



## DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO <b>RT-9.EA.22.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>1 de 19</b>

LINHA 9 TRECHO / SISTEMA / ESCOPO EA SUBTRC. / SUBSIST. / CONJ. UC / SUBCONJ.	OBJETO  <b>INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA          METRÔ DE SÃO PAULO 2022</b>
--	--

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DOCUMENTOS RESULTANTES

OBSERVAÇÕES
Anexo 1 – 4 folhas A4

DESCRIÇÃO DA REVISÃO

EMITENTE		ANÁLISE TÉCNICA	LIBERAÇÃO
AUTOR / PROJETISTA / FORNECEDOR	CONTRATADA / METRÔ	METRÔ / CONTRATADA	METRÔ
<b>GPA/DPA/CVS</b>	<b>GPA/DPA/CVS</b>	<b>GPA/DPA</b>	<b>GPA</b>
CONTRATO		CONTRATO	
O.S.		O.S.	
RESPONSÁVEL TÉCNICO	RESPONSÁVEL TÉCNICO	RESPONSÁVEL TÉCNICO	NOME
Soraia Schultz Martins Carvalho	Ramón Carollo Sarabia Neto	Epaminondas Duarte Júnior	Luiz Antonio Cortez Ferreira
REGISTRO 25.328-0	REGISTRO 24.467-1	REGISTRO 04.555-5	REGISTRO 12.887-6
ART/RRT:	ART/RRT:	ART/RRT: 28027230190658459	ART/RRT: 8218918
MODALIDADE Economista	MODALIDADE Químico	MODALIDADE Engenheiro Civil	MODALIDADE Arquiteto
DATA	DATA	DATA	DATA

CÓDIGO	REVISÃO
<b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
<b>28/05/2023</b>	<b>2 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  Companhia do Metropolitano de São Paulo	EMITENTE  Soraia Schultz Martins Carvalho
	ANÁLISE TÉCNICA  Epaminondas Duarte Júnior

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. BASE METODOLÓGICA DO INVENTÁRIO .....</b>	<b>4</b>
2.1. METODOLOGIA.....	4
2.2. DELIMITAÇÃO DO INVENTÁRIO .....	5
2.3. ESCOPOS DE EMISSÕES DE GEE – METRÔ DE SÃO PAULO.....	5
2.3.1. Fontes de emissões por escopo .....	6
2.3.2. Escopo 1 – Emissões Diretas .....	7
2.3.3. Escopo 2 – Emissões Indiretas por Consumo de Energia Elétrica.....	7
2.3.4. Escopo 3 – Outras Emissões Indiretas.....	7
2.4. INTENSIDADE DE EMISSÕES DE GEE .....	8
<b>3. RESULTADOS DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE .....</b>	<b>8</b>
3.1. ENERGIA – PRINCIPAL FONTE DE EMISSÃO DE GEE .....	9
3.2. EMISSÕES ASSOCIADAS À MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL .....	11
3.3. DESEMPENHO AMBIENTAL ASSOCIADO ÀS EMISSÕES DE GEE .....	13
3.3.1. Emissões por passageiro-quilômetro comparativas.....	13
3.3.2. Emissões por passageiro-quilômetro TCFD/CDP.....	15
3.4. BALANÇO LÍQUIDO DE EMISSÕES .....	16
3.5. PRINCIPAIS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE (EM EMISSÕES DE GEE)	17
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>18</b>
<b>5. FICHA TÉCNICA .....</b>	<b>19</b>

CÓDIGO	REVISÃO
<b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
<b>28/05/2023</b>	<b>3 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Metrô de São Paulo é reconhecido pelos impactos socioambientais positivos que provoca e tem alinhado sua gestão à agenda ESG, buscando definir novas estratégias para garantir a perenidade do seu negócio e promover o desenvolvimento sustentável.

Esta abordagem tem permitido avaliar a contribuição da expansão da rede metroviária para um cenário de descarbonização da economia, pelo potencial de influenciar a dinâmica da mobilidade da população e impactar diversos setores ligados à tecnologia, energia e infraestrutura.

O papel do Metrô como agente estruturador da mobilidade urbana é reconhecido pela sociedade por possibilitar a substituição modal. Por isso, o Metrô vem investindo no desenvolvimento de projetos de novas linhas para cumprir a missão de prover uma rede de transporte integrada para a mobilidade sustentável, promovendo ganhos de tempo e de melhora da qualidade de vida nas cidades, com a redução do consumo de combustíveis, de congestionamentos nas ruas e de acidentes de trânsito e, consequentemente, das emissões atmosféricas.

A abordagem da sustentabilidade nos projetos das novas linhas tem resultado em marcos importantes e que se traduzem em indexadores positivos de desempenho climático. Para avaliar a efetividade dos projetos em termos de mitigação de emissões de gases do efeito estufa (GEE) e em relação aos fatores ESG, dois indicadores são utilizados: o de benefícios sociais e o de emissões de GEE por passageiro-quilômetro.

Para a análise do seu desempenho climático, o Metrô desenvolveu uma metodologia para a contabilização das emissões de GEE com base em diretrizes utilizadas pelas empresas ao redor do mundo e com parâmetros adaptados às características do seu negócio. Esta metodologia tem sido a base para a realização do Inventário de emissões de GEE do Metrô, desde 2008.

O Inventário é um levantamento dos dados das emissões de GEE associadas direta ou indiretamente às atividades da Companhia, realizadas na operação e manutenção do serviço, nos canteiros de obras e nas áreas administrativas.

O consumo de energia elétrica, sobretudo a que é utilizada para a tração dos trens, é a principal fonte de emissão de GEE da Companhia e representa entre 80 e 95% do total das emissões. Essa variabilidade decorre da composição da matriz de geração de energia no país, que influencia diretamente no cálculo dos fatores de emissão nacionais, utilizados para avaliar os impactos das atividades

CÓDIGO	REVISÃO
<b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
<b>28/05/2023</b>	<b>4 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE  <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA  <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

corporativas em relação às emissões de GEE. A participação de usinas térmicas movidas a combustíveis fósseis na geração de energia elétrica pode tornar a geração de energia, em termos de emissões, mais ou menos impactante para as mudanças climáticas. Isso se reflete diretamente no desempenho climático do Metrô, fortemente dependente desses fatores externos e conjunturais.

Os resultados do Inventário de Emissões de GEE do Metrô, em 2022, foram influenciados pela redução no fator de emissão de GEE médio para um terço do observado em 2021. Isso ocorreu em função do aumento da quantidade de água armazenada nas hidrelétricas do país, reduzindo a produção de eletricidade por usinas termoeletricas a combustíveis fósseis – como diesel, carvão e gás natural. Os impactos da pandemia da Covid-19 na demanda observada do Metrô e, conseqüentemente no desempenho climático da Companhia, também começaram a apresentar um grau de reversão mais acentuado em 2022.

Esses fatores conjunturais levaram a reduções de 60% nas emissões absolutas da Companhia e de 74% nas emissões de GEE para transportar um passageiro pela distância de um quilômetro, quando comparadas ao ano anterior.

Os indicadores gerados a partir do Inventário têm contribuído para a análise de impacto da rede metroviária, confirmando a relevância do Metrô para a mobilidade sustentável e para cenários de baixo carbono.

Os dados detalhados do Inventário de Emissões de GEE 2022 e as análises são apresentados a seguir.

## 2. BASE METODOLÓGICA DO INVENTÁRIO

### 2.1. METODOLOGIA

O Inventário de Emissões de GEE é elaborado com base nas Normas Corporativas de Transparência e Contabilização de Gases do Efeito Estufa do *GHG Protocol*, referência mundial de metodologia para elaboração de inventários de GEE corporativos. Ela foi adaptada ao contexto nacional pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (GVces) e pelo *World Resources Institute* (WRI) em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), e o *World Business Council for Sustainable Development* (WBSCD).

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>5 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE  <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA  <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

Os gases contabilizados são os listados no Protocolo de Quioto: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), a família dos hidrofluorcarbonetos (HFCs) e a dos perfluorcarbonetos (PFCs), considerando-se os três escopos previstos no *GHG Protocol*.

Os dados do inventário são apresentados em CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e) como parâmetro de emissão comum, porque a capacidade de cada gás em reter calor na atmosfera ao longo do tempo é variável. A medida é baseada no conceito de potencial de efeito estufa (*Global Warming Potential-GWP*).

É importante ressaltar que periodicamente os valores de GWP são atualizados de acordo com as comunicações do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima-IPCC. Para este inventário foram utilizados os valores divulgados no relatório *the IPCC Fifth Assessment Report, 2014 (AR5)*.

## 2.2. DELIMITAÇÃO DO INVENTÁRIO

As emissões contabilizadas no inventário referem-se às emissões de GEE provenientes de instalações, canteiros de obra, equipamentos e processos relacionados à administração, operação, manutenção, monitoramento de obras e outras atividades sob responsabilidade da Companhia. Ou seja, incluem as linhas 1-Azul, 2-Verde, 3-Vermelha, 15-Prata, pátios, canteiros e áreas administrativas.

## 2.3. ESCOPOS DE EMISSÕES DE GEE – METRÔ DE SÃO PAULO

As emissões são classificadas de acordo com o tipo de controle sobre a fonte de emissão e subdivididas em três escopos, conforme definido pela metodologia do *GHG Protocol*:

- Escopo 1 – emissões diretas;
- Escopo 2 – emissões indiretas decorrentes de consumo de energia elétrica; e
- Escopo 3 – outras emissões indiretas.

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>6 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

### 2.3.1. Fontes de emissões por escopo

As fontes de emissão do Metrô levantadas por escopo são:

**Quadro 1 Fontes de emissão por escopo**

Fontes de Emissão	Escopo	Descrição	
Gases Refrigerantes	1	Emissões diretas da companhia: provocadas pela queima de combustíveis pelos veículos próprios, equipamentos de via e grupos geradores. Além de consumo de gases combustíveis e fuga de gases refrigerantes. Todas as atividades controladas pelo Metrô.	
GLP			
Equipamentos			
Frota Própria			
GG Diesel			
GG Gás			
EE Operação	2	Emissões indiretas pelo consumo de energia elétrica.	
EE Prédios Administrativos e Outros Imóveis			
EE Canteiros do Metrô			
Frota Leve locada	3	Outras emissões indiretas. Essas não são controladas pela Companhia, mas ocorrem indiretamente em virtude de alguma atividade realizada por ela.	
Frota Pesada Locada			
Gás de Cozinha			
Micro-Ônibus			
Moto Boy			
Decomposição de resíduos			Manutenção
			Refeitórios (Pátios)
			Administrativos
			Estações
Jardinagem			
Queima de resíduos perigosos (PCBs e outros)			
Táxi			
Transporte de Alimentos			
Transporte de Lixo			
Tratamento de efluentes			
Viagens Aéreas			
<b>Legenda:</b>			
EE – Energia Elétrica			
GG – Grupo Gerador			
GLP – Consumo de gás liquefeito de petróleo (excluindo-se gás de cozinha)			

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>7 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE  <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA  <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

### 2.3.2. Escopo 1 – Emissões Diretas

Neste escopo, os gases refrigerantes são os que mais influenciam na variação de emissões de um ano para outro, devido ao alto potencial de aquecimento global (GWP) associado a eles. Esse escopo corresponde a aproximadamente 2% do total das emissões registradas pela Companhia.

### 2.3.3. Escopo 2 – Emissões Indiretas por Consumo de Energia Elétrica

O escopo 2 representa as emissões indiretas geradas com o consumo de energia elétrica pela Companhia, e estão majoritariamente vinculadas à operação do sistema e à tração dos trens. O escopo, que representa em média aproximadamente 90% das emissões totais da companhia, teve sua participação reduzida para 83% do total, em 2022, devido a mudanças na matriz energética nacional quando comparada com o ano anterior.

### 2.3.4. Escopo 3 – Outras Emissões Indiretas

O escopo 3 faz referência a outras emissões indiretas que não as relacionadas ao consumo de energia. É de declaração opcional e de nível de profundidade bastante variado entre empresas.

No caso da Companhia, as categorias levantadas são as relacionadas a resíduos sólidos (decomposição e queima), consumo de gás de cozinha pelas contratadas nos refeitórios, serviços de transporte (táxi, micro-ônibus e afins), tratamento de efluentes, veículos locados e viagens aéreas a trabalho.

Os resultados apresentam certa constância entre os anos. As emissões relacionadas a resíduos sólidos são as mais significativas, seguidas das emissões de tratamento de efluentes. A sua representatividade em relação ao total de emissões do Metrô tem variado em decorrência, principalmente, dos resultados do escopo 2, representando de 6 a 15% dependendo do ano.

Os resíduos sólidos considerados no inventário são: resíduos perigosos (ambulatoriais e tóxicos), resíduos não perigosos (resíduos da manutenção, resíduos administrativos de pátios e prédios, resíduos de refeitórios, resíduos de jardinagem). A partir de 2012, as emissões relativas aos resíduos gerados em estações deixaram de ser contabilizadas devido à indisponibilidade de informações detalhadas para o cálculo das estimativas.

CÓDIGO	REVISÃO
<b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
<b>28/05/2023</b>	<b>8 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	Soraia Schultz Martins Carvalho
Companhia do Metropolitano de São Paulo	ANÁLISE TÉCNICA
	Epaminondas Duarte Júnior

## 2.4. INTENSIDADE DE EMISSÕES DE GEE

O desempenho climático de empresas no setor de transportes é analisado a partir de indicadores relativizados por unidade de produção. Para avaliar o transporte de passageiros, a unidade utilizada é passageiro-quilômetro (pkm).

Para o cálculo das emissões de GEE por pkm, são considerados dados como: a viagem média do passageiro por modo, conforme dados da Pesquisa Origem Destino 2017, as entradas de passageiros nos sistemas, as emissões geradas com o consumo de energia para a operação dos trens (no caso do metrô), a quilometragem total rodada pelos ônibus da cidade de São Paulo, entre outros.

Os valores de emissão por passageiro-quilômetro de cada modo são apresentados no item 3.3 e os dados base utilizados para cálculo estão no ANEXO 1.2.

## 3. RESULTADOS DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE

Os resultados do levantamento das emissões de GEE são apresentados na Tabela 1 e detalhados na sequência:

**Tabela 1 Emissões de Gases do Efeito Estufa por Escopo – Metrô/SP**

Escopo	E total (tCO <sub>2e</sub> ) <sup>1</sup>				
	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Escopo 1</b>					
<b>Emissão direta</b>	942	585	776	602	478
<b>Remoções<sup>2</sup></b>	-	-	-	(824)	-
<b>Escopo 2</b>					
<b>Emissão indireta</b>	34.982	36.337	25.983	51.234	18.001
<b>Escopo 3</b>					
<b>Outras emissões indiretas</b>	3.858	3.794	3.403	3.115 <sup>3</sup>	3.331
<b>Total</b>	<b>39.782</b>	<b>40.757</b>	<b>30.162</b>	<b>54.128</b>	<b>21.811</b>

Obs. 1: Houve ajustes inferiores a 1% nos resultados apresentados em função da apuração dos dados de anos anteriores.

Obs. 2: As remoções de GEE acontecem quando um equipamento pode provocar a redução ou o sequestro das emissões e são computadas com valores negativos. As remoções consideradas, a partir de 2021, devem-se à devolução de cilindros de gases refrigerantes ao almoxarifado e foram contabilizados como reciclagem.

