



**Sistemática para Elaboração de Inventários de Gases de Efeito Estufa em  
um Instituto de Pesquisa**

**Pedro Cimadon**

*Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)*

*e-mail: [pedro.cimadon@edu.pucrs.br](mailto:pedro.cimadon@edu.pucrs.br)*

**Samanta Zynich**

*Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)*

*e-mail: [samanta.zynich@pucrs.br](mailto:samanta.zynich@pucrs.br)*

**Filipe Albano**

*Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)*

*e-mail: [filipe.albano@pucrs.br](mailto:filipe.albano@pucrs.br)*

---

\* RECEBIDO em 08/01/2025. ACEITO em 27/01/2025.

## **Resumo**

As mudanças climáticas são impulsionadas, em grande parte, pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE), tornando essencial o monitoramento dessas emissões. Neste contexto, os inventários de GEE são ferramentas fundamentais para avaliar impactos ambientais e estabelecer estratégias de mitigação. Este estudo tem como objetivo descrever a sistemática adotada pelo Instituto do Petróleo e dos Recursos Naturais (IPR) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) para a elaboração de inventários de GEE, com base na norma ABNT NBR ISO 14064 e no GHG Protocol Brasil. A metodologia utilizada seguiu o ciclo PDCA, dividido em quatro etapas: *Plan*, *Do*, *Check* e *Act*. Como resultado, foram desenvolvidos documentos integrados ao sistema de gestão da qualidade (SGQ), com reconhecimento internacional, além da elaboração do Inventário de GEE do Instituto referente ao ano de 2022. Foi possível comprovar que a implementação dessa abordagem proporcionou maior rastreabilidade e confiabilidade ao processo e que a metodologia desenvolvida pode ser replicada em diferentes organizações que buscam melhorar a gestão de suas emissões.

**Palavras-chave:** Inventários de GEE. Sistemática de elaboração. ABNT NBR ISO 14064. Ciclo PDCA. GHG Protocol.

## **Abstract**

Climate change is largely driven by greenhouse gas (GHG) emissions, making the monitoring of these emissions essential. In this context, GHG inventories are fundamental tools for assessing environmental impacts and establishing mitigation strategies. This study aims to describe the system adopted by the Petroleum and Natural Resources Institute (IPR) of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul (PUCRS) for the development of GHG inventories, based on the ABNT NBR ISO 14064 standard and the GHG Protocol Brazil. The methodology followed the PDCA cycle, divided into four stages: Plan, Do, Check, and Act. As a result, documents were developed and integrated into the internationally recognized quality management system (QMS), in addition to the preparation of the Institute's GHG Inventory for the year 2022. It was possible to confirm that the implementation of this approach provided greater traceability and reliability to the process and that the developed methodology can be replicated in different organizations seeking to improve their emissions management.

**Keywords:** GHG inventories. Preparation system. ABNT NBR ISO 14064. PDCA cycle. GHG Protocol.

## 1. Introdução.

---

As ações humanas, que se intensificaram após a Revolução Industrial no final do século XVIII, destacam-se pela emissão de gases na atmosfera devido à exploração de recursos naturais, como a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento (ASSAD; et al, 2009). Essa atividade contribui para uma maior retenção de radiação, intensificando o efeito estufa e elevando a temperatura média da superfície do planeta, além de causar outros impactos. No período de 1880 a 2012, observou-se um aumento na temperatura média da superfície do planeta, em torno de 0,85°C e os cenários de mudanças climáticas apontam para um aumento na temperatura média de aproximadamente 4°C (GHINI, 2009).

A contínua emissão de GEE está impulsionando o aumento da temperatura mínima, corroborado por fortes indícios, o colapso das geleiras, os furacões devastadores, as secas extremas e as intensas ondas de calor que têm assolado a Europa há alguns anos. (FORTOUL VAN DER GOES, 2022).

Segundo Person (2009), as mudanças climáticas que hoje afetam diversas pessoas pelo mundo ocorrem devido às ações de emissões GEE. Muitos eventos meteorológicos e climáticos extremos, são indícios da decorrência de alterações climáticas antropogênicas.

De acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), os cenários e trajetórias modelados usados para explorar emissões futuras, mudança do clima, impactos e riscos relacionados, tornam provável que o aquecimento exceda 1,5°C durante o século 21 (IPCC, 2023). Portanto, para diminuir as perdas e danos projetados para humanos e ecossistemas, se faz necessário a implementação de ações de mitigação profunda, rápida e sustentável das emissões de GEE.

No dia 11 de dezembro de 2024, foi sancionada a lei N° 15042, que regula o mercado de carbono no país, criando o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de

(SBCE). A lei estabelece limites de emissões a serem cumpridos. Organizações que emitem mais de 10 mil toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e) e por ano devem cumprir obrigações de reporte. Para aquelas que emitem entre 10 mil e 25 mil tCO<sub>2</sub>e anuais, é necessário submeter um plano de monitoramento das emissões ao órgão gestor do SBCE, além de enviar um relato anual de emissões e remoções de gases de efeito estufa. Já as organizações com emissões superiores a 25 mil tCO<sub>2</sub>e por ano precisam, adicionalmente, apresentar anualmente um relato de conciliação periódica de obrigações (BRAGA, 2024).

Para avaliação do status de redução, primeiramente, é necessário existir a quantificação das emissões de GEE, ou seja, é necessário realizar um inventário de GEE para que as organizações possam se comprometer com o gerenciamento de emissões dos gases ao longo do tempo. Um inventário de GEE é uma ferramenta utilizada para medir a quantidade de emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) durante o período de um ano de uma organização (FGV, 2009). A Figura 1, apresenta o funcionamento do mercado de carbono e alguns tópicos importantes do tema.

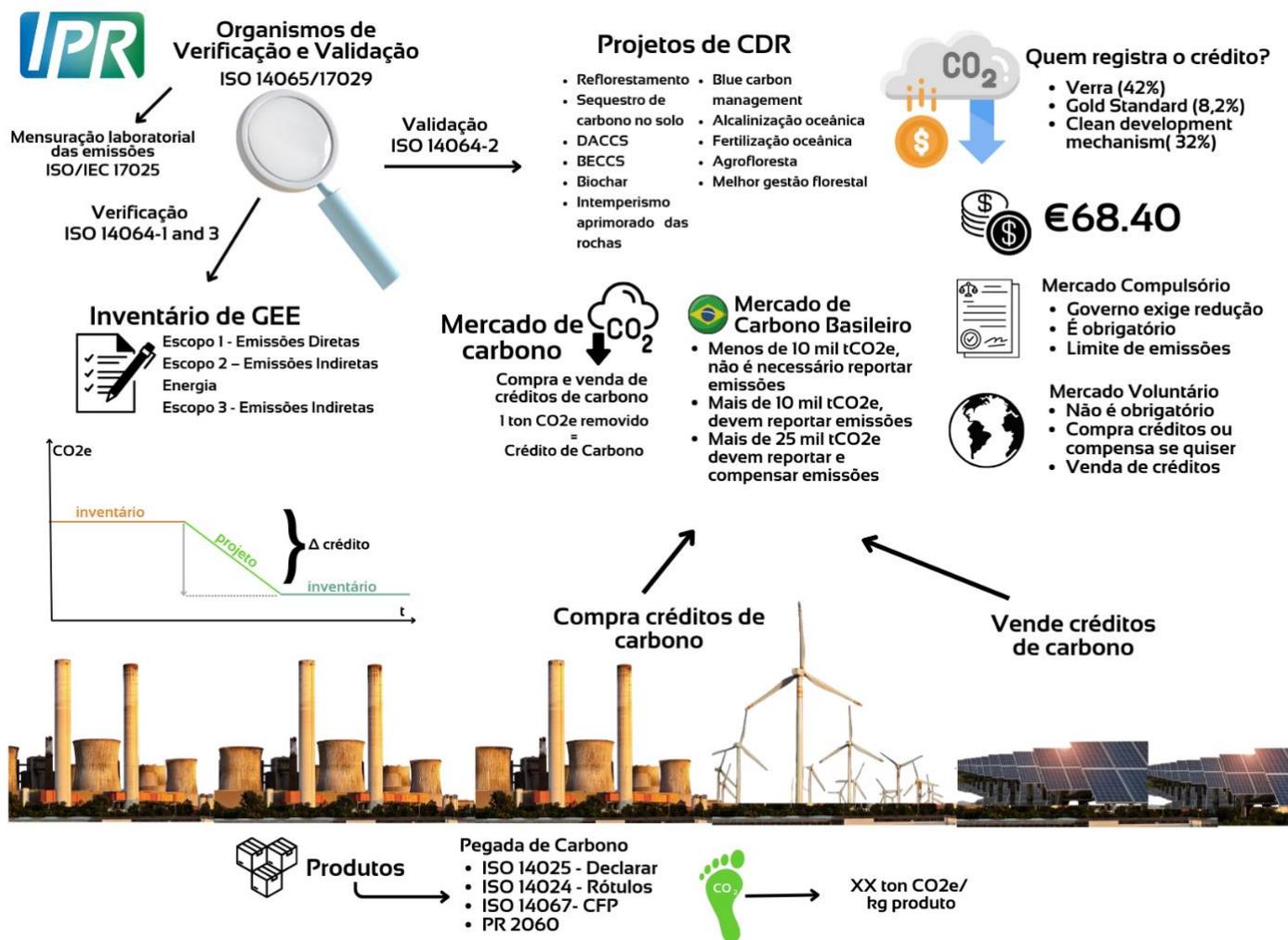


Figura 1 – Esquema sobre Mercado de Carbono. Fonte: Elaborado pelos autores.

