



## DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>23/05/2022</b>	FOLHA <b>1 de 18</b>

LINHA 9	OBJETO
TRECHO / SISTEMA / ESCOPO EA	<b>INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA METRÔ DE SÃO PAULO 2021</b>
SUBTRC / SUBSIST. / CONJ.	
UC / SUBCONJ.	

<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</b>

<b>DOCUMENTOS RESULTANTES</b>

<b>OBSERVAÇÕES</b>
Anexo 1 – 4 folhas A4

<b>DESCRIÇÃO DA REVISÃO</b>

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.	
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>	<b>NOME</b>
Soraia Schultz Martins Carvalho	Ramón Carollo Sarabia Neto	Epaminondas Duarte Júnior	Luiz Antonio Cortez Ferreira
<b>REGISTRO</b> 25.328-0	<b>REGISTRO</b> 24.467-1	<b>REGISTRO</b> 04.555-5	<b>REGISTRO</b> 12.887-6
<b>ART/RRT:</b>	<b>ART/RRT:</b>	<b>ART/RRT:</b> 28027230190658459	<b>ART/RRT:</b> 8218918
<b>MODALIDADE</b> Economista CORECON-SP 32.864	<b>MODALIDADE</b> Químico CRQ IV 04161380	<b>MODALIDADE</b> Engenheiro Civil	<b>MODALIDADE</b> Arquiteto
<b>DATA</b>	<b>DATA</b>	<b>DATA</b>	<b>DATA</b>

CÓDIGO	REVISÃO
RT-9.EA.21.00/0IV-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
23/05/2022	2 de 18

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

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. DADOS GERAIS DO INVENTÁRIO.....	4
2.1. METODOLOGIA .....	4
2.2. DELIMITAÇÃO DO INVENTÁRIO .....	5
2.3. ESCOPOS DE EMISSÕES DE GEE – METRÔ DE SÃO PAULO .....	6
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. EMISSÕES DE GEE .....	8
3. RESULTADOS DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA-GEE 2021 .....	8
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
3.4. BALANÇO LÍQUIDO DE EMISSÕES .....	15
3.6. PRINCIPAIS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE (EM EMISSÕES DE GEE)	17
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	18
5. FICHA TÉCNICA .....	20

CÓDIGO	REVISÃO
RT-9.EA.21.00/0IV-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
23/05/2022	3 de 18

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

## 1. INTRODUÇÃO

O Metrô de São Paulo é reconhecido pelos benefícios sociais e ambientais que promove para a vida na metrópole e para o desenvolvimento sustentável. Os indicadores positivos alinhados aos fatores ASGI (Ambiental, Social, Governança e Integridade) do Metrô têm garantido a elegibilidade de seus empreendimentos como um transporte sustentável, na avaliação dos agentes econômicos e financeiros dos processos para obtenção de recursos para investimentos na expansão da rede.

Os empreendimentos metroviários são planejados e concebidos a partir de uma análise do seu impacto global de forma a potencializar os benefícios de um transporte sustentável frente a outros modos movidos a combustível fóssil, como ônibus e automóvel. Isso acontece em função da melhoria da rede de transporte coletivo e da diminuição do tempo de viagem, que estimula a transferência de viagens através do modo individual para o coletivo.

A mitigação de emissões de GEE está relacionada a três frentes abordadas no planejamento de uma nova linha: a substituição modal e a capacidade de transferência dos passageiros de outros modos para o metrô, a tecnologia e a eficiência energética e o planejamento integrado a outras abordagens para a promoção do desenvolvimento urbano.

São considerados ainda os impactos em termos de consumo de materiais e insumos referenciados na construção sustentável, que vão do desenho arquitetônico às especificações de equipamentos e sistemas por influenciarem significativamente no desempenho ambiental dos projetos na fase de operação.

A efetividade dos empreendimentos em termos de mitigação de emissões de GEE e em relação aos fatores ASGI é avaliada com base em dois indicadores: o de benefícios sociais e o de emissões de gases de efeito estufa por passageiro quilômetro, calculado a partir dos dados do Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa-GEE.

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 monitoramento e relato dessas informações, iniciado em 2008, estão disponíveis em relatórios explicativos.

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 85 e 95% do total das emissões.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-9.EA.21.00/0IV-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
23/05/2022	4 de 18

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

A composição da matriz de geração de energia no país influencia o cálculo dos fatores de emissão nacionais, utilizados para medir os impactos das atividades corporativas. E eles podem ser mais ou menos impactantes às mudanças climáticas de acordo com a participação de usinas térmicas fósseis para abastecer o *grid* nacional. Isto se reflete no desempenho climático do Metrô, que é fortemente impactado por esses fatores externos e conjunturais.

Os resultados do Inventário de Emissões de GEE do Metrô, em 2021, foram influenciados pela escassez hídrica, implicando no aumento da produção de eletricidade por usinas termoelétricas a combustíveis fósseis – como diesel, carvão e gás natural – e, por consequência, elevou o fator de emissão de GEE médio para aproximadamente o dobro do observado em 2020.

A pandemia da Covid-19 também afetou as emissões de GEE da Companhia. Em 2021, o contexto econômico e os impactos na mobilidade levaram a uma mudança nos hábitos de viagem das pessoas e a demanda do Metrô, que ainda não recuperou os patamares anteriores à fase de pandemia.

Em 2021, esses fatores conjunturais levaram a um aumento das emissões absolutas da Companhia (+80%) e das emissões de GEE para transportar um passageiro pela distância de um quilômetro (+100%) quando comparadas ao ano anterior.

Ainda assim, o metrô continua apresentando indicadores positivos que reforçam a sua contribuição para a redução das emissões de GEE da metrópole como um todo, em função da transferência de passageiros de outros modos motorizados (automóveis e ônibus) para o metrô, da redução do trânsito e do consumo de combustíveis.

