



Diagnósticos locais de acessibilidade e mobilidade com enfoque de classe, raça e gênero

Metodologia geral



Brasília,
Janeiro/2023

CRÉDITOS

Realização

Frente Nacional de Prefeitos

Tainá Andreoli Bittencourt | Especialista em mobilidade urbana

Amanda Vieira | Assessora técnica

César Medeiros | Coordenador do projeto

Apoio técnico

Transitar Consultoria

Janailson Queiroz Sousa | Coordenador Geral

João Lucas Albuquerque Oliveira | Coordenador Técnico

Francisco Nilso de Brito Filho | Consultor

Ivana Maria Feitosa Silva | Consultora

Giovanna Freitas Rebouças | Consultora

Juliana de Abreu e Tréz | Consultora

Alessandro Macêdo de Araújo | Consultor

Carlos Kauê Vieira Braga | Consultor

João Pedro Bazzo Vieira | Consultor

Lucas Sousa Ferreira | Consultor

*Este documento foi elaborado com a participação financeira da **União Europeia**. O seu conteúdo é de responsabilidade exclusiva das organizações realizadoras, não podendo, em caso algum, considerar-se que reflete a posição da União Europeia.*

Sumário

Introdução	4
Metodologia	7
1 Análise da distribuição socioespacial da população	9
2 Acesso à infraestrutura cicloviária	10
3 Acesso físico e financeiro ao transporte coletivo	11
4 Acesso às oportunidades	12
4.1 Rede Viária e Topografia	12
4.2 Dados de transporte público (GTFS)	13
4.3 Dados de oportunidades	13
4.4 Método de cálculo dos indicadores de acessibilidade	16
5 Padrões e mobilidade	17
6 Diferenças de mobilidade e acessibilidade na área urbana e no entorno	18
7 Planos existentes	19
8 Estrutura institucional da mobilidade	19
Referências	21

Introdução

Existe um crescente consenso na literatura de que um dos principais benefícios de sistemas de transporte público é a promoção de acessibilidade, isto é, a facilidade de pessoas alcançarem atividades ou destinos (Van Wee et. al. 2013; Bertolini et. al. 2005).

Em países como o Brasil, as condições de acesso a oportunidades são fortemente marcadas pela desigualdade, especialmente entre grupos sociais. Essa desigualdade é refletida em parte nos padrões de segregação espacial desses grupos nas cidades. Grupos mais desfavorecidos, com um forte recorte de renda, raça e gênero, são deslocados para as periferias das cidades, onde o acesso às atividades urbanas e serviços públicos, como educação, saneamento e saúde, é precarizado, o que reforça a condição de segregação (Bittencourt et al, 2020). Assim, é imprescindível que políticas de transportes sejam baseadas e/ou avaliadas a partir de análises de acessibilidade, como muitas agências de financiamento e pesquisadores têm recomendado e realizado (Boisjoly e El-Geneidy, 2017; Manaugh et al., 2015; Papa et al., 2015).

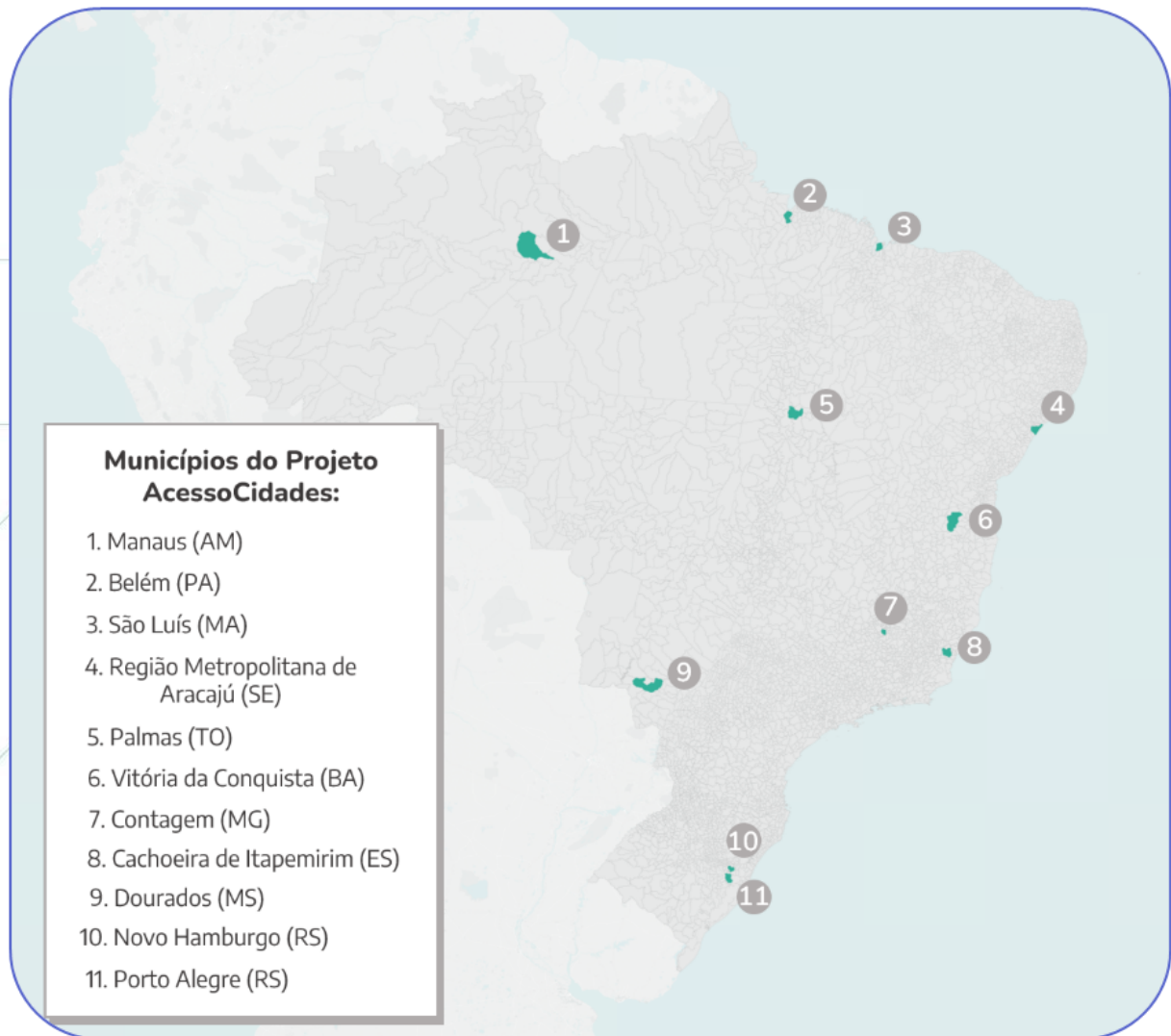
Além de observar as questões de acessibilidade, ou seja, do potencial de interação dos indivíduos com as oportunidades, é muito importante que se observe conjuntamente os padrões de mobilidade, que podem ser entendidos como o resultado de um processo decisório complexo, que depende significativamente das condições de acessibilidade. Esses padrões de mobilidade basicamente se referem às características dos deslocamentos das pessoas e devem ser observados e analisados com vista aos recortes de renda, raça e gênero. Assim, enquanto a acessibilidade pode ser entendida como potencial de alcance às atividades, os padrões de mobilidade se reverberam então na realização desse potencial.