A mensuração dos inventários de GEE é o passo inicial para implementação de políticas eficazes de mitigação das mudanças climáticas, bem como para promover práticas sustentáveis e responsáveis tanto no setor público quanto privado. Desta forma, o objetivo deste estudo é descrever a sistemática para elaboração de inventários de GEE no IPR. Os objetivos específicos deste trabalho são: (i) utilizar o ciclo PDCA para o processo de padronização, (ii) criar um procedimento operacional padrão para o Instituto, (iii) realizar levantamento do inventário, (iv) disponibilizar serviço especializado a organizações. A escolha do tema se justifica pela crescente demanda por inventários de GEE diante da regulamentação do mercado de carbono no Brasil. Organizações precisam quantificar suas emissões para se adequar às novas exigências, e o IPR, ao estruturar seu próprio inventário, não apenas melhora sua gestão ambiental, mas também se capacita para oferecer esse serviço a outras instituições. Este estudo parte da hipótese de que a padronização da elaboração de inventários de GEE no IPR, utilizando o ciclo PDCA, pode garantir maior exatidão, rastreabilidade e integração com o SGQ do Instituto.

O presente estudo foi realizado no IPR da PUCRS. O Instituto tem por objetivo fomentar, dar visibilidade e proporcionar um crescimento sustentado das ações da universidade em pesquisa, desenvolvimento e inovação na área de petróleo e derivados, recursos naturais, energia e meio ambiente. A estrutura do Instituto compreende 5000 m<sup>2</sup> de área construída no Parque Científico e Tecnológico da PUCRS (Tecnopuc). Esta estrutura consiste em um prédio de sete andares sendo os quatro primeiros destinados a laboratórios de alta complexidade e os três últimos a salas de pesquisadores e infraestrutura administrativa. O IPR inclui o Laboratório de Análises Químicas (LAQ), o Laboratório de Caracterização de Rochas (LCR), o Laboratório de Geoquímica e Petrofísica (LGP), o Laboratório de

Isótopos e Geocronologia (LIG), Laboratório de Monitoramento Ambiental e Biotecnologia (LMA) e o Laboratório de Tecnologias de Baixo Carbono e Hidrogênio (LBC). O Instituto é acreditado internacionalmente em duas normas: ISO/IEC17025 e ISO17034.

Este estudo se limita à elaboração do inventário de GEE do IPR com base no ano de 2022, considerando os Escopos 1, 2 e 3, conforme a metodologia do GHG Protocol Brasil e a ABNT NBR ISO 14064. Além disso, restringe-se à utilização de ferramentas da qualidade, como fluxograma, plano de ação e checklist, sem abranger outras metodologias alternativas.

A estrutura desse estudo está definida em cinco seções. Na atual seção são expostos o conteúdo sobre inventários de GEE, sobre a metodologia PDCA, os objetivos, justificativas e suas delimitações. Na segunda são apresentados os principais temas abordados neste estudo de caso. Após é apresentado o método de pesquisa e de trabalho utilizados. A quarta seção é de detalhamento da aplicação prática e comprovação dos resultados. Por fim, na quinta seção estão apresentadas as considerações finais sobre estudo.

## 2. Revisão de literatura.

Nesta seção são abordados os aspectos conceituais sobre GEE, inventários e padronização.

### 2.1. Gases de Efeito Estufa.

Segundo Santos, Armani e Moreira (2024), os gases de efeito estufa, são gases poluentes, alguns como CO<sub>2</sub>, são responsáveis pela degradação da camada de ozônio causando o efeito estufa, que aumenta a temperatura da terra gerando um desequilíbrio ambiental. Este problema ocorre porque o gás ozônio entra em reação com outros gases tais como o CO<sub>2</sub>, Metano (CH<sub>4</sub>) e Óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>), entre outro.

De acordo com a nona edição do SEEG, o Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima (2021), o total de emissões brutas no Brasil atingiu 2,16 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente em 2020, contra 1,97 bilhão de toneladas em 2019. O nível de emissões verificado em 2020 é o maior desde o ano de 2006 (POTENZA; et al, 2021).

Em comparação às emissões globais, o Brasil ocupa o quinto lugar entre os maiores poluidores climáticos, com cerca de 3,2% do total mundial ficando atrás apenas de China, EUA, Rússia e Índia.

Dentre os fatores de aumento das emissões de GEE no país, o principal seriam os as mudanças de uso da terra (desmatamento). Em seguida vêm a agropecuária, o setor de energia e os processos industriais, quase empatado com o setor de resíduos (Tabela 1).

Tabela 1 – Emissões de GEE no Brasil 2019 e 2020 (tCO<sub>2</sub>e).

SETORES	2019	%	2020	%	VARIAÇÃO 2019-2020
Agropecuária	562.987.702	29%	577.022.998	27%	2,5%
Energia	412.466.747	21%	393.705.260	18%	-4,5%
Processos Industriais	99.472.616	5%	99.964.389	5%	0,5%
Resíduos	90.399.714	5%	92.047.812	4%	1,8%
Mudança de Uso da Terra e Floresta	806.996.124	41%	997.923.296	46%	23,7%
<b>Total Emissões Brutas</b>	<b>1.972.322.903</b>		<b>2.160.663.755</b>		<b>9,5%</b>
<b>Total Emissões Líquidas</b>	<b>1.336.613.309</b>		<b>1.524.954.161</b>		<b>14,1%</b>

Fonte: POTENZA; et al, 2021.

Tendo a atual agenda climática, é muito importante as organizações terem consciência dos seus impactos no meio ambiente através dos inventários de GEE.

## **2.2. Inventário de gases efeito estufa.**

---

Um inventário de GEE é uma ação muito importante para quem está iniciando a contribuir com o combate as mudanças climáticas (ABNT, 2022). Segundo a norma ABNT NBR ISO 14064, um inventário é uma lista dos GEE, indicando sumidouros, emissões e remoções de GEE quantificadas de uma empresa. Com a realização do inventário, uma organização também consegue atrair novos investimentos e oportunidades de negócios, sendo também possível planejar seus processos de forma que garantam maior eficiência econômica e energética para a organização, refletindo um amadurecimento das práticas de sustentabilidade corporativa no Brasil. (ALBANO; et al, 2024).

As principais normas relacionadas com os inventários de gases efeito estufa são: ABNT NBR ISO 14064 e GHG Protocol. A ABNT NBR ISO 14064 faz parte da série ABNT NBR ISO 14060, que é responsável por fornecer clareza e consistência para quantificar, monitorar, relatar e validar ou verificar as emissões e remoções de GEE (ABNT, 2022). A ABNT NBR ISO 14064 descreve os princípios e critérios necessários para conceber, desenvolver, supervisionar e relatar inventários de GEE em organizações. Engloba as diretrizes para estabelecer os limites de emissão e remoção de GEE, mensurar precisamente as emissões e remoções associadas à organização, e identificar ações ou práticas específicas da empresa voltadas para aprimorar a gestão dos GEE. Adicionalmente, abrange requisitos e orientações relacionados à gestão da qualidade do inventário, elaboração de relatórios, condução de auditorias internas e definição das responsabilidades da organização nas atividades de verificação (ABNT, 2007).

