

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa Metrô 2010





INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - GEE

METRÔ 2010

**Diretoria de Planejamento e Expansão dos Transportes Metropolitanos - DM
Gerência de Meio Ambiente e Sustentabilidade**

**Relatório Técnico – RT nº 9.00.00.00/0N6
junho 2011**

Índice

RESUMO EXECUTIVO.....	1
1. APRESENTAÇÃO.....	2
2. POLÍTICA E ESTUDOS DE REFERÊNCIA.....	3
2.1 Política Estadual de Mudanças Climáticas.....	3
2.2 Estudos de Referência.....	4
3. INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA – METRÔ SP	7
3.1 Delimitação do Inventário: limites organizacionais e limites operacionais	7
3.2 Escopos de emissão	8
4. RESULTADOS GERAIS	9
4.1 Relação entre Emissões CO ₂ e e Receita Líquida.....	10
4.2 Metrô e outros Modais.....	11
5. EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA	13
5.1 Energia Elétrica.....	13
5.2 Resíduos e Efluentes.....	14
5.3 Fontes Móveis.....	18
5.4 Fontes Estacionárias.....	19
5.5 Outras Fontes.....	20
5.6 Emissões fora dos Escopos.....	20
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
FICHA TÉCNICA	23
Anexo I. Resumo Geral dos Dados por Fonte: 2008-2010.....	24
Anexo II. Resumo Geral de Dados sobre Resíduos e Efluentes: 2008-2010.....	25

RESUMO EXECUTIVO

Os resultados do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Metrô referente ao ano de 2010 mostraram que as atividades realizadas pela Cia. geraram 42,00 mil toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e), medida que representa a equivalência do Potencial de Aquecimento Global (GWP) dos gases de efeito estufa.

Os gases de efeito estufa contabilizados no inventário referem-se aos gases listados no Protocolo de Kyoto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoreto de enxofre (SF₆), a família dos hidrofluorcarbonetos (HFCs) e a dos perfluorcarbonetos (PFCs).

As fontes de emissão geradas pelas atividades do Metrô estão relacionadas, de modo geral, à queima de combustíveis fósseis, ao uso de gases refrigerantes ou isolantes, à geração de resíduos e efluentes, e ao consumo de energia elétrica, principal fonte de emissão do Metrô.

O total de emissões do Metrô é fortemente dependente das emissões decorrentes da geração de energia elétrica no país. O fator de emissões do Sistema Integrado Nacional – SIN, divulgado pelo Ministério da Ciência e da Tecnologia, elevou-se de 0,0246 tCO₂/MWh em 2009 para 0,0512 tCO₂/MWh em 2010, devido principalmente a uma maior participação de usinas termoeletricas na matriz energética brasileira. Em decorrência disso, o total de emissões do Metrô, em 2010, superou em 54% o de 2009. Se o fator de emissões do SIN tivesse se mantido estável, o total de emissões do Metrô, em 2010, seria 0,16% inferior ao de 2009.

Pôde-se constatar que a emissão decorrente do consumo de energia elétrica para tração dos trens para transportar um passageiro pela distância de um quilômetro correspondeu a 4 gramas de CO₂ equivalente / passageiro.kilômetro. Comparando-se os diferentes modos de transporte, o Metrô emite quase 30 vezes menos que os automóveis e 12,5 vezes menos que os ônibus em São Paulo.

O diagnóstico também mostrou que, em 2010, a intensidade de emissão foi de 0,03 tCO₂e para cada R\$1000,00 gerados pelo Metrô, considerando a receita líquida e as emissões totais da Cia. Comparado ao Estado de São Paulo, cujas emissões são de 0,14 tCO₂e para cada R\$1000,00, é possível constatar que a intensidade de emissões do Metrô corresponde a um valor quase 5 vezes inferior. Já em relação ao Brasil, que emitiu 0,72 tCO₂e para cada R\$1000,00, a intensidade calculada para o Metrô foi 24 vezes inferior à estimada para o país.

A matriz energética brasileira, predominantemente mais limpa, e a elevada demanda de passageiros transportados pelo Metrô contribuem para que este seja uma alternativa modal com baixa emissão de carbono.

Assim, os resultados do Inventário ressaltam a importância do Metrô como um transporte de baixa emissão de carbono, fato que reforça as múltiplas razões para investimentos na expansão da rede metroviária.

1. APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Metrô, referente ao período de janeiro a dezembro de 2010 e resultados dos anos anteriores. Além de atender às leis de mudanças climáticas aprovadas em 2009, a elaboração do Inventário do Metrô contempla ação prevista no Programa Metrô de Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa, instituído em caráter permanente em 2007.

O inventário de emissões do Metrô foi elaborado com base nas Normas Corporativas de Transparência e Contabilização de Gases de Efeito Estufa do *GHG Protocol*, desenvolvida pelo *World Resources Institute* – WRI, em conjunto com o *World Business Council for Sustainable Development* – WBCSD.

Esta é uma metodologia de cálculo para inventários empresariais reconhecida mundialmente e compatível com as metodologias do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC – e com as diretrizes da norma ABNT NBR ISO 14064-1:2007 - Especificação e Orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa.

2. POLÍTICA E ESTUDOS DE REFERÊNCIA

2.1 Política Estadual de Mudanças Climáticas

Em 2009, a questão das mudanças climáticas passou a fazer parte da agenda de governo, com a aprovação de política e metas de redução das emissões de gases de efeito estufa.

Em São Paulo, a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC, Lei 13.798 de 11 de novembro de 2009, definiu uma meta de redução global de 20%, com base nas emissões de 2005, a ser atingida até o ano de 2020.

Além de estabelecer o compromisso do Estado frente aos desafios das mudanças climáticas globais, a PEMC dispõe sobre medidas de mitigação e adaptação aos impactos. Entre as diretrizes da política estadual, destaca-se o incentivo à elaboração, atualização periódica e registro público de inventário de emissões antrópicas, discriminadas por fontes, como definido na Seção V que trata das Diretrizes, no artigo 6º, inciso I da PEMC.

A realização de inventários realizados pelos diversos setores da economia será estimulada, e aquele que aderir e registrar publicamente seu inventário de forma voluntária terá incentivos fiscais, priorização e menores taxas de juros em financiamentos públicos, certificação de conformidade e ampliação do prazo de licenças ambientais entre outros, conforme Seção VIII do Registro Público de Emissões, parágrafo 2º, subitens 2, 3 e 4 da lei.

Para cumprir os objetivos da PEMC foi criado um Comitê Gestor da PEMC, sob coordenação da Casa Civil, com o objetivo de acompanhar a elaboração e a implementação dos planos e programas instituídos pelo decreto nº 55.947 de 24 de junho de 2010. Este comitê criou um grupo de trabalho de transportes, que realizou a caracterização do problema, definiu diretrizes e orientação para programas de ação para redução das emissões do setor de transportes do estado, atendendo artigo 33 da PEMC.

Também em cumprimento à PEMC foi realizado o *1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo* para o período de 1990 a 2008. O documento mostrou que o estado emitiu, em 2005, 88.844 mil toneladas de CO₂e. Este número servirá de referência para o cumprimento da meta de redução de CO₂ da ordem de 20%, até o ano de 2020.

Em apoio ao contexto de controle das emissões de gases de efeito, foi instalado pelo World Resources Institute - WRI e Centro de Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas, o Programa Brasileiro GHG Protocol, uma plataforma para publicação de inventários corporativos e organizacionais, e o registro público de emissões de GEE. O registro, lançado em 2010 juntamente com a publicação "Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol", teve a colaboração da CETESB.

2.2 Estudos de Referência

Com o estabelecimento de metas de redução das emissões, tornou-se estratégico definir cenários de desenvolvimento de baixo carbono. Em 2010, estudos sobre esses cenários no Brasil concluíram que é possível reduzir as emissões sem afetar o crescimento e empregos.

Um estudo do Banco Mundial estimou que serão necessários em média US\$ 20 bilhões a mais por ano em investimentos para se implementar um cenário de baixo carbono no Brasil até 2030. Assim, seria possível reduzir em 37% as emissões brutas de gases de efeito estufa ao longo do período de 2010-2030, mantendo-se os objetivos atuais de desenvolvimento programados pelo governo federal para o período (Banco Mundial, 2010).

Ao contrário do Brasil, em que a maior parte das emissões de gases de efeito estufa (61%) se devem à mudanças no uso do solo, as emissões de GEE geradas em regiões urbanas, como o Estado de São Paulo, se dão predominantemente no setor de energia, devido principalmente aos transportes (CETESB, 2011).

Inventário de Emissões de GEE do Estado de São Paulo: Emissões do Setor Energético

O Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa das emissões de CO₂ do Estado de São Paulo, realizado para o período de 1990 a 2008, mostrou participação significativa do setor energético, segundo dados de 2005: 57% são provenientes do setor energético, seguido pela agropecuária, com 21% das emissões, 15% pelo setor industrial e 7% por resíduos (CETESB, 2011).