O objetivo geral deste trabalho, realizado no âmbito do Projeto **AcessoCidades**, é então diagnosticar as desigualdades socioespaciais na acessibilidade e mobilidade de pessoas no contexto das diferenças de classe social, raça e gênero. Este documento apresenta, de forma simplificada, as metodologias utilizadas para a elaboração dos onze diagnósticos que contemplam 14 municípios (Figura 01) e que estão divididos em cinco grupos:

- Grupo A: 3 capitais do norte e nordeste do país, com população acima de 1 milhão de habitantes, altos índices de desigualdade e poucos dados e pesquisas de transporte público coletivo disponíveis: Belém-PA, São Luís-MA e Manaus-AM;
- Grupo B: 1 capital do sul do país, com população acima de 1 milhão de habitantes e grande quantidade de dados e levantamentos disponíveis: Porto Alegre-RS;
- Grupo C: 1 região metropolitana do nordeste do país, composta por 4 municípios e cujo sistema de transporte público coletivo é gerenciado de forma integrada pela capital, que conta com dados únicos para toda a região: Aracaju-SE, Nossa Senhora do Socorro-SE, Barra dos Coqueiros-SE e São Cristóvão-SE;
- Grupo D: 2 municípios do sul e sudeste do país, com população entre 200 e 700 mil habitantes, pertencentes a regiões metropolitanas: Novo Hamburgo-RS e Contagem-MG;

- Grupo E: 4 municípios de várias regiões do país, com população entre 200 e 700 mil habitantes e fora de regiões metropolitanas: Vitória da Conquista-BA, Dourados-MS, Palmas-TO e Cachoeiro de Itapemirim-ES.

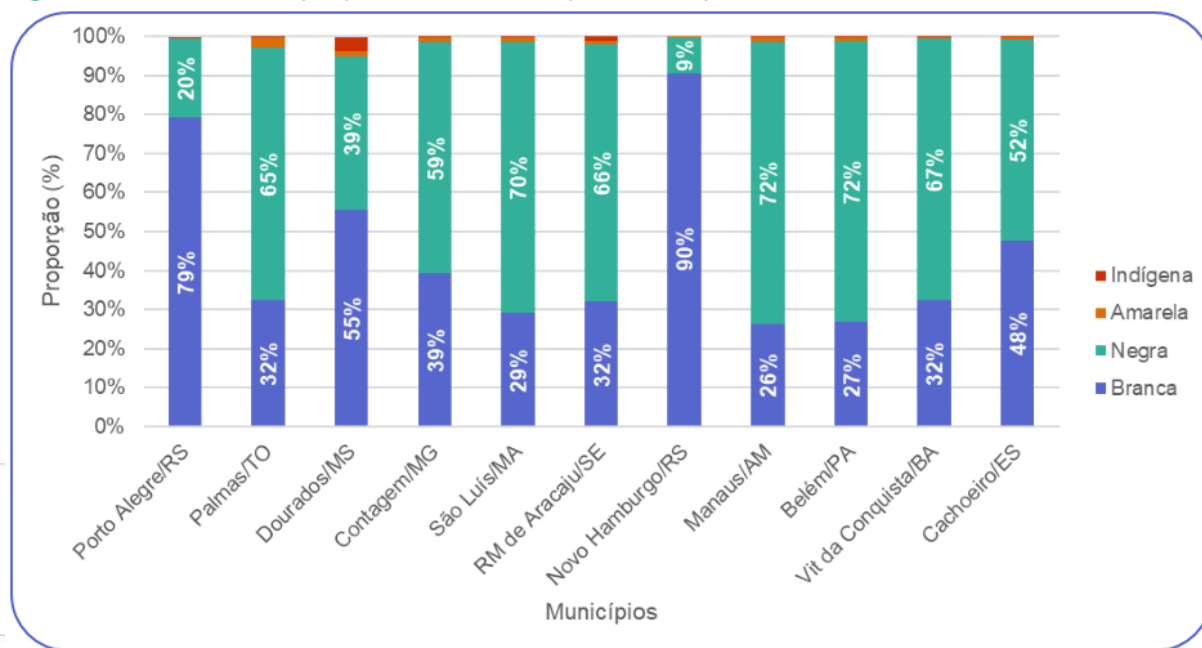
Figura 01: Disposição espacial dos municípios contemplados pela etapa de diagnósticos locais do projeto AcessoCidades



Fonte: IBGE (2010). Elaboração própria.

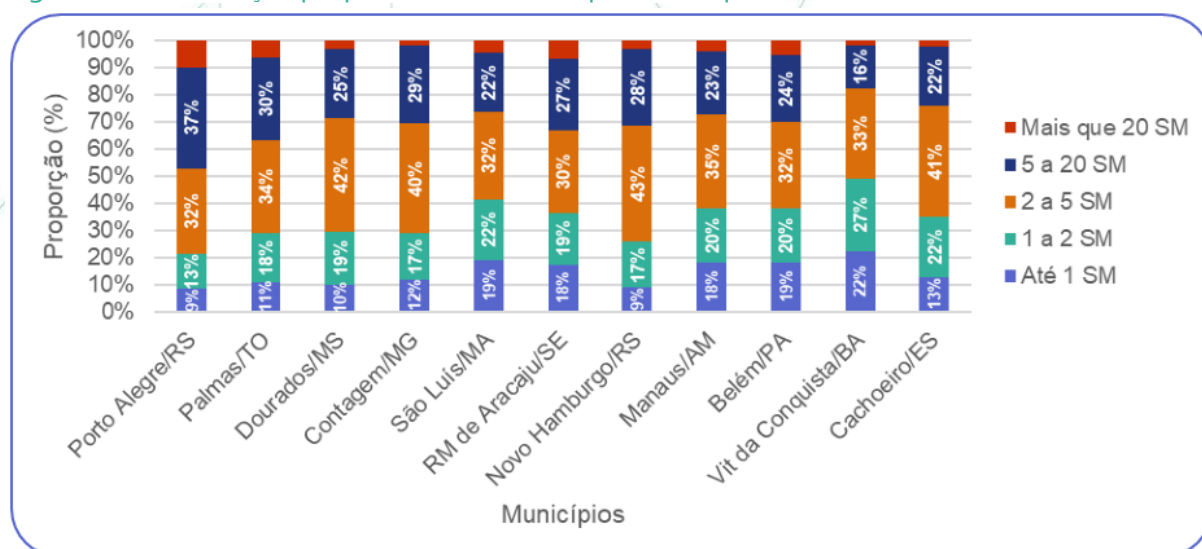
De acordo com o Censo 2010 (IBGE), dentre os 14 municípios estudados, as raças predominantes são brancos e pardos, assim como a maioria das pessoas indicaram possuir renda de 2 a 5 salários mínimos. Nas Figuras 02 e 03 é feita uma comparação proporcional entre raça e renda nas cidades, nas quais é possível ver que as cidades de Porto Alegre e Novo Hamburgo se diferenciam por possuir uma maior porcentagem de pessoas brancas. Além disso, Porto Alegre também possui um maior número de pessoas com rendimentos mais altos (acima de 5 salários mínimos).

Figura 02: Distribuição proporcional de raça por município



Fonte: IBGE (2010). Elaboração própria.

Figura 03: Distribuição proporcional de renda por município



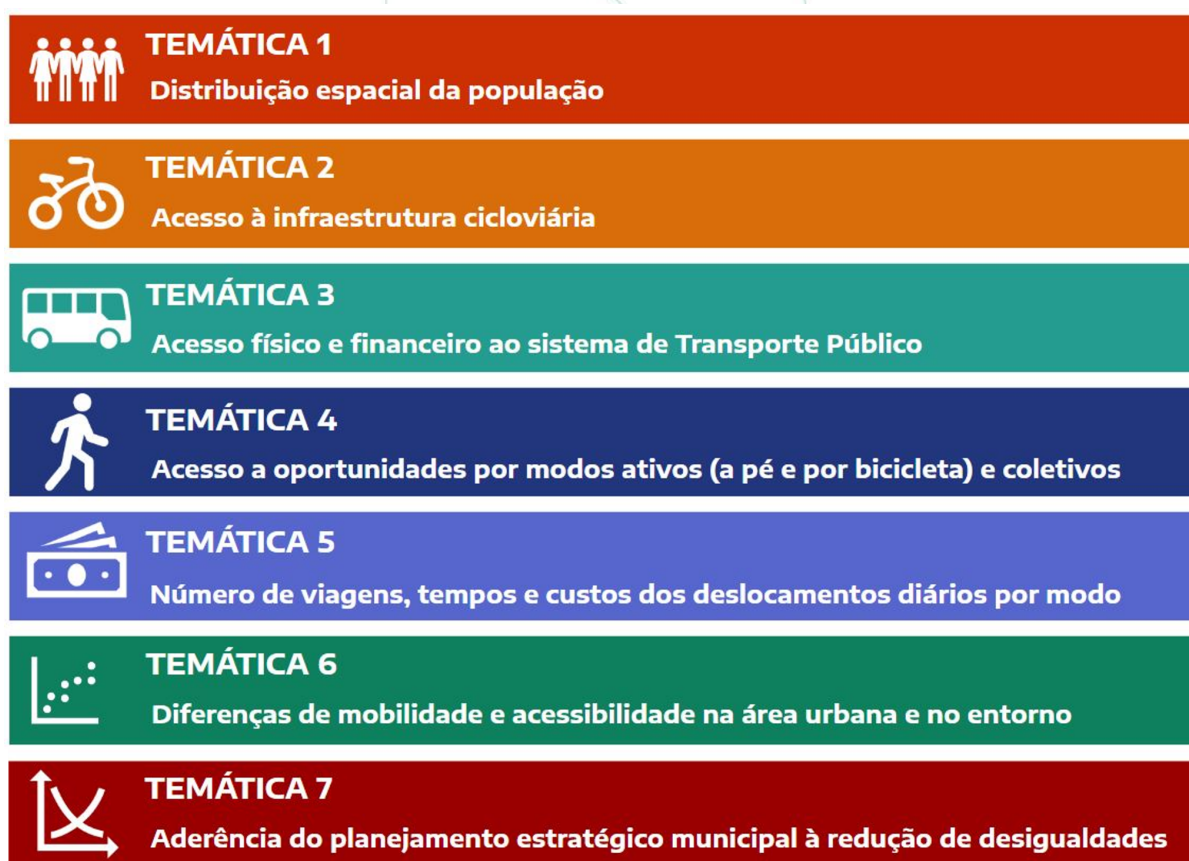
Fonte: IBGE (2010). Elaboração própria.

Metodologia

Para a elaboração dos diagnósticos, são necessários diversos tipos de dados, e a partir disso, são estabelecidas as análises possíveis considerando os recortes de renda, raça e gênero. Alguns dados importantes são socioeconômicos, localização das oportunidades, oferta de transportes, de projetos e planos existentes para os municípios, e os dados de demanda de transporte.

Quanto às análises de diagnóstico identificadas como importantes tem-se a análise do acesso à infraestrutura cicloviária; do acesso físico e financeiro ao transporte público; do acesso a oportunidades e serviços públicos; padrões de viagens, incluindo tempos e custos dos deslocamentos; desigualdades da acessibilidade e mobilidade; e a aderência das diretrizes do planejamento do município para a promoção da acessibilidade urbana e redução de desigualdades. Portanto, as análises e diagnósticos das desigualdades socioespaciais na acessibilidade e mobilidade podem ser divididos em 7 eixos temáticos (Figura 04).

Figura 04: Eixos temáticos base para os diagnósticos dos municípios



Fonte: Elaboração própria

Os recortes propostos no diagnóstico referem-se à classe de renda, raça e sexo da população, permitindo, por exemplo, a identificação e diagnóstico de desigualdades existentes entre grupos. No entanto, os diagnósticos dependem da disponibilidade de dados de oportunidades, mobilidade, infraestrutura e oferta de transportes, conforme mostrado pela Figura 05.

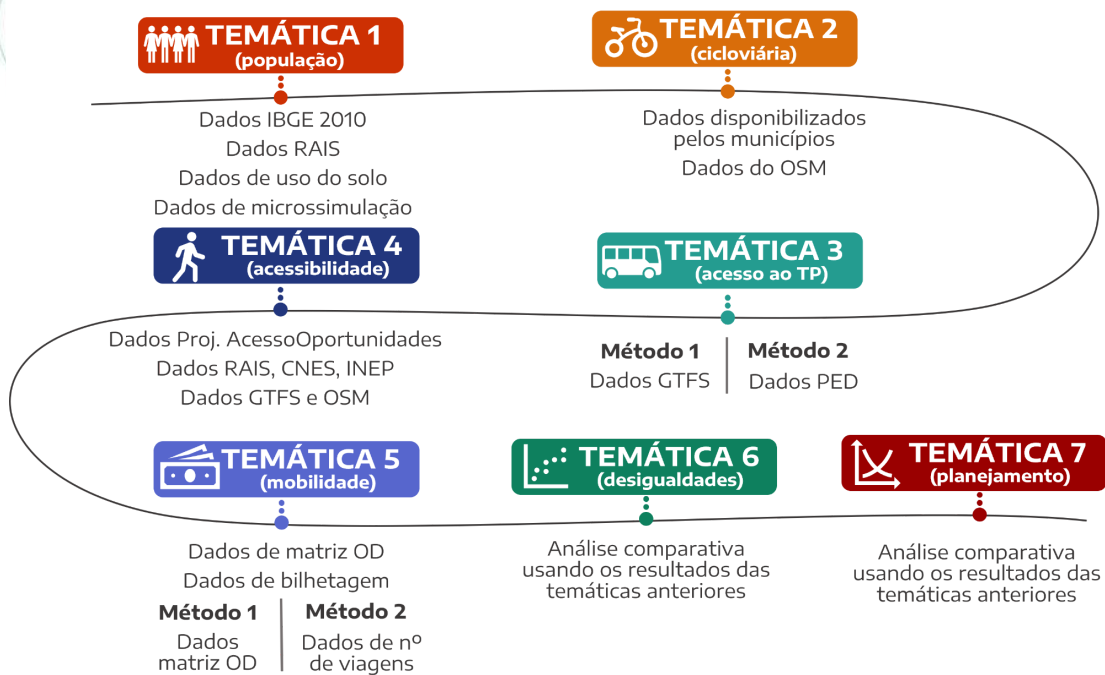
Figura 04: Dados necessários e possíveis análises de diagnóstico dos municípios



Fonte: Elaboração própria

Em geral, os dados mais limitantes são os relativos à infraestrutura e de operação do transporte público coletivo e os dados de mobilidade. A informação sobre a infraestrutura e operação de transporte público é necessária para a construção do GTFS (General Transit Feed Specification), que representa a operação programada do transporte público e é necessário para realização de análise de acessibilidade por esse modo de transporte. Um resumo sequencial das análises com seus respectivos dados pode ser visto na Figura 06.








Figura 06: Sequência de análises e respectivos dados utilizados



Fonte: Elaboração própria.

Em momento prévio, os municípios indicaram a disponibilidade dos dados e a possibilidade da obtenção deles, resumida na Tabela 01. A partir desse arcabouço de dados são definidas as análises que podem ou não ser realizadas por temática. Portanto, é importante ressaltar que nem todos os diagnósticos municipais conterão todas as análises e indicadores aqui apresentados, tendo em vista a limitação dos dados disponíveis em cada contexto.

Tabela 01: Disponibilidade de dados de demanda/oferta do sistema de transportes por município

	TEMÁTICA 1 (população) 	TEMÁTICA 2 (ciclovitário) 	TEMÁTICA 3 (acesso ao TP) 	TEMÁTICA 4 (acessibilidade) 	TEMÁTICA 5 (mobilidade) 	TEMÁTICA 6 (desigualdades) 	TEMÁTICA 7 (planejamento) 
SÃO LUÍS	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
MANAUS	Verde	Verde	Vermelho	Sem GTFS	Vermelho	Sem GTFS	Verde
BELÉM	Verde	Verde	Vermelho	Sem GTFS	Vermelho	Sem GTFS	Verde
PORTO ALEGRE	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
RM ARACAJU	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde
NOVO HAMBURGO	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
CONTAGEM	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
VITÓRIA DA CONQUISTA	Verde	Verde	Amarelo	Sem GTFS	Verde	Sem GTFS	Vermelho
DOURADOS	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde
PALMAS	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho
CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde

SIM
LIMITAÇÕES
NÃO

Fonte: Elaboração própria.

Todas as análises e indicadores foram calculados a partir da linguagem de programação R e um software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) - QGIS, ambos em código aberto. Essas ferramentas possuem uma ampla gama de funções que permitem a manipulação, tratamento e consolidação de dados de forma eficiente. Assim, todos os códigos utilizados serão disponibilizados a posteriori em repositório GITHUB com os devidos comentários para que os municípios possam replicar as análises quando necessário.

1 Análise da distribuição socioespacial da população

Para esta análise, foram utilizados dados socioeconômicos obtidos por meio do censo mais atual (IBGE, 2010) e dados de empregos obtidos a partir da base de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), para o ano de 2018.

Com isso, a ideia central é mapear a população residente levando em consideração aspectos de renda, cor da pele, gênero e de estrutura familiar (ex.: famílias que têm mulheres como

responsáveis, chefiadas por casal, etc). No entanto, o censo não possui informações conjuntas da população considerando os recortes propostos no diagnóstico (raça, renda e gênero). Para isso, fez-se o uso da técnica de microssimulação espacial, utilizada por Bittencourt e Giannotti (2021) para que se pudesse ter essas informações conjuntas ao nível do indivíduo.

Essa metodologia usa os dados da amostra da área de ponderação desagregados no nível do indivíduo e os dados agregados do setor censitário calculados pelo universo da amostra dos setores para calcular a máxima verossimilhança de cada indivíduo residir em dado setor censitário, ou seja, com base no padrão observado em cada área de ponderação é estimada a população detalhada de cada grupo para todos os setores censitários da área de ponderação. A partir disso, é possível realizar a transferência dos dados do censo para os dados em formato de malhas hexagonais. Além disso, neste diagnóstico, focou-se na desigualdade entre negros (pretos e pardos) e brancos, que formam a maioria absoluta da população.

A unidade espacial utilizada neste trabalho foi a hexagonal, assim como em Pereira *et al.* (2022), que traz vantagens em relação à interpretação dos resultados e na representação de fenômenos com fortes componentes de conectividade (BIRCH *et al.*, 2007). A malha utilizada foi a de [resolução 9](#), no qual cada hexágono possui área de 0,11 km², que se assemelha à área de um ou dois quarteirões.

Por fim, na tentativa de compreender melhor alguns padrões espaciais de renda, raça e gênero, fez-se o uso de *LISA maps* (Anselin, 1995). De forma simplificada, esses mapas buscam identificar padrões espaciais semelhantes a partir de um indicador. Por exemplo, elaborar um LISA map de renda pode ajudar a identificar áreas onde há um maior agrupamento de pessoas de alta renda ou baixa renda. Ainda, é possível identificar áreas de baixa renda que estão próximas ou rodeadas de áreas de alta renda e vice-versa. Assim, essa ferramenta pode ajudar a entender preliminarmente onde as questões de desigualdades podem ser acentuadas, permitindo um maior aprofundamento nos diagnósticos.

2 Acesso à infraestrutura cicloviária

Para analisar o acesso à infraestrutura cicloviária foram utilizados os dados de oferta de ciclovias, ciclofaixas, paraciclos e bicicletas compartilhadas disponibilizados pelos municípios. No caso de haver lacunas nos dados fornecidos, foram utilizados dados disponíveis no OpenStreetMap (OSM). Essas informações são necessárias para realizar a análise da cobertura da rede cicloviária, considerando sua distribuição segundo recortes de grupos sociais. Na Tabela 02 é mostrado os dados necessários e os indicadores calculados.

O raio de 300 metros foi calculado de modo espacial, sem considerar necessariamente a rede viária do entorno. Isto é, não incluiu questões de microacessibilidade à infraestrutura cicloviária, como locais de travessia, barreiras geográficas, entre outros. Além disso, está fora desta análise a qualidade da infraestrutura cicloviária, incluindo iluminação, condições do pavimento,

drenagem e até mesmo a conectividade da rede, fundamentais para a segurança e comodidade dos ciclistas, mas que depende de dados e informações coletadas *in loco*.

Tabela 02: Dados necessários e resultados/indicadores calculados

Dados necessários	Resultados e indicadores
Oferta de ciclovias, ciclofaixas, paraciclos e bicicletas compartilhadas	<ul style="list-style-type: none">● Cobertura da infraestrutura cicloviária em 300 m● Tempo mínimo de acesso aos paraciclos e às bicicletas compartilhadas (a pé e por bicicleta)

Fonte: Elaboração própria.

3 Acesso físico e financeiro ao transporte coletivo

Para realizar a análise do acesso físico e financeiro ao transporte público serão utilizados principalmente os dados de itinerários, paradas e frequência a fim de diagnosticar a cobertura do sistema de transporte público, as frequências de operação, bem como a porcentagem da renda necessária para pagar a tarifa. Assim, serão utilizados ou construídos os GTFS dos municípios que disponibilizarem todos os dados necessários (ex: itinerários, paradas, quadro horário). Para os municípios que não possuem os dados completos, as análises serão simplificadas e realizadas a partir dos dados disponíveis.

Em relação ao diagnóstico da relação da tarifa com a renda, foi construído um indicador com o percentual de renda gasto considerando um número de viagens padronizadas por mês. Aqui, utilizou-se a tarifa mais comum empregada no município, sem considerar eventuais mudanças na tarifa por conta da utilização de outros modos ou integração. Além disso, foram consideradas 60 viagens por mês, a fim de contemplar de alguma forma aquelas feitas além da motivação de trabalho ou educação. Para obter os valores médios de rendimentos por grupo social, utilizou-se a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) contínua para as capitais. Para os municípios restantes, foram utilizados os dados amostrais do censo de 2010, com os valores de renda corrigidos a partir do salário mínimo de 2022.

Os raios de 300 e 500 metros foram calculados de modo espacial, sem considerar necessariamente a rede viária do entorno e outros elementos essenciais para garantir o acesso adequado de toda a população ao sistema de transporte, incluindo elementos de microacessibilidade nos ônibus, pontos de parada e entorno, bem como a qualidade da infraestrutura e do serviço prestado. Esses aspectos devem ser foco de análises mais detalhadas sobre a oferta e demanda de transporte público, com indicadores físicos e operacionais e pesquisas de satisfação com as pessoas usuárias.

Na Tabela 03 é mostrado resumo de como será subdividido o método nessa temática.

Tabela 03: Estrutura do método de análise do acesso físico e financeiro ao TP

Método	Municípios	Resultados e indicadores
1 (Municípios com GTFS)	São Luís, Porto Alegre, RM de Aracaju*, Novo Hamburgo, Contagem*, Dourados*, Palmas* e Cachoeiro de Itapemirim*	<ul style="list-style-type: none"> Área de cobertura de 300 m e 500 m e população fisicamente atendida e não atendida; Tempo de acesso ao ponto de parada mais próximo; Peso da tarifa do TP na renda mensal do indivíduo
2 (Municípios sem GTFS)	Manaus**, Belém** e Vitória da Conquista	<ul style="list-style-type: none"> Área de cobertura de 300 m e 500 m e população fisicamente atendida e não atendida

* Necessária reconstrução do GTFS;

** Não podem ser analisadas por conta da disponibilidade de dados

Fonte: Elaboração própria.

4 Acesso às oportunidades

As análises de acessibilidade urbana indicam a facilidade de se chegar até oportunidades de emprego, serviços de saúde, educação e lazer (incluindo atividades culturais, áreas verdes, etc). O nível de acesso de um bairro depende da frequência e conectividade da rede de transporte, mas também da proximidade entre pessoas e atividades. A promoção de cidades mais justas depende fundamentalmente de políticas que melhorem a acessibilidade urbana e reduzam as desigualdades de acesso a oportunidades.

O cálculo de medidas de acessibilidade envolve uma série de dados como a rede viária, dados de topografia (que impacta especialmente no roteamento por modos ativos), a programação de transporte público e os diferentes dados de oportunidades. Nas próximas seções são apresentados os tipos de dados, suas respectivas fontes, além de detalhamento dos indicadores de acesso às oportunidades.

4.1 Rede Viária e Topografia

A rede viária contém informações importantes sobre os segmentos da rede, como hierarquia viária, limite de velocidade, entre outras, que impactam significativamente na determinação das rotas e horários de viagem adotados por um indivíduo. Neste trabalho, utilizou-se a rede viária disponível na plataforma colaborativa do [OpenStreetMap](https://www.openstreetmap.org/), referente ao mês de novembro de 2022.

Em relação aos dados de topografia, utilizou-se os dados de elevação do Modelo Digital do Terreno do TOPODATA — Banco de dados geomorfométricos do Brasil, mantido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o qual conta com dados revisados e refinados da Missão Topográfica Radar *Shuttle* (*Shuttle Radar Topography Mission - SRTM*) da agência espacial americana (*National Aeronautics and Space Administration - Nasa*)¹, especialmente importantes para o cálculo dos tempos de acesso pelos modos ativos. Os dados possuem resolução espacial de 1 arc-segundo (aproximadamente 30 x 30 metros na linha do equador).

4.2 Dados de transporte público (GTFS)

Com relação aos dados de GTFS, as cidades do projeto podem ser dividida em três tipos:

- i) Possuem GTFS;
- ii) Não possuem GTFS, mas apresentaram os dados necessários para sua construção e;
- iii) Não possuem ou não disponibilizaram dados para a construção do GTFS.

Na Tabela 04 é resumida a situação de cada cidade. As particularidades na construção do GTFS serão melhor detalhadas no diagnóstico de cada cidade.

Tabela 04: Situação dos dados de GTFS para cada município

Situação	Cidades
Têm GTFS	Porto Alegre
GTFS será construído	São Luís, Novo Hamburgo, RM de Aracaju, Contagem, Dourados, Palmas e Cachoeiro de Itapemirim
Não terá GTFS	Manaus, Belém e Vitória da Conquista

Fonte: Elaboração própria.

4.3 Dados de oportunidades

Para analisar a acessibilidade às oportunidades, são considerados os dados de empregos, leituras de hospitais, matrículas escolares e equipamentos urbanos de lazer. Estas atividades caracterizam alguns dos principais motivos dos deslocamentos cotidianos e com especial impacto sobre a mobilidade produtiva e de cuidado. Ainda, são especialmente influenciadas por políticas públicas. A decisão sobre a localização de postos de saúde, escolas públicas ou parques urbanos, por exemplo, é atribuição do executivo municipal ou estadual, a depender do nível. Já o zoneamento urbano e eventuais incentivos fiscais têm efeitos sobre a localização de empregos e especialmente de empregos formais, que tendem a ser mais centralizados.

Os dados são coletados das informações disponibilizadas pelo projeto [Acesso a Oportunidades](#), projeto AcessoCidades (no caso dos empregos georreferenciados) e pelas prefeituras

¹ Disponível em <<<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>>

participantes do projeto. Caso necessário, os dados serão complementados a partir de suas respectivas bases: emprego (RAIS), leitos (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde — CNES), escolas (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira — INEP) e lazer (dados do OSM).

Devido à variedade de equipamentos de lazer registrados no OSM, foi preciso selecionar os que seriam considerados no diagnóstico dos municípios. Assim, baseado na página [OpenStreetMap Wiki](#), os equipamentos de lazer considerados foram:

- Biblioteca (*library*): biblioteca pública, seja municipal, estadual, universitária etc;
- Parque (*park*): área verde e aberta para recreação, normalmente municipal;
- Parque para cães (*dog park*): local público onde é possibilitado o entretenimento e exercício de animais de estimação.
- Jardim (*garden*): local de crescimento de plantas e flores, com fins decorativos ou científicos;
- Reserva natural (*nature reserve*): área de proteção da vida selvagem, flora, fauna ou itens geológicos;
- Parque infantil (*playground*): local de recreação para crianças;
- Quadra (*pitch*): local de prática de esportes variados, como futebol, tênis, skate etc.;
- Estádio (*stadium*): arena de competição para esportes. No Brasil, o mais recorrente é o futebol.

Como não é possível, pelos dados disponíveis, categorizar os equipamentos de acordo com as suas diferentes restrições de acesso, inclusive financeiras, optou-se por incluir todos os locais. Assim, deve ser um ponto adicional de atenção na análise dos resultados.

Os estabelecimentos de saúde são caracterizados conforme o nível de atenção dos seus serviços hospitalares e ambulatoriais, sendo serviços de atenção básica, média e alta complexidade. Serviços de atenção básica incluem, por exemplo, clínica geral e tratamento odontológico básico. Oportunidades de saúde de média complexidade envolvem atendimento em áreas como neurologia, ortopedia, pediatria, cardiologia, psiquiatria, ginecologia e outras especialidades. As Unidades de Pronto Atendimento (UPAs) são incluídas nesse nível de atenção. Já os serviços de alta complexidade abrangem terapia intensiva, hemodiálise, tratamento de câncer, entre outros. Essas classificações por nível de atenção foram adotadas pelo Ministério da Saúde. Alguns estabelecimentos podem, simultaneamente, realizar serviços de atenção básica, média e alta complexidade. Nesse caso, o estabelecimento foi classificado em ambas as categorias.

Os estabelecimentos de educação também variam conforme nível educacional. Neste trabalho, foram consideradas escolas de nível infantil, fundamental e médio (incluindo escolas profissionalizantes). Para os empregos, considerou-se somente os empregos totais formais de cada cidade.

Nas Tabelas 05 e 06 são resumidas as fontes de dados de oportunidades utilizadas neste trabalho.

Tabela 05: Tipo de dado de oportunidade e fontes utilizadas

Tipo de dado	Fonte
Oportunidades de empregos	<ul style="list-style-type: none"> Projeto Acesso a Oportunidades Projeto AcessoCidades (por meio do trabalho realizado por André Borgato Morelli (Github)) Relatório Anual de informações Sociais (RAIS)
Oportunidades de educação	<ul style="list-style-type: none"> Projeto Acesso a Oportunidades Prefeituras (se houver) Censo escolar INEP (2021)
Oportunidades de saúde	<ul style="list-style-type: none"> Projeto Acesso a Oportunidades Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) Prefeituras (se houver)
Oportunidades de lazer	<ul style="list-style-type: none"> Prefeituras (se houver) OpenStreetMap

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 06: Categorias de oportunidades consideradas

Oportunidade	Descrição	Categorias	Ano
Empregos	Quantidade de vínculos empregatícios formais	Total de empregos formais	2018
Saúde	Quantidade de equipamentos de saúde	Total Baixa complexidade Média complexidade Alta complexidade	2019/2022
Educação	Quantidade de Escolas e Matrículas	Total Educação infantil Ensino fundamental Ensino médio	2019/2021
Lazer	Equipamentos de lazer disponíveis	Total	2022

Fonte: Elaboração própria.

4.4 Método de cálculo dos indicadores de acessibilidade

A partir dos dados da rede viária, operação de transporte público e topografia, é possível estimar tempo entre pares origem-destino das cidades. Foram estimadas matrizes de tempo de viagem considerando três diferentes modos: transporte público, a pé e bicicleta. Esses tempos de viagem foram estimados a partir do pacote r5r (PEREIRA *et al.*, 2021). Para o roteamento a pé e por bicicleta, considerou-se velocidades de 3,6 km/h e 12 km/h, respectivamente, conforme Pereira *et al.* (2022). Para o roteamento por transporte público, realizou-se o roteamento em vários horários (a cada 1 minutos) de partida entre 6h e 8h da manhã (horário de pico) e calculou-se a mediana do tempo de viagem, a fim de considerar a variabilidade da operação nesse período. É importante ressaltar que o roteamento de transporte público considera tempos de viagem porta-a-porta entre pares origem-destino, ou seja, o tempo total é composto de:

- a) Tempo de caminhada até a parada;
- b) Tempo de espera (para utilizar um ou mais ônibus- no caso de baldeação);
- c) Tempo dentro do veículo;
- d) Tempo de caminhada entre o ponto de desembarque e o destino.

Com as matrizes de tempo de viagem e os dados de oportunidades, é possível calcular os indicadores de acessibilidade. Neste trabalho, calculou-se dois tipos de indicadores de acessibilidade:

- i) medida cumulativa ativa (CMA)
- ii) tempo mínimo de viagem (TMI)

A CMA mede o número total de unidades acessíveis dentro de um determinado tempo de viagem, enquanto o TMI reflete a facilidade com que a população de diferentes áreas da cidade, níveis de renda e cor/raça, consegue acessar as atividades. A diversidade de modos e de tipos de oportunidades gera uma série de indicadores, representados na Tabela 06. Ainda, existem tipos de oportunidades a serem consideradas, representadas na Tabela 07.

Tabela 06: Indicadores de acessibilidade calculados

Indicador	Descrição	Tipo de oportunidade	Limites de tempo de viagem
Tempo mínimo de viagem (TMI)	Tempo mínimo até a oportunidade mais próxima	Saúde Escola Lazer	A pé Bicicleta Ônibus*: 15, 30,45 e 60 minutos
Oportunidades cumulativas (CMA)	Quantidade de oportunidades acessíveis considerando um limite de tempo	Empregos Saúde Escola Lazer	A pé Bicicleta Ônibus*: 15, 30,45 e 60 minutos

*Apenas para municípios que possuem GTFS

Fonte: Elaboração própria.

A escolha dos limites de tempos necessários para o cálculo da acessibilidade foi realizada com base em tempos e distâncias médios de deslocamento por modo observados em cidades que possuem pesquisa de origem e destino ou informações catalogadas sobre as viagens da população, de forma a fazer estimativas mais aderentes à realidade atual e oferecer insumos para o planejamento de ações de médio prazo. 15 minutos de caminhada, por exemplo, em uma velocidade média de 3,6 km/h, corresponde a 0,9 quilômetros percorridos. 30 minutos de bicicleta a 12 km/h corresponde a 6 quilômetros. Já 45 minutos por transporte público podem incluir, por exemplo, 10 minutos de caminhada (para o deslocamento da origem ao ponto de parada e do ponto de parada ao destino), 10 minutos de espera e 25 minutos de deslocamento no ônibus. No entanto, a adoção de metas mais ambiciosas para a redução dos tempos de viagem e aumento dos níveis de acessibilidade da população passam, também, pela adequação dos limites de tempo a serem utilizados em cada diagnóstico.

Além disso, vale destacar algumas limitações importantes da análise de acessibilidade a seguir. Como comentado anteriormente nas seções de acesso à infraestrutura cicloviária e de transporte público, as análises das viagens de caminhada, pedalada e transporte público coletivo consideram apenas o tempo de viagem, desconsiderando outros fatores importantes. A efetivação do acesso adequado a oportunidades no meio urbano por meio de viagens a pé e por bicicleta, por exemplo, depende da caminhabilidade e ciclabilidade das calçadas, travessias, ciclovias e ciclofaixas, com infraestrutura e velocidades adequadas. No transporte público, além do acesso e egresso do ponto de parada, feito majoritariamente a pé e então influenciados pelos fatores já mencionados, também influenciam aspectos relacionados à regularidade e pontualidade dos serviços, níveis de ocupação veicular, conforto nos ônibus e estações, conveniência nas baldeações, entre outros.

5 Padrões e mobilidade

Para analisar a mobilidade por modo de transporte, foram considerados como indicadores o número de viagens, os tempos e os custos de deslocamento diários para cada modo, por grupo socioeconômico. Esses indicadores podem ser obtidos por meio de dados de pesquisas de mobilidade (matriz Origem-Destino) ou dados de bilhetagem. Os métodos a serem implementados estão descritos na Tabela 08.

As análises de mobilidade podem incluir também informações sobre a percepção e satisfação das pessoas sobre o sistema de mobilidade urbana ou sobre um serviço em específico, como no caso do transporte público coletivo, de acordo com pesquisas já realizadas pelos municípios.

Além disso, vale ressaltar que essas análises podem ser complementadas com pesquisas qualitativas com a população ou com atores chave da mobilidade urbana nos municípios. Algumas dessas pesquisas serão realizadas futuramente no escopo do Projeto AcessoCidades.

Tabela 08: Estrutura do método de análise da mobilidade por modo de transporte

Método	Municípios	Resultados e indicadores
1 (Municípios que têm matriz OD ou outro dado de mobilidade/demanda)	São Luís, Porto Alegre, RM de Aracaju*, Novo Hamburgo, Contagem**, Palmas e Vitória da Conquista	Número de viagens, tempos e custos de deslocamento diários por modo de transporte.
2 (Municípios que não têm dados de demanda abrangentes)	Manaus, Belém, Dourados e Cachoeiro de Itapemirim***	A análise será feita de acordo com as especificidades do município e será detalhada no seu respectivo diagnóstico.

*Cidade não possui dados de mobilidade para o modo ativo;

**Será necessário realizar a divisão modal por classe de renda, para obtenção simplificada das matrizes OD para o transporte público e o modo ativo;

***Possui dados limitados da quantidade de viagens por transporte público entre zonas

Fonte: Elaboração própria.

6 Diferenças de mobilidade e acessibilidade na área urbana e no entorno

A análise das diferenças de mobilidade e acessibilidade na área urbana e no entorno será realizada no decorrer dos itens 2.1 ao 2.5, sendo este um produto das análises. O objetivo é utilizar a área urbana do município (coletada a partir do MAPBIOMAS para o ano de 2021) e os aglomerados subnormais (IBGE, 2019) - como forma de representar os assentamentos precários contidos no município, para verificar as condições de acessibilidade e mobilidade nas regiões mais precárias dos municípios e fazer um paralelo entre região urbana e rural.

Além disso, para cada tipo de indicador, utilizou-se um gráfico do tipo *cleveland plot* para verificar as condições de acesso ou benefício para a população considerando os recortes de cor, renda e gênero. Assim, dividiu-se a população em brancos e pretos, sendo os pretos obtidos pela soma dos pretos com pardos, de acordo com os dados de autodeclaração do censo (IBGE, 2010). Como as populações indígenas e amarelas não são foco deste diagnóstico, elas foram excluídas das análises. O nível de renda da população foi segmentado em termos de quartis.

Por fim, ao final do diagnóstico, foi construída uma seção como forma de produzir um retrato das desigualdades de cada município no acesso às oportunidades. Esta seção se divide em cinco partes:

i) síntese de indicadores de acessibilidade, independentemente dos recortes de classe, raça e gênero;

- ii) desigualdades entre indivíduos e regiões, a partir do índice de gini para cada modo de transporte e oportunidade, e da definição dos bairros com pior condição de acessibilidade e desigualdade, tendo o transporte público como pano de fundo;
- iii) desigualdade na acessibilidade por renda, utilizando o pseudo palma ratio para cada modo de transporte e oportunidade;
- iv) desigualdade na acessibilidade por raça/cor, utilizando a razão entre acessibilidade dos brancos pela acessibilidade dos pretos;
- v) desigualdade na acessibilidade por gênero/sexo, utilizando a razão entre a acessibilidade dos homens pela acessibilidade das mulheres, considerando também a condição de homens e mulheres responsáveis pelo domicílio.

7 Planos existentes

Para a análise da aderência do planejamento estratégico municipal à promoção da acessibilidade e redução de desigualdades, observa-se especialmente a presença de princípios e ações aderentes a esses objetivos no Plano Diretor e no Plano de Mobilidade Urbana, quando existente. Em alguns casos, será realizada uma comparação entre os projetos estratégicos e a distribuição socioespacial da população, buscando compreender como as populações serão assistidas por meio dos recortes de renda, gênero e raça.

8 Estrutura institucional da mobilidade

A análise da distribuição por gênero/sexo dos técnicos(as) e gestores(as) da administração pública responsável pela gestão da mobilidade urbana no município teve como referência os dados dos servidores, cargos e salários provenientes do portal da transparência dos municípios.

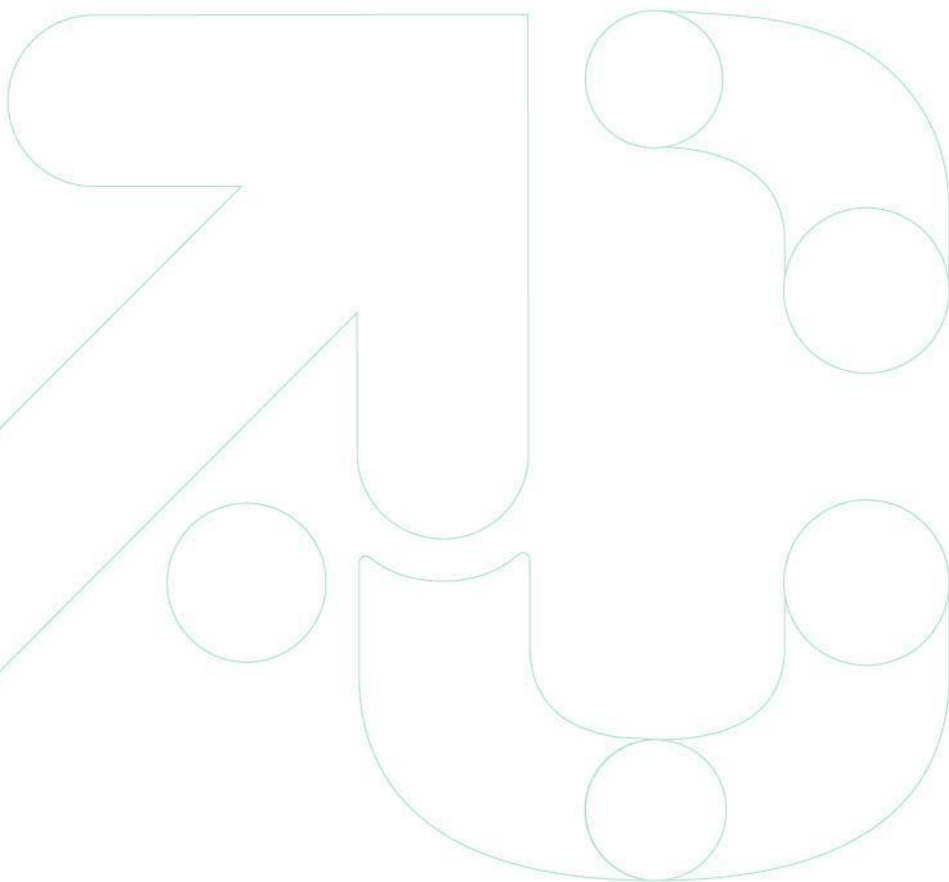
A informação simplificada de gênero/sexo, de acordo com o nome pessoal, foi estimada a partir do primeiro nome dos servidores municipais em agosto de 2021, tendo como base dados do Censo Demográfico do IBGE, por meio do pacote genderBR (em R). Para alguns nomes, os dados não permitem uma estimativa razoavelmente confiável do gênero/sexo, sendo “não identificados”.

A partir dos dados categorizados segundo a estimativa de gênero/sexo², foi realizada a análise da distribuição de homens e mulheres em relação ao total dos servidores, por hierarquia na estrutura organizacional e por cargos agrupados. A divisão dos funcionários por nível hierárquico foi realizada a partir de uma clusterização (*kmeans*) dos salários mensais brutos dos servidores, dividindo-os em cinco grupos. A premissa implícita a essa análise é a de que pessoas em cargos superiores de decisão têm remunerações maiores do que pessoas em cargos operacionais.

² A informação simplificada de gênero/sexo, de acordo com o nome pessoal, foi estimada a partir do primeiro nome dos servidores municipais em agosto de 2021, tendo como base dados do Censo Demográfico do IBGE, por meio do pacote genderBR (em R). Para alguns nomes, os dados não permitem uma estimativa razoavelmente confiável do gênero/sexo, sendo “não identificados”.

Já o agrupamento dos cargos foi realizado de forma a unir cargos com perfil e níveis de decisão relativamente semelhantes, apesar das diferenças de função. Assim, técnicos, fiscais, auxiliares administrativos e técnicos e supervisores com diferentes funções em diferentes áreas da mobilidade foram agrupados em “técnicos”, “fiscais”, “auxiliares” e “supervisores”, etc.

Quando possível, também foram analisados os conselhos municipais relacionados diretamente à mobilidade urbana, buscando a análise da representatividade de gênero, bem como a existência de conselhos transversais a várias políticas públicas associadas ao escopo deste trabalho, como conselhos de saúde, educação, lazer, mulheres, negros, etc.



Referências

- Anselin, L. 1995. Local Indicators of Spatial Association-LISA. Geographical Analysis, Ohio State University Press, v. 27, n. 2, p. 93-115.
- Bertolini, L., le Clercq, F., Kapoen, L., 2005. Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward. *Transp. Policy* 12, 207-220. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.01.006>
- Bittencourt, T.A., Giannotti, M., Marques, E., 2020. Cumulative (and self-reinforcing) spatial inequalities: interactions between accessibility and segregation in four Brazilian metropolises. *Environ. Plan. B Urban Anal. City Sci.* <https://doi.org/10.1177/2399808320958426>, 2399808320958426.
- Bittencourt, T.A., Giannotti, M., 2021. The unequal impacts of time, cost and transfer accessibility on cities, classes and races. *Cities* 116, 103257. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103257>.
- Birch, C. P. D.; Oom, S. P. & Beecham, J. A. (2007) Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment and simulation in ecology. *Ecological Modelling*, v. 206, n. 3-4, p. 347-359, ago. 2007. Disponível em: <<https://bit.ly/3PQBfmW>>.Bi
- Boisjoly, G., & El-Geneidy, A. M. (2017). How to get there? A critical assessment of accessibility objectives and indicators in metropolitan transportation plans. *Transport Policy*, 55(July 2016), 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.12.011>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012). Censo Brasileiro de 2010.
- Manaugh, K., Badami, M. G., & El-Geneidy, A. M. (2015). Integrating social equity into urban transportation planning: A critical evaluation of equity objectives and measures in transportation plans in North America. *Transport Policy*, 37, 167-176. doi:10.1016/j.tranpol.2014.09.013
- Páez, A., Farber, S., Mercado, R., Roorda, M. & Morency, C. (2013) Jobs and the Single Parent: An Analysis of Accessibility to Employment in Toronto, *Urban Geography*, 34:6, 815-842, DOI: 10.1080/02723638.2013.778600
- Papa, E., Silva, C., te Brömmelstroet, M., Hull, A., 2015. Accessibility instruments for planning practice: a review of European experiences. *J. Transp. Land Use* 9 (3), 57-75.
- Pereira, R. H. M., Braga, C. K. V., Serra, Bernardo, & Nadalin, V. (2019). Desigualdades socioespaciais de acesso a oportunidades nas cidades brasileiras, 2019. *Texto para Discussão Ipea*, 2535. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Disponível em <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9586>

Pereira, R. H. M., Saraiva, M., Herszenhut, D., Braga, C. K. V. & Conway, M. W. (2021). R5r: Rapid Realistic Routing on Multimodal Transport Networks with R5 in R. *Findings*, March. Disponível em: <https://doi.org/10.32866/001c.21262>.

Pereira, R. H. M., Braga, C. K. V., Herszenhut, D., Saraiva, M. & Tomasiello, D. B. (2022). Estimativas de acessibilidade a empregos e serviços públicos via transporte ativo, público e privado nas vinte maiores cidades do Brasil no período 2017-2019. *Texto para Discussão Ipea, 2800*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11345/2/TD_2800_Web.pdf

Silva, N. N. da, Favacho, V. B. C., Boska, G. de A., Andrade, E. da C., Mercedes, N. P. das, & Oliveira, M. A. F. de. (2020). Access of the black population to health services: Integrative review. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 73(4), e20180834. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0834>

Van Wee, B., Annema, J. A., Banister, D. 2013. *The Transport System and Transport Policy*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.