O GHG Protocol é uma metodologia utilizada mundialmente pelas empresas e governos para entender, quantificar e gerenciar suas emissões de GEE. O GHG Protocol sistematiza a contabilização das emissões, por meio de ferramentas de cálculo que apresentam métodos e fatores de emissão pré-definidos para cada categoria (SOUSA; et al, 2024). O programa brasileiro foi iniciado pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGVcec), em parceria com o World Resources Institute (WRI), Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e World Business Council for Sustainable Development (WBSCD). O programa brasileiro oferece instruções para empresas que desejam realizar inventários, através de uma plataforma virtual para divulgação dos resultados e comparação dos inventários de diversas organizações brasileiras (MONZONI, 2008).

O GHG Protocol se divide em três escopos. O Escopo 1 refere-se às emissões diretas de uma organização, ou seja, aquelas provenientes de fontes que pertencem à organização ou estão sob seu controle. Essas emissões devem ser classificadas em: combustão estacionária, combustão móvel, emissões de processos físicos e químicos, emissões fugitivas e emissões agrícolas (SANTOS; et al, 2010). O Escopo 2 está relacionado com as emissões indiretas, diretamente associadas à compra de energia elétrica pela organização. Essas emissões resultam da compra de eletricidade, calor ou vapor, gerados no local de sua produção. Podem ser classificadas em: compra de eletricidade e compra de calor ou vapor (BARBOSA, 2024).

O Escopo 3 também está relacionado com as emissões indiretas, mas sua inclusão nos inventários de GEE é opcional. As organizações são obrigadas a incluir apenas os Escopos 1 e 2. O Escopo 3 envolve emissões indiretas associadas às atividades da organização, mas que ocorrem em fontes que não pertencem à organização ou que não estão sob seu controle. Exemplos incluem a terceirização de serviços, transporte de matérias-primas, produtos acabados e descartáveis, e o uso de combustível pelos funcionários para deslocamento até a empresa ou em outras atividades (CASTRO; PEREIRA; FREITAS, 2018).

## **2.3. Padronização.**

---

O ciclo PDCA, também conhecido como Ciclo de Deming, fundamentado em conceitos da Teoria da Administração Científica de Taylor, tem por princípio tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução da gestão, buscando maior produtividade do trabalho e buscando eficiência nas

organizações (WIETCOVSKY; MENDONÇA, 2022). Segundo Slack (2018), o ciclo inicia com a fase *Plan*, que inclui uma análise do método atual ou do problema em estudo. Isso implica na coleta e análise de dados para formular um plano de ação visando aprimorar o desempenho. Após a concordância sobre um plano de melhoria, a próxima etapa é a fase *Do*. Trata-se de uma fase de implementação, na qual o plano é testado na prática. Durante essa fase, pode ocorrer um pequeno ciclo PDCA conforme os problemas de implementação são solucionados. Na sequência, entra a fase *Check*, na qual a nova solução implementada é avaliada para verificar se resultou no aprimoramento de desempenho esperado. Finalmente, ao menos para este ciclo, chega a fase *Act*, onde são tomadas as atitudes necessárias, para a correção.

O ciclo PDCA visa a melhoria contínua ao repetir o ciclo continuamente, ou seja, a organização tem a oportunidade de aprimorar seus processos de forma incremental. Com o tempo, essa abordagem leva à consolidação de padrões de excelência (WIETCOVSKY; MENDONÇA, 2022).

Segundo Silva e Loos (2020), a técnica de padronização tem como objetivo reduzir a variabilidade dos processos de trabalho e é considerada a melhor técnica para gerenciamento de processos. A padronização pode ser documentada através de um POP, que é uma descrição detalhada de todas as operações necessárias para a realização de uma atividade (GEPPERT; et al, 2021).

### **3. Metodologia.**

---

A atual seção é dividida em duas subseções: (i) método de pesquisa, (ii) método de trabalho. Na primeira seção é apresentado as características da pesquisa, com suas justificativas, e na segunda seção é apresentado as etapas de trabalho, com descrições, características e ferramentas usadas para cumprimento dos objetivos escolhidos para o estudo.

#### **3.1. Método de pesquisa.**

---

A atual pesquisa tem a metodologia caracterizada com base na sua natureza, procedimentos, objetivo e abordagem. Este estudo se caracteriza como de natureza aplicada, pois se trata de uma metodologia desenvolvida na prática dentro do IPR (LAKATOS, 2021).

O procedimento utilizado se caracteriza como estudo de caso, uma vez que a pesquisa tem o propósito de descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação (GIL, 2019). O objetivo da pesquisa se caracteriza como exploratório, pois visa padronizar a elaboração de inventários de GEE no IPR. Este estudo adota uma abordagem quali-quantitativa, combinando dados de emissões do Instituto com a análise da aplicação do ciclo PDCA na elaboração do inventário (LAKATOS, 2021).

#### **3.2. Método de trabalho.**

---

O método de trabalho utilizado neste estudo, foi baseado no ciclo PDCA. A proposta do método está na Figura 2.

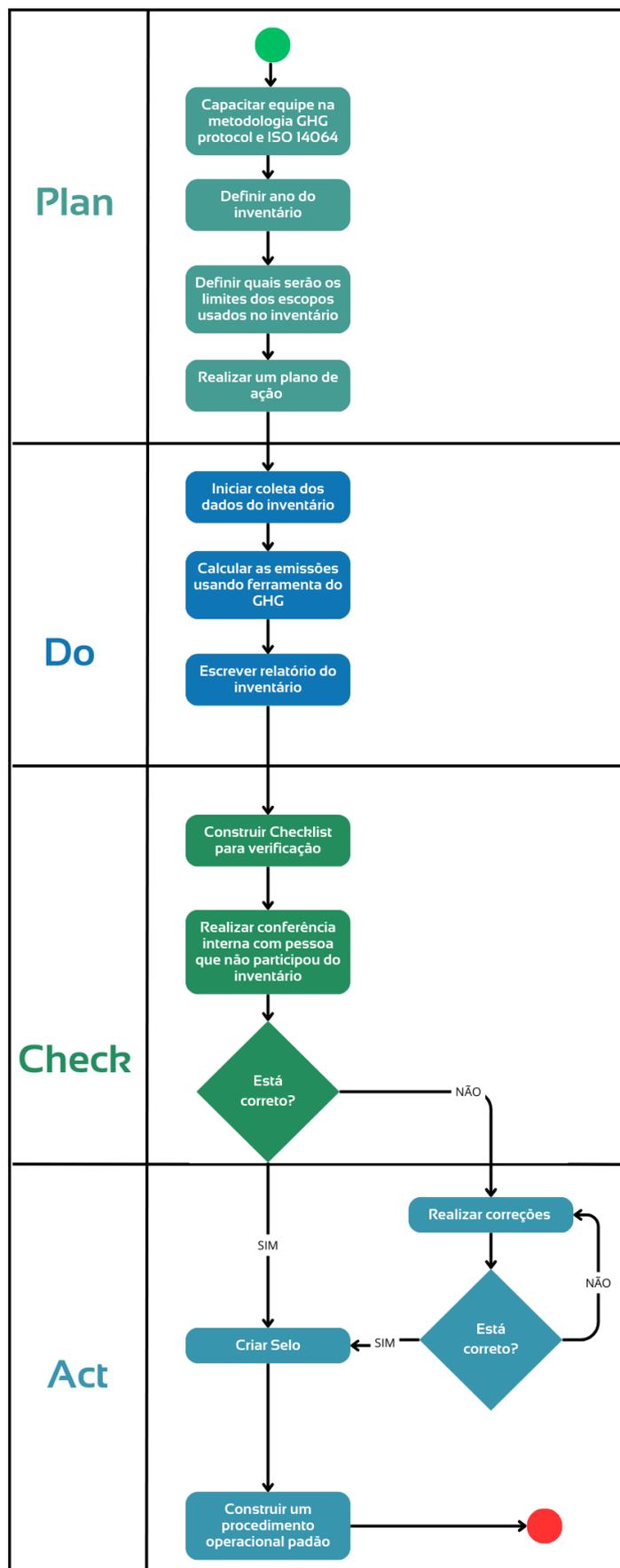


Figura 2 - Método de Trabalho. Fonte: Elaborado pelos autores.

### **3.2.1. Plan.**

---

O ciclo PDCA possui quatro etapas. A primeira fase é o *Plan*, que envolve a realização de uma avaliação do método atual, incluindo a coleta e análise de dados para elaborar um plano de ação com o objetivo de aprimorar o desempenho (MORAIS; SILVA, 2022). O primeiro passo para realizar o inventário é ter conhecimento sobre a ferramenta do GHG Protocol e como utilizá-la. Caso os colaboradores não conheçam a ferramenta, se faz necessário realizar uma capacitação da equipe envolvida no tema. Após, deve-se definir o ano em que o inventário será realizado, pois todas as informações coletadas serão referentes a este ano. Também é necessário definir os escopos e limites do inventário com base nas atividades da empresa, podendo desconsiderar alguns limites organizacionais da ferramenta do GHG Protocol Brasil quando pertinente. Com escopos, limites e ano definidos, será elaborado um plano de ação para organizar as atividades e processos do inventário.