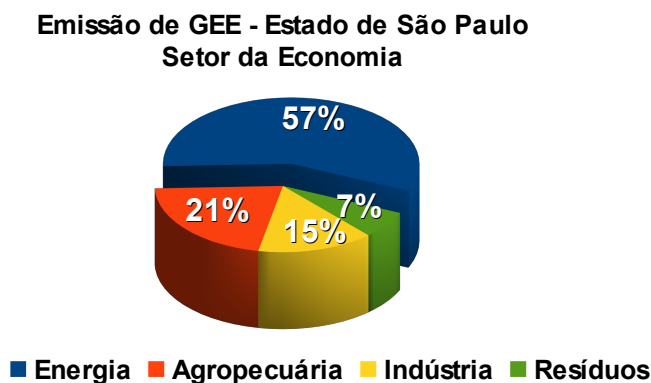


Figura 1. Distribuição das emissões de GEE do Estado de São Paulo por setor da economia - 2005 (CETESB, 2011)

No setor energético, as emissões totais de CO₂ decorrentes da queima de combustíveis fósseis evoluíram de 56.957 mil tCO₂ em 1990, para 79.231 mil tCO₂ em 2008, o que representa um aumento de 39%, ou seja, um crescimento médio anual de 1,85%.

Com base nos dados de consumo global (abordagem *top-down*) em 2008, os combustíveis derivados de petróleo foram responsáveis por 78% das emissões de CO₂, seguidos pelo carvão mineral e derivados (14%) e pelo gás natural (8%) (CETESB, 2011).

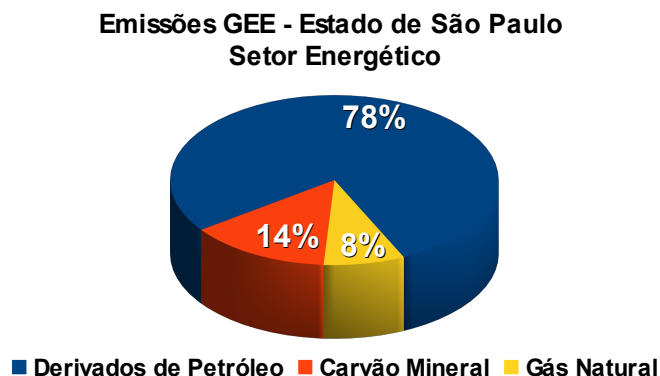


Figura 2. Emissões de GEE do Estado de São Paulo por fonte do setor energético - 2008. (CETESB, 2011)

Inventário de Emissões de GEE do Estado de São Paulo: Emissões do Setor de Transporte Rodoviário

O segmento de transportes rodoviários, que inclui o transporte urbano de passageiros, contribuiu com 81% das emissões totais do setor de transportes no Estado de São Paulo, responsável por 56%, em 2005.

Para determinar os fatores de emissão da frota do Estado de São Paulo foram considerados dados de diversas entidades a fim de identificar as características próprias dessa frota. No período estimado, houve mudanças tecnológicas (flex fuel, biocombustíveis e veículos convertidos a GNV) e na tecnologia do controle de poluição (com ou sem conversor catalítico) e que também foram considerados no método adotado. Os dados utilizados para estimar as emissões de GEE e poluentes do Estado de São Paulo, como a intensidade do uso ou distância média percorrida, são os mesmos utilizados no 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários.

Porém, como esses dados são fixos por tipo de veículo, não considerando o tipo de combustível, foi feito um ajuste de acordo com o consumo estadual de combustível no Estado de São Paulo, para que a intensidade de uso fosse a mais próxima possível da realidade do estado.

A partir dos resultados obtidos, utilizando-se métodos do IPCC (1996, 2000a) e BRASIL (2010c), pode-se observar que o diesel e a gasolina C são responsáveis pela maior parte das emissões dos GEE, o que já era esperado devido ao maior consumo destes combustíveis (CETESB, 2011).

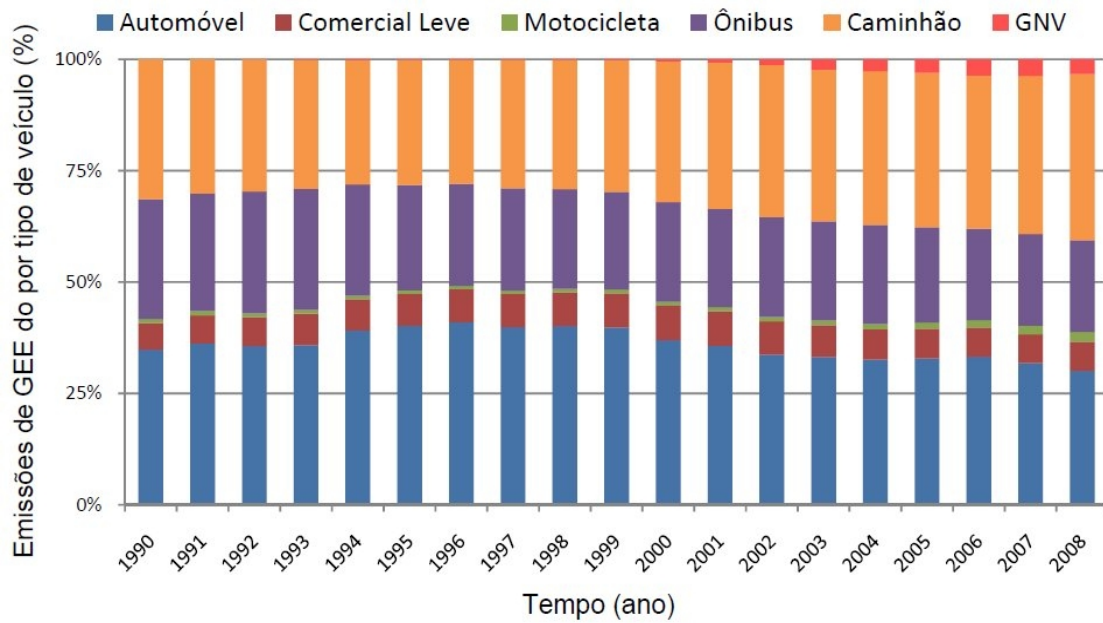


Figura 3. Emissões de GEE no Transporte Rodoviário por tipo de veículo no Estado de São Paulo

Fonte: Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo – 1990 a 2008. (CETESB, 2011)

3. INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA – METRÔ SP

As fontes de emissão de gases de efeito estufa geradas pelas atividades do Metrô estão relacionadas, de modo geral, à queima de combustível fóssil, ao uso de gases refrigerantes ou isolantes, à geração de resíduos e efluentes, e ao consumo de energia elétrica, principal fonte de emissão do Metrô.

Os resultados de emissão dos gases de efeito estufa contabilizados no inventário referem-se aos gases listados no Protocolo de Kyoto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoreto de enxofre (SF₆), a família dos hidrofluorcarbonetos (HFCs) e a dos perfluorcarbonetos (PFCs).

O dióxido de carbono é o gás de referência quando se fala em gases de efeito estufa por ser o mais emitido. As metodologias de cálculo adotam a unidade de massa de CO₂ equivalente (CO₂e) como parâmetro de emissão comum baseada no conceito de potencial de efeito estufa (*Global Warming Potential – GWP*), por ser variável a capacidade de cada gás em reter calor na atmosfera ao longo do tempo.

Os gases que têm uma emissão em massa maior nem sempre são os que têm maior potencial de efeito estufa, como é o caso do CO₂ que possui potencial de efeito estufa convencional igual a um (1), o menor GWP dentre os gases do Protocolo de Kyoto.

3.1 Delimitação do Inventário: limites organizacionais e limites operacionais

As emissões contabilizadas no inventário referem-se às atividades 100% controladas pelo Metrô e também àquelas em que tem autoridade sobre parte do processo de emissão.

Dentro de seu limite operacional, foram identificadas as fontes de emissão associadas às atividades do Metrô, classificadas como emissões diretas ou indiretas, para efeito de registro e contabilização.

Assim, foram consolidadas as emissões de GEE provenientes de instalações, equipamentos e processos. As unidades contempladas no inventário são: pátios, estações, interestações, terminais de ônibus e edifícios administrativos (Metrô I, CCO, unidades na Rua Líbero Badaró). As fontes de emissão compartilhadas no Edifício Cidade II não foram consideradas, assim como, das obras de expansão, transporte de materiais e transporte utilizado pelos funcionários. As emissões decorrentes da Linha 4 – Amarela também não foram contempladas, por serem de controle da Via Quatro, responsável pela operação do serviço.

3.2 Escopos de emissão

As emissões foram classificadas de acordo com o tipo de controle sobre a fonte de emissão e subdivididas em três âmbitos, 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.

As fontes de emissão do Metrô levantadas por escopo de emissões são:

Tabela 1. Fontes de emissão por escopo

Fontes de Emissão	Escopo	Descrição
Gases Refrigerantes GLP Equipamentos Frota Própria GG Diesel GG Gás	1	Emissões diretas da companhia, no caso queima de combustíveis e fuga de gases refrigerantes ambos se tratando de atividades controladas pelo Metrô
EE Operação EE Prédios Administrativos e Outros Imóveis EE Canteiros do Metrô	2	Emissões indiretas pelo consumo de energia elétrica
Frota Leve locada Frota Pesada Locada Gás de Cozinha Micro-Ônibus Moto Boy Decomposição de resíduos Manutenção Refeitórios (Pátios) Administrativos Estações Jardinagem	3	Outras emissões indiretas. Essas não são controladas pela companhia, mas ocorrem indiretamente em virtude de alguma atividade realizada por ela
Queima de resíduos perigosos (PCBs e outros) Táxi Transporte de Alimentos Transporte de Lixo Tratamento de efluentes Viagens Aéreas		

Legenda:

EE – Energia Elétrica

GG – Grupo Gerador

GLP – Consumo de gás liquefeito de petróleo (excluindo-se gás de cozinha)

O Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa de 2010 acrescenta a seu escopo de análise, as emissões indiretas causadas por tratamento de efluentes, incineração de resíduos e decomposição de resíduos aterrados. Para efeito de monitoramento, foram calculadas as emissões de 2009 e 2008.

4. RESULTADOS GERAIS

Em 2010, houve um aumento de 54% no total de emissões de gases de efeito estufa relacionadas às atividades do Metrô quando comparado com o ano de 2009. Esse aumento se deve, especialmente, a uma participação maior de usinas termoeletricas na matriz energética brasileira, elevando assim os fatores de emissão decorrentes da geração de energia. A variação desses fatores de emissão somada ao crescimento de 4% no consumo de energia elétrica, levou a emissão por consumo de energia elétrica crescer 117%.

A emissão total de GEE decorrente do serviço de transporte e das atividades do Metrô foi de 42,00 mil toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e), significativamente maior que o total emitido em 2009, que foi de 27,29 mil tCO₂e*. Este valor obtido em 2010, representa também um crescimento de 12% do total de emissões contabilizadas no ano de 2008 (37,63 mil tCO₂e*).

Tabela 2. Emissão total de CO₂e – 2008, 2009, 2010.

Fontes de Emissão	Escopo	2008	2009	2010	Comparação (%)	
					2008-2009	2009-2010
Gases Refrigerantes		891,0	1.350,3	273,3	51,5	-79,8
GLP		8,0	7,0	14,6	-12,1	108,7
Equipamentos	1	203,9	279,9	458,4	37,3	63,8
Frota Própria		370,4	364,9	349,4	-1,5	-4,2
Grupos Geradores (a Diesel e a Gás)		62,9	55,8	40,0	-11,3	-28,3
Sub-total		1.536,1	2.057,8	1.135,8	34,0	-44,8
EE operação		24.647,6	13.019,5	28.279,6	-47,2	117,2
EE prédios administrativos e outros imóveis	2	138,8	80,7	184,9	-41,8	128,9
EE canteiros de obras		5,5	17,6	32,1	221,5	82,9
Sub-total		24.791,8	13.117,8	28.496,5	-47,1	117,2
Veículos locados		225,8	250,8	268,1	11,1	6,9
Serviços de transporte		68,1	96,3	95,2	41,3	-1,1
Decomposição e Queima de Resíduos	3	10.530,1	11.163,6	11.490,6	6,0	2,9
Tratamento de Efluentes		292,8	366,3	377,4	25,1	3,0
Gás de Cozinha		33,6	41,9	37,1	25,0	-11,5
Viagens Aéreas à trabalho		102,5	198,5	203,0	93,7	2,3
Sub-total		11.252,9	12.117,4	12.471,4	7,7	2,9
Total		37.625,4	27.291,4	41.998,4	-27,5	53,9

Legenda:

EE – Energia Elétrica

GG – Grupo Gerador

GLP – Consumo de gás liquefeito de petróleo (excluindo-se gás de cozinha)

Veículos Locados – inclui micro-ônibus, frota leve e pesada locada

No escopo 1, onde são contabilizadas as emissões diretas, a redução de 45% no total de emissões, ocorreu especialmente em função de menor uso e reciclagem de gases refrigerantes. Já no escopo 3, o aumento de 2% das emissões em relação a 2009 se deu em função das emissões de metano por decomposição de lixo gerado em estações (parte das emissões dos resíduos) com 471 toneladas em CO₂e a mais em relação ao ano anterior.

Também contribuíram para este fato as emissões da frota pesada (parte das emissões dos veículos locados) com um acréscimo de 39% no total das emissões. As emissões decorrentes da decomposição de lixo e tratamento de efluentes resultaram em uma maior representatividade dessas emissões no total contabilizado no escopo 3.

*Dados recalculados em relação ao ano anterior, com o acréscimo de emissão de resíduos e efluentes ao total.

4.1 Relação entre Emissões CO₂e e Receita Líquida

Considerando a receita líquida do Metrô e as emissões de gases de efeito estufa geradas em decorrência de suas atividades, verifica-se que para cada R\$1000,00 produzidos pela empresa foram emitidas 0,03 tCO₂e em 2010, resultado similar aos anos de 2009 e 2008, conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3. Relação Emissão CO₂e / Receita Líquida

	2008	2009	2010
Receita (em milhões de R\$)	1102,91	1420,50	1630,78
Emissão (em mil tCO₂e)	37,63	27,29	42,00
Intensidade de Emissão (tCO₂e/R\$1000,00)	0,03	0,02	0,03

Fontes: Relatório Administrativo e Inventário de Emissões de GEE 2010, Metrô SP.

O indicador de emissão em toneladas CO₂e por receita líquida do Metrô corresponde a um valor 4,7 vezes menor que o valor obtido para o Estado de São Paulo, em 2010, que foi de 0,14 tCO₂e para cada mil reais produzidos, segundo o Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo do período de 1990 a 2008. A intensidade de emissão do Estado de São Paulo comparado à do país corresponde a 20% do indicador nacional, que é de 0,72 tCO₂e para cada mil reais produzidos.

Tabela 4. Emissões de GEE e PIB do Brasil e do Estado de São Paulo em 2005

	Emissão de GEE	PIB	Intensidade de Emissão
		Em trilhões de R\$	tCO ₂ e/(1000 R\$)
Brasil	2,19	3,03	0,72
São Paulo	0,14	1	0,14

Fonte: 1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. (CETESB, 2011).

Considerando que não há dados referentes ao setor de transportes para possíveis comparações, é de se ressaltar entretanto que, os índices de intensidade de emissão produzidas pelo Metrô mostram que, de maneira global, essa intensidade é muito baixa e indica um possível retorno favorável dos investimentos em transporte público de baixa emissão de carbono.

4.2 Metrô e outros Modais

O Metrô é um sistema de transportes que traz uma contribuição estratégica para cenários de desenvolvimento de baixo carbono. A elevada utilização do Metrô de São Paulo e a influência da matriz energética brasileira, de fonte predominantemente hidráulica, ampliam os ganhos socioambientais obtidos com transporte movido a energia potencialmente mais limpa, comprovando que investimentos no sistema podem ser amortizados com a diminuição das externalidades geradas pelo transporte, principalmente em metrópoles do porte de São Paulo.

A emissão, em gCO₂e, gerada em decorrência do consumo de energia para tração dos trens do Metrô para transportar 1 passageiro pela distância de 1km (passageiro. quilômetro - pkm), em 2010, correspondeu a 4 gCO₂e por pkm.

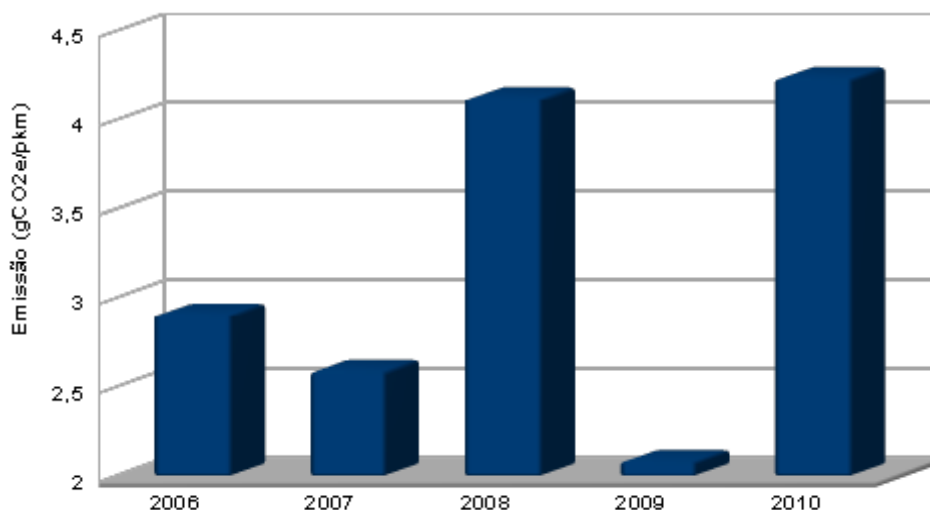


Figura 4. Emissão indireta por consumo de energia para tração dos trens - Metrô 2006 a 2010 (gCO₂e por pkm)

De 2006 a 2010, os indicadores de emissão de CO₂e por passageiro.kilômetro de Metrô variaram significativamente principalmente nos últimos anos por forte influência dos fatores de emissão por geração de energia elétrica. Os dados de 2005, não puderam ser calculados por falta de fatores de emissão fornecidos pelo Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT.

Como pode ser observado na figura 4, os fatores de emissão de GEE, variam muito de ano para ano, demonstrando que não há uma tendência em termos de emissões por geração de energia elétrica. Assim, a variável mais importante nas emissões da Companhia depende especialmente da matriz energética, o que não exige o Metrô de promover ações visando a redução do consumo de energia elétrica e a eficiência energética.

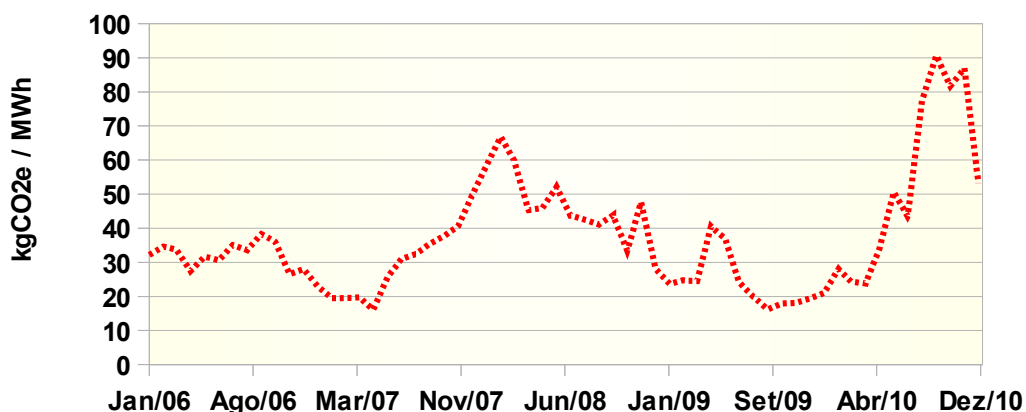


Figura 5. Evolução dos fatores de emissão de CO₂ por geração de energia elétrica no Brasil
Fonte: Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT.

Comparando a emissão em gramas de CO₂ equivalente (gCO₂e) gerada indiretamente pelo Metrô de São Paulo para transportar 1 passageiro pela distância de 1 km (passageiro.kilômetro – pkm) com a emissão gerada por outros metrôs e por outros modais de transporte, revelam-se valores muito baixos para o sistema metroviário de São Paulo. O Metrô emite 27,5 vezes menos gases de efeito estufa por pkm que os automóveis e 12,5 vezes menos que a emissão gerada pelo ônibus.

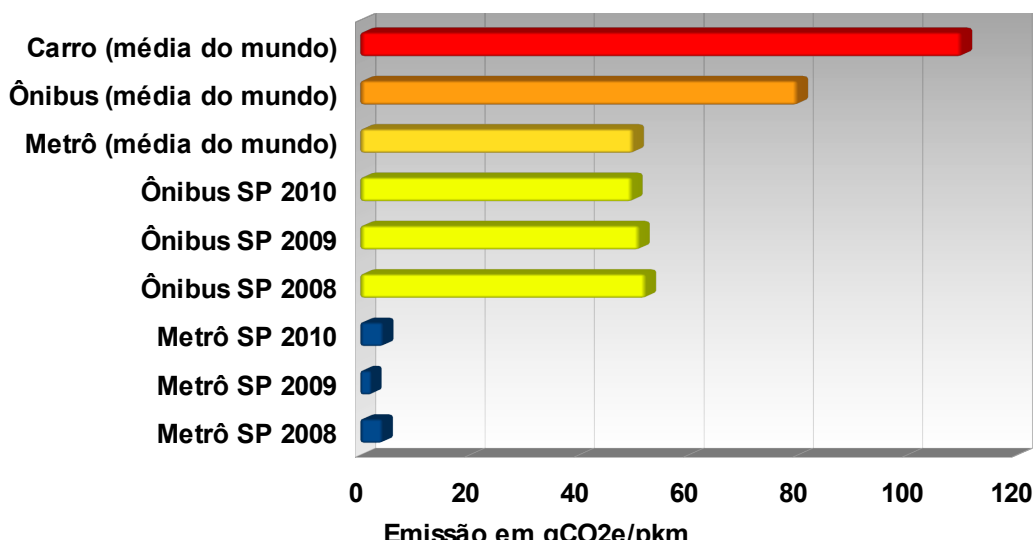


Figura 6. Emissão metrô e outros modos - 2008 a 2010 (gCO₂e por pkm)
Fonte: Custos de Energia, Fontes Renováveis e Emissões de CO₂e. NOVA, 2008.
Inventário de Emissões de GEE do Metrô, 2010*.

O estudo Custos de Energia, Fontes Renováveis e Emissões de CO₂ realizado em 2008 pelo grupo NOVA, comparou as emissões médias de metrô, ônibus e automóvel no mundo. Os resultados mostraram que o metrô é o modal que apresenta menor emissão de GEE por pkm, em comparação com os outros modais, como mostrado na figura 6, acima.

*Obs.: Valores de 2008 e 2009 foram recalculados baseados em dados da Pesquisa Origem / Destino para comparações com outros modais. Os valores de emissão por pkm para ônibus de São Paulo e metrô foram obtidos para o presente estudo .

5. EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

5.1 Energia Elétrica

As emissões decorrentes de energia elétrica adquirida pela empresa são indiretas, porque se devem ao processo de geração de energia, não controlado pela empresa. Entre 2009 e 2010, essas emissões sofreram um grande aumento de 13,12 mil tCO₂e, em 2009, para 28,50 mil tCO₂e, em 2010. A utilização de termoeletricas para geração de energia elétrica pelo Sistema Integrado Nacional (SIN) contribuiu para um aumento de 117%, de um ano para outro.

Consumo e Emissão

O Metrô é consumidor livre de energia, desde 2005. A energia elétrica é adquirida da CESP – Companhia Energética de São Paulo e da Empresa Metropolitana de Águas e Energia SA. A contratação inicial de 50 MW médios, hoje é de 61,5 MW médios, em função do crescimento da rede.

Em 2010, a operação do Metrô consumiu 549.074 MWh, equivalente a um consumo médio Brasil de mais de 3,5 milhões de residências (EPE, 2010), sendo a tração elétrica dos trens responsável por aproximadamente 80% da energia consumida.

A energia elétrica de alta tensão (tensão primária de distribuição igual ou superior a 69 kV) supre tração dos trens e equipamentos auxiliares nas estações (iluminação, ventilação, escadas rolantes, elevadores, bombas e outros), pátios e Centro de Controle Operacional - CCO.

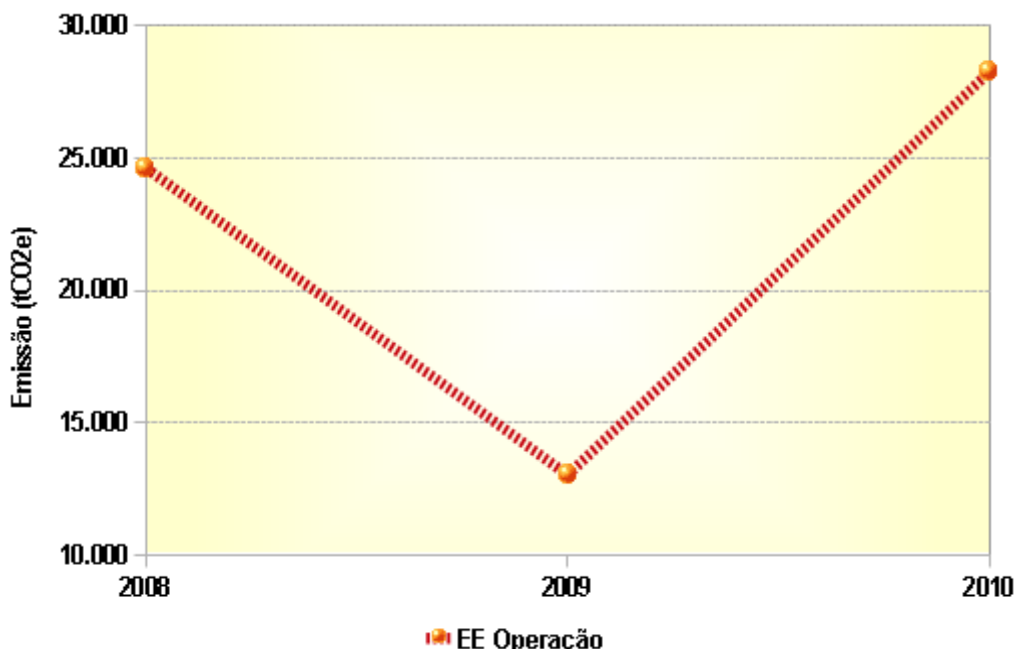


Figura 7. Emissões Indiretas por consumo de energia elétrica na operação do Metrô - 2008 a 2010

A energia de baixa tensão secundária de distribuição supre prédios administrativos, terminais de ônibus, entre outros, e média tensão, equipamentos nos canteiros de obras mantidos pelo Metrô. As perdas técnicas estimadas, decorrentes dos processos de transformações da voltagem pelas diversas subestações, assim como aquelas decorrentes do transporte da energia pela rede interna de distribuição do metrô foram da ordem de 14.570 MWh.