Os dados detalhados do Inventário de Emissões de GEE 2021 e as análises são apresentados a seguir.

## 2. DADOS GERAIS 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

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>23/05/2022</b>	FOLHA <b>5 de 18</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>

Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), e o *World Business Council for Sustainable Development* (WBSCD).

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*).

## 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.

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>23/05/2022</b>	FOLHA <b>6 de 18</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. 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; Escopo 3 – outras emissões indiretas.

### 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	3	Outras emissões indiretas. Essas não são controladas pela Companhia, mas ocorrem indiretamente em virtude de alguma atividade realizada por ela.
Frota Leve locada		
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	REVISÃO
RT-9.EA.21.00/0IV-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
23/05/2022	7 de 18

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

### 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 nos últimos seis anos.

### 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 representa em média aproximadamente 90% das emissões totais dos últimos seis anos.

### 2.3.4. Escopo 3 – Outras Emissões Indiretas

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. O escopo possui certa constância entre os anos. As emissões relacionadas a resíduos sólidos são as mais significativas, seguidas das emissões de tratamento de efluentes. Elas representam aproximadamente 8% do total das emissões contabilizadas pela empresa nos últimos seis anos.

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
RT-9.EA.21.00/0IV-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
23/05/2022	8 de 18

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

## 2.4. EMISSÕES DE GEE

Para o cálculo das emissões de GEE por passageiro-quilômetro, 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 GASES DE EFEITO ESTUFA-GEE 2021

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>2</sub> e) <sup>1</sup>				
		2017	2018	Ano 2019	2020	2021
Escopo 1	Emissão direta	723	942	585	776	597
	Remoções <sup>2</sup>	-	-	-	-	(824)
Escopo 2	Emissão indireta	49.001	34.982	36.377	25.983	51.073
Escopo 3	Outras emissões indiretas	3.886	3.857	3.794	3.391	3.092 <sup>3</sup>
<b>Total</b>		<b>53.610</b>	<b>39.781</b>	<b>40.755</b>	<b>30.150</b>	<b>53.938</b>

Obs. 1: Houve ajustes inferiores a 1% nos resultados apresentados em função da apuração dos dados de anos anteriores. Em 2019, o total de emissões foi ajustado em aproximadamente 2%, em função da apuração dos consumos de energia elétrica no ano.

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.

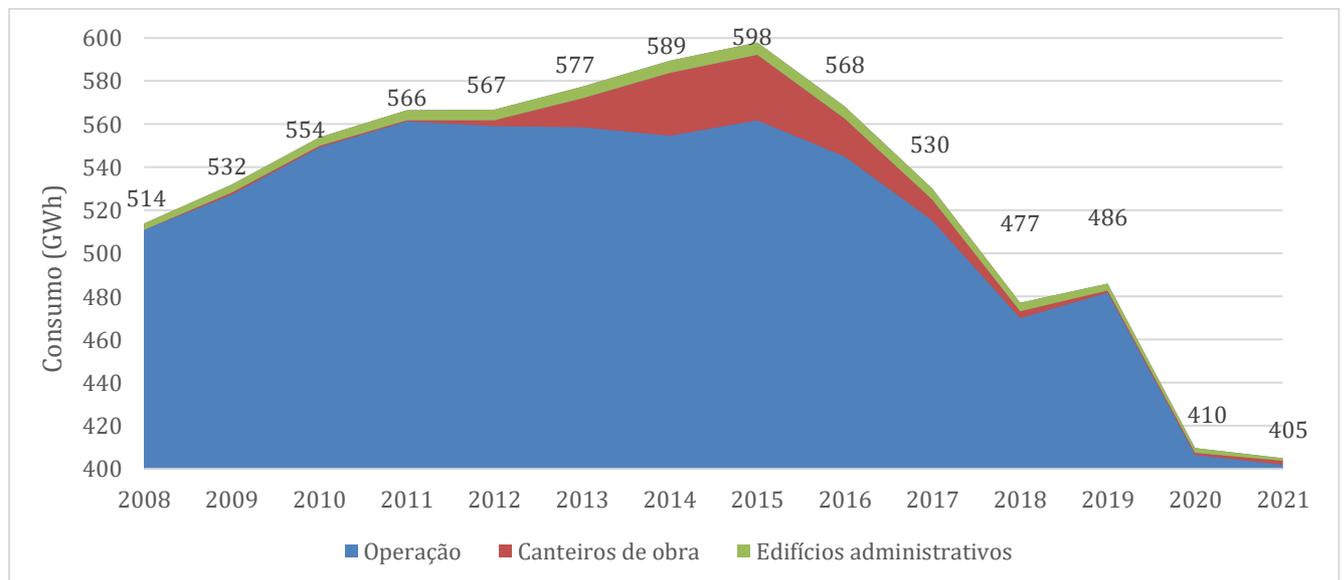
Obs. 3: Em função de alteração da forma de fornecimento dos dados de consumo de água pela SABESP, para o cálculo das emissões do escopo 3 por efluente tratado, adotou-se, para os últimos três meses do ano, a média dos meses entre janeiro e setembro.

CÓDIGO	REVISÃO
<b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
<b>23/05/2022</b>	<b>9 de 18</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>

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

As variações nas emissões de GEE estão fortemente relacionadas à eletricidade consumida (escopo 2), tanto para tração dos trens quanto para funcionamento das estações e pátios. Juntas elas representam mais de 90% do total do escopo 2. Além dessas, ainda há a energia utilizada nos prédios administrativos e canteiros de obra da Companhia.



**Figura 1 Consumo de Energia Elétrica – Metrô de São Paulo 2008-2021.**

Em 2021, o consumo total de energia consumida pela Companhia continuou baixo como o registrado no ano anterior, para atender ao padrão de mobilidade no cenário de pandemia da Covid-19.

Diferentemente de 2020, houve um aumento da demanda de passageiros, alterando o indicador passageiro-quilômetro (pkm) da rede, em aproximadamente 4%. 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>23/05/2022</b>	FOLHA <b>10 de 18</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>

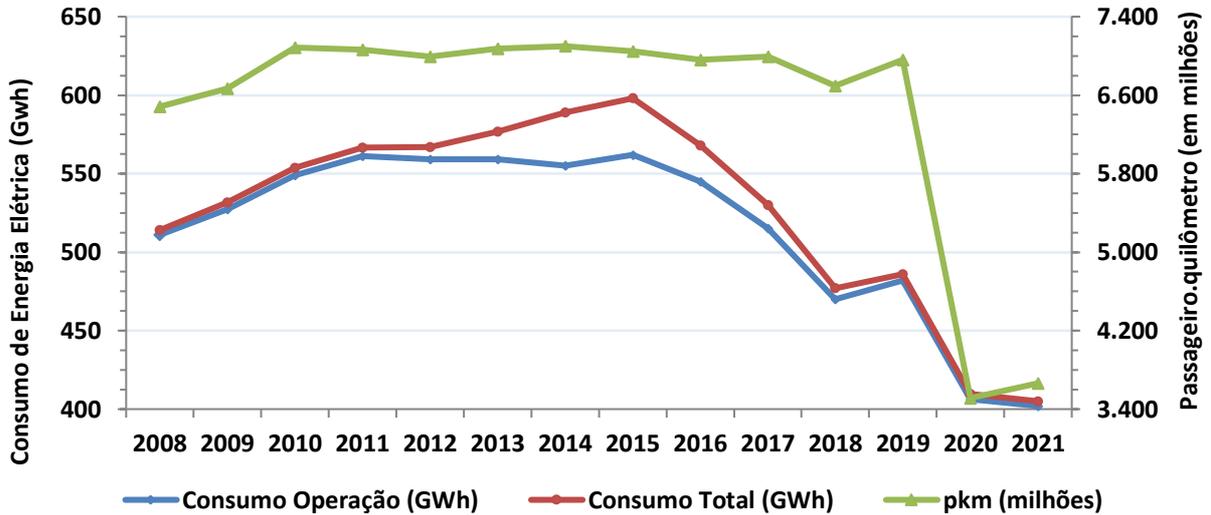


Figura 2 Consumo de Energia x passageiro-km – Metrô 2008-2021

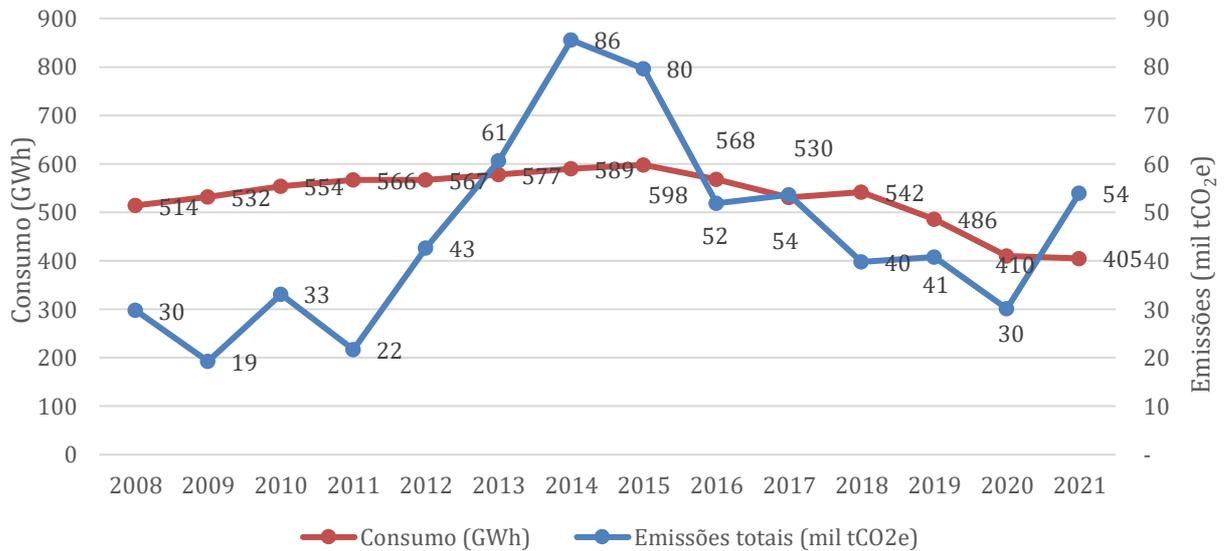
Os dados de consumo de energia e de passageiros por quilômetro são variáveis importantes para a análise de eficiência energética. No monitoramento ao longo do tempo, verifica-se um consumo de energia mais baixos que os valores de passageiro-quilômetro.

No contexto de pandemia, estes dados foram fortemente impactados. Apesar da significativa redução na demanda observada a partir de 2020, a quilometragem percorrida pelos trens não diminui na mesma proporção, levando a resultados de eficiência energética menores e que não se apresentavam nos anos anteriores à pandemia.

Apesar de o consumo de energia estar mais baixo e ser associado às emissões de GEE, a Figura 3 mostra que o total de emissões de GEE aumentou, destacando que elas não se alteram proporcionalmente e sofrem influência de fatores conjunturais externos, como já apontado.

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>23/05/2022</b>	FOLHA <b>11 de 18</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 3 Consumo de Energia x Emissões de GEE – Metrô 2008-2021**

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

As variações nas emissões da Companhia estão fortemente vinculadas à forma como é gerada a energia elétrica no país, através do Sistema Interligado Nacional-SIN. A partir dos dados de geração de energia elétrica do país e dos fatores de emissão associados a esta composição, a Companhia e todas as empresas no Brasil contabilizam suas emissões decorrentes do consumo de energia elétrica.

Nos últimos anos e, especialmente durante os anos de escassez hídrica, a energia produzida através de fontes térmicas fósseis aumentou sua participação na matriz energética do Brasil. Assim, as emissões dos sistemas de transporte que dependem da energia elétrica para operar, como o metrô, também aumentaram.

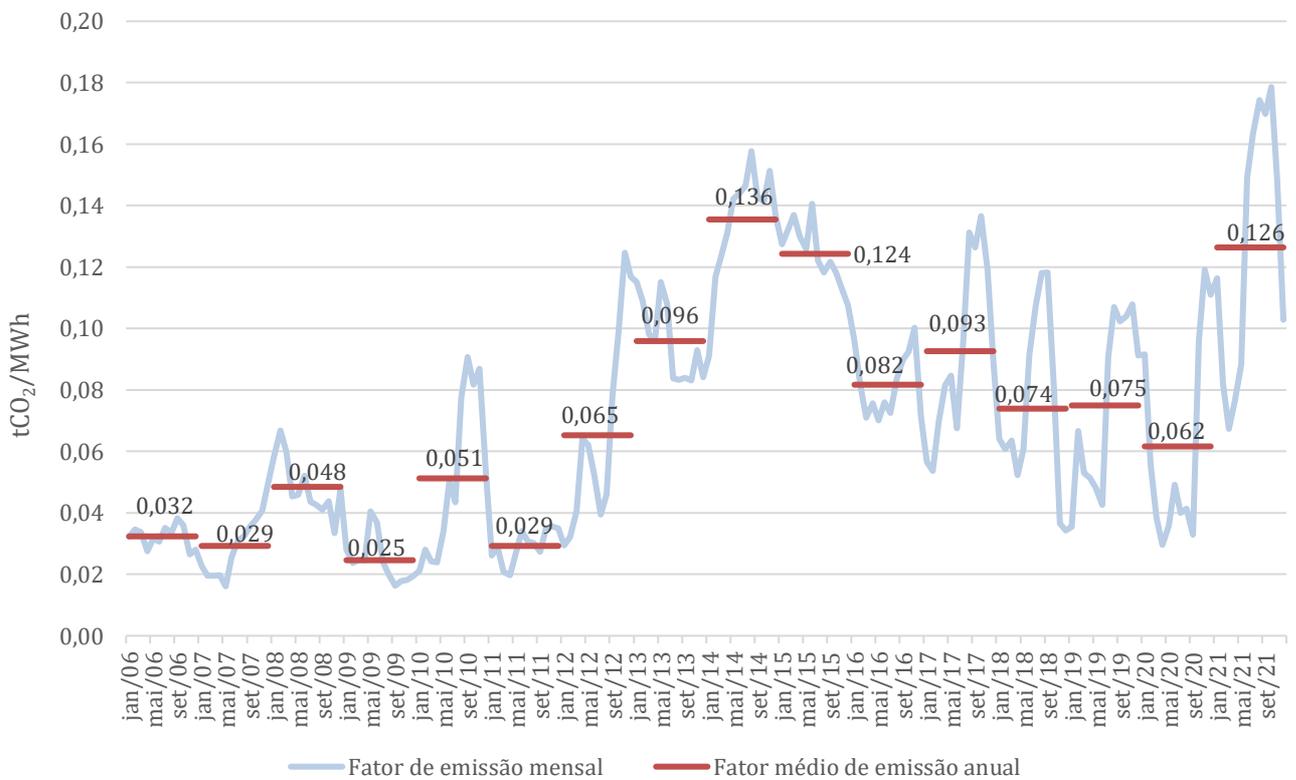
A composição da matriz de energia elétrica gerada no país é definida e controlada pelo ONS (Operador Nacional do Sistema), considerando os fatores de demanda, os níveis dos reservatórios de hidrelétricas e de outros fatores associados.

Com a alteração da matriz de geração de energia elétrica nacional, é também alterado o fator de emissão de GEE do Sistema Interligado Nacional-SIN – um fator para todo o país. Os fatores são calculados e apresentados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações-MCTIC.

CÓDIGO	REVISÃO
<b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
<b>23/05/2022</b>	<b>12 de 18</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>

Ao se observar os fatores de emissão para geração de energia elétrica ao longo de 2021, é possível notar as variações e os efeitos de sazonalidade provocados pelos 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.



**Figura 4 Fatores de emissão de GEE para consumo de energia elétrica.**

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

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.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-9.EA.21.00/0IV-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
23/05/2022	13 de 18