Para planejar o inventário, é necessário definir o ano base, os escopos e os limites que serão utilizados para realizá-lo. Uma excelente ferramenta da qualidade que pode ajudar a definir os limites é a estratificação. O objetivo dessa ferramenta é identificar os processos da organização que estarão relacionados a cada limite e escopo, facilitando a organização e a categorização das atividades (INÁCIO et al, 2023).

A principal ferramenta para traçar objetivos é o plano de ação (GABRIEL; NASCIMENTO, 2019). Montar um plano de ação para a elaboração de um inventário de GEE é fundamental, pois ajuda a traçar um caminho mais eficiente em direção ao objetivo principal. Após a elaboração do plano, as atividades previstas são iniciadas. Para construir um plano de ação, pode-se utilizar a matriz 5W1H, que possui seis colunas: (i) *What*, (ii) *Who*, (iii) *When*, (iv) *Where*, (v) *Why* e (vi) *How*. No "*What*" são definidas as ações necessárias para a elaboração do inventário. "*Who*" define quem será o responsável por cada atividade. "*When*" refere-se ao prazo para a conclusão das atividades. "*Where*" indica o local onde serão realizadas. "*Why*" apresenta a justificativa de cada ação, e "*How*" descreve como as atividades serão executadas. Após a elaboração da matriz, as atividades são aplicadas conforme o planejamento.

### **3.2.2. Do.**

---

Na fase *Do*, todas as atividades planejadas no plano de ação são executadas, respeitando os prazos e atividades estabelecidos no planejamento (II; SMALLEY, 2010). Conforme observado por Pinho (2009), na fase de coleta de dados, cada responsável pela coleta deve entrar em contato com o setor ou membro da organização responsável pela obtenção dos dados necessários para o escopo do inventário. Os registros dos dados devem ser documentados de alguma forma pelo responsável da atividade. Após a coleta dos dados, estes devem ser inseridos na ferramenta desenvolvida pela FGV (CORDEIRO; et al, 2017). Esta ferramenta é reconhecida pela sua sistemática confiável de contabilização das emissões, com fórmulas prontas e divisões por escopos e limites na planilha.

No relatório final do inventário, todas as emissões contabilizadas devem ser listadas, separadas pelos seus respectivos escopos, abordando as fontes emissoras. Se houver, também devem ser mencionadas as fontes de emissões evitadas, responsáveis pela descarbonização (MENEZES, 2018). A fim de facilitar a elaboração de inventários futuros, é uma boa prática incluir uma memória de cálculo ao final do documento. Em seguida, se realiza a conferência interna do relatório e dos dados.

### **3.2.3. Check.**

---

Segundo Faria e Longhini (2021), a fase *Check* serve para avaliar o que foi realizado, identificando possíveis problemas e não conformidades nas ações executadas. Para garantir a rastreabilidade e a precisão dos dados do inventário, é essencial realizar uma auditoria de verificação do inventário de GEE (ABNT, 2007). Uma maneira eficaz de assegurar a precisão dos dados é por meio de uma auditoria interna para conferência do inventário, cujo objetivo é encontrar oportunidades de melhoria dentro do processo (ABNT, 2018).

Para realizar essa conferência interna, é importante desenvolver um checklist com os requisitos que serão avaliados durante o processo. Esses requisitos devem estar alinhados ao GHG Protocol e a

ABNT NBR ISO 14064. A conferência deve ser conduzida por uma pessoa que não tenha participado da elaboração do inventário, com o objetivo de identificar erros ou oportunidades de melhoria. Na próxima etapa do método, as melhorias identificadas nessa fase são implementadas.

#### **3.2.4. Act.**

---

Segundo Andrade (2003), a última etapa do PDCA a fase *Act* é utilizada para a padronização dos processos utilizados desde a fase de planejamento até a fase em que são realizadas ações corretivas, para problemas encontrados, garantindo a eficácia e melhoria contínua.

A melhor maneira de garantir a padronização da elaboração do inventário de GEE é com a criação de um POP. O documento deve conter processos claros e bem definidos para auxiliar na elaboração do inventário (CORREA; et al, 2020).

Para elaborar um POP de elaboração de inventários de GEE, é importante usar as referências da área, como o GHG protocol e a ABNT NBR ISO 14064. Também é interessante adicionar o procedimento no sistema da gestão da organização. Fazendo com que funcionários entendam os processos de elaboração de inventário da organização.

### **4. Resultados.**

---

Nesta seção está apresentado o desenvolvimento do estudo de caso, realizado com base nas etapas citadas no método de trabalho.

#### **4.1. Resultados da etapa *Plan*.**

---

Iniciando o inventário do IPR, foram capacitados 30 colaboradores do IPR na ABNT NBR ISO 14064 e na ferramenta GHG Protocol com profissionais de experiência na área. Foi definido como ano-base 2022, logo todas as informações utilizadas na construção do artigo estão relacionadas a este ano. Definiu-se que o inventário compreenderia os três escopos. Foram considerados no inventário os limites operacionais: (i) Emissões fugitivas, (ii) Processos industriais, (iii) Aquisição de energia elétrica, (iv) Resíduos sólidos gerados nas operações, (v) efluentes gerados nas operações, (vi) Viagens a negócios e (vii) Deslocamento de funcionários (casa-trabalho).

Na Figura 3 é possível ver a estratificação realizada. Onde foram desdobrados os escopos do GHG Protocol até os processos do IPR.

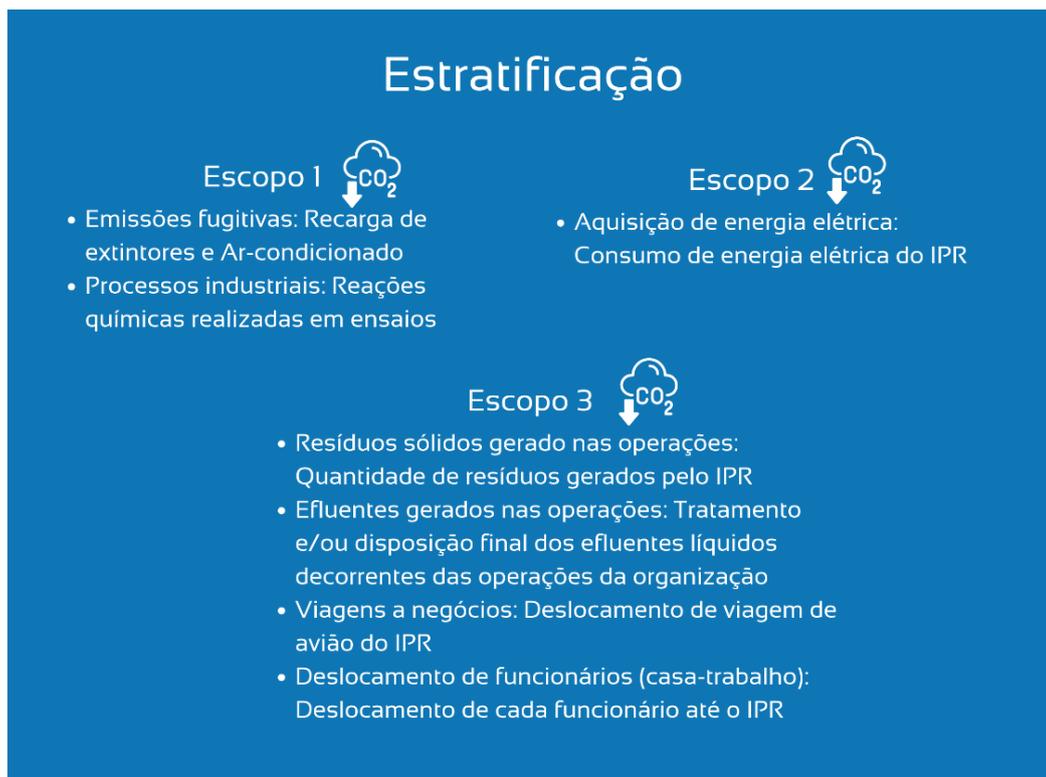


Figura 3 – Estratificação. Fonte: Elaborado pelos autores.

Com escopos e limites definidos, foram designadas as tarefas de coleta de dados à equipe responsável pela elaboração do inventário. A Quadro 1 apresenta as atividades e os responsáveis pela elaboração do inventário.