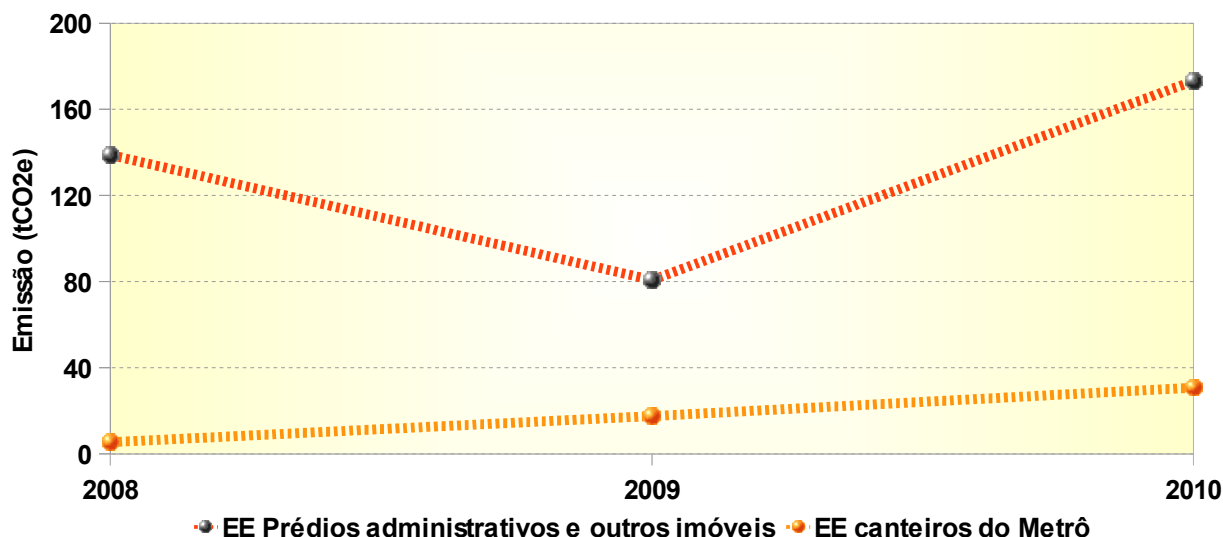


Figura 8. Emissões Indiretas por consumo de energia elétrica em prédios administrativos e Canteiros de obras do Metrô - 2008 a 2010

5.2 Resíduos e Efluentes

O *Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa 2010* acrescenta a seu escopo de análise as emissões indiretas causadas por incineração de resíduos, decomposição de resíduos aterrados e tratamento de efluentes.

Metodologia de cálculo

Para o cálculo das emissões decorrentes da incineração de resíduos foram levantadas as quantidades de resíduos enviadas para o processo da queima, por tipo encontrado na empresa onde: HW (*Hazardous Waste*) é resíduo perigoso, por exemplo ascarel; e CW (*Clinical Waste*) é o resíduo de saúde ou lixo infectante gerado nos ambulatórios da companhia.

Já no caso de resíduos aterrados, foi adotada metodologia de cálculo recomendada pelo IPCC, que entende que a decomposição do lixo não se dá de uma só vez, é lenta e gera o gás metano (CH₄) ao longo de muitos anos, conhecida como decaimento de primeira ordem. Sendo assim, foi necessário um levantamento do lixo gerado nos últimos 30 anos, conforme recomenda a metodologia.

Esse levantamento compreendeu dados da massa de resíduos produzida e dos tipos, classificados segundo a quantidade de “carbono degradável”, passível de decomposição. Seguindo essa classificação, a parte degradável deve ser dividida em fração de: papéis e têxteis; resíduos provenientes de jardins, parques e outros putrescíveis não alimentares, fração de resíduos alimentares e fração de madeira e palha.

Os resultados mostraram que as emissões aumentaram gradativamente de ano a ano. O aumento mais significativo registrado foi de 5% referente às emissões de resíduos gerados nas estações. As emissões totais geradas pela decomposição dos resíduos e pelo tratamento de efluentes fizeram o escopo 3 passar a representar quase 30% do total de emissões do Metrô, em 2010.

Resíduos nas Estações

Para o cálculo das emissões de resíduos gerados nas estações foram utilizados dados de outro estudo realizado pelo Metrô que apontou que 77% do lixo encontrado nas lixeiras das estações se refere a lixo reciclável. Desse total de recicláveis a maior parte são papéis e plásticos. A figura 7 mostra a composição atual do lixo nas estações.

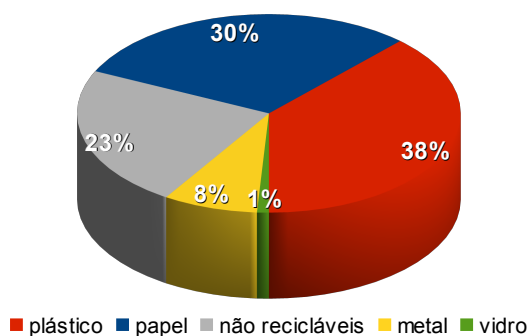


Figura 9. Composição estimada do lixo gerado em estações (%)

Com base nos dados levantados no estudo realizado, as emissões decorrentes da decomposição de resíduos das estações, incluídas no escopo 3 do Inventário, chegaram a 9,69mil tCO₂e em 2010. Esse resultado representou 78% das emissões totais do escopo, ganhando maior representatividade entre as emissões geradas por resíduos.

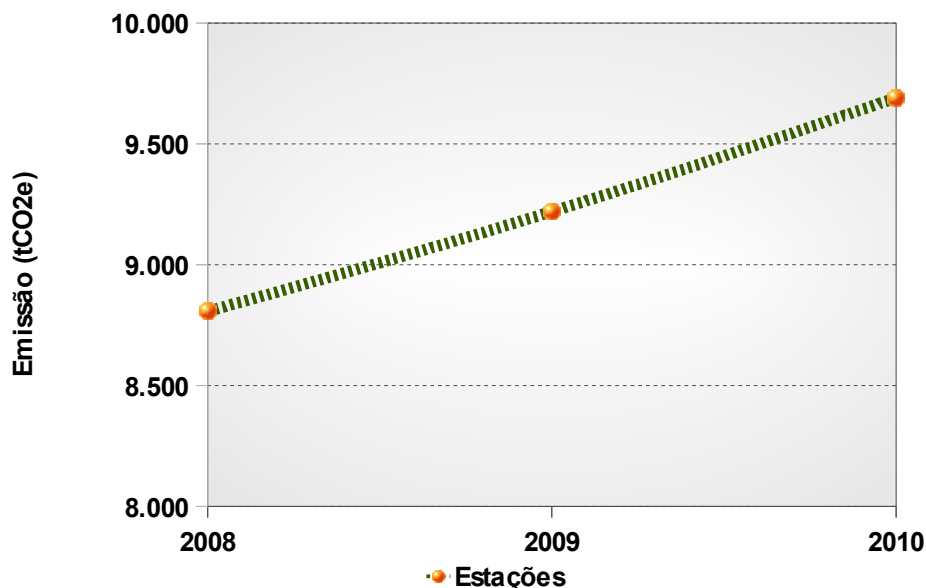


Figura 10. Emissão por decomposição de resíduos gerados em estações do Metrô - 2008 a 2010

Resíduos Administrativos, Manutenção, Jardinagem e Perigosos

Por falta de dados sobre a composição do lixo bem como da quantidade de resíduos gerados em algumas áreas, como prédios administrativos, estimou-se o total gerado por tipo, tendo como base análise amostral realizada especialmente para esse fim.

Para a caracterização do lixo administrativo, foi feito estudo detalhado do lixo a partir de análise aleatória de sacos de lixo. O material analisado foi pesado e após a separação por tipo, houve a pesagem do resíduo separadamente. Em processo similar, foram analisados os resíduos classe II (não-perigoso) que são alocados nas caçambas brancas da manutenção.

Os dados de resíduos de refeitórios foram estimados a partir da massa gerada diariamente e no caso dos resíduos de jardinagem com base em dados mensais. Essas estimativas foram fornecidas pelas empresas contratadas para serviços de jardinagem e serviços de alimentação nos refeitórios do Metrô.

Os resultados obtidos acerca da caracterização dos resíduos aterrados foram aplicados no cálculo das emissões, com a aplicação do fator de relação entre quantidade de resíduo gerado e:

- número de funcionários (para resíduos administrativos, refeitório);
- número de trens (resíduos da manutenção);
- área total de jardins (resíduos de jardinagem)

Estes fatores de relação foram aplicados nos dados dos últimos trinta anos para se estimar a quantidade de resíduo aterrado e por consequência as emissões de metano.

Finalmente, para resíduos perigosos, foram estimadas as quantidades de resíduos ambulatoriais geradas por mês por funcionário e para resíduos contaminados com PCBs (ascarel), a partir de dados de resíduos enviados para incineração.