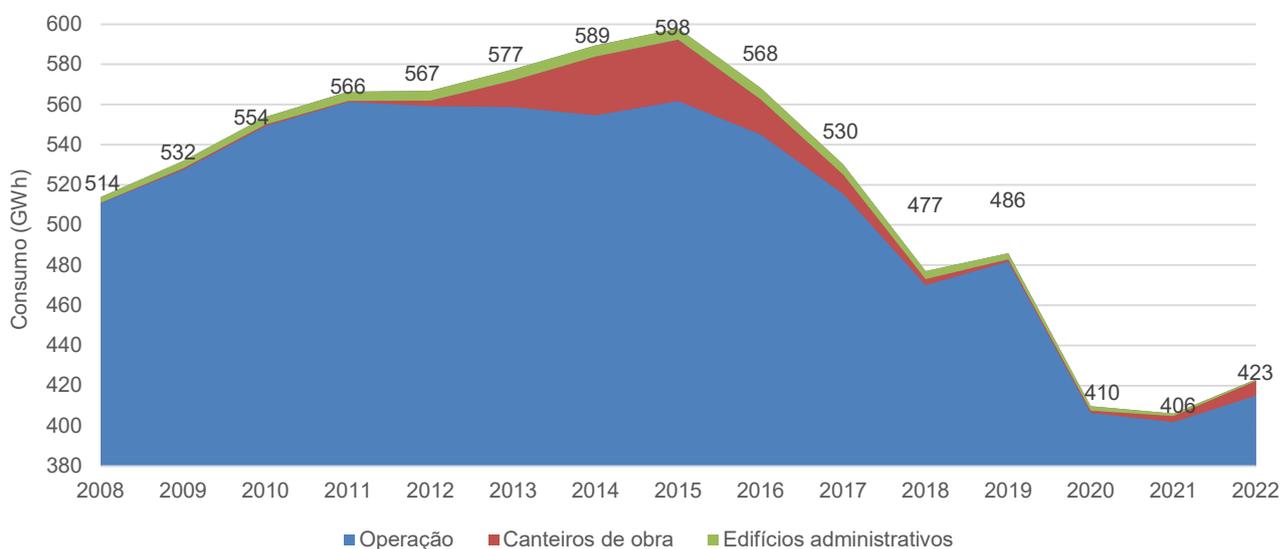
Obs. 3: Em função de alteração da forma de fornecimento dos dados de consumo de água pela SABESP em 2021, para o cálculo das emissões do escopo 3 por efluente tratado, adotou-se, para os últimos três meses do ano, a média dos meses entre janeiro e setembro.

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>9 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

### 3.1. ENERGIA – PRINCIPAL FONTE DE EMISSÃO DE GEE

As emissões de GEE da Companhia estão fortemente relacionadas ao consumo de energia elétrica para tração dos trens, estações e pátios, que representa mais de 90% do total do escopo 2. O restante das emissões deste escopo é decorrente do consumo de energia nos prédios administrativos e canteiros de obra. O gráfico abaixo mostra o consumo de energia elétrica da Companhia.



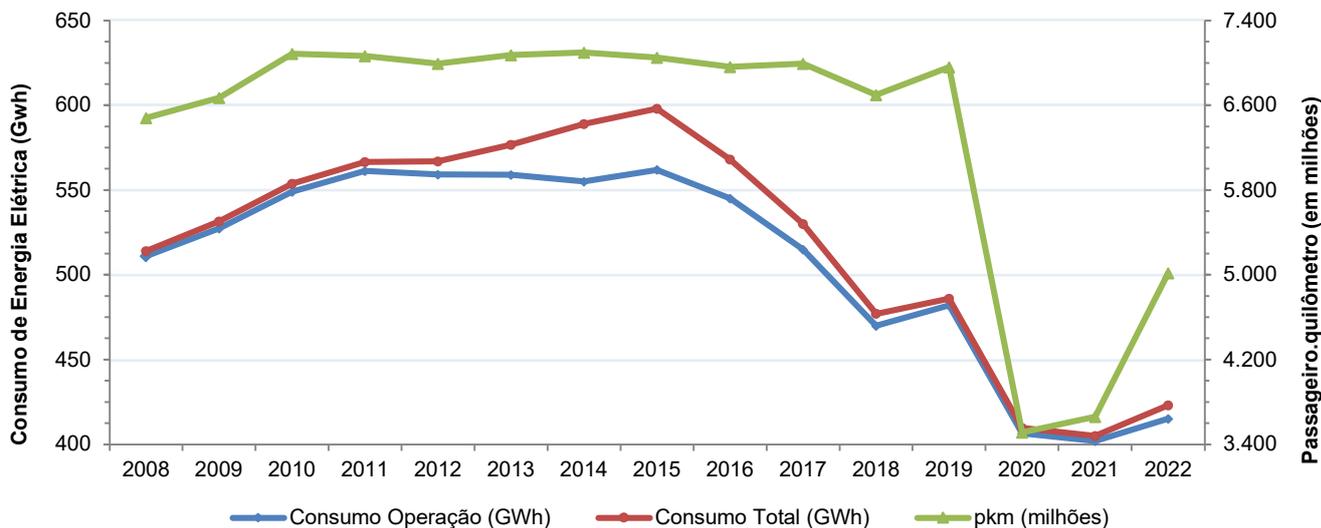
**Figura 1 Consumo de Energia Elétrica – Metrô de São Paulo.**

Como pode ser visto na Figura 1, o consumo total de energia em 2022 aumentou 4% em relação ao ano anterior, continuando abaixo dos padrões pré-pandemia. Para análise de eficiência, contudo, não apenas os dados de consumo de energia são levados em conta. A demanda de passageiros também é uma variável importante para a análise de desempenho energético da rede em operação. Ao longo do tempo, verifica-se que apesar de se relacionarem nesta análise, não são totalmente dependentes.

De maneira mais acentuada que o aumento de consumo de energia, houve forte aumento na demanda de passageiros, levando a um acréscimo de 37% no passageiro-quilômetro em relação a 2021. Os dados de consumo e pkm podem ser vistos na Figura 2.

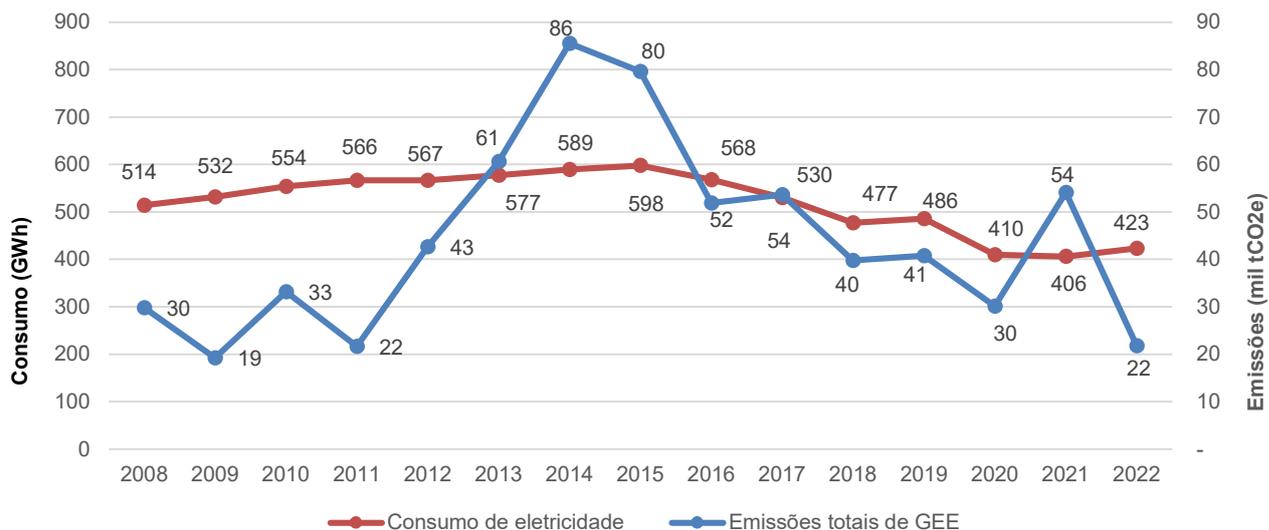
CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>10 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>



**Figura 2 Consumo de Energia x passageiro-km**

Apesar de o consumo de energia ter aumentado e ser associado às emissões de GEE, a Figura 3 mostra que o total de emissões de GEE diminuiu cerca de 60%, reforçando a forte influência de fatores conjunturais externos nas emissões do Metrô.



