

JULHO 2025

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Pinacoteca

Diagnóstico e análise



 **occatu** **Pina_**

Histórico

Versão	Revisão	Data da publicação	Responsável Técnico
00	Emissão Inicial	20/06/2025	Fernanda Kiataqui
01	1ª Revisão	20/06/2025	Renato Toledo
02	2ª Revisão	26/06/2025	Fernanda Kiataqui
03	Aprovação	01/07/2025	Lucas Pereira

Informações cadastrais

Identificação do Cliente

Contratante:	Associação Pinacoteca Arte e Cultura - APAC
Gestor do Contrato:	Cecilia Zuchi Vezzoni cvezzoni@pinacoteca.org.br
Endereço:	Praça da Luz, 02 - CEP 01120-010 - São Paulo/SP
Objeto:	Inventário de emissões de gases de efeito estufa

Identificação da Empresa Executora

Executora:	Occatu Climate
Contato:	Lucas Pereira lucas.pereira@occatu.com
Razão Social:	MDL CONSULTORIA E ASSESSORIA AMBIENTAL LTDA
CNPJ:	07.471.957/0001-65
Endereço:	Avenida Faria Lima, 1982, Conjunto 1304, São Paulo - SP

Acrônimos e Abreviações

CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₂ e	Dióxido de carbono equivalente
DA	Dados de atividade
FE	Fatores de emissão
GEE	Gases de Efeito Estufa
HFCs	Hidrofluorcarbono
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
N ₂ O	Óxido de Nitrogênio
PAG	Potencial de Aquecimento Global
PFCs	Perfluorcarbono
SF ₆	Hexafluoreto de enxofre
SIN	Sistema Interligado Nacional

1. Apresentação

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios globais da atualidade, impactando ecossistemas, sociedades e setores econômicos em diferentes escalas.

O Efeito Estufa é um processo natural e essencial para a manutenção da temperatura no planeta, no qual determinados gases presentes na atmosfera, os chamados Gases de Efeito Estufa (GEE), absorvem parte da radiação infravermelha reemitida pela superfície terrestre. No entanto, atividades humanas, principalmente a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento, têm intensificado as emissões de GEE, causando um desequilíbrio no balanço global de radiação e contribuindo para o aquecimento do planeta.

Esse aquecimento está associado a impactos como o aumento da frequência e da intensidade de eventos climáticos extremos, alterações nos padrões de chuva e temperatura, redução das massas de gelo, mudanças nas correntes oceânicas e elevação do nível do mar. Como consequência, os impactos climáticos afetam diretamente o bem-estar humano, a qualidade ambiental para a vida silvestre e o funcionamento de diversos setores da economia. Esses efeitos já se traduzem em prejuízos significativos para governos e empresas, além de intensificarem os riscos climáticos e financeiros associados ao futuro das operações públicas e privadas.

Diante desse cenário, torna-se cada vez mais urgente que organizações se posicionem de forma estratégica frente à crise climática. Governos, instituições públicas e empresas têm intensificado esforços para reduzir emissões, mitigar impactos e se adaptar às mudanças em curso. Esse processo envolve a adoção de estratégias sustentáveis, investimentos em tecnologias mais limpas e a gestão eficiente dos riscos climáticos.

O primeiro passo para essa transformação no setor museológico é a quantificação das emissões de GEE, por meio do inventário — ferramenta essencial para a construção de um plano de descarbonização estruturado. O inventário de emissões permite que as organizações identifiquem suas principais fontes emissoras, compreendam seu impacto climático e desenvolvam estratégias eficazes de redução, aumentando sua resiliência e competitividade no mercado. No contexto atual, medir, reportar e gerenciar as emissões têm se consolidado como pilares de boas práticas de governança corporativa e como resposta às crescentes exigências de sustentabilidade por parte de investidores, consumidores e reguladores.

A **Pinacoteca** é um museu de artes visuais com foco na produção brasileira, abrangendo desde o século XIX até a contemporaneidade. O museu conta com exposições temporárias de artistas nacionais e internacionais, além da coleção de arte brasileira. Também desenvolve projetos públicos multidisciplinares e possui um programa educativo abrangente e inclusivo. A **Pinacoteca** é constituída por três edifícios localizados no centro da cidade de São Paulo, são eles: Pina Luz, Pina Estação e Pina Contemporânea.

Por meio da realização do inventário de emissões de GEE, a Pinacoteca busca avançar na compreensão do seu perfil de emissões, favorecendo decisões bem informadas para implementação de ações ambientais objetivas e eficazes. Dessa forma, será possível aprimorar a gestão de riscos climáticos — incluindo eventuais regulamentações sobre emissões — e identificar oportunidades de redução.

1.2 Objetivos

Este estudo tem como objetivo mapear e quantificar as emissões de GEE associadas às atividades da organização, contribuindo para o aprimoramento da gestão climática, a melhoria contínua dos processos de inventário e a identificação de oportunidades de redução de emissões.

2. Abordagem Metodológica

A elaboração deste inventário de emissões de GEE seguiu os princípios e a metodologia do GHG Protocol que orienta a contabilização de emissões de GEE nos inventários corporativos. O programa disponibiliza uma ferramenta de cálculo para as principais categorias de emissão, a qual foi utilizada neste diagnóstico. Para o cálculo de emissões das categorias de bens e serviços comprados, foram consultados os fatores de emissão na base de dados Ecoinvent¹ por meio do software de análise de ciclo de vida OpenLCA 2.0.

2.1 Princípios

O presente trabalho seguiu os cinco princípios de elaboração de inventários do GHG Protocol:

Relevância

Garantir que o Inventário de GEE reflita com precisão os limites operacionais da empresa e atenda às demandas de tomadas de decisão dos usuários da informação, tanto internamente quanto externamente.

Integralidade

Registrar todas as fontes e atividades emissoras de GEE dentro dos limites selecionados para o inventário. Documentar e justificar quaisquer exclusões específicas.

Consistência

Utilizar metodologias reconhecidas e consubstanciadas tecnicamente, que permitam comparações das emissões com as de outros processos similares. Documentar claramente quaisquer alterações de dados, limites de inventário, métodos empregados ou quaisquer outros fatores relevantes no dado período temporal.

Transparência

Tratar todos os assuntos relevantes de forma coerente e factual, alicerçada em evidências objetivas. Revelar quaisquer suposições relevantes, bem como fazer referência apropriada às metodologias de cálculo e de registro e ainda às fontes de dados utilizadas.

¹ Ecoinvent: base de dados de Inventário de Ciclo de Vida (ICV) compilada pela Associação Ecoinvent e utilizada mundialmente em Análises de Ciclo de Vida (ACVs).

Exatidão

Por meio da aplicação de dados apropriados, de fatores de emissão ou estimativas, assegurar que a quantificação de emissões de GEE não esteja subestimada ou superestimada. Reduzir o viés e as incertezas ao mínimo possível e obter um nível de determinação que possibilite segurança nas tomadas de decisões.

2.2 Premissas e conceitos

GEEs considerados

De acordo com o Programa Brasileiro do GHG Protocol, os inventários devem contemplar os sete tipos de GEE regulados pelo Protocolo de Kyoto: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido de nitrogênio (N_2O), hidrofluorcarbono (HFCs), perfluorcarbono (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF_6) e trifluoreto de nitrogênio (NF_3). Adicionalmente, podem ser relatados os gases depletos da camada de ozônio, regulados pelo Protocolo de Montreal, como os hidroclorofluorcarbonetos (HCFCs), que também contribuem para o aquecimento global.