A figura 9 apresenta as emissões para os diferentes resíduos:

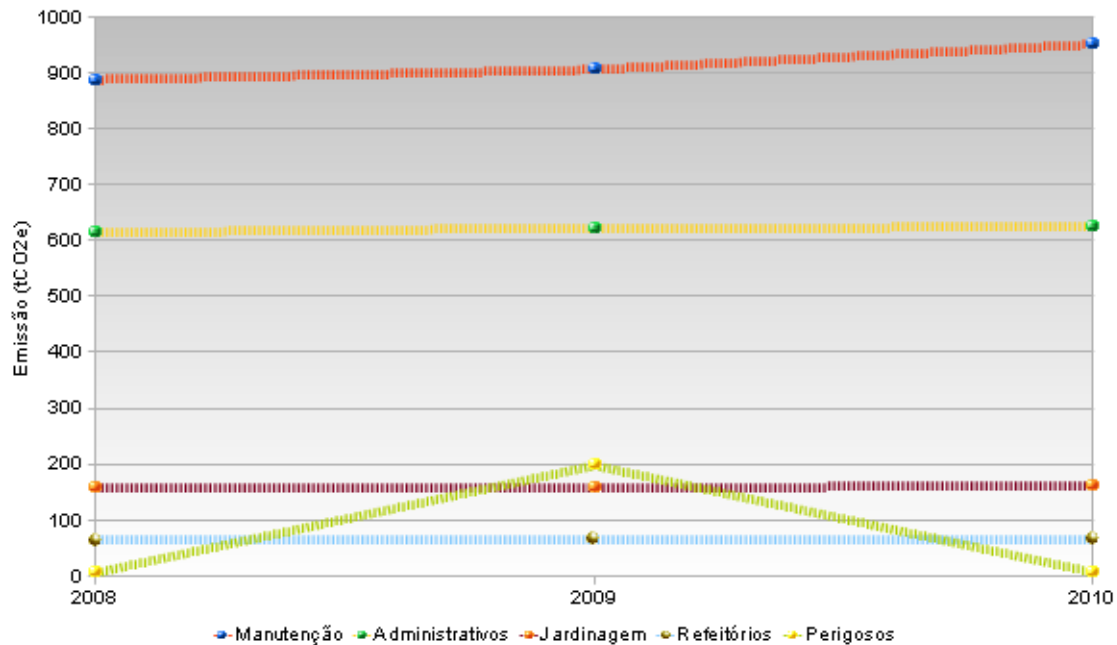


Figura 11. Emissão por decomposição e queima de resíduos do Metrô - 2008 a 2010

Tratamento de Efluentes

Para o cálculo das emissões decorrentes do tratamento de efluentes foi realizado o levantamento de toda água consumida pela Companhia e o tipo de tratamento que o efluente sofreu, para que fosse contabilizada a emissão de acordo com a classificação definida pelo IPCC. A análise abrangeu os anos de 2008, 2009 e 2010.

O descarte dos efluentes líquidos é feito em conformidade ao tipo de efluente. Os efluentes domésticos são enviados para a rede de esgoto. Nos pátios de manutenção dos trens, os efluentes passam por um biodigestor antes de serem descartados, assim as emissões decorrem de processo anaeróbico. Em determinados processos nos pátios, parte do efluente gerado é separado e tratado como resíduo perigoso e levado para coprocessamento. Neste caso é desconsiderado do escopo uma vez que o material coprocessado substitui o carvão usado em cimenteiras.

Em 2010, as emissões pelo tratamento de efluentes foram de 377 tCO₂e, enquanto nos anos de 2009 e 2008, essa emissão foi de 366 e 293 tCO₂e, respectivamente. O aumento indica um consumo maior de água nas dependências do Metrô, que pode estar relacionado à expansão do sistema metroviário.

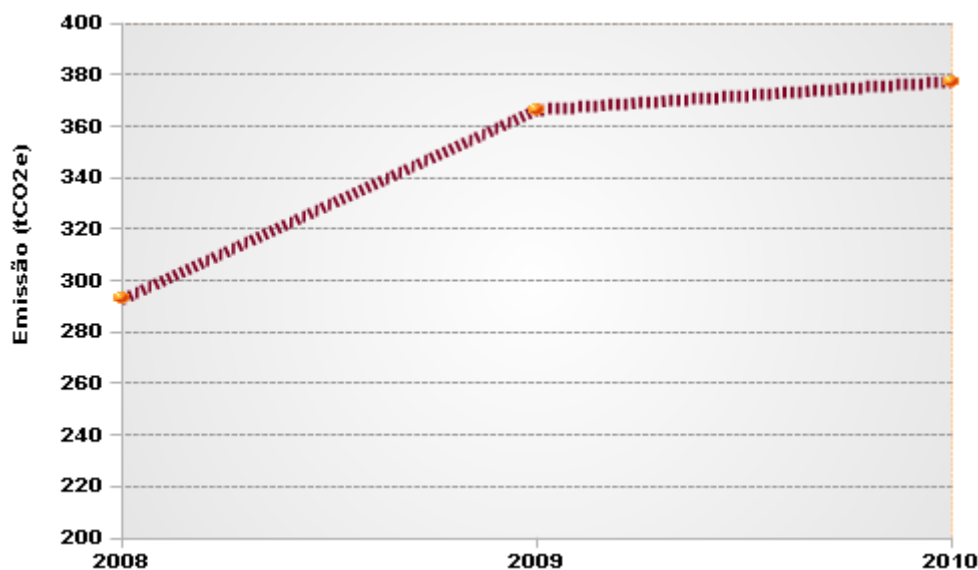


Figura 12. Emissão por tratamento de efluentes, Metrô - 2008 a 2010

5.3 Fontes Móveis

As emissões referentes às fontes móveis, em 2010, aumentaram 0,6% em relação às geradas em 2009, e teve como maior emissor a frota própria que tem sua emissão em queda pelo segundo ano consecutivo.

A frota própria do Metrô, as viagens aéreas a trabalho e o transporte por micro-ônibus nos pátios foram responsáveis pelo maior volume das emissões. O total de emissões contabilizado foi de 915,71 tCO₂e, em 2010. A figura 11 apresenta as emissões por tipo de fonte.

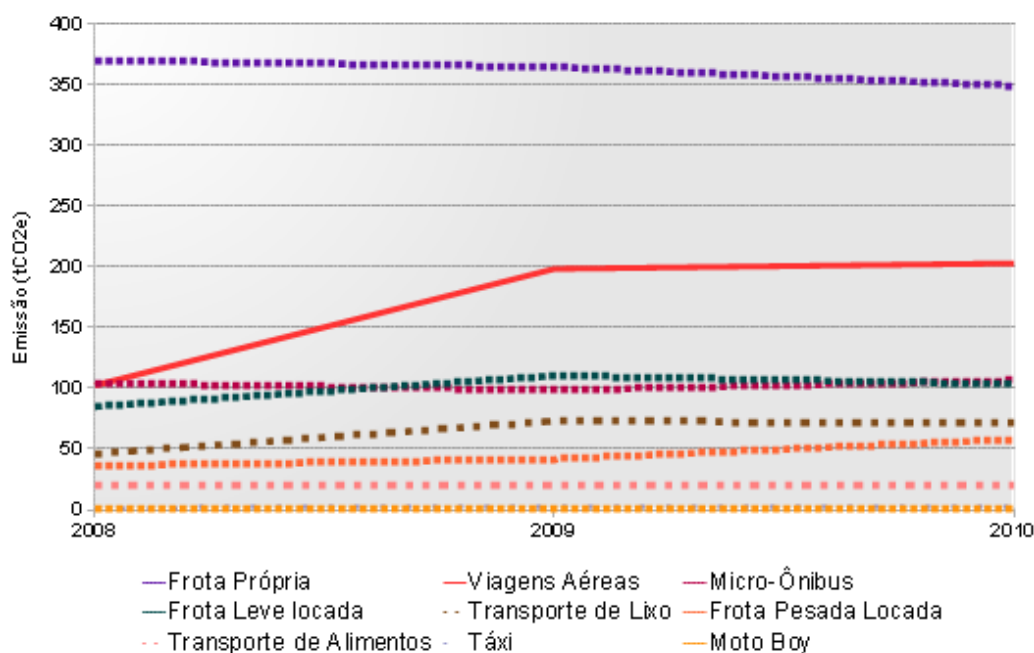


Figura 13. Emissões por Combustão de Combustíveis Fósseis - Fontes Móveis / 2008 a 2010

5.4 Fontes Estacionárias

As emissões por fontes estacionárias aumentaram 48% em relação a 2009 devido principalmente, ao maior uso de equipamentos de via, principal fonte de emissão na categoria. A figura 12 apresenta a evolução das emissões deste tipo de 2008 a 2010.

