir GEE a partir de mudanças ao longo dos estágios que vão desde a produção até o descarte, pode-se verificar a interação entre as fontes geradoras e os sumidouros em todo o seu ciclo produtivo, como observado na Figura 2.

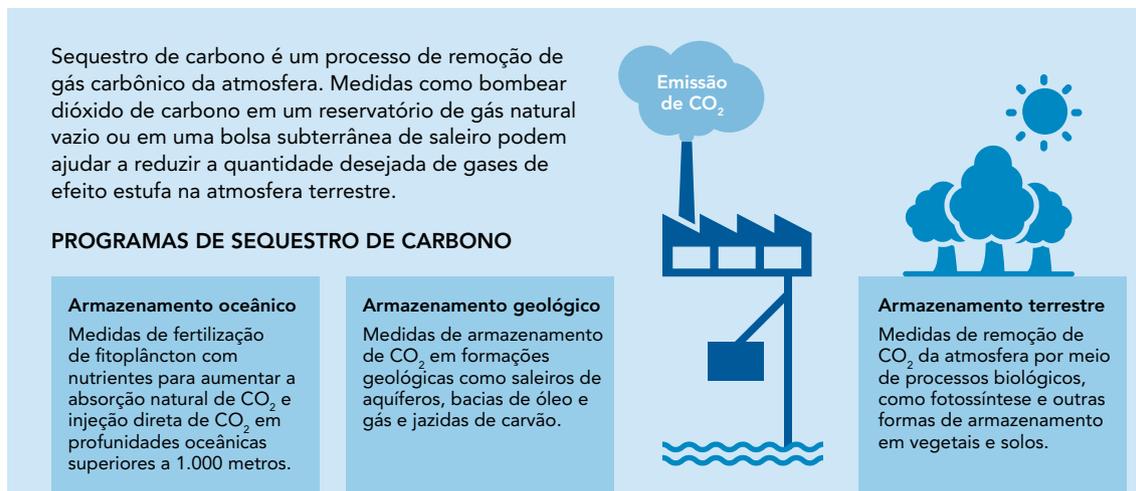
**Figura 2. Fontes e sumidouros de gases de efeito estufa associados ao ciclo de vida dos materiais**



Fonte: EPA (2002).

Já um reservatório é um componente ou um conjunto de componentes do sistema climático em que um GEE ou um precursor de um GEE é armazenado (IPCC, 2019). Ele pode ser representado por técnicas como as ilustradas na Figura 3.

**Figura 3. Armazenamento de gases de efeito estufa terrestre**

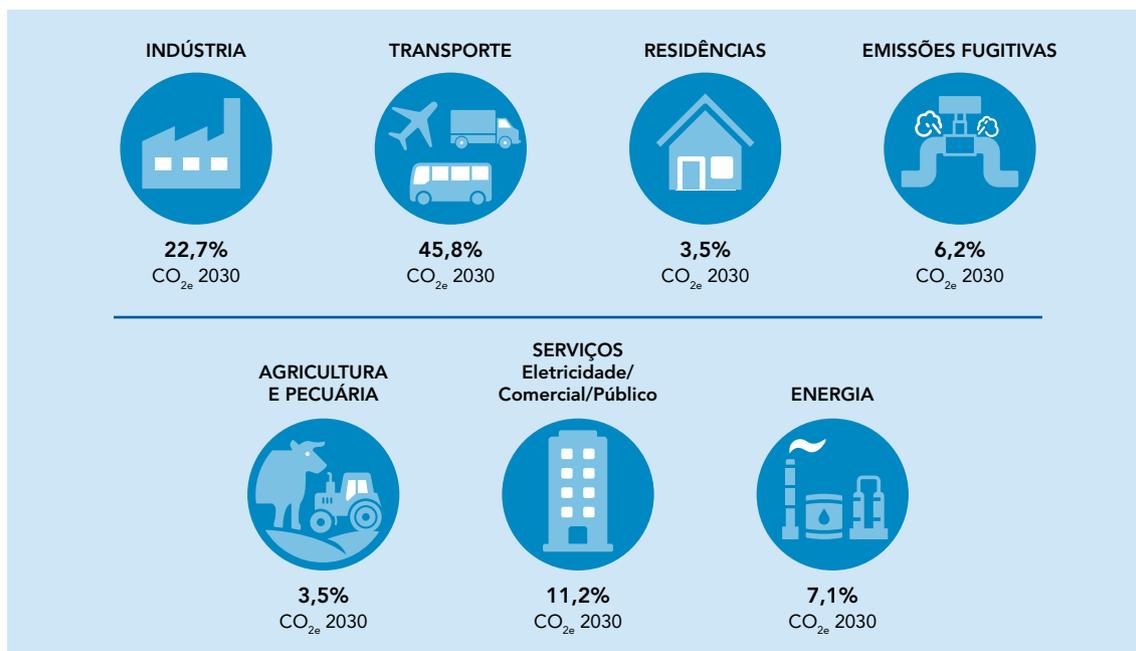


Fonte: Baker e Writer (2012).

## 2.3. Principais atividades geradoras de GEE

Os setores econômicos que têm maior destaque em termos de emissão de GEE são atividades industriais e de transporte (Figura 4).

**Figura 4. Uso de energia por setores econômicos nacionais (2017)**



Fonte: Tolmasquim et al. (2016) e EPE (2018) adaptado pelos autores.

Segundo EPA (2019) e EEA ([s.d.]):

- **Na Indústria**, as emissões de GEE provêm principalmente da queima de combustíveis fósseis, bem como de reações químicas necessárias para produzir bens a partir de matérias-primas.
- **No Transporte**, as emissões de GEE provêm principalmente da queima de combustíveis fósseis como diesel e gasolina.
- **Nos setores Comercial e Residencial**, as emissões de GEE vêm de emissões diretas, incluindo combustão de combustíveis fósseis destinadas aos processos de aquecimento e cozimento, gerenciamento de resíduos e águas residuais, vazamentos de gases refrigerantes em residências e empresas, bem como emissões indiretas que ocorrem fora do local, como as associadas ao uso de eletricidade consumida por residências e empresas comerciais.
- **Na Agricultura e Pecuária**, várias práticas de manejo em solos agrícolas podem levar ao aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo e resultar em emissões de óxido nitroso ( $N_2O$ ). O gado, especialmente os ruminantes, produz gás metano ( $CH_4$ ) como parte de seus processos digestivos normais.
- **Na Eletricidade**, o setor envolve a geração, transmissão e distribuição de eletricidade. Os gases de  $CO_2$ ,  $CH_4$  e  $N_2O$  são liberados durante a combustão de combustíveis fósseis, como carvão mineral, petróleo e gás natural quando utilizados para produzir eletricidade. Já  $CO_2$  e  $CH_4$  podem ser gerados por decomposição de matéria orgânica em barragens de usinas hidrelétricas.
- **Nas Emissões Fugitivas**, são consideradas emissões não capturadas por um sistema para este fim, ocorrendo muitas vezes devido a vazamentos de equipamentos, processos evaporativos e distúrbios provocados pelo vento.

## 2.4. Tipos de fontes de geração de GEE

Segundo a ABNT (2015), os gases podem ser gerados a partir de fontes diretas, indiretas, combustão de biomassa etc.

### Fontes diretas

As fontes diretas são emissões fisicamente decorrentes de atividades dentro de limites bem definidos, como uma região, um setor econômico, uma empresa ou um processo (Allwood *et al.*, 2014), podendo ser classificadas em:

- **Combustão estacionária** – queima de combustíveis por equipamentos estacionários próprios ou locados para operarem sob a gestão do limite organizacional definido, por exemplo: caldeiras, geradores, fornos.
- **Combustão móvel** – queima de combustíveis por equipamentos móveis, como automóvel, caminhão, caminhonete e empilhadeira. Para avaliar a combustão móvel, são necessárias informações específicas, como o ano e o tipo dos veículos (leve, médio ou pesado), assim como o tipo de combustível utilizado.
- **Emissões fugitivas** – emissões resultantes de lançamento intencional ou acidental de GEE, como vazamentos do gás do ar-condicionado, extintores, gases isolantes dos transformadores ou disjuntores etc.

- **Processos industriais e uso de material** – incluem todas as fontes de emissão de processos industriais que química ou fisicamente transformam materiais. Também podem existir fontes de GEE pelo uso de produtos, como aerossóis, espumas, lubrificantes, uso de ceras parafinas, entre outros.
- **Tratamento de efluentes e resíduos sólidos** – tratamento de efluentes ou resíduos sólidos gerados dentro do limite organizacional estabelecido, assim como destinados a outras empresas fora dos limites organizacionais.
- **Processos agrícolas** - emissões geradas a partir de processos agrícolas, como fermentação entérica, manejo de esterco, cultivo de arroz etc.
- **Remoções de GEE** – todos os processos que removam carbono da atmosfera feitos pela organização dentro dos limites estabelecidos, como recomposição de vegetação, queima de biogás e captura e armazenamento de carbono.

## Emissões indiretas

As fontes são descritas como indiretas quando as consequências de atividades dentro dos limites organizacionais definidos surgem fisicamente fora dos limites da fonte de alimentação do setor (uso do calor, consumo de eletricidade pertencente ou controlada por outra entidade) (Allwood *et al.*, 2014), podendo ser classificadas em:

- **Emissões indiretas por uso de energia:** geração da eletricidade, calor ou vapor comprados pela organização, ou seja, as emissões que foram geradas no local onde a energia foi produzida e posteriormente consumida pela organização.
- **Outras emissões indiretas:** emissões de GEE consequentes das atividades dentro do limite organizacional, entretanto produzidas por fontes de GEE que pertençam ou sejam controladas por outras empresas.

## Fontes de emissões de CO<sub>2</sub> originadas da combustão de biomassa

Considera-se biomassa todos os derivados de matéria viva não submetidos a processo de fossilização, como produtos florestais (madeira processada e seus derivados) ou resíduos da agricultura e agroindústria.

---

Somente o CO<sub>2</sub> gerado na queima de biocombustíveis poderá retornar ao ciclo renovável com o processo da fotossíntese. As emissões de outros tipos de GEE como CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O são relatados como fontes diretas.

---

## 2.5. Classificação do nível de detalhamento da atividade - Escopos

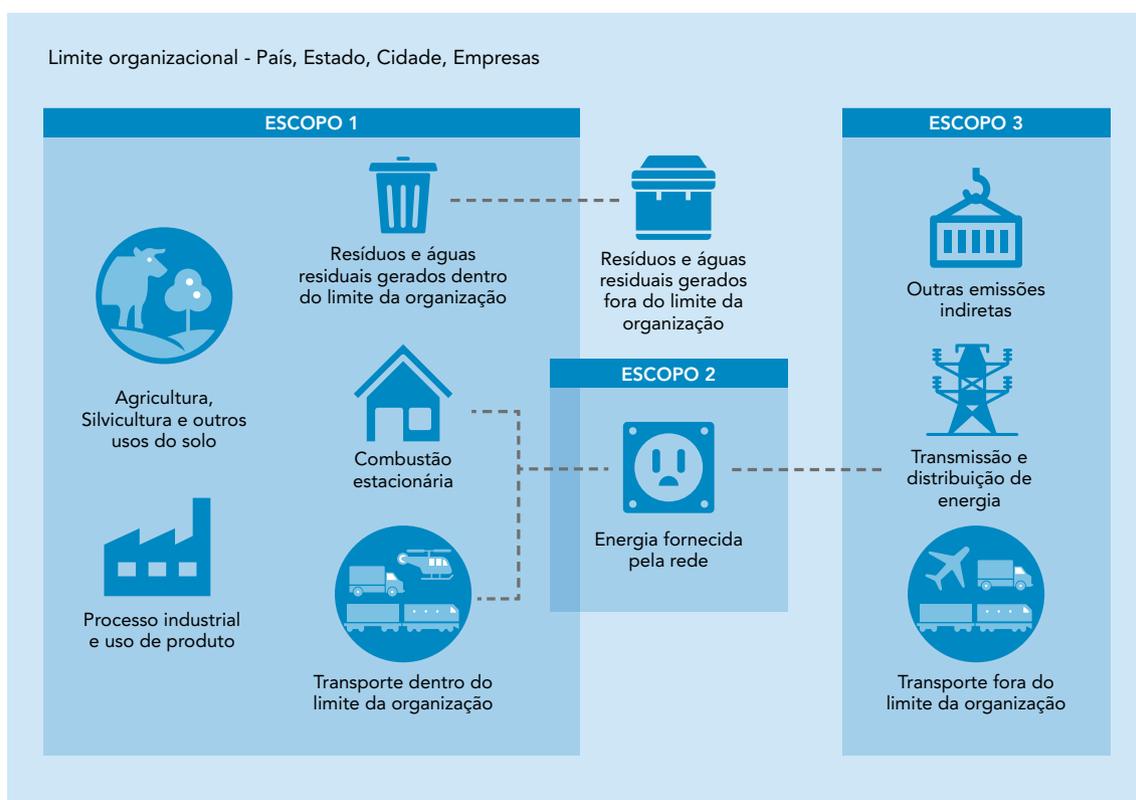
O nível de detalhamento da operação é definido pelo termo Escopo, o qual é representado por fontes diretas e indiretas de emissão (ABNT, 2015).

Os escopos são definidos como, Escopo 1, Escopo 2 e Escopo 3.

- **Escopo 1** corresponde às emissões diretas de GEE. São obrigatórios para quase todos os programas de gestão (inventário) de GEE e legislações vigentes. Pode ser representado pela **combustão estacionária, combustão móvel, emissões fugitivas, processos industriais e uso de material, tratamento de efluentes e resíduos sólidos, processos agrícolas, remoções de GEE** (recomposição de vegetação, queima de biogás e captura e armazenamento de carbono) e emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O originados da combustão de biomassa.
- **Escopo 2** corresponde às emissões indiretas de GEE por uso de energia associadas à produção de eletricidade, calor ou vapor comprados pela organização e usados no limite organizacional definido. São obrigatórios em quase todos os programas de gestão (inventário) de GEE e legislações vigentes.
- **Escopo 3** corresponde a todas as outras fontes de emissão indiretas de GEE. Podem ser relatados de forma opcional.

O detalhamento dos escopos pode ser ilustrado conforme apresentação da Figura 5.

Figura 5. Escopos 1, 2 e 3 baseados em diferentes limites organizacionais



Fonte: Adaptado de Driscoll et al. (2016)

---

As emissões de Escopo 3 são geralmente classificadas como *upstream* ou *downstream* e correspondem à cadeia de suprimentos.

- As emissões *upstream* são referentes às emissões indiretas de GEE, relacionadas a bens e serviços comprados ou adquiridos pelas organizações, e
- as emissões *downstream* são referentes às emissões indiretas de GEE, relacionadas a bens e serviços vendidos.

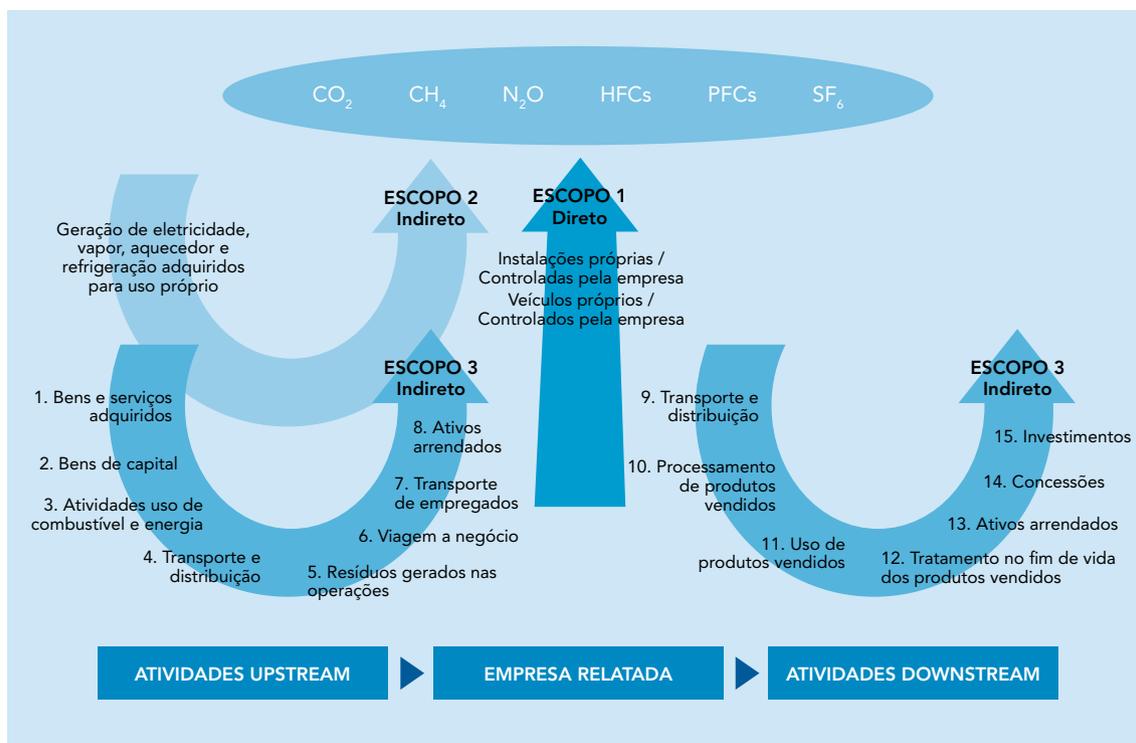
Essa classificação evita a dupla contagem entre organizações em uma cadeia de suprimentos.

---

Segundo GHG Protocol Corporate Value Chain (WBCSD & WRI, 2011a), as emissões do Escopo 3 podem ser representadas por 15 categorias, que são ilustradas na Figura 6 e descritas no Anexo 2.

1. Bens e serviços adquiridos em atividades *upstream*;
2. Bens de capital;
3. Atividades relacionadas ao uso de combustível e energia não inclusas nos Escopos 1 e 2;
4. Transporte e distribuição *upstream*;
5. Resíduos gerados nas operações;
6. Viagens de negócios;
7. Transporte de empregados;
8. Ativos arrendados por terceiros nas atividades *upstream*;
9. Transporte e distribuição *downstream*;
10. Processamento de produtos vendidos;
11. Uso de produtos vendidos (uso pelos clientes);
12. Tratamento dos produtos no fim da vida útil do produto;
13. Ativos arrendados por terceiros nas atividades *downstream*;
14. Franquias; e
15. Investimentos.

Figura 6. Caracterização do Escopo 3



Fonte: Adaptado de WBCSD & WRI (2011).

## 2.6. Quantificação de Emissões

As emissões de GEE podem ser definidas por meio de duas abordagens, são elas: **Abordagem baseada em cálculo** e **Abordagem de medição direta** (Singh e Bacher, 2018).

### Abordagem baseada em cálculo

Esta abordagem inclui a **abordagem de fator de emissões** e o **método de balanço de massa**. Ambas medem a atividade, como o consumo de combustível, ocasionando em emissões, e fornecem uma estimativa das emissões providas dessa atividade.

A **Abordagem de Fator de Emissões** é um processo constituído por etapas e utilizado quando um combustível ou material está diretamente relacionado às emissões. De uma maneira geral, pode ser medido como ilustrado na Figura 7.

Figura 7. Abordagem de Fator de Emissão



Os dados de atividade referem-se à medida da atividade que resulta em emissões e varia de acordo com as fontes de emissão, como ilustrado no Quadro 2.

## Quadro 2. Exemplos de Dados de Atividade para diversas fontes de emissão

FONTE DE EMISSÃO	DADOS DE ATIVIDADE
Combustão estacionária de combustíveis fósseis	Dados do medidor de vazão de combustível, registros de consumo de combustível do estabelecimento
Emissões de processo (ex: fabricação de cimento, fabricação de celulose e papel, produção de ácido adípico)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Quantidade de calcário usada, quantidade de clínquer</li><li>• Quantidade de combustíveis fósseis utilizados em fornos de recuperação química, quantidade de produtos químicos de maquiagem adicionados, quantidade de ácido adípico produzido</li></ul>
Emissões fugitivas (ex: minas de carvão subterrâneas)	Coleta trimestral ou mais frequente de amostra de CH <sub>4</sub> liberado de poços de ventilação
Gestão de resíduos (ex: aterro de resíduos sólidos urbanos)	Valores medidos ou estimados da quantidade anual de resíduos dispostos
Combustão móvel	Distância percorrida, combustível consumido

Fonte: Adaptado de Singh e Bacher (2018).

---

**Um fator de emissão é um valor que associa uma determinada quantidade de atividade aos GEEs emitidos (ex: massa (toneladas) de CO<sub>2</sub> emitidas dividida pela massa (tonelada) de combustível fóssil consumido).**

---

O **Método de Balanço de Massas** baseia-se em determinar o saldo de GEE que entra e sai da entidade relatora, considerando todos os processos ou uma unidade ou processo específico dentro da entidade. Calcula-se a diferença entre a quantidade de GEE que entra no processo por meio de matérias primas e a quantidade que sai do processo por meio dos produtos, correspondendo aos GEE liberados na atmosfera. Este método é mais adequado para calcular emissões de processos em indústrias como a produção de petroquímicos e fabricação integrada de ferro e aço.

### Abordagem de mensuração direta

A **Abordagem de Mensuração Direta** envolve quantificar os GEE emitidos usando equipamentos de medição. Esta metodologia é útil quando um número de diferentes combustíveis e insumos são utilizados, ou seja, a mensuração direta pode ser usada quando ocorre a combustão de vários tipos de resíduos em fornos de cimento por exemplo, pois não depende do conhecimento sobre o teor de carbono ou as quantidades de cada combustível.

No entanto, a mensuração direta geralmente não é adequada para medir emissões fugitivas que não são liberadas de um ponto de origem definido, ou seja, vazamentos de emissões dos equipamentos, reservatórios e rede de gasodutos. Também não é útil para estabelecimentos com diversas chaminés de escapamento ou para pequenos emissores dado o grande custo envolvido na instalação de equipamentos de mensuração direta.

## 2.7. Categorias de medição

São definidos pelo IPCC três categorias para medir as emissões de GEE, sendo elas classificadas em **Tier 1**, **Tier 2** e **Tier 3**. Cada categoria apresenta um nível crescente de detalhe e precisão associados, ou seja, Tier 1 é uma categoria que exige detalhamento de dados básico, Tier 2 é intermediário e Tier 3 exige maior detalhamento de dados (IPCC, 2019).

A combustão estacionária e combustão móvel no transporte rodoviário descritas a seguir exemplificam como as emissões de GEE, considerando CO<sub>2</sub> e não-CO<sub>2</sub>, podem ser avaliados de acordo com as categorias Tier 1, Tier 2 e Tier 3, conforme descrito no (IPCC, 2008).

### Combustão estacionária

Nas emissões geradas por combustíveis fósseis, existe uma quantidade muito pequena de gases não-CO<sub>2</sub> (como CH<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>, NOx), comparados à estimativa de CO<sub>2</sub>, fazendo com que a medição de CO<sub>2</sub> seja realizada pelo Tier 1, a partir do consumo do combustível apenas. Já no caso das emissões não-CO<sub>2</sub>, é necessário avaliar outros parâmetros que em geral não são muito conhecidos, como tecnologia e controle de manutenção dos equipamentos. Neste sentido, o Tier 1 baseia-se no consumo de combustível, considerando as quantidades de combustível queimadas e os fatores médios de emissão como exposto na Equação 1. Ou seja, para o CO<sub>2</sub>, os fatores de emissão dependem principalmente do teor de carbono do combustível.

$$Emissões_{(GEE, comb.)} = Consumo\ de\ combustível_{comb.} \times Fator\ de\ Emissão_{GEE, comb.} \quad (1)$$

Em que,

*Emissões*<sub>GEE, comb.</sub>: emissões de um determinado GEE por tipo de combustível (kg de GEE)

*Consumo de combustível*<sub>comb.</sub>: quantidade de combustível queimado (TJ<sup>1</sup> ou outra unidade de energia)

*Fator de emissão*<sub>GEE, comb.</sub>: fator de emissão padrão de um determinado GEE por tipo de combustível (kg GEE / TJ ou outra unidade de energia).

Na categoria Tier 2, as emissões geradas pela combustão são estimadas a partir de estatísticas semelhantes sobre combustível aos usados no Tier 1, porém a partir de fatores de emissões específicos, ou seja, por tecnologia de combustão e dados de atividades desagregados, ou análise de cada atividade individualmente.

Na categoria Tier 3, as emissões são detalhadas a partir de estatísticas sobre dados de combustíveis e tecnologias de combustão aplicadas em conjunto com fatores de emissão específicos da tecnologia. Isso inclui o uso de modelos e dados de emissão e medições no nível da instalação ou veículo, quando disponíveis. Se aplicados adequadamente, esses modelos e medições devem fornecer melhores estimativas principalmente para gases de efeito estufa não-CO<sub>2</sub>.

Resumidamente, na categoria Tier 3 é necessário coletar dados como: tipo de combustível utilizado, tecnologia de combustão, condições de funcionamento dos equipamentos e veículos, tecnologia de controle de consumo e emissões atmosféricas, qualidade de manutenção e idade do equipamento usado para queimar o combustível por meio da Equação 2 e Equação 3.

<sup>1</sup> TJ: terá Joule – unidade de energia múltipla de um Joule

$$Emissões_{(GEE, comb, tec)} = Consumo\ de\ combustível_{comb, tec} \times Fator\ de\ Emissão_{GEE, comb, tec} \quad (2)$$

Em que,

**Emissões**<sub>(GEE, comb, tec)</sub>: emissões de um determinado GEE por tipo de combustível e tecnologia (kg de GEE)

**Consumo de combustível**<sub>comb, tec</sub> = quantidade de combustível queimado por tipo de tecnologia (TJ ou outra unidade de energia)

**Fator de emissão**<sub>GEE, comb, tec</sub> = fator de emissão de um determinado GEE por tipo de combustível e tecnologia (kg GHG / TJ ou outra unidade de energia)

$$Emissões_{(comb, tec)} = Consumo\ de\ combustível_{comb} \times Penetração_{tec} \quad (3)$$

Em que,

**Penetração tec**: fração da categoria de fonte completa ocupada por uma determinada tecnologia. Essa fração pode ser determinada com base em dados de saída, como a eletricidade gerada, o que garantiria a provisão adequada para diferenças na utilização entre tecnologias.

## Combustão móvel

As emissões de GEE da combustão móvel são mais facilmente estimadas pela atividade dos principais modos de transporte, ou seja, rodoviário, ferroviário, aquático, aéreo e dutoviário.

Para o modo rodoviário, as emissões de CO<sub>2</sub> e não-CO<sub>2</sub> a partir do Tier 1 são definidas pela multiplicação da soma dos combustíveis usados pelos fatores de emissão de cada tipo de combustível. No Tier 2, as emissões dos não-CO<sub>2</sub> são definidas pela multiplicação da soma dos combustíveis usados pelos fatores de emissão para cada tipo de combustível, veículo e tecnologia utilizada. Já as emissões dos não-CO<sub>2</sub> no Tier 3, as emissões são definidas pela multiplicação da soma das distâncias percorridas pelos fatores de emissão de cada tipo de combustível, veículo, tecnologia e condição operacional somado as emissões totais geradas.

## 2.8. Equivalência entre os GEE

Para equiparar os efeitos dos diferentes GEE, utilizam-se métricas que transformam cada um desses gases em gás carbônico equivalente (CO<sub>2e</sub>), multiplicando-os por um fator de equivalência. Existem duas métricas mais usuais: o Potencial de Aquecimento Global (GWP, da sigla em inglês *Global Warming Potential*) e o Potencial de Temperatura Global (GTP, da sigla em inglês *Global Temperature Potential*) (MMA, 2009). O AR5 (*Assessment Report 5*), que é o quinto relatório de avaliação do painel intergovernamental sobre mudanças climáticas, define os fatores de equivalência do GWP e GTP para um horizonte de 100 anos, como apresentado no Quadro 3.

**Quadro 3. Fatores de equivalência para GTP e GWP**

GÁS	SÍMBOLO	GTP-100	GWP-100
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	1	1
Metano	CH <sub>4</sub>	4	28
Óxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	234	265
Hidrofluorcarbonetos	HFC - 23	12.700	12.400
	HFC - 125	967	3.170
	HFC-134a	201	1.300
	HFC - 143a	2.500	4.800
	HFC - 152	19	138
Perfluorcarbonetos	CF <sub>4</sub>	8.040	6.630
	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	13.500	11.100
Hexafluoreto de Enxofre	SF <sub>6</sub>	28.200	23.500

## 2.9. Medidas de mitigação para reduzir emissões de GEE

Segundo Metz et al. (2007), **medidas** são tecnologias, processos e práticas que reduzem as emissões de GEE ou mantêm seus efeitos abaixo dos níveis futuros previstos. Podem ser considerados como exemplos de medidas tecnológicas para uso de energia renovável processos de minimização de produção de resíduos, práticas de transporte público etc. A **mitigação** consiste na adoção de mudanças e substituições tecnológicas que reduzam o uso de recursos e emissão de resíduos por unidade de produção, bem como a implementação de medidas que reduzam as emissões de GEE e aumentem os sumidouros.

# 3. INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE - PRINCIPAIS CONCEITOS E DEFINIÇÕES

---

## 3.1. Inventário de emissões

O inventário de emissões é uma prática que contabiliza a quantidade de GEE gerada por diferentes fontes pela existência e operação de um negócio ou organização. Essas fontes geradoras de GEE podem ser diretas e indiretas (IDAHO, 2018).

## 3.2. Importância de um inventário de emissões de GEE

Segundo a *European Environment Agency* - EEA (2018), a utilização do inventário de emissões atmosféricas é a base essencial para todos os programas de gerenciamento da qualidade do ar. Esta ferramenta pode ser usada com vários propósitos, mas frequentemente é desenvolvida para atender às requisições regulamentadas pelas agências ambientais.

No entanto, para diversas empresas, a adoção de práticas de inventário de emissões são vistas como geradoras de vantagem competitiva para conseguir atender às expectativas de empresas maiores que sofrem pressões regulatórias ou tem metas bastante ambiciosas, além disso pode estimular a economia de custos (Climate Smart, 2012).

Seus principais objetivos, segundo IDAHO (2018), são:

- Facilitar o gerenciamento da operação de um negócio ou organização com a realização de cálculo das emissões.
- Viabilizar melhor o gerenciamento de práticas de mitigação (escolha de energia mais limpas) no futuro.
- Mostrar claramente o quanto um negócio ou organização contribui indireta ou diretamente para as mudanças climáticas em relação a operações similares.
- Compreender melhor os custos associados aos tipos de energia, matérias primas e descarte de resíduos.
- Auxiliar na identificação de conformidades ou não conformidades da operação com os padrões estabelecidos (meta da empresa em reduzir as emissões, legislação vigente etc.).
- Estabelecer uma linha de base para medidas de planejamento e controle.
- Identificar as fontes e os níveis de emissões, padrões e tendências para o desenvolvimento de estratégias de controle e novas regulamentações.
- Servir como dados de entrada para o desenvolvimento de modelos preditivos da concentração de poluentes.
- Servir como dados de entrada para estudos de avaliação de riscos à saúde humana.
- Conduzir avaliação de impacto ambiental para novas fontes de energia.

- Servir como base nos processos de licenciamento ambiental.
- Servir como ferramenta nos programas futuros de créditos sobre emissões.
- Estabelecer áreas para implantação de monitores da qualidade do ar.

Além disso, a partir da adoção de inventários de emissões, torna-se possível participar de iniciativas governamentais que proponham contratos de negociação sobre GEE, participar do mercado de negociações de GEE, entender e gerir os riscos causados pelas emissões, identificar oportunidades de redução de emissões de GEE em relação ao custo, por meio da eficiência energética, por exemplo, e demonstrar conformidade com os regulamentos governamentais (WBCSD, 2002).

### 3.3. Classificação de inventários de emissões de GEE

Os inventários de emissão de GEE são classificados em Nacionais, Subnacionais, Corporativos, de Instalações e do Ciclo de Vida do Produto<sup>2</sup> (Singh et al., 2014).

- **O Inventário Nacional** inclui todas as emissões e remoções causadas por seres humanos no território de um país (National Research Council, 2010; Singh et al., 2014). Todos os países que fazem parte da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) devem fornecer inventários nacionais de emissões e remoções de GEE devido a atividades humanas, sob o ponto de vista dos setores de **Energia; Processos Industriais e Uso de Produtos; AFOLU** (Agricultura, Silvicultura e Usos do solo) e **Perdas por Desperdícios**. A estimativa do inventário deve ser feita por meio de métodos desenvolvidos pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) e ser avaliada e aprovada pela UNFCCC.
- **O Inventário Subnacional** é atribuível a um governo regional, que pode ser distribuído em Estados e Municípios, cujos dados locais podem ajudar a melhorar os inventários nacionais, principalmente com a divulgação de dados como fatores de emissão de setores e instalações locais.
- **O Inventário Corporativo** fornece dados e informações sobre emissões diretas e indiretas de uma empresa e incluem emissões de todas as operações dentro dos limites da empresa, emissões associadas à compra de eletricidade e vapor, bem como emissões de fontes móveis, como transporte. As empresas também podem incluir em seus inventários corporativos as emissões ao longo de sua cadeia de suprimentos (por exemplo, aquelas associadas à compra de matérias-primas). Ou seja, a forma como as empresas definem seus limites organizacionais determina quais fontes de emissões estão incluídas no inventário corporativo.
- **O Inventário de Instalações** representa as emissões de GEE de uma instalação industrial específica. Ou seja, refletem as emissões de GEE de fontes dentro dos limites de uma única instalação, que referem-se a uma instalação física com uma ou mais fontes de emissão, por exemplo, uma usina de energia, uma usina de cimento ou um poço de petróleo. Emissões associadas ao uso da eletricidade comprada, calor e vapor também podem ser incluídas nos inventários das instalações. **Os inventários de instalações podem ser considerados como subconjuntos dos inventários corporativos.**
- **O Inventário do Ciclo de Vida do Produto** tem a finalidade de documentar as emissões de GEE associadas a um produto ou serviço específico em todo seu ciclo de vida.

<sup>2</sup> Pode-se ampliar o alcance neste caso, considerando também serviços.



### 3.4. Quando apresentar um inventário de emissões de GEE?

A apresentação de inventário de emissões de GEE deve ser acompanhada dos resultados do negócio ou da organização todos os anos. Para isso, é necessário adotar um ano base, conhecido como *baseline* (IDAHO, 2018). O *baseline* pode ser definido pelo negócio ou organização a partir do ano atual, onde se inicia a prática de inventariar as emissões geradas pelas atividades, ou seja, se o início do processo ocorrer no ano de 2019, esse ano passa a ser o *baseline* e os anos seguintes são comparados a ele.

### 3.5. Programas de Relatório de Emissões Obrigatórias

Geralmente esses programas exigem que as instalações e/ou empresas que emitem uma certa quantidade de emissões de GEE meçam e relatem suas emissões de forma recorrente. Esse fluxo constante de informações cria um conjunto de dados, permitindo que os formuladores de políticas compreendam melhor as fontes e as tendências de emissões de GEE (Singh e Longendyke, 2015).

Programas obrigatórios são desenvolvidos pelo governo e exigem entidades regulamentadas para medir e relatar as emissões de GEE de um negócio, organização ou instalação periodicamente.

## 4. PRINCIPAIS PROGRAMAS E ORGANIZAÇÕES DE INVENTÁRIO

---

Levando-se em consideração a relação que os negócios e organizações tem com os impactos ambientais globais, são consideradas como base de estudos guias manuais e outros documentos fornecidos por organizações como as listadas a seguir.

### IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) fundado em 1988

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas é um órgão criado pela Organização de Meteorologia Mundial (WMO – do Inglês, *World Meteorological Organization*) e pelo Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP – do inglês, *United Nation Environmental Programme*) em 1988 para fornecer aos formuladores de políticas avaliações científicas regulares sobre o estado atual do conhecimento relacionados às mudanças climáticas.

O órgão tem como princípio produzir relatórios de avaliação das mudanças climáticas, relatórios especiais, documentos técnicos e diretrizes metodológicas para inventários nacionais de GEE, por meio de programas como Força Tarefa nos Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (TFI – do inglês, *Task Force on National Greenhouse Gas Inventories*) criado em 1991 pelo IPCC em colaboração com a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD – do inglês, *Organization for Economic Co-operation and Development*) e Agência Internacional de Energia (IEA – do inglês, *International Energy Agency*).

O TFI tem como principais referências de apoio documentos, como os citados a seguir.

- *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* – edições do anos de 1996, 2006, 2013 e 2019: São diretrizes desenvolvidas para auxiliar a ampla divulgação de projetos e coletas de comentários de especialistas a nível nacional, testar métodos por meio de desenvolvimento de inventários preliminares, fazer estudos nacionais para garantir que os métodos sejam testados em contextos nacionais variados, etc.
- *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* – 2000: É um relatório que fornece orientações sobre como adotar boas práticas para auxiliar países a gerenciar seus inventários.
- *Inventory Software*: O Software de Inventário do IPCC implementa os métodos no Tier 1 a partir das Diretrizes do IPCC de 2006 para inventários nacionais de emissões de GEE e, como tal, é útil para os usuários de todas as versões das Diretrizes do IPCC.

## UNFCCC (do inglês - *United Nations Framework Convention on Climate Change*) fundado em 1992

A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas é o principal tratado internacional para reduzir o aquecimento global e lidar com as consequências das mudanças climáticas. Foi criada em 1992 como um dos temas da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecido como ECO 92, dando continuidade ao Protocolo de Montreal de 1987, com o objetivo de estabilizar as concentrações de GEE a um nível que impeça a interferência antrópica de forma perigosa no sistema de mudança climática.

A Convenção tem como função alocar responsabilidade aos países desenvolvidos de forma a direcionar novos fundos para as atividades que interferem nas mudanças climáticas provocadas pelos países em desenvolvimento, ou seja, países industrializados e já desenvolvidos que concordam com os termos tratados na Convenção apoiam países em desenvolvimento com aporte financeiro para gerar ações para amenizar as mudanças climáticas. Desta forma, o UNFCCC mantém o controle sobre os problemas existentes e as ações que estão sendo tomadas e busca amenizar as consequências geradas pela vulnerabilidade dos países, principalmente aqueles em desenvolvimento. O UNFCCC tem como principais referências de apoio documentos, como os citados a seguir:

- *Guidelines for the Preparation of National Communications* – COP 2 em 1996, COP 5 em 1999 e COP 8 em 2002 / *Guideline for the Biennial Update Reports (BURs)*: Orienta os países em desenvolvimento a cumprirem com os requisitos de relatórios nos termos da convenção e as entidades de apoio financeiro a cumprirem com suas obrigações diante dos termos firmados.
- *National Greenhouse Gas Inventories* – 2009: Tem como objetivo fornecer uma breve visão geral de alguns dos principais métodos, ferramentas e dados usados por países em desenvolvimento a preparar seu inventário nacional de GEE.
- *Greenhouse Gas Inventory Review Process* – 2003, 2014: Diretrizes de revisão de inventário para países desenvolvidos, garantindo consideração adequada aos recálculos e tendências de emissões ao longo do tempo.
- *Reporting Guidelines on Annual Inventories* – 2013: Diretrizes completas e atualizadas de relatórios sobre inventários anuais para todos os setores de inventário. O objetivo é ajudar os países desenvolvidos a cumprir seus compromissos sob a Convenção e a se preparar para cumprir seus compromissos sob o Protocolo de Kyoto.

## EMEP (*European Monitoring and Evaluation Programme*)/ EEA (*European Environment Agency*) fundado em 1977

É um programa cientificamente fundamentado e orientado por políticas sob a Convenção sobre Poluição Atmosférica Transfronteiriça de Longo Alcance (do inglês, *Convention on Long-range Transboundary Air Pollution* - CLRTAP) para cooperação internacional com a finalidade de resolver problemas transfronteiriços de poluição do ar. Baseia-se em três elementos principais: coleta de dados sobre emissões de GEE e poluentes atmosféricos, medições da qualidade do ar e da precipitação e modelagem do transporte atmosférico e deposição de poluições atmosféricas.

O programa tem como principais referências de apoio documentos, como os citados a seguir:

- EMEP/CORINAIR *Atmospheric emission inventory guidebook* – 1996, 1999, 2001, 2002, 2006 e 2007: Referência geral e diretrizes para elaboração de relatórios sobre poluição.
- EMEP/EEA *Air pollutant emission inventory guidebook* – 2009, 2013, 2016 e 2019: Fornece orientação sobre a estimativa de emissões de fontes de emissão antropogênicas e naturais, projetada para facilitar a comunicação de inventários de emissões.

## **EPA (*Environmental Protection Agency*) fundada em 1970**

Foi criada para consolidar em uma agência uma variedade de atividades federais de pesquisa, monitoramento, estabelecimento de padrões e fiscalização para garantir a proteção ambiental nos Estados Unidos.

## **WRI (*World Resources Institute*) fundado em 1982 / WBCSD (*World Business Council for Sustainable Development*) fundado em 1995**

WRI é uma organização global de pesquisa que transforma grandes idéias em ação nonexo entre ambiente, oportunidade econômica e bem-estar humano. Já WBCSD é uma organização global de mais de 200 empresas líderes trabalhando juntas para acelerar a transição para um mundo sustentável.

Em conjunto, a WRI e WBCSD elaboraram o *Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)*, que fornece padrões, orientações, ferramentas e treinamento para empresas e governos para medir e gerenciar as emissões causadas pelo aquecimento climático, por meio de normas (*standards*), diretrizes (*guidance*) e ferramentas (*calculation tool*).

As normas tem a função de fornecer uma estrutura para empresas, governos e outras entidades medirem e relatarem suas emissões de GEE, de maneira a apoiar suas missões e objetivos, e podem representadas a seguir:

- *Corporate Standard* – 2001: Definem como as empresas podem medir as emissões atmosféricas geradas pelo uso de eletricidade e outras compras de energia e contabilizar as emissões atmosféricas de todas as suas cadeias de valor, ferramentas de cálculo e benefícios dos projetos de mitigação das mudanças climáticas.
- *GHG Protocol for Cities* – 2014: Fornece às cidades os padrões e as ferramentas necessárias para medir suas emissões atmosféricas, criar estratégias mais eficazes de redução de emissões atmosféricas, definir metas mensuráveis e mais ambiciosas de redução de emissões atmosféricas e acompanhar seu progresso de maneira mais precisa e abrangente.
- *Project Protocol*: Fornece princípios, conceitos e métodos específicos para quantificar e relatar reduções de GEE, ou seja, as reduções nas emissões de GEE ou aumentos nas remoções e/ou armazenamento dos projetos de mitigação das mudanças climáticas (projetos sobre GEE).

- *GHG Protocol Corporate Value Chain*: Fornece requisitos e orientação para empresas e outras organizações prepararem e relatarem publicamente um inventário de emissões de GEE que inclua emissões indiretas resultantes de cadeias de valor nas atividades.
- *Mitigation Goal Standard*: Fornece orientação para o planejamento de metas nacionais e subnacionais de mitigação e uma abordagem padronizada para avaliar e relatar o progresso em direção à consecução das metas.
- *Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*: Pode ser usado para entender as emissões atmosféricas completas do ciclo de vida de um produto e concentrar os esforços nas maiores oportunidades de redução de GEE.
- *GHG Protocol Policy and Action Standard*: Fornece uma abordagem padronizada para estimar o efeito de políticas e ações sobre emissões de GEE específicas para melhorar sua eficácia na redução dessas emissões e informar onde investir recursos para alcançar os melhores resultados.
- As diretrizes (*guidances*) têm a função de fornecer clareza sobre como setores específicos podem aplicar as normas do *GHG Protocol*.
- *Scope 2 Guidance*: Orienta como as empresas medem as emissões de GEE pelo uso de eletricidade, vapor, calor e resfriamento adquiridos.
- *Scope 3 Calculation Guidance*: Orienta para um entendimento detalhado das emissões de GEE de uma empresa desde os bens que compra até o descarte dos produtos que vende.
- *Others Guidances*: Orienta como medir emissões de GEE para o setor agrícola, guiar instituições financeiras a avaliarem o impacto climático de atividades de investimento e empréstimo, auxiliar na estimativa e relato de emissões evitadas etc.
- As ferramentas de cálculo têm como função auxiliar empresas e cidades a desenvolver inventários abrangentes e confiáveis sobre suas emissões de GEE e ajudar países e cidades a acompanhar o progresso em direção a suas metas climáticas.
- *Cross-sector tools*: Pode ser aplicada a muitas indústrias e empresas, independentemente do setor.
- *Country-specific tools*: Personalizada para atender países em desenvolvimento específicos.
- *Sector-specific tools*: Projetada para setores e situações específicas.
- *Tools for countries and cities*: Auxilia países e cidades a acompanhar o progresso e cumprimento de metas climáticas definidas.

## ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) fundado em 1940

A ABNT é uma entidade privada, sem fins lucrativos e membro fundador da *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização - ISO), da *Comisión Panamericana de Normas Técnicas* (Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas - Copant) e da *Asociación Mercosur de Normalización* (Associação Mercosul de Normalização - AMN). Desde a sua fundação, é também membro da *International Electrotechnical Commission* (Comissão Eletrotécnica Internacional - IEC).

É responsável pela elaboração das Normas Brasileiras (ABNT NBR), elaboradas por seus Comitês Brasileiros (ABNT/CB), Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE). Os principais guias são apresentados a seguir:

- *Standards for greenhouse gas accounting and verification* – 2006 atualizado em 2018: Orienta uma instituição no processo de quantificação e geração de relatório de emissões e remoções de emissões de GEE.
- Guia de implementação de gestão de emissões e remoções de GEE – 2015 versão brasileira: Orienta os pequenos negócios na elaboração de seus inventários de emissões de GEE por meio dos requisitos da ABNT NBR ISO 14064-1 e da preparação e implantação de um projeto de acordo com a ABNT NBR ISO 14064-2.

## Programa Brasileiro *GHG Protocol* – fundado em 2008

O Programa Brasileiro *GHG Protocol* tem como objetivo estimular a cultura corporativa para a elaboração e publicação de inventários de emissões de GEE, proporcionando aos participantes acesso a instrumentos e padrões de qualidade internacionais. O *GHG Protocol* brasileiro é compatível com a norma ISO 14064 e com as recomendações do IPCC.

Foi desenvolvido pelo GVces 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 Fundadoras, tendo sido lançado em 2008.

O programa tem como principais documentos:

- Especificações do Programa Brasileiro *GHG Protocol*: Orienta para a contabilização de emissões de GEE nos inventários corporativos e assegura que as informações relatadas ao Programa atendam aos objetivos acima descritos, sendo consistentes com princípios internacionalmente aceitos para contabilização e elaboração de inventários de emissões de GEE.
- Especificações de Verificação do Programa Brasileiro *GHG Protocol* – 2011: Assegura a credibilidade do inventário de emissões de GEE de uma organização.
- Ferramenta de Cálculo: Auxilia os gestores no processo de elaboração do inventário de emissões de GEE.

## Índice Carbono Eficiente – $\text{ICO}_2$ fundada em 2010

O programa foi fundado pela organização B3<sup>3</sup> e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) com o principal objetivo de incentivar as empresas emissoras das ações mais negociadas a aferir, divulgar e monitorar suas emissões de GEE, preparando-as, dessa forma, para atuar em uma economia chamada de “baixo carbono”.

Para atender ao objetivo, o programa disponibiliza uma metodologia de aplicação e geração do índice.

Como resultado da implementação do programa, as organizações conseguem contabilizar seus índices ambiental e econômico (Emissão de GEE/Receita).

---

<sup>3</sup> B3 é uma empresa de infraestrutura de mercado financeiro, com atuação em ambiente de bolsa e de balcão.

## SFC (*Smart Freight Centre*) - fundada em 2013

O *Smart Freight Centre* é uma organização global sem fins lucrativos e tem como objetivo tornar a movimentação de mercadorias global mais sustentável e competitiva.

- *Global Logistics Emissions Council (GLEC) Framework for Logistics Emissions Methodologies – 2016*: Fornece orientações suplementares para contabilizar e relatar emissões GEE em todas as atividades da logística, a fim de incentivar a divulgação voluntária de emissões corporativas de GEE por empresas com operações logísticas.
- *Smart Freight Procurement Guidelines – 2019*: Fornece orientações sobre como as organizações, grandes ou pequenas, podem alavancar as demandas de transporte de cargas e outras atividades logísticas para causar um impacto positivo na redução de emissões de GEE e poluentes do ar oriundos do transporte de carga e na cadeia de suprimento.
- *Green Router logistics emission calculation tool – 2019*: Ferramenta de cálculo de emissões de GEE em conformidade com o *GLEC Framework*.



# 5. IMPORTÂNCIA DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE PARA A LOGÍSTICA E CADEIA DE SUPRIMENTOS

---

Para estabelecer a importância do inventário de emissões de GEE no contexto da logística e da cadeia de suprimentos, são apresentados os conceitos a eles associados, bem como às suas atividades primárias e de apoio.

## 5.1. Cadeia de Suprimentos

Cadeia de suprimentos pode ser definida como uma rede de múltiplos negócios e relacionamentos que envolve diversas empresas. Esta rede deve ser capaz de relacionar desde os primeiros fornecedores de matérias-primas até o cliente final dos produtos e serviços, agregando valor para os clientes e/ou a qualquer outro interessado (Ballou, 2006).

O gerenciamento da cadeia de suprimentos é a integração dos principais processos de negócios dos parceiros comerciais, desde a extração inicial da matéria-prima até o cliente final, incluindo todas as atividades intermediárias de processamento, atividades primárias da logísticas, como transporte e gestão de estoque, até a venda final ao cliente de um produto (Felea e Albăstroi, 2013).

As atividades da cadeia de suprimentos não são de responsabilidade de uma pessoa ou empresa, pois vários agentes precisam estar ativamente envolvidos em diversos processos para fazê-la funcionar (CSCMP, 2019).

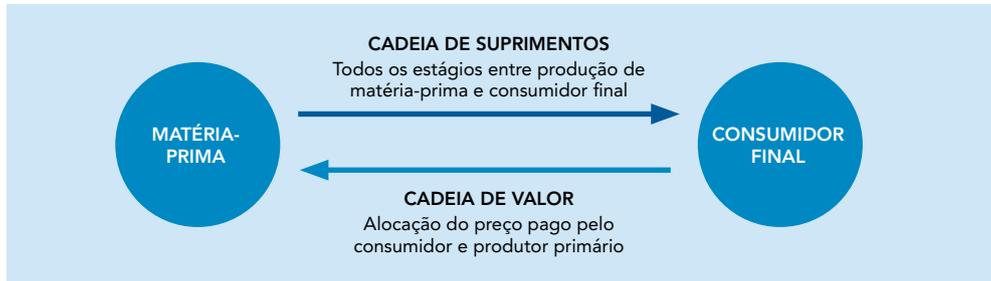
A pressão na cadeia de suprimentos motiva setores como processadores de alimentos e fabricantes de máquinas e bens, assim como empresas de varejo, a se preocuparem com requisitos que dependem especialmente de contratos e relacionamentos fortes com fornecedores (Climate Smart, 2012). Isso ocorre principalmente porque medir e controlar as emissões de GEE é um desafio para a cadeia de suprimentos de qualquer empresa (Dadhich *et al.*, 2014).

É importante ressaltar que mais de três quartos das emissões de GEE associadas a muitos setores da indústria são geradas por suas cadeias de suprimentos. Por esse motivo, um número crescente de empresas líderes estão engajando seus fornecedores a gerenciarem suas emissões de GEE, ou seja, além de incorporarem sistemas para reduzir as emissões de GEE em suas próprias práticas de negócios, buscam maneiras de reduzir as emissões que vão além de suas próprias operações (EPA, 2010).

Nesse sentido, para gerenciar as emissões de GEE, estabelecer metas e controlar quanto uma empresa ou organização contribui indireta e diretamente para as mudanças climáticas, é necessário realizar inventários para controlar as atividades.

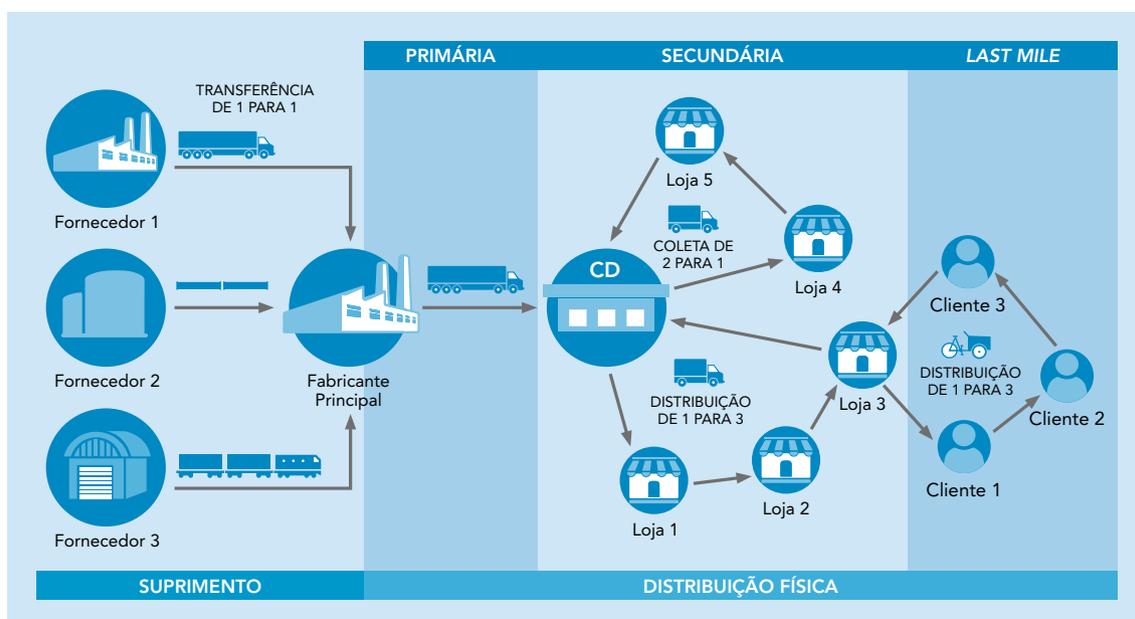
Os mapas da cadeia de suprimentos representam visualmente a interação entre diferentes empresas ou organizações dentro de uma cadeia de suprimentos e podem ser apresentados em diferentes níveis da cadeia de valor, como produto, processo, empresa e setor (Dadhich *et al.*, 2014), como ilustrado na Figura 8.

Segundo Kumar e PV (2016), a cadeia de valor é originada do conceito da cadeia de suprimentos. No entanto, se difere por ilustrar as etapas de agregação de valor ao longo de todo o ciclo de vida de um produto examinado por um ângulo diferente (Energypedia, 2018).



Refere-se tanto a um conjunto de atividades econômicas interdependentes quanto a um grupo de agentes econômicos vinculados verticalmente, entre a produção primária de uma mercadoria e o consumo do produto final, incluindo todas as atividades econômicas realizadas entre as fases de processamento, entrega, atacado e varejo. Ou seja, analisar uma cadeia de valor para a formulação de políticas (internas ou públicas) implica em: i) fazer um balanço da situação da cadeia de valor, observando suas diferentes dimensões econômicas, sociais e ambientais; ii) identificar áreas de potencial melhoria da cadeia de valor que possam ser introduzidas por meio de medidas de políticas públicas; e iii) avaliar os prováveis impactos econômicos, sociais e ambientais das opções políticas disponíveis, auxiliando na geração de *insights* para as partes interessadas envolvidas nos processos e apoio a tomada de decisões de políticas (FAO, 2013).

Figura 8. Estrutura de uma cadeia de suprimentos



Fonte: Oliveira e D'Agosto (2017).

- Fornecedores: Envolvem atividades de fabricação relacionadas à produção de matérias-primas e produtos semiacabados, que serão utilizados na empresa focal.
- Transporte dos fornecedores para a empresa focal: Geralmente são representados pelo transporte de matérias-primas e produtos semiacabados para o sistema produtivo imediato e para as principais plantas de manufatura.
- Fabricante Principal: Envolve o uso de eletricidade, gás, combustíveis, água e outros tipos de energia para a fabricação e para a movimentação no armazém, relacionada às operações de carregamento, descarregamento e movimentação que ocorrem no armazém interno da empresa focal.
- Transporte do Fabricante Principal para o Centro de Distribuição (CD) ou Centro de Consolidação (CC): Transporte de produtos acabados da empresa focal para o CD ou CC.
- Centro de Distribuição (CD) ou Centro de Consolidação (CC): Envolve o uso de eletricidade, gás, combustíveis, água e outros tipos de energia para a movimentação interna, relacionada às operações de carregamento, descarregamento e manuseio que ocorrem em suas instalações.
- Transporte do CD ou CC: Transporte de produtos acabados do CD para atacadistas, varejistas ou cliente final.

---

**O processo de atendimento de pedido inclui todas as atividades necessárias para definir e atender os pedidos dos clientes, começando pelo recebimento de pedidos dos clientes e terminando com a entrega dos produtos aos clientes finais.**

**Inclui atividades como processamento de pedidos, verificação de estoque, tomada de decisão sobre compra, seleção de fornecedores, planejamento de pedidos, fabricação de componentes e montagem e entrega do produto. Eles cumprem dois objetivos comuns, a saber:**

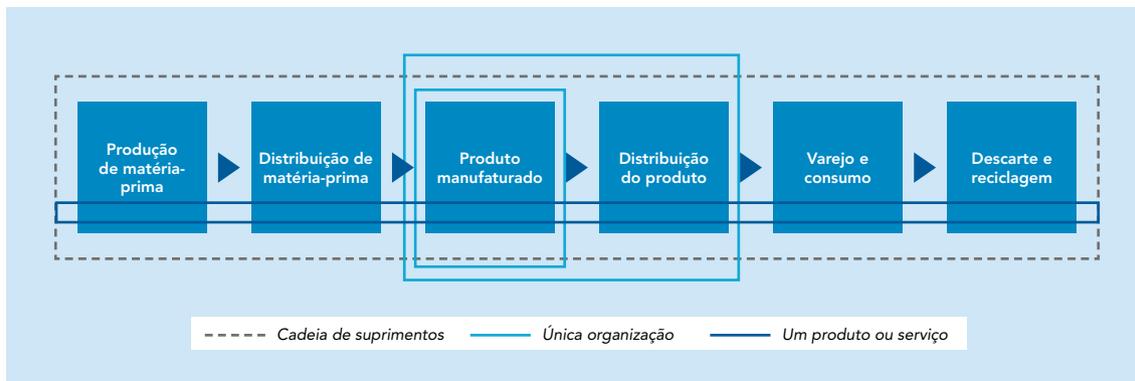
- **Entrega de produtos para satisfazer as expectativas dos clientes no momento certo, no lugar certo, na quantidade certa e no preço certo; e**
- **Obtenção de agilidade para lidar com incertezas de ambientes internos e externos.**

*Zhang et al. (2010)*

---

A pegada de carbono, assim como a emissão de CO<sub>2</sub> podem ser avaliadas de três formas diferentes, são elas: avaliação de um produto, um bem ou um serviço; uma única organização; um nível da cadeia de suprimentos ou de um produto, como ilustrado na Figura 9.

**Figura 9. Tipos diferentes de pegada de carbono**

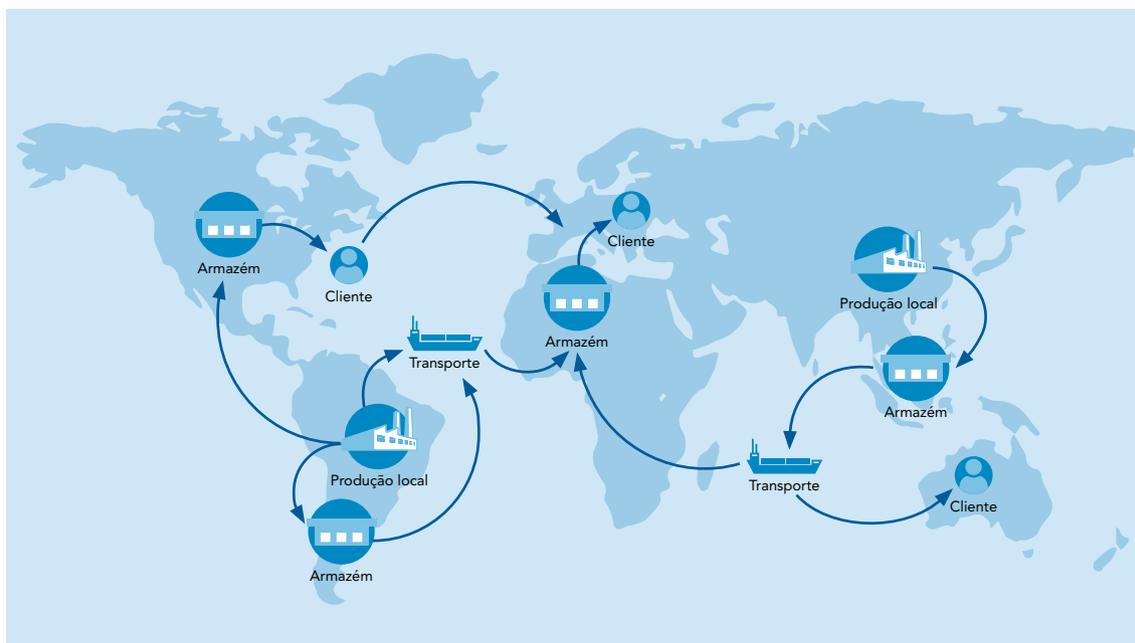


Fonte: Adaptado de Mckinnon et al. (2010).

Em 2005, Meixell e Gargeya já diziam que o gerenciamento da cadeia de suprimentos não era apenas um fenômeno doméstico, pois transcende as fronteiras nacionais, impondo os desafios da globalização aos gerentes que projetam cadeias de suprimentos para atender novas linhas de produtos e os já existentes.

Ou seja, a produção internacional, o comércio e os investimentos estão cada vez mais organizados nas chamadas cadeias globais de valor, nas quais as diferentes etapas do processo de produção estão localizadas em diferentes países, como ilustrado na Figura 10 (OECD, 2019).

**Figura 10. Cadeia de suprimento globalizada**



## 5.2. Logística

Logística é a parte do gerenciamento da cadeia de suprimentos que tem a função de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente e eficaz o fluxo direto e reverso, estoque de bens, serviços e informações entre o ponto de origem e o ponto de consumo a fim de atender as necessidades dos clientes (CSCMP, 2020).

O setor de logística tem o potencial de nivelar o campo de atuação dos remetentes de grande e pequeno porte, otimizando os serviços de transporte e estoque. Em particular, empresas de todos os tamanhos podem economizar energia enviando mercadorias em veículos totalmente carregados por exemplo (Langer e Vaidyanathan, 2014).

Segundo McKinnon e Piecyk (2012), alguns dos líderes corporativos em sustentabilidade já desenvolveram ou estão desenvolvendo estratégias explícitas de redução de emissão de carbono. Essas estratégias se iniciam com a empresa assumindo o compromisso corporativo de reduzir as emissões de suas atividades logísticas. Para isso, alguns estágios como os descritos a seguir podem ser utilizados para desenvolver a estratégia de descarbonização das atividades logísticas.

- Assumir compromisso corporativo de redução de emissão de carbono;
- Medir e relatar a pegada de carbono da atividade logística;
- Definir meta para reduções de emissão de dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_{2e}$ );
- Identificar medidas de redução de emissão de carbono;
- Avaliar os índices de emissão de carbono e o impacto do custo da redução destes índices;
- Estabelecer um conjunto de medidas capazes de cumprir a meta de redução de emissão de carbono dentro do orçamento;
- Elaborar plano e cronograma de implementação de redução de emissão de carbono;
- Explorar / monitorar os benefícios da redução da emissão de carbono.

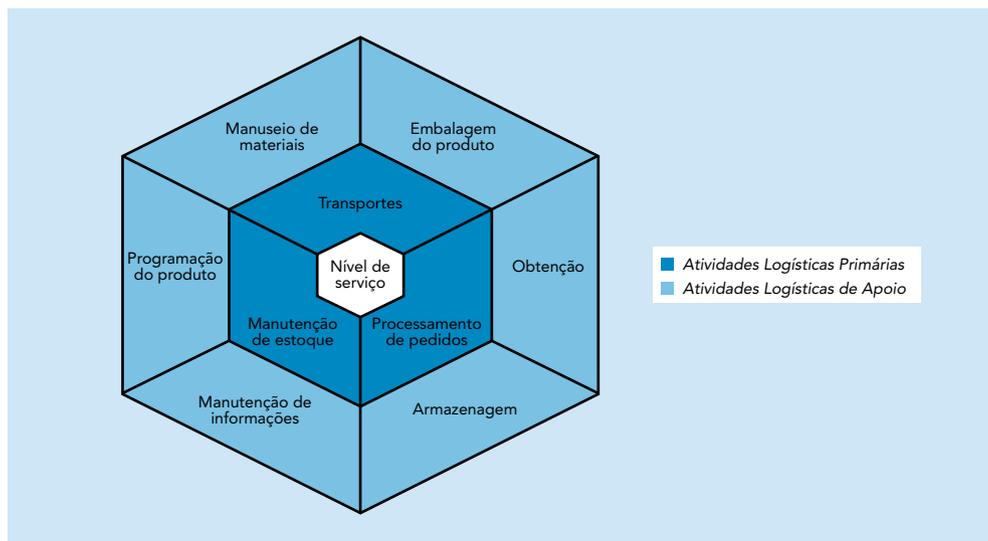
Essas estratégias de redução de emissão de carbono podem ser justificadas pela contribuição entre 8 e 10% das emissões globais de GEE geradas pelas atividades logísticas, incluindo o transporte de carga, sendo o dióxido de carbono seu maior responsável, tornando-se um padrão de referência pela qual as emissões de GEE são medidas. O dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_{2e}$ ) é a unidade comum usada para representar o impacto do aquecimento global dos diversos GEE (Smart Freight Centre, 2019).

As atividades de gerenciamento da logística normalmente incluem (CSCMP, 2020):

- Gerenciamento de transporte *inbound* (processo de entrada de recursos, administração de materiais etc.) e *outbound* (processo de saída de produtos, relação de vendas etc.)
- Gerenciamento de frota;
- Armazenamento;
- Movimentação de materiais;
- Atendimento de pedidos;
- Projeto de rede logística;
- Gerenciamento de estoque;
- Planejamento da relação entre suprimento e demanda;
- Gerenciamento de provedores de serviços de logística de terceiros.

Em vários graus, a função da logística também inclui fornecimento e compras, planejamento e programação da produção, embalagem, montagem do pedido e atendimento ao cliente (CSCMP, 2020).

De acordo com a classificação de Ballou (2015), as atividades da logística são divididas em primárias e de apoio.



## Transporte

O Transporte agrega valor de lugar aos produtos e serviços. O gerenciamento de suas operações é composto por todos os modos de transporte, inclui rastreamento, gerenciamento de todos os aspectos da manutenção do veículo, consumo de combustível, roteirização e mapeamento, estoque em trânsito (armazenamento), comunicações, implementações de EDI<sup>4</sup>, movimentação de cargas, seleção e gerenciamento de operadores e até contabilidade (AFFA, 2014). Na Figura 11, são apresentadas as atividades que compõem o transporte.

Figura 11. Atividades de transporte que afetam o meio ambiente

ATIVIDADE	MODOS	TRÁFEGO
Infraestrutura Veículo - Fabricação Veículo - Operação Veículo - Manutenção Veículo - Descarte e reciclagem	Aquaviário Ferroviário Rodoviário Dutoviário Aéreo	Carga Passageiros

Fonte: Transportgeography (2020)

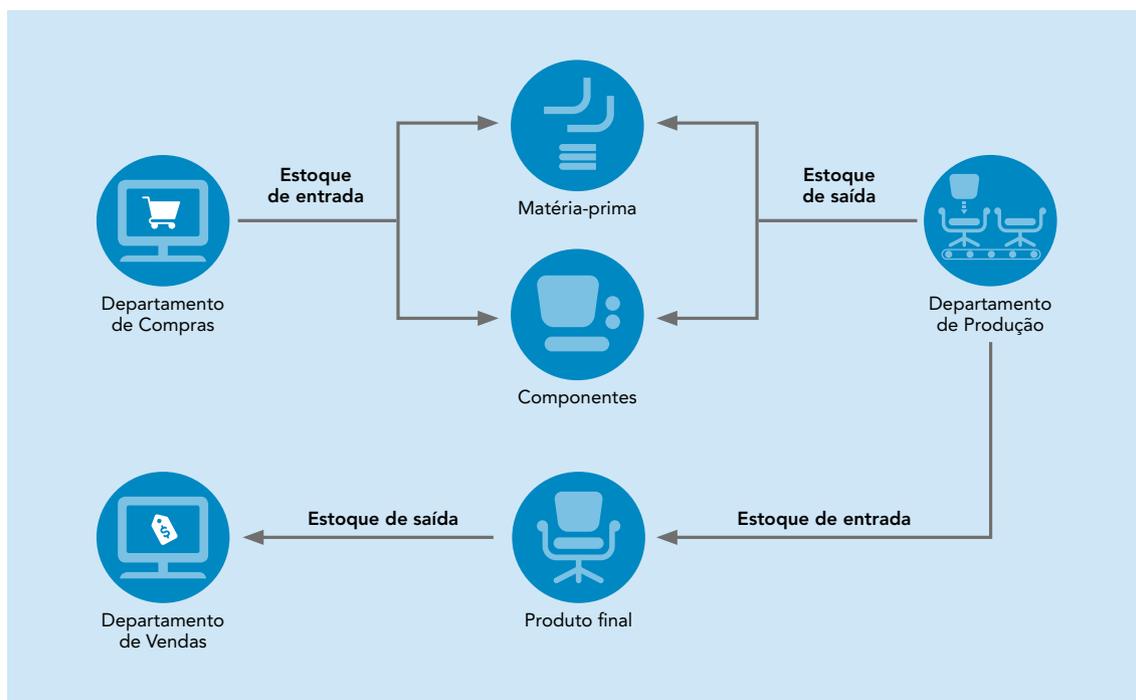
<sup>4</sup> Electronic Data Interchange (EDI) ou troca eletrônica de dados é a transmissão automática de dados entre sistemas de computadores, conforme acordado entre parceiros comerciais.

- » Infraestrutura: A construção e manutenção da infraestrutura de transporte requer uso de recursos (materiais), de energia e do solo.
- » Fabricação de veículos: Envolve os recursos e a energia consumidos no processo de fabricação. Isso também inclui a entrega de veículos aos mercados.
- » Operação do veículo: O resultado do uso de veículos de transporte, que varia de acordo com o modo, geralmente envolve o consumo de combustíveis fósseis.
- » Manutenção de veículos: O consumo e descarte de peças durante a manutenção, incluindo lubrificantes.
- » Descarte de veículos: Depois que a vida útil de um veículo termina, ele deve ser descartado e reciclado.