Os gases ou família de gases mapeados neste inventário estão listados no Quadro 1. Neste inventário, as emissões de GEE contabilizadas foram expressas na forma de toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO_2e), seguindo o padrão mundial. Os resultados em CO_2e são obtidos pela multiplicação da quantidade emitida de determinado GEE pelo seu potencial de aquecimento global (PAG).

Quadro 1 - Gases de efeito estufa e seus potenciais de aquecimento global (PAG) no horizonte de 100 anos.

Nome comum	Fórmula química	PAG para 100 anos (AR5) ²
Dióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	28
Óxido Nitroso	N ₂ O	265
Hexafluoreto de enxofre	SF ₆	23.500
Trifluoreto de Nitrogênio	NF ₃	16.100
Compostos perfluorados (PFCs)		6.630 – 17.400
Hidrofluorocarbonetos (HFCs)		4 – 12.400

Fonte: FGVces, 2022.

Escopos de emissão

Segundo o GHG Protocol, três escopos são definidos na contabilização e publicação de emissões de GEE:

Escopo 1: Emissões Diretas de GEE

São emissões diretas advindas de fontes da organização inventariante ou controladas por ela. De acordo com a metodologia, existem três subdivisões dentro do Escopo 1:

- **Fontes mecânicas:** Fontes de emissão que consomem combustível ou eletricidade e, portanto, emitem GEE pelo processo da combustão (na geração de energia ou no consumo de combustível).
- **Fontes não mecânicas:** Fontes que emitem GEE por processos bioquímicos e têm uma grande variação de acordo com as condições bioclimáticas sob as quais a fonte de emissão está submetida. Essas emissões, muitas vezes, estão ligadas aos ciclos de nitrogênio e carbono no ambiente. Exemplos incluem fermentação entérica do gado, manejo de dejetos e adubação e correção do solo.

² NOTA TÉCNICA do Programa GHG Protocol Brasil. "Valores de referência para o potencial de aquecimento global (GWP) dos gases de efeito estufa – versão 2.0". Organizada com base nos valores do documento do IPCC: [Fifth Assessment Report: Climate Change 2013 \(AR5\)](#).

- **Mudanças no uso do solo:** Este tipo de emissão ocorre quando há alteração de determinada cobertura vegetal para uma tipologia de menor biomassa e/ou menor estoque de carbono no solo. Por exemplo: conversões de florestas nativas para áreas agrícolas ou pastagens, ou conversão de silvicultura ou pomares em áreas urbanas ou campos úmidos. Mudanças no sentido inverso podem constituir remoções como no caso de restaurações florestais. Ainda é possível que a mudança seja mais sutil, mantendo cobertura do solo semelhante, mas garantindo maior estoque de carbono no solo, como ocorre na troca de lavouras convencionais por lavouras de plantio direto.

Para este inventário, as fontes não mecânicas tendem a ser desprezíveis no contexto museológico, devido ao distanciamento da agroindústria. De forma semelhante, as emissões associadas a mudanças no uso do solo não são relevantes, uma vez que a operação de museus, por sua natureza, não envolve tais atividades. Eventuais emissões relacionadas a essa categoria podem ter ocorrido durante a construção das edificações, embora em escala reduzida e fora dos limites e do escopo considerados neste inventário.

Escopo 2: Emissões Indiretas de GEE de energia

Emissões indiretas provenientes da aquisição de energia elétrica e térmica que é consumida pela empresa. Nesta categoria são incluídas as emissões de GEE que ocorrem na geração da energia elétrica comprada pela organização.

Escopo 3: Outras Emissões Indiretas de GEE

As emissões do Escopo 3 são uma consequência das atividades da empresa, mas ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas por ela. Exemplos de fontes de Escopo 3 incluem a produção de insumos e o transporte terceirizado.

2.3 Etapas do processo de diagnóstico de emissões de GEE

A elaboração deste inventário começou com a definição dos limites, fronteiras e período estabelecidos para análise (Etapas 1 e 2). Essa etapa é fundamental para garantir a transparência, bem como a factibilidade do trabalho. Após esta definição, a Occatu mapeou as fontes de emissão de GEE e elaborou uma planilha específica para captação de dados (Etapa 3). A planilha de coleta de dados foi enviada ao cliente, que conduziu a coleta das informações (Etapa 4), etapa que exige bastante dedicação e um nível importante de organização interna. Assim que os dados coletados foram encaminhados à Occatu,

realizou-se os cálculos das emissões (Etapa 5), utilizando as metodologias mencionadas anteriormente. Por fim, foi produzido este relatório, com o objetivo de comunicar de maneira objetiva e transparente os resultados obtidos (Etapa 6). As etapas deste trabalho estão ilustradas pela Figura 1.

Figura 1 - Fluxo de desenvolvimento do projeto.



Fonte: Occatu, 2024.

Etapa 1: Fronteiras do Inventário

Para este inventário, optou-se pela abordagem de controle operacional, na qual foram consideradas todas as operações dos edifícios Pina Luz, Pina Estação e Pina Contemporânea, sobre as quais o museu detém autoridade para implementar políticas e procedimentos operacionais.

Etapa 2: Ano inventariado

O período inventariado é o ano de 2024.

Etapa 3: Fontes de emissão

As fontes de emissão são processos, atividades, equipamentos ou estruturas responsáveis pela liberação de GEE para a atmosfera, de forma direta ou indireta. A correta identificação dessas fontes é essencial para assegurar a relevância, a integralidade e a exatidão do inventário de emissões. Com base nesses princípios e em alinhamento entre a consultoria e o cliente, foram definidas as categorias de emissão que compõem o presente inventário de GEE:

Escopo 1

Combustão estacionária: Emissões de GEE provenientes da queima de combustível, em que ocorre sua oxidação, para geração de energia, como vapor de água ou energia elétrica.

A fonte de emissão não se refere a um meio de transporte (FGVces, 2018). Exemplos: geradores.

Fugitivas: Liberações de GEE, geralmente não intencionais (escape), que ocorrem durante a produção, processamento, transmissão, armazenagem ou uso do gás (FGVces, 2018). Exemplos: vazamento de equipamentos de refrigeração e ar condicionado (HFC ou PFC).

Escopo 2

Emissões indiretas pela compra de energia elétrica - abordagem de localização:

Emissões para geração da energia elétrica em um determinado sistema elétrico (*grid*), considerando seu limite geográfico e um dado período de tempo (FGVces, 2018b).

Escopo 3

Bens e serviços comprados: Todas as emissões do ciclo de vida (extração, produção e transporte) dos produtos (bens e serviços) comprados ou adquiridos (FGVces, 2018c).

Transporte e distribuição (*upstream*): Emissões de transporte e distribuição de produtos comprados ou adquiridos em veículos e instalações de terceiros, bem como outros serviços terceirizados de transporte e distribuição de logística de entrada e de saída (FGVces, 2018c). Exemplos: transporte terceirizado de materiais entre unidades e transporte de insumos adquiridos.

Resíduos gerados nas operações: Emissões decorrentes do tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos e efluentes líquidos originados a partir das operações em instalações de propriedade ou controladas por terceiros (FGVces, 2018c).

Viagens a negócios: Emissões do transporte de funcionários, incluindo aqueles de outras entidades relevantes como prestadores de serviços terceirizados, consultores, que se deslocam para atividades relacionadas aos negócios da organização com veículos operados por ou de propriedade de terceiros (FGVces, 2018c).

Emissões casa-trabalho: Emissões do deslocamento de funcionários, incluindo aqueles de outras entidades relevantes como prestadores de serviços terceirizados, consultores, que se deslocam entre suas casas e seus locais de trabalho nos diferentes modais de transporte de operação e propriedade de terceiros (FGVces, 2018c).

O Quadro 2 apresenta as fontes de emissão que foram inventariadas.

Quadro 2 - Fontes de emissão de gases de efeito estufa identificados para a Pinacoteca.

Categoria	Fonte da emissão
Escopo 1	
Combustão estacionária	Consumo de diesel em gerador
Emissões fugitivas	Recarga de gás refrigerante R-410A e R-407C
Escopo 2	
Aquisição de energia elétrica	Energia elétrica adquirida da rede de distribuição
Escopo 3	
Bens e serviços comprados	Materiais de construção e instalação; bebidas e consumo; itens promocionais e institucionais; equipamentos de TI e eletrônicos; publicações e livros; mobiliário e estrutura; materiais de escritório e papelaria; produtos de limpeza e higiene; e comunicação visual e estrutura
Transporte e distribuição (<i>upstream</i>)	Transporte em caminhão
	Transporte em aeronave
Resíduos sólidos da operação	Resíduos aterrados
Viagens a negócios	Viagens aéreas
	Viagens em ônibus
	Viagens em automóveis por aplicativos
Emissões casa-trabalho	Transporte público por metrô ou trem urbano
	Transporte público por ônibus municipal
	Veículos particulares

Occatu 2025

Exclusões do inventário

Neste inventário de emissões de GEE do museu não foram contabilizadas algumas fontes de emissão do Escopo 3 de bens e serviços comprados, transporte e distribuição (*upstream*), viagens a negócios em aeronaves e emissões casa-trabalho no modelo remoto, pois os dados necessários para o cálculo das emissões não estavam disponíveis. Os detalhes são descritos abaixo:

- **Bens e serviços comprados:** Dos 96 produtos inicialmente considerados na análise, 36% (35 itens) foram excluídos devido à ausência de dados necessários para o cálculo das emissões como os respectivos fatores de emissão e/ou fontes de referência dos materiais.
- **Transporte e distribuição (*upstream*):** Das quatro principais empresas que realizam o transporte dos materiais e exposições da Pinacoteca, uma delas não disponibilizou os dados de distância percorrida em 2024.
- **Viagens a negócios:** As viagens aéreas são fornecidas por agências terceirizadas, e das três principais empresas, uma delas não forneceu as informações de origem e destino dos voos realizados no ano inventariado.
- **Emissões casa-trabalho:** Não foram contabilizadas as emissões dos funcionários que trabalham no modelo remoto devido à indisponibilidade dos dados de quantidade de colaboradores e dias trabalhados na semana em regime remoto.

Etapa 4: Coleta dos dados de atividade

Com base nas categorias de emissão selecionadas, a consultoria elaborou e forneceu ao cliente uma planilha para coleta dos dados necessários para o cálculo das emissões. O cliente foi orientado quanto ao preenchimento da planilha e realizou a coleta interna das informações operacionais com o apoio da Occatu.

Os dados recebidos pela Occatu foram consolidados em uma planilha de Excel. Alguns dados obtidos pelo cliente passaram por tratamentos, para que fossem utilizados na ferramenta de cálculo do GHG Protocol v2025.0. Os tratamentos aplicados estão descritos na seção seguinte.

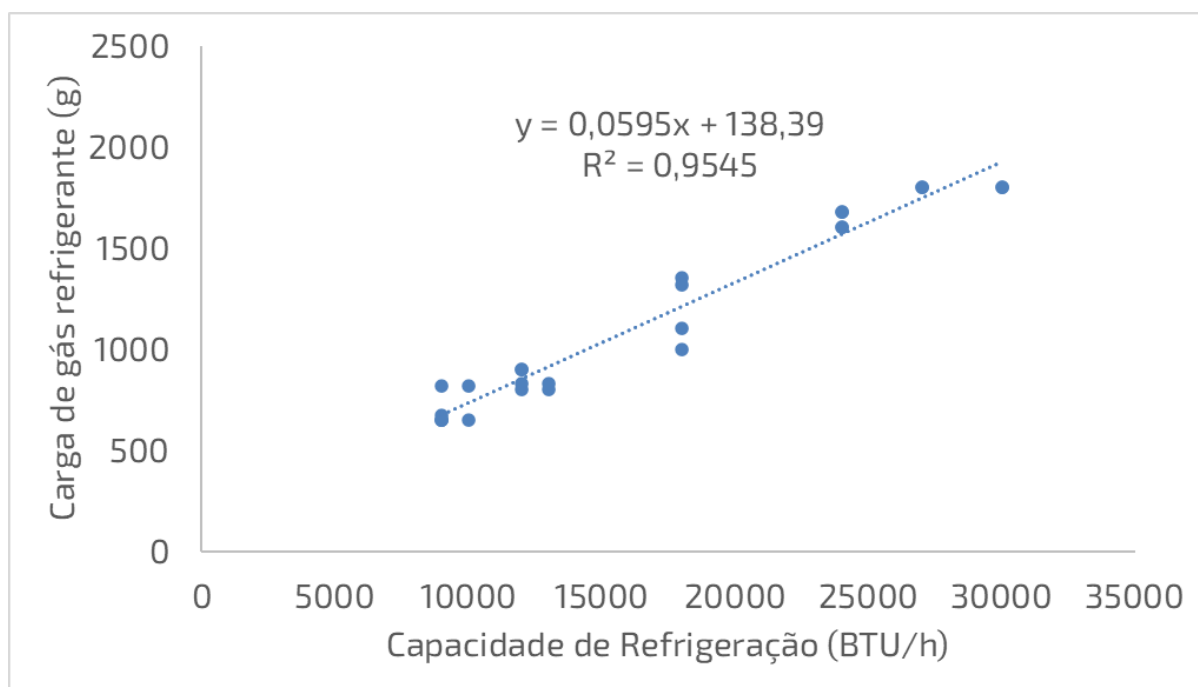
Tratamento dos dados

Escopo 1

- **Emissões fugitivas:** A planilha de dados fornecida pelo cliente incluía a relação de todos os equipamentos de refrigeração, contendo informações de: tipo de gás refrigerante, capacidade de refrigeração (em BTU/h, TR ou kw) e o modelo do equipamento. Para padronização dos dados, as capacidades de refrigeração foram convertidas para BTU/h. Para isso, adotou-se a conversão de 1 TR por 12.000 BTU/h (Climaforte, s.d.) e 1 watt equivalente a 3,412 BTU/h, logo 1 kw corresponde a 3.412 BTU/h (Hunemeier; Spezia, 2017). Para fins de cálculo das emissões fugitivas, foram considerados apenas os equipamentos que utilizam gases refrigerantes

regulados pelo Protocolo de Kyoto. No total, 70 aparelhos se enquadram nesse critério e, dentre eles, 64 são do tipo split, representando 91% da amostra. Para calcular as emissões fugitivas, a carga de gás refrigerante recarregada foi estimada, adotando a taxa de vazamento padrão de 4,5% ao ano, conforme diretrizes do IPCC (2006). Para estimar a carga original de gás refrigerante foi analisada a correlação empírica entre a capacidade de refrigeração informada e a carga de gás. Essa correlação teve como base os dados técnicos de diferentes modelos de aparelhos Split Hi Wall da marca GREE, conforme apresentados no Guia Técnico: Split Hi Wall e mostrados na Figura 2, por se tratar de uma linha amplamente utilizada em ambientes institucionais e similar aos equipamentos utilizados pela Pinacoteca. A equação de correlação foi aplicada para estimar a carga original de gás refrigerante de cada equipamento, e, a partir disso, aplicou-se a taxa de vazamento anual para determinar a massa de gás recarregada ao longo do ano inventariado.

Figura 2 - Regressão linear - carga de gás refrigerante como função de capacidade de refrigeração. Modelo estatístico para quantificação de emissão de gases de efeito estufa de aparelhos Split Hi Wall da marca GREE.



Fonte: Elaboração própria (2025) a partir dos dados de GREE (s.d.).

Escopo 3

- **Transporte e distribuição (*upstream*):** Para o cálculo das emissões de transporte e distribuição é necessária a informação sobre o tipo de veículo utilizado. A planilha de dados enviada pelo cliente continha o tipo de frota de veículos, porém algumas operações logísticas foram realizadas com mais de um tipo de veículo. Nesses casos, adotou-se uma abordagem conservadora, considerando o caminhão de porte médio como referência para o cálculo das emissões, caminhão médio.
- **Viagens a negócios:** Os deslocamentos rodoviários por ônibus, informados por algumas empresas, apresentaram variações quanto à forma de registro da distância percorrida — em alguns casos, constava apenas o trecho de ida, enquanto em outros constavam os trajetos de ida e volta. Para garantir a padronização dos dados, todas as distâncias foram convertidas para o valor total de ida e volta. Essa padronização foi realizada utilizando o aplicativo "Google Maps" para estimar a distância do trajeto de ida entre a cidade de origem e o destino, e posteriormente multiplicando esse valor por dois para obter a distância total de ida e volta com base nas orientações do Protocolo do Programa Brasileiro GHG (PBGHG Protocol).
- **Emissões casa-trabalho:** O cliente enviou os dados do percurso do trajeto realizado pelos colaboradores com seus respectivos modais de transporte público (metrô, trem e/ou ônibus) ou veículo particular (automóvel flex a gasolina, a gasolina ou a etanol) e distância percorrida. Em alguns deslocamentos, o colaborador utilizou mais de um tipo de modal de transporte público, nesses casos considerou-se o modal mais conservador como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação dos modais de transporte público utilizados pelos colaboradores segundo o tipo de frota mais conservador da ferramenta GHG Protocol v2025.0.

Tipo de transporte	Modal considerado no GHG Protocol v2025.0
Caminhada; Metrô Metrô Metrô; Bicicleta Metrô; Caminhada Metrô; Caminhada; Carona	Metrô
Trem Trem; Caminhada Trem; Caminhada; Carro Trem; Metrô; Caminhada	Trem
Metrô; Ônibus; Metrô; Trem; Ônibus Moto; Ônibus + trem Ônibus + metrô Ônibus + metrô; Caminhada; Metrô Ônibus + metrô; Ônibus + trem Ônibus + Trem Ônibus + trem; Ônibus + metrô Ônibus Ônibus; Caminhada Ônibus; Metrô Ônibus; Metrô; Caminhada Ônibus; Metrô; Trem; Ônibus; Ônibus + metrô Ônibus; Trem; Ônibus; Trem; Ônibus + trem	Ônibus

Occatu 2025

Etapa 5: Cálculo das emissões

Com os dados de atividades coletados e tratados, a consultoria realizou o cálculo das emissões de GEE utilizando a ferramenta do GHG Protocol v2025.0. Os cálculos das emissões tem como fundamento a equação 1:

$$E_{i,g,y} = DA_{i,y} \times FE_{i,g,y} \times PAG_g \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

- i = Índice que denota uma atividade da fonte ou sumidouro individual;
- g = Índice que denota um tipo de GEE;

- y = Ano de referência do relatório.
- $E_{i,g,y}$ = Emissões ou remoções do GEE g atribuíveis à fonte ou sumidouro i durante o ano y , em tCO_2e ;
- $DA_{i,y}$ = Dado de atividade consolidado referente à fonte ou sumidouro i para o ano y , na unidade u .
- $FE_{i,g,y}$ = Fator de emissão ou remoção do GEE g aplicável à fonte ou sumidouro i no ano y , em t GEE g/u ;
- PAG_g = Potencial de aquecimento global do GEE g , em $tCO_2e/tGEEg$

Parâmetros importantes

Escopo 3

- **Resíduos gerados nas operações:** Para o cálculo das emissões associadas ao tratamento de resíduos foi utilizada a composição média dos resíduos no estado de São Paulo conforme empregado no inventário nacional (Brasil, 2021).

Fatores de emissão

A escolha dos fatores de emissão (FE) é uma etapa muito importante do cálculo. Fatores mais apropriados ao contexto local trazem resultados mais exatos e próximos da realidade. Com exceção das emissões das categorias de Escopo 3 "bens e serviços comprados" todas as demais emissões foram calculadas por meio da ferramenta mais recente disponibilizada pelo programa GHG Protocol Brasil até o momento (v2025.0). Para seguir as melhores recomendações de mercado, a ferramenta é atualizada com fatores de emissão específicos à realidade do Brasil, tendo em vista, por exemplo, a composição local dos combustíveis e as fontes utilizadas na geração da energia elétrica.

As emissões da categoria "bens e serviços adquiridos" abrangem aquelas geradas durante a etapa de produção dos materiais comprados pela organização. Os cálculos foram realizados em planilha anexa, utilizando FE desenvolvidos para o contexto global de países não europeus, obtidos na base de dados Ecoinvent 3.9.1 por meio do software de Análise de Ciclo de Vida OpenLCA 2.0. Nos casos em que a unidade dos FEs não correspondia à unidade dos dados coletados, foram aplicados fatores de conversão apropriados, a fim de viabilizar o cálculo das emissões.

Os fatores de emissão utilizados para os cálculos das emissões da categoria bens e serviços comprados estão elencados no Anexo.

Incertezas

Neste estudo, foram adotadas medidas para minimizar as incertezas, incluindo a aplicação de fatores de emissão específicos ao contexto local e às atividades analisadas, bem como a busca por maior acurácia na coleta dos dados de atividade.

Ainda assim, permanecem incertezas relacionadas ao tratamento dos dados. Abaixo são apresentadas as principais fontes de incerteza, organizadas por escopo, categoria de emissão e limite organizacional:

Escopo 1

- **Emissões fugitivas:** A adoção da taxa anual de vazamento de 4,5%, assim como a correlação entre a capacidade de refrigeração (BTU/h) e a massa de gás refrigerante (g), podem resultar em desvios em relação à quantidade real de gás recarregado. Além disso, todos os aparelhos foram considerados como modelo split, que representa 91% da amostra, o que pode introduzir uma margem de erro adicional ao não considerar a diversidade de modelos presentes.

Escopo 3

- **Transporte e distribuição (*upstream*):** As distâncias informadas por empresas terceirizadas estavam agregadas entre diferentes tipos de frota, o que, embora resulte em variação pouco significativa nas emissões totais, reduz a precisão dos cálculos. A desagregação das distâncias por tipo de veículo permitiria uma estimativa mais precisa das emissões de GEE.

Observação geral

As incertezas científicas associadas aos Potenciais de Aquecimento Global (PAG ou GWP, na sigla em inglês) utilizados não foram consideradas, por se tratarem de incertezas inerentes a qualquer inventário de emissões e já amplamente reconhecidas na literatura.

3. Resultados

Emissões por escopo

As emissões totais de GEE das operações da Pinacoteca em 2024, abrangendo os edifícios Pina Luz, Pina Estação e Pina Contemporânea, totalizaram **483,86 tCO₂e**, a maior parte das emissões concentraram-se no Escopo 3 (78,86%), comum na maioria dos inventários de emissões de GEE, o que reflete a relevância das emissões indiretas na cadeia de valor da organização.

As emissões absolutas por escopo da Pinacoteca estão compiladas na Tabela 1.

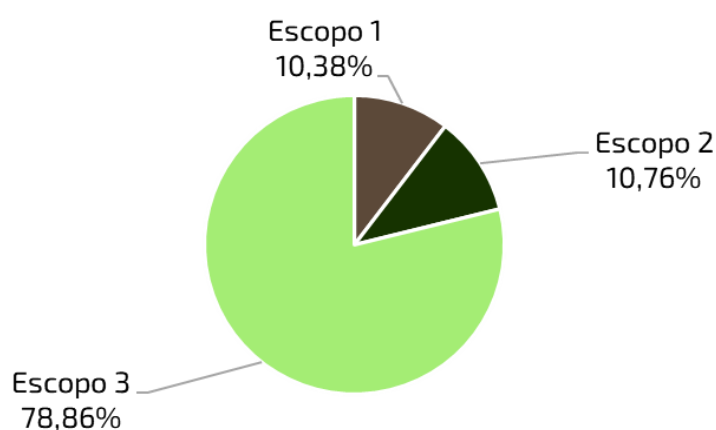
Tabela 1 - Emissões totais por escopo.

Categoria	Emissões (tCO₂e/ano)	% das emissões totais
Escopo 1	50,22	10,38%
Escopo 2	52,07	10,76%
Escopo 3	381,57	78,86%
Total	483,86	100%

Occatu 2025

As contribuições percentuais de cada escopo podem ser vistas também no gráfico da Figura 3.

Figura 3 - Contribuição percentual de cada escopo para as emissões totais.



Occatu 2025

Emissões por categoria e fonte

No presente inventário, as categorias que mais contribuíram para as emissões totais foram: bens e serviços comprados (20,40% do total de emissões), emissões casa-trabalho (20,08%) e resíduos gerados nas operações (19,67%) . Também foram relevantes as categorias do Escopo 2, aquisição de energia elétrica (10,76%) e do Escopo 1, emissões fugitivas (7,87%) como mostra a Tabela 2. As principais fontes de emissão da Pinacoteca refletem diretamente o perfil de suas atividades, predominantemente voltadas à aquisição de materiais para as exposições e as atividades administrativas do museu que envolvem o deslocamento de seus colaboradores até as dependências do museu, assim como os resíduos gerados de suas operações.

Tabela 2 - Emissões absolutas e percentuais por fonte

Fonte de emissão	Emissões (tCO ₂ e/ano)	% do total
Escopo 1	50,22	10,38%
Combustão estacionária	12,12	2,50%
Consumo de diesel em gerador	12,12	2,50%
Emissões fugitivas	38,10	7,87%
Recarga de gás refrigerante R-410 A	30,26	6,25%
Recarga de gás refrigerante R-407C	7,84	1,62%
Escopo 2 - Aquisição de energia elétrica	52,07	10,76%
Energia elétrica adquirida da rede de distribuição	52,07	10,76%
Escopo 3	381,57	78,86%
Bens e serviços comprados	98,68	20,40%
Produção de materiais de construção e instalação	8,09	1,67%
Produção de bebidas e consumo	0,02	0,00%
Produção de itens promocionais e Institucionais	2,35	0,49%
Produção de equipamentos de TI e eletrônicos	31,98	6,61%
Produção de publicações e livros	26,32	5,44%
Produção de mobiliário e estrutura	0,03	0,01%
Produção de materiais de escritório e papelaria	25,59	5,29%
Produção de produtos de limpeza e higiene	1,98	0,41%
Produção de comunicação visual e estrutura	2,32	0,48%
Transporte e distribuição (upstream)	39,20	8,10%

Fonte de emissão	Emissões (tCO₂e/ano)	% do total
Distância percorrida no transporte em caminhão a diesel - Empresa Alves Tegam	9,95	2,06%
Distância percorrida no transporte em caminhão a diesel - Empresa Millenium	9,55	1,97%
Distância percorrida no transporte em caminhão a diesel - Empresa ArtQuality	14,65	3,03%
Transporte de carga fracionada em aeronaves - Empresa ArtQuality	5,04	1,04%
Resíduos gerados nas operações	95,16	19,67%
Resíduos enviados para aterro	95,16	19,67%
Viagens a negócios	51,37	10,62%
Distância percorrida em aeronaves - Empresa Ruby Travel	25,83	5,34%
Distância percorrida em aeronaves - Empresa Lokahitur	22,24	4,60%
Distância percorrida em ônibus de viagem - Empresa Ruby Travel	0,48	0,10%
Distância percorrida em ônibus de viagem	0,01	0,00%
Distância percorrida em ônibus de viagem - Empresa Lokahitur	0,12	0,03%
Distância percorrida em ônibus de viagem - Empresa Beija-flor	0,02	0,00%
Distância percorrida em táxis e carros por aplicativo	2,67	0,55%
Emissões casa-trabalho	97,15	20,08%
Distância percorrida em metrô	0,26	0,05%
Distância percorrida em trem	2,02	0,42%
Distância percorrida em ônibus municipal	65,52	13,54%
Distância percorrida em automóveis particulares	29,35	6,07%
Total	483,86	100,00%

Occatu 2025

A categoria de **bens e serviços comprados** (20,40% do total) engloba as emissões da produção dos materiais mais representativos adquiridos pela Pinacoteca, agrupados em: materiais de construção e instalação; bebidas e consumo; itens promocionais e Institucionais; equipamentos de TI e eletrônicos; publicações e livros; mobiliário e estrutura; materiais de escritório e papelaria; produtos de limpeza e higiene; e

comunicação visual e estrutura. Dentre os materiais, destacam-se os equipamentos de TI e eletrônicos (32,41% das emissões da categoria), o que abrange microcomputador; amplificadores de áudio; misturador de receptor de áudio; caixa acústica; monitor HP; chiller condensação a ar; compressor de ar; amplificador de avisos; monitor profissional; notebook; e bateria. Também contribuem para as emissões as publicações e livros (26,67%), que incluem os livros da Pinacoteca, e os materiais de escritório e papelaria (25,93%) que englobam lápis, material de apoio ao professor, livreto do relatório, papel higiênico, papel toalha e caderneta. Esses três grupos representam juntos 85,01% das emissões de bens e serviços comprados, demonstrando a representatividade dos equipamentos necessários para uma boa experiência nas exposições, produção dos livros e as impressões de material de apoio escolar.

As **emissões casa-trabalho** (20,08% do total) são a segunda categoria mais representativa do total de emissões da Pinacoteca referente ao deslocamento dos funcionários por transporte público (metrô, trem e ônibus) e veículos particulares. Os modais mais representativos são o transporte público em ônibus municipal, representando 67,40% das emissões da categoria, seguido pelos automóveis particulares com 30,20%. A distância percorrida entre metrô e trem representa juntos menos de 3,00%, sendo as emissões por trem maiores que as de metrô (2,02 tCO₂e; e 0,26 tCO₂e, respectivamente). Os **resíduos gerados nas operações** (19,67% do total), terceira categoria mais relevante, dizem respeito ao tratamento terceirizado dos resíduos gerados nas unidades do museu.

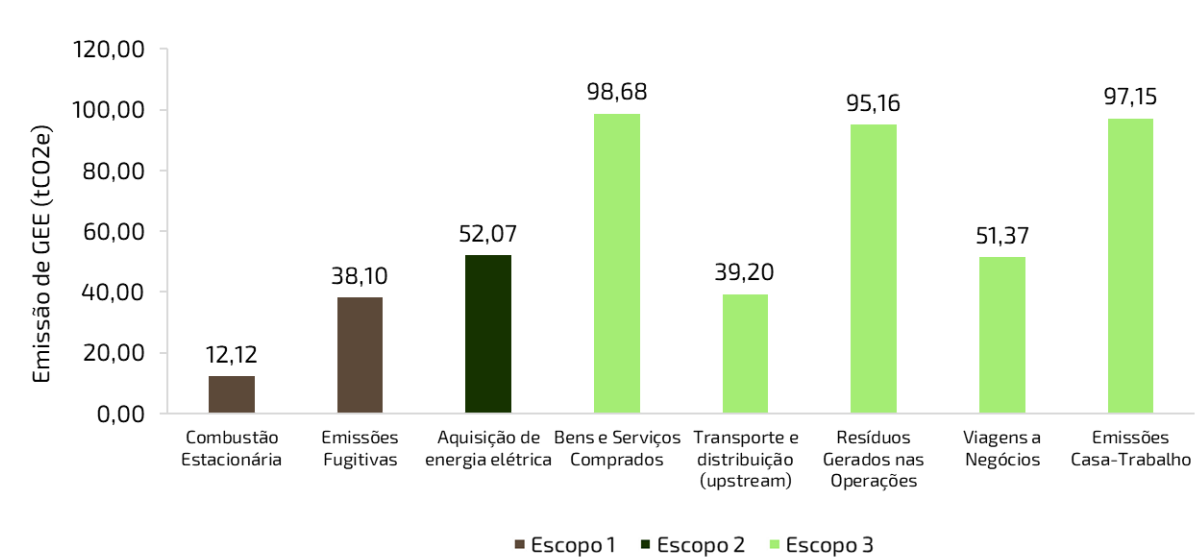
Outras emissões representativas incluem **aquisição de eletricidade** da rede convencional (neste caso o SIN, Sistema Interligado Nacional), com participação de 10,76%, **viagens a negócios** (10,62%), **transporte e distribuição (upstream)** (8,10%) e **emissões fugitivas** (7,87%). A aquisição de eletricidade do SIN (52,07 tCO₂e) se dá especialmente devido ao número de exposições ao longo do ano (em média 15 exposições ao ano) e ao seu tempo de funcionamento. Esse consumo é fortemente influenciado pela necessidade de manter em operação sistemas e instalações fundamentais para garantir condições ambientais controladas para a preservação do acervo e assegurar o conforto dos visitantes. Portanto, é coerente que as emissões de Escopo 2 sejam relevantes dentro da estrutura operacional da Pinacoteca.

As emissões relacionadas a viagens a negócios são referentes principalmente à distância percorrida em aeronaves que juntas contribuem com 48,07 tCO₂e (9,94% das emissões totais). Para essa fonte específica, viagens em aeronaves, optou-se pela utilização da distância percorrida como parâmetro de cálculo, por se tratar do dado mais confiável disponível, em comparação ao número de trechos voados. Em relação ao transporte e distribuição (*upstream*), a categoria representa uma parcela importante das emissões totais (8,10% do total). Isso se dá especialmente devido ao volume de obras de arte intercambiadas com outros museus, demonstrando a relevância de mapear todas as fontes de emissão da Pinacoteca. Outra categoria igualmente relevante são as emissões fugitivas (38,10 tCO₂e), sendo a mais representativa do Escopo 1 referente à recarga de

gases refrigerantes, R-410A e R-407C, em sistemas de ar condicionado. Embora em menor proporção que as demais categorias, as emissões de combustão estacionária relacionadas ao consumo de diesel em gerador representou 2,50% das emissões totais.

A Figura 4 apresenta, em valores absolutos (tCO₂e), as emissões associadas a todas as categorias inventariadas em 2024, oferecendo uma visão abrangente da contribuição relativa de cada uma para o total de emissões da Pinacoteca. A análise demonstra que diversas categorias — como compra de materiais, tratamento de resíduos, deslocamento de colaboradores, aquisição de energia elétrica, transporte e distribuição (*upstream*), viagens a negócios e emissões fugitivas — apresentam níveis de emissão semelhantes, indicando que todas exercem papel relevante na composição do inventário. Essa distribuição reforça a necessidade de uma abordagem integrada de mitigação, que considere o conjunto das fontes emissoras de forma equilibrada e estratégica. Nesse sentido, a análise contribui diretamente para o direcionamento de ações mais eficazes, alinhadas ao perfil operacional do museu e à sua capacidade de implementação de medidas de descarbonização.

Figura 4 - Emissões totais por categoria de emissão que totalizam 483,86 tCO₂e.



Occatu 2025

4. Considerações e Próximos Passos

Este inventário de emissões de GEE proporciona à Pinacoteca uma visão clara e aprofundada sobre os principais processos e fontes emissoras mapeadas da organização, contribuindo para o fortalecimento da sua gestão climática. Ao segmentar as emissões por categoria e escopo, o inventário permite identificar os pontos mais relevantes para atuação e monitoramento contínuo. A abordagem adotada favorece a identificação de aspectos prioritários para estratégias de mitigação, além de permitir maior clareza na alocação das responsabilidades por tipo de operação.

As emissões de GEE associadas ao funcionamento da Pinacoteca apresentaram distribuição relativamente equilibrada entre as diferentes categorias. As emissões de Escopos 1 e 2 mostraram participações semelhantes no total de emissões da organização. Já as emissões de Escopo 3 também se distribuíram de forma proporcional entre as categorias, cada uma representando entre 10% e 25% das emissões indiretas. As principais fontes de emissão estão relacionadas à climatização dos ambientes, à aquisição de energia elétrica, à compra de bens e serviços para a operacionalização das atividades, à destinação de resíduos, às viagens a trabalho e ao deslocamento diário dos colaboradores. Os resultados obtidos refletem a coerência entre o perfil emissor da instituição e seu modelo de operação.

- **Bens e serviços comprados** foi a categoria mais representativa em termos de emissões cujas principais fontes estão relacionadas à aquisição de equipamentos de TI e eletrônicos (com destaque para caixa acústica, microcomputador e monitor HP); publicações e livros (sobressaindo o livro “Lygia Clark”, seguido pelos títulos “Cecilia Vicuña” e “Tecidos Africanos”; além de materiais de escritório e papelaria (com ênfase em material de apoio ao professor, papel higiênico e o livreto do relatório anual). A relevância desses materiais reflete a natureza operacional de uma exposição, englobando montagem e operação.
- **Emissões casa-trabalho** são majoritariamente atribuídas ao deslocamento diário de colaboradores por transporte público, com menor participação de veículos particulares. Esse padrão está diretamente relacionado à natureza operacional da Pinacoteca, que requer presença física constante da equipe para garantir a execução das atividades institucionais. Como resultado, essa categoria se destaca como a segunda mais representativa do inventário, refletindo a dependência de trabalho presencial para a manutenção das funções essenciais do museu.
- **Resíduos gerados nas operações** predominaram os resíduos orgânicos, em especial os resíduos alimentares. Esse perfil reflete características operacionais associadas ao funcionamento físico da Pinacoteca, como o uso de áreas de convivência, eventos e a presença contínua de público e equipe.

- **Aquisição de energia elétrica** refere-se ao consumo de energia elétrica necessária para as atividades operacionais da Pinacoteca, como iluminação, refrigeração, etc. A representatividade dessa categoria no inventário evidencia a natureza dependente de energia do setor museológico.
- **Emissões fugitivas** foi a principal categoria em termos de emissão do Escopo 1, principalmente em razão do uso de sistemas de ar-condicionado nos edifícios da Pinacoteca. Essas emissões estão diretamente relacionadas à necessidade de manter a climatização dos ambientes para a preservação do acervo e para o conforto térmico de visitantes e colaboradores. A relevância dessa categoria evidencia o papel central da climatização na operação do museu.

Além disso, a adoção de gerenciamento de categorias de emissão que não são comumente inventariadas por outros museus — como o transporte e distribuição (*upstream*) e bens e serviços comprados — assim como categorias pouco representativas — como combustão estacionária — resultou em maior robustez e completude do inventário. Em especial aos bens e serviços comprados que contribuíram com a maior parte das emissões da Pinacoteca. Essas práticas fortalecem a base técnica para o desenvolvimento de estratégias de mitigação mais alinhadas às operações do museu e às exigências crescentes de transparência climática.