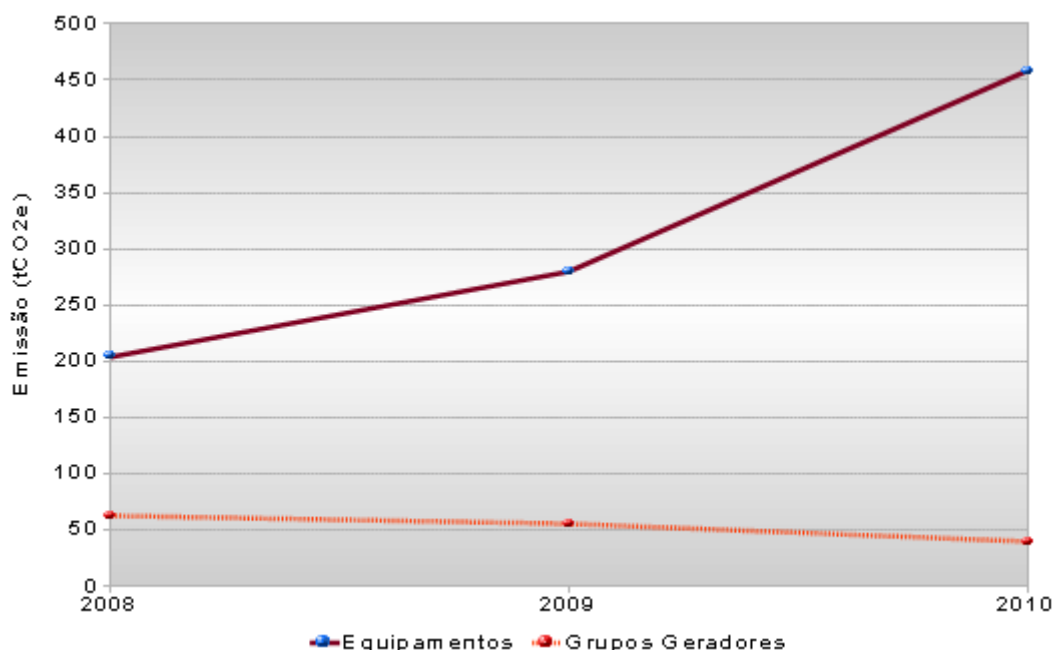


Figura 14. Emissões por Fontes Estacionárias - 2008 a 2010

O uso de equipamentos de via, em 2010, gerou 458 toneladas de CO₂e, o maior volume de carbono entre as fontes estacionárias, aumentando a participação no total de emissões do escopo.

O Quadro 1 apresenta os principais fatores de emissão para queima de combustíveis utilizados no cálculo das emissões do Metrô.

Quadro 1. Fatores de emissões para queima de combustível

Fonte	Combustível	Valor Calorífico (TJ/Gg)	Gás	Emissão	Unidade	
Pesados	Diesel	43,0	CO ₂	74100	kg/TJ	
Fonte Móvel	Diesel	43,0	N ₂ O	3,9		
Fonte Móvel	Diesel	43,0	CH ₄	3,9		
Fonte Estacionária	Diesel	43,0	N ₂ O	0,6		
Fonte Estacionária	Diesel	43,0	CH ₄	3		
Diversos	Gás Natural	48,0	CO ₂	56100		
Fonte Móvel	Gás Natural	48,0	N ₂ O	3		
Fonte Móvel	Gás Natural	48,0	CH ₄	92		
Fonte Estacionária	Gás Natural	48,0	N ₂ O	0,1		
Fonte Estacionária	Gás Natural	48,0	CH ₄	1		
Carros	Gasolina Pura	44,3	CO ₂	69300		mg/km
Carros	Gasolina Pura (sem catalisador)	44,3	N ₂ O	3,2		
Carros	Gasolina Pura (sem catalisador)	44,3	CH ₄	33		
Carros	Etanol	-	N ₂ O	12 – 47		
Carros	Etanol	-	CH ₄	27 – 45		

Fonte: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

5.5 Outras Fontes

Outras fontes de emissão foram levantadas como o consumo de gases refrigerantes, gás natural (GLP) e gás de cozinha.

As emissões geradas por gases refrigerantes, em 2010, sofreram uma redução de 77% aproximadamente. Isso se deve ao menor consumo de gases refrigerantes que, em todos os anos de análise, foi o principal emissor dessa categoria. Deve-se ressaltar que esses gases possuem alto potencial de efeito estufa (*GWP*) e por isso, mesmo em pequenas quantidades pode haver grande representatividade na emissão total.

A figura 13 apresenta a evolução das emissões para estas fontes no período 2008-2010.

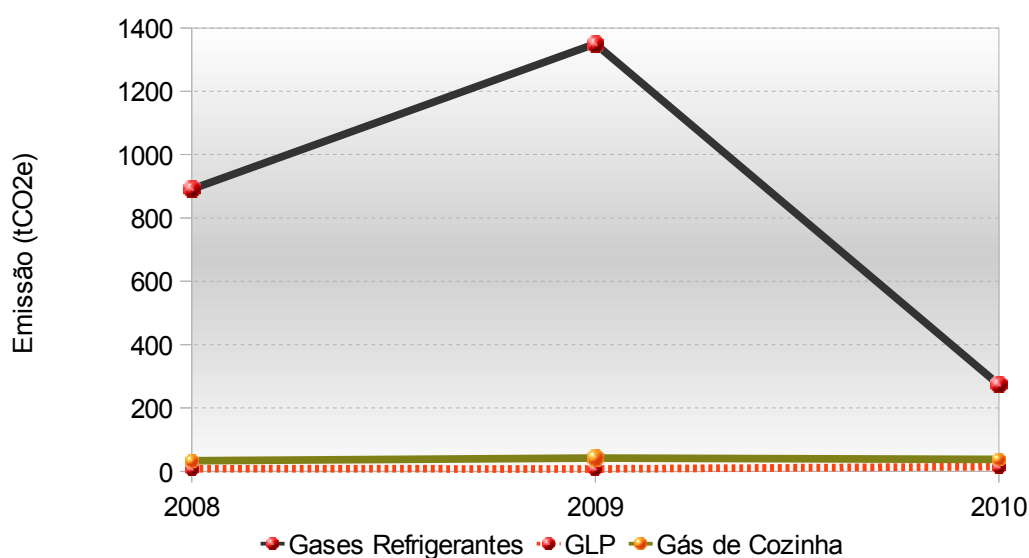


Figura 15. Emissões por outras fontes - 2008 a 2010

5.6 Emissões fora dos Escopos

Apesar de não serem contabilizados nos escopos do inventário, é recomendado o cálculo e declaração em separado das emissões geradas com o uso de biocombustíveis, bem como de gases refrigerantes não contemplados pelo Protocolo de Kyoto, como os clorofluorcarbonetos (CFCs).

As emissões geradas por biocombustíveis, como biodiesel e etanol, aumentaram 12% de 2009 para 2010, evoluindo de 804 tCO₂e para 912 tCO₂e, diminuindo tendência de alta verificada no período de 2008 para 2009 (22%). É de se destacar que, em 2010, a adição de biodiesel ao diesel subiu para 5%, percentual que era de 3%, em 2009, assim como cresceu o consumo de diesel, gerando emissão maior de CO₂.

Com uma frota leve locada constituída predominantemente por veículos *flex*, as emissões de CO₂ por etanol representaram quase 98% do total de CO₂ gerado com o uso de biocombustíveis, como pode ser observado na figura 14 a seguir:

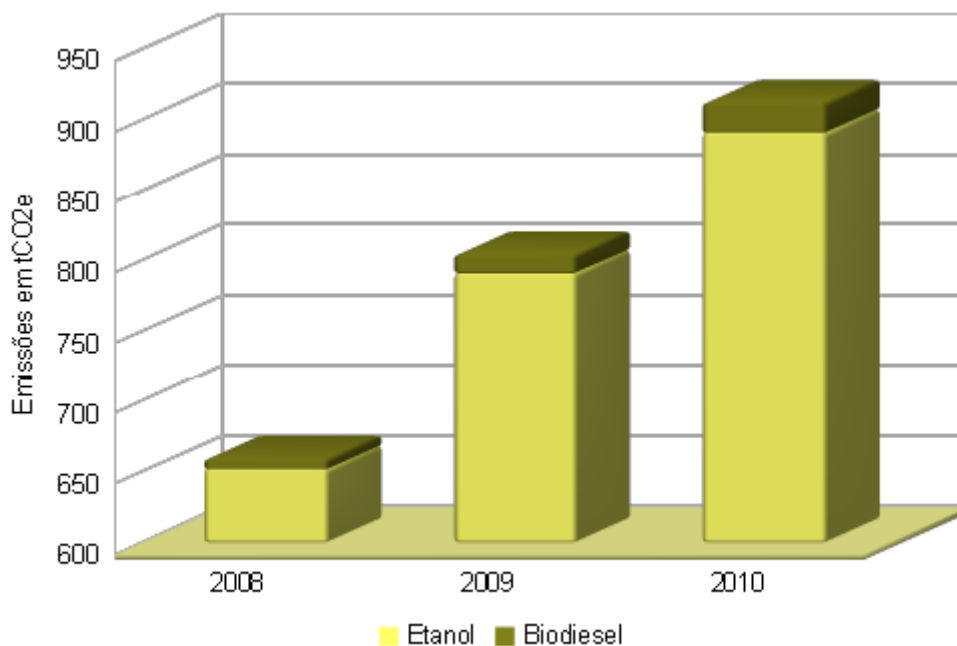


Figura 16. Emissão por Biocombustíveis - 2008 a 20010

Para contabilização das emissões de CO₂ por biocombustíveis, os fatores utilizados foram:

Quadro 2. Fatores de Emissão para CO₂ gerado na queima de biocombustíveis.

Combustível	E _{CO₂} (kg/L)
Etanol (E100)	1,469
Biodiesel (B100)	2,499

Fonte: GHG Protocol

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados de 2010, assim como para os anos anteriores, mostraram que o consumo de energia elétrica, especialmente para tração dos trens, é a principal fonte de emissões de gases de efeito estufa. Apesar dos resíduos gerados nas estações representarem parte significativa das emissões é preciso destacar entretanto, que no cálculo das emissões adotou-se dados estimados devido à falta de registros do volume gerado nos últimos 30 anos, o que significa um grau de incerteza significativo.

Cabe destacar que, as emissões por energia elétrica adquirida variam fortemente em decorrência da matriz energética brasileira, de fonte predominante mais limpa em comparação com outros países, porém possui um sistema de distribuição interligado entre as diversas fontes de geração de energia.

Em 2010, a forte aceleração do crescimento do país como um todo pode ter contribuído para taxas de emissão consideravelmente maiores do que em 2009, associadas à energia, devido ao aumento do consumo de energia, e conseqüentemente a maior utilização de energia de fontes térmicas, além da redução da participação de Itaipu no Sistema Integrado Nacional - SIN.

A partir dos resultados do inventário, é possível reduzir o perfil de emissões do Metrô, enquanto um sistema de transporte sobre trilhos, priorizando-se medidas que visam a redução do consumo de energia, eficiência energética, especialmente com a expansão da rede em que haverá o aumento do consumo de energia.

A implantação de um sistema de coleta seletiva nas estações e promoção de educação ambiental dos usuários são medidas estratégicas a serem estudadas considerando-se as proporções significativas de papel reciclável, resíduos não recicláveis, que geram metano no processo de sua decomposição, bem como dos demais resíduos encontrados em lixeiras nas estações. A adoção desta medida poderá gerar uma redução de pelo menos 50% das emissões de carbono geradas pelos resíduos das estações.

Assim, o Metrô poderá ampliar o compromisso com a sustentabilidade, bem como os benefícios socioambientais obtidos com a rede.

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Planejamento e Expansão dos Transportes Metropolitanos - DM

Laércio Mauro Santoro Biazotti

Gerência de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GMS

Luís Sérgio de Campos Vilarinho

Departamento de Sistemas de Gestão e Sustentabilidade - MSS

João Batista de Moraes Ribeiro Neto

Coordenadoria de Sustentabilidade e Econegócios - CSE

Cacilda Bastos Pereira da Silva

Equipe Técnica:

Ramón Carollo Sarabia Neto

Áreas envolvidas no levantamento dos dados

Gerência de Serviços e Infraestrutura - GSI

Gerência de Logística – GLG

Gerência de Manutenção – GMT

Gerência de Operações - GOP

Gerência de Planejamento e Integração de Transportes Metropolitanos - GPI

Gerência de Recursos Humanos - GRH

Anexo I. Resumo Geral dos Dados por Fonte: 2008-2010

Classificação	Fonte	2008	2009	2010	unidade
		Dados da atividade			
		valor			
Consumo de Gases Refrigerantes	Hexafluoreto de Enxofre	0	0	0	kg
	R134A	1.278	680	490	kg
	R404A	0	0	13	kg
	R407C	0	0	0	kg
Consumo de Gases GLP (Catálogo)	Butano, EMB 196 g/cartucho	3,06	3,53	1,18	kg
	Propano-Butano 20kg/botijão P-20	2.140	1.879	3.679	kg
	Propano-Butano, EMB 5kg/botijão	0	5	44	kg
	Propano-Metil-Mapp, EMB 453g/cartucho	33	17	38	kg
	Propano, EMB 45kg/Botijão	900	1.344	44	kg
	Propileno, EMB 45kg/cilindro	929	630	1.080	kg
Equipamentos	Trator de Manobra Trackmobile Modelo 9TM	17.280	22.464	23.328	L
	Trem Esmerilhamento Motor F 12L413F Jabaquara	3.960	11.400	11.160	L
	Trem Esmerilhamento Detroit 4 cilindros Capão Redondo	0	1.728	1.728	L
	Socador de Via Motor Scania	0	6.600	6.600	L
	Locotrator Modelo TT9 Motor OM 3252A Mercedes	9.504	14.112	13.824	L
	Locotrator Série D115 Motor 366A Mercedes	2.808	4.320	4.752	L
	Locotrator Modelo TT10 Modelo MWM 6.10	4.032	3.312	2.736	L
	Track Mobil Modelo Magnum Motor Cummins	0	1.872	1.872	L
	Retroescavadeira	216	504	648	L
	Guindastes	5.328	6.192	6.480	L
	Compressores de Ar	0	0	-	L
	Auto de Linha para manutenção em rede aérea (Catenária)	0	2.952	11.808	L
	Máquina de soldar trlhos	1.224	3.960	792	L
	Empilhadeiras Bicombustível	49.536	40.320	136.080	L
Frota Própria	Veículos Diesel	21.894	33.658	34.934	L
		135.474	158.685	166.542	km
	Veículos a Gasolina	177.829	157.109	127.814	L
	776.050	689.409	457.505	km	
Grupos Geradores	GGD	15.238	21.089	23.671	L
	GG Gás	46	48	322	m ³
Energia Elétrica	Operação	495.644.526	514.179.871	534.503.899	kWh
	Perdas em Alta Tensão	15.292.119	13.150.972	14.570.616	kWh
	Canteiros do Metrô	114.101	915.239	924.509	kWh
	Prédios Administrativos e outros imóveis	2.869.272	3.330.431	3.584.842	kWh
		223.532	237.622	265.311	L
Frota Leve Locada	TB – Veículos a Álcool	1.604.481	1.579.992	1.601.188	km
	TB – Veículos a Diesel	12.030	21.194	16.287	L
	TP – Veículos a Álcool	0	230.132	269.253	L
		1.229.469	1.424.429	1.741.759	km
	TP – Veículos a Gasolina	0	15.425	12.009	L
		88.957	110.744	98.181	km
	TP – Veículos a Diesel	0	3.394	2.604	L
	36.813	23.179	18.119	km	
Frota Pesada Locada	Frota Permanente	12.295	12.858	13.669	L
	Frota Eventual	4.568	9.996	37.221	km
Gás de Cozinha	Consumo Mensal	936	1.170	1.035	kg
Micro-Ônibus	Frota Permanente	361.198	328.828	350.860	km
	Frota Eventual	5.664	17.235	23.139	km
Moto Boy	Distância Percorrida Mensal	1.800	2.114	1.653	km
		83.039	137.845	133.433	km
Táxi	-	0	0	18.917	L
Transporte de Alimentos	Distância Percorrida Semanal por Caminhões	200	200	200	km
	Distância Percorrida Semanal por Furgões	800	800	800	km
Transporte de Lixo	-	58.838	93.331	91.089	km
	Voos de Curta Distância	61.134	92.422	125.522	km
Viagens Aéreas	Voos de Média Distância	203.300	257.972	398.621	km
	Voos de Longa Distância	557.743	1.242.316	1.101.343	km
Outros	Entradas no Ônibus SP	1.718.208.141	1.738.608.505	1.766.079.221	nº de pessoas
	Ônibus SP	8,1	8,1	8,1	km
	Entradas no Metrô	684.367.183	705.806.130	754.048.771	nº de pessoas
	Viagem Média no Metrô	6,9	6,9	6,9	km

Anexo II. Resumo Geral de Dados sobre Resíduos e Efluentes: 2008-2010

Categoria	Fonte	Dados da atividade		Unidade			
			valor				
Resíduos Estações	-		0,017	kg de lixo/entrada			
Resíduos de Manutenção	não perigosos		7.019	massa de lixo/(nº trens.ano)			
Resíduos de Refeitório	PAT		35,72	kg de lixo/(funcionário.ano)			
	PIT		35,2	kg de lixo/(funcionário.ano)			
	PCR		12,86	kg de lixo/(funcionário.ano)			
Resíduos de Jardinagem	PAT		8000	média mensal de resíduo (kg)			
	PIT		3000	média mensal de resíduo (kg)			
	PCR		2000	média mensal de resíduo (kg)			
Resíduos Administrativos	Prédios		87,6	massa de lixo/(funcionário.ano)			
	Pátios		116,97	massa de lixo/(funcionário.ano)			
Resíduos Perigosos	PCB		3200	kg de PCB incinerado (em 2009)			
	Ambulatorial		0,03	kg de lixo/(funcionário.ano)			
Efluentes	Ano	2008	451963	m³ de água consumida (de acordo com mês de referência)			
		2009	491117				
		2010	503315				
		2010	8742				
		2009	8278				
		2008	7813				
		2007	7417				
		2006	7521				
		2005	7394				
		2004	7474				
		2003	7719				
		2002	8048				
		2001	7425				
		2000	7361				
		1999	7326				
		1998	8160				
		1997	8072				
		Funcionários do Metrô	Ano		1996	7864	Número de funcionários
					1995	8160	
1994	8812						
1993	9256						
1992	9041						
1991	8688						
1990	8494						
1989	8227						
1988	8138						
1987	7575						
1986	6413						
1985	5814						
1984	5063						
1983	4795						
1982	4760						
1981	4178						