**Figura 3 Consumo de Energia x Emissões de GEE**

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>11 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE  <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA  <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

### 3.2. EMISSÕES ASSOCIADAS À MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

O Metrô tem um desempenho climático influenciado por fatores externos e conjunturais do cenário energético no país. As emissões das empresas energo-intensivas e não auto-geradoras, como o Metrô, são sensíveis a variações da composição da matriz de energia nacional (Sistema Interligado Nacional-SIN), e aumentam expressivamente em períodos de escassez hídrica.

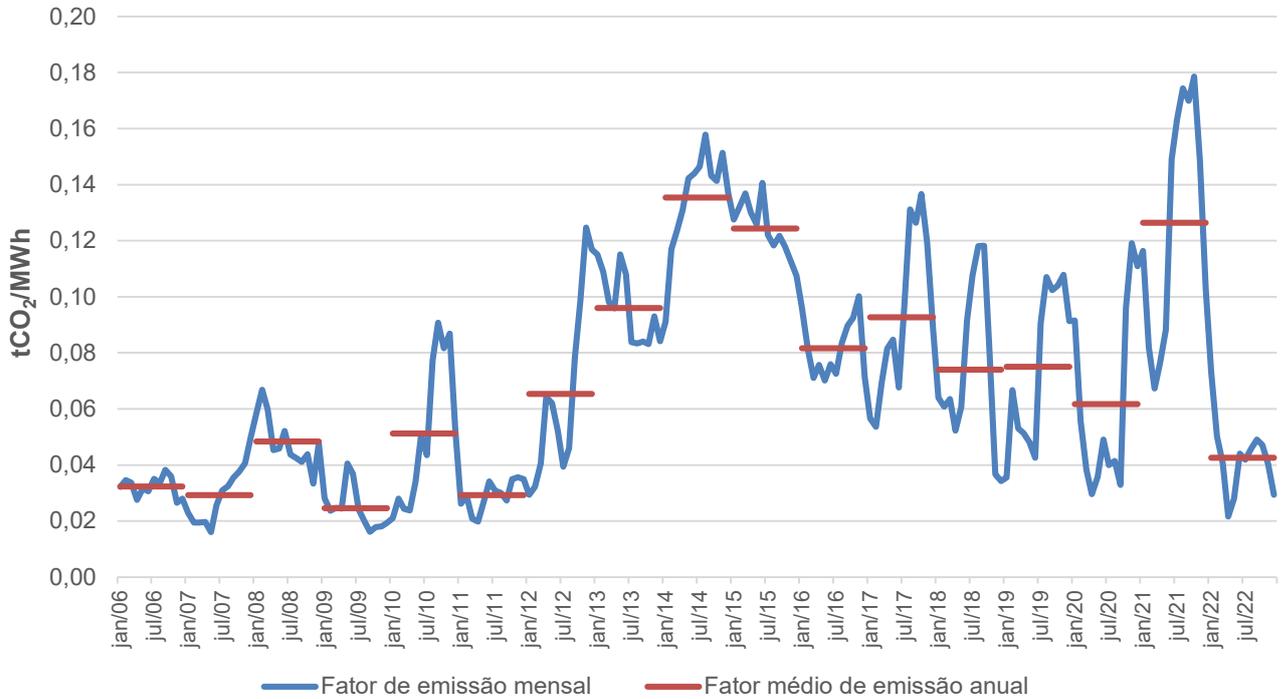
A definição e o controle da composição da matriz de energia elétrica gerada no país são realizados pelo ONS (Operador Nacional do Sistema), levando em conta fatores como a demanda por energia, os níveis dos reservatórios de hidrelétricas e outros fatores relevantes. Quando ocorre um aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética (ex.: níveis dos reservatórios das hidrelétricas maiores, incremento de geração eólica, etc.) do país, os fatores de emissão de GEE médios para geração de energia elétrica diminuem. Esses fatores, calculados e divulgados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação-MCTI mensalmente, são únicos para todo o país.

Importante destacar que os fatores de emissão sofreram variação significativa a partir de 2012, com a crise de escassez hídrica, aumentando a participação de energia de fontes térmicas fósseis na matriz energética do Brasil.

Ao se observar os fatores de emissão mensais para geração de energia elétrica ao longo de 2022, nota-se uma forte variação em relação a 2021, por conta de períodos de chuvas, mais ou menos intensos, em que se alteram os níveis dos reservatórios das principais usinas hidrelétricas do país, conforme pode ser visto na Figura 4.

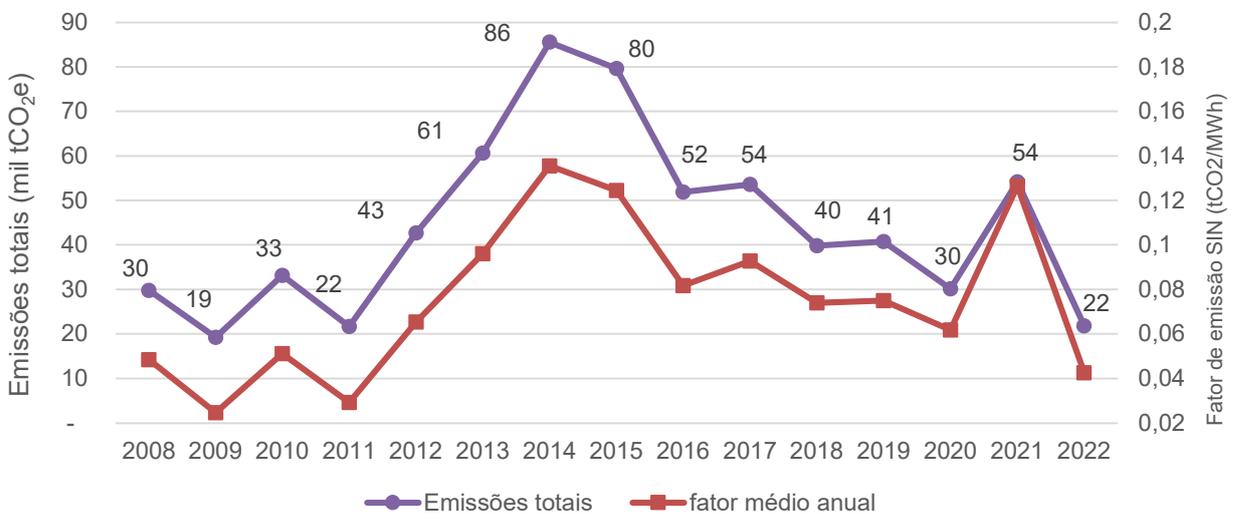
CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>12 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>



**Figura 4 Fatores de emissão de GEE para consumo de energia elétrica.**  
Fonte: Sistema Interligado Nacional-SIN, Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações-MCTI.

Devido à alta representatividade da emissão de GEE indireta por consumo de energia elétrica, as emissões totais da Companhia apresentam um padrão de variação anual similar à curva dos fatores de emissão do SIN, conforme apresentado na Figura 5.



**Figura 5 Comparação entre Emissão Total de GEE Metrô x Fator de Emissão<sup>1</sup> de Energia Elétrica**  
<sup>1</sup>os fatores de emissão mês a mês podem ser vistos no ANEXO 1.2.

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>13 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE  <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA  <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

### 3.3. DESEMPENHO AMBIENTAL ASSOCIADO ÀS EMISSÕES DE GEE

Apesar da grande dependência entre a composição da geração de energia do país e as emissões da Companhia apresentadas anteriormente, o Metrô se destaca como alternativa de transporte sustentável, quando comparado aos demais modos motorizados, principalmente os movidos a combustível fóssil.

Além de ser movido a energia elétrica, o Metrô possui características operacionais e tecnológicas que contribuem para menores emissões de CO<sub>2</sub>. Destacam-se sua capacidade de transporte, seu potencial para promover a substituição modal e a conseqüente transferência de passageiros vindos de outros modos, principalmente os modos motorizados, movidos a combustível fóssil.

O desempenho ambiental dos modos de transporte é medido através do indicador de emissão de GEE por passageiro-quilômetro (pkm). Ou seja, a emissão de GEE do modo para transportar um passageiro pela distância de um quilômetro.

#### 3.3.1. Emissões por passageiro-quilômetro comparativas

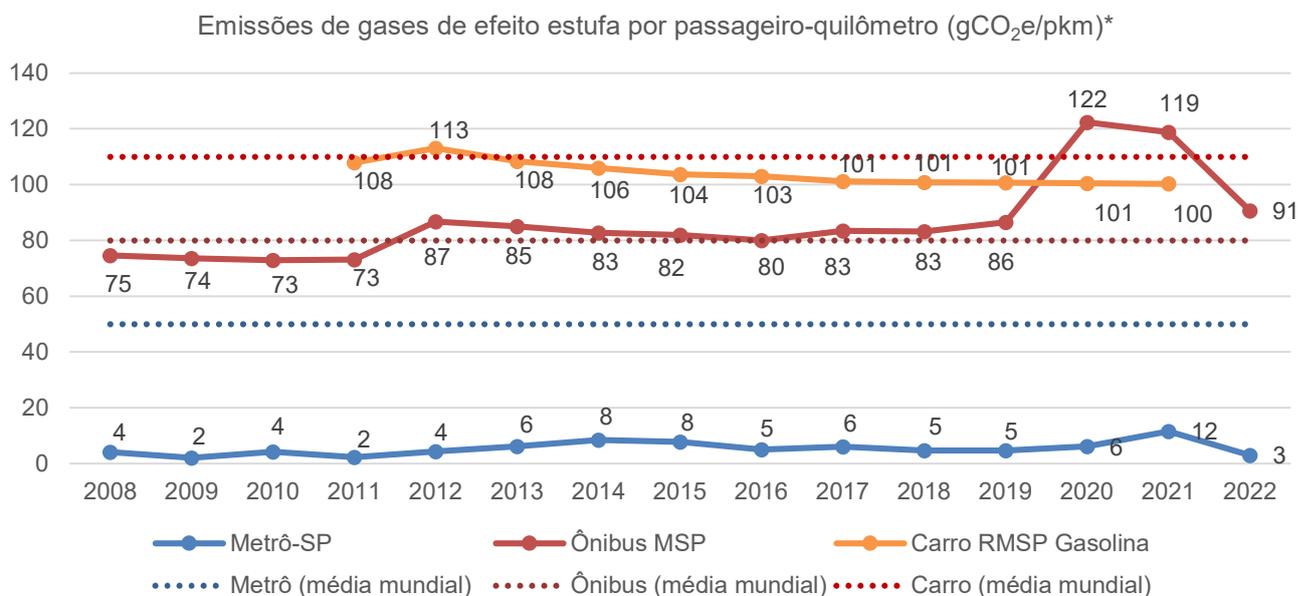
Para comparar os diversos modos de transporte em relação às emissões por passageiro-quilômetro, é importante utilizar a mesma base de cálculo. Utilizam-se, portanto, apenas os dados de emissão para se realizar o transporte em si, desconsiderando-se atividades auxiliares.

O cálculo desse indicador comparativo é realizado a partir de informações operacionais do Metrô, de ônibus municipais (SPTrans) e de dados da Pesquisa Origem Destino e de Mobilidade Urbana, além de informações de emissões veiculares no Estado de São Paulo, fornecidas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo-CETESB.

A Figura 6 apresenta as emissões de GEE por passageiro-quilômetro dos modos metrô, ônibus e automóvel (gCO<sub>2</sub>e por pkm).

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>14 de 19</b>

<b>EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)</b>  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	<b>EMITENTE</b> <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	<b>ANÁLISE TÉCNICA</b> <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>



**Figura 6 Emissões de GEE por passageiro-quilômetro – metrô, ônibus e automóvel (gCO<sub>2</sub>e por pkm).**  
\*Emissão de veículos à gasolina foi calculada com base em dados de autonomia e frota de veículos da RMSP, da CETESB.

**Fonte: Valores de São Paulo – Metrô de São Paulo, SPTrans. Valores mundiais de referência: “Custos de Energia, Fontes Renováveis e Emissões de CO<sub>2</sub>e”. NOVA, 2008.**

Os dados de 2022 refletem os efeitos da reversão parcial da conjuntura de excepcionalidade provocada pela pandemia, que afetou a mobilidade urbana e, conseqüentemente, a demanda de passageiros. Refletem ainda a melhora do regime de chuvas nas áreas de recarga de bacias que alimentam hidrelétricas e que impacta a geração de energia no país.

As emissões de GEE por passageiro-quilômetro do Metrô caíram 75%, em relação a 2021, permanecendo como a alternativa modal mais sustentável.

Além disso, as emissões de GEE dos ônibus municipais caíram 19%, quando comparadas a 2021, aproximando-se dos patamares antes da pandemia. Com a recuperação, os ônibus voltaram a apresentar impacto menor, em termos de emissão, do que se locomover de automóveis a gasolina.

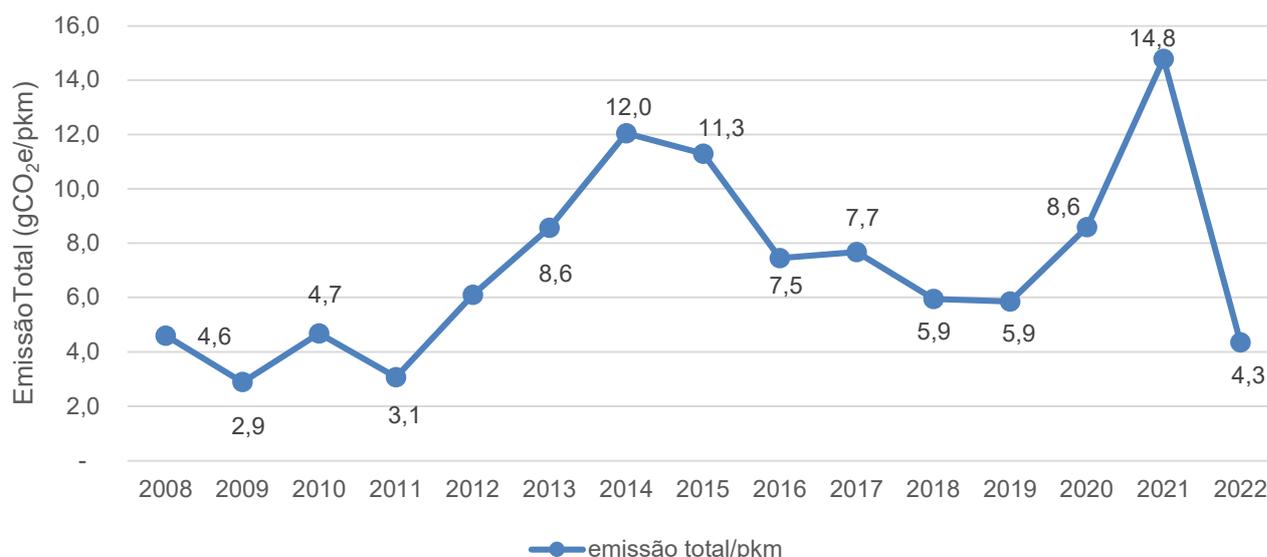
CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>15 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE  <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA  <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

### 3.3.2. Emissões por passageiro-quilômetro TCFD/CDP

O desempenho climático da Companhia foi analisado também através do padrão TCFD-*Task Force on Climate-related Financial Disclosures*, criado para melhorar a divulgação de informações relacionadas ao clima em plataformas abertas para consulta de investidores, como a do CDP. Nesse padrão, sugere-se utilizar as emissões totais da Companhia (escopos 1, 2 e 3) para cálculo do indicador de emissões por passageiro-quilômetro.

Além da utilização das emissões totais, o indicador utiliza o passageiro-quilômetro observado em 2022 e não os dados estimados a partir da Pesquisa Origem e Destino. A série completa de emissões por passageiro-quilômetro utilizando essa abordagem está disposta na Figura 7.



**Figura 7 Emissões totais do Metrô (escopos 1, 2 e 3) por passageiro-quilômetro**

CÓDIGO	REVISÃO
<b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
<b>28/05/2023</b>	<b>16 de 19</b>

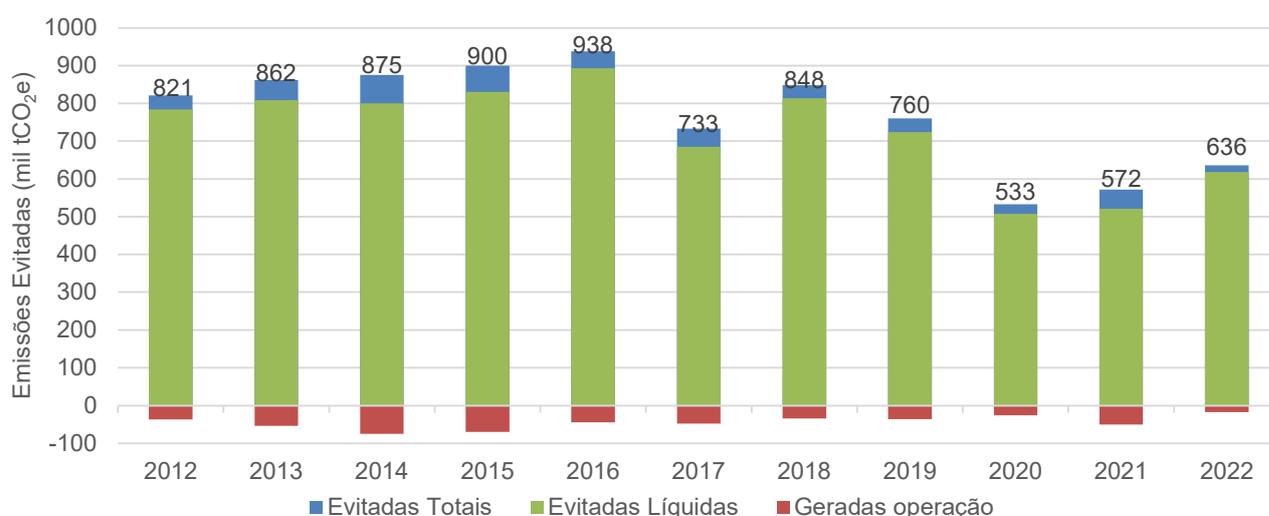
EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
<b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	<b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA
	<b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

### 3.4. BALANÇO LÍQUIDO DE EMISSÕES

Na análise dos benefícios sociais da rede metroviária, são estimados os impactos na mobilidade urbana, considerando a hipótese de sua não existência. São avaliados os efeitos do incremento de veículos motorizados nas ruas – ônibus, automóveis e motocicletas –, da quilometragem percorrida e da queda da velocidade dos veículos nas ruas com o aumento dos congestionamentos. A partir destes dados, são estimadas as emissões atmosféricas evitadas, incluindo as de poluentes locais e as de gases do efeito estufa.

O balanço líquido de emissões é uma análise complementar, resultante da diferença entre as emissões de GEE evitadas em função da existência da rede e as emissões geradas a partir do consumo de energia para a operação. No período entre 2012 e 2022, estima-se que as emissões de GEE evitadas com a existência da rede do Metrô foram, em média, de aproximadamente 800 mil toneladas de CO<sub>2</sub> anuais. Por outro lado, a operação do Metrô gerou, em média, 45 mil tCO<sub>2</sub>e anuais devido ao consumo de energia elétrica de tração, estações, pátios e centro de controle.

Ao se fazer o balanço líquido, o resultado é positivo, ou seja, as emissões evitadas se mantêm superiores às geradas para operar o sistema, numa proporção em que a cada tonelada gerada pela operação do Metrô aproximadamente 19 deixam de ser emitidas na RMSP devido à existência da rede.



**Figura 8 Balanço Líquido de Emissões de GEE – Metrô SP**  
Obs.: Os valores numéricos mostram o total de emissões evitadas.

CÓDIGO	REVISÃO
<b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
<b>28/05/2023</b>	<b>17 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

### 3.5. PRINCIPAIS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE (EM EMISSÕES DE GEE)

Tabela 2 Principais Indicadores de sustentabilidade

Item de Abordagem GRI <sup>1</sup>	Fonte	2018	2019	2020	2021	2022
GRI 302	Consumo total (GWh)	477	486	410	405	423
	Consumo tração dos trens com perdas (GWh)	326	338	261	256	269
Emissões de Gases do Efeito Estufa – GEE						
GRI 305	Total de emissões (mil tCO <sub>2e</sub> )	40	41	30	54	22
	Emissões diretas de GEE (tCO <sub>2e</sub> )	942	585	776	597	478
	Reduções de emissões diretas de GEE (tCO <sub>2e</sub> ) <sup>2</sup>	-	-	-	824	-
	Emissões indiretas de GEE - consumo de energia elétrica operação (mil tCO <sub>2e</sub> )	35	36	26	51	18
	Outras Emissões indiretas de GEE (mil tCO <sub>2e</sub> ).	4	5	3	3	3
	Emissões por passageiro-quilômetro (gCO <sub>2e</sub> /pkm)	6	5	6	12	3

Obs. <sup>1</sup>: Item de abordagem de sustentabilidade segundo a Norma GRI-*Global Reporting Initiative*.

Obs. <sup>2</sup>: As remoções de GEE acontecem quando um equipamento pode provocar a redução ou o sequestro das emissões e são computadas com valores negativos. As remoções consideradas, a partir de 2021, devem-se à devolução de cilindros de gases refrigerantes ao almoxarifado e foram contabilizados como reciclagem.

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>18 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE  <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA  <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados aqui apresentados reforçam que o Inventário de Emissões de GEE é uma importante ferramenta de gestão, que permite avaliar a contribuição da rede metroviária para cenários de baixo carbono. Isto é possível porque o Inventário fornece dados que permitem uma análise mais detalhada da eficiência climática das atividades da Companhia e destaca a sua experiência e o seu compromisso ao monitorar os impactos das mudanças climáticas.

O Metrô tem procurado o alinhamento a outros requisitos que envolvam a análise de riscos e oportunidades para ampliar a transparência e *accountability*, conferindo ao seu desempenho ambiental ainda mais credibilidade perante o mercado e demais públicos de interesse.

Os indicadores de emissão de gases do efeito estufa do Metrô são considerados indexadores positivos em processos de financiamento para expansão da rede metroviária junto a organismos financiadores, garantindo a elegibilidade ao crédito nas avaliações de impactos e riscos.

Em 2022, o Metrô tomou a decisão estratégica de, a partir de 2023, reportar suas ações para reduzir as emissões de GEE na plataforma ambiental global do CDP, utilizada por investidores para consulta sobre o desempenho climático.

Para os próximos anos, outros passos para aperfeiçoamento do processo de gestão, voltada para avaliação de dados sobre mudanças climáticas envolvem alguns pontos chave como:

1. Consolidação da metodologia do inventário: com a finalidade de definir diretrizes e parâmetros metodológicos, contemplando o levantamento, contabilização, monitoramento e relato dos impactos ambientais em termos de emissões de gases do efeito estufa associados a projetos, atividades e processos da Companhia são necessárias a consolidação e a publicação de Instrumentos Normativos (IN) relacionados.
2. Melhorias no processo de coleta e processamento dos dados: avalia-se a necessidade da criação de um banco de dados mais robusto, com interface amigável para os usuários. Uma possibilidade seria a migração para bancos de dados relacionados ao Inventário em SQL ou utilização das planilhas de cálculo exclusivamente para inserção de dados e não apenas para consultas. Desta forma, a integração ao *Power BI* como forma de consulta em interface prática é necessária.
3. Ampliar a utilização das ferramentas de estimativa e contabilização de emissões de GEE para serem utilizadas desde as fases de projeto até a de obra.

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMISSÃO <b>28/05/2023</b>	FOLHA <b>19 de 19</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>Companhia do Metropolitano de São Paulo</b>	EMITENTE  <b>Soraia Schultz Martins Carvalho</b>
	ANÁLISE TÉCNICA  <b>Epaminondas Duarte Júnior</b>

## 5. FICHA TÉCNICA

**Companhia do Metropolitano de São Paulo-Metrô**

**Diretoria de Engenharia e Planejamento-DE**

Paulo Sérgio Amalfi Meca

**Gerência de Planejamento e Meio Ambiente-DE/GPA**

Luiz Antonio Cortez Ferreira

**Departamento de Planejamento e Anteprojeto de Engenharia-GPA/DPA**

Epaminondas Duarte Júnior

**Coordenadoria Estudos de Viabilidade e Sustentabilidade-GPA/DPA/CVS**

Soraia Schultz Martins Carvalho

Ramón Carollo Sarabia Neto

Cacilda Bastos Pereira da Silva

**Outras áreas envolvidas no levantamento dos dados**

Gerência de Manutenção-DO/GMT

Gerência de Operações-DO/GOP

Gerência de Recursos e Infraestrutura-DA/GRI

Gerência de Suporte Operacional-DO/GSO

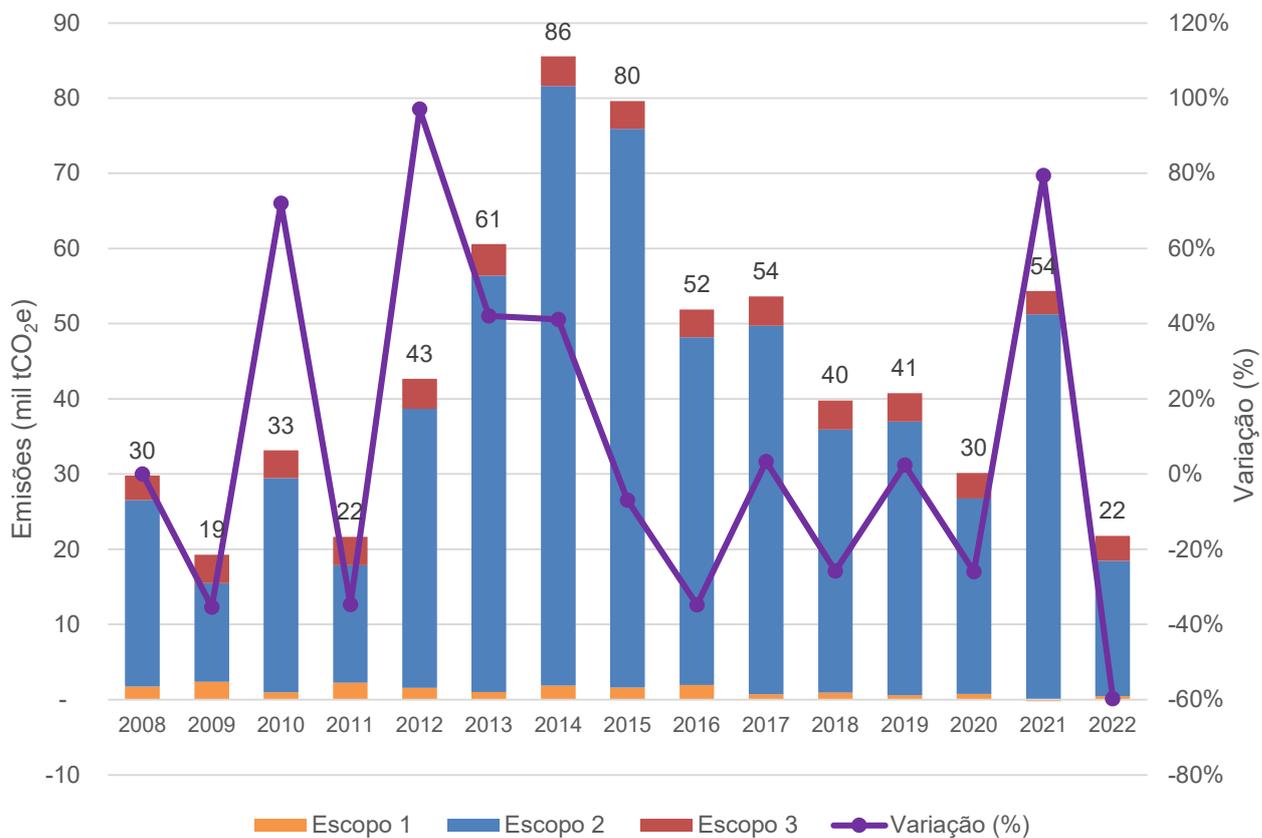
Gerência de Recursos Humanos-DA/GRH

Departamento de Apoio à Gestão-DO/DAG

Centro de Serviços Compartilhados-DA/CSC

## ANEXO 1 RESUMO GERAL DAS EMISSÕES E DADOS PRIMÁRIOS

### 1 EMISSÕES DE GEE



**Figura 9 Variação anual das emissões totais de GEE por escopo– Metrô de São Paulo.**  
**Obs.: Escopo 1: emissões diretas, Escopo 2: emissões indiretas decorrentes de consumo de energia elétrica, Escopo 3: outras emissões indiretas**

## 2 DADOS PRIMÁRIOS

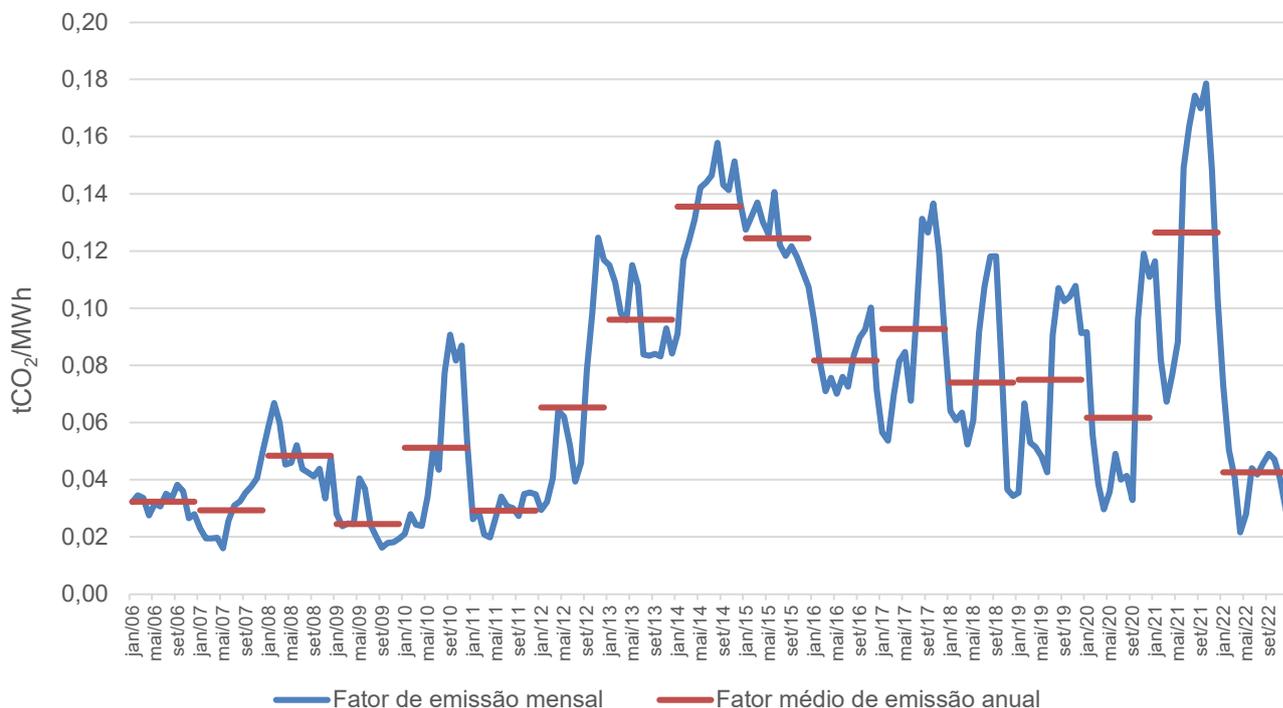


Figura 10 Fatores de emissão de GEE para consumo de energia elétrica.

Fonte: Sistema Interligado Nacional-SIN, Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações-MCTIC.

Tabela 3 Autonomia da frota de veículos movidos a gasolina da RMSP de acordo com o ano de fabricação. (CETESB, 2021)<sup>1</sup>

ano veículo	tipo	consumo (km/L)	ano veículo	tipo	consumo (km/L)	ano veículo	tipo	consumo (km/L)
2002	mono	10,9	2009	mono	9,9	2015	flex	13,2
2003	mono	11,2	2009	flex	11,5	2016	mono	12,5
2003	flex	10,3	2010	mono	10,9	2016	flex	13,8
2004	mono	11,4	2010	flex	12,3	2017	mono	13,1
2004	flex	10,8	2011	mono	11,2	2017	flex	14,3
2005	mono	11,3	2011	flex	12,2	2018	mono	13,4
2005	flex	11,5	2012	mono	11,1	2018	flex	14,2
2006	mono	11,3	2012	flex	12,1	2019	mono	12,1
2006	flex	11,7	2013	mono	11,2	2019	flex	14,5
2007	mono	11,3	2013	flex	12,4	2020	mono	12,6
2007	flex	11,7	2014	mono	11,5	2020	flex	14,8
2008	mono	9,6	2014	flex	12,7	2021	mono	12,0
2008	Flex	11,4	2015	mono	12,0	2021	flex	15,0

<sup>1</sup> Dados disponíveis de frota até 2020

Tabela 4 Dados utilizados para cálculo de emissões de GEE de metrô (Metrô-SP)

Ano	Entradas	Viagem média (km)	pkm calculado	kg de CO <sub>2</sub> transporte <sup>2</sup>	Emissão/pkm (gCO <sub>2</sub> /pkm)
2008	684.367.183	6,9	4.722.133.563	19.475.254	4,1
2009	705.806.130	6,9	4.870.062.297	10.115.706	2,1
2010	754.048.771	6,9	5.202.936.520	22.018.987	4,2
2011	811.656.942	6,9	5.600.432.900	12.670.453	2,3
2012	877.170.671	7,4	6.491.062.965	27.850.906	4,3
2013	888.624.054	7,4	6.575.818.000	40.743.047	6,2
2014	895.561.416	7,4	6.627.154.478	55.966.893	8,4
2015	899.027.892	7,4	6.652.806.401	51.844.491	7,8
2016	888.295.490	7,4	6.573.386.626	32.552.889	5,0
2017	878.100.000	6,3	5.532.030.000	33.599.106	6,1
2018	868.800.000	6,3	5.473.440.000	25.707.277	4,7
2019	854.400.000	6,3	5.382.720.000	24.410.799	4,7
2020	431.000.000	6,3	2.715.300.000	16.780.976	6,2
2021	443.537.063	6,3	2.794.283.497	32.241.274	11,5
2022	609.535.455	6,3	3.840.073.367	11.424.494	3,0

<sup>2</sup> Massa em CO<sub>2</sub> emitida pelo modal para efetuar transporte.

Tabela 5 Dados utilizados para cálculo de emissões de GEE de ônibus municipal de São Paulo

Ano	Quilometragem total <sup>3</sup>	Passageiros Transportados <sup>3</sup>	Entradas <sup>4</sup>	Viagem média (km)	Consumo (km/L)	pkm	kg de CO <sub>2</sub> transporte <sup>5</sup>	Emissão/pkm (gCO <sub>2</sub> /pkm)
2008	949.104.953	2.835.856.140	1.816.070.641	8,7	2,1	15.799.814.577	1.179.411.913	74,6
2009	938.982.686	2.870.007.561	1.814.482.417	8,7	2,1	15.785.997.028	1.160.849.647	73,5
2010	961.962.792	2.915.990.761	1.835.652.419	8,7	2,1	15.970.176.045	1.164.738.777	72,9
2011	972.721.142	2.940.894.817	1.852.246.887	8,7	2,1	16.114.547.917	1.177.764.922	73,1
2012	967.587.587	2.916.954.960	1.850.369.572	7,3	2,1	13.507.697.876	1.171.549.245	86,7
2013	954.212.740	2.924.212.466	1.862.760.909	7,3	2,1	13.598.154.636	1.155.355.060	85,0
2014	945.607.450	2.920.278.340	1.883.781.502	7,3	2,1	13.751.604.965	1.136.901.189	82,7
2015	947.024.584	2.895.708.458	1.876.182.755	7,3	2,1	13.696.134.112	1.122.511.649	82,0
2016	945.306.764	2.915.278.484	1.919.623.798	7,3	2,1	14.013.253.725	1.120.475.510	80,0
2017	919.607.260	2.864.271.307	1.858.549.209	7,0	2,1	12.930.319.859	1.078.293.217	83,4
2018	900.197.145	2.797.826.079	1.790.035.879	7,0	2,1	12.453.658.134	1.036.411.736	83,2
2019	875.590.428	2.636.565.724	1.658.217.436	7,0	2,1	11.536.569.355	997.852.009	86,5
2020	759.016.580	1.562.166.721	1.007.849.497	7,0	2,1	7.011.822.075	859.679.970	122,6
2021	797.386.298	1.674.527.513	1.094.462.427	7,0	2,1	7.614.406.540	903.646.555 <sup>6</sup>	118,7
2022	745.493.231	2.048.936.916	1.356.911.865	7,0	2,1	9.440.322.779	855.131.429	90,6

<sup>3</sup> Dados fornecidos pela SPTrans.

<sup>4</sup> Entradas referem-se ao número de viagens que um passageiro realizou através do modo ônibus. Passageiros transportados são contabilizados somando-se entradas e transferências.

<sup>5</sup> Massa em CO<sub>2</sub> emitida pelo modo para realizar viagem.

<sup>6</sup> Valor ajustado em relação ao já publicado no de 2021, pela SPTrans.