Com um inventário completo, é possível identificar oportunidades de redução de emissões, como no caso das emissões fugitivas. Foi identificado que 12% dos aparelhos utilizam o gás refrigerante R-22 (HCFC-22), que possui alto potencial de destruição da camada de ozônio e PAG mais elevado do que outros gases refrigerantes comumente utilizados, como o R-32 (1.624 e 677, respectivamente). Além disso, o Protocolo de Montreal estabeleceu a eliminação gradual dos gases refrigerantes do tipo HCFC, entre os quais o R-22 destaca-se como um dos mais amplamente utilizados. Na União Europeia, sua eliminação já foi concluída, enquanto nos países em desenvolvimento a fase de transição teve início em 2015 e deverá ser concluída até 2030 (Danfoss, s.d.). Portanto, apesar de suas emissões não serem contabilizadas no escopo do GHG Protocol, a substituição progressiva do R-22 por gases refrigerantes com menor PAG e menor impacto ambiental é recomendada. Essa medida contribuirá para a conformidade com o Protocolo de Montreal (Decreto nº 99.280/1990) e sua Emenda de Kigali (Brasil, 2023), além de promover a redução efetiva das emissões indiretas de GEE, favorecendo uma gestão ambiental mais responsável e alinhada às metas climáticas nacionais e internacionais.

Recomendações

Com base nos avanços alcançados neste ciclo e visando o aprimoramento contínuo do processo de contabilização de emissões, recomenda-se que a Pinacoteca invista em

iniciativas que fortaleçam a qualidade dos dados e ampliem o escopo de análise, com foco na robustez metodológica e na coerência com suas operações.

Dentre as recomendações para o próximo ciclo, destacam-se:

- Reforçar os mecanismos de registro e consolidação de dados de recargas de ar-condicionado, contribuindo para maior acurácia na contabilização das emissões fugitivas.
- Adotar uma substituição progressiva dos equipamentos que utilizem R-22 por alternativas mais eficientes e ambientalmente seguras para equipamentos que utilizem gases alternativos, como o R-32.
- Aprimorar a coleta de dados de transporte terceirizado de modo que seja possível contabilizar a distância percorrida pelos diferentes tipos de frota de veículos.
- Implementar ações de monitoramento e eficiência energética com o objetivo de aprimorar a gestão do consumo de energia elétrica ao longo das horas de operação da Pinacoteca, considerando a variação no número de visitantes e a identificação das principais fontes de consumo (ex.: iluminação, climatização, equipamentos eletrônicos). Recomenda-se também a análise sazonal do consumo, de forma a identificar padrões de uso ao longo do ano e subsidiar a adoção de medidas mais eficazes de otimização energética.
- Desenvolver e implementar projetos voltados à redução de emissões de GEE, priorizando ações de eficiência operacional e substituição de tecnologias. Complementarmente, adotar mecanismos de compensação de carbono como forma de neutralizar as emissões remanescentes.

Referências Bibliográficas

Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima** / Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. – Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021. 620 p.: iL.

BRASIL. Decreto nº 11.666, de 11 de setembro de 2023. Institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o período de 2024 a 2035. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 12 set. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11666.htm. Acesso em: 19 jun. 2025.

Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getulio Vargas (FGVces). **Nota técnica: definição das categorias emissões de gases de efeito estufa (GEE) de Escopo 1: versão 4.0**. 2018. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/30244>.

Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getulio Vargas (FGVces). **Nota técnica: definição das categorias emissões de gases de efeito estufa (GEE) de Escopo 2: versão 1.0**. 2018b. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/30249>.

Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getulio Vargas (FGVces). **Nota técnica: definição das categorias emissões de gases de efeito estufa (GEE) de Escopo 3: versão 2.0**. 2018c. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/30251>.

Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getulio Vargas (FGVces). **Nota técnica: valores de referência para o potencial de aquecimento global (GWP) dos gases de efeito estufa: versão 2.0**. 2022. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/31764>.

DANFOSS. **Eliminação do R-22**. Danfoss Brasil. Disponível em: https://www.danfoss.com/pt-br/about-danfoss/our-businesses/cooling/refrigerants-and-energy-efficiency/hcfc-and-cfc-phase-out/r22-phase-down/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 19 jun. 2025.

GREE. **Guia Técnico Split Hi Wall**. s.d. Disponível em:
<https://gree.com.br/downloads/guia-tecnico-gree-revisado-novo-VERSAO-07.2-novo-wlr-25-10.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2025.

HUNEMEIER, Andressa; SPEZIA, Lucas. **Sustentabilidade ambiental: a quantificação de gases de efeito estufa como instrumento de gestão empresarial**. Revista Destaques Acadêmicos, Lajeado, v. 9, n. 3, p. 105–114, 2017. Disponível em:
<https://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/download/1676/1273>. Acesso em: 19 jun. 2025.

IPCC. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. 2006. Disponível em:
<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

Anexo

Fatores de emissão dos bens e serviços comprados

Produto	Fator de Emissão	FE (kgCO ₂ e)
013000 - CHILLER CONDENSACAO A AR – CAP	absorption chiller production, 100kW absorption chiller, 100kW Cutoff, U-RoW	2,76913 kg CO ₂ e/un
903042 - LIVRO: CECILIA VICUNA	offset printing, per kg printed paper printed paper, offset Cutoff, U	2,97618 kg CO ₂ e/kg
903039 - LIVRO: LYGIA CLARK	offset printing, per kg printed paper printed paper, offset Cutoff, U	2,97618 kg CO ₂ e/kg
015975 - CABO PARALELO PLUS 2X1,50MM2 -	copper, anode to generic market for copper-rich materials copper-rich materials Cutoff, U-GLO	6,14075 kg CO ₂ e/kg
002063 - MICROCOMPUTADOR	computer production, desktop, without screen computer, desktop, without screen Cutoff, U	224,41 kg CO ₂ e/un
903087 - LIVRO: TECIDOS AFRICANOS	offset printing, per kg printed paper printed paper, offset Cutoff, U	2,97618 kg CO ₂ e/kg
15980 - ELETRODUTO GALVANIZADO ELETROL	steel production, converter, unalloyed steel, unalloyed Cutoff, U	1,76038 kg CO ₂ e/kg
903043 - LIVRO: GABRIEL MASSAN	offset printing, per kg printed paper printed paper, offset Cutoff, U	2,97618 kg CO ₂ e/kg
903089 - LIVRO: CAIPIRA	offset printing, per kg printed paper printed paper, offset Cutoff, U	2,97618 kg CO ₂ e/kg
903041 - LIVRO: J. CUNHA	offset printing, per kg printed paper printed paper, offset Cutoff, U	2,97618 kg CO ₂ e/kg
014926 - PAPEL TOALHA ECO BOBINA FOLHA	tissue paper production tissue paper Cutoff, U - RoW	1,98691 kg CO ₂ e/kg
903044 - LIVRO: RENATA LUCAS	offset printing, per kg printed paper printed paper, offset Cutoff, U	2,97618 kg CO ₂ e/kg

Produto	Fator de Emissão	FE (kgCO₂e)
015977 - CAIXA ACUSTICA - CODIGO ARQ005	electronic component production, passive, mobile, earpiece and speaker electronic component, passive, mobile, earpiece and speaker Cutoff, U-GLO	53,78096 kg CO ₂ e/kg
016011 - CABO AFT 6X18AWG	copper, anode to generic market for copper-rich materials copper-rich materials Cutoff, U-GLO	6,14075 kg CO ₂ e/kg
014926 - PAPEL TOALHA ECO BOBINA FOLHA	tissue paper production tissue paper Cutoff, U - RoW	1,98691 kg CO ₂ e/kg
903040 - LIVRO: GERVANE DE PAULA	offset printing, per kg printed paper printed paper, offset Cutoff, U	2,97618 kg CO ₂ e/kg
903072 - CAMISETA PINA 2024	seed-cotton production, conventional seed-cotton Cutoff, U	1,32036 kg CO ₂ e/kg
003700 - BATERIA	battery cell production, Li-ion, LFP battery cell, Li-ion, LFP Cutoff, U-RoW	8,80181 kg CO ₂ e/kg
007897 - MOLDURA EM MADEIRA	sawnwood production, hardwood, dried (u=10%), planed sawnwood, hardwood, dried (u=10%), planed Cutoff, U-RoW	104,50965 kg CO ₂ e/m ³
010815 - NOTEBOOK (FAB. HP - MODELO PRO	computer production, laptop computer, laptop Cutoff, U-GLO	171,25051 kg CO ₂ e/un
015974 - MISTURADOR RECEPTOR DE AUDIO	electronic component production, passive, mobile, earpiece and speaker electronic component, passive, mobile, earpiece and speaker Cutoff, U-GLO	53,78096 kg CO ₂ e/kg
016249 - BANQUETA OBI - ACO CARBONO, CO	steel production, converter, unalloyed steel, unalloyed Cutoff, U	1,76038 kg CO ₂ e/kg
012454 - LETREIRO OU LOGOTIPO EM PVC 20MM COM PINTURA AUTOMOTIVA, FIXACAO PINOS OU COLADO	polyvinylchloride production, bulk polymerisation polyvinylchloride, bulk polymerised Cutoff, U	2,53435 kg CO ₂ e/kg
014928 - SABONETE ESPUMA INOVATTA LUNA	soap production soap Cutoff, U - RoW	2,49271 kg CO ₂ e/kg
011541 - MONITOR HP V24B - 23,6" - AJUS	computer production, desktop, without screen computer, desktop, without screen Cutoff, U-GLO	224,41458 kg CO ₂ e/un

Produto	Fator de Emissão	FE (kgCO₂e)
014925 - PAPEL HIGIENICO ECO FOLHA SIMP	tissue paper production tissue paper Cutoff, U-RoW	1,98691 kg CO ₂ e/kg
000043 - AGUA MINERAL EM GALOES 20L	water production, completely softened water, completely softened Cutoff, U-RoW	0,00064 kg CO ₂ e/kg
016012 - CONDULETE MULTIPLO X 3/4"	metal working, average for aluminium product manufacturing metal working, average for aluminium product manufacturing Cutoff, U-RoW	4,32811 kg CO ₂ e/kg
015774 - COMPRESSOR DANFOSS SZ185S3CC 2	air compressor production, screw-type compressor, 300kW air compressor, screw-type compressor, 300kW Cutoff, U-RoW	1,55499 kg CO ₂ e/un
002444 - PELICULA DE CONTROLE SOLAR	polyester fibre production, finished fibre, polyester Cutoff, U-RoW	4,29350 kg CO ₂ e/kg
001824 - MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR	operation, printer, laser, colour, per kg printed paper printed paper Cutoff, U - RoW	2,88307 kg CO ₂ e/kg
980280 - LIVRO: ERA UMA VEZ: ESCRITOS D	offset printing, per kg printed paper printed paper, offset Cutoff, U	2,97618 kg CO ₂ e/kg
015978 - AMPLIFICADOR DE AVISOS 60S - C	electronic component production, passive, mobile, earpiece and speaker electronic component, passive, mobile, earpiece and speaker Cutoff, U-GLO	53,78096 kg CO ₂ e/kg
001609 - COMPENSADO DE 15MM 1,60X2,2	plywood production plywood Cutoff, U-RoW	0,23 kg CO ₂ e/m ³
011609 - CARPETE FORRACAO MODELO DURAFE	polyester fibre production, finished fibre, polyester Cutoff, U-RoW	4,29350 kg CO ₂ e/kg
002063 - MICROCOMPUTADOR	computer production, desktop, without screen computer, desktop, without screen Cutoff, U	224,41 kg CO ₂ e/un
901114 - CANETA BAMBU PINACOTECA FABER	bamboo forestry, sustainable forest management bamboo culm Cutoff, U	0,03 kg CO ₂ e/kg
903073 - CAMISETA PINA INFANTIL 2024	seed-cotton production, conventional seed-cotton Cutoff, U	1,32036 kg CO ₂ e/kg

Produto	Fator de Emissão	FE (kgCO₂e)
006162 - SACOLA COM ALCA DE PAPEL TORCI	kraft paper production kraft paper Cutoff, U - RoW	0,95676 kg CO ₂ e/kg
901114 - CANETA BAMBU PINACOTECA FABER	bamboo forestry, sustainable forest management bamboo culm Cutoff, U	0,03 kg CO ₂ e/kg
015969 - AMPLIFICADORES DE AUDIO - CODI	electronic component production, passive, mobile, earpiece and speaker electronic component, passive, mobile, earpiece and speaker Cutoff, U-GLO	53,78096 kg CO ₂ e/kg
900155 - LAPIS PINACOTECA	graphite production graphite Cutoff, U	0,03815 kg CO ₂ e/kg
902051 - LENCO EM SEDA - ACERVO PINACO	yarn production, silk, short fibre yarn, silk Cutoff, U	1,18643 kg CO ₂ e/kg
006162 - SACOLA COM ALCA DE PAPEL TORCI	kraft paper production kraft paper Cutoff, U - RoW	0,95676 kg CO ₂ e/kg
012999 - LIVRETO RELATORIO ANUAL PATRON	offset printing, per kg printed paper printed paper, offset Cutoff, U	2,97618 kg CO ₂ e/kg
016025 - MONITOR PROFISSIONAL SAMSUNG 4	computer production, desktop, without screen computer, desktop, without screen Cutoff, U-GLO	224,41458 kg CO ₂ e/un
901731 - BONE PINACOTECA	seed-cotton production, conventional seed-cotton Cutoff, U	1,32036 kg CO ₂ e/kg
010611 - TELA DE PROJECAO COM ESTRUTURA	polyester fibre production, finished fibre, polyester Cutoff, U-RoW	4,29350 kg CO ₂ e/kg
902947 - ECOBAG DE ALGODAO	seed-cotton production, conventional seed-cotton Cutoff, U	1,32036 kg CO ₂ e/kg
903090 - IMA PREDIOS	magnetite production magnetite Cutoff, U	0,89966 kg CO ₂ e/kg
016139 - SACO PARA LIXO VERDE - GG 200	polyethylene production, high density, granulate, recycled polyethylene, high density, granulate, recycled Cutoff, U	0,84068 kg CO ₂ e/kg
016140 - SACO PARA LIXO AZUL GG 200 LIT	polyethylene production, high density, granulate, recycled polyethylene, high density, granulate, recycled Cutoff, U	0,84068 kg CO ₂ e/kg

Produto	Fator de Emissão	FE (kgCO₂e)
900155 - LAPIS PINACOTECA	graphite production graphite Cutoff, U	0,03815 kg CO ₂ e/kg
014928 - SABONETE ESPUMA INOVATTA LUNA	soap production soap Cutoff, U - RoW	2,49271 kg CO ₂ e/kg
902262 - IMA GELADEIRA PINA AZULEJO	magnetite production magnetite Cutoff, U	0,89966 kg CO ₂ e/kg
903035 - CADERNETA PINA 14X21	paper production, newsprint, virgin paper, newsprint Cutoff, U	2,41345 kg CO ₂ e/kg

Fonte: Elaboração própria (2025) a partir da Base de dados Ecoinvent Versão 3.9.1.