## Gestão de Estoque

A Gestão de Estoque agrega valor de tempo aos produtos. Inclui o estoque de produtos acabados, submontagens, componentes e matérias-primas (Figura 12). O estoque tem um valor intrínseco e incorpora valor agregado (Global System, 2004). Inclui uma vasta quantidade de materiais que estão sendo transferidos, armazenados, consumidos, produzidos, embalados ou vendidos durante a operação dos negócios de uma empresa (Kisler, 2014a).

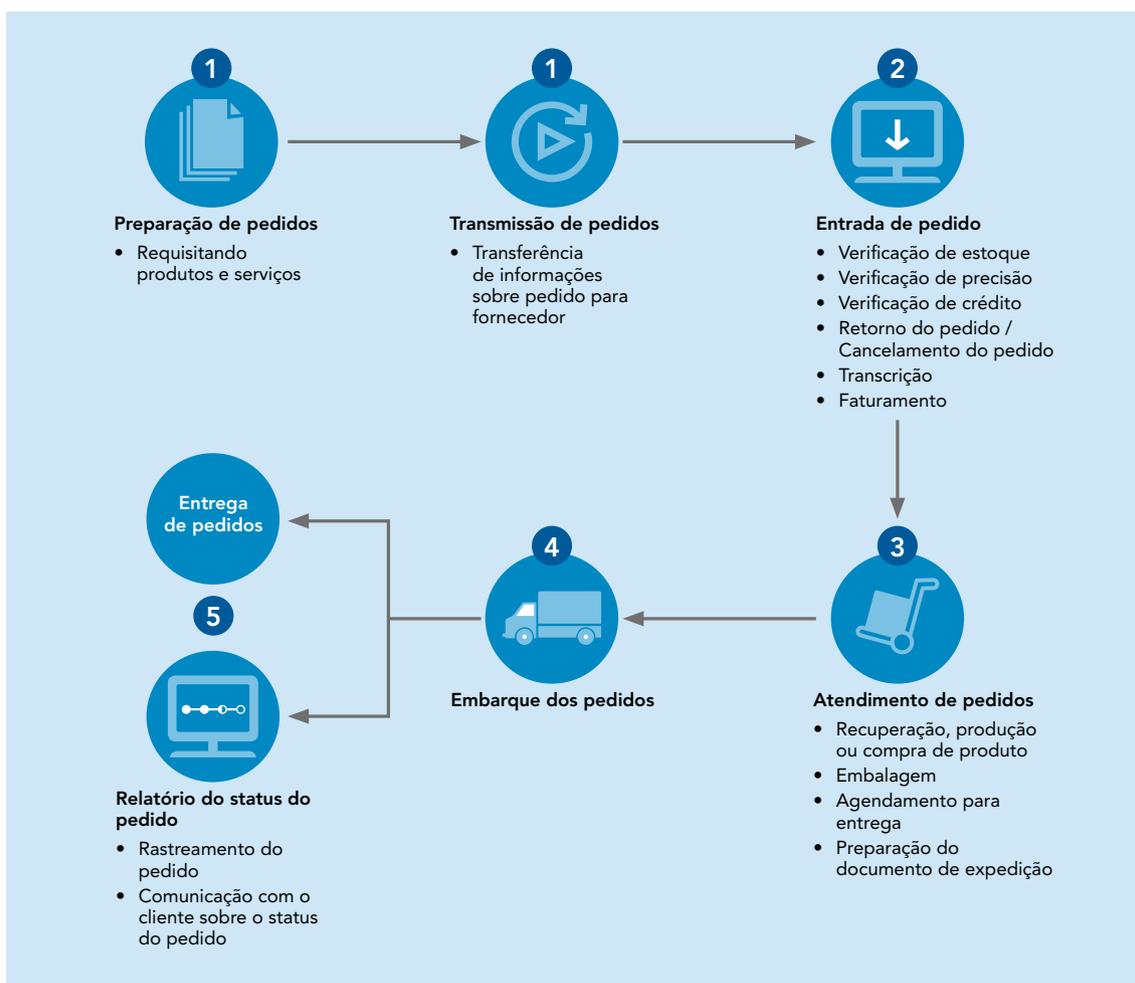
**Figura 12. Etapas da gestão de estoque**



Fonte: Adaptado de Ybanez (2018).

Processamento de pedidos: faz parte do gerenciamento de pedidos, que é um dos processos centrais da logística que lida com as atividades básicas, como planejamento de pedidos, geração de pedidos, estimativa de custos e preços, recebimento e entrada de pedidos, seleção e priorização de pedidos, agendamento, realização, faturamento, devoluções e reclamações, e serviço de pós-venda. Um processamento de pedidos normalmente consiste na geração interna de documentos de uma empresa com o objetivo de gerenciar transações de vendas. Os clientes solicitam os produtos. Esses pedidos são transmitidos e verificados. A disponibilidade dos itens solicitados e a situação de crédito do cliente são verificados. Posteriormente, os itens são adquiridos do estoque (ou produzidos), embalados e entregues juntamente com a documentação de remessa. Finalmente, os clientes são mantidos informados sobre o status de seus pedidos (Kocaoglu e Acar, 2016), conforme ilustrado na Figura 13.

**Figura 13. Etapas processamento de pedidos**



Fonte: Adaptado de Kocaoglu e Acar (2016)

## Armazenagem

A Armazenagem se refere à administração do espaço necessário para manter estoques. Ela envolve problemas como localização, dimensionamento de área, arranjo físico, recuperação do estoque, projeto de docas ou baias de atracação e configuração do armazém (Ballou, 2015).

Segundo Kiisler (2014b), os principais tipos de armazéns podem ser classificados em:

- Armazém Tradicional – Muito do seu espaço é usado para armazenamento semipermanente ou de longo prazo.
- Centro de Distribuição ou Centro de Consolidação – Parte considerável do espaço é usado para distribuição, coleta e consolidação de pedidos. As mercadorias são armazenadas em menor tempo em comparação com os armazéns tradicionais. Normalmente servem regiões maiores do que os armazéns tradicionais.
- Centro de *cross-docking* – Tem o foco apenas nas atividades de recebimento e envio, eliminando as atividades de armazenamento e separação de pedidos. As mercadorias são transferidas diretamente das docas de entrada para as de saída com pouco ou nenhum armazenamento. Pode ser nomeado terminal, *hub*, centro de classificação etc.

As emissões de GEE podem ser geradas a partir da delimitação do espaço do armazém, que determina o uso de energia para iluminação, aquecimento e refrigeração, equipamento de manuseio de material fixo e móvel (Ries *et al.*, 2017)

## Movimentação de Materiais

A Movimentação de Materiais é a atividade que diz respeito à movimentação do produto, definido pela transferência de mercadoria do ponto de recebimento no depósito até o local de armazenagem e até o ponto de despacho, incluindo seleção de equipamentos de movimentação, procedimentos para formação de pedidos e balanceamento da carga de trabalho (Ballou, 2015).

Os equipamentos de movimentação consomem energia para seu funcionamento e seu tipo define o índice de geração de GEE. A seleção de equipamento de manuseio é usualmente determinada a partir do objetivo e projeto do armazém e dos bens que são produzidos ou movimentados no local (Grant *et al.*, 2017).

## Embalagem de Proteção

Embalagem é um sistema coordenado de preparação de mercadorias para movimentação, transporte, distribuição, armazenamento, varejo, consumo e recuperação, reutilização ou descarte e devem ser seguros, eficientes e eficazes, de forma a ser combinados com a maximização do valor do consumidor, das vendas e do lucro (Saghir, 2004).

As emissões de GEE são geradas de acordo com o material utilizado (vidro, plástico, papel, cartonado, metal e madeira) e quantidade de materiais comprados, com base no número de contêineres e as frações de materiais utilizados em cada operação no ano de referência relacionados a seus respectivos fatores de emissão (ICF International, 2016; Grant *et al.*, 2017).

## Obtenção

A Obtenção trata da seleção de fontes de compra (suprimento), das quantidades a serem adquiridas, da programação das compras e da forma pela qual o produto é comprado (Ballou, 2015). Segundo Grant et al. (2017), a obtenção abrange todas as atividades de aquisição.

A seleção de fornecedores é o processo pelo qual se buscam fornecedores apropriados para componentes específicos, especialmente para garantir um menor custo de aquisição de peças e, em especial, emissões de GEE baseadas no tipo do material. A quantidade do pedido refere-se ao número de produtos e peças que determinam o reabastecimento em uma única ordem de pedido (Kondo et al., 2019).

## Programação da Produção

A Programação da Produção se refere à quantidade de produtos que devem ser produzidos, quando e onde devem ser fabricados atendendo às atividades de distribuição no fluxo de saída (Ballou, 2015).

A programação de pedidos prioriza as ordens recebidas e as desagrega, devido às estratégias de programação apropriadas em ordens de compra externas para fornecedores, ordens de produção internas e ordens de entrega. As ordens internas são transferidas para os sistemas de produção, lojas e comissionamento, onde são executadas. Tarefas adicionais são agendamento de compras e expedição (Gudehus e Kotzab, 2009).

Um bom planejamento de produção por meio da programação da produção tem a função de minimizar o consumo de energia, minimizando os custos operacionais, custo com energia e emissões de CO<sub>2</sub> (Nour et al., 2017)

## Manutenção de Informação

A Manutenção de Informação é uma abordagem que pode ser aplicada para garantir a segurança e a confiabilidade dos sistemas técnicos e para diminuir o custo de operação ao longo da vida do sistema (Karim et al., 2009), com impacto na redução das emissões de GEE.

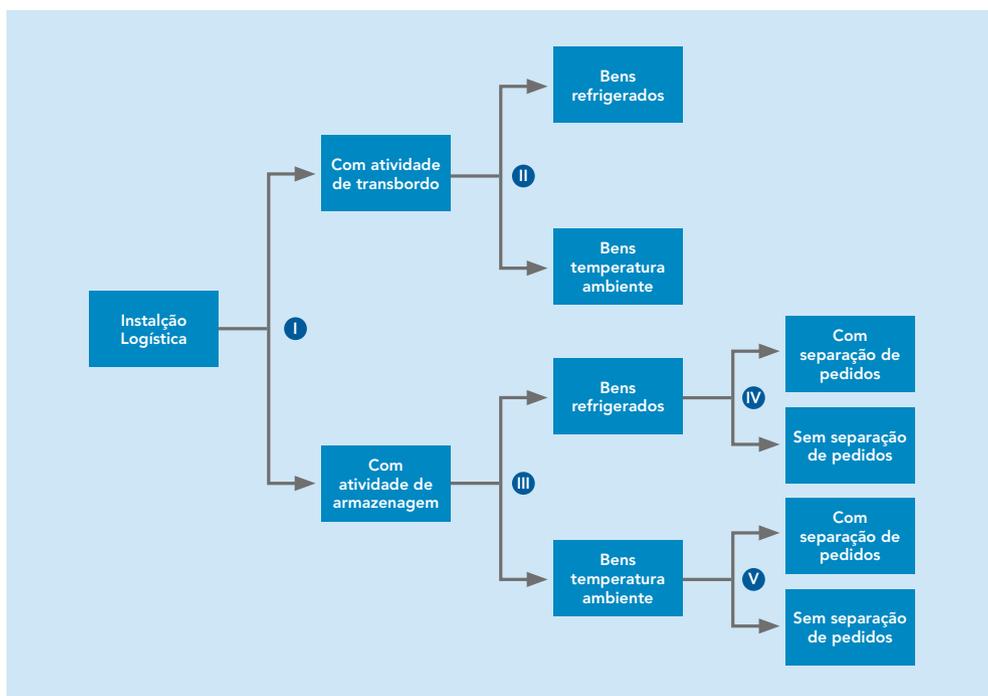
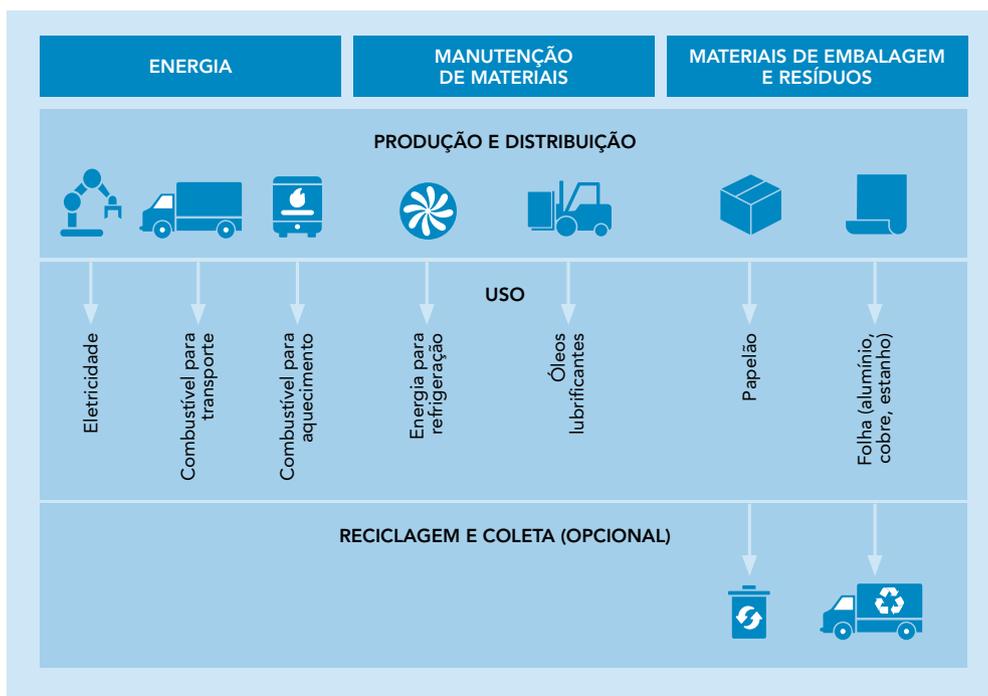
Ela tem como função apoiar a administração eficiente e efetiva das atividades primárias e de apoio a partir de uma base de dados com informações importantes, como localização dos clientes, volumes de venda, padrões de entregas e níveis dos estoques (Ballou, 2015).

Compreende sistemas de informação, como Sistemas de Informação de Venda; Sistemas de Informação de Compra; Controle de Estoque (movimentos de material, estoques próprios ou consignados, níveis de material e lote); Sistema de Informação de Chão de Fábrica; Sistema de Informação de Manutenção de Plantas; Sistema de Informação da Gestão da Qualidade; Sistema de Informação do Varejo; Sistema de Informação do Transporte (SAP, 2020).

## FACILITIES

São instalações formadas por empreendimentos como portos, terminais, armazéns, estações de *cross-docking* e plataformas de transbordo (Rüdiger et al., 2016).

Podem ser relacionadas ao uso de energia, manutenção de materiais, utilização de embalagens e geração de resíduos por meio do desenvolvimento de atividades.





Diante de diferentes atividades logísticas, existe uma classificação de agentes envolvidos no processo logístico:

- Embarcador: representado por uma pessoa ou empresa que geralmente é o fornecedor ou proprietário das cargas a serem enviadas, também chamado de expedidor;
- Transportador: é qualquer pessoa ou empresa que, em um contrato de transporte, comprometa-se a executar ou procurar realizar o transporte ferroviário, rodoviário, aquático, aéreo, dutoviário ou por uma combinação desses modos;
- Operador logístico: é o fornecedor de serviços logísticos, especializado em gerenciar e executar todas ou parte das atividades logísticas nas várias fases da cadeia de suprimentos de seus clientes, agregando valor aos produtos dos mesmos, e que tenha competência para, no mínimo, prestar simultaneamente serviços nas três atividades primárias - transportes, gestão de estoques e processamento de pedidos (U.S. Department of Transportation, 2008; Revista Tecnológica, 2016).

# 6. GUIA PARA APLICAÇÃO DE INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE

---

O conteúdo deste guia de aplicação de inventário de emissões de GEE foi elaborado a partir de publicações apresentadas pelos principais programas e organizações formuladoras de inventários, tais como WBCSD (2002), IPCC (2008), ABNT (2015), Smart Freight Centre (2019), *GHG Protocol* e outros documentos.

## 6.1. Preparação do inventário de emissões

A preparação do inventário de emissões é um processo contínuo que envolve uma série de etapas inter-relacionadas, como a busca e compilação de dados, vistorias em plantas industriais, envio de questionários e cálculos de emissões, devendo ser executadas com prévio planejamento em vários níveis de aplicação para a obtenção de resultados consistentes e para o bom desempenho das atividades.

Usualmente, um inventário de emissões deve conter as seguintes informações (EEA, 2008; EEA, 2016):

- Área geográfica coberta pelo inventário;
- O intervalo de tempo considerado para a estimativa, isto é, anual, mensal, horário etc;
- Informações sobre dados econômicos e/ou sociais utilizados nas estimativas e distribuição das emissões;
- A descrição das categorias de fontes de emissão abrangidas;
- Procedimentos usados para a coleta de dados;
- Fonte dos dados coletados;
- Cópia dos questionários e resultados (número de questionários enviados, número de respostas recebidas, métodos utilizados para se fazer a extrapolação dos dados não recebidos e outras considerações realizadas).
- Citação de todos os fatores de emissão utilizados;
- Identificação dos métodos usados para o cálculo das emissões;
- Documentação completa de todas as considerações realizadas;
- Identificação das fontes de emissão não incluídas no inventário.

Neste sentido, a adoção de medidas preventivas quanto seu correto uso é de suma importância já que auxiliam na tomada de decisões.

## 6.2. Elaboração do inventário de emissões

Segundo WBCSD (2002) e WBCSD & WRI (2012), o primeiro passo que uma organização precisa fazer é identificar os problemas e oportunidades em capturar os GEE. Para isso, é necessário fazer um inventário de emissões independentemente do tamanho da organização, por meio de cálculo e relatos das emissões de GEE geradas. As ações e as etapas do inventário podem ser definidas como exposto no Quadro 4.