Quadro 1 – Plano de Ação.

What	Who	When	Where	Why	How	
Curso	Equipe de pesquisadores IPR e GQ	nov/23	Instituto do Petróleo e dos Recursos Naturais	Para capacitar a equipe	Realizando um treinamento interno	
Emissões Fugitivas	Samanta	out/nov/2023		Coletar dados do inventário		Entrando em contato com setor responsável para adquirir informações
Reações laboratória	Coordenadores	out/nov/2023				
Energia	Pedro/Filipe/Arthur	out/nov/2023				
Resíduos sólidos/líquidos	Samanta	out/nov/2023				
Efluentes	Samanta	out/nov/2023				
Viagens negócios	Rodrigo/Arthur	out/nov/2023				
Deslocamento de funcionários	Rodrigo/Pedro	out/nov/2023				
Cálculo	Samanta/Pedro/Rodrigo	dez/23				
Conferência interna	Juliana	dez/23				

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 4.2. Resultados da etapa *Do*.

Para construir o inventário, foi utilizado o GHG Protocol, uma das ferramentas mais utilizadas do mundo para o cálculo de emissões de GEE. No inventário do Instituto, foram considerados os seguintes limites: (i) Emissões Fugitivas, (ii) Processos Industriais, (iii) Energia elétrica - abordagem de localização, (iv) Tratamento de resíduos (resíduos sólidos) gerados na operação, (v) Tratamento e disposição final de Resíduos (efluentes líquidos) gerados na operação, (vi) Viagens a negócio e (vii) Deslocamento Casa Trabalho.

Para a coleta de dados das emissões fugitivas, foram considerados os equipamentos de refrigeração e ar-condicionado, extintores de incêndio que passaram por manutenção/recarga e o uso de hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) e trifluoreto de nitrogênio (NF<sub>3</sub>). O líder de refrigeração da gerência de infraestrutura (GEINFRA/PUCRS) forneceu as informações sobre as trocas de gases dos aparelhos de ar-condicionado. Por meio de consulta por e-mail ao SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho) da Universidade, foram obtidas as informações sobre recargas dos extintores do IPR. O setor de compras forneceu informações sobre a compra de cilindros de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, cujos pesos foram convertidos para kg de CO<sub>2</sub>.

Para o limite operacional Processos Industriais, a coordenadora do LAQ identificou as fontes emissoras de GEE do laboratório, considerando cada método analítico e equipamento utilizado nos ensaios. Os demais laboratórios não apresentaram influência no ano a ser inventariado.

No escopo 2, foi utilizado o limite de Energia elétrica - abordagem de localização, pois o IPR não produz energia. O consumo de energia do IPR foi repassado por um funcionário da GEINFRA, que relatou os consumos dos prédios e dos aparelhos de ar-condicionado através de dois relógios medidores.

Para o tratamento de resíduos sólidos gerados na operação, foi consultado o PGRS (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos) da Universidade, sendo quantificado separadamente por unidade. Os cálculos foram realizados com base nas informações fornecidas e nos guias do IPCC.

Para o tratamento e disposição final de efluentes líquidos, foi realizada uma pesquisa sobre os métodos utilizados pela cidade de Porto Alegre, onde o IPR está localizado.

As informações sobre viagens a negócio foram obtidas junto ao setor administrativo, incluindo os dados de projetos que ocorreram em 2022, como nomes dos projetos, número de viajantes e aeroportos envolvidos.

O deslocamento casa-trabalho incluiu o cálculo de emissões do transporte de funcionários entre casa e trabalho. Estas informações foram levantadas através de uma pesquisa digital interna, onde os colaboradores do IPR descreveram sua jornada diária de ida e volta para casa.

Os resultados da ferramenta de cálculo de emissões podem ser visualizados pode ser visto nos Tabela 2,3 e 4. Pode ser analisado a distribuição das emissões na Figura 4.

Tabela 2 – Emissões Escopo 1.

Categoria	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões de CO <sub>2</sub>	
		biogênico (t)	Remoções de CO <sub>2</sub> biogênico (t)
Emissões fugitivas	48,061	0,000	0,000
Processos industriais	0,006	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>48,067</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 – Emissões Escopo 2.

Categoria	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões de CO <sub>2</sub>	
		biogênico (t)	Remoções de CO <sub>2</sub> biogênico (t)
Aquisição de energia elétrica	57,412	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>57,412</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 4 – Emissões Escopo 3.

Categoria	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões de CO <sub>2</sub>	Remoções de CO <sub>2</sub>
		biogênico (t)	biogênico (t)
Resíduos sólidos gerados nas operações	2,445	0,000	0,000
Viagens a negócios	16,017	0,000	0,000
Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)	10,715	2,284	0,000
<b>Total</b>	<b>29,177</b>	<b>2,284</b>	<b>0,000</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

## Emissões Totais tCO<sub>2</sub>e - Ano 2022 IPR

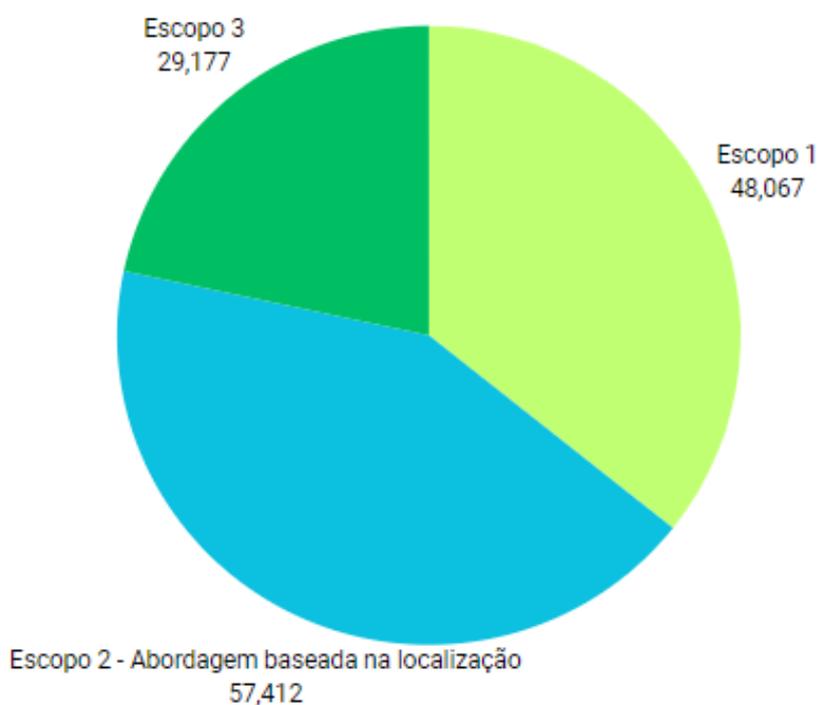


Figura 4 – Gráfico de Emissões Totais 2022. Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme apresentado no gráfico, o escopo 2 é o que apresenta maior volume de emissões. O IPR adquire energia elétrica da concessionária local, e, devido ao uso contínuo dos equipamentos nos ensaios e o ar-condicionado, é esperado que esse escopo apresente um valor alto em relação aos demais escopos.

### 4.3. Resultados da etapa *Check*.

Para iniciar a fase, foi criado um checklist para realizar a conferência interna dos dados e cálculos do inventário. O checklist está alinhado com os requisitos do GHG Protocol e ABNT NBR ISO 14064. O checklist utilizado pode ser visto no Quadro 2.

Quadro 2 – Checklist para conferência interna.

Element	Requirement	Customer Document Reference	Conformance C   NC   NA	Comments on Conformance
<b>1</b>	<b>Documentação Geral</b>			
1.1	Declaração de Escopo e Limites do Inventário	-	-	-
1.2	Descrição dos métodos de cálculo e fontes de dados utilizados	-	-	-
1.3	Evidência de verificação e validação dos dados	-	-	-
<b>2</b>	<b>Identificação das Fontes de Emissão</b>			
2.1	Lista completa de todas as fontes de emissão de GEE	-	-	-
2.2	Classificação das emissões por escopo (Escopo 1, Escopo 2, Escopo 3)	-	-	-
2.3	Identificação de fontes de emissão diretas e indiretas	-	-	-
<b>3</b>	<b>Dados de Atividade</b>			
3.1	Registros de consumo de energia (eletricidade, gás natural, combustíveis fósseis etc.)	-	-	-
3.2	Dados de produção e operações que influenciam as emissões	-	-	-
3.3	Informações sobre o uso de transporte e viagens	-	-	-
<b>4</b>	<b>Fatores de Emissão</b>			
3.1	Aplicação correta dos fatores de emissão (coerência com fontes como IPCC ou base de dados específicas)	-	-	-
3.2	Atualização e validação dos fatores de emissão utilizados	-	-	-
<b>5</b>	<b>Cálculos e Metodologias</b>			
5.1	Revisão dos cálculos para garantir exatidão e consistência	-	-	-
5.2	Verificação da aplicação das metodologias conforme as normas (GHG Protocol, ISO 14064, etc.)	-	-	-
<b>6</b>	<b>Registro e Rastreamento</b>			
6.1	Sistema de registro de dados de emissões e atividades	-	-	-
<b>7</b>	<b>Reduções e Remoções de Emissões</b>			
7.1	Identificação e documentação de iniciativas para redução de emissões	-	-	-
7.2	Registros de remoções de GEE (ex.: sequestro de carbono, compra de créditos de carbono)	-	-	-
7.3	Validação da conformidade com os critérios para considerar as reduções/remoções de emissões	-	-	-
<b>8</b>	<b>Revisão e Melhoria Contínua</b>			
8.1	Análise de desempenho e tendências de emissões ao longo do tempo	-	-	-
8.2	Identificação de oportunidades para melhorias no processo de inventário	-	-	-
8.3	Implementação de ações corretivas e preventivas	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores.

A conferência do inventário foi realizada por uma colaboradora do IPR, que não participou de nenhuma etapa dos cálculos e coleta de dados, mas que possui competência na área de elaboração de inventários de GEE, usando a ferramenta do GHG Protocol Brasil. A colaboradora possui experiência realizando auditorias internas e avaliações na área da ISO/IEC17025. A conferência verificou a análise dos dados coletados e como foram utilizados nos cálculos das emissões e análise do relatório final de emissões. A conferência resultou em nenhuma não conformidade (NC) e em pequenas sugestões de melhoria no texto no relatório final. Estas oportunidades de melhoria foram utilizadas na etapa *Act*.

#### 4.4. Resultados da etapa *Act*.

Com base nas melhorias, foram feitos ajustes no inventário e no relatório. Após a finalização do processo, criou-se um selo de emissões quantificadas, que pode ser visto na Figura 5.



Figura 5 – Selo de Emissões. Fonte: Elaborado pelos autores.

Para manter a qualidade na elaboração de inventários de GEE, foram incluídos procedimentos sobre o tema ao SGQ do Instituto. Os procedimentos descrevem a elaboração de relatórios e armazenamentos de dados, para inventários futuros. Segundo o Manual da Qualidade do IPR, um Procedimento Operacional Padrão deve apresentar descrição de processos e regras de funcionamento do SGQ. No POP foram descritos processos de como criar um inventário do zero. Os processos podem ser vistos na Figura 6.

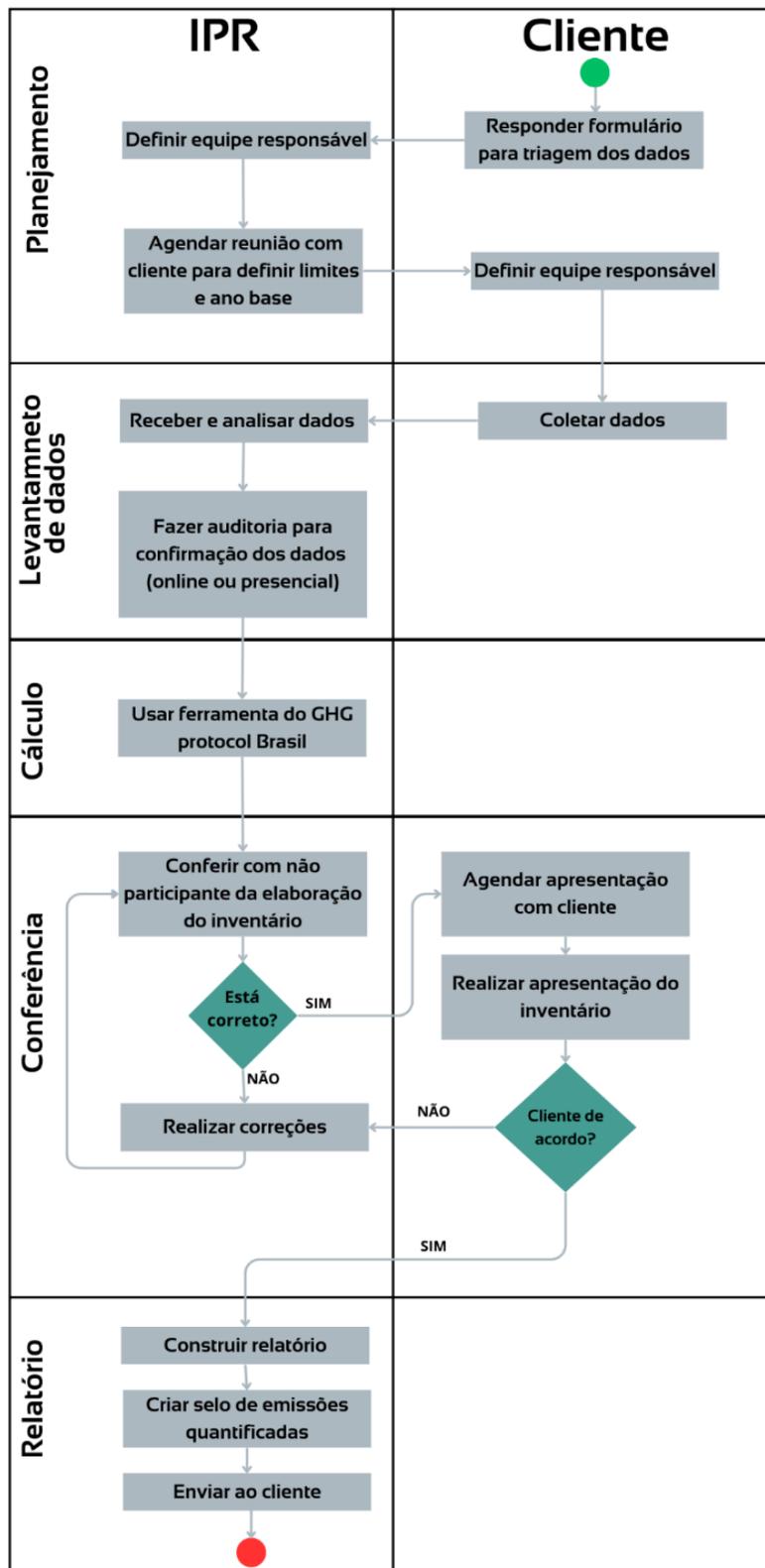


Figura 6 – Fluxo do Processo Padronizado. Fonte: Elaborado pelos autores.

Com o processo padronizado, o Instituto está fornecendo o serviço de elaboração de inventários de GEE. Tendo em vista o atual mercado regulatório de carbono no Brasil, realizar um inventário de GEE é crucial para o atual momento das indústrias que muitas vezes emitem muito CO<sub>2</sub> equivalente.

#### 4.5. Tendências Futuras do Mercado de Carbono no Brasil.

Aumento da preocupação com as mudanças climáticas tem incentivado a adoção de políticas para redução das GEE e o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. Nesse contexto, a regulamentação do mercado de carbono e a implementação de um arcabouço legal para captura e armazenamento de carbono (CCS) são estratégias fundamentais para promover a descarbonização.

No Brasil, a Lei nº 15.042/2024 instituiu o SBCE, baseado no modelo cap-and-trade. O sistema estabelece a Cota Brasileira de Emissão (CBE), equivalente ao direito de emitir uma tonelada de CO<sub>2</sub>e, e o Certificado de Redução ou Remoção Verificada de Emissão (CRVE) que certifica reduções ou remoções de emissões (ALBANO; et al., 2024). Empresas sujeitas ao mercado regulado deverão cumprir metas de descarbonização, enquanto o mercado voluntário possibilita a participação de organizações interessadas em estratégias de sustentabilidade corporativa.

A implementação do SBCE será conduzida em cinco fases, incluindo a regulamentação inicial, o estabelecimento de um sistema de Monitoramento, Relato e Verificação (MRV), a elaboração de planos de alocação, a distribuição de CBEs e a operacionalização do mercado secundário. O sistema abrangerá indústrias com emissões superiores a 25.000 toneladas de CO<sub>2</sub>e por ano, demandando a elaboração de inventários de emissões.

Adicionalmente, a Lei Federal nº 14.993/2024 regulamenta o CCS no Brasil, conferindo à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) a responsabilidade pela concessão de autorizações para projetos de armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>. A legislação determina o monitoramento contínuo das atividades e a certificação de créditos de carbono decorrentes desse processo (ALBANO; et al., 2024). Na Figura 7 é possível visualizar um mapa mental que explica o funcionamento da nova Lei no Brasil.

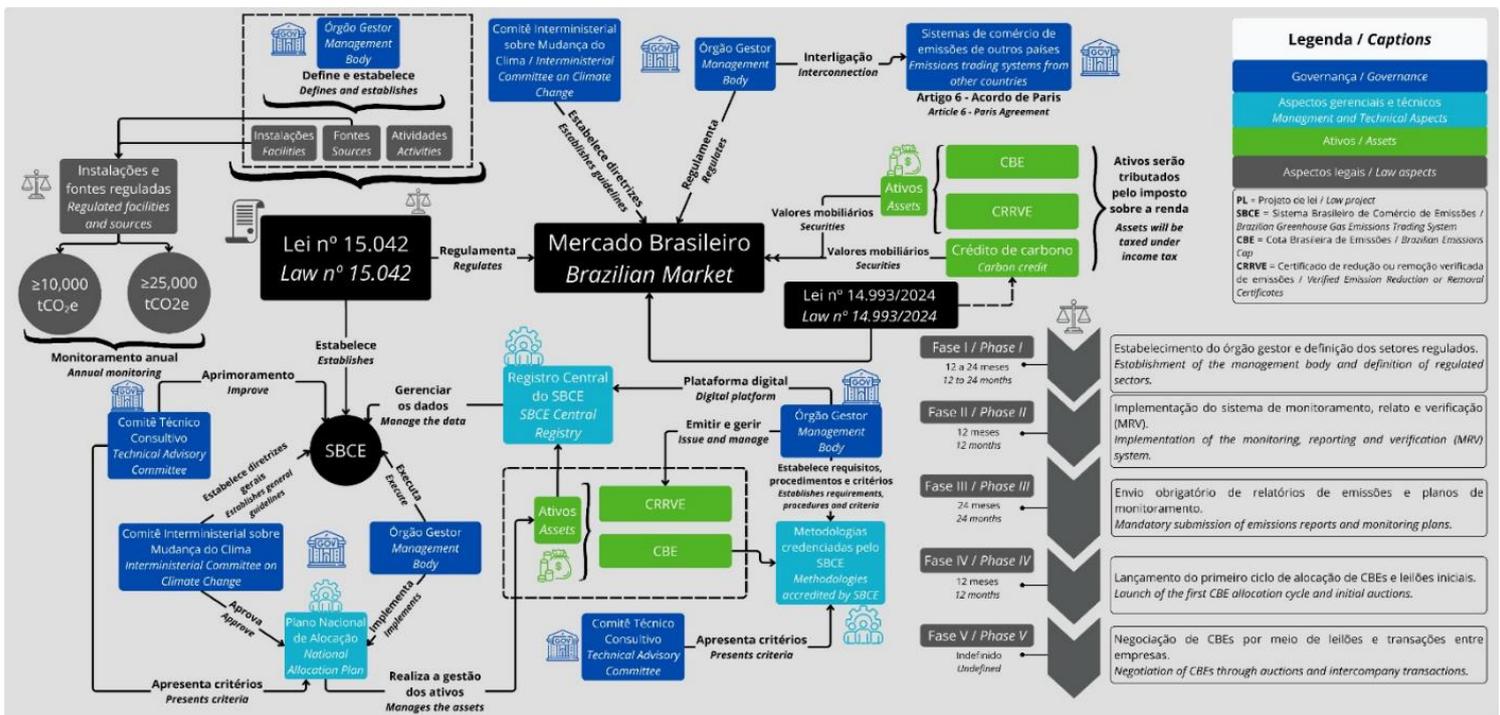


Figura 7 – Brainmap about the Brazilian law. Fonte: Albano; Et al, 2024.

O IPR atualmente possui projetos de diversas tecnologias para remoção e redução de CO<sub>2</sub>. Por exemplo o projeto DAC.SI, que implementa a tecnologia de remoção de CO<sub>2</sub>, Captura de CO<sub>2</sub> Direto do Ar (DAC), prometendo uma remoção confiável de CO<sub>2</sub>, com as metas necessárias para promover ações de combate as mudanças climáticas. O IPR desenvolve um projeto que aborda as questões de implementação de uma planta experimental de DAC no Brasil.

Outro exemplo é o projeto Algas, que tem como principal objetivo investigar o potencial das microalgas marinhas para a captura de CO<sub>2</sub> e suas aplicações biotecnológicas em uma escala laboratorial. As microalgas emergem como organismos altamente promissores na busca por soluções, pela sua notável capacidade de capturar CO<sub>2</sub> e gerar biomassa, bem como metabólitos biotecnológicos que podem ser convertidos em produtos de considerável valor agregado. Considerando a nova oportunidade que surge no país, o cenário é altamente favorável para o Instituto.

O setor industrial é um dos principais responsáveis pelas emissões de Escopo 1, uma vez que muitos processos produtivos dependem da queima de combustíveis fósseis (ANTONIASSE, 2024). Para mitigar essas emissões de GEE, iniciativas de remoção ou redução de CO<sub>2</sub> desempenham um papel estratégico. Tecnologias como a CCS e o uso de hidrogênio verde apresentam grande potencial para reduzir a pegada de carbono da indústria, contribuindo de forma significativa para a transição rumo a uma economia de baixo carbono.

Pensando na indústria de serviços, as emissões de Escopo 2 frequentemente representam a maior parcela do inventário de carbono, como observado no IPR (ALVES, 2022). A solução mais eficaz para reduzir essas emissões é o investimento em fontes de energia limpa, como a geração solar e eólica, além da adoção de contratos de compra de energia renovável. Medidas de eficiência energética, como a modernização de equipamentos e a implementação de sistemas inteligentes de gestão de energia, também desempenham um papel fundamental na redução do consumo elétrico e, conseqüentemente, das emissões associadas.

Empresas de logística desempenham um papel fundamental na cadeia de suprimentos de diversas indústrias no Brasil e são responsáveis por uma parcela significativa das emissões de GEE, impactando diretamente o Escopo 3 de muitas organizações (BARBOSA, 2024). Para avançar na descarbonização da cadeia de suprimentos, é essencial adotar uma gestão eficiente das emissões e investir em soluções sustentáveis para o transporte, como a eletrificação de frotas, o uso de biocombustíveis e a otimização de rotas para reduzir o consumo de combustível e as emissões associadas.

## **5. Considerações finais.**

---

O presente estudo tem como objetivo descrever a sistemática para a elaboração de inventários de GEE no IPR, aplicando a metodologia do ciclo PDCA para garantir padronização e integração ao SGQ. Foi possível comprovar que a implementação dessa abordagem proporcionou maior rastreabilidade e confiabilidade ao processo, além de permitir que o Instituto estruturasse um serviço especializado para a elaboração de inventários de GEE.

A metodologia desenvolvida pode ser replicada em diferentes organizações que buscam melhorar a gestão de suas emissões. Empresas do setor industrial podem utilizar a sistemática para mapear e reduzir emissões do Escopo 1 por meio da otimização de processos produtivos e adoção de tecnologias de captura de carbono. No setor de serviços, a metodologia pode auxiliar na mitigação de emissões do Escopo 2, incentivando a aquisição de energia renovável e a eficiência energética. Para empresas de logística e transporte, a abordagem proposta facilita a contabilização e gestão de emissões do Escopo 3, promovendo maior controle sobre a cadeia de suprimentos e fornecedores.

Diante da regulamentação do mercado de carbono no Brasil, a implementação de inventários padronizados se torna essencial para a conformidade regulatória e a participação no comércio de créditos de carbono. A metodologia aplicada no IPR pode servir como referência para organizações que precisam quantificar e reportar suas emissões de GEE, garantindo maior transparência e alinhamento com padrões internacionais, como a ABNT NBR ISO 14064 e o GHG Protocol.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a análise do impacto da padronização dos inventários na redução das emissões organizacionais, bem como a aplicação da metodologia em diferentes setores da economia. Além disso, a realização de benchmarking entre empresas e instituições que adotam inventários de GEE pode contribuir para o aprimoramento contínuo do processo e identificação de melhores práticas para mitigação das emissões.

Com a estruturação do inventário de GEE e sua integração ao SGQ, o IPR reafirma seu compromisso com a sustentabilidade e a gestão responsável das emissões, fortalecendo sua posição como referência no tema.

## Referências.

---

ALBANO, Filipe; Et al. Framework about the carbon market in Brazil. **17th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies GHGT-17**. 20 th -24th October 2024, Calgary Canada.

ALVES, João. **ELETRIFICAÇÃO DE UMA FROTA NO SETOR DOS SERVIÇOS DE MOBILIDADE ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO CICLO PDCA**. Mestrado Integrado Em Engenharia E Gestão Industrial. Universidade NOVA de Lisboa, 2022.

ANDRADE, Fábio. **O MÉTODO DE MELHORIAS PDCA**. Dissertação de mestrado em engenharia USP,2003.

ANTONIASSE, Felipe. **ANÁLISE DE RELATÓRIOS DE SUSTENTABILIDADE, COM ÊNFASE NA DIRETRIZ GRI-305 (EMISSÕES): COMPARAÇÃO ENTRE EMPRESAS DO SETOR DE PAPEL E CELULOSE DO BRASIL E DOS EUA**. Trabalho de Conclusão de Curso Engenharia Ambiental E Sanitária, Universidade Federal De Uberlândia. 2024.

ASSAD, Eduardo; Et al. Mudanças climáticas e agricultura: Uma abordagem agroclimatológica. **Mudanças Climáticas Globais e Produção de Hortaliças**. V1 p. 13 – 28, 2009.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISO 14064-1**: Gases de efeito estufa – Parte 1: Especificação com orientação no nível da organização para quantificação e notificação de emissões e remoções de gases de efeito estufa. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 63 p

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISO 14064-3**: Gases de efeito estufa – Parte 3: Especificação com orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 45 p.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISO 19011** Diretrizes para auditoria de sistemas de gestão. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. 65 p.

BARBOSA, Thays. **GESTÃO AMBIENTAL E INOVAÇÕES SUSTENTÁVEIS NO SETOR DE TRANSPORTES: ESTUDO DE CASO NA ZERO CARBON LOGISTICS®**. Trabalho De Conclusão de Curso de Especialização Recursos Hídricos e Ambientais. UFMG, Montes Claros, MG 2024.

BRAGA, Gabriela. **Lei que regula o Mercado de Carbono no Brasil é sancionada** - Demarest. Demarest. Disponível em: <<https://www.demarest.com.br/lei-que-regula-o-mercado-de-carbono-no-brasil-e-sancionada/>>. Acesso em: 21 dez. 2024.

CORDEIRO, Pedro; Et al. **Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa: uma Análise da Divulgação Voluntária Brasileira no ano de 2014**. Belo Horizonte - Edição Especial - II Simpósio Modelagem de Sistemas Ambientais e Gestão da Paisagem: Desafios e aplicações, 2017.

CASTRO, Rafael; PEREIRA, Fabio; FREITAS, Nobel. Inventário de gases de efeito estufa para fundições de aço. **Sistemas & Gestão**, 2018, 13(1), 55–67.

CORREA, Geovane Testa; Et al. Uso de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) comportamentais na realização de atividades profissionais. **Rev. Psicol., Organ. Trab.** [online]. 2020, vol.20, n.2, pp.1011-1017. ISSN 1984-6657.

FARIA, Gustavo; LONGHINI, Tatielle. Ciclo PDCA Aplicado à Gestão da Manutenção de Equipamentos Laboratoriais de Uma Indústria de Celulose. **PRODUTO & PRODUÇÃO**, vol. 22, n.2, p.19-37. 2021

FGV. Centro de Estudos em Sustentabilidade. **Guia para a elaboração de inventários corporativos de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE)**. 2009, São Paulo: FGV.

FORTOUL VAN DER GOES, Teresa I.. Cambio climático, la onda de calor y sus efectos en la salud. **Rev. Fac. Med.** (Méx.), Ciudad de México , v. 65, n. 5, p. 3-7, oct. 2022 . Disponible en <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422022000500003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422022000500003&lng=es&nrm=iso)>. accedido en 14 marzo 2025. Epub 20-Ene-2023. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2022.65.5.01>.

GABRIEL, Jefferson; NASCIMENTO, Schleiden. A utilização do Ciclo PDCA no processo de manutenção: Estudo de caso na manutenção de hidrociclones da moagem de minério. **Produto & Produção**, vol. 19, n.2, p.1-14. 2018

GEPPERT, Marcos; Et al. Estudo das Condições de Saúde e Segurança do Trabalho (SST) em Laboratório de Pesquisa de Tecnologia Ambiental. **PRODUTO & PRODUÇÃO**, vol. 22, n.1, p.1-24, 2021\*

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social** (7. Ed.). Rio de Janeiro: Atlas, 2019.

GHINI, Raquel. Como as mudanças climáticas poderão afetar as doenças das hortaliças? **Mudanças Climáticas Globais e Produção de Hortaliças**. V1 p. 43 – 56, 2009.

INÁCIO, Laíres; Et al. **Ferramentas básicas da qualidade: folha de verificação, estratificação, fluxograma, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz GUT e 5W2H**. São Paulo, SP, Brasil. v.14,n.10,p.17413-17427,2023

**IPCC, 2023**. Mudança do Clima 2023 - Relatório Síntese do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC. Governo do Brasil e Pacto Global da ONU no Brasil, 2023.

LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2021.

MARANHÃO, Mauriti. **ISO Série 9000: (Versão 2008): Manual de Implementação**. 2011, Rio de Janeiro: Qualitymark.

MENEZES, Flavia. **Inventário Das Emissões De Gases De Efeito Estufa No Setor Químico Brasileiro: Estudo De Caso Em Uma Empresa Na Bahia**. Mestrado Em Engenharia Industrial – UFBA. 2018.

MONZONI, Mario. **Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/items/f6ce0440-782f-4cb0-9055-4fd963e7d9ad> . Data de acesso: 13/06/2024. FGV EAESP - GVces - Relatórios Técnicos. 2 ed. São Paulo:2008.

MORAIS, Tarcísio; SILVA, Vanderléia. Melhoria do desempenho no suporte ao cliente em uma empresa de tecnologia financeira. v. 23 n. 3 (2022): **Produto & Produção** Técnicas da Produção Parte 3

PERSON, Ingrid. **Inventário E Gerenciamento De Emissões De Gases De Efeito Estufa Na Indústria De Bebidas: Um Estudo De Caso No Brasil**. Tese mestrado UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2009.

POTENZA, Renata; Et al. **Análise das emissões brasileiras de Gases do Efeito estufa e suas Implicações para as Metas Climáticas do Brasil 1970 –2020**. SEEG, Piracicaba, São Paulo: 2021.

SANTOS, Diego; Et al. Estudo De Neutralização Dos Gases De Efeito Estufa Da Universidade Federal Do Tocantins - Reitoria E Campus Universitário De Palmas: Uma Forma De Mitigação Ambiental. **Revista Geografica Academica**; Goiana Vol. 4, Ed. 2, (2010): 29-40

SANTOS, Letícia; ARMANI, Fernando; MOREIRA, Virnei. Extensão universitária: inventário de gases de efeito estufa da secretaria municipal do meio ambiente de Guaratuba, PR. **Extensão Em Foco**, (32), 59–77. Jan/Jun 2024. <https://doi.org/10.5380/ef.v0i32.91503>.

SOUSA, Maria; Et al. NEUTRALIDADE DO CARBONO, PROCEDIMENTOS AMBIENTAIS DEREDUÇÃO DE GESEIO AQUECIMENTO GLOBAL: UM ESTUDO DE CASO DAS EMPRESAS AMBEV E BUNGE. **Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação**, 10(7), Julho/2024. <https://doi.org/10.51891/rease.v10i7.14911>

SILVA, Francisco; LOOS, Mauricio. Padronização Da Utilização De Embalagem Em Uma Empresa De Medidores De Energia Por Meio Das Ferramentas Da Qualidade. **PRODUTO & PRODUÇÃO**, vol. 21, n.3, p.53-75. 2020.

SLACK, Nigel. **Administração Da Produção**. Rio de Janeiro: Atlas, 2018.

WIETCOVSKY, Marcos. MENDONÇA, Anny. Implementação do Método PDCA para Melhoria no Processo de Recebimento de Milho para Armazéns Terceiros em Filial de Grãos do Mato Grosso. **PRODUTO & PRODUÇÃO**, vol. 23, n.3, p.36-55. 2022

II, Durward K S.; SMALLEY, Art. **Entendendo o pensamento A3**. Grupo A, 2009. E-book. ISBN 9788577806072. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577806072/>. Acesso em: 23 mai. 2024.