

# MICROMOBILIDADE BRASIL: METODOLOGIA E ESCOPO DOS DADOS VERSÃO 2019

Desenvolvimento:



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO



Parceria:

Colaboração:



Apoio:



## **Desenvolvimento**

Laboratório de Mobilidade Sustentável (LABMOB-PROURB-UFRJ)

## **Parceria**

Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA)

## **Colaboração:**

Tembici

Grow (Grin + Yellow)

Serttel

## **Colaboração**

Grow

Tembici

Serttel

## **Coordenação Geral**

Victor Andrade

## **Coordenação Executiva**

Marcela Kanitz

## **Equipe Técnica**

Letícia Quintanilha

Pedro Paulo Bastos

## **Apoio**

Instituto Clima e Sociedade

Desenvolvimento:



Parceria:



Colaboração:



Apoio:



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
1. BRASIL E CIDADES - DADOS AGREGADOS	4
2. BICICLETAS COMPARTILHADAS - TEMBICI	4
3. BICICLETAS COMPARTILHADAS - SERTTEL	5
4. BICICLETAS COMPARTILHADAS - GROW (Grin e Yellow)	6
5. PATINETES ELÉTRICOS - GROW (Grin e Yellow)	6
6. CÁLCULO DE EMISSÕES DE CO2 EVITADAS	7

Desenvolvimento:



Parceria:



Colaboração:



Apoio:



## 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 CO<sup>2</sup> evitadas.

Os sistemas de micromobilidade pública têm crescido exponencialmente nas cidades brasileiras. No contexto de congestionamentos e comprometimento ambiental por conta do uso amplo de veículos motorizados movidos a combustíveis fósseis, os sistemas de micromobilidade aparecem como iniciativa de incentivo ao transporte ativo e sustentável e alternativa para a realização de deslocamentos cotidianos. O conceito de micromobilidade se refere aos deslocamentos feitos mediante veículos leves conectados a novas tecnologias e impulsionados por energia elétrica ou força humana. Esses veículos são usados muitas das vezes em combinação com outros modos de transporte nos chamados deslocamentos de primeira e/ou última milha.

Atualmente, mais de mil cidades ao redor do planeta possuem sistemas de micromobilidade compartilhada em operação. Em geral, esses sistemas são públicos e regulados pelo poder municipal das cidades onde se instalam. No entanto, são em muitos casos operacionalizados por empresas do setor privado. Os serviços de compartilhamento atuais apresentam dois formatos principais: em estações fixas de retirada e devolução ou do tipo dockless – sem estação fixa –, no qual os veículos são desbloqueados usando um aplicativo para smartphone e estacionados ao longo da calçada dentro de uma região definida. Esses sistemas oferecem comumente o aluguel de bicicletas e patinetes, com oferta bastante variada em termos de número de veículos disponíveis.

Os dados sobre os sistemas apresentados na Plataforma Micromobilidade Brasil se referem ao uso no ano de 2019 e foram disponibilizados pelas três maiores empresas operadoras de sistemas no Brasil neste ano - Tembici, Grow e Serttel. O escopo temporal dos dados - isto é, o período a que eles se referem -, varia de caso a caso, bem como algumas referências de valores apresentadas na plataforma (a exemplo do número de veículos disponíveis em cada operação). No geral, os valores exibidos correspondem a médias diárias computadas em períodos que variam entre três a seis meses de atividade dos sistemas no ano de 2019. Este documento contém informações detalhadas sobre o cálculo usado para obter os dados numéricos apresentados, caso a caso. Além das informações sobre o escopo dos dados, o documento também apresenta a equação usada para o cálculo de emissões de CO<sub>2</sub> evitadas, que foi desenvolvida pelo IEMA.

Desenvolvimento:



Parceria:



Colaboração:



Apoio:



## 1. BRASIL E CIDADES - DADOS AGREGADOS

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

1. Manaus (AM) - Sistema Manôbike (Tembici) Bicicletas compartilhadas;
2. Rio de Janeiro (RJ) - Sistema Lime (Lime) - Patinetes elétricos;
3. São Paulo (SP) - Sistema Ciclosampa (Agência Trunfo) - Bicicletas compartilhadas;
4. São Paulo (SP) - Sistema Lime (Lime) - Patinetes elétricos;
5. Sorocaba (SP) - Integrabike (Tembici) - Bicicletas compartilhadas.
6. Vila Velha (ES) - Sistema Grin (Grow) - Patinetes elétricos<sup>1</sup>

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 bicicleta compartilhadas públicas. Considerando as diferenças entre os conjuntos de dados fornecidos para cada cidade, o período de análise apresentou variações entre os sistemas, correspondendo ao apresentado na tabela abaixo:

Sistema	mês - início	mês - fim
Bike Sampa	dezembro 2018	maio 2019
Bike PE	dezembro 2018	maio 2019
Bike PoA	dezembro 2018	maio 2019
Bike SSa	dezembro 2018	maio 2019
Bike VV	dezembro 2018	maio 2019
Bike Rio	março 2019	março 2019
Rivibike	abril 2019	dezembro 2019
Bike Belém	dezembro 2018	outubro 2019

<sup>1</sup> Este sistema ainda não estava operante no recorte temporal referente aos dados fornecidos pela operadora Grow - janeiro a junho de 2019.

