

Indicador 6.2 - Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs) per capita

Descrição:

Estimativa top-down das emissões anuais de gases de efeito estufa do transporte rodoviário por habitante (em termos de CO₂ equivalente).

Fonte:

Agência Nacional de Petróleo (ANP)
IBGE [Estimativa da população por município]

MMA [Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários]

Mais uma vez, utilizando-se dos dados de venda de combustíveis líquidos (etanol hidratado, gasolina C e óleo diesel), divulgados pela Agência Nacional do Petróleo (ANP), calculou-se a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEEs) por habitante (kgCO₂ e/hab) devido ao uso de combustíveis líquidos.

Multiplicou-se o volume de vendas per capita de cada um dos três combustíveis analisados no ano pelo fator de emissão de dióxido de carbono equivalente (CO₂ e) médio de cada ano, associado à queima de cada um dos três combustíveis, estimado a partir da metodologia do Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013, Ano-base 2012, do Ministério do Meio Ambiente. Ao final, somou-se o total de GEEs emitido por cada combustível.

Trata-se de uma estimativa simplificada (abordagem top-down), na qual se aplica um fator de emissão médio dependente exclusivamente do combustível, não considerando especificidades da frota circulante do município (ano de fabricação, categoria, fase PROCONVE do motor, entre outras).

Como foi utilizada a venda de combustíveis líquidos em um município, reitera-se que ela não necessariamente representa o consumo de combustíveis no local.

Os dados levantados apresentam resultados importantes para o monitoramento da emissão de Gases de Efeito Estufa, "principal causa do aquecimento global, que pode ter impactos no meio ambiente (aumento do nível dos oceanos, tempestades, aumento da incidência de pragas), sobre a saúde humana (aumento de doenças infecciosas) e sobre setores socioeconômicos, principalmente no que se refere à agricultura e aos recursos hídricos" (COSTA, 2008, p. 52).

O resultado apontou que foram emitidos, apenas em 2014, 1.260 kgCO₂e/hab ou 1,26 tCO₂e/hab a partir da queima de combustíveis no transporte rodoviário nacional.

Na série histórica considerada nesta análise constata-se que as emissões de GEEs per capita vêm aumentando de forma contínua.

Poluente	2010	2011	2012	2013	2014
tCO ₂ e/hab	1,029	1,124	1,216	1,222	1,26

Tabela 12. Emissão de Gases de Efeito por habitante a partir da venda de combustíveis líquidos – Brasil. Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis/Elaboração: Ministério das Cidades.

Foi possível identificar mais uma vez uma grande diferença regional nas emissões de GEEs per capita. O Nordeste foi a região que registrou o menor nível de GEEs per capita emitido, enquanto o Centro-Oeste apresentou os maiores índices seguida da região Sul.

Região	2010	2011	2012	2013	2014
Norte	1.081	1.160	1.261	1.254	1.299
Nordeste	601	662	748	762	814
Centro-Oeste	1.506	1.626	1.827	1.891	1.950
Sudeste	1.087	1.195	1.265	1.255	1.272
Sul	1.418	1.535	1.643	1.659	1.713

Tabela 13. Emissão de Gases de Efeito Estufa por habitante a partir da venda de combustíveis líquidos – por região. Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis/Elaboração: Ministério das Cidades.

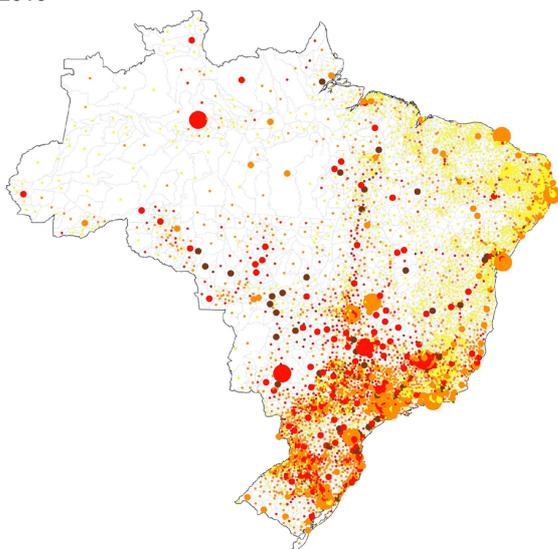
Foram identificadas diferenças de emissões de acordo com o porte populacional dos municípios. Nos municípios com mais de 1 milhão de habitantes, onde geralmente há maior oferta de transporte público, a emissão per capita é menor que nos demais municípios.

Número de habitantes	2010	2011	2012	2013	2014
Até 60 mil	989	1.075	1.198	1.207	1.239
De 60 a 100 mil	1.190	1.340	1.453	1.489	1.542
De 100 a 250 mil	1.170	1.253	1.370	1.369	1.367
De 250 a 500 mil	1.132	1.225	1.290	1.305	1.461
De 500 mil a 1 milhão	1.023	1.173	1.262	1.257	1.197
Mais de 1 milhão	887	968	997	988	1.029

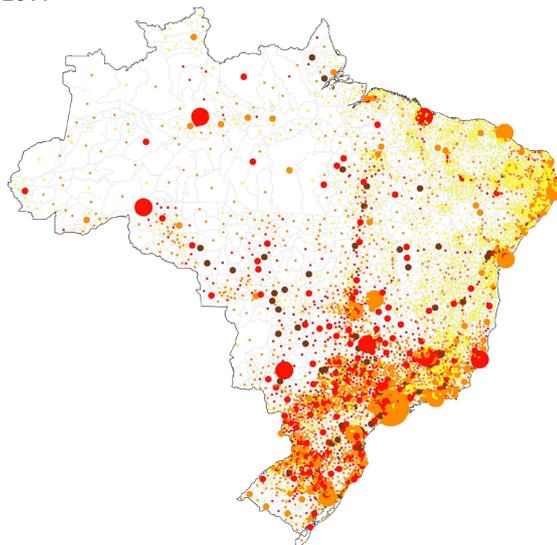
Tabela 14. Emissão de Gases de Efeito Estufa por habitante a partir da venda de combustíveis líquidos – por número de habitantes. Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Elaboração: Ministério das Cidades.

A visualização gráfica dos dados (Figura 14) nos permite identificar ainda que os municípios ao longo das principais rodovias pelo país costumam apresentar maior emissão per capita que os demais, ainda que se considere a limitação do indicador, de que o combustível comprado ao longo das rodovias pode ser consumido em outros locais. No entanto, os maiores municípios, especialmente no Estado de São Paulo, são os que mais emitem GEEs no total.

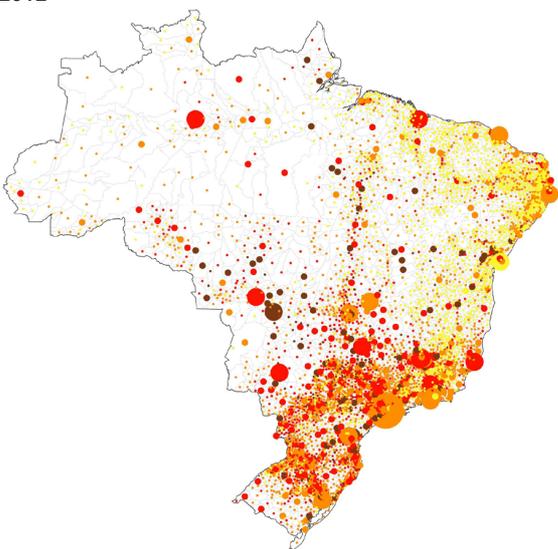
2010



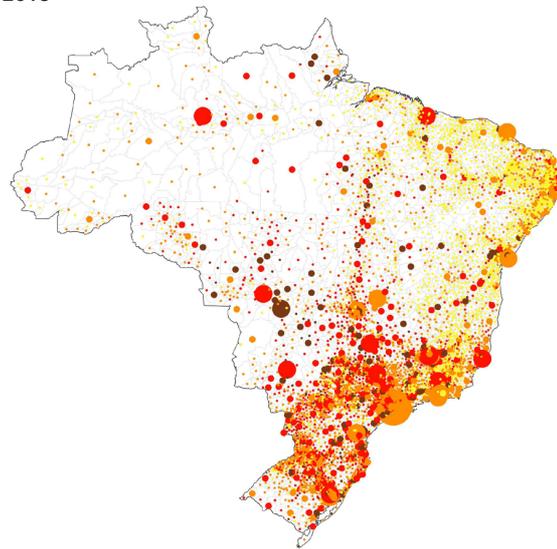
2011



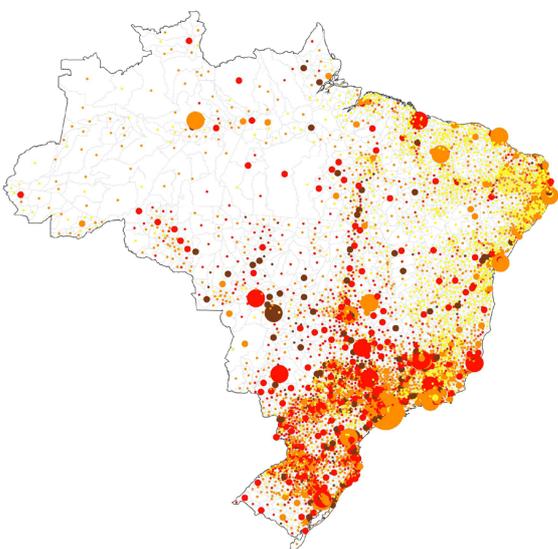
2012



2013



2014



tonCO₂eq

- até 100 mil ton
- entre 100 mil e 1 milhão ton
- entre 1 e 10 milhões ton
- mais de 10 milhões de ton

tonCO₂eq/hab

- até 0,5 ton/hab
- entre 0,5 e 1,5 ton/hab
- entre 1,5 e 4 ton/hab
- mais de 4 ton/hab

Figura 14. Emissão de Gases de Efeito Estufa (tCO₂e) por habitante a partir da venda de combustíveis líquidos, por município. Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Elaboração: Ministério das Cidades

Fatores de emissão para o cálculo dos indicadores 6.2 e 6.3								
Combustível	Gás/Partícula	Unidade	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Gasolina C	CO ₂ e	kgCO ₂ e/L	2,158	2,163	2,160	2,185	2,159	2,148
Etanol Hidratado	CO ₂ e	kgCO ₂ e/L	0,047	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
Diesel	CO ₂ e	kgCO ₂ e/L	2,665	2,663	2,662	2,662	2,662	2,662
Gasolina C	CO	gCO/L	44,478	36,089	28,412	23,992	21,248	18,899
Etanol Hidratado	CO	gCO/L	10,705	9,514	10,140	9,366	7,539	6,695
Diesel	CO	gCO/L	4,942	4,675	4,407	4,088	3,686	3,336
Gasolina C	NO _x	gNO _x /L	3,422	2,858	2,327	2,024	1,842	1,680
Etanol Hidratado	NO _x	gNO _x /L	1,229	1,100	1,129	1,041	0,864	0,772
Diesel	NO _x	gNO _x /L	27,158	25,695	24,250	22,527	20,443	18,627
Gasolina C	NMHC	gNMHC/L	6,039	5,038	4,125	3,575	3,211	2,889
Etanol Hidratado	NMHC	gNMHC/L	2,504	2,250	2,350	2,213	1,889	1,735
Diesel	NMHC	gNMHC/L	1,606	1,452	1,301	1,160	1,022	0,904
Gasolina C	RCHO	gRCHO/L	0,090	0,075	0,062	0,054	0,049	0,045
Etanol Hidratado	RCHO	gRCHO/L	0,203	0,183	0,179	0,166	0,146	0,136
Diesel	RCHO	gRCHO/L	-	-	-	-	-	-
Gasolina C	MPcomb	gMPcomb/L	0,051	0,044	0,037	0,034	0,032	0,030
Etanol Hidratado	MPcomb	gMPcomb/L	-	-	-	-	-	-
Diesel	MPcomb	gMPcomb/L	1,185	1,062	0,944	0,829	0,722	0,618

Fatores de emissão de poluentes para cada combustível líquido por ano. Fonte Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013; MMA. Elaboração: Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA).

6.2 Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs) per capita



Eixo temático

Sustentabilidade ambiental

Definição

Estimativa top-down das emissões anuais de gases de efeito estufa (em termos de CO_{2e}) do transporte rodoviário por habitante.

Fórmula

Soma para todos os combustíveis do resultado da expressão abaixo:

$$E_{CO_{2e},c,t} = Fe_{CO_{2e},c,t} \times V_{c,t}$$

Onde:

$E_{CO_{2e},t}$: emissões per capita de CO_{2e} associadas à queima do combustível **c** no ano **t** (ton/hab/ano)

$Fe_{CO_{2e},c,t}$: fator de emissão de CO_{2e} associado à queima do combustível **c** no ano **t** (ton/L)

$V_{c,t}$: vendas per capita do combustível **c** no ano **t** (L/ano/hab)

Unidade

ton/hab/ano

Relevância

“O aumento da concentração de CO₂ na atmosfera é a principal causa do aquecimento global, que pode ter impactos no meio ambiente (aumento do nível dos oceanos, tempestades, aumento da incidência de pragas), sobre a saúde humana (aumento de doenças infecciosas) e sobre setores socioeconômicos, principalmente no que se refere à agricultura e aos recursos hídricos”. (COSTA, 2008, p. 52)

“No setor de transportes as emissões de CO₂ são resultado da queima de combustíveis fósseis (petróleo, diesel e querosene). A relação entre transporte, uso de energia e emissões de CO₂ são caracterizadas pelo produto da atividade de transporte (medida em passageiros x km ou toneladas x km), estrutura modal, intensidade do uso de energia por modo e a taxa de emissão de CO₂ por unidade de energia consumida. Desta forma, o volume de emissões está relacionado às características da frota, tipo de combustível e a intensidade do uso da energia. A redução do uso do transporte motorizado e a maior eficiência no consumo de combustível de veículos automotores está, portanto, estritamente relacionada à redução da emissão de CO₂.” (COSTA, 2008, p. 52)

O Protocolo de Kioto, do qual o Brasil é signatário, traça estratégias para a redução das emissões de gases de efeito estufa, inclusive de CO₂. Além do Protocolo de Kioto, o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável n°. 13 busca tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e os seus impactos, o que revela a importância do indicador.

Limitações

A venda de combustível em um município não necessariamente representa o consumo de combustível no local (o que é comercializado internamente pode ser consumido fora e o que é comercializado fora pode ser consumido internamente).

Trata-se de uma estimativa simplificada (abordagem top-down), na qual aplica-se um fator de emissão médio dependente exclusivamente do combustível, não considerando especificidades da frota circulante do município (ano de fabricação, categoria, fase PROCONVE do motor, entre outras).

Método de cálculo

Multiplicar as vendas de cada combustível pelo fator de emissão específico para o ano de referência. Soma do produto entre vendas per capita e fator de emissão para todos os combustíveis no ano de referência.

Dados

- Litros de combustível comercializado no município no ano de referência. Fonte: ANP
- Estimativa da população no município no ano de referência. Fonte: IBGE
- Fatores de emissão de CO_{2e} para cada combustível (etanol hidratado, gasolina C e óleo diesel). Fonte: MMA/IEMA

Valor de referência	Desagregação	Observações
Em levantamento.	Municipal	CO ₂ : dióxido de carbono equivalente - soma das emissões de dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄) e óxido nitroso (N ₂ O) convertidos pela métrica GWP (<i>global warming potential</i>).
Periodicidade Anual/Mensal	Referência bibliográfica BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013, Ano-base 2012. Brasília, 2014. COSTA, M. S. Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.	
Ano da última medição 2014		
Abrangência Municípios que a ANP possui dados de vendas de combustíveis		