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

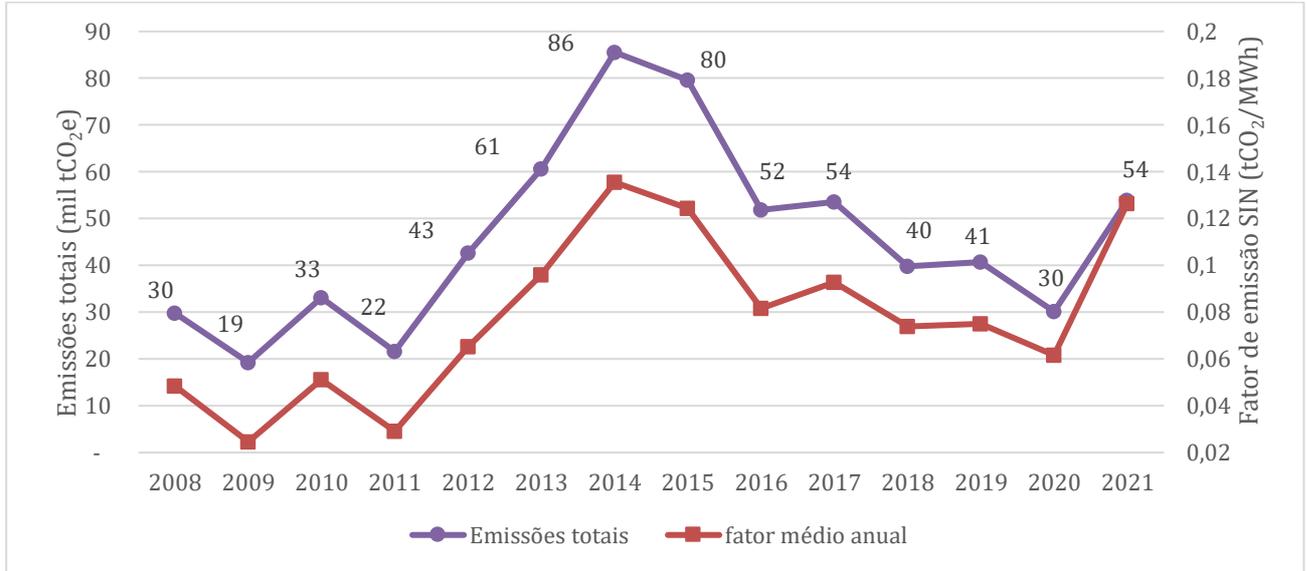


Figura 5 Comparação entre Emissão Total de GEE Metrô x Fator de Emissão<sup>1</sup> de Energia Elétrica  
<sup>1</sup>os fatores de emissão mês a mês podem ser vistos no ANEXO 1.2.

### 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 menor emissão de CO<sub>2</sub>. Destacam-se sua capacidade de transporte e seu potencial para a transferência de passageiros vindos de outros modos.

A eficiência climática dos modos de transporte é medida 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.

O cálculo do indicador é realizado a partir de informações operacionais do Metrô, de ônibus municipais (SPTTrans) 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	REVISÃO
RT-9.EA.21.00/0IV-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
23/05/2022	14 de 18

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

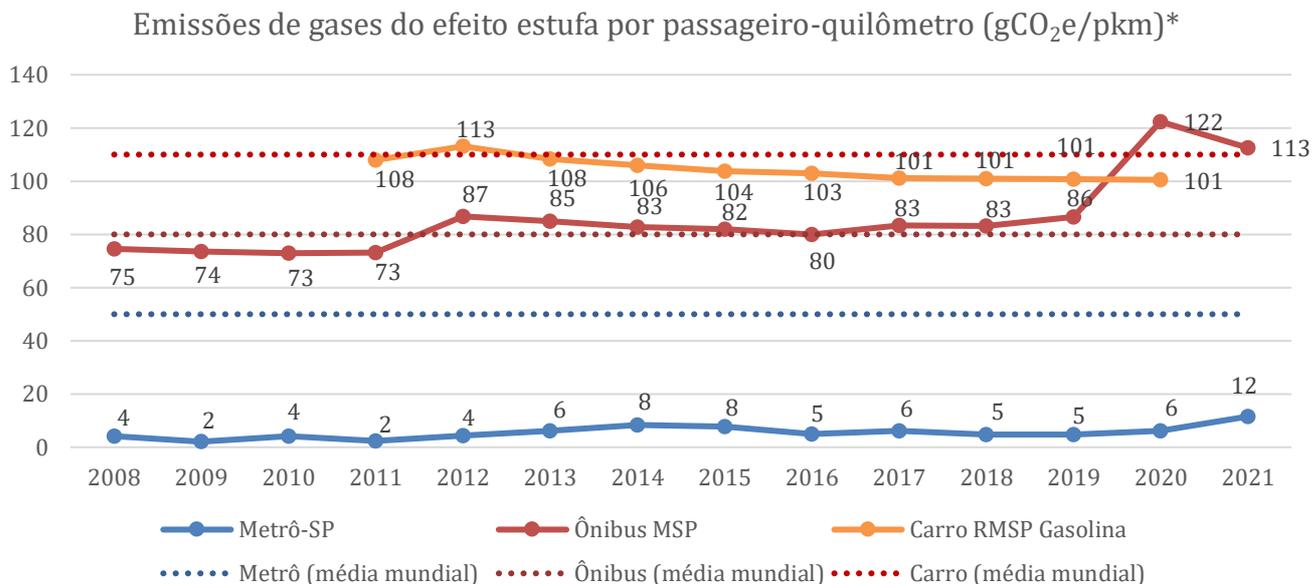


Figura 6 Emissões de GEE por passageiro-quilômetro – metrô, ônibus e automóvel (gCO<sub>2</sub>e por pkm). \*Emissão de veículos à gasolina foi calculada com base em dados de autonomia e frota de veículos da RMSP, da CETESB.

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 2021 mostram os efeitos da conjuntura de excepcionalidade provocada na mobilidade urbana, redução da demanda de passageiros e efeitos da crise hídrica.

As emissões de GEE por passageiro-quilômetro do metrô dobraram, em relação a 2020, mas quando comparado aos outros modos, permaneceu como a alternativa mais sustentável.

As emissões de GEE dos ônibus municipais caíram 7%, quando comparadas a 2020, mas ainda 31% maiores que as de 2019. Isso significa que utilizar este modo na cidade de São Paulo, pelo segundo ano consecutivo, representou um impacto maior do que se locomover de automóveis a gasolina.

CÓDIGO	RT-9.EA.21.00/0IV-001	REVISÃO	0
EMIÇÃO	23/05/2022	FOLHA	15 de 18

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

### 3.4. BALANÇO LÍQUIDO DE EMISSÕES

O balanço líquido de emissões complementa a análise dos benefícios da rede e de novas linhas reforçando a importância do Metrô para a mobilidade urbana, assim como para a qualidade ambiental.

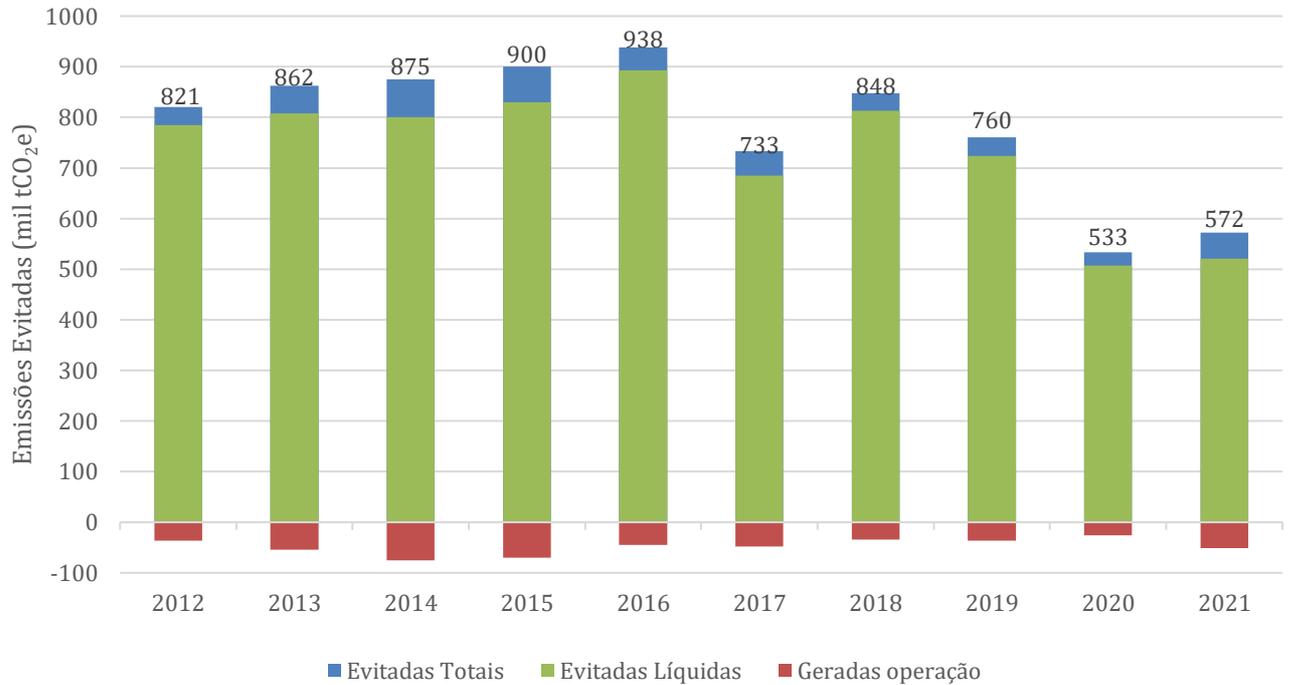
Os Benefícios Sociais, calculados anualmente, mostram que o principal benefício é a redução dos tempos de viagem, estimado com base na hipótese de não existência do Metrô e seus impactos na cidade como: o aumento da frequência dos ônibus, da quantidade de veículos motorizados individuais nas ruas e o consequente aumento dos congestionamentos. A partir dessa hipótese e devido ao aumento da quilometragem percorrida pelos modos motorizados individuais e da diferença de velocidades, são estimados também os aumentos do consumo de combustíveis e das emissões atmosféricas, incluindo a de poluentes locais e a de GEE.

No período entre 2012 e 2021 estima-se que as emissões de GEE evitadas com a existência da rede do Metrô foram, em média, de 800 mil toneladas de CO<sub>2</sub> anuais. Por outro lado, a operação do Metrô gerou, em média, 47 mil tCO<sub>2</sub>e anuais devido ao consumo de energia elétrica de tração, estações, pátios e centro de controle.

Ao se fazer um balanço líquido, o resultado é positivo, ou seja, as emissões evitadas se mantêm superiores às geradas para operar o sistema, numa proporção de aproximadamente 18 vezes, isto é, a cada tonelada gerada pela operação do Metrô, 18 deixam de ser emitidas na RMSP dados os benefícios trazidos pelo modo.

CÓDIGO <b>RT-9.EA.21.00/0IV-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>23/05/2022</b>	FOLHA <b>16 de 18</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 7 Balanço Líquido de Emissões de GEE – Metrô SP**  
**Obs.: Os valores numéricos mostram o total de emissões evitadas.**

CÓDIGO	REVISÃO
RT-9.EA.21.00/0IV-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
23/05/2022	17 de 18

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

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

Tabela 2 Principais Indicadores de sustentabilidade

Item de Abordagem GRI <sup>1</sup>	Fonte	2017	2018	2019	2020	2021
GRI 302	Consumo total (GWh)	530	477	485	410	405
	Consumo tração dos trens com perdas (GWh)	364	326	338	261	256
<b>Emissões de Gases do Efeito Estufa - GEE</b>						
GRI 305	Total de emissões (mil tCO <sub>2</sub> e)	54	40	41	30	54
	Emissões diretas de GEE (tCO <sub>2</sub> e)	723	942	585	776	597
	Reduções de emissões diretas de GEE (tCO <sub>2</sub> e) <sup>2</sup>	-	-	-	-	824
	Emissões indiretas de GEE - consumo de energia elétrica operação (mil tCO <sub>2</sub> e)	49	35	36	26	51
	Outras Emissões indiretas de GEE (mil tCO <sub>2</sub> e).	4	4	5	3	3
	Emissões por passageiro-quilômetro (gCO <sub>2</sub> e/pkm)	5	6	5	6	12

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	REVISÃO
RT-9.EA.21.00/0IV-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
23/05/2022	18 de 18

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

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados levantados neste documento permitem aprofundar a avaliação das atividades da Companhia do Metrô em termos de eficiência climática. E ressaltam como a atuação e a experiência do Metrô em relação ao monitoramento dos impactos associados às questões das mudanças climáticas conferem credibilidade a sua adesão aos fatores ASGI.

Os indicadores de emissão de GEE por passageiro-quilômetro e o de benefício social fazem parte do rol de indicadores ASGI da Companhia e evidenciam que o sistema de transporte metroviário traz uma contribuição para cenários de desenvolvimento de baixo carbono. Além disso, são considerados estratégicos nos processos de financiamento para expansão da rede metroviária, tanto por organismos internacionais e como nacionais, por considerarem os impactos dos empreendimentos em termos de emissão de carbono nas avaliações de risco.

Os resultados obtidos desde o início da elaboração do Inventário de Emissões de GEE reforçam os benefícios do metrô como um transporte sustentável. Isso é constatado ao se avaliar os indicadores de desempenho climático, como a emissão por passageiro-quilômetro (associado à operação do sistema) e o balanço líquido de emissões de GEE, que contabiliza o saldo entre os benefícios sociais promovidos com a rede existente e as emissões geradas em decorrência da operação.

Algumas práticas do Metrô vêm sendo aperfeiçoadas para incorporar, desde as fases iniciais do planejamento de novas linhas, diretrizes de sustentabilidade em seus projetos, garantindo a melhoria do desempenho ambiental do sistema. Referenciais de construção sustentável foram incorporados como parâmetros para a análise integrada das disciplinas na concepção dos projetos visando a eficiência energética, definição de equipamentos e sistemas, materiais e recursos de forma a promover a redução de impactos na operação e manutenção do sistema de transportes sobre trilhos. Os próximos 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 do Metrô de São Paulo é necessária consolidação e publicação de Instrumentos Normativos (IN) relacionados.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-9.EA.21.00/0IV-001	0
EMISSÃO	FOLHA
23/05/2022	19 de 18

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

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.

Da mesma forma em que avalia suas práticas, o Metrô busca o alinhamento a outros requisitos do mercado 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 aos públicos de interesse.



CÓDIGO	REVISÃO
RT-9.EA.21.00/0IV-001	0
EMISSÃO	FOLHA
23/05/2022	20 de 18

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

## 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 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

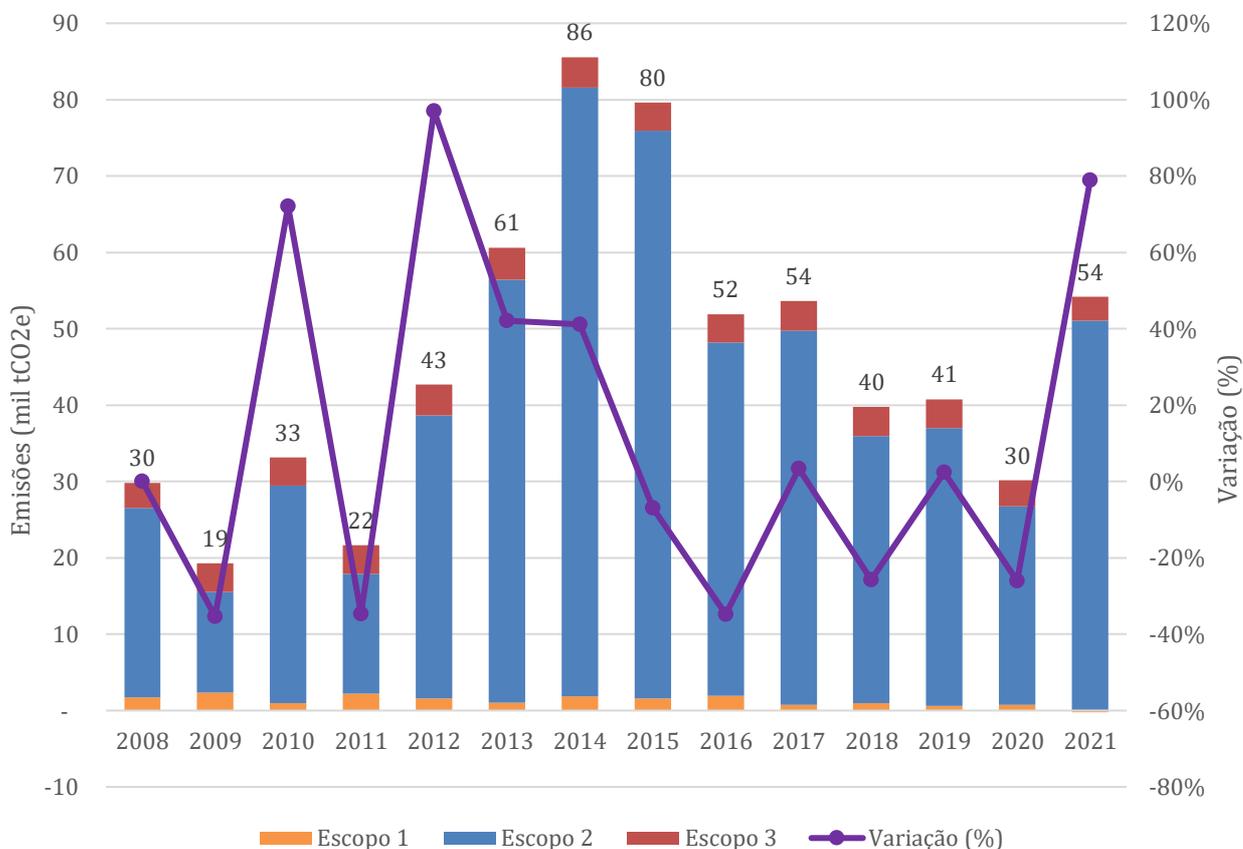
Gerência de Recursos Humanos-DA/GRH

Departamento de Apoio à Gestão-DO/DAG

Centro de Serviços Compartilhados-DA/CSC

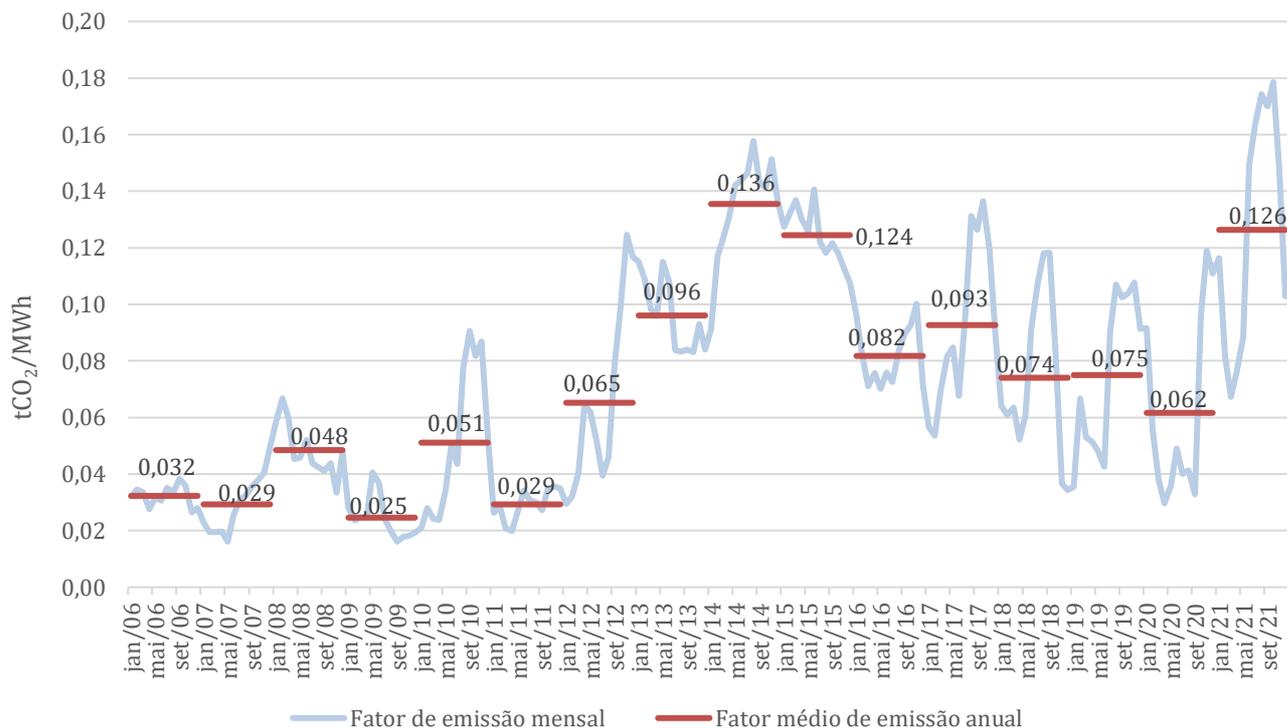
## ANEXO 1 RESUMO GERAL DAS EMISSÕES E DADOS PRIMÁRIOS

### 1 EMISSÕES DE GEE



**Figura 8 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 9** 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	mono	12,0
2003	mono	11,2	2009	flex	11,5	2015	flex	13,2
2003	flex	10,3	2010	mono	10,9	2016	mono	12,5
2004	mono	11,4	2010	flex	12,3	2016	flex	13,8
2004	flex	10,8	2011	mono	11,2	2017	mono	13,1
2005	mono	11,3	2011	flex	12,2	2017	flex	14,3
2005	flex	11,5	2012	mono	11,1	2018	mono	13,4
2006	mono	11,3	2012	flex	12,1	2018	flex	14,2
2006	flex	11,7	2013	mono	11,2	2019	mono	12,1
2007	mono	11,3	2013	flex	12,4	2019	flex	14,5
2007	flex	11,7	2014	mono	11,5	2020	mono	12,6
2008	mono	9,6	2014	flex	12,7	2020	flex	14,8
2008	flex	11,4						

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

# Classificação: Restrita

ANEXO 1 do RT-9.EA.21.00/OIV-001 – Página 3 de 4

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

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

FD-0502-01

Esta folha é de propriedade da Companhia do Metrô e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros.  
A liberação deste documento não exime o emitente de sua responsabilidade sobre ele.

**Companhia do Metrô - Documento Classificado como RESTRITO.**

# Classificação: Restrita

ANEXO 1 do RT-9.EA.21.00/OIV-001 – Página 4 de 4

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
<b>2021</b>	<b>797.386.298</b>	<b>1.672.925.024</b>	<b>1.130.354.746</b>	<b>7,0</b>	<b>2,1</b>	<b>7.864.116.994</b>	<b>885.861.571</b>	<b>112,6</b>

<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.

FD-0502-01

Esta folha é de propriedade da Companhia do Metrô e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros.

A liberação deste documento não exime o emitente de sua responsabilidade sobre ele.

**Companhia do Metrô - Documento Classificado como RESTRITO.**