**Quadro 4. Etapa para construção de inventário de emissões**

AÇÃO	ETAPAS	FUNÇÃO	
Planejamento	1.	Adotar e definir princípios de contabilidade de GEE e relatórios de GEE	Os princípios devem ser relevantes, completos, consistentes, precisos e transparentes.
	2.	Estabelecer um conjunto de metas	Para estabelecer metas, deve-se entender os motivos da organização em fazer o inventário.
	3.	Definir limites organizacionais	Definir as estruturas legais e organizacionais da empresa (unidades de negócio, subsidiárias, <i>joint ventures</i> ou ações em investimento).
	4.	Definir limites operacionais	Definir as atividades, onde as atividades estão localizadas, quais emissões o negócio causou diretamente, quais emissões são resultado do negócio, mas pertencem a outra entidade. É definido pelos Escopos 1, 2 e 3.
Cálculo	5.	Seleção do ano base para comparação / Rastreamento de emissões de GEE na linha do tempo	Comparar o ano atual com o último período contábil ou com as emissões em um ano de referência selecionado. Para manter a consistência dos dados, deve-se recalcular as emissões do ano base em caso de mudanças como aquisição, desinvestimentos e fusões.
	6.	Identificação e contabilização das emissões de GEE / Cálculo das emissões de GEE	Identificar as fontes de emissões de GEE (levando em consideração seus limites), selecionar uma abordagem para cálculo de emissões, coletar dados de atividades (por exemplo, de livros de registro de veículos da empresa, conta de energia etc), escolher um fator de emissão, inserir os dados para calcular as emissões de GEE, consolidar os resultados de cada subsidiária ou local para obter um inventário de emissões corporativas. Estabelecer como calcular as emissões (emissões absolutas, emissões relativas, participação de projetos, compensações ou mecanismos de crédito).
	7.	Garantia da qualidade do inventário	Garantir que os cálculos tenham credibilidade junto à gerência interna, <i>stakeholders</i> externos e aos mercados atuais ou futuros de GEE.
Relatório	8.	Contabilizar a redução de GEE	Comparar as emissões de GEE da organização em relação ao ano base.
	9.	Relatar as emissões de GEE	Escolher um formato de relatório, detalhar todas as informações exigida pelos <i>stakeholders</i> , além de relatar as limitações, corrigir e comunicar discrepâncias identificadas nos anos subsequentes.
	10.	Verificar	Avaliar o inventário por meio de um avaliador qualificado.

Fonte: WBCSD (2002) e WBCSD & WRI (2012).

É importante destacar que as Etapas 1, 3, 4, 5, 6 e 9 são consideradas obrigatórias em documentos como *GHG Protocol Accounting and Reporting Standard* e as Etapas 2, 7, 8 e 10 podem ser recomendadas pelas políticas internas das próprias organizações.

Para que uma empresa inicie as etapas do inventário de emissões, é indicado responder às perguntas apresentadas no Anexo 1.

### 6.2.1. Planejamento

Para que um planejamento seja relevante, completo, consistente, transparente e preciso, é necessário que as metas da organização quanto às emissões de GEE sejam definidas, assim como sua estrutura, incluindo todos os investimentos, e suas operações, inclusive aquelas em outras unidades ou locais de negócios. É necessário ainda que estabeleça se existe atuação ou intenção de participar de algum projeto ou de processo de compra de redução de emissões e escolher um ano base para que possa comparar com emissões futuras.

- **Etapa 1 - Adoção e definição de princípios**

Auxilia a organização a garantir que a elaboração de um inventário de emissões GEE esteja de acordo com seus princípios de forma justa

- **Etapa 2 - Estabelecer um conjunto de metas e estrutura do inventário**

É necessário entender os motivos que levam a organização a realizar o inventário de emissões, ou seja, elaborar um Gerenciamento de Riscos de GEE; demonstrar competitividade; participar de mercados de GEE; participar de iniciativas de governo, atender exigências de *stakeholders* (clientes, acionistas, fornecedores); fazer parte de um grupo de empresas certificadas etc.

É preciso entender também se o inventário tem objetivos de atender às características de inventários Nacionais, Subnacionais, Corporativos, de Instalações e do Ciclo de Vida do Produto.

É importante observar que uma organização pode ter mais de um motivo para realizar um inventário de GEE.

Um exemplo ilustrativo sobre princípios, objetivos e metas provém de uma das diretrizes estratégicas das Lojas Renner.

---

#### LOJAS RENNER

**Diretriz:** *Estratégia de Sustentabilidade*

**Princípio:** *Promover uma Moda Responsável*

**Objetivo para garantir uma gestão ecoeficiente:** *"Identificar/mensurar/reduzir: uso de água, energia, componentes químicos, resíduos, emissões de GEEs"*

**Meta:** *20% de redução das emissões absolutas de CO<sub>2</sub> em 2021 frente ao inventário 2017*

*Fonte: Adaptado de Renner (2018)*

---

- **Etapa 3 - Definir limites organizacionais**

Os limites organizacionais referem-se aos enfoques de como serão consolidadas as emissões de GEE, estabelecendo quais unidades ou instalações serão contempladas pelo inventário, assim como as atividades logísticas que serão avaliadas e os segmentos (*upstream* ou *downstream*) e elos (fabricante principal, fornecedor, cliente) da cadeia de suprimentos.

Podem ser classificados pelo meio de controle com que a empresa responde por todas as emissões e/ou remoções de GEE quantificadas das instalações (portos, terminais, armazéns, estações de *cross-docking*, plataformas de transbordo, centro de distribuição, condomínios logísticos, escritório de empresas logísticas) sobre as quais tenha controle operacional ou financeiro. Podem ser classificadas também pela participação acionária, no qual a empresa responde pela porção de emissões e/ou remoções de GEE proporcional à sua participação acionária nas respectivas instalações (participação acionária de uma empresa em atividades logísticas).

---

#### EXEMPLO DE PARTICIPAÇÃO ACIONISTA NA LOGÍSTICA

**“Libraport, Centro Logístico Industrial e Aduaneiro (Clia), tem participação acionária de 40% na companhia Japão Logística, que integra o grupo multinacional Mitsui”**

*Fonte: Tecnológica (2019)*

---

Estima-se se que uma organização que realize inventário de emissões tenha necessidade de que a organização acionista possa lhe fornecer os dados necessários para que o valor correspondente à participação seja contabilizada.

- **Etapa 4 - Definir limites operacionais**

Na definição dos limites operacionais, serão identificados as fontes, sumidouros e reservatórios de emissões de GEE associados às operações das atividades logísticas e que compreendem a cadeia de suprimento, de acordo com os Escopos 1, 2 e 3, exemplificados sob o enfoque logístico no Quadro 5.

## Quadro 5. Exemplos de escopos direcionados para atividades logísticas

Escopo 1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Energia (geradas por combustão) consumida pela organização para movimentar caminhões, automóveis, locomotivas, navios e aeronaves da própria organização.</li><li>• Consumo de gás liquefeito de petróleo / gás natural comprimido e óleo combustível para realizar tarefas como aquecimento em escritórios, armazéns próprios da empresa.</li><li>• Perdas de refrigeração em escritórios, armazéns e caminhões próprios</li></ul>
Escopo 2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Energia elétrica, calor e vapor fornecidos para a organização para uso próprio nas instalações logísticas como armazéns, veículos elétricos ou outro ativo de propriedade que exija eletricidade</li><li>• Fornecimento de aquecimento local para escritórios e armazéns próprios</li></ul>
Escopo 3	<ul style="list-style-type: none"><li>• Viagens de negócios, viagens ao trabalho por funcionários</li><li>• Serviços de transporte por subcontratantes (caminhão, trem, navio, avião)</li><li>• Uso de armazéns e equipamentos de manuseio de carga terceirizado</li><li>• Consumo de energia e emissões de produtos (por exemplo, fabricação de papel)</li><li>• Categorias descritas no Anexo 2</li></ul>

Fonte: Adaptado de Schmied e Knörr (2012) e Smart Freight Centre (2019).

É importante destacar que as empresas devem considerar a otimização de sua rede logística para reduzir as emissões do Escopo 3 no sentido *downstream*. Uma opção é reduzir a distância que as cargas percorrem por meio de sistemas inteligentes de planejamento de rotas, localização estratégica de armazéns e centros de distribuição e armazenamento intermediário mínimo. Novos locais de produção devem estar situados perto dos principais clientes e centros de consumo para reduzir as distâncias de remessa. Se as empresas deslocarem o transporte para modos mais eficientes, por exemplo utilizar transporte ferroviário ao invés de rodoviário ou, ao invés do aéreo, utilizar o marítimo que são modos mais eficientes, seria reduzida a intensidade de GEE gerados por tonelada.km. Isso poderia ser alcançado também pelo aumento da carga de retorno e maior capacidade unitária dos veículos.

Considerando os limites operacionais e a relação com o Escopo 3, os gerentes das instalações logísticas tem que avaliar as emissões *upstream* dos bens e serviços adquiridos, como materiais de embalagem, combustíveis ou outras matérias-primas e suprimentos. Além disso, é necessário avaliar as emissões dos Escopos 1 e 2 dos fornecedores de gerenciamento de resíduos que ocorrem durante o descarte ou tratamento (Carbone4, 2018).

Somado a isso, é necessário que a organização defina em quais setores (ou seja, de Energia; Processos Industriais e Uso de Produtos; AFOLU e Perdas por Desperdícios) as atividades a serem avaliadas se enquadram para melhor definir as gerações de GEE.

### 6.2.2. Cálculo

A organização precisa selecionar a metodologia de cálculo a ser seguida, conforme apresentado nos programas descritos na seção 4, utilizar categorias ou metodologias (Tier 1, Tier 2 e Tier 3) e ferramentas de cálculo adequadas ao cumprimento de seus objetivos e metas relacionados ao inventário de emissões de GEE. Mas, para isso, é necessário atender às etapas descritas a seguir.

- **Etapas 5 - Seleção do ano base para comparação / Rastreamento de emissões de GEE na linha do tempo**

Nesta etapa, é preciso selecionar um ano base para começar a calcular as emissões e comparar as medições subsequentes. Para isto, deve-se responder às seguintes perguntas: i) que tipo de comparação é preciso fazer ao longo do tempo? ii) é preciso começar em 1990, por exemplo?

O conceito de emissões do ano base visa comparar o desempenho de suas emissões ao longo do tempo, geralmente em relação ao último período contábil ou emissões em um ano de referência selecionado. No entanto, é improvável que a comparação apenas com o último período contábil atenda às estratégias para atingir as metas comerciais, como redução de emissões e gerenciamento de riscos e oportunidades ou atenda às necessidades dos investidores e de outros *stakeholders*.

O rastreamento de emissões de GEE tem como finalidade acompanhar a evolução das metas públicas, cumprir regras externas e o recálculo das emissões do ano-base e melhorar a consistência dos resultados de acordo com as diretrizes internas.

- **Etapa 6 - Identificação e contabilização das emissões de GEE / Cálculo das emissões de GEE**

É necessário categorizar as fontes de GEE dentro dos limites da empresa (combustão estacionária, móvel etc.) de acordo com os Escopos 1, 2 e 3.

Nesta etapa, é estabelecido como calcular as emissões, ou seja, definir se serão avaliadas as emissões absolutas ( $tCO_{2e}$  no ano de referência do inventário), emissões relativas ( $tCO_{2e}/t$  de produto), participação de projetos (como projeto Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL), compensações ou mecanismos de crédito.

Na hora de identificar e contabilizar as emissões de GEE das atividades logística na cadeia de suprimentos, deve-se questionar: i) como fazer para medir o que a organização emite? ii) qual ferramenta deve ser usada? iii) as ferramentas de cálculo de emissões foram desenvolvidas como parte do *GHG Protocol* ou outro programa?

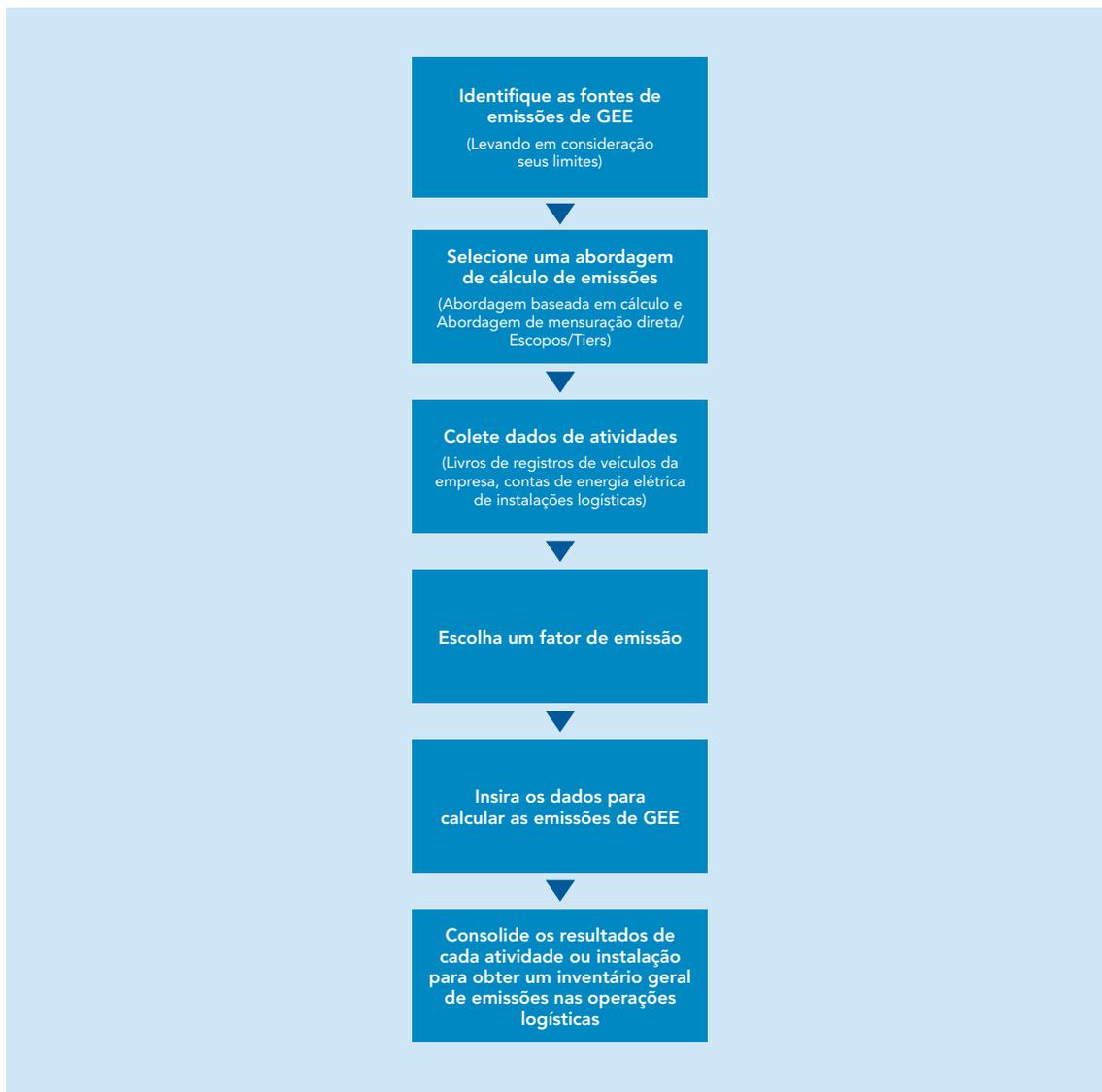
As ferramentas do *GHG Protocol* são formadas por uma série de planilhas disponíveis gratuitamente no site do *GHG Protocol*. O uso dessas ferramentas é incentivado, pois elas foram revisadas por especialistas e líderes do setor e acredita-se serem as melhores disponíveis. As ferramentas, no entanto, são opcionais.

As empresas podem usar suas próprias ferramentas de cálculo de GEE ou outras ferramentas de cálculo disponíveis no mercado, como:

- NTMCalc Basic 4.0 – Calculadora de desempenho ambiental: Disponibilizada pela organização *Network for Transport Measures*. Aplicado ao transporte.
- Ferramenta de cálculo – *Programa GHG Protocol*.
- *Eco Transit* – Calcula dados de consumo de energia e emissão da cadeia de transporte: Disponibilizado pela *Smart Freight Center*.
- *Green Route* – calculadora de emissões de  $CO_2$ . Disponibilizada pelo programa *Green Connection*. Aplicado ao Transporte Marítimo
- *REff Assessment Tool* – Interligação de diferentes projetos. Aplicado em medições de eficiência de recursos em instalações logísticas.
- *Blue Storehouse* – Calcula as emissões de  $CO_2$ /GEE de prédios industriais e comerciais de embarcadores logísticos, no transporte para os locais de preparação e armazenamento. Disponibilizado pela *VTK'Blue Agency*.

No esquema apresentado na Figura 14, são listados alguns passos importantes a serem seguidos.

**Figura 14. Passos para contabilizar emissões de GEE**



Para calcular as emissões de GEE das atividades logísticas, é preciso separá-las individualmente com o intuito de identificar a contribuição de cada uma em relação à emissão e consequentemente encontrar soluções para melhorar seus desempenhos.

Os tipos de GEE também devem ser calculados separadamente para que seja possível mapear melhor o impacto de cada um no processo do negócio ou organização.

Depois de selecionada a metodologia de cálculo e estabelecidos os critérios de separação das atividades e dos GEE para a elaboração do inventário, o negócio ou organização deve selecionar e coletar dados de atividades consistentes com a metodologia escolhida e os fatores de emissão necessários.

Estes dados são exemplificados por consumo de combustíveis por tipo em litros (l), consumo de gás natural veicular (GNV), em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) ou em quilowatts/hora (kWh), distância percorrida entre origem e destino (km), consumo de energia do ar condicionado do escritório, no armazém (kWh), tipo de veículo etc.

Na logística, em atividades como transferência e distribuição (transporte e gestão de estoque de produtos adquiridos em armazéns, centros de distribuição e instalações de varejo), a categoria ou metodologia de mensuração Tier 1 é baseada no uso anual de combustível e em um fator de emissão padrão. No Tier 2, as emissões são estimadas pela relação entre a quantidade de combustível consumida por tipo de combustível detalhado e fatores de emissão específicos de acordo com cada tecnologia implantada. Já no Tier 3, as emissões são estimadas de acordo com os tipos de atividade (km percorridos, tonelada-km transportada) e eficiência de combustível específica, rendimento energético, fator de emissão ou fatores expressos diretamente em termos de unidade de atividade (UNFCCC, 2009).

- **Etapa 7 - Garantia da qualidade do inventário**

Para que o inventário de emissões seja de qualidade, é essencial inserir informações precisas e completas.

Neste caso, um inventário de emissões de alta qualidade garante que os cálculos tenham credibilidade junto à gerência interna, partes interessadas externas e mercados de GEE atuais ou futuros.

Para atender ao *GHG Protocol*, são essenciais seguir etapas para melhorar a qualidade do inventário. São elas:

1. Adotar e aplicar os princípios de contabilidade e relatórios de emissão de GEE;
2. Usar um sistema padronizado para cálculo e relatórios internos de emissão de GEE em várias unidades / instalações de negócios;
3. Selecionar uma metodologia de cálculo apropriada;
4. Configurar um sistema robusto de coleta de dados;
5. Estabelecer controles apropriados de tecnologia da informação;
6. Realizar verificações regulares de precisão quanto a erros técnicos;
7. Realizar auditorias internas periódicas e análises técnicas;
8. Garantir a análise crítica das informações de emissões de GEE pela gerência;
9. Organizar sessões de treinamento regulares para os membros da equipe de desenvolvimento de inventário;
10. Realizar análise de incerteza; e
11. Obter verificação externa independente.

### **6.2.3. Elaboração de Relatório**

Depois de calcular suas emissões, é importante comunicar as informações aos *stakeholders* interessados no inventário. As perguntas mais comuns na fase de relatório a serem feitas pela organização são: i) o que deve ser relatado? ii) que formato deve ser usado (*GHG Protocol*, *GRI* etc.)?

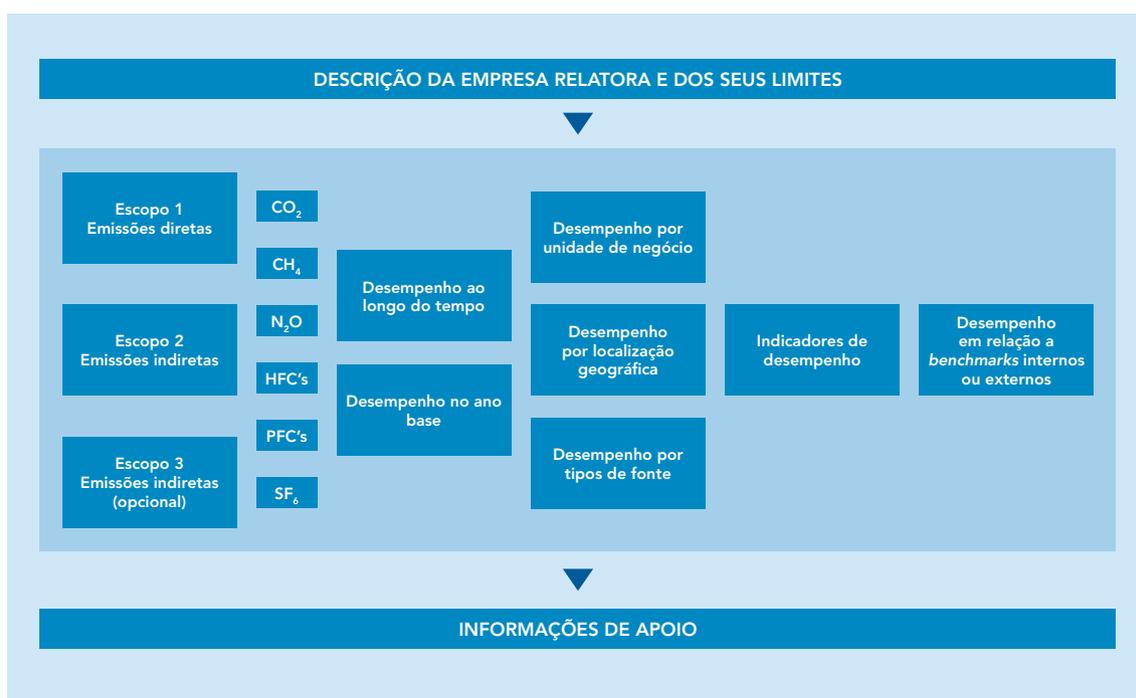
- **Etapa 8 - Contabilizar a redução de GEE**

As reduções das emissões de GEE corporativas são calculadas comparando-se as mudanças no inventário real de emissões do negócio ou organização ao longo do tempo em relação a um ano base, o que ajuda as organizações a gerenciar seus riscos agregados de GEE e oportunidades de forma mais eficaz. Isso também ajuda a focar recursos em atividades que resultem nas reduções mais econômicas de GEE.

- **Etapa 9 - Relatar as emissões de GEE**

Os requisitos de relatório e o *layout* detalhados no *GHG Protocol* representam boas instruções e práticas a serem seguidas para a estruturação do relatório, que pode ser estruturado como na Figura 15.

**Figura 15. Estrutura do Relatório**



Fonte: WBCSD (2002).

Além do *GHG Protocol* como fonte de instrução para elaboração de relatório, a medição das contribuições setoriais pode ser auxiliada por meio de relatórios de sustentabilidade, como os estruturados por organizações como *Global Reporting Indicator* (GRI) e o *Carbon Disclosure Project* (CDP), que fornecem recomendações aos formuladores de políticas e negócios para que sejam transparentes ao definir ações de mitigação, gerar contribuições nos NDCs e atingir os objetivos do Acordo de Paris por exemplo.

Se escolher adotar outros programas, como Índice Carbono Eficiente (ICO<sub>2</sub>) da B3, também é importante realizar o relatório que comprove a adequação à metodologia proposta no programa.

Como existem diferentes *stakeholders*, os mesmos terão diferentes necessidades de informação, podendo ser apropriado preparar um relatório de apresentação, que seria um resumo do inventário de emissões disponibilizados na *web* ou em formato de brochuras, e um relatório mais completo,

contendo o balanço das informações mais detalhadas sobre as emissões disponibilizadas às partes interessadas e para controle interno da organização.

- **Etapa 10 - Verificar**

A etapa de verificação envolve a revisão e avaliação independentes do inventário de emissões de GEE por meio de um verificador qualificado. Os motivos para verificar o inventário de emissões de GEE podem ser: i) adicionar credibilidade às informações divulgadas publicamente; ii) aumentar a confiança dos *stakeholders* na organização; iii) aumentar a confiança interna nas informações; iv) melhorar as práticas internas de contabilidade e relatórios de emissões de GEE; v) facilitar o aprendizado e a transferência de conhecimento dentro da organização; e vi) atender ou antecipar os requisitos de futuros programas de negociação

É melhor decidir com antecedência no processo de planejamento se a organização pretende verificar o inventário de emissões de GEE, de maneira a garantir que uma boa trilha de auditoria de suas informações de GEE seja mantida durante todo o ano e esteja prontamente disponível para o verificador.

O programa de certificação ABNT realiza um questionário junto às organizações para avaliar preliminarmente a verificação do inventário.



## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Busca-se com este documento disseminar conhecimento para organizações que realizam inventários e que queiram iniciar e avaliar melhor as atividades logísticas dentro do ambiente da cadeia de suprimentos.

Seu enfoque foi abrangente no que se refere a apresentação de conceitos, procedimentos e métodos, de forma que o leitor possa entender e dominar o tema para que possa posteriormente fazer uso específico, como é o caso das aplicações em logística e transporte carga, enfoque dado como parte do conteúdo do documento, que também apresentou exemplos de aplicação e casos práticos para referência.

Este é um documento de conteúdo inicial que buscou subsidiar um primeiro passo no conhecimento sobre o tema e demais assuntos relacionados. Serve, portanto, de base para leituras de publicações futuras e ajuda a entender melhor trabalhos já publicados pelo Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável (IBTS) como gestor e coordenador técnico do Programa de Logística Verde Brasil (PLVB).

## 8. AGRADECIMENTOS

---

O presente trabalho foi parcialmente realizado com apoio do Programa de Bolsas de Extensão (PBEXT) do Sistema CEFET/RJ, gerido pela Diretoria de Extensão – DIREX / Departamento de Extensão e Assuntos Comunitários – DEAC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. (2015) *Guia de Implementação: Gestão de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (GEE)*. ABNT NBR ISO 14064. Obtido de <http://abnt.org.br/paginampe/biblioteca/files/upload/anexos/pdf/4ee5b810af4a3aee073ab89f0a573a1a.pdf>
- AFFA. (2014) *Transport Operations Management*. *International Journal of Radioactive Materials Transport* (Vol. 14). doi:10.1179/rmt.2003.14.2.124
- Allwood, J. M., Bosetti, V., Dubash, N. K., Gómez-Echeverri, L., e Stechow, C. von. (2014) *Glossary*. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyb. (Vol. (5)2).
- Arviem. (2017) Carbon footprint monitoring in the logistics chain: The next step towards sustainable supply chains. Obtido de <https://arviem.com/carbon-footprint-monitoring-logistics-chain-next-step-towards-sustainable-supply-chains/>
- Baker, D. R., e Writer, C. S. (2012) New options sought for carbon dioxide / Funds granted to test underground storage near Rio Vista. *SFGATE*. Obtido de <https://www.sfgate.com/business/article/New-options-sought-for-carbon-dioxide-Funds-2628970.php>
- Ballou, R. H. (2006) *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial*. (Bookman, Ed) (Quinta edição). Porto Alegre.
- Ballou, R. H. (2015) *Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física*. (Atlas, Ed). São Paulo.
- Carbone4. (2018) *Carbon Impact Analytics. How to measure the contribution of a portfolio to the energy and climate transition. Methodological guide for investors and asset managers*. Obtido de [https://www.tesla.com/en\\_CA/carbonimpact](https://www.tesla.com/en_CA/carbonimpact)
- Climate Smart. (2012) *Small Businesses, Greenhouse Gases, and Competitive Advantage*. (Vol. 166). Obtido de [climatesmartbusiness.com](http://climatesmartbusiness.com)
- CSCMP. (2019) *Supply Chain Management Concepts*. *Council of Supply Chain Management Professionals*. Obtido de [https://cscmp.org/CSCMP/Develop/Starting\\_Your\\_Career/Supply\\_Chain\\_Management\\_Concepts.aspx](https://cscmp.org/CSCMP/Develop/Starting_Your_Career/Supply_Chain_Management_Concepts.aspx)
- CSCMP. (2020) *CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary*. *Council of Supply Chain Management Professionals*. Obtido de [https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx)
- Dadhich, P., Genovese, A., Kumar, N., e Acquaye, A. (2014) Author ' s Accepted Manuscript. *Intern. Journal of Production Economics*. doi:10.1016/j.ijpe.2014.12.012
- Driscoll, P., Ahlers, D., Rothballer, C., e Lundli, H. (2016) Gap analysis of greenhouse gas ( GHG ) emissions inventory methods for Trondheim municipality., (January). Obtido de <http://local.climate-kic.org/wp-content/uploads/2016/06/D2-Gap-analysis-of-GHG-emissions-inventory-methods.pdf>
- EEA. ([s.d.]) Fugitive emission. *European Environment Agency*. Obtido de <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/fugitive-emission>
- EEA. (2008) *EMEP/CORINAIR Atmospheric emission inventory guidebook*. doi:10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004

- EEA. (2016) EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016: Technical guidance to prepare national emission inventories. European Environment Agency., (21), 124. doi:10.2800/92722
- EEA. (2018) Managing Air Quality - Emissions Inventories. An emissions inventory is a database that lists, by source, the amount of air pollutants discharged into the atmosphere during a year or other time period. *United States Environmental Protection Agency*. Obtido de <https://www.epa.gov/air-quality-management-process/managing-air-quality-emissions-inventories#contrib>
- Energypedia. (2018) Value Chains of Different Technologies. Obtido de [https://energypedia.info/wiki/Value\\_Chains\\_of\\_Different\\_Technologies](https://energypedia.info/wiki/Value_Chains_of_Different_Technologies)
- EPA. (2002) The Impact of Municipal Solid Waste on Greenhouse Gas Emissions. *Excerpts from the 2002 EPA report Solid Waste Management and Greenhouse Gases: A Life-Cycle Assessment of Emissions and Sinks*. *United States Environmental Protection Agency*. Obtido de <http://www.sustainabilityroadmap.org/topics/wasteepa.shtml#.XyiE0ShKjIV>
- EPA. (2010) *Managing Supply Chain Greenhouse Gas Emissions: Lessons learned for the road ahead*. Obtido de <http://www.epa.gov/climateleadership/documents/resources/managing-supplychain-emis2010.pdf>
- EPA. (2016) Greenhouse Gases. What are the trends in greenhouse gas emissions and concentrations and their impacts on human health and the environment? *United States Environmental Protection Agency. Report on the Environment*. Obtido de <https://www.epa.gov/report-environment/greenhouse-gases#sources>
- EPA. (2019) Global Emissions by Gas. *United States Environmental Protection Agency*. Obtido de <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>
- EPE. (2018) *Brazilian Energy Balance Summary Report 2017*. *Energy Research Office*. Rio de Janeiro, RJ. Obtido de [http://www.epe.gov.br/sites-en/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-180/Summary Report 2018.pdf](http://www.epe.gov.br/sites-en/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-180/Summary%20Report%202018.pdf)
- FAO. (2013) *Value chain analysis for policy making methodological guidelines and country cases for a quantitative approach*. *EASYPol Series 129*. Obtido de [http://www.fao.org/docs/up/easypol/935/value\\_chain\\_analysis\\_fao\\_vca\\_software\\_tool\\_methodological\\_guidelines\\_129en.pdf](http://www.fao.org/docs/up/easypol/935/value_chain_analysis_fao_vca_software_tool_methodological_guidelines_129en.pdf)  
[http://www.fao.org/easypol/output/browse\\_by\\_training\\_path.asp?pub\\_id=336&id\\_elem=336&id=336&id\\_cat=336](http://www.fao.org/easypol/output/browse_by_training_path.asp?pub_id=336&id_elem=336&id=336&id_cat=336)
- Farsan, A., Chang, A., Kerkhof, A., Cserna, B., Yan, C., Rangel Villasana, F., e Labutong, N. (2018) *Value Change in the Value Chain: Best Practices in Scope 3 Greenhouse Gas Management*. Obtido de [https://sciencebasedtargets.org/wp-content/uploads/2018/12/SBT\\_Value\\_Chain\\_Report-1.pdf](https://sciencebasedtargets.org/wp-content/uploads/2018/12/SBT_Value_Chain_Report-1.pdf)
- Felea, M., e Alb stroiu, I. (2013) *Defining the Concept of Supply Chain Management and its Relevance to Romanian Academics and Practitioners*.
- Global System. (2004) *Inventory Management Module User Manual*. Obtido de [http://www.cttcl.com/erp%5CIGSE\\_Inventory01.pdf](http://www.cttcl.com/erp%5CIGSE_Inventory01.pdf)
- Grant, D. B., Trautrim, A., e Wong, C. Y. (2017) *Sustainable Logistics and Supply Chain Management*. (Second, Ed) (Kogan Page.).
- GRI & CDP. (2019) *Engaging business in the NDCs: Policy recommendations on the role of the private sector and reporting*.

- Gudehus, T., e Kotzab, H. (2009) Planning and scheduling production systems from a logistics perspective. *Logistics Research*, 1(3–4), 163–172. doi:10.1007/s12159-009-0017-6
- ICF International. (2016) *Documentation for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors Used in the Waste Reduction Model (WARM)*.
- IDAHO. (2018) *Greenhouse gas emission statistics - emission inventories. IDAHO - Department of Environmental Quality* (Vol. 63). Obtido de <http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/>
- IPCC. (2008) *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories – A primer, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Miwa K., Srivastava N. and Tanabe K. IGES, Japan.*
- IPCC. (2019) *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Glossary.*
- Karim, R., Candell, O., e Söderholm, P. (2009) E maintenance and information logistics: aspects of content format. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 15(3), 308–324. doi:10.1108/13552510910983242
- Kiisler, A. (2014a) *Inventory management – basic concepts*. Obtido de <https://www.vkok.ee/logontrain/wp-content/uploads/2014/03/Riga-3-july-2014.pdf>
- Kiisler, A. (2014b) *Warehousing – basic concepts*. Obtido de <https://www.vkok.ee/logontrain/wp-content/uploads/2014/03/Riga-2-july-2014.pdf>
- Kocaoglu, B., e Acar, A. Z. (2016) Process development in customer order information systems to gain competitive advantage: A SME case study. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 23(2), 209–230. doi:10.1504/IJLSM.2016.073968
- Kondo, R., Kinoshita, Y., e Yamada, T. (2019) Green procurement decisions with carbon leakage by global suppliers and order quantities under different carbon tax. *Sustainability (Switzerland)*, 11(13), 1–19. doi:10.3390/su11133710
- Kumar, D., e PV, R. (2016) Value Chain : A Conceptual Framework. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 7(October), 74–77.
- Langer, T., e Vaidyanathan, S. (2014) Smart Freight : Applications of Information and Communications Technologies to Freight System Efficiency., (July).
- Loreti, C. P., Wescott, W. F., e Isenberg, M. A. (2000) *An Overview of greenhouse gas emissions inventory Issues. Prepared for the Pew Center on Global Climate Change. Cambridge, Massachusetts.*
- McKinnon, A., Cullinane, S., Browne, M., e Whiteing, A. (2010) *Green Logistics, Improving the environmental sustainability of Logistics.*
- McKinnon, A., e Piecyk, M. (2012) Setting targets for reducing carbon emissions from logistics: Current practice and guiding principles. *Carbon Management*, 3(6), 629–639. doi:10.4155/cmt.12.62
- Meixell, M. J., e Gargeya, V. B. (2005) Global supply chain design: A literature review and critique. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 41(6 SPEC. ISS.), 531–550. doi:10.1016/j.tre.2005.06.003
- Metz, B., Meyer, L., e Bosch, P. (2007) *Climate change 2007 mitigation of climate change. Climate Change 2007 Mitigation of Climate Change* (Vol. 9780521880). doi:10.1017/CBO9780511546013

- MMA. (2009) O que é Mudança do Clima. *Educa Clima*. Ministério do Meio Ambiente. Obtido de <http://educaclima.mma.gov.br/mudanca-do-clima/>
- MMA. (2016) Compromissos Estabelecidos na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). *Ministério do Meio Ambiente*. Obtido de <https://www.mma.gov.br/component/k2/item/15142-contribuicoes-para-o-documento-base.html>
- National Research Council. (2010) *Verifying Greenhouse Gas Emissions: Methods to Support International Climate Agreements*. (D. T. N. A. P. Washington, Ed). Washington, DC. doi:10.17226/12883
- Nour, A., Galal, N. M., e El-Kilany, K. S. (2017) Energy-based aggregate production planning for porcelain tableware manufacturer in Egypt. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, (October), 2351–2358.
- OECD. (2019) Global Value Chains (GVCs). *Organisation for Economic Co-operation and Development*. Obtido de <https://www.oecd.org/industry/ind/global-value-chains.htm>
- Oliveira, C. M., e D'Agosto, M. de A. (2017) Guia de Referência em Sustentabilidade: Boas Práticas para o Transporte de Carga.
- Pinho, I. P. R. (2009) *Inventário e Gerenciamento de Emissões de Gases do Efeito Estufa na Indústria de Bebidas: Um Estudo de Caso no Brasil*. COPPE/UFRJ. Obtido de [http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/ingrid\\_person.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/ingrid_person.pdf)
- Renner. (2018) *Relatório Anual 2018 Lojas Renner*.
- Revista Tecnológica. (2016) Operador Logístico. *Portogente*. Obtido de <https://portogente.com.br/portopedia/operador-logistico-72891/72891>
- Ries, J. M., Grosse, E. H., e Fichtinger, J. (2017) Environmental impact of warehousing: a scenario analysis for the United States. *International Journal of Production Research*, 55(21), 6485–6499. doi:10.1080/00207543.2016.1211342
- Rüdiger, D., Schön, A., e Dobers, K. (2016) Managing Greenhouse Gas Emissions from Warehousing and Transshipment with Environmental Performance Indicators. *Transportation Research Proceedings*, 14, 886–895. doi:10.1016/j.trpro.2016.05.083
- Saghir, M. (2004) the Concept of Packaging Logistics. *Business*, (September), 1–31.
- SAP. (2020) Sales Information System. Obtido de [https://help.sap.com/saphelp\\_erp2005/helpdata/en/8c/fd5878a94711d1890a0000e8322f70/frameset.htm](https://help.sap.com/saphelp_erp2005/helpdata/en/8c/fd5878a94711d1890a0000e8322f70/frameset.htm)
- Schmied, M., e Knörr, W. (2012) *Calculating GHG emissions for freight forwarding and logistics services in accordance with EN 16258 – Terms, Methods, Examples – Calculating GHG emissions for freight forwarding and logistics services*. Obtido de [https://www.clecat.org/media/CLECAT\\_Guide\\_on\\_Calculating\\_GHG\\_emissions\\_for\\_freight\\_forwarding\\_and\\_logistics\\_services.pdf](https://www.clecat.org/media/CLECAT_Guide_on_Calculating_GHG_emissions_for_freight_forwarding_and_logistics_services.pdf) (Accessed 22.10.2019)
- Singh, N., e Bacher, E. K. (2018) *Guia para elaboração de programas mandatórios de relato de gases de efeito estufa*.
- Singh, N., Damassa, T., Alarcón-díaz, S., e Sotos, M. (2014) *Exploring Linkages Between National and Corporate / Facility Greenhouse Gas Inventories*. Obtido de <http://www.wri.org/publication/national-corporate-ghg-inventories>

- Singh, N., e Longendyke, L. (2015) A Global Look at Mandatory Greenhouse Gas Reporting Programs. *World Resources Institute*. Obtido de <https://www.wri.org/blog/2015/05/global-look-mandatory-greenhouse-gas-reporting-programs>
- Smart Freight Centre. (2019) *Global Logistics Emissions Council Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting*.
- Tecnológica. (2019) Libraport registra aumento de 32% na movimentação de cargas internacionais. Obtido de <https://www.tecnologica.com.br/portal/noticias/82757/libraport-registra-aumento-de-32na-movimentacao-de-cargas-internacionais/>
- To, W. M. (2015) Greenhouse gases emissions from the logistics sector: The case of Hong Kong, China. *Journal of Cleaner Production*, 103, 658–664. doi:10.1016/j.jclepro.2014.10.062
- Tolmasquim, M. T., Gorini, R., Matsumura, E., Soares, J. B., Oliveira, L. B., Lisboa, M. L. V., Faria, G. V. R., Conde, M. R., Moraes, N. G. de, e Silva, R. de A. M. da. (2016) *The Brazilian Commitment to Combating Climate Change: Energy Production and Use*, Empresa de Pesquisa Energética-EPE, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. Obtido de <http://www.epe.gov.br/sites-en/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-181/NT COP 21 -English.pdf>
- Transportgeography. (2020) Transportation Activities Affecting the Environment. Obtido de [https://transportgeography.org/?page\\_id=5759](https://transportgeography.org/?page_id=5759)
- U.S. Department of Transportation. (2008) *Glossary of shipping terms*. ISS Cargo Services. Obtido de [http://www.iss-shipping.com/cargo/cargo\\_library\\_glossary.asp](http://www.iss-shipping.com/cargo/cargo_library_glossary.asp)
- UNFCCC. (2009) UNFCCC Resource Guide for Preparing the National Communication of Non-Annex I Parties. *Climate Change*, 36. Obtido de [http://unfccc.int/resource/docs/publications/09\\_resource\\_guide1.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/publications/09_resource_guide1.pdf)
- UNFCCC. (2018) Leading Companies Cut Supply Chain Emissions, Save Money. *United Nations Climate Change*. Obtido de <https://unfccc.int/news/leading-companies-cut-supply-chain-emissions-save-money>
- WBCSD. (2002) *The challenge of greenhouse gas emissions. The “why” and “how” of accounting and reporting for GHG emissions. An industry guide*.
- WBCSD & WRI. (2011a) *Guidance for Calculating Scope 3 Emissions Calculation Guidance for Implementing the GHG Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting & Reporting Standard*.
- WBCSD & WRI. (2011b) *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. Supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard*. doi:10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004
- WBCSD & WRI. (2012) A Corporate Accounting and Reporting Standard. *Greenhouse Gas Protocol*, 116.
- Ybanez, J. L. (2018) Inventory management. Obtido de <https://hwaalliance.com/inventory-management/>
- Zhang, L. L., Jiao, R. J., e Ma, Q. (2010) Accountability-based order fulfillment process reengineering towards supply chain management: A case study at a semiconductor equipment manufacturer. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(2), 287–305. doi:10.1108/17410381011014413

# 9. ANEXOS

---

## Anexo 1

### Questionário aplicado a organização inventariante e relatora (adaptado de Pinho, 2009).

Ao escolher inventariar as emissões de GEE em uma organização, é importante realizar uma série de questionamentos na fase de planejamento como os listados a seguir:

- Identificação
  - » A empresa possui identificação das fontes de emissão definindo os escopos das emissões a serem gerenciadas?
  - » A empresa possui identificação de fontes mais impactantes, ou seja, mais intensivas em carbono?
- Captura
  - » A empresa possui estruturação da coleta de dados de enquadramento das fontes de acordo com as categorias: combustão estacionária, móvel, emissões de processos físicos e químicos e emissões fugitivas?
  - » A empresa possui organização das fontes por unidade operacional do negócio?
- Gerenciamento
  - » A empresa possui aplicação das ferramentas mercadológicas de contabilização adequada das fontes?
  - » A empresa possui checagem da precisão e robustez das informações através de auditorias internas na coleta e contabilização e auditorias externas para verificação?
- Armazenamento de dados
  - » A empresa possui armazenagem dos dados e evidências comprobatórias das emissões em controles locais, servidor da rede interna de computadores e/ou na base de dados centrais das informações de carbono?
  - » Avaliação
    - A organização possui comparação das emissões contabilizadas com as metas estabelecidas?
- Comunicação
  - » Existe uma divulgação interna das emissões contabilizadas?
  - » Existe alguma divulgação pública das emissões contabilizadas?
  - » A empresa se utiliza dos dados das emissões para construção de uma reputação corporativa como um diferenciador dos negócios?

## Anexo 2

Quadro 6. Categorias Escopo 3

	CATEGORIA	DESCRIÇÃO	MINIMUM BOUNDARY
Upstream	1. Bens e serviços adquiridos	Extração, produção e transporte de bens e serviços adquiridos ou adquiridos pela empresa relatora no ano de referência, não incluídos nas Categorias 2 - 8	Todas as emissões a montante ( <i>cradle-to-gate</i> <sup>5</sup> ) dos bens e serviços adquiridos
	2. Bens de capital	Extração, produção e transporte de bens de capital adquiridos ou comprados pela empresa relatora no ano de referência	Todas as emissões a montante ( <i>cradle-to-gate</i> ) dos bens de capital adquiridos
	3. Atividades relacionadas ao uso de combustível e energia (não incluídas no Escopo 1 ou no Escopo 2)	<p>Extração, produção e transporte de combustíveis e energia comprados ou adquiridos pela empresa relatora no ano de referência, ainda não contabilizados no Escopo 1 ou no Escopo 2:</p> <p>A. Emissões a montante de combustíveis adquiridos (extração, produção e transporte de combustíveis consumidos pela empresa relatora)</p> <p>B. Emissões a montante da eletricidade comprada (extração, produção e transporte de combustíveis consumidos na geração de eletricidade, vapor, aquecimento e refrigeração consumidos pela empresa relatora)</p> <p>C. Perdas de transmissão e distribuição (geração de eletricidade, vapor, aquecimento e refrigeração que são consumidas (ou seja, perdidas) em um sistema de T&amp;D) - relatadas pelo usuário final.</p> <p>D. Geração de eletricidade comprada que é vendida aos usuários finais (geração de eletricidade, vapor, aquecimento e refrigeração que é comprada pela empresa relatora e vendida aos usuários finais) - relatada apenas pela empresa de serviços públicos ou revendedor de energia.</p>	<p>A. Todas as emissões a montante (<i>cradle-to-gate</i>) de combustíveis adquiridos (desde a extração de matérias-primas até o ponto de uso, mas excluindo a combustão)</p> <p>B. Para emissões a montante da eletricidade comprada: Todas as emissões a montante (<i>cradle-to-gate</i>) de combustíveis adquiridos (desde a extração de matéria-prima até o ponto de combustão por um gerador, mas excluindo a combustão)</p> <p>C. Para perdas em T&amp;D: Todas as emissões a montante (<i>cradle-to-gate</i>) de energia consumida em um sistema de T&amp;D, incluindo as emissões por combustão</p> <p>D. Para geração de eletricidade comprada que é vendida para usuários finais: Emissões provenientes da geração de energia comprada</p>

<sup>5</sup> *Cradle-to-gate*: é uma avaliação de um ciclo de vida parcial de um produto, da extração de recursos (berço) ao portão da fábrica antes de ser transportado para o consumidor.

	CATEGORIA	DESCRIÇÃO	MINIMUM BOUNDARY
Upstream	4. Transporte e distribuição <i>upstream</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte e distribuição de produtos adquiridos pela empresa relatora no ano de referência entre os fornecedores da primeira camada da empresa focal e suas próprias operações (em veículos e instalações não pertencentes ou controladas pela empresa relatora)</li> <li>• Serviços de transporte e distribuição adquiridos pela empresa no ano de referência, incluindo logística <i>inbound</i>, logística <i>outbound</i> (por exemplo, de produtos vendidos) e transporte e distribuição entre as próprias instalações da empresa (em veículos e instalações não pertencentes ou não controladas pela companhia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As emissões dos Escopos 1 e 2 dos fornecedores de transporte e distribuição que ocorrem durante o uso de veículos e instalações (por exemplo, uso de energia)</li> <li>• Opcional: as emissões do ciclo de vida associadas à fabricação de veículos, instalações ou infraestrutura</li> </ul>
	5. Resíduos gerados nas operações	Eliminação e tratamento de resíduos gerados nas operações da empresa no ano de referência (em instalações não pertencentes ou controladas pela empresa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As emissões dos Escopos 1 e 2 dos fornecedores de gerenciamento de resíduos que ocorrem durante o descarte ou tratamento</li> <li>• Opcional: emissões do transporte de resíduos</li> </ul>
	6. Viagem a negócio	Transporte de funcionários para atividades relacionadas ao negócio durante o ano de referência (em veículos não pertencentes ou operados pela empresa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As emissões dos Escopos 1 e 2 das transportadoras que ocorrem durante o uso de veículos (por exemplo, do uso de energia)</li> <li>• Opcional: as emissões do ciclo de vida associadas à fabricação de veículos ou infraestrutura</li> </ul>
	7. Transporte de empregados	Transporte de funcionários entre suas casas e locais de trabalho durante o ano de referência (em veículos que não pertencem nem são operados pela empresa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As emissões dos Escopos 1 e 2 dos funcionários e provedores de transporte que ocorrem durante o uso de veículos (por exemplo, uso de energia)</li> <li>• Opcional: emissões do teletrabalho dos funcionários</li> </ul>
	8. Ativos arrendados <i>upstream</i>	Operação de ativos arrendados pela empresa (arrendatário) no ano de referência e não incluídos no Escopo 1 e no Escopo 2 - relatados pelo arrendatário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As emissões dos Escopos 1 e 2 dos arrendadores que ocorrem durante a operação da empresa relatora de ativos arrendados (por exemplo, do uso de energia)</li> <li>• Opcional: as emissões do ciclo de vida associadas à fabricação ou construção de ativos arrendados</li> </ul>

	CATEGORIA	DESCRIÇÃO	MINIMUM BOUNDARY
Downstream	9. Transporte e distribuição <i>downstream</i>	Transporte e distribuição de produtos vendidos pela empresa no ano de referência entre as operações da empresa e o consumidor final (se não for pago pela empresa relatora), incluindo varejo e armazenamento (em veículos e instalações) não pertence ou é controlado pela empresa relatora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>As emissões dos Escopos 1 e 2 dos fornecedores, distribuidores e varejistas de transporte que ocorrem durante o uso de veículos e instalações (por exemplo, uso de energia)</li> <li>Opcional: as emissões do ciclo de vida associadas à fabricação de veículos, instalações ou infraestrutura</li> </ul>
	10. Processamento de produtos vendidos	Processamento de produtos intermediários vendidos no ano de referência por empresas <i>downstream</i> (por exemplo, fabricantes)	As emissões dos Escopos 1 e 2 das empresas <i>downstream</i> que ocorrem durante o processamento (por exemplo, do uso de energia)
	11. Uso de produtos vendidos	O uso final de bens e serviços vendidos pela empresa no ano de referência	<ul style="list-style-type: none"> <li>As emissões diretas da fase de uso dos produtos vendidos durante o tempo de vida útil esperado, isto é, as emissões dos Escopos 1 e 2 do Escopo 2 dos usuários finais que ocorrem com o uso de: produtos que consomem diretamente energia (combustíveis ou eletricidade) durante o uso; combustíveis e matérias-primas; e GEE e produtos que contêm ou formam GEE emitidos durante o uso</li> <li>Opcional: as emissões indiretas da fase de uso dos produtos vendidos durante a vida útil esperada, isto é, as emissões do uso de produtos que consomem indiretamente energia (combustíveis ou eletricidade) durante o uso</li> </ul>
	12. Tratamento no fim de vida dos produtos vendidos	Disposição e tratamento de resíduos de produtos vendidos pela empresa relatora (no ano reportado) no final de sua vida útil	As emissões dos Escopos 1 e 2 das empresas de gestão de resíduos que ocorrem durante o descarte ou tratamento de produtos vendidos
	13. Ativos arrendados <i>downstream</i>	Operação de ativos pertencentes à empresa (arrendadora) e arrendados a outras entidades no ano de referência, não incluídos no Escopo 1 e no Escopo 2 - relatados pelo arrendador	<ul style="list-style-type: none"> <li>As emissões dos Escopos 1 e 2 dos arrendatários que ocorrem durante a operação de ativos arrendados (por exemplo, do uso de energia).</li> <li>Opcional: as emissões do ciclo de vida associadas à fabricação ou construção de ativos arrendados</li> </ul>
	14. Concessões	Operação de concessões no ano de referência, não incluídas nos Escopos 1 e 2 - relatados pelo responsável pela concessão	<ul style="list-style-type: none"> <li>As emissões dos Escopos 1 e 2 das concessões que ocorreram durante a operação das concessões (por exemplo, do uso de energia)</li> <li>Opcional: as emissões do ciclo de vida associadas à fabricação ou construção de concessões</li> </ul>
	15. Investimentos	Operação de investimentos (incluindo investimentos em ações e dívidas e financiamento de projetos) no ano de relatório, não incluídos no Escopo 1 ou no Escopo 2	

Fonte: WBCSD & WRI (2011b).

**IBTS** INSTITUTO BRASILEIRO  
DE TRANSPORTE  
SUSTENTÁVEL

**PLVB** PROGRAMA DE  
LOGÍSTICA VERDE  
BRASIL®