Os dados sobre número de bicicletas e de estações foi obtido 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 14km/h<sup>2</sup> como valor de referência, multiplicou-se por 14 o tempo médio de utilização diária em cada sistema, resultando em uma estimativa de quilometragem percorrida. A equação abaixo sintetiza o cálculo feito.

$$\text{estimativa quilometragem diária} = \text{tempo médio de duração total das viagens diárias} \times 14 \text{ km}$$

O cálculo de emissões evitadas foi feito através da metodologia descrita na seção 6, 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 ou igual a 1908 e superior ou igual a 2003, interpretados como preenchimento equivocado no momento de cadastro. Em 2019, 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. Os valores obtidos referem-se ao período de abril a setembro de 2019.

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.

<sup>2</sup> 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.

Para os sistemas da Serttel os dados de quilometragem foram calculados a partir da duração das viagens. Nesse caso, a operadora disponibilizou a média da duração de cada viagem e também o nº médio de viagens feitas por dia. Foi feito o seguinte cálculo para se obter o tempo médio de duração total das viagens diárias:

$$\text{tempo médio de duração total das viagens diárias} = \text{nº médio de viagens diárias (abril a setembro 2019)} \times \text{tempo médio de duração de cada viagem diária}$$

Para obter a estimativa da quilometragem diária (km) percorrida pelos usuários do sistema foi feito o seguinte cálculo:

$$\text{estimativa quilometragem diária} = \text{tempo médio de duração total das viagens diárias} \times 14 \text{ km}$$

No caso do sistema da cidade de São José dos Campos, a operadora disponibilizou os dados de quilometragem rodada no sistema.

O cálculo de emissões evitadas foi feito através da metodologia descrita na seção 6, multiplicando o dado de atividade (quilometragem) pelo fator de emissão estipulado para o município onde o sistema foi implementado.

#### 4. BICICLETAS COMPARTILHADAS - GROW (Grin e Yellow)

Assim como no caso da operadora Serttel, a Grow desenvolveu os cálculos e forneceu os números finais relativos aos dados exibidos na Plataforma. Os dados foram coletados no período de janeiro a junho de 2019, variando conforme a data de início da operação em cada cidade. Com isso, é apresentada uma média diária de uso para cada sistema, sendo a data comum do fim da coleta o mês de junho. A empresa não levou em consideração os dias de testes de operações nos cálculos dos números.

Os números divulgados para os sistemas da Grow de usuários referem-se ao total de usuários ativos, que fizeram ao menos uma viagem no recorte temporal escolhido. Os dados de idade referem-se às proporções identificadas entre estes usuários ativos.

Foram também obtidos diretamente com a empresa os dados referentes à **média do número de veículos realizando ao menos uma viagem por dia**.

O cálculo de emissões evitadas foi feito através da metodologia descrita na seção 6, multiplicando o dado de atividade (quilometragem) pelo fator de emissão estipulado para o município onde o sistema foi implementado.

#### 5. PATINETES ELÉTRICOS - GROW (Grin e Yellow)

No caso dos patinetes elétricos, foi usada a mesma metodologia descrita na seção anterior, sobre os sistemas de bicicletas. No entanto, a empresa forneceu apenas dados sobre média de distância percorrida diária e sobre proporção etária dos usuários.

Desenvolvimento:



Parceria:

Colaboração:



Apoio:



O cálculo de emissões evitadas foi feito através da metodologia descrita na seção 6, multiplicando o dado de atividade (quilometragem) pelo fator de emissão estipulado para o município onde o sistema foi implementado.

## 6. 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:

- Es: emissões de gases de efeito estufa evitadas pelo uso do sistema S, em termos de toneladas de CO<sub>2</sub>e (dióxido de carbono equivalente) por ano;
- Qs: quilometragem percorrida pelos veículos do sistema S, em termos de quilômetros por ano;
- Pm,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 CO<sub>2</sub>e, relativo ao modo de transporte M (automóvel ou motocicleta), em termos de gCO<sub>2</sub>e/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).

Desenvolvimento:



Parceria:



Colaboração:



Apoio:





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.

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
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, Juiz de Fora, Sorocaba, Bertioga, Indaiatuba, Santos, São José dos Campos, Campinas, Curitiba, 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 CO<sub>2</sub>e. 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 (gCO<sub>2</sub>e/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: ANP, 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 CO<sub>2</sub> associadas à queima de biomassa (etanol) como nulas, mas considera as emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O. A conversão das emissões de cada gás para emissões de CO<sub>2</sub>e (CO<sub>2</sub> 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 CH<sub>4</sub> é 28 e o fator para N<sub>2</sub>O é 265.

Desenvolvimento:



Parceria:

Colaboração:



Apoio:

