

MICROMOBILIDADE BRASIL: METODOLOGIA E ESCOPO DOS DADOS VERSÃO 2021

INTRODUÇÃO

A Plataforma Micromobilidade Brasil é coordenada pelo Laboratório de Mobilidade Sustentável (LABMOB), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com apoio do Instituto Clima e Sociedade (ICS) e do Itaú Unibanco e realizado em parceria com o Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA). Os objetivos da Plataforma são: mapear os sistemas de micromobilidade públicos, promover a transparência de dados e quantificar as emissões de CO² evitadas.

Os dados sobre os sistemas apresentados na Plataforma Micromobilidade Brasil se referem ao uso no mês de março de 2021 e foram disponibilizados por três das cinco operadoras de sistemas no Brasil, Tembici, Serttel e Mobhis. No geral, os valores exibidos correspondem a médias diárias computadas da atividade dos sistemas durante o mês de março de 2021. É importante observar que o recorte temporal está inserido no contexto da pandemia Covid-19, que chegou ao Brasil em março de 2020 e se estende pelo ano de 2021. O mês de março de 2021, especificamente, foi um momento de recrudescimento da pandemia que impactou as atividades urbanas exercidas nas cidades onde esses sistemas operam e, conseqüentemente, interferiu nas atividades e uso destes.

Este documento contém informações sobre o cálculo usado para obter os dados numéricos apresentados e também apresenta a equação usada para o cálculo de emissões de CO₂ evitadas, que foi desenvolvida pelo IEMA (Instituto Energia e Meio Ambiente).

1. BRASIL E CIDADES - DADOS AGREGADOS

A plataforma permite a visualização dos dados na escala do Brasil e das cidades. Em ambas escalas, os dados numéricos visualizados referem-se à soma dos dados coletados sobre cada sistema, disponibilizados pelas operadoras. É importante destacar que para alguns sistemas não foram disponibilizados nenhum dado, são eles:

1. Rivibike (Tembici) - Bertioga (SP) - bicicletas;
2. Lime-patinetes (Uber) - Rio de Janeiro (RJ) - Patinetes elétricos;
3. CicloSampa (Agência Trunfo) - São Paulo (SP) - bicicletas;
4. Scoo-Bicicletas (Scoo) - São Paulo (SP) - bicicletas;
5. Scoo-Patinetes (Scoo) - São Paulo (SP) - patinetes elétricos;
6. Integrabike (Urbes) - São Paulo (SP) - bicicletas;
7. Bicicleta Integrada (Serttel) - Fortaleza (CE) - bicicletas;
8. Petrobike (Serttel) - Petrolina (PE) - bicicletas.

Além disso, o sistema Passo Fundo Vai de Bici, operado pela Mobhis, estava inativo no recorte analisado (mar/2021).

Desenvolvimento:



Parceria:



Colaboração:



Apoio:



Na plataforma, os demais dados não obtidos e não disponibilizados são identificados por meio de um asterisco (*). **Portanto, a soma na escala “Brasil” e “Cidades” não reflete ao total numérico para todos os sistemas identificados e sim ao somatório dos dados numéricos coletados pela Plataforma Micromobilidade Brasil.**

2. BICICLETAS COMPARTILHADAS - TEMBICI

Os cálculos foram feitos a partir da base de dados disponibilizada pela operadora Tembici, na qual constam os registros de viagens feitas em seus sistemas de bicicletas compartilhadas públicas. A tabela abaixo indica o período de análise de cada um dos sistemas.

Sistema	mês
Bike Sampa (São Paulo - SP)	Março 2021
Bike PE (Recife - PE)	
Bike PoA (Porto Alegre - RS)	
Bike SSa (Salvador - BA)	
Bike VV (Vila Velha - ES)	
Bike Rio (Rio de Janeiro - RJ)	

Os dados sobre número de bicicletas e de estações foram obtidos através da própria operadora ou online, por meio dos aplicativos oficiais dos sistemas. O número de bicicletas se refere ao total de veículos disponibilizados pelo sistema.

Os valores relativos à quilometragem diária percorrida pelos usuários do sistema foram calculados a partir do tempo de duração das viagens registradas no banco de dados fornecido pela operadora. No entanto, para minimizar distorções devido a registros de viagens para manutenção ou viagens não efetuadas por usuários do sistema, foram consideradas apenas viagens que apresentassem entre 5 minutos e 2 horas de duração. Neste mesmo intuito, foram excluídas as viagens que tivessem como origem ou destino locais de manutenção, sob a nomenclatura de “Armazém”, “Warehouse” e outros semelhantes. A partir desses filtros, adotando a velocidade média de 13,6km/h¹ como valor de referência, multiplicou-se por 13,6 o tempo médio de utilização diária em cada sistema, resultando em uma estimativa de quilometragem percorrida. A equação abaixo sintetiza o cálculo feito.

$$\text{estimativa quilometragem diária} = \text{tempo médio de duração total das viagens diárias} \times 13,6 \text{ km}$$

¹ Este valor de referência tem como base o valor de 13,6 km/h usado para o cálculo de emissões de GEEs evitadas no método desenvolvido pelo IEMA.

O cálculo de emissões evitadas foi feito através da metodologia descrita na seção 5, multiplicando o dado de atividade (tempo ou quilometragem) pelo fator de emissão estipulado para o município onde o sistema foi implementado.

Os percentuais relativos a idade se referem à participação de cada um dos grupos entre as viagens contabilizadas, não demonstrando relação direta com o número de usuários cadastrados no serviço. As informações de idade são informadas pelo próprio usuário no momento de registro no serviço, sendo ainda de preenchimento opcional, de forma que nem todas as viagens apresentaram esta informação. Além disso, nos dados apresentados na plataforma para os percentuais por faixa etária foram desconsiderados os registros com data de nascimento anterior a 1921 e superior ou igual a 2021, interpretados como preenchimento equivocado no momento de cadastro. Em 2021, os novos usuários não declararam seu gênero ao se cadastrarem no sistema. Portanto, não foi possível coletar esse dado para os sistemas da Tembici.

3. BICICLETAS COMPARTILHADAS - SERTTEL

No caso dos dados relativos aos sistemas de bicicleta compartilhada operados pela operadora Serttel, a própria empresa desenvolveu os cálculos e forneceu os números finais relativos aos dados solicitados para a Plataforma. A tabela abaixo indica o período de análise de cada um dos sistemas.

Sistema	mês
Bike BH (Belo Horizonte - MG)	Março 2021
Bicicletar (Fortaleza - CE)	
GynDebike (Goiânia - GO)	
Vermelhinhas (Maricá - RJ)	
Bike Pel (Pelotas - RS)	
Bike Santos (Santos - SP)	
Bike Sanja (São José dos Campos - SP)	
Bike Serra (Serra - ES)	
Bike Vitória (Vitória - ES)	

Os dados sobre número de veículos referem-se ao total de veículos disponíveis no sistema e os dados de usuários referem-se ao total de usuários ativos, que realizaram ao menos uma viagem, no período analisado. Os dados de gênero e idade são coletados durante o cadastro dos usuários no sistema e também referem-se aos usuários ativos neste mesmo recorte temporal.

Para os sistemas da Serttel, os dados de quilometragem foram calculados a partir da duração das viagens. Nesse caso, a operadora disponibilizou a duração média de cada viagem por dia no mês de março de 2021, em minutos. Essa duração em minutos foi estimada em horas e estimou-se a quilometragem média percorrida, em cada viagem, multiplicando-se a duração em horas por 13,6 km. A partir dessa quilometragem média por viagem, multiplicou-se o valor pelo número médio de viagens por dia para obter-se a estimativa da quilometragem diária total percorrida nos sistemas. Portanto, para obter a estimativa da quilometragem diária (km) percorrida pelos usuários do sistema foi feito o seguinte cálculo:

estimativa quilometragem diária =

1. *Tempo médio de duração de cada viagem (min) x 0,0166667 = tempo médio de duração de cada viagem em horas.*
2. *Tempo médio de duração de cada viagem em horas x 13,6 km = distância média percorrida em cada viagem*
3. *Distância média percorrida em cada viagem x média de viagens diárias = estimativa de quilometragem diária.*

O cálculo de emissões evitadas foi feito através da metodologia descrita na seção 5, multiplicando o dado de atividade (quilometragem) pelo fator de emissão estipulado para o município onde o sistema foi implementado.

4. BICICLETAS COMPARTILHADAS - MOBHIS

No caso da operadora Mobhis, a operadora compartilhou um relatório obtido diretamente através de seu sistema de controle interno. O único sistema da operadora que estava ativo no mês de março de 2021, foi o sistema Cascavel Vai de Bici (RS). O relatório compartilhado pela Mobhis continha os seguintes dados sobre este sistema:

1. Total de viagens no recorte (Março de 2021);
2. Quilometragem total percorrida neste recorte;
3. Total de usuários cadastrados;
4. Aluguéis por gênero;
5. Demanda por faixa etária.

Para obter o dado de médias diárias de viagens e de quilometragem percorrida, o número total foi dividido pelo número de dias no recorte de janeiro a março. O cálculo de emissões evitadas foi feito através da metodologia descrita na seção 5, multiplicando o dado de atividade (quilometragem diária) pelo fator de emissão estipulado para o município onde o sistema foi implementado.

5. CÁLCULO DE EMISSÕES DE CO2 EVITADAS

Este texto foi desenvolvido pelo IEMA e apresenta o método de obtenção das estimativas de emissões evitadas pelo uso de sistemas de micromobilidade compartilhada contemplados na plataforma. Importante destacar que o método aqui apresentado possui uma série de simplificações e, dessa forma, as estimativas da plataforma representam um esforço inicial na quantificação das externalidades positivas promovidas pela micromobilidade. Mais informações sobre a evolução desses métodos de quantificação podem ser encontradas em Bicicletas compartilhadas: como contribuem para mitigar emissões? (TSAI et al., 2019).

As emissões anuais de gases de efeito estufa (GEE) evitadas pelo uso de sistemas de micromobilidade compartilhada foram estimadas por meio da seguinte equação:

$$E_S = Q_S * \sum_M P_{M,S} * Fe_{M,S} = Q_S * (P_{auto,S} * Fe_{auto,S} + P_{moto,S} * Fe_{moto,S})$$

Onde:

- E_S : emissões de gases de efeito estufa evitadas pelo uso do sistema S, em termos de toneladas de CO₂e (dióxido de carbono equivalente) por ano;
- Q_S : quilometragem percorrida pelos veículos do sistema S, em termos de quilômetros por ano;
- $P_{m,s}$: participação percentual (%) do modo de transporte M (automóvel ou motocicleta) na divisão modal original dos usuários dos veículos do sistema S, dependente do município onde o sistema S está localizado;
- $Fe_{m,s}$: fator de emissão de CO₂e, relativo ao modo de transporte M (automóvel ou motocicleta), em termos de gCO₂e/km e dependente do município onde o sistema S está localizado.

A tabela a seguir sintetiza as fontes de informação utilizadas na obtenção dos parâmetros listados acima:

Parâmetro	Fontes de Informação
Quilometragem Percorrida	Comunicação direta com as empresas responsáveis pelos sistemas de micromobilidade compartilhada.
Participações Modais	MobiliDADOS (ITDP, 2019) e Relatório Geral 2016 do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público (Simob/ANTP, 2018).
Fatores de Emissão	Elaboração própria a partir de Vendas anuais de etanol hidratado e derivados de petróleo por município (ANP, 2019) e de Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013, Ano-base 2012 (MMA, 2014).

Quilometragem percorrida

O primeiro conjunto de informações necessário para as estimativas são os dados de quilometragem percorrida (Qs). Em alguns casos, esse dado foi levantado diretamente com as empresas responsáveis pelos serviços de micromobilidade compartilhada. Em outros, as empresas forneceram dados de tempo das viagens realizadas em seus sistemas. A tabela abaixo apresenta quais tipos de dados de atividade foram obtidos para cada sistema contemplado na plataforma:

Operadora	Dado de Atividade
Tembici	Tempo
Grow	Quilometragem Percorrida
Sertell	Quilometragem Percorrida e Tempo

Nos casos em que o dado de atividade obtido com as empresas foi o tempo das viagens, a quilometragem percorrida pelos veículos do sistema foi estimada considerando-se uma velocidade média de 13,6 km/h. Assim, as estimativas que foram baseadas diretamente nos dados de quilometragem percorrida apresentam uma qualidade maior do que aquelas que precisaram assumir uma velocidade média dos veículos.

Participações modais

O segundo conjunto diz respeito à participação percentual dos modos de transporte que seriam empregados pelos usuários para realizar suas viagens, caso os sistemas de micromobilidade compartilhada não existissem. Aqui, foi preciso considerar apenas percentuais relativos a viagens que seriam realizadas em modos de transporte emissores e que deixaram de ocorrer por conta da existência dos sistemas de micromobilidade. Vale ressaltar que o método proposto assume, como simplificação, que a participação nas viagens (divisão modal) é equivalente à participação nas distâncias percorridas.

Assim, foram considerados apenas percentuais relativos a viagens por automóveis ou por motocicletas. Viagens por modos de transporte ativo não foram consideradas por não serem responsáveis por emissões atmosféricas. Também não foram consideradas viagens por modos de transporte coletivo (ônibus, metros, trens urbanos) porque a migração para os sistemas de micromobilidade não faz com que esses veículos deixem de circular e emitir, no caso dos ônibus.

Idealmente, essas informações relativas ao modo de transporte utilizado em um cenário contrafactual, no qual os sistemas de micromobilidade não existiriam, poderiam ser obtidas por meio de pesquisas realizadas com os usuários.

Desenvolvimento:



Parceria:



Colaboração:



Apoio:



Na indisponibilidade dessas informações, a participação de automóveis e motocicletas na divisão modal dos municípios onde os sistemas de micromobilidade compartilhada estão inseridos foram obtidas por meio de publicações do poder público local, referenciadas na plataforma [MobiliDADOS \(ITDP Brasil, 2019\)](#).

Nos casos em que essas fontes de informação não estavam disponíveis, foram utilizadas as participações publicadas no Relatório Geral 2016 do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público (Simob/ANTP, 2018), conforme o número de habitantes do município. A tabela a seguir sintetiza as fontes de informação empregadas nas estimativas:

Município	Fonte de Informação	Escopo da informação empregada
Brasília	Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal e Entorno – PDTU/DF (Sec. Transportes GDF, 2010)	Distrito Federal e Entorno
Curitiba	MobiliDADOS ITDP, 2019	Curitiba
Salvador	Pesquisa de Mobilidade RM Salvador (Secretaria de Infraestrutura, 2012)	RM Salvador
Fortaleza	Plano Diretor de Transporte da Região Metropolitana de Fortaleza (SMDT Fortaleza, 1997)	RM Fortaleza
Belo Horizonte	Diagnóstico e Prognóstico do Sistema de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte (BHTrans, 2014) - Tabela 18	Belo Horizonte (Município)
Rio de Janeiro	Plano Diretor de Transporte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro em 2003 e 2012 (Secretaria Transportes)	RM Rio de Janeiro
São Paulo	Pesquisa de Mobilidade da Região Metropolitana de São Paulo (Metrô, 2019)	RM São Paulo

Goiânia, Recife, Petrolina, Aracajú, Manaus, Belém, Vitória, Vila Velha, Serra, Juiz de Fora, Sorocaba, Bertioga, Indaiatuba, Santos, São José dos Campos, Campinas, Passo Fundo, Pelotas, Porto Alegre e Florianópolis	Simob/ANTP - Relatório geral 2016 - Gráfico 6 e Gráfico 7	Não se aplica
---	---	---------------

Fatores de emissão

O terceiro e último conjunto de informações necessárias para as estimativas é o dos fatores de emissão de CO₂e. A estimativa desses fatores procurou levar em consideração, para cada município contemplado, a participação dos combustíveis consumidos em automóveis e motocicletas (etanol hidratado ou gasolina comum). Para tanto, a equação abaixo foi utilizada:

$$Fe_{M,S} = \frac{E_{M,mun}^{m\acute{a}x}}{Q_{M,mun}^{m\acute{a}x}}$$

Onde:

- E máx M, mun: emissões máximas de gases de efeito estufa do modos de transporte M, no município mun;
- Q máx M, mun: quilometragem percorrida máxima do modos de transporte M, no município mun.

Os dois termos dessa equação (emissões e quilometragem máxima) foram obtidos supondo que toda a emissão atmosférica e toda a quilometragem percorrida no município foi proveniente apenas de um modo de transporte: automóvel ou motocicleta.

Para isso, admitiu-se que todo o consumo de combustível (etanol hidratado e gasolina comum) se deu em um desses modos de transporte e, assim, aplicou-se a autonomia média (L/km) desse modo de transporte, por combustível, para se obter a quilometragem máxima percorrida. Obtida essa quilometragem hipotética, aplicou-se o fator de emissão médio (gCO₂e/km) relativo a cada combinação “combustível – modo de transporte”.

Esse método permitiu a elaboração de um fator de emissão implícito, específico para cada município que contem um dos sistemas de micromobilidade compartilhada considerados na plataforma. Os dados empregados se basearam em 2017, ano mais recente em que todas as informações estavam disponíveis. As fontes de informação foram:

- Vendas anuais de etanol hidratado e gasolina comum por município: ANTP, 2019;
- Autonomia média para cada combinação “combustível – modo de transporte”: elaboração própria a partir da metodologia de MMA, 2014;

Desenvolvimento:



Parceria:



Colaboração:



Apoio:



- Fator de emissão médio para cada combinação “combustível – modo de transporte”: elaboração própria a partir da metodologia de MMA, 2014.

As emissões estimadas utilizando esses fatores dizem respeito apenas às emissões que ocorrem durante a queima de combustíveis, não estão contempladas emissões de outras etapas do ciclo de vida. Esse cálculo adotou a convenção do IPCC para o Setor de Energia, que considera as emissões de CO₂ associadas à queima de biomassa (etanol) como nulas, mas considera as emissões de CH₄ e N₂O. A conversão das emissões de cada gás para emissões de CO₂e (CO₂ equivalente) foi feita por meio da métrica GWP (Global Warming Potential) do 5º Relatório de Aviação do IPCC (AR-5). Assim, o fator de conversão para CH₄ é 28 e o fator para N₂O é 265.

Desenvolvimento:



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO

Parceria:



Colaboração:



Apoio:

